

INTRODUÇÃO

O formato da Comunicação Nacional do Brasil segue as diretrizes contidas no documento de posição do grupo dos países em desenvolvimento (G77 e China), preparado em seminário realizado em Genebra, Suíça, nos dias 25 e 26 de fevereiro de 1996, presidido pela delegação brasileira, que reuniu os especialistas dos países em desenvolvimento.

Esse documento foi apresentado oficialmente em 29 de fevereiro de 1996, durante reunião do Órgão Subsidiário de Assessoramento Técnico e Científico da Convenção - SBSTA para ser enviado para a Segunda Conferência das Partes Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

Durante a Segunda Conferência das Partes em Genebra, de 8 a 19 de julho de 1996, o documento original do Grupo dos 77 e China foi discutido por um grupo de países co-presididos pelos Estados Unidos da América e pelo Brasil e uma versão modificada do documento original foi aprovada como Decisão 10/CP.2, contida no documento FCCC/CP/1996/15/Add.1, em 17 de julho de 1996 - Comunicações de Partes não Incluídas no Anexo I: Diretrizes, Facilitação e Processo de Exame.

Assim, a estrutura de cada capítulo da Comunicação Nacional ? incluindo a Descrição das Providências Previstas ou Tomadas para a Implementação da Convenção ? foi desenvolvida com base nessa decisão, adequando-a, obviamente, às circunstâncias brasileiras e aos programas e ações desenvolvidos no país.

De acordo com o princípio da responsabilidade comum porém diferenciada dos países, o Brasil não tem compromissos de redução ou de limitação de suas emissões antrópicas de gases de efeito estufa, conforme estabelecido no artigo 3.1 da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e confirmado no Protocolo de Quioto. Contudo, são desenvolvidos no país programas e ações que implicam redução considerável dessas emissões. Algumas dessas iniciativas são responsáveis pelo fato do Brasil ter uma matriz energética relativamente “limpa”, no sentido de menores emissões de gases de efeito estufa por unidade de energia produzida ou consumida. Diversas outras iniciativas que estão sendo implementadas, bem como outras previstas, também contribuem, ou poderão contribuir, para tornar menos severo o crescimento das emissões de gases de efeito estufa no país.

Assim, a presente parte tem como objetivo descrever essas iniciativas, analisando os mais diversos setores, valendo-se da experiência dos maiores especialistas do Brasil em suas respectivas áreas.

Sua elaboração contou com cerca de 90 autores, representantes dos mais diversos setores, cujos textos foram disponibilizados na *Internet*, buscando-se ampliar a discussão sobre os mesmos. O resultado dos trabalhos de compilação e reestruturação desses textos foi, posteriormente, submetido a 134 revisores, entre autores e outras pessoas diretamente relacionados aos programas e ações mencionados nesta parte.

A estrutura da revisão seguiu os moldes das revisões do Painel Intergovernamental de Mudança do Clima – IPCC. Foi solicitado aos revisores, no caso de discordância em relação ao texto, que propusesse uma redação alternativa, devendo ser indicada a página e a linha onde se sugeria excluir/incluir/modificar determinada expressão, conforme indicado em tabela nos moldes da usada pelo IPCC em suas revisões. Recolhidas as contribuições, uma comissão de revisão atuou no sentido de incorporar as sugestões e esclarecer eventuais dúvidas apontadas. Após concluir seus trabalhos, tal comissão apresentou uma versão consolidada do texto, que foi disponibilizada na *Internet* para que os usuários pudessem apresentar suas sugestões, as quais foram acatadas quando pertinentes.

Assim, ao final desse abrangente e participativo processo de elaboração e revisão, a presente parte procura apresentar o “estado da arte” da implementação da Convenção no país até o final do ano 2000. Procurou-se, entretanto, fazer um esforço para atualizar certos dados até 2002, o que foi feito em notas de rodapé.

Devido ao limite temporal estabelecido para a “Descrição das Providências Previstas e Tomadas”, nesta Primeira Comunicação Nacional não foi abordada a questão da crise de energia elétrica em 2001 e as mudanças que tal crise acarretou no setor energético do país.

Embora a capacidade média de geração de energia agregada ao setor elétrico no período 1995 a 2001 tenha sido mais do que o dobro da média dos dez anos anteriores e a capacidade instalada de geração de energia elétrica total em 2001, da ordem de 74 mil MW, superasse em 32% a média de consumo de energia do sistema interligado nos horários de pico, as condições hidrológicas desfavoráveis ocorridas no verão de 2001 levaram o Operador Nacional do Sistema Elétrico a demandar, em fins de abril de 2001, uma redução emergencial no consumo de energia da ordem de 20%, sob pena de colocar-se em risco a capacidade de suprimento do sistema.

Como a oferta de energia elétrica no Brasil depende fortemente da geração hidrelétrica, a hidrologia desfavorável no início de 2001 ? a quantidade de chuvas nos primeiros meses de 2001 ficou 29% abaixo da média histórica no Sudeste e Centro-Oeste e 53% abaixo da média histórica no Nordeste ? precipitou a crise de energia elétrica. Tal crise chamou atenção para disfuncionalidades e imperfeições do novo modelo do setor elétrico, que contribuíram para provocar um desequilíbrio do sistema interligado, o qual foi privado de sua característica plurianual, passando a depender do regime de chuvas de um único ano. Essas disfuncionalidades decorrem da própria transição para o novo modelo, da falta de complementação dos marcos regulatórios estabelecidos e de certo atraso no cronograma de implementação dos empreendimentos em termelétricas, como delineado no Programa Prioritário de Termelétricas, lançado em 1999.

Em resposta à crise, o governo adotou duas providências imediatas. Foi criada a Comissão de Análise do Sistema Hidrotérmico de Energia Elétrica, com o objetivo de avaliar a política de produção energética, bem como identificar as causas estruturais e conjunturais do desequilíbrio entre a demanda e a oferta de energia. Para assegurar a independência da Comissão, foram nomeados integrantes de fora do governo. Criou-se também, em maio de 2001, a Câmara de Gestão de Crise de Energia Elétrica - GCE, diretamente vinculada à Presidência da República, com vistas a administrar os programas de redução da demanda e coordenar os esforços para o aumento da oferta de energia elétrica.

A GCE trabalhou com base num plano de ação estruturado em cinco eixos:

- ? programa de redução da demanda;
- ? programa estrutural para aumentar a oferta de energia;
- ? programa emergencial para aumentar temporariamente a oferta de energia;
- ? revitalização do modelo do setor elétrico;
- ? conservação e racionalização.

A extraordinária colaboração das famílias e empresas brasileiras e dos governos em todos os seus níveis permitiu que se alcançasse a principal meta da GCE em 2001: manter o controle do sistema elétrico interligado e evitar os apagões. Ao mesmo tempo, ao final de 2001, todas as condições indicavam o pleno andamento das metas para os próximos dois anos: em 2002, garantir que a necessidade de redução do consumo de energia não supere 5%, mesmo na repetição do pior cenário hidrológico; em 2003, assegurar a completa normalidade na oferta de energia, com medidas a serem tomadas até o final de 2002.

A mobilização da sociedade brasileira em torno do Programa de Racionamento de Energia Elétrica, com a substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes mais econômicas, a reposição de aparelhos domésticos por aqueles de tecnologia mais eficiente e a mudança dos próprios hábitos, foi fundamental para que o programa de redução da demanda alcançasse ao longo de 2001 a meta de economia de 20% do consumo energia em relação à média de maio-junho-julho de 2000, o que significou economia muito superior em relação aos meses imediatamente anteriores à crise. Inicialmente restrito às regiões Sudeste e Centro-Oeste, o racionamento contou posteriormente com a colaboração da região Norte (Pará e Tocantins), o que foi fundamental para a manutenção do suprimento de energia para a região Nordeste, onde a situação dos reservatórios era mais crítica.

A crise de energia demonstrou a mobilização do povo brasileiro em relação ao potencial de conservação de energia, exemplo de que o país, mesmo sem o compromisso de reduzir ou limitar suas emissões, pode tomar providências, como aquelas descritas nesta parte, visando alcançar o objetivo final da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

O Brasil é um país de dimensões continentais e de grande complexidade. Apesar de seus problemas socioeconômicos, tendo como prioridade o combate à pobreza, o país apresenta inúmeros programas e ações que demonstram o seu comprometimento com o desenvolvimento sustentável, herança da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em seu território em 1992.

1 - PROGRAMAS E AÇÕES RELACIONADOS COM O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Os programas e ações relacionados ao desenvolvimento sustentável são aqueles relacionados ao uso de energias renováveis e à conservação e/ou eficiência energética, responsáveis pelo fato do Brasil ter uma matriz energética “limpa”, com pequenas emissões de gases de efeito estufa no setor energético. São programas que contribuem para a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera e, simultaneamente, contribuem para o desenvolvimento sustentável a longo prazo.

Dentre os programas relacionados com o desenvolvimento sustentável, destaca-se o Programa Nacional do Álcool - Proálcool, desenvolvido para evitar o aumento da dependência externa de divisas quando dos choques de preço de petróleo. De 1975 a 2000, foram produzidos cerca de 5,6 milhões de veículos a álcool hidratado. Acrescido a isso, o Programa substituiu por uma fração de álcool anidro (entre 1,1% a 25%¹) um volume de gasolina pura consumida por uma frota superior a 10 milhões de veículos a gasolina, evitando, assim, nesse período, emissões de gás carbônico da ordem de 110 milhões de toneladas de carbono (contido no CO₂), a importação de aproximadamente 550 milhões de barris de petróleo e, ainda, proporcionando uma economia de divisas da ordem de 11,5 bilhões de dólares².

Outros programas importantes visam combater o desperdício de energia e, de forma indireta, contribuem para evitar emissões fósseis adicionais. Dentre esses programas, destacam-se o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL – programa de governo que, desde 1985, desenvolve uma série de atividades de combate ao desperdício de energia elétrica e o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e do Gás Natural - CONPET, que foi criado em 1991 com a finalidade de desenvolver e integrar as ações que visem a racionalização do uso de derivados de petróleo e do gás natural. Esses programas têm por objetivo a redução de perdas e a eliminação de desperdícios na produção e no uso de energia, além da adoção de tecnologias de maior eficiência energética, e contribuem para adiar investimentos em novas centrais elétricas ou refinarias de petróleo.

Deve-se ressaltar que a geração de energia elétrica existente no país é basicamente não-emissora de gases de efeito estufa. Em 2000, o mercado brasileiro de energia elétrica exigiu a produção de 322 TWh em centrais elétricas de serviço público. Cerca de 93,5% dessa produção³, ou 301,4 TWh, foram de origem hidráulica. Em função desses valores, o setor elétrico brasileiro assume características especiais, não só como um dos maiores produtores mundiais de energia hidrelétrica, mas também pela alta participação da hidreletricidade no atendimento de seus requisitos de energia elétrica.

Assim, a emissão de CO₂ proveniente do setor elétrico do Brasil está entre as mais baixas do mundo em relação à população e ao PIB. No entanto, as emissões vêm crescendo nos últimos anos; tendência que pode ser modificada e até mesmo revertida com os programas e ações relacionados com o desenvolvimento sustentável (novas fontes de energia renováveis, uso de carvão vegetal, etc.), abordados nesta seção.

¹ De acordo com os dados do Balanço Energético Nacional (BEN), de 1995 a 2000, o teor de álcool anidro na mistura (gasolina/álcool anidro) variou no período entre o mínimo de 1,1% (em 1975) e um máximo de 25% (em 1999).

² Considerando a substituição de 1 litro de gasolina por 1 litro de álcool anidro e por 1,25 litro de álcool hidratado, 5% de energia consumida no refino, preço médio do petróleo “Brent” (British Petroleum - BP) e percentual de importação de petróleo (BEN) para o período de 1975-2000, além da importação de etanol e metanol no período 1990-99. Considerando, ainda, a média de CO₂ evitado para a substituição da gasolina de 0,63 kg de C por litro de gasolina (IPCC).

³ Ou cerca de 88,5% do mercado de 347,7 TWh se se incluir autoprodutores de energia elétrica.

1.1 - PROGRAMA NACIONAL DO ÁLCOOL

1.1.1 - HISTÓRICO DA AGROINDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA

Mesmo após séculos de convívio com a agroindústria canavieira, somente no século XX o Brasil descobre no álcool uma opção energética atraente. Entre 1905 e meados da década de 1920, sucederam-se diversas tentativas da agroindústria sucroalcooleira de promover o álcool como combustível. Em 1927, a Usina Serro Grande de Alagoas lançou no Nordeste o álcool-motor “USGA”, que em seguida foi copiado por produtores das principais regiões canavieiras do país à época (São Paulo, Rio de Janeiro, Pernambuco e do próprio estado de Alagoas). No final da década de 1920, o Instituto Nacional de Tecnologia - INT, que ainda se chamava Estação Experimental de Combustíveis e Minérios, fez experiências com motores a álcool, testados em um Ford de 4 cilindradas. Em 20 de fevereiro de 1931, o governo brasileiro estabeleceu o decreto nº 19.717, que obrigou a mistura de 5% de álcool na gasolina importada consumida pelo país. A criação do Instituto do Açúcar e do Alcool - IAA, em 1933, organizou as bases para o aumento da produção alcooleira nacional por meio de financiamentos de destilarias anexas às usinas de açúcar. Em 23 de setembro de 1938, o decreto-lei nº 737, estendeu a mistura de 5% de álcool à gasolina produzida no país, com a implantação da primeira refinaria nacional de petróleo.

No período entre 1942 e 1946, com as dificuldades de abastecimento de petróleo e derivados provocadas pela II Guerra Mundial, a mistura de álcool carburante à gasolina chegou a alcançar 42%. Nas décadas de 1950 e 1960, porém, o álcool como carburante tornou-se menos interessante, tanto para o governo como para o empresariado do setor. Reduziu-se sensivelmente o percentual da mistura, atingindo, no início da década de 1970, 2,9% em todo o país e 7% na cidade de São Paulo.

Em meados da década de 1970, uma nova inversão da conjuntura econômica internacional, com a queda do preço externo do açúcar e o aumento do preço do petróleo, criou as bases para o retorno do álcool combustível à matriz energética nacional, inclusive com a introdução do uso exclusivo do etanol como carburante.

Em 2000, no Brasil, o álcool como combustível é usado de duas maneiras: adicionado à gasolina pura, em teores da ordem de 22%⁴ de álcool anidro, a 99,6 Gay-Lussac (GL) e 0,4% de água, formando uma mistura “gasool”⁵, com o objetivo de aumentar a octanagem da gasolina pura utilizada nos carros comuns e reduzir a emissão de poluentes; e como álcool puro, na forma de álcool hidratado, a 95,5 GL, utilizado em veículos com motores desenvolvidos para o uso exclusivo de álcool hidratado como combustível.

O álcool mostra-se um bom combustível automotivo, apresentando um nível de octanagem superior ao da gasolina. Ademais, não contém enxofre, o que evita a emissão de compostos de enxofre e a contaminação dos conversores catalíticos, e tem uma pressão de vapor inferior a da gasolina, o que resulta em menores emissões evaporativas.

Tabela 1 - Propriedades e características dos combustíveis

	GASOLINA	ETANOL
Poder calorífico específico (kJ/kg)	34900	26700
Número de octano (RON/MON)*	91/80	109/98

⁴ Vide nota de rodapé 1 e 8.

⁵ No Brasil, denomina-se usualmente como gasolina a mistura de gasolina pura e álcool anidro, conhecida internacionalmente como “gasool”.

Calor latente de vaporização (kJ/kg)	376 ~ 502	903
Temperatura de ignição (°C)	220	420
Razão estequiométrica Ar/Combustível	14,5	9

Fonte: Goldemberg e Macedo, 1994.

Os “choques do petróleo” ocorridos na década de 1970, em especial o segundo, em 1979, tiveram grande impacto sobre a economia do Brasil. Para minimizar o desequilíbrio na balança comercial brasileira, causado pela brusca elevação dos preços do petróleo, o governo federal decidiu implementar uma política energética cujo objetivo era reduzir o dispêndio líquido de divisas. Uma das principais vertentes dessa política foi incentivar fontes alternativas ao petróleo importado e o uso eficiente da energia, destacando-se os seguintes programas:

- ? Programa de Produção Antecipada de Petróleo;
- ? Programa de Eletrotermia;
- ? Programa de Uso Eficiente da Energia - Conserve;
- ? Programa Nacional do Álcool - Proálcool.

Por meio dessas políticas e medidas, ocorreu uma evolução significativa da produção nacional de petróleo e gás natural; o consumo final energético do álcool etílico por ano tem variado desde 1975 até 2000 entre 580 milhões e 10,6 bilhões de litros, tendo a produção atingido um volume máximo de 15,5 bilhões de litros em 1997; houve contração da demanda relativa de óleo combustível e de gasolina, ao mesmo tempo que houve expansão da demanda por outros derivados de elevado interesse social, como o gás liquefeito de petróleo - GLP, o diesel e a nafta petroquímica para atender as necessidades do setor petroquímico, o que implicou na necessidade de investimentos nas refinarias para adequarem o perfil da produção ao consumo.

1.1.2 - EVOLUÇÃO DO PROGRAMA NACIONAL DO ÁLCOOL

O Programa Nacional do Álcool ou Proálcool foi criado em 14 de novembro de 1975 pelo decreto nº 76.593, com o objetivo de estimular a produção do álcool, visando o atendimento das necessidades do mercado interno e externo e da política de combustíveis automotivos. De acordo com o decreto, a produção do álcool oriundo da cana-de-açúcar, da mandioca ou de qualquer outro insumo deveria ser incentivada por meio da expansão da oferta de matérias-primas, com especial ênfase no aumento da produção agrícola, da modernização e ampliação das destilarias existentes e da instalação de novas unidades produtoras, anexas a usinas ou autônomas, e de unidades armazenadoras.

A cana-de-açúcar tem o mais alto retorno para os agricultores por hectare plantado. O custo de produção do açúcar no país é baixo (inferior a US\$ 200/toneladas⁶), podendo dessa maneira competir no mercado internacional. Tal mercado é, entretanto, volátil e apresenta grandes oscilações de preços. A produção mundial de açúcar em 2000 foi de 131 milhões de toneladas, sendo de cerca de 13% a participação do Brasil⁷.

As etapas na produção do açúcar e do álcool diferem apenas a partir da obtenção do suco, que poderá ser fermentado para a produção de álcool ou tratado para o açúcar. Caso a produção de açúcar se torne menos atrativa devido às reduções de preços internacionais ? o que frequentemente ocorre ? poderá ser mais vantajoso a mudança na produção para álcool.

⁶ Longo, 1996.

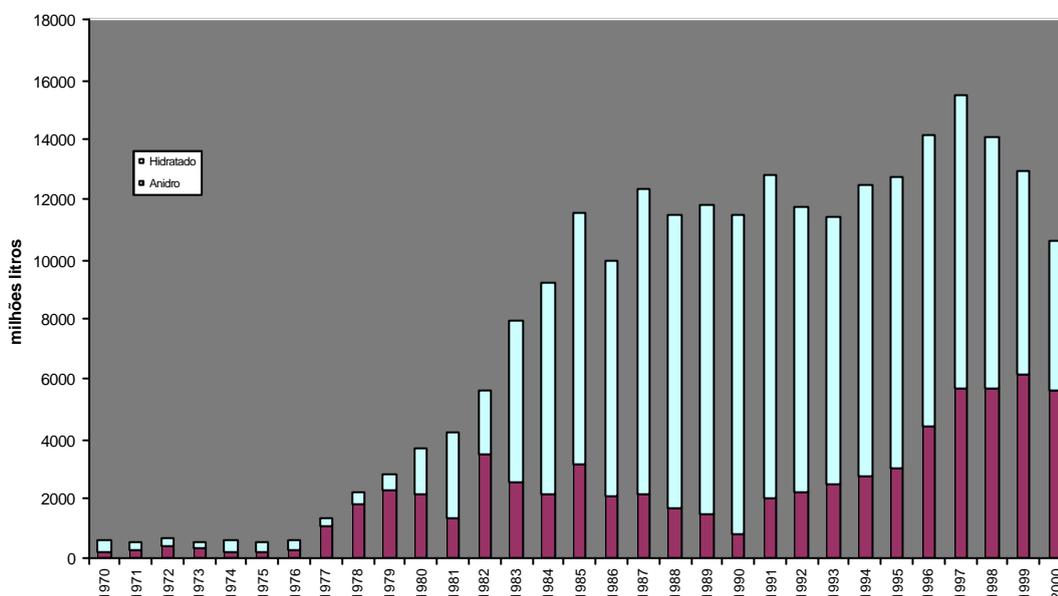
⁷ Base de dados estatístico da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação:
www.fao.org/waicent/portal/statistics_en.asp

A decisão de produção de etanol a partir de cana-de-açúcar, além do preço do açúcar, é política e econômica, envolvendo investimentos adicionais. Tal decisão foi tomada em 1975, quando o governo federal decidiu encorajar a produção do álcool em substituição à gasolina pura, com o objetivo de reduzir as importações de petróleo, então com um grande peso na balança comercial externa. Nessa época, o preço do açúcar no mercado internacional vinha decaindo rapidamente, o que tornou conveniente a mudança de produção de açúcar para álcool.

Num breve resumo do Proálcool, destacam-se quatro fases distintas:

1ª. 1975 a 1979 - Fase Inicial – o esforço foi dirigido sobretudo para a produção de álcool anidro para a mistura com gasolina. Nessa fase, o esforço principal coube às destilarias anexas. A produção alcooleira cresceu de 600 milhões de l/ano (1975-76) para 3,4 bilhões de l/ano (1979-80) (gráfico 1). Os primeiros carros movidos exclusivamente a álcool surgiram em 1978.

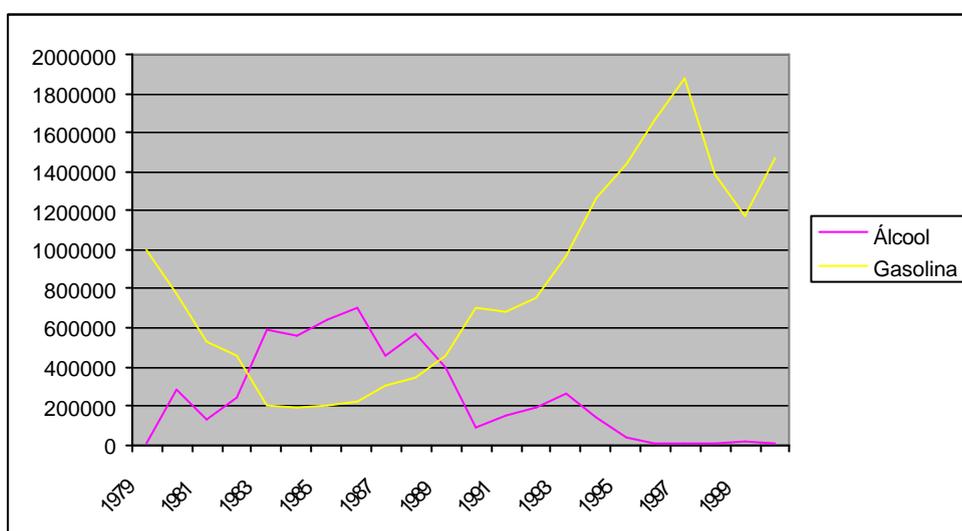
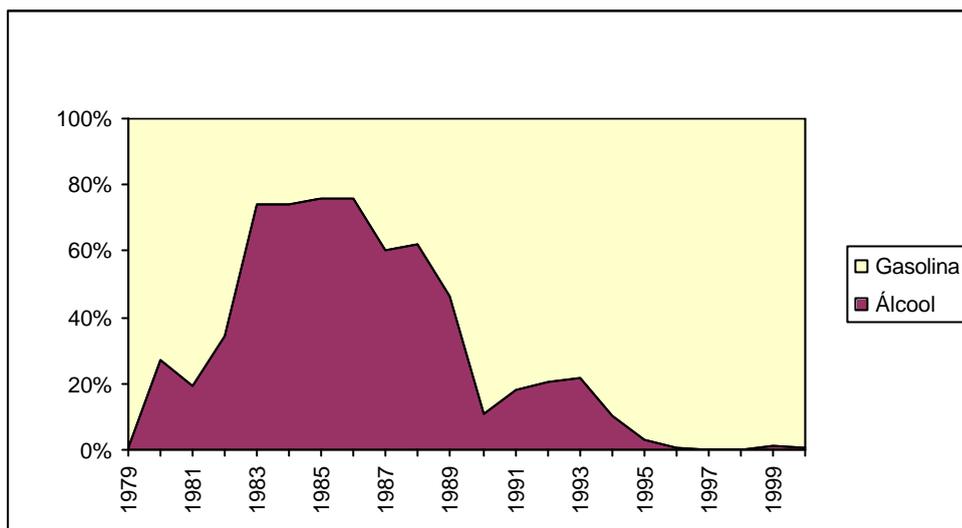
Gráfico 1 - Evolução da Produção de Álcool Etílico – 1970-2000



Fonte: Balanço Energético Nacional - BEN, 2001/1990/1986.

2ª. 1980 a 1986 - Fase de Afirmação - o segundo choque do petróleo (1979-80) triplicou o preço do barril de petróleo e as compras desse produto passaram a representar 46% da pauta de importações brasileiras em 1980. O governo, então, resolve adotar medidas para plena implementação do Proálcool. São criados organismos como o Conselho Nacional do Álcool - CNAL e a Comissão Executiva Nacional do Álcool - CENAL para agilizar o programa. A produção alcooleira atingiu um pico de 12,3 bilhões de litros em 1986-87 (gráfico 1), superando em 15% a meta inicial do governo de 10,7 bilhões de l/ano para o fim do período. A proporção de carros a álcool no total de automóveis de ciclo Otto (passageiros e de uso misto) produzidos no país aumentou de 0,46% em 1979 para 26,8% em 1980, atingindo um teto de 76,1% em 1986 (gráfico 2).

Gráfico 2 - Produção de Veículos Leves



Fonte: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, 2001. www.anfavea.com.br/Index.html

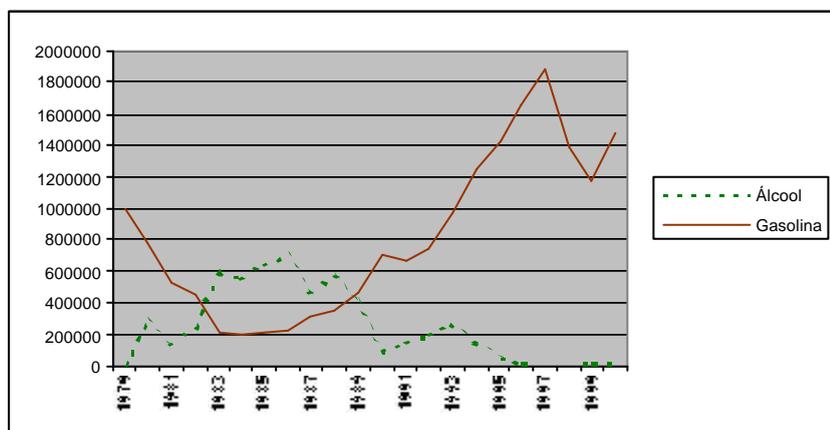
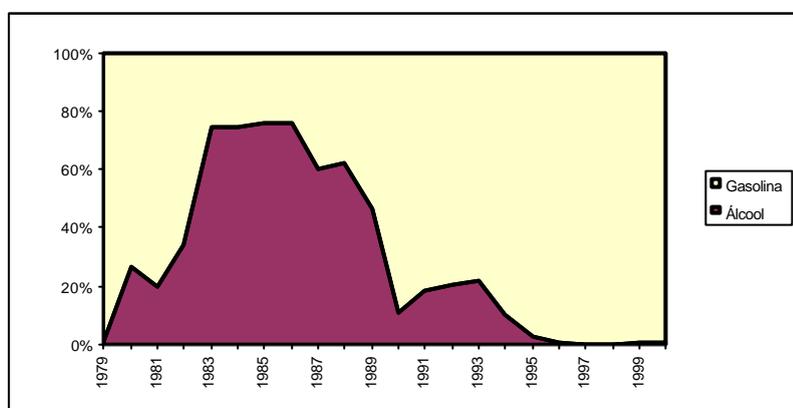
3ª. 1986 a 1995 - Fase de Estagnação – a partir de 1986, o cenário internacional do mercado petrolífero é alterado. Os preços do barril de óleo bruto caíram de um patamar de US\$ 30 a 40 para um nível de US\$ 12 a 20. Esse novo período, denominado “contra-choque do petróleo”, colocou em xeque os programas de substituição de hidrocarbonetos fósseis e de uso eficiente da energia em todo o mundo. Na política energética brasileira, seus efeitos foram sentidos a partir de 1988, coincidindo com um período de escassez de recursos públicos para subsidiar os programas de estímulo aos energéticos alternativos, resultando num sensível decréscimo no volume de investimentos nos projetos de produção interna de energia.

A oferta de álcool não pôde acompanhar o crescimento descompassado da demanda, com as vendas de carro a álcool atingindo níveis superiores a 95,8% das vendas totais de veículos de ciclo Otto para o mercado interno em 1985. Os baixos preços pagos aos produtores de álcool a partir da abrupta queda dos preços internacionais do petróleo (que se iniciou ao final de 1985) impediram a elevação da produção interna do produto. Por outro lado, a demanda pelo etanol, por parte dos consumidores, continuou sendo estimulada por meio da manutenção de preço relativamente atrativo ao da gasolina e da manutenção de menores impostos nos veículos a álcool comparados aos à gasolina. Essa combinação de desestímulo à produção de álcool e de estímulo à sua demanda, pelos fatores de mercado e intervenção governamental assinalados, gerou a crise de abastecimento da entressafra 1989-

90. Vale ressaltar que, no período anterior à crise de abastecimento houve desestímulo tanto à produção de álcool, conforme citado, quanto à produção e exportação de açúcar, que àquela época tinham seus preços fixados pelo governo. A produção de álcool manteve-se em níveis praticamente constantes, atingindo 11,8 bilhões de litros na safra 1985-86; 10,5 bilhões em 1986-87; 11,5 bilhões em 1987-88; 11,7 bilhões em 1988-89 e 11,9 bilhões em 1989-90. As produções brasileiras de açúcar no período foram de 7,8 milhões de toneladas na safra 1985-86; 8,2 milhões em 1986-87; 7,9 milhões em 1987-88; 8,1 milhões em 1988-89 e 7,3 milhões de toneladas em 1989-90. As exportações de açúcar, por sua vez, reduziram-se nesse período, passando de 1,9 milhões de toneladas na safra 1985-86 para 1,1 milhão de toneladas na safra 1989-90.

Apesar de seu caráter efêmero, a crise de abastecimento de álcool do fim dos anos 1980 afetou a credibilidade do Proálcool, que, juntamente com a redução de estímulos ao seu uso, provocou, nos anos seguintes, um significativo decréscimo da demanda e, conseqüentemente, das vendas de automóveis movidos por esse combustível (gráfico 3).

Gráfico 3 - Vendas de Veículos Leves



Fonte: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, 2001. www.anfavea.com.br/Index.html

Deve-se acrescentar ainda outros motivos determinantes que, associados, também contribuíram para a redução da produção dos veículos a álcool. No final da década de 1980 e início da década de 1990, o cenário internacional dos preços do petróleo sofreu fortes alterações, tendo o preço do barril diminuído sensivelmente. Tal realidade, que se manteve praticamente como a tônica dos dez anos seguintes, somou-se à tendência, cada vez mais forte, da indústria automobilística de optar pela fabricação de modelos e motores padronizados mundialmente (na versão à gasolina). No início da

década de 1990, houve também a liberação, no Brasil, das importações de veículos automotivos (produzidos, na sua origem exclusivamente na versão gasolina e diesel) e, ainda, a introdução da política de incentivos para o “carro popular” – de até 1000 cilindradas – desenvolvido para ser movido a gasolina.

A crise de abastecimento de álcool somente foi superada com a introdução no mercado do que se convencionou chamar de mistura MEG, que substituíra, com igual desempenho, o álcool hidratado. Essa mistura (60% de etanol hidratado, 34% de metanol e 6% de gasolina) obrigaria o país a realizar importações de etanol e metanol (que no período entre 1989-95 superou a 1 bilhão de litros) para garantir o abastecimento do mercado ao longo da década de 1990. A mistura atendeu as necessidades do mercado e não foram constatados problemas sérios de contaminação e de saúde pública.

4ª. Situação atual - Fase de Redefinição - Os mercados de álcool combustível, tanto anidro quanto hidratado, encontram-se liberados em todas as suas fases ? produção, distribuição e revenda ? sendo os seus preços determinados pelas condições de oferta e procura. De cerca de 1,1 milhão de toneladas de açúcar que o país exportava em 1990 passou-se à exportação de até 10 milhões de toneladas por ano (dominando o mercado internacional e barateando o preço do produto). Atualmente, o que se questiona é como o Brasil, sem a presença da gestão governamental no setor, encontrará mecanismos de regulação para os seus produtos (altamente competitivos): açúcar para o mercado interno, açúcar para o mercado externo, etanol para o mercado interno e etanol para o mercado externo. Dadas as externalidades positivas do álcool e com o intuito de direcionar políticas para o setor sucroalcooleiro, foi criado, por meio do decreto de 21 de agosto de 1997, o Conselho Interministerial do Açúcar e do Álcool - CIMA.

Segundo os dados da Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores – ANFAVEA, de 1998 a 2000, a produção de veículos a álcool manteve-se em níveis de cerca de 1%. A constituição da chamada “frota verde”, ou seja, o estímulo e a determinação do uso do álcool hidratado em determinadas classes de veículos leves, como os carros oficiais e táxis, tem provocado um debate entre especialistas da área econômica, contrários aos incentivos, e os especialistas da área ambiental, favoráveis aos incentivos ao etanol. Em 28 de maio de 1998, a medida provisória nº 1.662 dispôs que o Poder Executivo poderá elevar o percentual de adição de álcool etílico anidro combustível à gasolina ? obrigatório em 22% em todo o território nacional ? até o limite de 24%⁸. Os produtores e centros de pesquisa têm testado a mistura de álcool e óleo diesel.

Para a implementação do Proálcool, foi estabelecido, em um primeiro instante, um processo de transferência de recursos arrecadados a partir de parcelas dos preços da gasolina, diesel e lubrificantes para compensar os custos de produção do álcool, de modo a viabilizá-lo como combustível. Assim, foi estabelecida uma relação de paridade de preços entre o álcool e o açúcar para o produtor e incentivos de financiamento para as fases agrícola e industrial de produção do combustível. Com o advento do veículo a álcool hidratado, a partir de 1979, adotou-se políticas de preços relativos entre o álcool hidratado combustível e a gasolina, nos postos de revenda, de forma a estimular o uso do combustível renovável.

Atualmente, não há incentivo ao produto álcool. Há um estímulo, de natureza regional, que compensa os custos mais elevados de produção na região Nordeste na fase agrícola⁹, relativamente aos estados mais eficientes, e uma compensação de frete para os produtores localizados nos estados mais distantes dos centros de consumo¹⁰ (estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul). Este último, entretanto, tem data marcada para o seu término, previsto para 31 de janeiro de 2004, pois visa proporcionar apenas um tempo de ajustamento a esses produtores que enfrentam uma desvantagem natural de

⁸ Essa medida provisória foi regulamentada pela lei nº 10.203, de 26 de fevereiro de 2001.

⁹ Portaria do Ministério da Fazenda de nº 275/98 e resolução CIMA nº 5, de 10 de setembro de 1998.

¹⁰ Portaria da Agência Nacional de Petróleo – ANP de nº 138/98.

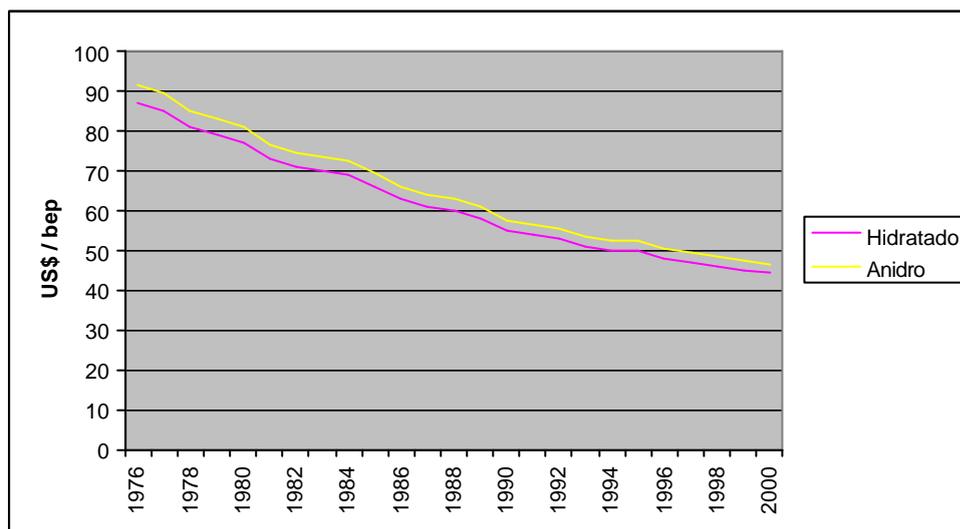
mercado. Vale a pena ressaltar que todas as medidas governamentais que se aplicam aos produtos do setor sucroalcooleiro são compatíveis com os compromissos assumidos pelo Brasil na Organização Mundial do Comércio.

1.1.3 - ASPECTOS ECONÔMICOS DO PROÁLCOOL

Custos de Produção do Álcool

Os custos de produção do álcool são diretamente ligados à produtividade da lavoura da cana-de-açúcar e ao rendimento industrial do processo de produção do etanol. Nas últimas duas décadas, o desenvolvimento e a implantação de novas técnicas e tecnologias no setor sucroalcooleiro foram os grandes responsáveis pela redução nos seus custos de produção. De 1976 a 1996, os custos de produção do álcool carburante caíram de aproximadamente 90 US\$/bep para aproximadamente 45 US\$/bep, o que corresponde a uma taxa média de redução de custos na faixa de 2% a 3% a.a. (gráfico 4).

Gráfico 4 - Brasil - Evolução dos Custos de Produção do Álcool Carburante a Preços Constantes - 1976-2000



Fonte: Audinet, 1995 e Macedo & Moura Campos, 1996-2000.

Os ganhos de produtividade do setor sucroalcooleiro passaram por três fases distintas:

- ? a partir de 1975, *busca por maior produtividade industrial;*
- ? a partir de 1981-82, *busca por maior eficiência na conversão de sacarose para o produto final,* bem como por reduções de custo;
- ? a partir de 1985, *gerenciamento global da produção agrícola e industrial,* incluindo o planejamento e o controle da produção da cana, integrados com a produção industrial.

Para uma melhor eficácia dos programas de desenvolvimento tecnológico, a maior ênfase do setor tem sido na área agrícola, pois essa etapa concentra cerca de 61% dos custos de produção do etanol.

Etapas da Produção

Na produção de cana (fase agrícola)

A produtividade média da cana-de-açúcar brasileira aumentou de 50 a 60 t /ha em 1975 para cerca de 75 a 85 t /ha em 1996, devido a vários fatores:

- ? variedades selecionadas de cana-de-açúcar - a Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo Ltda. - Copersucar¹¹ detém o maior programa do mundo para estudos sobre o melhoramento genético da cana, atendendo a aproximadamente 60% da produção de cana do Brasil;
- ? tecnologia agrícola - destaca-se o princípio do gerenciamento da produção agrícola com a utilização de mapas de solos, usos de imagem de satélite para identificação varietal e aperfeiçoamento do manejo em geral;
- ? redução do consumo de combustíveis na colheita - em 1996, o consumo era 50% inferior ao de 1991 e havia a previsão de redução de mais 50% nos três anos seguintes, graças à evolução na mecanização da colheita e ao transporte de maior número de toneladas de cana por viagem;
- ? colheita da cana crua - comercialização de equipamentos para a colheita de cana crua;
- ? manejo de resíduos agrícolas - aproveitamento do vinhoto e limpeza da cana a seco, sem a necessidade de lavagem; há perdas de 1 a 2% do açúcar, levado pela água quando da lavagem da cana, sendo que quando se adota a limpeza da cana a seco deixa-se de incorrer nessa perda;
- ? redução da demanda por adubos artificiais - valorização do vinhoto como adubo orgânico, rico em fósforo e potássio.

Na produção de etanol (fase industrial)

Verificaram-se, nos últimos anos, significativos avanços tecnológicos, resultando em um aumento da produtividade média de conversão de cana-de-açúcar em etanol de 75 l / t em 1985 para cerca de 85 l / t em 1996, devido a vários fatores:

- ? extração do caldo - o índice de extração do caldo na moagem da cana elevou-se de 92%, no início do Proalcóol (1975), para 97%. Por outro lado, com pequenas modificações em equipamentos e no sistema operacional, foi possível elevar a capacidade de moagem em 45%;
- ? tratamento e fermentação do caldo - primeiramente, controle biológico e, em seguida, fermentação contínua (mais de 230% de produtividade em relação a 1975);
- ? destilação - aumento da capacidade de acordo com o grau alcoólico da mistura, devido à melhoria nos equipamentos;
- ? melhorias no campo da energia - na produção de açúcar e do álcool, de 1980 a 1995, o percentual de auto-suficiência em energia elétrica nas usinas passou de 60% para 95%. Diversas usinas já vendem excedentes de energia para a rede elétrica. Em São Paulo, já há uma potência inicial de 300 MW disponibilizados para o sistema elétrico.

Os preços dos combustíveis no Brasil são determinados pelo livre mercado. Dada a importância do setor e a sua própria natureza, que muitas vezes se afasta dos padrões de concorrência perfeita, as atividades de produção, distribuição e comercialização de combustíveis são reguladas pela Agência Nacional de Petróleo - ANP.

¹¹ A Copersucar é uma cooperativa privada que reúne cerca de 100 associados entre produtores rurais, unidades agropecuárias e usinas de açúcar e destilarias de álcool. Na safra 2001-02 foi responsável por uma produção de 54 milhões de toneladas de cana; 3,5 milhões de toneladas de açúcar e 2,4 bilhões de litros de álcool, tendo uma participação de 20 a 25% da produção nacional da agroindústria canavieira. Na realização dessa produção, empregam-se diretamente 90 mil trabalhadores e outros 40 mil empregos diretos são proporcionados pelos fornecedores de cana.

A diferença percentual entre os valores atribuídos ao etanol e ao gasool (gasolina misturada com álcool anidro) entre 1980 e 1997, indica a existência de fases de interesse governamental diferenciado pelo etanol:

- ? 1980 a 1983 - forte estímulo ao álcool carburante - pressionado por uma crise da balança de pagamentos e pelos altos preços do petróleo importado, o preço do etanol nesse período era cerca de 40 a 45 % inferior ao da gasolina.
- ? 1984 a 1988 - estímulo moderado ao álcool carburante - interesse interno de controle da inflação e uma redução dos preços do petróleo importado, a partir de 1985, fez com que o preço do etanol nesse período fosse em média 35 % inferior ao da gasolina.
- ? 1989 a 1996 - fraco estímulo governamental ao programa devido à crise de abastecimento de álcool do fim da década de 1980 e aos baixos preços do petróleo no mercado internacional. No período, a diferença de preços para o consumidor entre o álcool hidratado e a gasolina caiu a níveis inferiores a 20%, tomando-se o preço da gasolina como referência.
- ? 1997 até os dias atuais - nos anos mais recentes, com a elevação dos preços do petróleo no mercado internacional, a diferença de preços para o consumidor entre o álcool hidratado e a gasolina voltou a se elevar¹². Nota-se a falta de uma política definida para o álcool hidratado combustível, embora diversas autoridades tenham se posicionado no sentido da retomada dessa opção. O retorno dos incentivos ao carro a álcool tem sido debatido¹³ e os preços crescentes do petróleo no mercado internacional, bem como a realidade cambial, tendem a viabilizar o uso do álcool.

Durante a década de 1980, o etanol, além de favorecer a redução das importações de petróleo e derivados, foi também um importante produto da pauta de exportações brasileiras. Todavia, a partir de 1989, houve um período de importações líquidas de etanol, em decorrência da crise interna de abastecimento. Nos últimos anos, o balanço voltou a ser de exportações líquidas e há clara tendência de que o Brasil deverá ser um significativo exportador desse produto, devido às vantagens comparativas da produção no país e à adoção de programas de uso do álcool combustível em diversos países como estratégia de melhoria ambiental e redução de emissões.

1.1.4 - AS EXTERNALIDADES DO PROÁLCOOL

O Proálcool é um programa governamental que engloba políticas energéticas, industriais, agrícolas, de transportes, de comércio exterior, sociais, trabalhistas e ambientais. Portanto, para uma avaliação mais apurada do Programa, especialistas têm apontado para a necessidade de se levar em conta as diversas externalidades nas etapas agrícola, industrial, energética, a fim de distinguir com mais clareza os impactos socioeconômicos e ambientais da produção e consumo da cana-de-açúcar e de etanol.

Ambientais

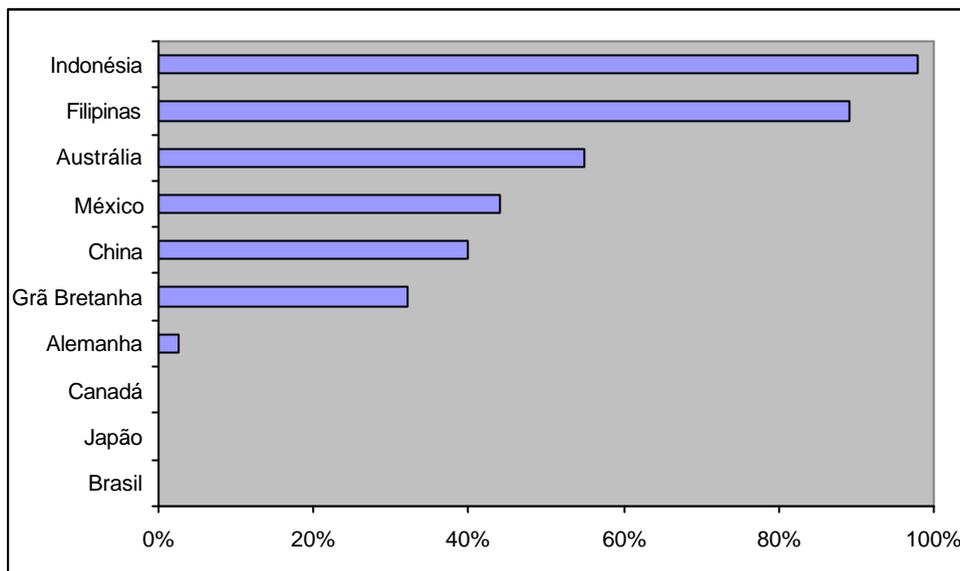
Eliminação do chumbo tetraetila da gasolina – o Brasil foi o primeiro país do mundo a eliminar totalmente o chumbo tetraetila de sua matriz de combustíveis em 1992, embora, desde 1989, cerca de 99% do petróleo refinado no país já não usasse esse aditivo. Essa conquista deu-se graças ao uso do álcool como aditivo à gasolina. Adicionado à gasolina, o álcool anidro confere-lhe poder antidetonante, tendo em vista sua elevada octanagem. Assim, revela-se um bom substituto ao chumbo

¹² No período de 2000-02, a diferença tem se situado na faixa de 35% a 50%, encontrando-se em 2002 em 50%.

¹³ A lei nº 10.336, de 19 de dezembro de 2001, institui a Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico - Cide, incidente sobre a importação e a comercialização de petróleo e seus derivados, gás natural e seus derivados, e álcool etílico combustível. O produto de arrecadação da Cide será destinada, na forma da lei orçamentária, ao pagamento de subsídios a preços ou transporte de álcool combustível, de gás natural e seus derivados e de derivados de petróleo; ao financiamento de projetos ambientais relacionados com a indústria do petróleo e do gás; e ao financiamento de programas de infra-estrutura de transportes.

tetraetila, possibilitando a eliminação dos efeitos danosos provocados por esse ao meio ambiente (gráfico 5).

Gráfico 5 - Percentual da gasolina comercializada que contem chumbo tetraetila



Fonte: Banco Mundial e World Resources Institute , apud: Time, July 27,1998.

Ainda são muito poucos os países que eliminaram o chumbo tetraetila de sua matriz de combustíveis . A Declaração de Princípios aprovada pela Cúpula das Américas, em reunião realizada em Miami, de 09 a 11 de dezembro de 1994, determinava aos governos participantes a “preparação e implementação de planos nacionais de ação para a gradual eliminação do chumbo adicionado à gasolina.” A bem sucedida experiência brasileira com o uso do álcool anidro como substituto ao chumbo tetraetila é, desde 1989, um exemplo no qual os outros países podem se pautar para tal fim (vide quadro 3, eliminação do chumbo tetraetila).

Redução na poluição atmosférica dos centros urbanos - segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, se toda frota de carros do país fosse movida a álcool, a poluição do ar nos grandes centros diminuiria entre 20% e 40%. As emissões de monóxido de carbono (CO) foram significativamente reduzidas: antes de 1980, quando a gasolina era o único combustível em uso, as emissões de CO eram superiores a 50g/km, tendo sido reduzidas para menos de 1g/km em 2000, devido às mudanças tecnológicas introduzidas no período, o que implicou em reduções significativas de emissões também para outros gases (vide tabela 35). Do mesmo modo, melhorias no controle de emissões dos veículos leves a gasool (gasolina com cerca de 22%¹⁴ de álcool anidro), também têm contribuído para a redução dos seus níveis de emissão, de tal forma que para os carros fabricados atualmente inexistem diferenças relevantes nas emissões dos motores a álcool hidratado e a gasool (por exemplo, em 2000, emissões de 0,73g/km em veículos a gasool e 0,63 g/km em veículos movidos a álcool) (vide item 7.5 - Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores - Proconve).

Um outro fator a ser considerado nos grandes centros urbanos refere-se à emissão significativa de SO_x, resultado da queima de gasolina e diesel, que ? apesar de ter diminuído de, respectivamente, 0,22 g/km e 2,72 g/km em 1992 para, respectivamente, 0,16 g/km e 0,43 g/km em 2000, fruto da redução

¹⁴ Vide nota de rodapé 1.

do teor de enxofre nesses combustíveis ? ainda é preocupante em função do aumento da frota¹⁵. O óxido de enxofre (SO_x) emitido entra em reação química com o vapor d'água na atmosfera, resultando em H₂SO_x, o que provoca a chuva ácida. Entretanto, a queima de álcool não emite SO_x, sendo esta mais uma vantagem ambiental desse combustível. Entretanto, a queima de álcool produz uma quantidade de aldeídos ligeiramente maior que a da gasolina.

Redução de gases de efeito estufa - em relação aos riscos de mudança climática global, o balanço final é altamente positivo, uma vez que o processo de fotossíntese da cana absorve um volume de gás carbônico equivalente ao da queima do álcool e do bagaço, pois o dióxido de carbono proveniente da combustão é absorvido da atmosfera pelas plantas durante a fotossíntese. Contudo, há emissões de gases de efeito estufa na produção agrícola (devido ao uso de fertilizantes e queima para a colheita) e no transporte da cana do campo para a usina. Como consequência, a redução líquida na taxa de emissão de CO₂ é da ordem de 2,46 t CO₂ equivalente por m³ de etanol consumido.

O CO₂ evitado pela substituição da gasolina correspondeu a reduções médias de 4 M t C/ano na década de 1980 e de 6,2 M t C/ano na década de 1990. O CO₂ evitado pela substituição da gasolina no período entre 1975-2000 atingiu cerca de 110 M t C/ano¹⁶.

Tabela 2 - Fluxo de CO₂ equivalente na Produção e Consumo de Etanol no Brasil***

Gases	Fluxo (t CO ₂ /m ³ etanol)
CO₂ evitado* (substituição da gasolina)	-2,71
(subst. do óleo comb.)	-2,44
	-0,27
CO₂ liberado** (produção de cana/etanol)	0,25
Total Líquido	-2,46

Fonte: Macedo, 1997.

Notas:

* Média de CO₂ evitado para a substituição da gasolina, seja pelo álcool anidro ou hidratado, e substituição do óleo combustível pelo bagaço de cana.

** CO₂ equivalente das fases agrícola e industrial de produção da cana e do etanol¹⁷.

*** Cabe aqui mencionar o caso do etanol nos Estados Unidos, feito a base de grãos (destacadamente do milho).

Ao contrário do etanol brasileiro, produzido a base de cana-de-açúcar e que utiliza o bagaço da cana como fonte de energia no seu processo industrial de produção, o álcool americano consome, para a sua produção, grandes volumes de insumos energéticos provenientes de combustíveis fósseis. Isso resulta em reduções de apenas 30 a 36% nas emissões de CO₂ nos veículos norte americanos movidos a combustível E85 (85% etanol e 15% gasolina) e de apenas 2,4 a 2,9% nos veículos com combustível E10 (10% de etanol e 90% de gasolina). Reduções, portanto, bem modestas se comparadas às emissões líquidas desprezíveis no caso do álcool produzido no Brasil. Os cálculos de balanço energético do álcool de milho produzido nos Estados Unidos ainda apresentam discrepâncias e pode-se identificar reduções na emissão de CO₂ com o uso do álcool para valores de zero a 30% (Wang *et al*, 1997).

Entretanto, na queima das folhas da cana para colheita¹⁸ ocorre liberação de CO₂, embora essa não seja considerada pelos especialistas como uma emissão líquida, pois, o carbono emitido foi previamente seqüestrado pela planta durante seu crescimento. Por outro lado, durante o processo de combustão, outros gases são produzidos. De acordo com um estudo recente desenvolvido pelo Ministério da

¹⁵ Cetesb, 1992 e 2002.

¹⁶ Vide nota de rodapé 2.

¹⁷ Durante as fases industrial e agrícola de produção de etanol são emitidos gases de efeito estufa como o CO₂, CH₄ e N₂O, da ordem de 250 kg de CO₂ equivalente por m³ de etanol produzido.

¹⁸ A cana-de-açúcar possui folhagem abundante com bordas cortantes e é plantada em espaçamento tal que, na época da colheita, é muito difícil penetrar na plantação.

Ciência e Tecnologia - MCT e pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, os gases N_2O e NO_x são gerados na fase de combustão com chama, enquanto CO e CH_4 são formados sob condições de queima com predomínio de fumaça. No Brasil, há legislação estabelecendo a extinção gradativa da queima da cana para colheita, o que implica na crescente colheita de cana crua e em esforço para o desenvolvimento de tecnologia para o corte mecânico dessa cana crua. Além disso, a substituição de cana queimada por cana crua na colheita (vide 7.9.3 – Proibição da Queima na Colheita de Cana-de-Açúcar no estado de São Paulo) poderá ser impulsionada pelo aumento do valor econômico das pontas e palhas para a produção de energia elétrica.

Poluição hídrica e pedológica - o despejo de vinhoto nos rios, afluentes, solos e lençóis freáticos foi extremamente crítico no início do Proálcool. Hoje, esse resíduo da produção de etanol (11 a 17 litros de vinhoto ou vinhaça por litro de álcool) transformou-se numa vantagem econômico-ambiental para o produtor de cana, sendo agora devolvido ao solo como fertilizante, em quantidades controladas (até 150 m^3 de vinhoto por hectare) para não contaminar os lençóis freáticos.

Energéticas

Balanco energético positivo - uma das grandes vantagens do Proálcool encontra-se no fato de que a produção do etanol é feita com um consumo de energia bastante inferior ao que ela produz. Pesquisas demonstram que, nos cultivos do estado de São Paulo, a relação entre energia produzida (etanol e bagaço excedente) e energia consumida (combustíveis fósseis e eletricidade adquirida) varia de 9,2 a 11,2.

Potencial de co-geração¹⁹ com uso dos subprodutos do etanol - o uso do bagaço excedente da produção de etanol e eventualmente da palha da cana representa um vasto potencial de co-geração de energia elétrica renovável (vide item 1.4.3.2). Atualmente, cerca de 93% do bagaço é consumido como combustível para fornecer toda energia eletromecânica e térmica requerida para o processamento da cana. Com o uso de caldeiras e turbogeradores de alta pressão, operando somente com bagaço durante a safra (co-geração) é possível obter-se geração de energia elétrica excedente até 50 kWh por tonelada de cana. Hoje, ainda não há aproveitamento de palhas e pontas, uma vez que na maior parte dos casos (cerca de 85%) a cana-de-açúcar ainda é queimada antes da colheita. Com a tendência para a colheita da cana sem queimar (poderá atingir 55 a 60%) e com o aproveitamento de 50 a 80% da palha disponível, a usina poderia gerar excedentes acima de 100 kWh/tonelada de cana com a tecnologia convencional (caldeiras e turbogeradores a vapor de alta pressão) ou mesmo acima de 250 kWh/tonelada de cana com tecnologias mais avançadas como a gaseificação da biomassa e uso de turbinas a gás. Nesses dois casos, a energia seria gerada o ano inteiro, em um híbrido de co-geração e geração térmica pura.

Uma usina que processa 3 milhões de toneladas de cana por ano pode disponibilizar uma potência de 70 MW para o sistema elétrico brasileiro, com o uso do bagaço em caldeiras de 80 a 100 kgf/cm² de vapor. Se se levar em consideração a produção atual brasileira de 300 milhões de toneladas de cana, que corresponderia a um potencial de co-geração de 7.000 MW, verifica-se um valor correspondente a mais da metade do potencial instalado da usina hidrelétrica de Itaipu (12.600 MW).

Econômicas

Importante contribuição fiscal - na safra 1996-97, o setor sucroalcooleiro foi responsável pela circulação de recursos monetários da ordem de US\$ 10,5 bilhões/ano, o que correspondeu a uma

¹⁹ Define-se co-geração de energia como o processo de produção combinada de calor útil e energia mecânica, geralmente convertida total ou parcialmente em energia elétrica, a partir da energia química disponibilizada por um ou mais combustíveis

contribuição sob a forma de impostos federais, estaduais e municipais da ordem de US\$ 2,8 bilhões/ano somente no setor²⁰.

Uso do etanol em grandes cidades reduz os gastos públicos de saúde com problemas associados a poluição do ar - o município de São Paulo, com mais de 10 milhões de habitantes, é a cidade principal de uma área metropolitana onde vivem cerca de 15 milhões de pessoas. A estimativa da frota de veículos da cidade de São Paulo é da ordem de 4 a 4,8 milhões, aproximadamente 1 veículo para cada 2 indivíduos. É estimado que 2,5 a 2,8 milhões de veículos usem o sistema viário da cidade todos os dias. O tráfego de veículos é a principal fonte de poluição do ar em São Paulo, sendo responsável por 98% das emissões de CO e 90% do material particulado respirável - PM₁₀. Estudo da Universidade de São Paulo²¹ tem mostrado uma significativa associação entre poluição do ar e mortalidade devido às doenças respiratórias em pessoas idosas em São Paulo no período de janeiro de 1991 a dezembro de 1994. Apesar dos dados sobre consumo de combustível da frota terem sido coletados em diferentes períodos de tempo, o que não permite uma associação direta com mortalidade diária a ser estabelecida, os resultados desse estudo sugerem que há uma relação indireta entre maiores níveis de etanol e menores níveis tanto de PM₁₀ quanto de mortalidade por doenças respiratórias em pessoas idosas.

Custos de produção decrescentes dos produtos da cana - a valores constantes, o custo de produção do álcool etílico baixou a uma taxa média de 2,85% a.a. entre 1976 e 1996. Estima-se que o custo tenha se reduzido a uma taxa média de 2% ao ano entre 1996 e 2000²² (vide gráfico 4). Atualmente, nas condições de máxima eficiência e mínimo custo, alcançada no momento por um número bastante restrito de unidades produtivas, os custos de produção encontram-se na faixa de US\$ 0,18 por litro de etanol²³ na região mais eficiente do país (Centro-Sul). No plano internacional, os custos de produção do álcool brasileiro estão bem abaixo dos observados nos Estados Unidos (US\$ 0,33/litro) e na Europa (US\$ 0,53/litro), o que destaca a sua competitividade. A matemática financeira para viabilização do etanol foi a de juros favorecidos para o financiamento da parte agrícola e industrial da produção e a de aplicação de um sobrepreço na gasolina²⁴ para baratear o preço-bomba do álcool, garantindo, assim, a competitividade entre esses combustíveis e compensando as diferenças de custos de produção regionais.

O açúcar do Brasil, por sua vez, tem um dos mais baixos custos de produção do mundo, menores que US\$ 200,00 por tonelada na região Centro-Sul do país, contra valores entre US\$ 250,00 a US\$ 850,00 em outros países produtores²⁵.

Sociais

Geração de emprego e salários - a agroindústria sucroalcooleira é uma das grandes geradoras de empregos na economia brasileira ? embora tenha diversas vezes sido caracterizada por uma série de problemas sociais ? sendo responsável por cerca de um milhão de postos de trabalho, metade dos quais podem ser atribuídos ao álcool e a outra metade ao açúcar. O investimento por unidade de

²⁰ Na safra 2001-02, o setor sucroalcooleiro foi responsável por um faturamento de 7,1 bilhões de dólar e por uma arrecadação de impostos de um bilhão de dólares (a taxa média de câmbio no período foi de R\$ 2,45 por dólar).

²¹ Miraglia et al. *Analysis of the impact of fuel consumption on mortality rates in São Paulo*, 1997.

²² Moura Campos, 2002.

²³ Para o álcool anidro, US\$ 29/BEG.

²⁴ A partir de 1964, o governo criou alíneas com destinações específicas na estrutura de preços de combustíveis e autorizou o Conselho Nacional do Petróleo - CNP a contabilizar, em contas específicas, seus lançamentos. Surgiram, então, a “conta petróleo” e a “conta álcool”. Na “conta petróleo” eram incluídas as receitas da FUP (Frete de Uniformização de Preços - parcela da estrutura de preços dos combustíveis, que tinha por finalidade permitir um preço único de cada combustível no território nacional), normalmente advindas de parcela do preço do diesel, e as despesas de importação de petróleo e derivados, além de subsídios a fretes de derivados e movimentações de transporte de derivados executados pela Petrobras. Já na “conta álcool” eram apropriadas as receitas de FUP, normalmente advindas de parcela do preço da gasolina, e as despesas referentes a subsídios ao álcool e a indústria sucroalcooleira (Quijano, 1998). A FUP foi substituída pela Parcela de Preço Específica, a qual, por sua vez, foi substituída pela Cide (vide nota de rodapé 13).

²⁵ Custos de produção do açúcar no mundo: US\$ 250,00 para a África do Sul, US\$ 300,00 para a Austrália, US\$ 480,00 para a União Européia, US\$ 525,00 para os Estados Unidos e até US\$ 850,00 para o Japão (Longo, 1996).

trabalho gerado é baixo, se comparado a outras atividades, o que pode ser considerado benéfico em um país escasso em capitais como o Brasil. O investimento médio por emprego no setor sucroalcooleiro no país é de US\$ 23 mil, comparado, por exemplo, a US\$ 274 mil no setor químico e petroquímico e US\$ 99 mil na indústria mecânica e setor automobilístico e de autopeças. O salário médio na lavoura canavieira no estado de São Paulo (considerado como o melhor na área agrícola brasileira), que é responsável por 60% das produções brasileiras de açúcar e álcool, é superior ao salário médio das demais lavouras do estado e os trabalhadores contam com carteira assinada e assistência médica. Entretanto, o salário médio na agroindústria sucroalcooleira é inferior ao do setor de petróleo e de diversos setores industriais, devido ao baixo investimento por emprego gerado. Percebe-se, ademais, no setor, a existência de um conflito potencial entre o atendimento a requisitos ambientais (eliminação da queima de palha) e a manutenção de empregos, considerando que cada colheitadeira elimina entre 80 e 100 empregos temporários.

Manutenção da mão-de-obra no meio rural - além da elevada geração de empregos na agroindústria canavieira, há que se destacar a natureza rural desses empregos, contribuindo para a contenção da migração rural-urbana e evitando o agravamento do crescimento das grandes cidades brasileiras. Cabe ressaltar, entretanto, que a mão-de-obra da indústria canavieira é de baixa qualificação, o que necessariamente não é um fator negativo, considerando-se que tal mão-de-obra é abundante no país, com poucas possibilidades de emprego alternativo, e que poderia estar desempregada na ausência dessa atividade.

Estratégicas

Alternativa ao petróleo - o consumo crescente de petróleo no mundo, acrescido da forte concentração de reservas petrolíferas nos países do Golfo Pérsico, indicam uma tendência crescente de instabilidade nos preços futuros dos hidrocarbonetos. Em 2000, o Brasil produziu internamente 78% da oferta interna bruta de petróleo. Com base nos níveis atuais de produção, o etanol da cana-de-açúcar não poderá substituir todo o consumo de petróleo do país, todavia, ele deve fazer parte das opções energéticas para enfrentar situações de instabilidade no suprimento de petróleo.

Tecnológicas

Desenvolvimento da tecnologia do carro a álcool - a engenharia automotiva brasileira passou por um importante esforço tecnológico para adequar veículos de ciclo Otto, para o uso do etanol nas diversas condições climáticas do país. Além disso, novos materiais e revestimentos foram utilizados para evitar a corrosão provocada pelo álcool.

Progressos técnicos na produção sucroalcooleira - o esforço de universidades e centros de pesquisa, públicos e privados, levaram a uma notável evolução científica e tecnológica nacional na área. A partir de 1975, a produtividade da cana aumentou de 50-60 t para 75-85 t/ha, o açúcar passou de 90 a 100 kg para 120 a 140 kg por tonelada de cana processada e o etanol de 60 l para 80 l por tonelada de cana. A evolução na produção de cana levou à intensificação do uso das biotecnologias, das técnicas de conservação do solo, e melhorias nos ambientes e sistemas de produção.

Qualidade do solo - em princípio, a cana-de-açúcar cultivada ano após ano na mesma terra pode criar a expectativa de que a produtividade decline com o tempo. Entretanto, o oposto provou ser uma realidade: após décadas de colheitas, a produtividade da cana-de-açúcar brasileira tem aumentado de forma contínua, podendo ser atribuída ao melhor preparo do solo, ao desenvolvimento de variedades superiores de cana e à reciclagem de nutrientes (vinhoto).

1.1.5 - O DEBATE ATUAL SOBRE A VIABILIDADE DO PROÁLCOOL

O setor energético no Brasil vem sofrendo diversas mudanças, como a tentativa de se retomar projetos que levem em conta o meio ambiente e o mercado de trabalho. Tendo-se como referência a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, o governo brasileiro tem mostrado interesse em manter e reativar o Proálcool, dado que o álcool combustível exerce um importante papel na estratégia energética para um desenvolvimento sustentado.

O governo federal demonstra sinais claros de que quer reestruturar a política do álcool no país, como apresentado no presente texto. O surgimento, em todo o mundo, de novos tipos de veículos e tecnologias de motores (como é o caso dos motores de pilhas a combustível e dos veículos “flexfuel” - que podem ser abastecidos por mais de um tipo de combustível) tem provocado mudanças importantes na tradicional postura da indústria automobilística e de outros agentes atuantes no mercado. Nesse cenário, o retorno dos incentivos ao carro à álcool é um tema que tem sido cogitado (vide item 7.12.4 - IPI).

Quadro 1 - Novas tecnologias e o etanol

Automóveis “flexfuel” - Prevê-se o início das vendas de automóveis “flexfuel”, que queima tanto álcool quanto gasolina, para o final de 2003. Os veículos dispõem de um *software* na central de injeção e de ignição. Uma sonda no escapamento analisa a queima de combustível e informa à central eletrônica e a sensores de detonação se o motor está queimando álcool, gasolina ou uma mistura dos dois, em qualquer proporção. O sistema de alimentação deve ser semelhante a dos carros a álcool, mais protegido contra oxidação, sendo que o ideal é que o motor tenha uma taxa de compressão em torno de 12:1.

Pilhas combustíveis a etanol - Diversos projetos estão sendo desenvolvidos (LACTEC), contratados (FIPAI/USP) ou estão em análise (FUJB, FUNCAMP e FUNCATE/INT) pela Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP para a produção de hidrogênio por reforma do etanol e produção de eletricidade em pilhas a combustível no âmbito do CT-Energy. Busca-se desenvolver tecnologia em relação ao catalisador, membranas poliméricas, eletrodos otimizados e protótipos (de até 1 kW), utilizando etanol para produção de eletricidade.

1.2 - PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA

1.2.1 - CONSERVAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL

Nas economias modernas, o uso de energia é uma das principais causas da emissão antrópica de CO₂²⁶ na atmosfera. Para reduzir essas emissões sem prejudicar o desenvolvimento econômico, as principais estratégias são: *substituir* os combustíveis fósseis por outras fontes não-emissoras (ou renováveis) como a hidráulica, a solar e a biomassa sustentável; e *conservar* ou usar mais eficientemente todas as formas de energia utilizadas pela sociedade. O objetivo desta seção é analisar a aplicação da segunda estratégia na economia brasileira, embora no contexto brasileiro, muitas vezes, as duas estratégias estejam fortemente ligadas.

Com efeito, existe um grande potencial de economia de energia no Brasil junto aos consumidores finais, seja empregando tecnologias mais eficientes nos carros, motores, eletrodomésticos, etc., seja

²⁶Desconsiderando-se a emissão de outros gases de efeito estufa causada pelo uso de energia, como o metano produzido pela decomposição orgânica de árvores submersas nos reservatórios hidrelétricos, vazamentos de gás natural, etc. A conservação de energia, *ceteris paribus*, reduzirá a emissão dos mesmos na mesma proporção que reduzir a demanda de energia primária.

indiretamente, com ações como a melhoria dos sistemas de transportes. Além disso, há um importante potencial de redução de desperdícios junto aos fornecedores de energia, no processo de transformação da energia primária, nas formas mais utilizadas pelos consumidores.

A relação entre economia de energia e redução de emissões não é linear, ou seja, uma possível redução do consumo energético não necessariamente levará a uma redução na mesma proporção das emissões de gases de efeito estufa. Isso decorre, em grande parte, devido à base renovável da energia primária no Brasil, notadamente o forte componente hidráulico na geração elétrica. No entanto, o aumento da geração das unidades térmicas fará com que uma pequena variação na economia de energia tenha efeitos consideráveis sobre as emissões, desde que a geração térmica seja complementar à hidrelétrica.

Sendo inevitável o uso de combustíveis fósseis, sua utilização eficiente e a redução do desperdício são provavelmente a forma mais atrativa de reduzir as emissões de CO₂. O uso racional de energia constitui o principal exemplo de ação cujos benefícios econômicos e sociais são tão importantes que ela se justificaria ainda que as emissões de CO₂, futuramente, não sejam mais um problema. Essa atratividade é reforçada pelo fato de que, para manter ou aumentar a utilização de fontes de biomassa não-emissoras, o Brasil dependerá, em parte, da melhoria na sua eficiência de transformação.

1.2.2 - PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA

A medida mais comum da intensidade energética é a relação energia por unidade de PIB. No Brasil²⁷, em 1994, esse índice era de 0,27 tep²⁸/US\$ 1.000, um valor inferior ao dos EUA (0,34), mas superior ao observado em muitos países desenvolvidos, como Inglaterra (0,22), França (0,19) e Japão (0,15).

As medidas de conservação no Brasil foram efetivadas pelo governo federal como uma forma de evitar os efeitos das crises de origem externa, notadamente o aumento nos preços do petróleo e aumento nas taxas de juros que afetaram a geração, trazendo riscos de racionamento.

Em resposta aos choques do petróleo de 1973 e 1979, quando as importações de petróleo do Brasil supriam aproximadamente 70% de seu consumo de energia primária, montou-se uma estratégia centrada na reformulação da política de oferta de energéticos: intensificação da prospecção de petróleo, aumento da base hidrelétrica, uso do carvão nacional e substituição de gasolina pelo álcool para o setor dos transportes.

No início da década de 1980, foi implantado o programa Conserve, administrado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, que financiava projetos de racionalização energética nas indústrias, mobilizando um amplo esforço do governo e apresentando resultados expressivos.

A partir de meados da década de 1980, foi criado o Programa Nacional de Energia Elétrica - PROCEL e, na década de 1990, o Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo e do Gás Natural - CONPET, que alcançaram bons resultados.

Os investimentos anuais em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética, por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica são atualmente regulamentados pela lei nº 9.991, de 24 julho de 2000, que obriga as concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica a aplicar, anualmente, o montante de, no mínimo, 0,75% de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico e,

²⁷ De acordo com BEN, 1998.

²⁸ Considerando que 1 MWh = 0,086 tep (tonelada equivalente de petróleo) e 1 tep = 10.000 Mcal, conforme metodologia adotada pela IEA/OCDE.

no mínimo, 0,25% em programas de eficiência energética no uso final. Até 31 de dezembro de 2005, os percentuais mínimos serão de 0,5%, tanto para pesquisa e desenvolvimento, como para programas de eficiência energética na oferta e no uso final da energia.

As concessionárias de geração e empresas autorizadas à produção independente, bem como as concessionárias de serviços públicos de transmissão de energia elétrica ficam obrigadas a aplicar, anualmente, o montante de, no mínimo, 1% de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico²⁹.

Outras medidas de conservação e uso racional de energia³⁰, bem como de eficiência energética, estão sendo estudadas.

1.2.2.1 - Conserve

O programa Conserve, criado no âmbito do Ministério da Indústria e Comércio - MIC (atual Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC) em 1981, foi o primeiro esforço em termos de conservação de energia no Brasil, visando a atender os objetivos da portaria MIC/GM46, relativa à promoção da conservação de energia na indústria, ao desenvolvimento de produtos e processos energeticamente mais eficientes e ao estímulo à substituição de petróleo importado por fontes alternativas autóctones. O programa Conserve é aqui apresentado apenas como registro da experiência acumulada em termos de medidas de eficiência energética no país nas últimas duas décadas.

A redução das importações de petróleo, que ascendeu ao topo das prioridades governamentais após os consecutivos choques do petróleo, atingiu também o óleo combustível fornecido às indústrias. Além da política de aumento de seu preço praticada a partir de 1980, o Conselho Nacional de Petróleo - CNP impôs cortes lineares de 10% e 5%, respectivamente, no fornecimento de óleo combustível e diesel à indústria e implantou um sistema de controle de abastecimento por meio de cotas de combustíveis até 1983. A impopularidade gerada no meio empresarial com a adoção dessas medidas levou o governo federal a oferecer estímulos à conservação e substituição do óleo combustível consumido na indústria, por meio do programa Conserve.

Diretrizes de Atuação

O Conserve oferecia a possibilidade de realização de diagnósticos energéticos em estabelecimentos industriais, sem ônus para as indústrias, visando identificar o potencial de conservação de energia em cada caso. Assim, os diagnósticos promovidos pelo Conserve eram realizados pelos institutos tecnológicos estaduais, credenciados pela Secretaria de Tecnologia Industrial do MIC. Esses institutos, funcionando como agentes estaduais do Conserve, adquiriram equipamentos da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial - UNIDO, para a montagem, em cada estado, de unidades móveis de realização de diagnósticos energéticos.

²⁹ Conforme previsto na lei nº 9.991, algumas resoluções e manuais de procedimentos já foram editados pela ANEEL. As mais recentes resoluções são a resolução nº 502, de 27 de novembro de 2001, para P&D e a resolução nº 394, de 18 de setembro de 2001, para eficiência energética. Estima-se que os recursos investidos no período 2000-01 em eficiência energética resultaram em uma redução de consumo de cerca de 4,1 GWh/ano e uma demanda evitada de aproximadamente 154 MW.

³⁰ Em 17 de outubro de 2001, foi sancionada a lei nº 10.295 que cria a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, visando a alocação eficiente de recursos energéticos e a preservação do meio ambiente. De acordo com essa lei, o Poder Executivo estabelecerá níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no país, com base em indicadores técnicos pertinentes, os quais os fabricantes e os importadores dessas máquinas e aparelhos são obrigados a obedecer. A lei dispõe ainda que o Poder Executivo desenvolverá mecanismos que promovam a eficiência energética nas edificações construídas no país.

Complementava a estrutura do Conserve um fundo de recursos a serem repassados, sob a forma de empréstimos em condições bastantes favoráveis às empresas de efetivo controle nacional, a fim de respaldarem esforços para a conservação de energia identificados por meio dos diagnósticos.

Resultados Positivos

O resultado mais positivo do Conserve, além da divulgação da conservação de energia no meio industrial, foi a consolidação de uma capacidade nacional de levantamento de oportunidades para a conservação de energia na indústria. O programa permitiu catalisar e direcionar a competência adquirida pelos centros estaduais de pesquisa e desenvolvimento tecnológico em esforços anteriores financiados pela Financiadora de Estudos e Projeto - FINEP e pelo Programa de Mobilização Energética - PME para uma atuação junto ao setor produtivo.

Em termos de economia de energia, observa-se que, no período 1981-85, houve uma diminuição de 9,5 milhões de tep para 5,3 milhões de tep no consumo de óleo combustível no setor industrial, ou seja, uma redução de 44%. Esses resultados, embora significativos, não foram obtidos apenas pelo Conserve. A indicação é de que cerca de 18% tenha sido resultado dessas ações. Boa parte da redução do nível de consumo desse derivado deveu-se à diminuição da atividade industrial no início da década de 1980, em virtude da recessão econômica que o país atravessou. Entretanto, o resultado do Conserve é bem satisfatório para um programa de conservação de derivados de petróleo.

Resultados Negativos

Uma análise crítica do programa deve salientar duas questões: o subaproveitamento dos recursos alocados e a predominância de um enfoque na substituição energética, em prejuízo da diretriz primordial de conservação de energia.

No que se refere à primeira questão, verificou-se que aproximadamente metade dos recursos à disposição do Conserve não foi empregada e as empresas que chegaram a pleitear esses recursos não alcançaram o total de 200, enquanto cerca de 80 fizeram efetivamente uso deles.

É certo que esse subaproveitamento dos recursos não foi resultado apenas da lentidão dos procedimentos burocráticos envolvidos no tratamento dos projetos candidatos à aprovação por parte do Conserve. Devem também ser considerados fatores externos como, por exemplo, o clima de recessão vivido pela economia brasileira no período 1981-85, que reduziu o nível de atividade industrial e de investimentos no setor, deslocando para segundo plano as atividades de conservação de energia e a ausência de uma sinalização clara por parte das autoridades quanto aos rumos da política econômica e, em particular, da política energética.

Com relação à segunda questão salientada, pode-se observar na tabela 3 que a maior parte das operações aprovadas no âmbito do Conserve, pelo sistema BNDES, entre 1981 e 1985, foram de substituição energética (79%), ficando a economia de energéticos, via conservação, restrita aos demais 21%.

Tabela 3 - Economia Total de Derivados de Petróleo no período 1981-85 (10³ tep)

<i>Setores</i>	<i>Conservação</i>	<i>Substituição</i>	<i>Total</i>
Papel e Celulose	155,1	165,8	320,9
Siderurgia	146,7	486,8	633,5
Cimento	0,4	498,6	499,0
Petroquímico	26,6	93,3	119,9
Energético	42,0	7,4	49,4

Metalurgia	2,1	13,9	16,0
Mineração	-	8,6	8,6
Agroindústria	1,0	88,8	89,8
Material de Construção	-	18,0	18,0
Total	373,9	1381,2	1755,1

Fonte: PICCININI, M. "Conservação de energia na indústria; as políticas adotadas na época da crise energética". Rio de Janeiro, Revista do BNDES, 1994.

Assim, verifica-se que o programa Conserve sofreu uma distorção de suas diretrizes básicas, visto que se constituiu, na prática, em um conjunto de esforços e medidas voltadas à substituição de derivados de petróleo, inclusive com prováveis perdas de eficiência, deixando de lado a sua essência de programa de conservação de energia.

Em 1981, verificava-se a existência de um quadro recessivo na economia, com reflexos na redução da demanda de energia elétrica, resultando em certa ociosidade da capacidade instalada do parque gerador do país. Assim, com o intuito de reduzir a capacidade ociosa do setor elétrico, foi criada a Energia Garantida por Tempo Determinado - EGTD³¹, tendo como alvo o setor industrial, pressionado pelos altos preços dos derivados de petróleo. Essa tarifa era fornecida a empresas dispostas a substituir derivados de petróleo por eletricidade, a preços até 30% menores que os normais.

Dessa forma, a penetração da energia elétrica no setor industrial, que já era motivada pelo Conserve, ganhou reforço, resultante da aplicação da tarifa EGTD. Essa, por sua vez, exerceu forte influência sobre a performance do Conserve, à medida que ampliou a distorção das diretrizes primordiais do programa, viabilizando a alternativa de substituição de derivados por eletricidade, em detrimento do enfoque original do programa.

Além disso, a EGTD elevou o nível de subaproveitamento dos recursos do Conserve, à medida que se constituía em alternativa a esse programa, com reduzido número de procedimentos burocráticos e com implementação mais rápida, apresentando, assim, um "serviço" mais eficiente ao "público" (setor industrial), causando várias desistências de candidaturas já apresentadas ao programa Conserve.

Com a crescente utilização da eletricidade para fins térmicos no setor industrial, promovida pelo Conserve e EGTD, verifica-se que, na verdade, ocorreu uma transferência de responsabilidade sobre a conservação de energia para o setor elétrico, uma vez que o crescimento da demanda por energia elétrica para fins térmicos na indústria começava a pressionar a capacidade de oferta de eletricidade existente no parque gerador.

Portanto, a opção estratégica face a conjuntura existente na época foi a implementação de uma política de conservação do uso de energia elétrica, que acabou por se refletir na criação do PROCEL, em 1985, sob a coordenação das Centrais Elétricas do Brasil S.A. - Eletrobras.

1.2.2.2 - PROCEL

Histórico da Criação do PROCEL

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL foi instituído pela portaria interministerial nº 1877 de 30 de dezembro de 1985, por iniciativa conjunta do Ministério de Minas e

³¹ Entende-se por "Energia Garantida por Tempo Determinado", de acordo com a portaria do MME de nº 1.169, de 20 de agosto de 1982, a energia ativa, suplementar à energia firme do sistema elétrico interligado, posta à disposição de determinados consumidores industriais, com garantia mínima de fornecimento por 3000 (três mil) ou por 6000 (seis mil) horas anuais.

Energia - MME e do então Ministério da Indústria e Comércio - MIC. Constituiu-se na primeira iniciativa sistematizada de promoção do uso eficiente de energia elétrica no país, por meio da coordenação das ações voltadas à racionalização de energia elétrica implementadas em todo o país, buscando maximizar seus resultados e promover um amplo espectro de novas iniciativas, avaliadas à luz de um rigoroso teste de oportunidade, prioridade e economicidade.

O programa objetivava o combate ao desperdício na produção e no uso de energia elétrica, propiciando o mesmo produto ou serviço com menor consumo, em função da maior eficiência energética, assegurando, assim, uma redução global de custos e de investimentos em novas instalações do sistema elétrico.

Em 18 de julho de 1991, por decreto presidencial, o PROCEL deixou de ser um programa setorial e foi transformado em programa de governo, tendo sua abrangência e responsabilidade ampliadas, com interações e repercussões diretas na sociedade. O programa passou a não se restringir apenas ao setor elétrico, articulando-se, a partir de então, com todos os segmentos da sociedade, direta ou indiretamente ligados à produção e ao uso da energia elétrica.

Durante o período que vai da criação do PROCEL até 1989, observou-se um enfoque mais generalista das questões abordadas, com o incentivo à pesquisa e a promoção de novas tecnologias. Contudo, em 1989, promoveu-se uma reformulação na estrutura operacional do PROCEL, de modo a dar mais agilidade às ações de cunho executivo que resultassem em economias reais de energia, ou seja, mensuráveis em kWh.

Porém, no período 1990-91, o PROCEL sofreu uma estagnação devido ao fraco desempenho de sua coordenação e principalmente devido à descontinuidade dos investimentos realizados no programa. Somente em 1994 houve uma revitalização do PROCEL, visando aumentar seu poder de articulação e coordenação, bem como descentralizar as atividades executivas por meio de uma melhor estruturação das áreas de conservação nas concessionárias de energia elétrica, estimulando a capacitação de multiplicadores e fortalecendo a relação do programa com a iniciativa privada.

A reativação do PROCEL foi motivada pelo estabelecimento de contratos internacionais a partir de 1993, visando a aprendizagem com a experiência estrangeira, além da cooperação com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD e com a Comissão Européia. O objetivo do projeto acordado entre o PROCEL, o PNUD e a Agência Brasileira de Cooperação/Ministério das Relações Exteriores - ABC/MRE é prover condições para que a partir do encerramento do mesmo, o PROCEL esteja em condições de atuar como “agência” de conservação de energia elétrica, de forma autônoma e independente.

Outros esforços visando a revitalização do programa foram: a promulgação da lei nº 8.631, de 4 de março de 1993, que determina que parte dos recursos da Reserva Global de Reversão - RGR³² deve ser alocada para a conservação de energia elétrica; a elaboração do Plano de Ações Prioritárias da Eletrobras, que definiu um conjunto de medidas de estímulo à conservação, no âmbito da Campanha Nacional contra o Desperdício, do MME, e a instalação do Comitê de Conservação e Uso Racional de Energia Elétrica das Empresas do Sistema Eletrobras - Consel.

Com essa revitalização, surgiu espaço para a tentativa de reestruturação que visou, dentre outros aspectos, o estabelecimento de um sistema de gestão apropriado para o porte do programa, aprimoramento da metodologia de projeção de ganhos em conservação de energia; o novo enfoque do PROCEL, que passou a atuar também na redução das perdas dos sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica; e sobretudo, a definição objetiva dos potenciais e das prioridades de

32 A RGR é um fundo federal formado com recursos das concessionárias, proporcionais aos investimentos das mesmas em instalações e serviços. Esse fundo destina-se ao investimento em energia elétrica, sendo uma parte direcionada a projetos de eficiência energética.

conservação de energia elétrica a curto prazo, de modo a alavancar os objetivos de longo prazo do programa.

Linhas de Ação do PROCEL

Entre 1986 e 1992, diversas iniciativas foram identificadas, entretanto, apenas cinco linhas de ação foram objeto de programas concretos, tendo sido implementados ao longo desse período:

- ? Etiquetas de consumo: o objetivo é o de informar aos consumidores o nível de consumo de energia elétrica dos eletrodomésticos existentes no mercado, de modo a influenciar sua opção de compra e induzir os fabricantes a elevar a eficiência energética de seus equipamentos.
- ? Diagnóstico energético, auto-avaliação e otimização energética: consiste em uma avaliação sobre a utilização de energia e as condições das instalações da unidade consumidora, permitindo identificar os pontos críticos e indicar necessidades de atuação em equipamentos específicos.
- ? Pesquisa e desenvolvimento tecnológico: correspondem a um investimento de cerca de um terço dos recursos do PROCEL, com intuito de possibilitar a entrada no mercado de um número crescente de equipamentos de uso final mais eficientes.
- ? Iluminação pública: por meio de um esforço conjunto das concessionárias de distribuição e do PROCEL, houve a substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas de vapor de mercúrio e de vapor de sódio de alta pressão, que consomem cerca de 75% menos energia que as incandescentes.
- ? Programas de Informação, Educação e Promoção: o objetivo é possibilitar que os diversos segmentos da sociedade brasileira tenham acesso a informações a respeito da conservação da energia elétrica. Destacam-se o “PROCEL nas Escolas” (vide item 4.2.1), as feiras de energia no lar e no campo, os seminários de técnicas de conservação de energia elétrica, a sinopse de informações socioeconômicas e de energia elétrica e os manuais e folhetos de orientação para consumo de energia.

A partir de 1994, o PROCEL incorporou novas atividades, além do aperfeiçoamento daquelas já mencionadas, destacando-se sua atuação nas áreas de:

- ? Marketing: procura consolidar a marca PROCEL e promover a divulgação institucional dos conceitos de combate ao desperdício de energia elétrica junto ao mercado e ao público. Os instrumentos mais utilizados são o “Selo de Economia de Energia” e o “Prêmio Nacional de Combate ao Desperdício de Energia”.
- ? Setor residencial: normalmente conduzido em parceria com as concessionárias, pretende combater o desperdício com a utilização de lâmpadas e eletrodomésticos eficientes.
- ? Prédios públicos: visa a otimização dos gastos de energia em prédios da administração pública, pelo uso de iluminação e refrigeração eficientes ou pela orientação aos funcionários quanto ao uso racional dos recursos.
- ? Gestão energética municipal: desenvolvido em convênio com prefeituras, objetiva otimizar os dispêndios municipais com energia elétrica.
- ? Gestão de ponta: esse programa envolve ações que buscam utilizar diversos meios de reduzir a demanda de energia elétrica nos horários de ponta dos sistemas.

- ? Redução de perdas no sistema elétrico: desenvolvido pelas concessionárias, no sentido de tomar suas instalações mais eficientes. Podem abranger usinas, subestações, linhas de transmissão e redes de distribuição.
- ? Treinamento: preparar adequadamente os recursos humanos necessários aos objetivos de combate ao desperdício de energia a longo prazo. Assim, muitos cursos têm sido promovidos para consumidores industriais e comerciais, Empresas de Serviços de Conservação de Energia - ESCO's, técnicos de concessionárias, organizações públicas etc., cobrindo diversos temas e contando com a participação de universidades, especialistas internacionais, entre outros.
- ? Pesquisa e desenvolvimento tecnológico: o PROCEL vem desenvolvendo pesquisas de suporte para os seus programas de combate ao desperdício de energia, em termos de base de dados e instrumental metodológico.
- ? Sistema de informação, gerenciamento e avaliação de resultados: o PROCEL vem aperfeiçoando os métodos de análise, implementação e avaliação dos resultados dos programas de conservação de energia.
- ? Seminários e conferências: o programa vem organizando ou apoiando diversos seminários e conferências, com vistas à divulgação e à troca de experiências sobre as técnicas de combate ao desperdício de energia elétrica.

Resultados

Os resultados quantitativos alcançados pelo PROCEL têm sido estimados em termos de economia de energia, expressa em GWh/ano, e na redução de demanda obtida durante o horário de ponta do sistema, expressa em MW retirado ou deslocado da ponta.

Esses valores de economia de energia e redução de demanda podem, ainda, ser traduzidos como sendo a energia elétrica equivalente produzida por uma usina hidrelétrica típica (usina equivalente), cuja construção foi postergada devido à implementação das medidas de conservação de energia. Considera-se ainda o investimento que foi evitado para a construção dessa usina, em termos do custo de expansão do sistema elétrico, levando em conta a geração, transmissão e distribuição da energia aos consumidores finais.

Dessa forma, os indicadores da tabela 4 mostram os resultados acumulados das ações do PROCEL nos períodos 1986-95 e 1996-98:

Tabela 4 - Resultados quantitativos do PROCEL

Indicadores	1986-95	1996	1997	1998
Investimentos aprovados (R\$ milhões)	63,5	50	122	159
Investimentos já realizados (R\$ milhões)	47,3	19,6	40,6	50,4
Energia Economizada e Geração Adicional (GWh/ano)	1.846	1.970	1.758	1.977
Usina equivalente (MW)	435	430	415	460
Redução de Carga de Ponta (MW)	322	293	976	532
Investimento Evitado (R\$ milhões)	870	860	830	920

Fonte: Eletrobras/PROCEL "Resultados do PROCEL 1997 – Economia de Energia e Redução na Ponta". 1998.

Como pode ser observado, no período 1986-97, o PROCEL possibilitou uma economia de energia de cerca de 4.900 GWh, a um custo inferior a R\$ 236 milhões, frente a um investimento evitado de R\$ 2,3 bilhões na construção de uma usina com capacidade instalada de 1.133 MW. Em outras palavras, para cada R\$ 1,00 aplicados no combate ao desperdício foram economizados R\$ 9,64.

Dentro dos resultados globais de economia de energia e de redução de demanda, as contribuições dos segmentos de maior retorno do PROCEL, no ano de 1997, estão apresentadas na tabela 5.

Tabela 5 - Resultados do PROCEL por segmento - 1997

Segmento	<i>Economia de Energia (GWh/ano)</i>	<i>Redução de Demanda (MW)</i>
Refrigeradores e Freezers	333,2	47,5
Motores	216,0	37,9
Ar condicionado	49,4	10,8
Iluminação	592,7	135,2
Diagnósticos e estudos	19,0	2,3
Prédios Públicos	6,3	1,9
Educação	26,6	7,6
Eficientização de indústrias	19,9	0,3
Gerenciador de demanda	-	0,2
Instalação de medidores	228,1	83,3
Geração e Distribuição	194,3	30,8
Prêmio PROCEL nas Concessionárias	72,3	17,8
Campanha Publicidade na Mídia	-	600
Total	1.757,8	975,6

Fonte: Eletrobras/PROCEL “Resultados do PROCEL 1997: Economia de Energia e Redução na Ponta”, 1998.

Destacam-se dentre os resultados do PROCEL a promoção de iluminação mais eficiente, com a substituição de lâmpadas na iluminação pública e nos setores comercial e residencial, o aumento da eficiência de eletrodomésticos (refrigeradores e freezers) e de motores, por meio de etiquetagem, a instalação de medidores, reduzindo as perdas comerciais e a eliminação de desperdícios de energia elétrica das concessionárias, reduzindo as perdas nos sistemas de geração, transmissão e distribuição.

Reluz

Em 2000, foi lançado o programa Reluz com o objetivo de promover a implantação de sistemas de iluminação pública eficientes e proporcionar a melhoria da segurança pública em todo o país. O governo federal, sob a coordenação do MME, com suporte técnico, financeiro e administrativo da Eletrobras e em parceria com a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL³³, pretende tornar eficiente 9 milhões de pontos de iluminação pública, reduzindo 580 MW da carga no horário da ponta do consumo e economizando 2.550 GWh por ano de energia elétrica.

A economia de energia reduzirá a despesa pública dos municípios com iluminação, diminuindo a conta de energia elétrica e os custos, dentre outros, de manutenção e de estoques, com retorno previsto do investimento em 3,3 anos.

³³ A lei nº 9.427, de 26 dezembro de 1996, que institui a ANEEL, cita em seu art. 2º que a Agência tem por finalidade regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do governo federal. O art. 3º cita ainda que compete à ANEEL: V – “dirimir, no âmbito administrativo, as divergências entre concessionárias, permissionárias, autorizadas, produtores independentes e autoprodutores, bem como entre esses agentes e seus consumidores”.

1.2.2.3 - CONPET

O Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e do Gás Natural - CONPET foi criado por decreto presidencial, em 18 de julho de 1991, com a finalidade de desenvolver e integrar as ações que visem a racionalização do uso de derivados de petróleo e do gás natural, por meio da redução de perdas e da eliminação de desperdício, do uso de energia de forma mais racional e eficiente e do desenvolvimento de tecnologias de maior eficiência energética. Todas essas medidas estão em consonância com as diretrizes do Programa Nacional de Racionalização da Produção e do Uso de Energia, instituído pelo decreto nº 99.250 de 11 de maio de 1990.

A meta do CONPET é obter um ganho de eficiência energética de 25% no uso de derivados de petróleo e do gás natural nos próximos vinte anos, sem afetar o nível das atividades dos diversos setores da economia nacional. O CONPET vem desenvolvendo projetos nos Setores Transporte; Industrial; Residencial e Comercial; Agropecuário e Geração de Energia Termoelétrica.

Setor Transporte

Fixação de índices de eficiência energética - projeto desenvolvido no âmbito do acordo Brasil - União Européia - UE, com participação do setor privado e órgãos governamentais vinculados ao transporte rodoviário. Trata-se do desenvolvimento de uma metodologia para avaliar a eficiência energética em frotas de ônibus e caminhões, fazer uma comparação da eficiência energética desse setor entre o Brasil e os países da Europa Ocidental e desenvolver projetos de demonstração e de disseminação, por meio do monitoramento do consumo de combustível, manutenção de veículos, treinamento de motoristas e novas tecnologias de economia de combustíveis.

Transporte urbano de passageiros - desenvolvimento de uma metodologia para o gerenciamento do uso do óleo diesel em empresas de ônibus, realizado em parceria com a Federação de Transportes de Passageiros Urbanos do Estado do Rio de Janeiro - Fetranspor (cerca de 35 empresas do estado do Rio de Janeiro estão formalmente engajadas no projeto). Envolve projetos de demonstração para validar a metodologia e o incentivo às empresas operadoras de ônibus a adotarem práticas e tecnologias de gerenciamento voltadas à redução do consumo de combustíveis.

Transporte rodoviário de cargas (Projeto SIGA BEM) - projeto piloto com a BR Distribuidora, instalado inicialmente em junho de 1994, no Posto Petrobras ? Petróleo Brasileiro S.A. ? da Rodovia Fernão Dias, em Betim-MG, que em 2000 contava com cerca de 75 postos de atendimento nas estradas. Objetiva motivar o caminhoneiro a economizar combustível, além de acompanhar e analisar o consumo de seu veículo, por meio da divulgação de material informativo e de regulação e manutenção dos veículos para diminuição de consumo de combustível, realizadas gratuitamente nos postos de atendimento.

Projeto Economizar - criado em 1996 como instrumento de racionalização do uso da energia, objetivo prioritário da política energética do MME, articula esforços do poder público com o setor privado, apoiando as empresas de transporte de cargas e passageiros na implementação de medidas para melhorar a gestão do uso do óleo diesel e a qualificação profissional de motoristas e mecânicos. O Projeto atua em 21 estados, com a participação de 14 entidades regionais (federações e sindicatos), onde já foram realizadas mais de 111 mil avaliações em 67 mil veículos e onde têm sido observadas reduções de até 14% no consumo específico de diesel nas frotas participantes do projeto. Isso resultou na economia de combustível da ordem de 144.360.578 litros/ano e 401.695 toneladas/ano de CO₂ não emitido para a atmosfera. Com ele, o Brasil deverá reduzir, até o ano 2003, o consumo específico de óleo diesel e obter uma economia aproximada de 50 mil barris/dia.

Selo de eficiência energética - instituído por decreto presidencial, em 08 de dezembro de 1993, tem por objetivo dar distinção ao veículo leve, que, já etiquetado, apresente o melhor desempenho energético em sua categoria.

Setor Residencial e Comercial

Revisão de normas técnicas - projeto de revisão das normas técnicas para os testes de performance energética de fogões e aquecedores de água, à gás, de uso doméstico.

Selo verde de eficiência energética - instituído por decreto presidencial para distinguir o equipamento que apresente melhor desempenho energético em sua categoria.

Setor Industrial

Fixação de índices de eficiência energética - Projeto de cooperação Brasil-UE para o desenvolvimento de índices para avaliação de eficiência energética na indústria e comparação com eficiência energética nas indústrias da Europa Ocidental.

Conservação de energia nos cursos profissionalizantes - treinamento e difusão dos conceitos sobre conservação de energia e uso racional nos combustíveis nos cursos profissionalizantes do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI (desenvolvimento de material didático para alunos e professores).

Co-geração - integração energética de plantas industriais da Petrobras a partir da utilização de sistemas de co-geração de energia.

1.2.2.4 - Agência para Aplicação de Energia - AAE³⁴ e outras ações das concessionárias estaduais

Ações de conservação de energia estão sendo implantadas no estado de São Paulo desde 1985, por meio da Agência para Aplicação de Energia - AAE e pelas concessionárias Centrais Elétricas de São Paulo - CESP, Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S.A. - Eletropaulo, Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL e Companhia de Gás de São Paulo - Comgas.

A AAE recebe recursos financeiros e pessoal das três concessionárias do estado³⁵ e coordena o programa de eficiência energética no estado de São Paulo. As concessionárias participam dos programas implantados pela AAE, mas também executam ações próprias, geralmente por meio dos departamentos de distribuição. Uma série de ações foram implementadas, entretanto, uma quantificação dos resultados obtidos nos esforços de conservação de energia ainda não está disponível.

Programa estadual para o uso racional de energia - seu propósito é medir e acompanhar o consumo de energia em todos os prédios públicos e fornecer recomendações de como controlar o consumo.

Educação de estudantes nas escolas de 1º e 2º graus sobre eficiência energética - programa estabelecido no final da década de 1980, com o propósito de educar estudantes e treinar professores para evitarem o desperdício de energia.

³⁴ Atual Assessoria de Racionalização de Energia.

³⁵ Atualmente com a privatização das empresas, estão sendo negociados novos patamares de cooperação no estado em concordância com as novas propostas da ANEEL.

Treinamento de várias categorias de profissionais no uso eficiente de energia - diversos cursos e reuniões ocorreram anualmente com o propósito de treinar especialistas em marketing e técnicos em atividades industriais e comerciais envolvidos com o gerenciamento de energia.

Estímulo às atividades das *Enegy Saving Companies* - ESCO's - é amplamente aceito que empresas tipo ESCO's sejam parceiras importantes para a difusão de tecnologias energeticamente eficientes.

A Centrais Elétricas de Minas Gerais - CEMIG é uma concessionária pública do estado de Minas Gerais que tem aumentado o seu interesse em eficiência energética nos últimos anos. A maior parte das ações ocorreu numa área rural pobre onde a instalação da rede é muito custosa (Vale de Jequitinhonha). Nessa área, a CEMIG subsidiou o uso de lâmpadas compactas fluorescentes - LFC e a instalação de limitadores de corrente para evitar grandes consumos residenciais durante o horário de pico. A CEMIG também foi a pioneira na instalação de medidores sazonais nas residências, com o propósito de desestimular o consumo durante as horas de pico, por meio de um sobrepreço na eletricidade consumida nesse horário. Esse programa - Tarifa Amarela - está sendo implantado em outras concessionárias.

A Companhia Elétrica do Ceará - COELCE, nos últimos anos demonstrou interesse em ações de conservação de energia e está envolvida num grande programa de estímulo ao uso de lâmpadas LFC. A Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. - Eletronorte interessou-se pela eficiência energética devido à dificuldade em fornecer eletricidade para o mercado crescente da cidade de Manaus. A Companhia Elétrica da Bahia - COELBA e a Companhia Elétrica do Paraná - COPEL, nos últimos anos, têm sido ativas em ações de projetos de demonstração executados no setor residencial e de iluminação pública.

1.3 - CONTRIBUIÇÃO DA GERAÇÃO HIDRELÉTRICA PARA A REDUÇÃO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

1.3.1 - EVOLUÇÃO DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

O Brasil caracteriza-se por ser um país de dimensões continentais, contando com oito grandes bacias hidrográficas: a do rio Amazonas; a do rio Tocantins; a do Atlântico Sul, trechos Norte e Nordeste; a do rio São Francisco; a do Atlântico Sul, trecho Leste; a do rio Paraná; a do rio Paraguai; e a do Atlântico Sul, trecho Sudeste.

A produção hídrica, compreendida como o escoamento anual médio dos rios que deságuam no oceano, em território brasileiro, é de 168.790 m³/s. Levando-se em consideração a vazão produzida na área da bacia Amazônica que se encontra em território estrangeiro, estimada em 89.000 m³/s, essa disponibilidade hídrica total atinge 257.790 m³/s.

Com todo esse potencial hídrico, é natural que essa riqueza fosse aproveitada para a geração de energia elétrica. O potencial hidrelétrico do país é avaliado atualmente em 1.268 TWh/ano (inclusive 50% da capacidade dos potenciais binacionais), dos quais apenas cerca de 24% estão aproveitados.

Em 2000, o mercado brasileiro de energia elétrica exigiu a produção de 322 TWh em centrais elétricas de serviço público. Dessa produção, 93,5%, ou 301,4 TWh³⁶, foram de origem hidráulica. Em função desses valores, o setor elétrico brasileiro assume características especiais, não só como um dos

³⁶ Ou cerca de 88,5% do mercado de 347,7 TWh se se incluir autoprodutores de energia elétrica.

maiores produtores mundiais de energia hidrelétrica, mas também pela excepcional participação da hidreletricidade no atendimento de seus requisitos de energia elétrica. Do percentual restante, parcela significativa foi produzida a partir de energia nuclear (cerca de 1,5%) e de biomassa (cerca de 3%).

A preferência pela opção hidrelétrica antecede a década de 1960, na qual foi iniciado o planejamento integrado da expansão do suprimento, a nível regional e, em seguida, nacional. Embora não se disponha de estatísticas de produção antes de 1950, os dados referentes à capacidade geradora instalada são suficientemente indicativos de uma predominância histórica da hidreletricidade, no Brasil, a saber:

Tabela 6 - Brasil - Capacidade Geradora Instalada

Ano	Hidro* MW	Total MW	H / T %
1900	5	10	50
1910	124	157	79
1920	301	367	82
1930	630	779	81
1940	1.009	1.244	81
1950	1.536	1.883	82
1960	3.642	4.800	76
1970	8.985	11.239	80
1980	27.651	33.474	83
1990	45.558	53.050	86
1997	54.889	62.972	87
1998	56.759	65.209	87
1999	58.997	69.153	85
2000	61.324	74.903	82

Fonte: Estatística Brasileira de Energia nº 14 e 42, CBCME e SIESE/MME. BEN, 2001 para dados do período 1999-2000.

*Inclui 50% de Itaipu a partir de 1994

Na década de 1950, foi iniciada a atuação estatal em larga escala na geração hidrelétrica, com a implantação de usinas nos rios São Francisco e Grande. No primeiro, começou com a usina Paulo Afonso I (180 MW), na Bahia, seguida pela usina Três Marias (306 MW), em Minas Gerais. No segundo, destaca-se a usina de Furnas (1.312 MW), pela sua capacidade instalada e capacidade de outros aproveitamentos importantes, à jusante. Destaca-se, a seguir, a implantação das usinas de Jupia (1.414 MW) e Ilha Solteira (3.444 MW) no rio Paraná, iniciada na década de 1960, quando também foi começada a exploração das bacias do Paranapanema e Iguçu. Na década de 1970, destaca-se, além da expansão do aproveitamento das bacias do São Francisco e do Paraná (em território brasileiro), o início da construção de Itaipu (12.600 MW), em seu trecho internacional, bem como o aproveitamento do potencial da Amazônia, com a usina de Tucuruí (4.200 MW, iniciais) no rio Tocantins.

Os estudos de planejamento da expansão dos sistemas elétricos, de âmbito regional, considerando a operação coordenada das usinas interligadas, foi iniciado em 1962, com a contratação do consórcio de consultores canadenses, norte-americanos e brasileiros, denominado CANAMBRA, contando com recursos do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD e do governo federal. A supervisão técnica dos trabalhos foi feita pelo Banco Mundial, a serviço do PNUD. Esse consórcio concluiu seus estudos da região Centro-Sul (estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Espírito Santo, Minas Gerais e parte de Goiás e Mato Grosso, incluindo o Distrito Federal) em 1967. Sua extensão para os três estados da região Sul foi concluída em 1969.

Os dados obtidos nessa pesquisa identificaram que a preferência do setor elétrico pela hidreletricidade decorreu, mesmo antes de 1973 (o primeiro choque do petróleo), dos custos competitivos dessa modalidade de produção de energia elétrica, proporcionada pelas condições naturais favoráveis de diversos aproveitamentos, sua relativa proximidade dos mercados a serem atendidos, a consideração de taxas de desconto não muito elevadas (da ordem de 10% ao ano) e, em nível empresarial, acesso a créditos cujos juros reais não ultrapassavam cerca de 6% ao ano. Essas vantagens relativas apresentadas por diversos aproveitamentos prevaleceram mesmo na década de 1960, quando os preços do petróleo atingiram os níveis mais baixos, inclusive com redução nos preços de transporte internacional. O peso da importação de combustíveis e equipamentos (mais significativo no caso das usinas térmicas, principalmente aquelas a carvão) sobre a balança de pagamentos também foi relevante para a opção realizada.

A partir do início da década de 1970, houve um grande crescimento da participação hidrelétrica na produção de eletricidade no país, chegando a representar mais de 93,5%, em 2000³⁷. Vários fatores contribuíram para isso:

- ? a elevação dos preços dos combustíveis, com a conseqüente renovada pressão das importações sobre a balança de pagamentos;
- ? embora os potenciais hidrelétricos mais econômicos e próximos dos centros de consumo tenham sido, em sua maioria, aproveitados, os custos unitários de transmissão diminuíram, valorizando potenciais mais afastados;
- ? aproveitamento de diversidades hidrológicas;
- ? maior vida útil das hidrelétricas;
- ? amortecimento de cheias;
- ? aumento de custo das usinas térmicas, principalmente aquelas a carvão, devido à qualidade relativamente baixa do carvão nacional;
- ? aumento das restrições ambientais que passaram a ser atendidas;
- ? agravamento do choque do petróleo, em 1979, quando todos os países importadores procuraram reduzir sua dependência em relação a esse combustível; e
- ? fatores geopolíticos que influenciaram favoravelmente a decisão de implementar alguns projetos, tais como Itaipu e Tucuruí.

1.3.2 - BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 1970-2000

De acordo com o MME, a energia elétrica destinada ao atendimento da demanda interna do país (adquirida pelos consumidores, mais autoprodução) apresentou a seguinte evolução:

Tabela 7 - Oferta por Fonte e Consumo Final de Eletricidade (TWh)

Fonte	1970	1980	1990	1999	2000
Geração Total*	45,7	139,3	222,8	332,3	347,7
Geração Hidrelétrica	39,8	128,9	206,7	292,9	307,6
Geração Térmica	5,9	10,4	16,1	39,4	40,1
Nuclear			2,2	4,0	5,0
Carvão Mineral	1,4	2,6	2,8	7,4	6,4
Gás Natural			0,7	2,0	3,8
Petróleo	3,7	5,2	5,4	16,0	14,1

³⁷ Considerando-se centrais elétricas de serviço público.

Outras	0,8	2,6	5,0	10,0	10,8
Importação Líquida		-0,2	26,5	39,9	42,4
Oferta Bruta de Eletricidade	45,7	139,1	249,4	372,2	390,1
Perdas, Distribuição e Armazenagem	6,1	16,4	31,7	57,5	58,5
Consumo Final	39,6	122,7	217,7	314,7	331,6

Fonte: BEN, 2001, exceto desagregação referente à geração térmica em 2000 (normalizado a partir de Patusco e e&e).

* Inclui centrais elétricas de serviço público e autoprodutores.

A importação indicada na tabela 7 provem principalmente da usina hidrelétrica de Itaipu e corresponde à parte da quota paraguaia dessa usina, tendo em vista que o Paraguai, por não utilizar tal quota, cede seu direito de compra ao Brasil. Trata-se, pois, em sua quase totalidade, de energia hidrelétrica, produzida na fronteira do país, a partir de investimento realizado com recursos predominantemente brasileiros. Considera-se também que as fontes sob a denominação “outras” são, predominantemente, derivados da biomassa e, portanto, renováveis.

1.3.3 - IMPACTO EM TERMOS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DE EVOLUÇÕES HIPOTÉTICAS ALTERNATIVAS DAS FONTES DE OFERTA DE ELETRICIDADE ENTRE 1960 E 2000

Para avaliar o impacto de evoluções diferentes do quadro de fontes de oferta de eletricidade, em termos de emissões, serão consideradas as seguintes hipóteses:

I - A partir de 1960, 30% da geração hidrelétrica verificada seria substituída por energia térmica, a carvão (40%) e óleo combustível (60%), principalmente. A participação do carvão importado seria mais significativa, podendo-se admitir níveis mais baixos de emissão de SO₂ do que com o carvão nacional que foi empregado até hoje na termoeletricidade.

II - a partir de 1960, 75% da geração hidrelétrica verificada seria substituída por geração termelétrica. Nesse caso, principalmente, o nível de emissões poderia ser atenuado considerando uma participação crescente da energia nuclear, podendo atingir um máximo de até 10% de participação em 2000.

Enquanto no Caso I o aumento das emissões totais de CO₂ do país seria de 29%, em 2000, no Caso II esse aumento alcançaria 62% a 71%, conforme se aumentasse, ou não, a participação nuclear. Estima-se que, de 1960 a 2000, a massa de CO₂ emitida, adicionalmente, teria sido de 1,6 x 10⁹ t, no Caso I, e de 3,5 a 3,9 x 10⁹ t, no Caso II. Já os índices de emissões, referidas a população e ao PIB, teriam as seguintes evoluções:

Tabela 8 - Emissões de CO₂

	1970	2000
t / hab.		
Verificado	0,86	1,83
Caso I	0,98	2,35
Caso II	1,15	2,97 a 3,14
t / 10³ US\$ (2000)		
Verificado	0,37	0,40
Caso I	0,42	0,51
Caso II	0,49	0,64 a 0,68

Fonte: PIB, (PPP), População - IEA, 2000.

Em função da maior participação (10%) do nuclear.

Observa-se na tabela 8 que, embora as emissões de CO₂ por habitante tenham aumentado em função da industrialização e da ampliação do volume de transportes não obstante os esforços de conservação de energia, as taxas de toneladas de CO₂ por unidade de PIB mantiveram magnitude de mesma ordem de grandeza. Entretanto, se o desenvolvimento hidrelétrico tivesse sido significativamente menor, conforme as duas hipóteses formuladas, verifica-se que essas taxas de emissões por US\$ de PIB teriam apresentado valores substancialmente maiores, aproximando-se daqueles verificados nos países industrializados, embora ainda inferiores a maioria dos outros países na América Latina.

Os níveis de emissões atmosféricas, decorrentes da utilização de combustíveis fósseis na geração de energia elétrica, encontram-se entre os mais baixos do mundo, quer em termos “per capita”, quer por US\$ do PIB. A ampla utilização de uma fonte renovável (hidrelétricas) também proporciona ao país sustentabilidade no seu desenvolvimento e maior autonomia de suprimento de energia.

É provável que a política energética e ambiental do país procure manter, nas duas próximas décadas, uma elevada participação da energia hidráulica no atendimento da expansão dos requisitos de energia elétrica, tendo em vista a magnitude do potencial que poderá ser aproveitado em condições economicamente competitivas com outras fontes e crescente conscientização quanto à necessidade inadiável de evitar a degradação ambiental, particularmente no tocante à mudança de clima. Para que esse desenvolvimento seja realizado, é necessário que condições financeiras adequadas sejam proporcionadas e que os benefícios de longo prazo, ambientais e energéticos, sejam computados nas comparações de alternativas para produção de eletricidade.

1.4 - SITUAÇÃO E PERSPECTIVAS DAS NOVAS FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA NO BRASIL

As novas fontes de energia renovável incluem o “uso moderno da biomassa”, as pequenas centrais hidrelétricas - PCH's, a energia eólica, a energia solar (incluindo fotovoltaica), a energia maremotriz e a energia geotérmica. O “uso moderno da biomassa” exclui os usos tradicionais da biomassa, como lenha, e inclui o uso de resíduos agrícolas e florestais, bem como de resíduos sólidos (lixo), para a geração de eletricidade, produção de calor e combustíveis líquidos para transporte.

O Brasil ainda se caracteriza por uma matriz energética preponderantemente renovável e não necessariamente baseada em energéticos tradicionais como a madeira, mas em energéticos como eletricidade de origem hidráulica e combustíveis como o etanol. Nas áreas remotas, existe uma demanda reprimida que fará crescer a demanda por energia solar fotovoltaica, sistemas eólicos de pequeno porte e sistemas de geração fazendo uso de óleos vegetais. Espera-se que os incentivos institucionais e regulatórios introduzidos reduzam o espaço ocupado pelos combustíveis fósseis, em benefício de fontes renováveis locais.

Considerando que uma parte substancial dos projetos de energia renovável registrados na ANEEL possam ser implementados³⁸, espera-se que uma parte da tendência delineada no Plano Decenal possa ser revertida, não deixando baixar para 82% a participação das energias renováveis na geração de energia elétrica. Espera-se que essa matriz seja diversificada também pela inclusão de outras formas de biomassa, energia eólica e uma maior penetração das PCH's. Espera-se, para os próximos dez anos,

³⁸ Há a expectativa de que empreendimentos de novas fontes renováveis de energia outorgados entre 1998 e 2002, mas que ainda não iniciaram sua construção, gerem cerca de 6.300 MW. Cf. Banco de Informações de Geração da ANEEL – www.aneel.gov.br

que essas fontes representem aproximadamente 5% da oferta nacional³⁹. Além disso, as unidades de co-geração de menor porte e os sistemas renováveis comunitários ou individuais para áreas remotas poderão atender, nesse mesmo horizonte, algo em torno de quinhentos mil domicílios que dificilmente serão conectados à rede nacional.

1.4.1 - HISTÓRICO RECENTE DAS FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS

No Brasil, a utilização das novas formas de energia renováveis tomou maior ímpeto após a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - Rio-92. Desde então, foram implantados mais de 12 MW⁴⁰ de sistemas fotovoltaicos e 21,4 MW⁴¹ de sistemas eólicos, que serviram para demonstrar a viabilidade técnica dessas alternativas, quer no caso da energia solar fotovoltaica para atendimento das necessidades energéticas de certos nichos, quer para injeção no sistema elétrico em áreas pródigas em recursos eólicos, como no caso do litoral do Nordeste. A utilização da energia dos pequenos aproveitamentos hidrelétricos e do bagaço de cana, além de biomassa de outras origens, já tradicionais no país, vem se consolidando e expandindo a partir da reestruturação do setor elétrico e dos incentivos oferecidos a essas fontes e à co-geração de energia.

Em abril de 1994, o MME e MCT convocaram um Encontro para Definição de Diretrizes para o Desenvolvimento de Energias Solar e Eólica no Brasil, onde foram discutidas uma série de ações visando identificar mecanismos e propor mudanças de políticas governamentais que permitissem a disseminação do uso dessas formas de energia. Foi recomendado o estabelecimento de um Foro Permanente (instalado em outubro de 1994) para assegurar a implementação das diretrizes e a criação de Centros de Referência para as diversas tecnologias que vieram a se materializar, como o Centro de Referência em Energia Solar e Eólica - CRESESB, o Centro de Referência em Biomassa - CENBIO e o Centro de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas - CERPCH, estabelecidos em 1994, 1996 e 1997, respectivamente. O setor privado também se organizou e criou, em novembro de 1994, a Associação Brasileira de Empresas de Energia Renovável e Eficiência Energética - ABEER, formada por representantes de empresas que atuam nesses segmentos no país.

Iniciativas de uso da energia solar fotovoltaica que merecem destaque estão sendo coordenadas por várias concessionárias de energia. A CEMIG implantou um modelo no qual é cobrada uma tarifa para cobrir parte dos custos de atendimento aos domicílios isolados, sendo a outra parte dos investimentos coberta pela obrigatoriedade de alocação de parte de seus lucros em programas sociais. A COPEL vem incorporando os sistemas renováveis solares como uma opção de seu programa de eletrificação rural e a CESP implantou um projeto piloto em que é cobrada uma tarifa pelo serviço prestado a sistemas residenciais solares.

Na área da energia eólica, vários estados iniciaram medições de vento, a exemplo de Minas Gerais, Ceará, Bahia, Paraná e Santa Catarina, e encontram-se em diferentes estágios de negociação para implantação de projetos eólicos conectados à rede. Os projetos mais promissores estão localizados no Ceará e no Paraná. No primeiro, estão implantados 17,4 MW e no segundo, 2,5 MW.

No que diz respeito às pequenas centrais hidrelétricas - PCH's, o país é extremamente bem equipado, detendo grande conhecimento técnico, capacidade de produção e recursos naturais. De acordo com o CERPCH, o interesse em construir novas usinas aumentou consideravelmente nos últimos anos, com um número crescente de solicitações anuais. Esse crescimento deveu-se primordialmente à introdução dos incentivos regulatórios, fazendo deslanchar um programa maciço pelo setor privado.

³⁹ O Brasil, em 2002, propôs a "Brazilian Energy Initiative" no âmbito da Cúpula Mundial para o Desenvolvimento Sustentável - Rio +10, em Johannesburgo, África do Sul, visando que os países se comprometam a aumentar a participação das novas fontes de energia renovável para 10% de sua oferta interna de energia.

⁴⁰ Segundo a estimativa do Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos da Universidade de São Paulo.

⁴¹ Cf. Banco de Informações de Geração da ANEEL - www.aneel.gov.br

Reverter a tendência histórica do desperdício dos resíduos agrícolas e florestais com a incorporação de tecnologias já desenvolvidas, ou em diversos estágios de desenvolvimento, para a utilização eficiente da biomassa energética será uma consequência natural da introdução de alguns dos incentivos mencionados acima. Os resíduos agrícolas, excetuados os da cana-de-açúcar, representam uma disponibilidade energética da ordem de 37,5 milhões de tep anuais, equivalentes a 747 mil barris diários de petróleo, praticamente não aproveitada.

1.4.2 - ARCABOUÇO LEGAL E REGULATÓRIO

A partir do artigo 175 da Constituição Federal de 1998, que trata dos serviços públicos federais, estaduais e municipais e define que as concessões e permissões deverão ser objeto de processo licitatório, e de leis ordinárias subsequentes, o setor elétrico brasileiro iniciou um processo de reestruturação com a introdução da competição nas etapas extremas da cadeia produtiva da energia elétrica: geração e comercialização e o livre acesso naquelas, até então tidas como monopólios naturais; transmissão e distribuição ocasionando assim, maior transparência e oportunidades, inclusive para as fontes renováveis de energia.

A lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, que institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências, entre elas a redução não-inferior a 50% nos encargos de uso dos sistemas de transmissão e distribuição, a livre comercialização de energia com consumidores de carga igual ou superior a 500 kW e a isenção do pagamento de compensação financeira pela utilização de recursos hídricos, para empreendimentos hidrelétricos de pequeno porte (pequenas centrais hidrelétricas - PCH's). Já o decreto nº 2.003, de 10 de setembro de 1996, definiu e regulamentou a produção independente e a autoprodução de energia elétrica, modalidades importantes na geração de energia elétrica com fontes alternativas e renováveis.

Em 06 de agosto de 1997, foi sancionada a lei nº 9.478, que dispõe sobre a política energética nacional e, entre outros aspectos, determina as diretrizes para o uso racional das fontes de energia, incluindo as fontes e as tecnologias alternativas, mediante o aproveitamento econômico dos insumos disponíveis (inciso VIII do art. 1º, da lei).

Particularmente importante foram os incentivos dados pela lei nº 9.648⁴², de 27 de maio de 1998, às pequenas centrais hidrelétricas que ficaram isentas do pagamento de “royalties” aos estados e municípios, tiveram redução de pelo menos 50% nas tarifas de transmissão e distribuição, passaram a poder comercializar energia diretamente com qualquer consumidor acima de 500 kW e foram dispensadas de processos de licitação, sendo apenas objeto de autorização pela ANEEL. Após essa lei, passaram a ser advogados benefícios similares para as demais fontes renováveis.

A resolução nº 112, de 18 de maio de 1999, da ANEEL, estabelece os requisitos necessários à obtenção de registro ou autorização para a implantação, ampliação ou repotenciação de centrais geradoras termelétricas, eólicas, fotovoltaicas e de outras fontes alternativas de energia, destinadas à comercialização da energia sob forma de produção independente, uso exclusivo ou ainda à execução de serviço público. Essa resolução foi estabelecida em virtude da necessidade de atualizar e complementar os procedimentos contidos em normas anteriores, visando facilitar a entrada de novas fontes de geração, simplificando regras e padronizando procedimentos. Entre outras disposições,

⁴² A lei nº 9.648, de 27 maio de 1998, alterou várias leis do setor elétrico e, entre outros aspectos, estabeleceu incentivos às fontes alternativas renováveis de energia que substituíssem geração termelétrica a derivado de petróleo em sistema elétrico isolado. Permite que essas fontes usufruam os benefícios da sistemática de rateio da Conta Consumo de Combustíveis - CCC – para geração de energia elétrica em sistemas isolados, conforme estabelecido na lei nº 8.631, de 4 de março de 1993 (§ 4º do art.11). A regulamentação desse dispositivo é feita pela resolução ANEEL nº 245, de 11 de agosto de 1999.

estabelece a obrigatoriedade de registro para centrais com capacidade de geração de até 5 MW e de autorização (outorga) para centrais com capacidade superior a esse valor.

Em 2 de julho de 1999, o MME, por meio da portaria nº 227, determinou que a Eletrobras promovesse uma chamada pública para identificação dos excedentes de energia elétrica provenientes de co-geração, com o objetivo de comercialização no curto prazo. Determinou, ainda, que a mesma Eletrobras estabelecesse os mecanismos adequados à compra, diretamente ou por meio de suas controladas, dos excedentes de energia elétrica produzidos por co-geradores, devidamente autorizados pela ANEEL.

Em 11 de agosto de 1999, a resolução nº 245 da ANEEL estabeleceu as condições e os prazos para a sub-rogação dos benefícios do rateio da Conta de Consumo de Combustíveis - CCC aos projetos a serem estabelecidos em sistemas elétricos isolados em substituição à geração termelétrica que utilize derivados de petróleo. A resolução permitiu o uso dos recursos da CCC em substituição total ou parcial, assim como para atendimento a novas cargas devido à expansão do mercado. Foram listados explicitamente: aproveitamentos hidrelétricos de potência superior a 1.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW, caracterizados como pequena central hidrelétrica; e outros empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fontes alternativas que façam uso de recursos naturais renováveis. Foi definido o conceito de Energia de Referência, que será estabelecida para cada projeto pela ANEEL, com base no mercado atendido e na demanda reprimida existente, bem como na disponibilidade de energia de longo prazo do empreendimento. Finalmente, foram definidos os valores mensais dos recursos que poderiam fluir aos beneficiários qualificados e os prazos de utilização desses benefícios.

Em conformidade com as disposições legais pertinentes, principalmente o que estabelece o § 4º do art. 11 da lei nº 9.648, de 1998, e tendo em vista a compatibilidade das PCH's e demais fontes e tecnologias alternativas de geração de energia elétrica com as características dos sistemas elétricos isolados, a resolução nº 245 da ANEEL procura induzir formas de geração de energia elétrica com menor custo e impacto ambiental, de forma a promover o desenvolvimento socioeconômico e a redução das desigualdades regionais⁴³.

A resolução nº 261, de 3 de setembro de 1999, da ANEEL, regulamentou a obrigatoriedade de aplicação de recursos das concessionárias de energia elétrica em ações de combate ao desperdício de energia elétrica e de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor elétrico para o biênio 1999-2000, além de estabelecer que, no mínimo, um décimo da receita operacional anual - RA deverá ser aplicado em projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor elétrico. A resolução estabeleceu que para apresentação dos programas deverá ser obedecido o Manual para Elaboração do Programa Anual de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor Elétrico Brasileiro, que inclui energias renováveis entre as cinco linhas de pesquisa, além de eficiência energética, geração de energia elétrica, meio ambiente e pesquisa estratégica. No entanto, tal resolução, principalmente no que diz respeito à RA, foi profundamente alterada pela lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, que obriga as empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor elétrico a investirem parcela mínima de 0,75%

⁴³ Essa resolução foi alterada pela nova redação dada à lei nº 9.648 pela lei nº 10.438 /2002, no que se refere à CCC. A lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, entre outras disposições, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - Proinfa, a Conta de Desenvolvimento Energético - CDE, dispõe sobre a universalização dos serviços de energia elétrica e altera dispositivos legais que interferem no aproveitamento de fontes alternativas e co-geração de energia, como descrito a seguir: a) estende a empreendimentos, com potência de até 30 MW, de geração eólica, à biomassa e à co-geração qualificada os benefícios da redução (não-inferior a 50%) dos encargos de uso dos sistemas de transmissão e de distribuição; b) estende à energia eólica, à solar e à biomassa os benefícios da comercialização de energia com consumidor ou grupo de consumidores de carga maior ou igual a 500 kW, no sistema elétrico interligado; c) reduz para 50 kW o limite mínimo de carga para comercialização de energia, quando o consumidor ou conjunto de consumidores se situar em sistema elétrico isolado; d) estende por mais 20 anos a sistemática de rateio da CCC nos sistemas isolados, obrigando, porém, o estabelecimento de mecanismos que induzam à eficiência econômica e energética, à valorização do meio ambiente e à utilização de recursos energéticos locais; e) estabelece novos procedimentos e mecanismos para a alocação dos recursos da Reserva Global de Reversão - RGR, incluindo a destinação de recursos para empreendimentos de geração com fontes alternativas, particularmente de pequeno porte (até 5 MW) para o atendimento de comunidades em sistemas elétricos isolados.

de sua receita operacional líquida em eficiência energética e pesquisa e desenvolvimento tecnológico (vide item 1.2.2).

A resolução nº 281, de 1 de outubro de 1999, estabeleceu as condições gerais de contratação do acesso, compreendendo o uso e a conexão, aos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica. Em termos de incentivo a fontes alternativas, destaca-se a redução não inferior a 50% nos encargos de uso dos sistemas de transmissão e de distribuição para empreendimentos hidrelétricos de pequeno porte (pequenas centrais hidrelétricas - PCH's). Estabelece, ainda, a isenção desse encargo para os empreendimentos que iniciarem a operação até 31 de dezembro de 2003.

A resolução nº 21, de 20 de janeiro de 2000, estabeleceu os requisitos à qualificação de centrais co-geradoras de energia. Tais requisitos impõem um percentual mínimo de economia de energia com relação à simples utilização do calor, e beneficia tanto as pequenas unidades, de potência inferior a 5 MW, como aquelas superiores a 20 MW. Usinas com combustíveis em mais de 25% de origem fóssil devem apresentar um rendimento na geração de energia elétrica de, pelo menos, 24%, 27% e 31% respectivamente para as faixas de até 5 MW, 5 a 20 MW e mais que 20 MW. Por outro lado, as usinas com combustíveis renováveis devem apresentar um rendimento na geração de energia elétrica de, pelo menos, 14%, 17% e 21% respectivamente para as mesmas faixas, ou seja, 10% a menos que no caso de combustíveis fósseis. Esse mecanismo regulatório foi estabelecido com base nas políticas de incentivo ao uso racional dos recursos energéticos, visto que a co-geração de energia contribui com a racionalidade energética, uma vez que possibilita um melhor aproveitamento dos combustíveis, quando comparada à geração individual de calor e energia elétrica

A definição dos valores normativos - VN está prevista na resolução ANEEL nº 266, de 13 de agosto de 1998, que estabeleceu as fórmulas para o cálculo do custo da energia comprada a ser considerado nos reajustes tarifários das distribuidoras. Essas fórmulas contêm faixas percentuais que limitam progressivamente o repasse do preço da energia comprada para as tarifas aos consumidores finais. Numa faixa de até 5% em torno do VN, o repasse será integral. Fora dessa faixa, os lucros ou prejuízos decorrentes dos valores da energia contratada passam a ser aceleradamente assumidos pela distribuidora. Medida da ANEEL, de julho de 1999, que estabelece os valores normativos em R\$/MWh⁴⁴, entre outros benefícios, permite a viabilização de novos investimentos na expansão da oferta de energia (geração), com estímulo para as pequenas centrais hidrelétricas, fontes alternativas e co-geração. De acordo com o texto da resolução, os valores normativos estabelecidos pela ANEEL são diferenciados por tipo de fonte energética e se baseiam nos custos dos novos empreendimentos de geração, nos contratos bilaterais de compra de energia elétrica e nas diretrizes da Política Energética Nacional. A cada contrato de compra de energia elétrica é associado o VN vigente à época da contratação, bem como a respectiva fórmula de reajuste. Esses parâmetros permanecerão constantes para o respectivo contrato durante toda sua vigência. A critério da ANEEL, os valores do VN poderão ser revistos anualmente ou na ocorrência de mudanças estruturais relevantes na cadeia de produção de energia elétrica, deixando de existir quando as condições de mercado assim exigirem. Portanto, o caráter transitório do VN está diretamente relacionado à data de contratação e às condições de mercado. A definição do valor normativo não terá qualquer impacto nas atuais tarifas de energia elétrica autorizadas pela ANEEL para as concessionárias. E o consumidor final, com a competição no setor elétrico, será o maior beneficiado nesse processo.

1.4.3 - USO MODERNO DA BIOMASSA E CO-GERAÇÃO

⁴⁴ Tipo de Fonte Energética - Valor Normativo (R\$/MWh), atualizado pela resolução ANEEL nº 488, de 29 de agosto de 2002: competitiva 72,35; para termelétrica carvão 74,86; para pequena central hidrelétrica - PCH 79,29; para termelétrica biomassa e resíduo 89,86; para usina eólica 112,21; para usina solar fotovoltaica 264,12. Essa resolução estabelece ainda os Valores Normativos para Central Termelétrica a Gás Natural. Para maiores informações vide www.aneel.gov.br (1 US\$ = R\$ 2,3758).

Define-se co-geração de energia como o processo de produção combinada de calor útil e energia mecânica, geralmente convertida total ou parcialmente em energia elétrica, a partir da energia química disponibilizada por um ou mais combustíveis.

O uso de biomassa na geração de energia aparece como uma alternativa bastante eficiente e não-poluente. Um dos aspectos positivos da utilização da biomassa gaseificada para gerar eletricidade é que essa não contribui para o aquecimento global, uma vez que o carbono emitido na forma de CO₂ é proveniente de absorção da atmosfera durante o processo de crescimento da planta (fotossíntese).

Estima-se que uma grande quantidade de energia pode ser obtida pela plantação de florestas, cana-de-açúcar e outras fontes de biomassa. Muitos estudos têm mostrado que a energia gerada pela gaseificação da biomassa pode ser favoravelmente comparada àquela gerada pelos recursos hídricos no Brasil em termos de custos e potencial energético. Além disso, a energia gerada pela biomassa pode também contribuir para a descentralização da produção de eletricidade.

Segundo a ANEEL⁴⁵, existem 30 usinas de co-geração (eletroprodutores e produtores independentes) em operação no Brasil, com potência instalada de 414 MW, sendo que 62% da capacidade instalada está localizada no estado de São Paulo.

O bagaço de cana e a lixívia estão entre as fontes de energia mais importantes nos setores sucroalcooleiro e de papel e celulose, respectivamente, além de diversos tipos de sistemas híbridos com combustíveis fósseis. O Plano Decenal de Expansão 2000-09 estima o potencial técnico de co-geração nestes dois setores em 5.750 MW, com um potencial de mercado de pouco mais de 2.800 MW, em 2009. No setor sucroalcooleiro a potência atualmente instalada é em torno de 1.150⁴⁶ MW. Já no setor de papel e celulose, existem 718 MW em operação, sendo que outros 930 MW poderiam ser obtidos no setor.

Alguns esforços esparsos procuram reduzir o consumo de óleo diesel nos sistemas isolados na Amazônia. Um deles é realizado pela Fundação de Apoio Institucional Rio Solimões - Unisol, entidade ligada à Universidade Federal do Amazonas, em convênio com a ANEEL, para ensinar comunidades isoladas da Amazônia Legal a aproveitar a energia solar e do óleo vegetal. O projeto prevê o desenvolvimento, na Reserva Extrativista do Médio Juruá, em Carauari - AM, de um sistema de geração de 115 kW, a base de óleo vegetal, que beneficiará 2500 pessoas. As oleaginosas nativas da Amazônia (andioba, murumuru e buriti, entre outras) são um substituto natural do óleo diesel. A ANEEL escolheu as reservas de Rio Preto e Médio Juruá pois são áreas preservadas e monitoradas pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, reunindo as populações em cooperativas de extrativismo, favorecendo a implementação do convênio.

Em meados de 1999, a ANEEL autorizou a Prefeitura de São Paulo a instalar uma usina termelétrica de 26,3 MW no bairro de Sapopemba, na zona leste da Capital, para gerar energia usando o lixo como combustível. A usina será implantada pela Companhia de Incineração e Energia Elétrica - CIEL, constituída com esse objetivo. Toda a energia produzida deverá ser consumida exclusivamente pela Prefeitura e o eventual excedente poderá ser empregado em iluminação pública.

Em 1996, no Rio Grande do Sul, foi implantada a primeira usina termelétrica usando cascas de arroz como combustível. Com potência instalada de 2 MW, custou cerca de R\$ 2 milhões. A energia gerada é suficiente para o consumo de três mil famílias. A produção abastece toda a demanda da indústria, que beneficia mensalmente 300 mil sacas de arroz em casca. A energia excedente é negociada com a concessionária operadora da região. A indústria afirma que a casca de arroz disponível no estado seria

⁴⁵ ANEEL, Banco de Informações de Geração, www.aneel.gov.br

⁴⁶ Cf. Banco de Informações de Geração da ANEEL – www.aneel.gov.br

suficiente para implantar 600 termelétricas do porte da existente em São Gabriel, totalizando 1.200 MW.

A Companhia Geral de Distribuição Elétrica - CGDE, anunciou um investimento de US\$ 64,5 milhões na construção de 13 centrais de co-geração. As unidades, totalizam uma potência instalada de cerca de 110 MW, cerca de 8% da atual potência instalada no estado do Rio Grande do Sul. Para a gestão do projeto será constituída uma empresa entre a CGDE (80%), a Companhia Estadual de Energia Elétrica - CEEE (10%) e a sociedade de engenharia Koblitz (10%). Os projetos serão submetidos ao *European Community Investment Partners*, programa da União Européia para a eficiência energética nos países da América Latina. As três primeiras unidades, são em Dom Pedrito (6 MW), Capão do Leão (6 MW) e Piratini (10 MW). Nas duas primeiras, o combustível utilizado será a casca de arroz; em Piratini, será resíduo de madeira. Pelotas, Camaquã e Mostardas seriam os próximos municípios a receber usinas.

Microturbinas a gás para a geração de energia elétrica em sistemas isolados serão objeto de um projeto de pesquisa, em convênio assinado em fevereiro de 2000 entre a Escola Federal de Engenharia de Itajubá - EFEI - MG e a CEMIG. Serão testadas diferentes microturbinas de até 45 kW, utilizando como combustível o álcool e a biomassa gaseificada, além do gás natural, merecendo ainda menção, o óleo de dendê, um dos combustíveis vegetais de maior produtividade por área plantada.

1.4.3.1 - O Projeto de Gaseificação da Madeira

O projeto *'Brazilian Wood BIG-GT Demonstration Project/Sistema Integrado de Gaseificação de Madeira e Produção de Eletricidade - WBP/SIGAME'* visa demonstrar a viabilidade comercial da geração de eletricidade, a partir da madeira (biomassa florestal), por meio da utilização da tecnologia de gaseificação integrada a uma turbina a gás, operando em ciclo combinado (tecnologia BIG-GT, *Biomass Integrated Gasification - Gas Turbine*). Esse projeto é resultado da soma de interesses de um grupo de empresas e de órgãos do governo brasileiro no desenvolvimento dessa tecnologia, com os objetivos de preservação ambiental do *Global Environmental Facility - GEF*, das Nações Unidas.

O objetivo desse projeto é estabelecer um protótipo replicável, em escala comercial, de geração de eletricidade, baseado na gaseificação de cavacos de madeira, evitando, pois, as emissões de CO₂ que seriam produzidas pela utilização de geração térmica convencional.

Em 1991, as empresas Centrais Elétricas Brasileiras - Eletrobras, Companhia Hidro Elétrica do São Francisco - Chesf, Companhia Vale do Rio Doce - CVRD e Shell Brasil - Shell, comprometeram-se a dar o apoio necessário à então Secretaria de Ciência e Tecnologia, hoje Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT, para que este órgão viesse a se comprometer junto às Nações Unidas, na utilização de recursos do GEF, para continuar o desenvolvimento da tecnologia de gaseificação de madeira, limpeza dos gases e integração desse sistema com um ciclo combinado, com vistas a tornar viável, técnica e economicamente, a utilização da biomassa florestal como combustível para a geração termelétrica de energia em escala industrial.

Concluída a etapa preparatória, a Eletrobrás, a Chesf e a Shell, constituíram, em dezembro de 1996, o Consórcio SER, com a responsabilidade primordial de implantar a usina de demonstração, por meio da qual se pretende atingir os objetivos almejados. Problemas diversos, decorrentes de diferenças culturais entre as organizações consorciadas e institucionais, decorrentes das mudanças, até hoje, em curso no setor elétrico brasileiro, resultaram em sucessivas postergações do início da implantação da usina⁴⁷.

⁴⁷ No início de 2001, tais problemas haviam sido superados com a volta do projeto à lista de projetos prioritários do governo brasileiro preparada pela Secretaria de Assuntos Internacionais - SEAIN do Ministério de Planejamento e Orçamento - MPO e com a designação da Chesf como única responsável pela sua condução a partir daquela época. Posição essa que foi oficializada ao Banco Mundial - BIRD no início de abril de 2001. Assim, aparentemente, todos os condicionantes para o início da construção da usina haviam sido cumpridos, no

Caso os problemas sejam superados, o próximo passo será a instalação, a partir do ano 2003, de uma usina termelétrica de demonstração com 32 MW de potência. Em relação às perspectivas do WBP/SIGAME, pode-se dizer que, independentemente dos resultados que venha a obter, será uma das principais referências em futuras decisões relativas ao aproveitamento da biomassa como fonte primária de energia.

Tecnicamente, o sucesso comercial do conceito de geração empregado no WBP/SIGAME acenará com a perspectiva de abertura de um novo e amplo mercado, tanto na área de serviços, como na de bens duráveis. Essa iniciativa determinará a sustentabilidade da energia proveniente de biomassa nos países em desenvolvimento e a possibilidade que oferece para a atividade comercial em regiões com baixo potencial econômico, sendo que a nova tecnologia combina a absorção de carbono com a geração eficiente de energia elétrica.

1.4.3.2 - Bagaço da Cana-de-Açúcar

No Brasil, devido à grande produção de cana-de-açúcar e às experiências relativas ao uso de etanol, vêm sendo desenvolvidos estudos de viabilidade técnica e econômica para uma utilização mais expressiva do bagaço e da palha da cana em projetos de geração de energia.

As usinas necessitam de pouca energia elétrica e mecânica, com relação à térmica, nos seus processos; além disso, até recentemente, a legislação praticamente impossibilitava a venda de excedentes de energia. Por isso, os sistemas de co-geração atuais convertem apenas cerca de 4%⁴⁸ da energia do bagaço para energia elétrica e mecânica, usando a maior parte do restante como energia térmica. Essa situação está mudando, em função da possibilidade de vender excedentes de energia.

Análises de sistemas convencionais (vapor) de geração de energia nas usinas e destilarias brasileiras indicam a possibilidade de aumentar os atuais níveis de conversão de 4% para 16% ou mais, incluindo a possibilidade de co-geração durante todo o ano utilizando os resíduos (folhas e pontas). A tecnologia de gaseificação/turbina a gás - BIG/GT, ainda em desenvolvimento, poderia elevar os níveis de conversão de bagaço para eletricidade para valores acima de 27%. Além do mais, o potencial de geração de energia poderia tornar-se uma fração substancial do faturamento total das destilarias brasileiras. Uma avaliação do potencial de co-geração a bagaço de cana pode ser vista na tabela 9.

Tabela 9 - Co-geração em usinas: convencional e com gaseificação ^(a)

Consumo no processo (kg. de vapor /t. cana)	500	340	Energia Excedente 80% Brasil (TWh) ^(e)	Potência Efetiva, Brasil (GW)	
	Energia, (kWh/t.cana)			Safra ^(d)	Anual ^(d)
Co-geração, vapor 100% do bagaço	57	69	13.6 – 16.6	3.1 – 3.8	
Co-geração, vapor Bagaço + 25% palha ^(b)	88	100	21.1 – 24.0		2.4 – 2.7
Co-geração, vapor Bagaço + 40% palha	115	126	27.6 – 30.2		3.1 – 3.4

entanto, durante o decorrer de 2001, novos obstáculos foram interpostos, desta vez pelo próprio Banco Mundial. Situação, que só está sendo superada, por meio de negociações diretas com o GEF.

⁴⁸ Considerando 28 kWh/t cana de geração de eletricidade (sendo 12 kWh/t cana para energia elétrica e 16 kWh/t cana para energia mecânica) e 644 kWh/t cana (energia térmica) da utilização de 90% do bagaço de cana (280 kg. de bagaço/t cana).

BIG – GT (parcial) ^(a,c) Bagaço + 40% palha		167	40.0		4.6
---	--	-----	------	--	-----

Fonte: Macedo, 2002.

(a) Co-geração convencional: ciclos a vapor, condensação-extração, 80 bar; usando todo o bagaço e em alguns casos complementando com palha. Gaseificação: ciclos envolvendo gaseificação do bagaço e uso de turbinas a gás; tecnologia não disponível hoje, comercialmente.

(b) Palha: não disponível hoje; valores crescentes nos próximos anos.

(c) BIG – GT parcial: parte do bagaço ainda é queimado em caldeiras, não gasificado. Sistemas com gaseificação total poderiam ter maior eficiência.

(d) Operação somente na safra (4400 h/ano) e anual (8760 h/ano).

(e) 80%: considera-se que 20% do potencial não será utilizado, por vários motivos.

(f) Energia térmica, hoje ~500 kg vapor/t cana (~330 kWh/t. cana).

O Centro de Tecnologia Copersucar - CTC iniciou, em julho de 1997, a execução de um projeto, coordenado pelo MCT e previsto para durar dois anos e meio, visando o desenvolvimento de tecnologia em todo o ciclo de produção de energia elétrica com sistemas avançados de conversão (gaseificação/turbinas a gás), a partir da biomassa da cana-de-açúcar.

O Projeto BRA/96/G31 teve uma programação extensiva, que pretendeu avaliar todas as etapas do processo, desde a colheita da cana até a energia produzida, procurando aumentar a eficiência de tal tecnologia. Sua programação consistiu em:

- ? avaliar a disponibilidade, qualidade e custo da palha da cana para uso em sistemas de gaseificação;
- ? avaliar/desenvolver rotas agrônomicas para colheita de cana sem queimar;
- ? testar o processo de gaseificação atmosférica com bagaço e palha;
- ? integrar o processo BIG/GT com usina típica; e
- ? identificar e avaliar os impactos ambientais.

As avaliações referentes aos impactos do sistema BIG-GT na atmosfera foram concluídas em março de 1998 e indicam uma quantidade adicional da biomassa disponível para energia, maiores eficiências de conversão e a diminuição das emissões com a redução na queima da cana.

Pode ser dito que o Projeto BRA/96/G31 demonstrou um significativo potencial de impacto⁴⁹, uma vez que o excedente da geração elétrica em usinas açúcar/álcool pode ser aumentado em 5 vezes com o BIG/GT e usando os resíduos como combustível suplementar ao bagaço. A tecnologia pode ser replicada rapidamente e amplamente, considerando o tamanho da indústria de cana-de-açúcar no país e no mundo.

A análise considerou como base a colheita de cana queimada e estipulou um cenário futuro, dependendo da rota da colheita (3 hipóteses / rotas) (tabela 10):

Referência: 100% da cana é queimada antes da colheita; 10t (MS)/ha colhido de palha; auto-suficiência em energia.

Futuro: 55% da cana sem queimar, recuperação de 100% ou 50% da palha nessa cana sem queimar, dependendo da rota de colheita.

Tabela 10 - Diferenças na emissão de CO₂ entre a situação futura e de referência

Rotas	Diesel usado na agricultura (kg CO ₂ /t. cana)	Substituição de combustível fóssil (kg CO ₂ /t. cana)	Diferença na emissão total (kg CO ₂ /t. cana)	Brasil: 300 x 10 ⁶ t. cana/ano (10 ⁶ t. CO ₂ /ano)
-------	---	--	--	---

⁴⁹ O projeto foi avaliado em maio de 2002 e havia, então, concluído 97% das atividades previstas.

Rota 1 *	+2,1	- 139	-137	-41,1
Rota 2 **	+7,3	-139	-132	-39,6
Rota 3 ***	+2,3	-87,5	-85	-25,5

* cana inteira com palha, 100% transportada à usina;

** cana picada (extrator desligado), 100% da palha transportada à usina;

*** cana picada (extrator ligado), enfardamento, 50% da palha transportada à usina.

Na última coluna da tabela 10, verifica-se a redução hipotética de emissões de CO₂ que poderia ser atingida no Brasil com a tecnologia BIG-GT implantada, de acordo com os cenários adotados.

Os cenários consideraram as reduções de emissões de metano e outros gases, com a redução da queima da cana. Fatores de emissão para a queima de palha foram medidos em túnel de vento especificamente para a cana-de-açúcar⁵⁰, e os resultados diferem dos valores médios gerais para a queima de resíduos recomendados pelo IPCC (que são cerca de 4 a 5 vezes são maiores). Valores do IPCC foram utilizados para estimar a redução de emissão de CH₄, CO e NO_x com colheita parcial (55%) da cana sem queima.

Tabela 11 - Redução na emissão de CH₄, CO e NO_x com colheita de 55% da cana sem queimar

Gases	t. palha queimada / t. de cana – diferença entre a situação de referência e futura	Fatores de emissão (kg gás/ t. palha queimada)		Impacto na emissão (kg gás/t. cana)	Impacto na emissão Brasil: 300 x 10 ⁶ t. cana /ano (t. gás/ano)
		IPCC:	Túnel:		
CH ₄	0,056 - 0,125 = -0,069	IPCC:	2,83	-0,195	-58500
		Túnel:	0,41	-0,028	-8500
CO	0,056 - 0,125 = -0,069	IPCC:	59,5	-4,10	-1230000
		Túnel:	25,48	-1,76	-527000
NO _x	0,056 - 0,125 = -0,069	IPCC:	4,37	-0,301	-90000
		Túnel:	1,40	-0,097	-29000

Fonte: Macedo, 2002.

1.4.4 - OUTRAS NOVAS FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS

1.4.4.1 - Pequenas centrais hidrelétricas

De acordo com a ANEEL, há 205 PCH's em operação no país, totalizando 865,6 MW, 40 empreendimentos em construção (504,9 MW) e 82 projetos outorgados (construção não iniciada), que, se implantados, adicionarão ao sistema elétrico mais 1.323 MW⁵¹.

Medidas vêm sendo tomadas para atrair a participação privada para as hidrelétricas, incluindo medidas regulatórias para agilização do processo, assim como uma nova política de financiamento já implementada, com o BNDES passando a financiar até 80% dos custos. Alguns efeitos já são notados no desenvolvimento de PCH's no setor privado; entretanto, segundo a Associação dos Produtores Independentes de Energia - APINE, a execução de um estudo de inventário sobre os potenciais remanescentes nas bacias hidrográficas brasileiras, minimizaria substancialmente os riscos e ajudaria a

⁵⁰ Há um único estudo completo, realizado com metodologia adequada, em túnel de vento (Jenkins, 1994). O IPCC recomenda usar valores "gerais" para as emissões da queima de resíduos agrícolas quando não houver dados específicos. Esses valores são mais elevados que os medidos para cana conforme o estudo mencionado.

⁵¹ Dados de 2002, conforme Banco de Informações de Geração da ANEEL – www.aneel.gov.br

agilizar o processo de disseminação dessa fonte de energia. Há estimativas de que o potencial hidráulico remanescente possível de ser explorado por meio das PCH's seria da ordem 7 mil MW.

1.4.4.2 - Energia solar fotovoltaica

A estimativa do Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos da Universidade de São Paulo - LSF/USP é de que existam 12⁵² MWp instalados em sistemas fotovoltaicos no Brasil, distribuídos entre sistemas comunitários, com preponderância dos sistemas fornecidos pelo Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios - Prodeem, e sistemas residenciais comercializados diretamente pelos distribuidores, quer em vendas diretas ou financiados com as linhas de crédito existentes.

O Prodeem (vide item 1.5) tem um mercado potencial a ser atendido de cerca de 100 mil comunidades não assistidas no país. A meta para 1999, dentro do programa Brasil em Ação, foi de 2.000 comunidades e 400.000 pessoas atendidas. Até o final do ano o Programa atendeu cumulativamente 4.000 comunidades beneficiando mais de 800.000 pessoas.

Outra fonte de financiamento que pode ser utilizada em projetos de energia solar fotovoltaica é o Programa Luz no Campo, que pretende aumentar de 57% para 67,5% a cobertura em eletrificação rural no país. A meta do governo é garantir luz para um milhão de novas propriedades e domicílios rurais. Não existem definições a respeito do volume ou percentual de recursos que poderão ser destinados para energia renovável, no entanto, é certo que numa parcela representativa do território a ser atendido a energia solar fotovoltaica constitui na alternativa de menor custo. No caso do estado da Bahia, esse percentual ficou ligeiramente superior a 5% dos recursos. O Prodeem, com o atendimento das demandas comunitárias, e o Luz no Campo, com as demandas residenciais, poderão acrescentar uma média de 5 a 8 MW anuais em sistemas fotovoltaicos nos próximos anos.

O mercado a varejo deve continuar crescendo com um volume médio anual entre 1 e 2 MW, sobretudo com o crescimento dos modelos de fundos rotativos e financiamento de microempresários, implantados por organizações não-governamentais - ONG's em parceria com bancos de desenvolvimento, a exemplo das iniciativas do Banco do Nordeste com a Associação de Pequenos Produtores do Estado da Bahia - APAEB, Fundação Teotônio Vilela e o Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Energias Renováveis - IDER, que juntos já implantaram mais de 2.500 sistemas convencionais.

Na segunda metade da década de 1990, começaram a surgir as primeiras experiências relacionadas com a conexão de sistemas fotovoltaicos à rede convencional de distribuição de eletricidade, firmando, também para o Brasil, uma tendência mundial de aumento da importância dessa aplicação da tecnologia⁵³.

Tabela 12 - Características dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica, instalados no Brasil

Sistema	Instalação (ano)⁵⁴	Potência
CHESF	1995	11 kWp, policristalino
Laboratório Solar	1997	2 kWp, amorfo
LSF/USP	1998	750 Wp, monocristalino
COPPE	1999	848 Wp, monocristalino
Lab. Solar	2000	1 kWp, amorfo

⁵² Dados de 2002.

⁵³ Até o final de 2001 já se contabilizava 20 kW em sistemas conectados à rede elétrica.

⁵⁴ Considerar ainda o sistema LSF/USP, instalado em 2000, 6,3 kWp, policristalino.

A contribuição da geração fotovoltaica à matriz energética do país, considerando os 12 MWp instalados e um fator de capacidade para sistemas fotovoltaicos isolados da ordem de 12% anual (produção anual de 1050 kWh/kWp), valor compatível com os resultados obtidos em campo, atinge a cifra de 12,6 GWh/ano. Merece mencionar que os sistemas conectados à rede operam com fator de capacidade superior aos observados em sistemas isolados. No Brasil, pode-se obter, para esses sistemas, fatores de capacidade entre 15 e 19% (produtividade anual entre 1300 e 1700 kWh/kWp).

1.4.4.3 - Energia termo-solar

A tecnologia termo-solar desponta como uma das soluções potencialmente mais interessantes para o Brasil, por ser oriunda de fonte abundante, renovável e limpa.

Por meio de esforço conjunto, foi formatado e submetido ao GEF um projeto (Gerahélio) que busca definir a tecnologia solar mais apropriada e o tamanho de uma planta pré-comercial baseada em concentradores solares (ordem de 30 MW). O projeto foi aprovado pelo GEF que colocou à disposição os recursos, de cerca de US\$ 330 mil, para o seu desenvolvimento.

Esse projeto está sendo desenvolvido por meio da cooperação de diversas empresas brasileiras, entre as quais Eletrobras, Petrobras, Chesf, Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF, sob a égide do Ministério de Minas e Energia - MME. O projeto conta com a gerência técnica do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL, em parceria com a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável - FBDS, que vem se dedicando ao assunto desde 1994. O local mais provável de instalação da planta pré-comercial situa-se em região do semi-árido nordestino, no estado da Bahia.

Com relação à utilização da energia solar para o aquecimento de água de uso doméstico, em habitações individuais e em edifícios, e comercial, principalmente na hotelaria, deve ser mantido o crescimento médio anual não inferior a 30% verificado nos últimos anos.

1.4.4.4 - Energia eólica

O Brasil tem cerca de 19 MW⁵⁵ de potência eólica instalada, um valor bastante modesto se comparado com o potencial estimado. O recente Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, elaborado pelo CEPEL, com financiamento do Ministério de Minas e Energia e Eletrobrás, mostra um enorme potencial natural, da ordem de 143 GW, que pode se tornar uma alternativa importante para a diversificação do *mix* de geração de eletricidade no país. Embora nem todo este potencial possa ser economicamente explorado, ainda existe um grande espaço de crescimento para o uso da energia eólica no Brasil⁵⁶.

Boas oportunidades para o Brasil estão na integração ao sistema interligado de grandes blocos de geração no litoral das regiões Norte e Nordeste. Os regimes de vento mapeados por diversas instituições nessas regiões mostram uma situação de complementaridade com o regime hídrico, com ventos mais intensos no período hidrológico mais desfavorável e uma característica de composição da

⁵⁵ Em 2002, cerca de 22 MW, considerando os parques eólicos de Mucuri-CE, com 2,4 MW de potência instalada e Bom Jardim da Serra - SC, com mais 0,6 MW de potência instalada.

⁵⁶ A Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica – GCE, por meio da resolução nº 24, de 05 de julho de 2001, cria o Programa Emergencial de Energia Eólica - Proeólica, com o objetivo de viabilizar a implantação de 1.050 MW, até dezembro de 2003, de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica, integrada ao sistema elétrico interligado nacional. O Programa de Incentivo a Fontes Alternativas de Energia Elétrica - Proinfa, conforme a lei nº 10.438, de abril de 2002, em seu artigo 3º, estabelece a meta de instalação de 1.100 MW de potência eólica até 2006, garantindo a compra, pela Eletrobras, da energia produzida em 15 anos pelos parques eólicos instalados no âmbito do programa.

geração de ponta do sistema, uma vez que os ventos são, para toda as estações, mais intensos nesse período. Na região Sul do Brasil, em particular no Rio Grande do Sul, também foram identificados excelentes ventos para a produção de energia. Na análise das oportunidades de aplicação da energia no Brasil, deve-se levar em conta a possibilidade de operação integrada ao sistema hidráulico do país.

Os desenvolvimentos mais importantes esperados em energia eólica no Brasil estão centrados nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraná. No Ceará está prevista a implantação de dois projetos de 30 MW, originários de um acordo entre o governo estadual e a COELCE, com fundos da Organização Japonesa OECF. Um outro projeto de envergadura é resultante do acordo assinado entre a Thyssen-Krupp e o governo do Ceará para a criação de uma fazenda eólica de 100 MW. Existem ainda estudos para um parque eólico de 50 MW em Salinópolis, no Pará, pela empresa Wobben; um parque de 100 MW em Jericoacoara - CE, pela COELCE; um parque de 50 MW em Cabo Frio - RJ pelas empresas Proven / Vestas e a expansão do Parque de Palmas, no Paraná, incorporando mais 85 MW na região⁵⁷.

A dinâmica da tecnologia de produção de energia eólica no Brasil distribui-se em ações de universidades, centros de pesquisas e concessionárias, com uma produção científica e tecnológica que somente ganhou destaque a partir do final da década de 1970 e ao longo da década de 1980. As atividades intensificaram-se no final da década de 1990, procurando responder ao estágio de maior maturidade atingido pelas tecnologias de aproveitamento da energia eólica.

Ao longo de todo esse período, foram criados diversos grupos e projetos com destaque para o Centro Técnico Aeroespacial - CTA, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Universidade de Campinas - UNICAMP, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG e CEPEL. Ao mesmo tempo concessionárias de energia iniciaram inventários de potencial eólico, caso da Eletrobras, Chesf e CEMIG, e instalação de plantas piloto. Na década de 1990, outras concessionárias, notadamente a COELCE, COELBA, COPEL, CELPA e CELESC, iniciaram medições prospectivas e também fizeram suas instalações de parques eólicos.

Em 1996, foi instalada no Brasil a primeira fábrica de aerogeradores: a Wobben Windpower Indústria e Comércio Ltda., uma subsidiária da empresa alemã Enercon GmbH, um dos maiores fabricantes mundiais de turbinas eólicas. A empresa foi instalada para produzir aerogeradores de grande porte e seus componentes, para exportação e atendimento do mercado interno⁵⁸.

A tabela abaixo apresenta os principais parques eólicos em funcionamento no Brasil:

Tabela 13 - Principais Parques Eólicos no Brasil

Local	Inauguração	Potência Instalada (MW)
Camelinho-MG	Ago/1994	1,0
Taíba - CE	Dez/1998	5,0
Prainha - CE	Jan/1999	10,0

⁵⁷ A situação dos parques eólicos tem mudado muito rapidamente, principalmente depois de 2000. Há a expectativa de que empreendimentos em centrais geradoras eólicas outorgados entre 1998 e 2002, mas que ainda não iniciaram sua construção, gerem cerca de 5.000 MW. Para dados atualizados *vide* Banco de Informações de Geração da ANEEL – www.aneel.gov.br

⁵⁸ Em fevereiro de 2002, a Wobben inaugura sua filial no Estado do Ceará, no Complexo Industrial Portuário de Pecém. A capacidade de produção das unidades de Sorocaba e Pecém está prevista para atingir 600 MW ano a partir de 2003.

Palmas - PR	Fev/1999	2,5
Fernando de Noronha - PE	Mar/2000	0,25

Fonte: CRESESB, 2001⁵⁹.

Certamente, a possibilidade de incentivos e de facilidades como a garantia de compra por parte de concessionárias e o financiamento por meio do BNDES e da Eletrobras com a Reserva Global de Reversão - RGR⁶⁰, permitirão grande desenvolvimento dessa fonte de energia.

1.4.4.5 - Geração de eletricidade a partir de óleos vegetais

O fornecimento de energia elétrica às comunidades isoladas é um importante desafio a ser enfrentado pela sociedade brasileira, rumo à construção de melhoria das condições de vida de suas populações mais carentes e à supressão das fortes disparidades regionais existentes (vide item 1.5). A eletrificação de pequenas comunidades isoladas depara, no entanto, com grandes obstáculos representados pelos altos custos das linhas de transmissão, de transporte de óleo diesel e pelo baixo poder aquisitivo de integrantes dessas comunidades.

Para a região Norte do país, onde apenas 2,6% das propriedades rurais eram atendidas com energia elétrica ? devido fundamentalmente à dispersão de pequenas comunidades localizadas longe dos centros geradores de energia elétrica⁶¹ e onde as linhas convencionais de transmissão de energia elétrica são inviáveis economicamente ? a geração de eletricidade a partir de óleos vegetais figura-se como uma alternativa local, viável e sustentável em termos socioeconômicos e ambientais. Sobretudo, essa região dispõe de uma enorme diversidade de plantas oleaginosas nativas e de condições edafoclimáticas favoráveis para o cultivo de espécies exóticas altamente produtivas em óleos, possibilitando assim o emprego de mão-de-obra local, a dinamização das atividades econômicas e a melhoria das condições de habitação, saúde e educação. Assim, esforços isolados estão sendo desenvolvidos por empresas e instituições brasileiras em direção ao uso energético dos óleos vegetais.

Em dezembro de 1996, foi iniciado projeto com o objetivo de geração e distribuição de energia elétrica para a comunidade Vila Boa Esperança, Município de Moju - PA, por meio da implantação de uma micro-usina de extração de óleo de palma, produzido na própria comunidade, que seria usado como combustível em um grupo motor-gerador “multicombustível”.

A comunidade é constituída de 200 casas com um número total de 1.000 moradores, cuja atividade principal é a agricultura de subsistência e a extração de madeira. Não dispõe de posto de saúde, hospital, estação de tratamento de água ou área de lazer. O único equipamento público existente é uma escola de 1º grau com capacidade para 200 alunos.

Foram implantadas 15 hectares de dendezeiros que produzirão frutos suficientes para o fornecimento de óleo necessário para o grupo motor-gerador (da AMS, modelo MF-4RTA-GS, com potência de geração em uso contínuo de 106 kW funcionando 6 horas/dia, o ano todo). Nessa fase, devido ao fato de o dendezeiro demorar 3 anos desde a sua plantação até a colheita dos primeiros frutos, o óleo de palma está sendo suprido pela empresa Dendê do Pará S.A. - DENPASA, no quadro de acordo assinado com os proponentes do projeto.

⁵⁹ Os parques eólicos de Mucuripe - CE e Bom Jardim da Serra - SC, foram inaugurados, respectivamente, em novembro de 2001 e abril de 2002, com potência instalada, respectivamente, de 2,4 e 0,6 MW.

⁶⁰ Vide lei n° 10.438, de abril de 2002. Vide nota de rodapé 43.

⁶¹ Kaltner, 1998.

A opção pelo óleo de dendê deve-se ao fato de o dendezeiro ser a oleaginosa de maior rendimento por hectare plantado, com a produtividade de 3 a 5t óleo/ha/ano, enquanto que a produtividade da soja, por exemplo, é da ordem de 0,4 a 0,5t óleo/ha/ano. Além disso, as condições edafoclimáticas da região Amazônica permitem uma fácil adaptação dessa oleaginosa de origem africana.

A instalação, já em operação, permitiu a eletrificação de 100 residências, da escola pública e o estabelecimento da iluminação pública. Em função desses serviços, podem ser constatadas significativas melhorias na vida socioeconômica e cultural da comunidade. A eletrificação da escola pública permitiu o seu funcionamento no período noturno com curso de alfabetização de adultos e a alteração de alguns hábitos sociais.

Registrou-se, a aquisição por parte dos moradores de um número considerável de diversos eletrodomésticos e aparelhos elétricos e eletrônicos, numa clara demonstração de melhoria de conforto familiar e de condições de vida. A iniciativa serviu também como impulsionadora de ações por parte do poder público. A Prefeitura de Moju – PA está implantando um sistema de abastecimento d'água permitindo assim melhorias das condições de higiene da comunidade.

Face a todas essas transformações, observa-se nesse momento um movimento migratório de famílias de outras comunidades próximas e sem energia para a comunidade Vila Boa Esperança - PA.

1.4.4.6 - Biogás em aterros sanitários

Aterros sanitários são unidades de disposição final de lixo urbano, constituídos principalmente por lixo doméstico. Este, por sua vez, contém cerca de 50% em peso de matéria orgânica úmida, que são, em princípio, restos de alimentos e de preparação de alimentos, portanto resíduos de decomposição biológica relativamente rápida. Entre os outros 50%, chamados de lixo seco, encontram-se, além de metais, vidros e plásticos (lixo não biodegradável), papéis, papelões, madeiras e trapos, que são produtos orgânicos constituídos basicamente por celulose, portanto, sujeitos a degradação muito lenta. Essa composição, confinada em ambiente fechado, inicia um processo de decomposição aeróbia ? enquanto existir oxigênio do ar nos vazios do lixo disposto (tanto menor quanto maior for a compactação do resíduo no aterro) ? passando sucessivamente por estágios dominados por bactérias e fungos facultativos e anaeróbios. O metano aparece poucos dias ou semanas depois da disposição do lixo no aterro, assim que o oxigênio tenha sido consumido.

No setor de biomassa, começa a se tornar realidade o aproveitamento de energia termelétrica gerada a partir do biogás, particularmente do metano gerado em aterros sanitários e em digestores de lodos de estações de tratamento de esgotos urbanos; existe também um potencial ainda não quantificado de biogás nos lodos de processos agroindustrias.

Nos aterros sanitários houve um início de aplicação de tecnologia em 1979, como decorrência das crises dos choques de petróleo; em São Paulo foram projetados inicialmente os aterros sanitários energéticos de Bandeirantes e Sapopemba. A principal inovação, que se incorporou na técnica de operação de aterros, foi a execução de drenos horizontais convergentes para os poços de drenagem, com a dupla função de drenar chorume para os drenos de fundo e gases para captação na superfície superior dos aterros. Esses drenos horizontais são implantados na superfície de cada nova camada de lixo de cerca de cinco metros de espessura, não sendo raros os aterros com dez até vinte camadas, reunindo de quinze a trinta milhões de toneladas de lixo.

A Prefeitura de São Paulo, por meio da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, iniciou em 1998 um processo licitatório visando a concessão de áreas de aterros sanitários municipais (considerando que existem 7 aterros) para a exploração do metano neles gerado. Foram licitados dois projetos de aterros

em operação, com uma capacidade máxima instalada, em torno de 20MW cada, e previsto que metade dessa potência deverá ser destinada ao fornecimento de 50% da energia consumida pela Prefeitura de São Paulo nos próprios municipais.

O processo anaeróbio que ocorre nos digestores de lodo das estações de tratamento de esgotos urbanos gera o mesmo biogás dos aterros sanitários e seu aproveitamento energético utiliza os mesmos princípios tecnológicos e os mesmos equipamentos dos aproveitamentos energéticos de aterros. A captação do gás é, porém, mais simples, pois sua geração ocorre em ambientes confinados, diferentemente dos aterros, que envolve uma operação de sucção do interior dos aterros com maiores graus de complexidade técnica. A desvantagem desse aproveitamento é a ainda baixa porcentagem de esgotos tratados no país.

Ainda está para ser avaliado o potencial de geração de biogás dos resíduos agroindustriais como o bagaço de cevada da fabricação de cerveja ou as muitas formas de lodos orgânicos; as indústrias não precisam necessariamente investir na construção de digestores, mas simplesmente bombeá-los ou transportá-los para unidades ociosas de digestão de esgotos ou a formação de um “pool” de indústrias para extração da fração energética de seus lodos antes da disposição final dos lodos digeridos, que pode ser a alimentação de animais, como hoje ocorre com o resíduo não digerido da cevada de cervejarias. Os lodos orgânicos podem também ser processados em secadores, resultando em pó pelletizado, adequado para queima em maçaricos de caldeiras para geração de vapor ou termelétricidade.

Como tecnologia de ponta o mercado está oferecendo a destruição térmica por meio de plasma, a altíssimas temperaturas, com alta eficiência de tratamento de lodos e resíduos ? inclusive os não biodegradáveis ? e alto rendimento energético.

Empresas industriais e de saneamento estão também tentando viabilizar o aproveitamento da enorme quantidade de lodo gerado em suas estações de tratamento de efluentes e esgotos para a geração de energia. Estudos iniciais mostram a sustentabilidade desse aproveitamento e sua atratividade ambiental e econômica.

1.5 - PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO DE ESTADOS E MUNICÍPIOS - PRODEEM

1.5.1 - DESAFIO: ENERGIA PARA AS COMUNIDADES ISOLADAS

Instituído em dezembro de 1994, por decreto presidencial, o Programa Nacional de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios - Prodeem, do governo federal, é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia - MME, por intermédio do Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético - DNDE.

Ele visa atender as localidades isoladas, não supridas de energia elétrica pela rede convencional⁶², obtendo essa energia de fontes renováveis locais, de modo a promover o desenvolvimento, social e econômico, dessas localidades.

⁶² Em 1995, de acordo com dados da Eletrobras, das 5.835.779 propriedades rurais existentes no país, apenas 1.604.247 delas, ou seja, 27,5% do total, eram eletrificadas.

Diante do grande desequilíbrio existente entre o desenvolvimento social urbano e o rural, o programa apresenta muito mais um caráter de inserção social e fixação do homem à terra do que propriamente um aumento de oferta na matriz energética brasileira. No médio e longo prazo, a expectativa é realmente desenvolver todo potencial existente nas comunidades, aplicando as tecnologias disponíveis e em desenvolvimento (como biomassa, eólica, solar, hidrocinéticas, etc.), contribuindo de maneira distribuída e limpa para, além de cumprir com os objetivos de universalização do acesso à energia, diversificar a matriz energética, atualmente muito dependente do regime pluviométrico.

O Prodeem, com a denominação de “Energias das Pequenas Comunidades”, faz parte do Programa Avança Brasil - PPA. O Programa reflete uma maior consciência por parte dos órgãos responsáveis para incorporar mecanismos que permitam um maior conhecimento dos sistemas ecológico e socioprodutivo das comunidades rurais e, conseqüentemente, das relações existentes entre esses dois sistemas, enfocando prioritariamente o desenvolvimento dos potenciais de energia disponíveis.

O esforço do governo em dar maior efetividade aos programas sociais no sentido da erradicação da pobreza levou-o à instituição do Projeto Alvorada, visando melhora do Índice de Desenvolvimento Humano - IDH das comunidades mais pobres do Brasil. No compêndio desse projeto que engloba 12 programas diferentes, o Prodeem é responsável pelos serviços de energia elétrica para execução dos programas sociais nas comunidades remotas.

Sua atuação, em caráter direcionado à energização de escolas, postos de saúde, centros comunitários, bombeamento d'água, dentre outros, define o Prodeem Social, que atua instalando diretamente, em parcerias com os governos estaduais, sistemas fotovoltaicos nesses equipamentos comunitários. Por outro lado, existe também o denominado Prodeem de Mercado que, com uma sistemática diferenciada, pretende desenvolver o potencial de mercado latente nas comunidades rurais. As ações nesse caso estão direcionadas no sentido de desenvolver as condições básicas para a implementação de modelos de gestão auto-sustentáveis compatíveis com os recursos humanos, técnicos, institucionais e econômicos disponíveis, trabalhando assim, tanto na oferta quanto na demanda de energia.

O Prodeem envolve uma grande diversidade de parceiros, distribuídos em três níveis de governo, tais como:

- ? **Esfera Federal**⁶³: MME, MCT, MPOG, MEC, INCRA, FUNAI, Projeto Alvorada, Casa Civil, centros de excelência, universidades federais, ELN, Chesf, ANEEL, Eletrobras, Petrobras, CPRM, etc.
- ? **Esfera Estadual**: governos estaduais, universidades, ONG's, concessionárias, cooperativas de eletrificação rural, etc.
- ? **Nível Local**: prefeituras municipais, ONG's, escolas agrotécnicas, CEFET's, SENAI, SEBRAE, EMATER, micro empresários, associações de moradores, cooperativas, etc.

Inclui-se também, no rol de parceiros, a cooperação internacional prestada pelo BID, por meio dos fundos, FUMIN e JSF, com a colaboração do PNUD⁶⁴, Essa cooperação visa prioritariamente desenvolver modelos de negócios e linhas de micro créditos compatíveis com a problemática do

⁶³ O Governo Federal prevê no PPA 2000 – 2003 a locação de R\$ 90.000.000,00 em 2001, R\$ 133.000.000 em 2002 e R\$ 160.000.000,00 em 2003 para este programa.

⁶⁴ O PNUD colocou a disposição do programa cerca de US\$ 7.000.000,00 (fundo perdido), além de vários especialistas que atuam diretamente no problema.

PRODEEM de mercado. Para os próximos anos espera-se a concretização da cooperação prestada pela Agência Japonesa JICA⁶⁵, já solicitada, objetivando o fortalecimento institucional do programa.

Os recursos aportados pelos projetos de cooperação complementarão o orçamento principal do Prodeem, que devido ao caráter de programa prioritário do governo federal recebe dentro do Projeto Alvorada e Avança Brasil, um tratamento preferencial que canaliza os recursos necessários para o desenvolvimento do programa. Prioriza-se o atendimento do Prodeem Social com a compra de sistemas fotovoltaicos para atender as metas estabelecidas pelo Projeto Alvorada, com a compra de 18.000 equipamentos comunitários, sendo 3.000 sistemas fotovoltaicos em 2001, 6.000 em 2002 e 9.000 em 2003.

O grande desafio do programa no momento é desenvolver um modelo de gestão que possa articular todos os agentes envolvidos nos três níveis de governo, mobilizando os recursos técnicos, financeiros, institucionais existentes, bem como buscar a sustentabilidade dos sistemas no campo, considerando as limitações impostas pela realidade marcada pela diversidade geopolítica brasileira, a dispersão das comunidades remotas, o baixo poder aquisitivo e os índices de consumo dos usuários, o alto custo das instalações, a dificuldade de acesso às comunidades, marcos legais e regulatórios em elaboração, dentre outros problemas inerentes ao processo.

O Prodeem, dessa forma, pretende beneficiar cerca de 14 milhões de brasileiros, em sua maioria na área rural, distribuídos em, aproximadamente, 60 mil comunidades, três milhões de estabelecimentos rurais, 58 mil escolas públicas e três mil comunidades indígenas.

1.5.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Desenvolvimento Social: instalação de microssistemas de produção e uso de energia em comunidades carentes e não servidas pela rede elétrica, apoiando o atendimento de demandas sociais básicas.

Desenvolvimento Econômico: aproveitamento das fontes de energia renováveis descentralizadas para o suprimento de pequenos produtores, núcleos de colonização e populações isoladas.

Complementação da Oferta de Energia: produção complementar de energia via fontes renováveis descentralizadas, destinada a todos os consumidores.

Base Tecnológica e Industrial: promover o desenvolvimento de tecnologias e da produção de sistemas alternativos de energia e a correspondente capacitação de recursos humanos para sua instalação, operação e manutenção. As tecnologias envolvidas no programa incluem a utilização de painéis fotovoltaicos, aerogeradores e cataventos, pequenas e micro centrais hidrelétricas, combustíveis derivados da biomassa (álcool, óleos vegetais, resíduos florestais e agrícolas), biodigestores e outros.

1.6 - PROGRAMA DE TRANSPORTE COLETIVO MOVIDO A HIDROGÊNIO

⁶⁵ Encontra-se, também, em processo de aprovação dois financiamentos importantes, ou seja, US\$ 300.000.000,00 solicitados ao Japan Bank for International Cooperation, e outro de assistência técnica, prestado pelo Banco Mundial, que serão aplicados diretamente na energização das comunidades.

As pilhas a combustível apresentam inúmeras vantagens, tais como alta eficiência, modularidade, operação limpa e silenciosa, resposta rápida de carga, confiabilidade, manutenção reduzida e flexibilidade quanto ao combustível usado. Mais especificamente, as pilhas a combustível movidas a hidrogênio têm emissão zero se o hidrogênio for produzido pela eletrólise da água e pequenas emissões líquidas se o hidrogênio for produzido a partir de biomassa ou etanol. O Brasil apresenta condições especialmente atraentes no sentido de obtenção de hidrogênio a partir de energia hidrelétrica, em anos em que houver disponibilidade de energia hidráulica secundária.

A hidroeletricidade ocupa uma grande parcela das fontes primárias de energia no Brasil. Enquanto o armazenamento sazonal do grande excedente da capacidade hidráulica na estação das chuvas (energia secundária) não é prático, há capacidade de pico sobrando no ciclo diário de oferta de energia elétrica na Região Metropolitana de São Paulo suficiente para abastecer 12.000 ônibus de pilha a combustível com custos de abastecimento aceitáveis.

Pesquisas sobre a utilização de hidrogênio como combustível têm sido desenvolvidas em diversos países, concentrando-se, sobretudo, na utilização desse combustível para transporte de massa nos grandes centros urbanos. Isso deve-se ao fato de que tal combustível apresenta grandes benefícios ambientais, podendo ser armazenado, transportado e convertido em outras formas de energia.

Embora existam várias tecnologias diferentes de pilhas a combustível, as candidatas favoritas para uso com fins de tração viária são as pilhas a combustível com membrana para troca de prótons (*proton exchange membrane fuel cells* - PEMFC). As pilhas a combustível são conversores de energia química em energia mecânica inerentemente mais eficientes do que os motores de combustão interna. Além disso, atingem o máximo de eficiência com carga incompleta, ao passo que os motores de combustão interna exibem o mínimo de eficiência nessas condições. Logo, as pilhas a combustível são particularmente vantajosas na propensão de um veículo que opera a maior parte do tempo em condições de parada e partida, como os ônibus urbanos. Comandos de pilha a combustível foram instalados com sucesso em uma série de ônibus urbanos e demonstrados em operação.

Tais equipamentos, na verdade, baseiam-se na reação do hidrogênio com o oxigênio do ar, em pilhas a combustível, que são dispositivos eletroquímicos. Por esta reação há geração de energia elétrica, que é utilizada em um motor elétrico de tração. Os veículos decorrentes da utilização do processo são, portanto, veículos de tração elétrica.

O sistema de tração dos veículos a hidrogênio se compõe de um sub-sistema armazenador de hidrogênio e outro de pilhas a combustível, nas quais há a conversão direta do hidrogênio e oxigênio, por uma reação eletroquímica, que produz energia elétrica e como subproduto vapor d'água.

As metas de densidade de potência inicial e compactidade foram atingidas, de modo que os motores de pilha a combustível cabem nos compartimentos dos motores dos ônibus urbanos e continuam sendo aperfeiçoados. Ainda é necessário melhorar de forma considerável a durabilidade, de modo que esteja adequada ao tempo de operação entre as principais revisões dos motores a diesel dos ônibus. Reduções bastante substanciais dos níveis atuais de custo ainda são necessárias para que os ônibus de pilha a combustível possam competir com os ônibus com motores a diesel. Essas reduções de custo são projetadas pelos fabricantes mas ainda têm de ser atingidas, uma vez que os motores existem hoje apenas como protótipos.

Não obstante as vantagens apresentadas por essas pilhas, há limitações quanto ao armazenamento do combustível, no caso específico do hidrogênio. A alternativa para isso é usar um processador de combustível que, por meio de um processo de reforma, forneça um gás rico em hidrogênio para o funcionamento do sistema. Assim, o hidrogênio usado para alimentar a pilha pode ser produzido *in situ* por meio da reforma do combustível, a partir de diversas fontes: gás natural, metano, propano, nafta, metanol, etanol.

Contudo, a reforma dos combustíveis líquidos no próprio ônibus é uma complicação desnecessária para os ônibus urbanos, que substancialmente reduz a eficiência da cadeia total de energia. É preferível abastecer os ônibus com hidrogênio gasoso, que pode ser acomodado de forma comprimida no ônibus.

Dentre as várias opções de fornecimento que são economicamente possíveis, aquelas que utilizam hidrogênio gerado centralmente, contudo, requerem canais de distribuição de hidrogênio, que pouco provavelmente seriam justificáveis apenas para um projeto de ônibus. A reforma do gás natural no local e a eletrólise da eletricidade no local são ambas acessíveis. A primeira conduz a custos mais baixos, mas continua gerando emissões de dióxido de carbono. As emissões líquidas de dióxido de carbono da última dependem da fonte da eletricidade – nula no caso de eletricidade de recursos renováveis. A eletrólise no local é a melhor opção para o Brasil. A eletricidade precisa estar disponível a US\$ 0,03/kWh. Os sistemas de conversão no local estão disponíveis a custos competitivos, que podem cair ainda mais. Sistemas de segurança física são necessários, mas são apenas onerosos quando os ônibus precisam ser estáveis por dentro por causa de condições climáticas difíceis no inverno. Desde que precauções de segurança adequadas sejam observadas, o hidrogênio não é mais perigoso do que qualquer outro combustível gasoso ou líquido.

Assim, o hidrogênio gerado por eletrólise nas garagens de ônibus é a solução de abastecimento ideal. As garagens e locais de manutenção da Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos - EMTU oferecem excelentes condições para a instalação de um local de geração e abastecimento de hidrogênio e de manutenção dos ônibus de pilha a combustível.

Os ônibus a hidrogênio apresentam rendimento energético de 45%, contra 36% dos melhores ônibus a óleo diesel, e apresentam características muito favoráveis ao serviço urbano, por manterem seu alto rendimento em baixas velocidades, o que não ocorre com os motores térmicos.

Os ônibus desempenham e continuarão desempenhando um papel fundamental no transporte urbano no Brasil, que tem uma grande frota de ônibus urbanos. Embora a maior parte seja composta de veículos de baixa tecnologia e baixo custo, cerca de 10% da frota já é composta por ônibus de tecnologia mais elevada e vida útil mais longa, operados em melhores condições. A substituição desses veículos por ônibus de pilhas a combustível é economicamente acessível. Os ônibus são a forma dominante de transporte público nas regiões metropolitanas, que sofrem de amplos problemas de poluição e congestionamento. Os veículos movidos a diesel contribuem fortemente com emissões poluentes, sendo os ônibus a diesel responsáveis por uma proporção significativa dessas emissões. A substituição por ônibus de pilhas a combustível poderia trazer grandes ganhos para a saúde, criando um mercado potencial de 500 ônibus de pilha a combustível por ano durante 10 anos, substituindo-se apenas os ônibus a diesel mais sofisticados.

Não deve haver problemas sérios para implantar no Brasil os ônibus de pilha a combustível, uma vez que já existe no país uma grande e moderna infra-estrutura de fabricação de ônibus e trolebus. Os custos projetados do ciclo de vida dos ônibus de pilha a combustível são completamente competitivos com os dos trolebus, que eles complementam por meio de sua maior flexibilidade. Eles estão na faixa dos custos dos ônibus a diesel – e são competitivos se os custos ambientais externos da tração a diesel forem levados em conta.

Tabela 14 - Impacto Ambiental das Pilhas a Combustível (padrão norte-americano)

	Combustão a gás *	Combustão A óleo *	Combustão a carvão *	Pilha** a combustível
Particulados	0,2	0,2	0,2	0,000045
Nox	0,3	0,5	1,1	0,20-0,028

Sox	-	1,2	1,9	0,00036
Fumaça	Opacidade 20%	Opacidade 20%	Opacidade 20%	Desprezível

* valores em kg de poluentes/MWh.

** não considera as emissões devidas aos gastos energéticos da obtenção do energético primário e da construção de equipamento de conversão.

Em 1994, foi dado início ao Projeto *Environmental Strategy for Energy: Hydrogen Fuel Cells Buses for Brazil* - ESE/HB implementado pela Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo, Agência para Aplicação de Energia de São Paulo e Universidade de São Paulo, com recursos do *Global Environment Facility* - GEF, liberados por meio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD.

A Fase I do projeto *Environmental Strategy for Energy: Hydrogen Fuel Cells Buses for Brazil*, completamente financiada pelo GEF/PNUD, envolveu a avaliação da situação e perspectiva de comercialização dos ônibus. Tal fase já foi finalizada e culminou na apresentação de proposta ao GEF para a Fase II.

A Fase II do projeto, com início após a aprovação da proposta pelo GEF, consiste na aquisição, operação e manutenção de oito ônibus com pilha a combustível hidrogênio, mais a estação de produção de hidrogênio e abastecimento dos ônibus, além do acompanhamento e verificação do desempenho desses veículos.

Os ônibus serão utilizados durante quatro anos, percorrendo um total de um milhão de quilômetros, com o intuito de:

- ? desenvolver meios de transporte coletivo com emissão zero de poluentes e que contribuam na redução dos níveis de dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrogênio (No_x), particulados, etc.;
- ? obter conhecimento dessa tecnologia mundialmente inovadora, permitindo ao Brasil ocupar uma posição de destaque em virtude de seu mercado em potencial;
- ? desenvolver tal tecnologia no Brasil, junto às operadoras de ônibus, fabricantes, universidades, escolas, visando criar um novo mercado;
- ? desenvolver uma especificação brasileira para os ônibus com pilha a combustível hidrogênio.

A Fase III envolverá o início da industrialização no Brasil e uma frota de cerca de 200 ônibus com base em uma única garagem. A Fase IV envolverá a produção em série e o desenvolvimento em escala completa em São Paulo e outras cidades.

1.7 - RECICLAGEM

Reciclagem relaciona-se ao reaproveitamento de materiais e resíduos que são, na grande maioria das vezes, vistos como refugos. Apesar da reciclagem não contribuir diretamente para a redução de emissões de gases de efeito estufa, tem reflexo na redução da produção de insumos e, conseqüentemente, tem efeito indireto para a mitigação do aquecimento global.

Considerando-se as vantagens econômicas, sociais e ambientais, a reciclagem vem ganhando espaço de forma progressiva no Brasil, com um maior estímulo governamental a essas iniciativas. Já é possível identificar um grande avanço em termos de reciclagem, como demonstrado na tabela abaixo:

Tabela 15 - Reciclagem no Brasil

Material		Nível de reciclagem (%)
Alumínio		78
Embalagens de Vidro		42
Papel	Escritório	22
	Ondulado	72
	Filme	15
Plástico	Rígido	15
	PET	26
Latas de Aço		40
Pneus		20
Embalagem Cartonada Longa Vida		15
Óleo Lubrificante Usado		18
Composto Urbano*		1,5

Fonte: CEMPRE, 2000 – www.cempre.org.br

* processo de transformação de resíduos sólidos orgânicos não perigosos – restos de vegetais e animais – em um adubo de boa qualidade e baixo preço.

Algumas bolsas de resíduos ocupam-se da reciclagem industrial, mas ainda de forma limitada, sem explorar todas as possibilidades comerciais. E apenas materiais cuja economicidade do processo é claramente viável (alumínio, papel, vidro, plástico, etc.) têm despertado interesse quanto a sua reciclagem. Os materiais que mais são usados para reciclagem, no Brasil, são mostrados na tabela 15. Assim, é de fundamental importância a implementação de um sistema de coleta seletiva de lixo para que se possa fazer a seleção do material passível de reciclagem.

Por meio de uma iniciativa pioneira, o Compromisso Empresarial para a Reciclagem - Cempre levantou informações sobre os programas de coleta seletiva desenvolvidos por prefeituras municipais, apresentando dados sobre composição do lixo, custos de operação, mercado para material reciclado e participação popular. Assim, foi criado o Ciclosoft: um banco de dados atualizado da coleta seletiva em cidades brasileiras, com o intuito de difundir as experiências analisadas e possibilitar o gerenciamento mais eficiente dos programas locais de reciclagem.

De acordo com os dados levantados, em 128 municípios em todo o Brasil (embora a maior concentração seja nas localidades no Sudeste e Sul do país) são realizados programas de coleta seletiva. Entretanto, os estudos foram concluídos em 16 municípios (Angra dos Reis - RJ, Belo Horizonte - MG, Brasília - DF, Campinas - SP, Curitiba - PR, Embu - SP, Florianópolis - SC, Porto Alegre - RS, Ribeirão Preto - SP, Salvador - BA, Santos - SP, São José dos Campos - SP, São Paulo - SP, São Sebastião - SP, Santo André - SP, Itabira - MG), onde 6 milhões de pessoas têm acesso a serviços de coleta seletiva.

O Programa Brasil Joga Limpo é um dos programas que integram o Plano Plurianual 2000-03 - PPA, o “Avança Brasil”. Seus objetivos incluem reduzir a geração, aumentar a taxa de coleta e de disposição final adequada, a reciclagem, o reaproveitamento e o tratamento de resíduos sólidos, bem como garantir meios de disposição adequados. O público-alvo inclui empresas públicas e privadas, organizações e instituições de prestação de serviços cujas atividades produzam resíduos.

O Programa justifica-se pela necessidade de se reduzir o uso de recursos naturais e o desperdício do consumo de materiais e de energia; aumentar a reutilização e a reciclagem de materiais, com a redução do volume de resíduos nos aterros sanitários e conseqüente aumento de sua vida útil. Pode-se citar, ainda, a crescente demanda dos municípios brasileiros por ações voltadas para a limpeza urbana, a reciclagem do lixo e a disposição adequada de resíduos sólidos.

As linhas de ação do Programa incluem o fomento a projetos no período 2000-03 com recursos do Fundo Nacional do Meio Ambiente - FNMA oriundos do Orçamento Geral da União e contrapartidas de estados e municípios; implantação do sistema de informação ambiental para a gestão integrada de resíduos; e criação de normas e instrumentos legais voltados à gestão integrada de resíduos sólidos. O Programa também oferece apoio a projetos demonstrativos visando a gestão integrada de resíduos sólidos e saneamento ambiental⁶⁶. O Programa conta, ainda, com o apoio da cooperação técnica alemã - GTZ, com recursos a serem aplicados em 15 municípios. Além disso, continuará dando apoio decidido ao Programa Lixo & Cidadania, coordenado pelo Fundo das Nações Unidas para a Infância e Adolescência - UNICEF.

1.8 - INDÚSTRIA A CARVÃO VEGETAL

1.8.1 - HISTÓRICO DO USO DO CARVÃO VEGETAL NO BRASIL

O carvão vegetal é obtido a partir da madeira e lenha⁶⁷ num processo de combustão controlada, em fornos, aumentando sua concentração de carbono. Esse processo químico denomina-se “pirólise”. O carvão vegetal possui, assim, maior poder calorífico que o combustível sólido original: 3.300 kcal/kg para a lenha comercial, contra 6.800 kcal/kg para o carvão vegetal.

Grande parte da madeira processada na transformação do carvão vegetal era coletada em florestas naturais, contribuindo para o desmatamento. Essa prática ocorre no Brasil desde os tempos da colonização, sendo justificada por dois fatores: o tecnológico e o social. Pelo aspecto tecnológico, a conversão de madeira e lenha em carvão vegetal - em sua maioria feita em fornos de tijolos de barro, de fácil construção, baixo custo e fácil operação - é bastante rudimentar, permitindo que pequenos produtores autônomos de baixa renda produzam esse insumo. Do ponto de vista social, deve-se considerar que a produção de carvão vegetal originário de floresta nativa é uma das principais fontes de renda de populações pobres em áreas rurais, principalmente nos cerrados

A partir de meados do século XX, iniciou-se uma preocupação em relação ao desmatamento para a produção de carvão vegetal, tendo em vista a redução da oferta da matéria-prima às indústrias e o aumento da distância entre o centro de transformação (carvoarias) e o seu principal consumidor (siderurgia). Como resultado, na década de 1940, algumas siderúrgicas do estado de Minas Gerais iniciaram projetos de reflorestamento, garantindo parte da matéria-prima necessária à produção e originando, dessa maneira, as florestas plantadas.

Atualmente, os projetos de reflorestamento⁶⁸ suprem mais da metade das necessidades da indústria que utiliza o carvão vegetal como insumo básico, especificamente as siderúrgicas e as cimenteiras. Numa visão geral, a participação de madeira oriunda de florestas plantadas a ser usada como carvão vegetal na indústria tem crescido, sendo de 71,7% do total no ano de 2000 (tabela 16).

Tabela 16 - Consumo de carvão vegetal proveniente de reflorestamento

Consumo de Carvão Vegetal	Participação do Reflorestamento	Carvão Vegetal de Reflorestamento mil m³	Emissões Evitadas mil tC
----------------------------------	--	--	---------------------------------

⁶⁶ Nos anos 2000 e 2001 foram atendidos 248 municípios.

⁶⁷ Por definição, “madeira” é a parte lenhosa dos troncos e dos ramos das árvores, e a “lenha” é a porção de ramos, achas ou fragmentos de troncos de árvores reservados para servirem de combustíveis.

⁶⁸ A principal tecnologia de reflorestamento é a da plantação de árvores de ciclo curto.

Ano	mil m ³			
1990	33636	34,0%	11436	2898
1991	29224	42,3%	12362	3133
1992	26828	38,9%	10436	2645
1993	28840	43,5%	12545	3179
1994	29432	54,0%	15893	4028
1995	27352	52,0%	14223	3604
1996	25344	70,0%	17741	4496
1997	24256	75,0%	18192	4610
1998	21924	67,4%	14777	3745
1999	22240	70,0%	15568	3945
2000	22600	71,7%	16204	4106

Fonte: BEN, 2001 (Consumo) e ABRACAVE, 2001 (Reflorestamento).

Nota: Fatores de emissão utilizados 0,63 tep/t CV e 1,609 tC/tep.

1.8.2 - O USO DO CARVÃO VEGETAL NAS INDÚSTRIAS METALÚRGICA E CIMENTEIRA

O consumo de carvão vegetal dá-se principalmente na indústria metalúrgica (centrada na siderurgia) e na indústria cimenteira, pulverizado nos demais setores (tabela 17).

Tabela 17 - Consumo de carvão vegetal nos principais setores da indústria - 1.000 m³

Sectores	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Industrial	33636	29224	26828	28840	29432	27352	25344	24256	21924	22240	22600
Ferro Gusa e Aço	27040	22800	21256	23300	24048	22068	19144	20048	18388	18848	19184
Ferro-ligas	2240	3020	2560	3100	2708	2360	3580	2400	2012	2256	2260
Cimento	2168	1548	1272	1412	1604	1752	2260	1492	1260	952	968
Não-ferrosos e outros da metalurgia	1576	1264	1272	700	760	904	192	160	136	136	140
Minação e Pelotização	212	220	192	20	16	0	0	0	0	0	0
Química	200	180	164	176	184	148	80	40	32	0	0
Outros	100	100	56	68	72	80	32	48	88	48	48
Cerâmica	80	72	44	52	32	36	48	60	0	0	0
Textil	20	20	12	12	8	4	8	8	8	0	0

Fonte: BEN, 2001.

* Massa específica do carvão vegetal 250kg/m³ BEN, 2001.

Observa-se que o consumo de carvão vegetal foi reduzido ao longo dos anos analisados. Principalmente, após 1994, observa-se uma tendência de diminuição no consumo de carvão vegetal devido à substituição desse pelo carvão mineral, decorrente, em grande medida, do processo de privatização do setor siderúrgico. Com a privatização, muitas empresas integradas a carvão vegetal foram desativadas e o processo migrou para o carvão mineral importado. Com custo mais baixo, o carvão mineral facilita, a curto e médio prazo, o aumento na escala de produção. No entanto, o gusa originário dos fornos a carvão vegetal tem qualidade superior, compensando o esforço para o uso dessa matéria-prima na linha de determinados produtos mais nobres de ferro ou de aço. Nos últimos anos, vem ocorrendo uma evolução no uso do carvão mineral nas usinas para se obter o coque e um retorno ao óleo combustível na indústria cimenteira.

O Brasil é um dos poucos países que mantém o uso do carvão vegetal no processo de produção no setor metalúrgico, principalmente no setor siderúrgico, concentrando-se na indústria de ferro-gusa e aço. Em vários países, os processos siderúrgicos substituíram o carvão vegetal pelo carvão mineral.

Entretanto, o desenvolvimento e difusão da tecnologia de florestas plantadas e as condições favoráveis do clima no Brasil, têm proporcionado um período de plantio e colheita reduzido, o que torna o uso de florestas plantadas econômico, trazendo ganhos para o setor industrial.

Como resultado, aumentou a participação do carvão vegetal produzido a partir de florestas plantadas no total do consumo industrial do carvão vegetal, diminuindo o desflorestamento, reduzindo significativamente a área de cortes de florestas nativas no período 1990-2000. Assim, ao se utilizar uma fonte renovável de energia ? o carvão vegetal originário de florestas plantadas ? evitou-se a emissão de 40.389 mil t C no setor industrial nesse período.

1.9 – PROGRAMA BRASILEIRO DE BIOCOMBUSTÍVEIS - PROBIODIESEL

1.9.1 - CONCEITO DO PROBIODIESEL

São chamados de biodiesel os combustíveis obtidos a partir de misturas, em diferentes proporções, de diesel e éster de óleos vegetais.

O Programa Brasileiro de Biocombustíveis - Probiodiesel desenvolverá a tecnologia de produção e uso do biodiesel, éster etílico e metílico. Na primeira fase, até 2003, serão testados éster etílico de soja e etanol, bem como éster metílico de soja. Na fase II, até 2005, serão desenvolvidas as cadeias produtivas do biodiesel produzido a partir de outros óleos vegetais e/ou óleos residuais. O potencial de algumas oleaginosas, encontradas no Brasil, pode ser observado na tabela 18.

Tabela 18 - Características de alguns vegetais oleaginosos de potencial uso energético

Espécie	Origem do Óleo	Conteúdo de Óleo (%)	Ciclo para Máxima Eficiência	Meses de Colheita	Rendimento em Óleo (t/há)
Dendê (<i>Elacis guineensis</i>)	Amêndoa	20	8 anos	12	3,0-6,0
Abacate (<i>Persia americana</i>)	Fruto	7-35	7 anos	12	1,3-5,0
Coco (<i>Cocus numifera</i>)	Fruto	55-60	7 anos	12	1,3-1,9
Babaçu (<i>Orbinya martiana</i>)	Amêndoa	66	7 anos	12	0,1-0,3
Girassol (<i>Helianthus annus</i>)	Grão	38-48	Anual	3	0,5-1,9
Colza – Canola (<i>Brassica campestris</i>)	Grão	40-48	Anual	3	0,5-0,9
Rícino (<i>Ricinus comunis</i>)	Grão	43-45	Anual	3	0,5-0,9
Amendoim (<i>Orachis hypogeeae</i>)	Grão	40-43	Anual	3	0,6-0,8
Soja (<i>Glycine max</i>)	Grão	17	Anual	3	0,2-0,4
Algodão (<i>Gossypium hirsut</i>)	Grão	15	Anual	3	0,1-0,2

Fonte: Nogueira, L. A. H. et al. Dendroenergia: fundamentos e aplicações. Brasília, Agência Nacional de Energia Elétrica, 2000. p. 43.

O Probiodiesel tem por objetivos desenvolver as tecnologias de produção e o mercado de consumo de biocombustíveis; estabelecer rede nacional de biodiesel, para congregar e harmonizar as ações de especialistas e entidades responsáveis pelo desenvolvimento deste setor da economia; desenvolver e homologar as especificações do novo combustível para o Brasil; e atestar a viabilidade e competitividade técnica, econômica, social e ambiental, a partir da investigação em testes de laboratório, bancada e campo.

A principal estratégia é a de desenvolver o biocombustível (éster metílico ou éster etílico) a partir da produção de oleaginosas (soja, dendê, mamona e babaçu) ou etanol nacional, gerando emprego e renda nas diferentes regiões do país. Ademais, pretende-se assegurar maior autonomia no suprimento de combustíveis líquidos, contribuir para melhorar a inserção internacional do Brasil nas questões ambientais globais, estabelecer vanguarda no desenvolvimento de mercados novos para produtos potenciais subaproveitados (agricultura), criar mercados alternativos de expressão para *commodities* brasileiras (petróleo/gás, complexo soja, setor sucroalcooleiro) e subprodutos (glicerina) com excesso de ofertas no mercado externo, bem como desenvolver tecnologias nacionais para produção de combustíveis.

O desenvolvimento do Probiodiesel permitirá desenvolver a competitividade técnica e econômica do biodiesel, potencializando ganhos ambientais e gerando novos negócios para agroindústria, montadoras e setores de autopeças.

O biodiesel a ser testado até 2003 será produzido e desenvolvido pela Ecológica Mato Grosso S.A. - ECOMAT e Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais - ABIOVE, em parceria com as demais entidades da rede nacional de biodiesel

1.9.2 - RESUMO HISTÓRICO E SITUAÇÃO ATUAL

Em 1895, Rudolf Diesel iniciou as pesquisas para utilização de subprodutos do petróleo como combustível para a sua invenção - motor com ignição por compressão. Durante a Exposição Mundial de Paris, em 1900, utilizou óleo de amendoim para demonstração de seu novo motor. Ele dizia que o motor a diesel podia ser alimentado com óleos vegetais e ajudar o desenvolvimento dos países que o utilizassem.

No Brasil, desde a década de 1920 do século XX, o Instituto Nacional de Tecnologia - INT já estudava e testava combustíveis alternativos e renováveis, como por exemplo o álcool da cana-de-açúcar.

Mais recentemente, motivados pelas demandas da II Guerra Mundial e das crises de petróleo, os governos de diferentes países, em parceria com a iniciativa privada e centros de pesquisa, vêm desenvolvendo e testando biocombustíveis em frotas municipais, especialmente em grandes centros urbanos.

O Brasil, desde a década de 1970, por intermédio do INT, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT e da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC vem desenvolvendo projetos de óleos vegetais como combustíveis, destacando-se entre eles o dendiesel (diesel de dendê).

Em 1983, o Governo brasileiro, motivado pela elevação dos preços de petróleo, determinou a implementação de projeto (Programa Nacional de Energia de Óleos Vegetais - Projeto OVEG) no qual foi testada a utilização de biodiesel e de misturas combustíveis em veículos que rodaram mais de um milhão de quilômetros. Essa iniciativa, coordenada pela Secretaria de Tecnologia Industrial do MIC,

contou com a participação da indústria automobilística, fabricantes de autopeças, produtores de lubrificantes e combustíveis, indústria de óleos vegetais e institutos de pesquisa.

Foi constatada a viabilidade técnica da utilização do combustível, aproveitando a logística de distribuição existente. Entretanto, naquele momento, os custos do biodiesel eram muito mais elevados do que o diesel, e dessa forma não foi implementada a produção do biodiesel em escala comercial.

Desde 2000, foi instalada em Ilhéus, Bahia, no *campus* da Universidade Estadual de Santa Cruz, uma planta piloto de produção de biodiesel de ester metílico, com capacidade diária de produção de 1.400 litros, podendo ser adaptada para produção de éster etílico (torre destilação e/ou centrífuga para separação do éster da glicerina).

A Universidade Federal do Paraná - UFPR desde 1983 até os dias de hoje, vem desenvolvendo a tecnologia de produção de ésteres de óleo de soja, visando misturá-los ao diesel.

A década de 1990 caracterizou-se pela produção comercial e instalação de plantas em escala industrial, estimulada pela competitividade relativa de preços do petróleo e óleos vegetais e visando atender as preocupações relativas ao meio ambiente.

No período de janeiro a março de 1998, sob a coordenação do Instituto de Tecnologia do Paraná - TECPAR, realizou-se em Curitiba uma experiência de campo do uso monitorado de biodiesel B20 - USA, mistura de 20% de éster de soja ao diesel metropolitano do Paraná, para uma frota de vinte ônibus urbanos que operaram normalmente com o novo combustível.

No ano 2000, foi instalada a fábrica de biocombustíveis da ECOMAT, no Estado do Mato Grosso, que produz atualmente o AEP 102, que é um éster de soja aditivo especial da mistura álcool diesel, além de biodiesel de éster metílico e etílico (em batelada).

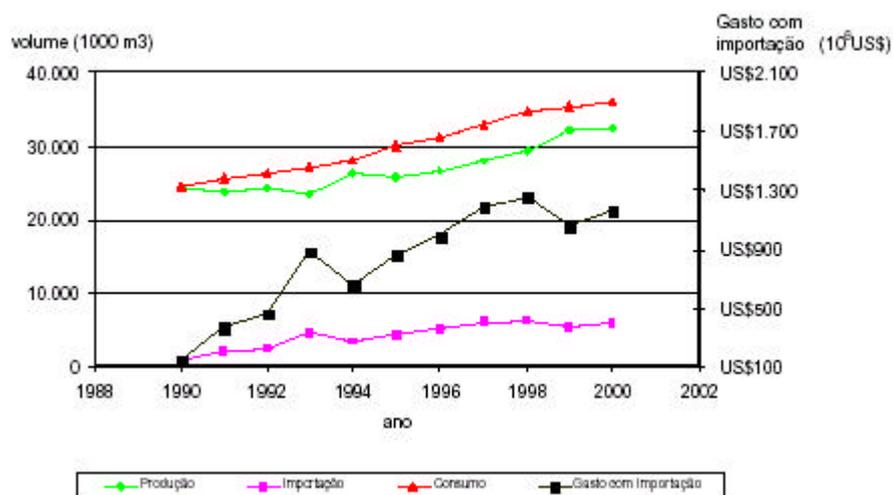
Atualmente no Brasil, o Probioamazon, programa gerenciado pelo Ministério de Desenvolvimento Agrário - MDA e Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT, é o maior programa de óleos vegetais em implantação, com perspectiva de produção de cerca de 500 mil toneladas/ano de dendê na região Norte, a partir da produção em assentamentos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA.

O biodiesel surge como uma alternativa de diminuição da dependência dos derivados de petróleo e estabelece um novo mercado para as oleaginosas. Isso também acarretaria na redução da dependência atual de importação de óleo diesel, da ordem de 6 milhões de metros cúbicos por ano, desonerando a balanço de pagamentos e criando riqueza no interior. Os aumentos recentes no preço da gasolina no Brasil ampliam a necessidade de desenvolvimento de alternativas de complementação aos combustíveis fósseis.

Em 2000, a produção de veículos diesel no Brasil superou a barreira dos 100.000 veículos por ano⁶⁹. O óleo diesel é atualmente o derivado de petróleo mais consumido no Brasil e, considerando o perfil de produção nas refinarias brasileiras, uma fração crescente desse produto vem sendo importado, como mostra a gráfico 6.

⁶⁹ Fundamentalmente foram produzidos caminhões, comerciais leves e ônibus que, junto com os equipamentos agrícolas e de geração termoeétrica em sistemas isolados, responderam pela demanda de aproximadamente 37 milhões de m³ em 2001.

Gráfico 6 - Evolução da produção, demanda, importação e gasto com importação de óleo diesel



Fonte: ANP.

A mistura do éster vegetal ao óleo diesel em diferentes proporções (ou a utilização pura do éster) permitirá uma redução do consumo do derivado de petróleo com perspectivas de redução da emissão de poluentes pelos sistemas de transporte urbano. O resultado é imediato no nível de poluição das cidades, melhorando a qualidade de vida de seus habitantes.

A introdução do biodiesel no mercado representará uma nova dinâmica para a agroindústria e consequente efeito multiplicador nos demais segmentos da economia: transporte, distribuição entre outros, envolvendo óleos vegetais, álcool, óleo diesel e mais os insumos e subprodutos da produção do éster vegetal.

O biodiesel deve atender às especificações técnicas como sendo um produto único, sem necessidade da definição da origem do óleo vegetal ou qual o tipo de álcool a ser usado na produção, mas sim um conjunto de propriedades físico-químicas para o produto final que garanta a sua adequação ao uso em motores de ciclo diesel.

A viabilização do biodiesel, porém, requer a implementação de estrutura organizada para produção e distribuição, de forma atingir com competitividade os mercados potenciais. A introdução do biodiesel, portanto, vai requerer investimentos ao longo dessa cadeia para assegurar a oferta do produto e a perspectiva de retorno de capital empregado no seu desenvolvimento, bem como a sua sustentabilidade a longo prazo.

Nesse processo, é importante relembrar, há questões tecnológicas em etapas pré-comerciais a serem resolvidas nas etapas de testes em laboratório, bancada e de campo, em particular, a rota tecnológica a ser desenvolvida da produção do biodiesel com o uso do etanol.

O MCT e a Petrobras, por intermédio do Plano Nacional de Ciência e Tecnologia do Setor Petrolífero e Gás Natural - CTPetro, apoiam projeto com a participação das Universidades Federal do Rio Grande do Sul, Federal de Pelotas e a Regional do Alto Uruguai, com a finalidade básica de adequar e implantar os métodos de análise físico-química, como propostos pela *American Society for Testing Materials* (Sociedade Americana para Ensaio de Materiais) - ASTM, para o biodiesel nacional; e, também, avaliar as propriedades das misturas de biodiesel ao diesel em diferentes proporções.

Capacidade de Produção e Disponibilidade de Biodiesel no Brasil

O Brasil, segundo produtor e exportador mundial de óleo de soja, poderá tornar-se gradualmente um importante produtor e consumidor de biodiesel, ainda considerando a oportunidade de utilizarmos outros óleos vegetais típicos das diferentes regiões do país.

A disponibilidade de produção de biodiesel a partir de soja concentra-se na produção de cerca de 42,5 milhões de toneladas previstas para o ano 2002, sendo 47% no Centro-Oeste e 40% na região Sul.

O Brasil poderá expandir significativamente sua produção de soja e óleo, considerando uma fronteira agrícola de 80 milhões de hectares, para 240 milhões de toneladas ano. A capacidade instalada de esmagamento de soja é de 32,4 milhões de toneladas ano⁷⁰.

A competitividade da produção nacional de etanol em diferentes regiões do Brasil - Proálcool; a infraestrutura de produção e distribuição já existente; o *know how* e o desempenho das tecnologias desenvolvidas para a cadeia produtiva da cana e setor automotivo; a oportunidade de substituir o diesel importado e contribuir para a economia de divisas uma vez que 35% do petróleo processado no país é transformado em diesel, para um mercado de 35 bilhões de litros por ano; a perspectiva de melhorar a qualidade do diesel consumido; a geração de renda; os excedentes de produção de óleo de soja; as vantagens econômicas e socioambientais decorrentes da produção e consumo de combustível renovável; a segurança para provisão de combustível produzido diretamente nas diferentes regiões do Brasil, as novas e alteradas políticas agrícolas internacionais; e o fortalecimento da indústria nacional de biocombustíveis, quer seja para transporte pesado e de massa ou para geração de eletricidade, especialmente em sistemas isolados, motivaram e recomendam iniciar de imediato Programa Nacional de Biodiesel.

Características e Propriedades do Biodiesel

A produção de biodiesel nacional, especialmente para modernos carros a diesel, apresenta as seguintes oportunidades:

- ? não contribui para o aumento do efeito estufa (emissões evitadas de cerca de 2,5 toneladas de gás carbônico por metro cúbico de biodiesel utilizado);
- ? redução das emissões de poluentes monóxido de carbono (CO) e da mutagenicidade pela eliminação dos compostos aromáticos, grande redução de emissões de hidrocarbonetos (HC) e fumaça preta, e redução significativa de emissões de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos do teor de enxofre do combustível, quando comparado ao diesel;
- ? não é tóxico;
- ? tecnologia atual permite aos veículos diesel atender a norma EURO III, dispositivos de retenção de particulados - filtros regenerativos (com B100 poderão operar melhor pela ausência de enxofre e material particulado);
- ? perspectiva de exportação de biodiesel como aditivo de baixo conteúdo de enxofre, especialmente para a União Européia, onde o teor de enxofre está sendo reduzido paulatinamente de 2000 ppm em 1996, para 350 ppm em 2002, e 50 ppm em 2005;
- ? perspectiva de uso de combustível e insumo de fonte renovável;
- ? biodegradável;
- ? performance superior e uso de motores cada vez menores;
- ? melhora o número de cetano, mais elevado (maior que 50) que o do diesel (melhoria no desempenho da ignição) e lubrificidade (redução de desgaste, especialmente do sistema de ignição);
- ? pontos de combustão e fulgor apropriados (mais seguro para manipular);

⁷⁰ Em 2001 foram esmagadas cerca de 22,8 milhões de toneladas (ociosidade de 30%).

Versão Preliminar – Favor não citar e não fazer referência

- ? mercado em grande expansão - especialmente na Europa, vantagem na exportação de veículos, motores e componentes;
- ? economia de combustível;
- ? novas oportunidades de negócios, em particular na agroindústria, e geração de emprego e renda;
- ? carga tributária dos combustíveis definida;
- ? demanda crescente de diesel no Brasil (com implicações na dependência de importação, no balanço de pagamentos e na qualidade do combustível);
- ? diversificação da matriz energética;
- ? melhoria da logística de transporte.

2 - PROGRAMAS E AÇÕES QUE CONTÊM MEDIDAS QUE CONTRIBUEM PARA ENFRENTAR A MUDANÇA DO CLIMA E SEUS EFEITOS ADVERSOS

Esta seção visa analisar a substituição, no Brasil, de fontes de energia fósseis, com alto conteúdo de carbono por unidade de energia gerada, por outras de menor conteúdo, ou gerando emissões de gases de efeito estufa com menor potencial de aquecimento global. Apesar de não serem sustentáveis a longo prazo, os programas e ações aqui analisados têm por objetivo ajudar a mitigar a mudança do clima e contribuir para que seja alcançado o objetivo final da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, ou seja, alcançar a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera num nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático.

A demanda brasileira por eletricidade tem crescido muito mais rapidamente que a produção de energia primária e a economia do país, tendência que deve continuar pelos próximos anos e que requererá novas estratégias de planejamento energético, como, por exemplo, o Plano Prioritário de Termelétricas - PPT, de 2000. Assim, a análise do atual sistema de energia elétrica do país é necessária para que se possa esboçar suas perspectivas futuras e as implicações relativas às emissões de gases de efeito estufa.

Dentre os programas ou ações aqui analisados, destacam-se as perspectivas de aumento de participação do gás natural na matriz energética do Brasil e seus reflexos nas emissões de gases de efeito estufa; a redução das emissões fugitivas de metano na produção de petróleo e gás natural no país e na distribuição de gás natural em São Paulo; e a redução de emissões veiculares no transporte urbano em São Paulo.

Esta seção analisa ainda o desenvolvimento da energia nuclear no Brasil, que ? embora não contribua diretamente para as emissões antrópicas de gases de efeito estufa ? devido a seu caráter de energia proveniente de recurso mineral e, portanto, esgotável, não pode ser caracterizada como sustentável a longo prazo. Ademais, o impacto ambiental de usinas termonucleares também tem sido muito enfatizado nas últimas décadas, constituindo-se em grande preocupação dos movimentos ambientalistas.

Cabe ressaltar que o gás metano gerado no tratamento de resíduos pode ser aproveitado como fonte de energia ou pode ser queimado quando não puder ser aproveitado, evitando-se sua liberação na atmosfera e gerando emissões de gás carbônico, com menor potencial de aquecimento global que o metano. Dada a natureza predominantemente orgânica de resíduos no Brasil, tratou-se dessa redução no item 1.4.4.6, como nova fonte de energia renovável.

2.1 - O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

De acordo com dados da ANEEL, o mercado de energia elétrica no Brasil experimenta um crescimento da ordem de 4,5% ao ano, devendo ultrapassar a casa dos 100 mil MW em 2008. O planejamento governamental de médio prazo prevê a necessidade de investimentos da ordem de US\$ 6 a 7 bilhões/ano para expansão da matriz energética brasileira, em atendimento à demanda do mercado consumidor.

Ao longo das últimas duas décadas, o consumo de energia elétrica apresentou índices de expansão bem superiores ao Produto Interno Bruto - PIB, fruto do crescimento populacional concentrado nas zonas urbanas, do esforço de aumento da oferta de energia e da modernização da economia.

O sistema elétrico brasileiro apresenta como particularidade grandes extensões de linhas de transmissão e um parque produtor de geração predominantemente hidráulica. O mercado consumidor (47,2 milhões de unidades) concentra-se nas regiões Sul e Sudeste, mais industrializadas. A região Norte é atendida de forma intensiva por pequenas centrais geradoras, a maioria termelétricas a óleo diesel.

As classes de consumo residencial, comercial e rural obtiveram expressivos ganhos de participação, enquanto o segmento industrial teve participação menor nesse crescimento, principalmente pela utilização de tecnologias mais eficientes no uso final da eletricidade, aliada às medidas de racionalização de consumo postas em prática especialmente na década de 1990.

Nos últimos anos, o setor energético brasileiro passou por significativas reformas institucionais com o objetivo de aumentar a eficiência energética e resolver problemas de oferta para atender a crescente demanda por eletricidade.

A partir de meados da década de 1990, surgiram novas oportunidades para o setor privado, permitindo-se a geração para autoconsumo – com ou sem venda do excesso de energia – e a geração para venda. Essas regras permitem vendas a empresas fornecedoras de serviços públicos, grandes consumidores ou grupos empresariais.

A entrada de capital privado no setor elétrico, antes basicamente estatal, provocou profundas alterações no antigo modelo. Os investidores passaram a buscar plantas com menor capacidade de geração, que fossem construídas com menor custo e mais rapidamente que as hidrelétricas, baseadas em novas tecnologias. Isso levou a consideráveis mudanças nas fontes geradoras de eletricidade.

2.1.1 - MUDANÇAS NA FONTE GERADORA DE ELETRICIDADE

A geração de energia elétrica no Brasil tem a característica de diferenciar-se do contexto médio global, em termos da dependência quanto às fontes energéticas fósseis. Em uma situação privilegiada, ela estabeleceu-se a partir de meados do século XX, com base na fonte renovável dos potenciais hidráulicos. Em 2000, as fontes primárias fósseis na termogeração representavam 6,9%; as fontes térmicas renováveis 3,1%; e a nuclear 1,5%⁷¹. O restante (88,5%) da energia elétrica foi gerado a partir do potencial hidráulico.

⁷¹ Desagregação referente à geração térmica em 2000 normalizado a partir de Patuscoe e&e. Inclui centrais elétricas de serviço público e autoprodutores.

A geração térmica de energia elétrica tem participado, nas últimas décadas, com parcelas inferiores a 10% da energia elétrica gerada. Com isso, as fontes primárias fósseis de energia na geração de eletricidade, no Brasil, contribuem para emissões atmosféricas mundiais de carbono de forma menos intensiva (em índices per capita) que a maioria dos países desenvolvidos.

Entretanto, as melhores oportunidades hidrelétricas do país provavelmente já foram exploradas, principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. O esgotamento do potencial hidrelétrico das bacias próximas dos grandes centros urbanos indica que, caso novas hidrelétricas de grande capacidade fossem construídas, estariam localizadas distante dessas áreas (há grande potencial energético a ser explorado na região Norte, principalmente na Bacia Amazônica), o que envolveria maiores custos de energia, devido ao aumento dos custos de transmissão da mesma e, possivelmente, restrições ambientais.

No curto prazo, o gás natural tornou-se uma alternativa importante para a necessária expansão da capacidade de geração de energia elétrica. As expectativas de rápido aumento da participação do gás natural na matriz energética conformam-se com a decisão estratégica governamental que, por meio da Petrobras, investiu na construção do gasoduto Bolívia-Brasil. Nesse contexto, o governo federal instituiu o chamado Plano Prioritário de Termelétricas - PPT, pelo decreto nº 3.371, de 24 de fevereiro de 2000. Por meio da portaria nº 43, de 25 de fevereiro de 2000, o Ministério de Minas e Energia definiu 49 centrais termelétricas integrantes do PPT⁷², totalizando uma capacidade nominal prevista de cerca de 16 GW.

De acordo com o decreto de sua criação, as usinas térmicas integrantes do PPT têm garantia de suprimento de gás natural, pelo prazo de até vinte anos, de acordo com as regras estabelecidas pelo Ministério de Minas e Energia; garantia da aplicação do valor normativo à distribuidora de energia elétrica, por um período de até vinte anos, de acordo com a regulamentação da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL; e garantia pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES de acesso ao Programa de Apoio Financeiro a Investimentos Prioritários no Setor Elétrico.

Combinado ao interesse privado na geração termelétrica, o desenvolvimento do uso energético do gás natural e a criação de um mercado consumidor, incluindo também a distribuição urbana para uso doméstico, deverá aumentar as reservas nacionais. Com isso, é esperado que a expansão ajuste-se ao crescimento da demanda e torne-se sustentável.

Embora represente maior impacto nas emissões de gases de efeito estufa do que as hidrelétricas, deve-se lembrar que a substituição de combustíveis fósseis por outros com menor teor de carbono constitui uma medida técnica para redução de emissões na geração termelétrica. O gás natural, por exemplo, tendo melhor eficiência de conversão que outros combustíveis fósseis, resulta em emissões mais baixas de CO₂ por unidade de energia gerada.

O perfil tecnológico que se configurar típico nos projetos de geração térmica virá definir qual a intensidade do aumento de emissões de carbono do setor elétrico brasileiro. As melhores opções técnicas disponíveis podem garantir ao uso de combustíveis fósseis na geração de energia elétrica o papel de elemento novo e promissor na diversificação da matriz energética nacional, ao mesmo tempo em que garantam um impacto reduzido sobre o meio ambiente.

⁷² Desde o lançamento, o PPT vem mudando: começou com 49 usinas, passou para 55 em 2001 e, em fevereiro de 2002, tinha 38. Projetos de usinas foram retirados do PPT por não avançarem no cronograma estabelecido pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL e não atenderem às determinações da Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica - GCE. Vale ressaltar que o cronograma de implementação das usinas contempladas no PPT original foi frustrado em boa medida pelo impasse gerado pelos riscos cambiais associados ao preço do gás natural, cotado em dólares e celebração de contratos de compra de energia elétrica a ser vendida em reais.

Não se deve esquecer que a diversificação da matriz energética brasileira, visando atender a crescente demanda, também deve contar com a importante participação de fontes renováveis de energia, principalmente fontes de biomassa, conforme já analisado neste trabalho (vide item 1.4), bem como a energia nuclear (vide item 2.6).

2.2 - PERSPECTIVAS DO GÁS NATURAL NO BRASIL E SEU PAPEL NA REDUÇÃO DO CRESCIMENTO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA

2.2.1 - A TRAJETÓRIA E A PARTICIPAÇÃO DO GÁS NATURAL NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

As reservas provadas de gás natural no Brasil cresceram abruptamente em meados da década de 1980, em virtude das descobertas de áreas de grande potencial de exploração na Bacia de Campos, litoral norte do estado do Rio de Janeiro. De 1980 a 1990, as reservas saltaram de 52.544 para 172.019 milhões de m³, como ilustra a tabela 19, perfazendo um crescimento anual de cerca de 12,5% no período. Na década de 1990, o contínuo desenvolvimento das atividades de exploração permitiu ampliar o total de reservas provadas de gás natural ao ritmo de 2,5% ao ano, até atingir, em 2000, o patamar de 220.999 milhões de m³.

A produção de gás natural no Brasil desenvolveu-se de forma semelhante, com uma dinâmica de crescimento expressivo de 19,9% ao ano no período 1980-85, mas de apenas 7,8% ao ano na década de 1990. Essa produção encontra-se fortemente condicionada à produção de petróleo, em virtude da presença de reservas associadas de gás e petróleo, sobretudo na Bacia de Campos, e do forte peso dos derivados básicos de petróleo na demanda energética das diversas atividades que compõem a economia nacional.

Tabela 19 - Evolução das Reservas Provadas e da Produção de Gás Natural no Brasil

Ano	Reservas Provadas (10⁶ m³)	Produção Anual (10⁶ m³)	Reserva/Produção (anos)
1980*	52.544	2.205	23,8
1985*	92.734	5.467	17,0
1990	172.019	6.279	27,4
1991	181.724	6.597	27,5
1992	192.534	6.976	27,6
1993	191.051	7.355	26,0
1994	198.760	7.756	25,6
1995	207.962	7.955	26,1
1996	223.764	9.156	24,4
1997	227.650	9.865	23,1
1998	225.944	10.833	20,9
1999	231.233	11.898	19,4
2000	220.999	13.328	16,6

% a.a. (1990-2000)	2,5	7,8	-
--------------------	-----	-----	---

Fonte: PETROBRAS/SERPLAN até 1998 e ANP, conforme Portaria ANP nº 009, de 21 de janeiro de 2000, para 1999 e 2000.

Nota: O valor total da produção inclui os volumes de gás reinjetado e queimas e perdas

* As reservas provadas dos anos de 1980 e 1985 foram calculadas utilizando-se os critérios de classificação da Petrobras até 1996, cuja metodologia baseava-se principalmente no aspecto técnico dos reservatórios. Os dados do período de 1990-97 foram obtidos por meio do critério de classificação da *Society of Petroleum Engineers/World Petroleum Congress - SPE/WSP*, adotado pela Petrobras em 1997, cuja metodologia dá igual ênfase aos aspectos técnicos e econômicos, incorporando a garantia de retorno econômico como parâmetro na determinação das reservas.

A relação entre as reservas provadas e a produção de gás natural em 2000 indica uma vida útil para essas reservas de 16,6 anos, desde que mantido o nível de produção atual. Ao longo da década de 1990, observa-se queda desse indicador com redução média anual da ordem de 5%, justificada em parte pela recente valorização do gás natural como fonte energética de alta qualidade, o que pressionaria a elevação da sua produção e o maior aproveitamento do mesmo para o consumo final.

A evolução do balanço do gás natural no país pode ser observada na tabela 20. Observa-se elevada taxa de queima em 1991, que apesar de ter se reduzida ao longo da década ainda permanece alta em 2000. Essas perdas devem-se, principalmente, ao gás associado ao petróleo, casos em que o aproveitamento do gás é determinado pela produção de petróleo, como ocorre na Bacia de Campos, principal produtora de petróleo do país. Deve-se acrescentar que, muitas vezes, a infra-estrutura para o acesso ao gás é custosa e inviabiliza seu aproveitamento, ou não é tecnicamente possível.

De acordo com análise da ANP, verifica-se um paradoxo nesse quadro: se por um lado a expansão inicial do gás natural no Brasil apoiou-se no crescimento da produção de gás associado ao petróleo, por outro, essa natureza associada tornou-se um importante fator limitador de sua expansão. De todo o gás produzido, mais de três quartos é associado, apenas 19,1% (em 2000) do gás nacional é de origem não associada. Esse perfil, acentuadamente dependente da produção de petróleo, explica o elevado índice de não aproveitamento de gás no Brasil. Contudo, em um mercado que vem apresentando continuada expansão nos últimos anos, inclusive viabilizando a importação de gás de países vizinhos, essa perda é fortemente questionada, ainda mais pelo desperdício de um recurso energético não renovável, que além de estar produzindo emissões, poderia estar substituindo outros energéticos mais agressivos ao meio ambiente.

Diante desse quadro, foram estabelecidas metas de aproveitamento do gás natural nacional. Para tal, a Petrobras definiu um Plano de Queima Zero (vide item 2.3) e a ANP passou a monitorar a utilização dos campos no país. Esse plano, criado em 1997, vem produzindo resultados, como verificado na tabela 20, e demandando investimentos em infra-estrutura e novas formas de escoamento da produção.

Tabela 20 - Balanço de Gás Natural no Brasil (10³ m³)

	1991	2000
Importação¹	-	2,211
Produção	6,291	13,328
Oferta Total	6,291	15,539
Reinjeção	1,141	2,729
Queimas e Perdas	1,715	2,370
Oferta Interna	3,435	10,440
Consumo próprio (Petrobras) ²	708	2,916
LGN ³	332	743

Versão Preliminar – Favor não citar e não fazer referência

Vendas	2,395	6,572
Ajustes	-	208

Fontes: ANP, 2001.

¹Refere-se à importação da Bolívia.

²Refere-se ao consumo próprio da Petrobras e produção nas unidades de processamento de gás natural - UPGN.

³Líquido de gás natural - LGN. Parcela de gás natural que se liquefaz nas UPGN's.

Apesar de o gás natural ainda ocupar uma posição secundária na matriz de produção e consumo de energia do país, a franca expansão experimentada por sua produção no período 1980-2000 só foi superada pela dinâmica de crescimento da produção de petróleo, como demonstra a tabela 21. Tal condição fez com que a participação do gás natural na produção de energia primária no país mais que duplicasse ao longo do período em questão, atingindo uma participação de 6% em 2000. Entretanto, em termos de oferta interna de energia primária, a participação do gás natural nesse ano limitou-se a apenas 3,7% do total, mesmo com a entrada do gás boliviano. Isso deve-se ao elevado volume de reinjeção (20% da produção) e também das queimas/perdas (18% da produção).

Tabela 21 - Evolução da Produção de Energia Primária no Brasil - 1980-2000 - 10³ tep

Ano	Petróleo	Gás Natural	Carvão Mineral	Urânio U ₃ O ₈	Hidráulica	Biomassa*	Total
1980	9.083	2.134	2.436	0	37.383	40.772	91.808
1985	27.493	5.292	3.459	992	51.729	52.653	141.618
1990	31.906	6.077	1.878	47	59.945	48.221	148.074
1991	31.518	6.386	2.064	0	63.157	48.204	151.329
1992	31.861	6.753	1.841	0	64.769	47.014	152.238
1993	32.551	7.120	1.789	0	68.169	46.302	155.931
1994	33.804	7.508	1.985	0	70.384	48.851	162.532
1995	34.907	7.700	1.998	0	73.632	47.073	165.310
1996	39.720	8.863	1.844	0	77.073	47.532	175.032
1997	42.777	9.511	2.129	0	80.902	49.895	185.214
1998	49.571	10.443	2.043	23	84.526	48.918	195.524
1999	55.252	11.517	2.060	0	84.936	48.974	202.741
2000	63.540	12.858	2.381	129	89.208	45.032	213.148
% a.a. (1980-2000)	10,22	9,4	-0,1	-	4,4	0,5	4,2

Fonte: MME, 2001, considerando 1 MWh = 0,29 tep.

Nota: * Inclui lenha, produtos da cana, lixo e outros resíduos vegetais.

Pode-se observar, a partir da tabela 22, que o desempenho do consumo final de gás natural ao longo das décadas de 1980 e 1990 foi bem superior ao consumo das demais fontes, atingindo um crescimento médio de 11,1% ao ano, ou seja, mais que o dobro da dinâmica de crescimento do consumo final de eletricidade, principal fonte da matriz brasileira de consumo. Nesse período, a participação do gás natural no consumo final de energia multiplicou-se por 4,5, atingindo uma participação de 3% do total consumido no país em 2000.

Tabela 22 - Evolução do Consumo Final de Energia no Brasil – 1980-2000 - 10³ tep

Ano	Derivados de Petróleo (1)	Gás Natural (2)	Carvão Mineral e Derivados (3)	Eletricidade	Biomassa (4)	Total
1980	52.001	860	4.457	35.584	34.800	127.702

Versão Preliminar – Favor não citar e não fazer referência

1985	47.080	2.176	7.708	50.334	42.892	150.190
1990	55.728	3.015	7.413	63.121	40.141	169.418
1991	56.246	3.028	8.829	65.358	40.206	173.667
1992	57.781	3.213	8.535	66.837	39.930	176.296
1993	59.948	3.540	8.981	69.938	39.633	182.040
1994	63.217	3.660	9.296	72.440	42.245	190.858
1995	67.512	3.829	9.543	76.793	41.148	198.825
1996	72.393	4.422	10.005	80.529	41.628	208.977
1997	78.053	4.803	10.291	85.460	42.988	221.595
1998	81.128	4.965	9.990	89.039	43.086	228.208
1999	81.102	5.488	9.569	91.262	43.667	231.088
2000	82.665	7.094	10.274	96.163	39.068	235.264
% a.a. (1980-2000)	2,34	11,13	4,26	5,10	0,58	3,10

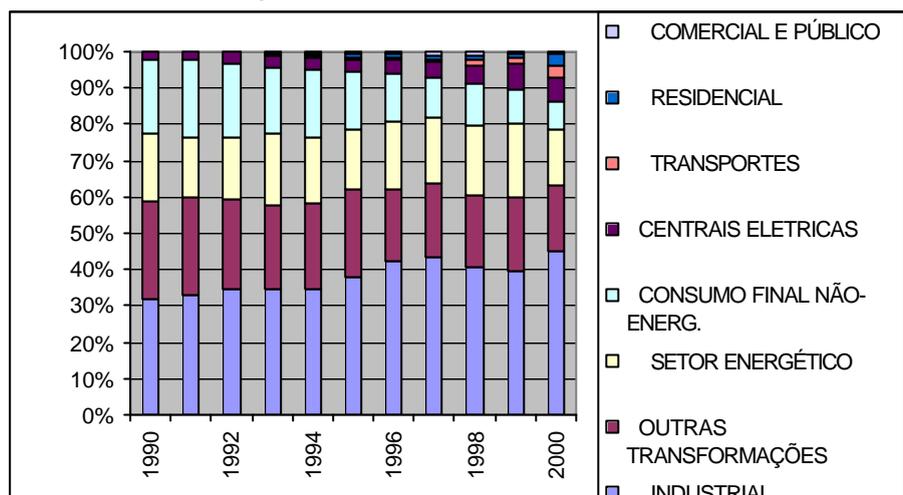
Fonte: MME, 2001.

Nota: (1) Inclui óleo diesel, óleo combustível, gasolina, GLP, nafta, querosene, gás canalizado, outras secundárias de petróleo e produtos não energéticos de petróleo. (2) Inclui gás natural “úmido” e gás natural “seco”. (3) Inclui carvão mineral, gás de coqueria, coque de carvão mineral e alcatrão. (4) Inclui lenha, bagaço de cana, outras fontes primárias renováveis, carvão vegetal e álcool etílico.

O setor industrial responde pela maior parcela das vendas de gás natural no Brasil, tendo sido responsável por 75% destas em 2000. A participação do setor de transporte aumentou significativamente entre 1990, quase nula, e 2000, quando representou 5%. A geração de energia elétrica também vem ganhando importância e já representa 10% das vendas, aproximadamente, cinco vezes o percentual de 1990.

Embora os demais setores tenham totalizado uma participação de 10% no consumo final energético de gás natural do País no ano de 2000, os impulsos experimentados pelos mesmos na década de 1990 foram muito significativos, alcançando altas taxas de crescimento, como é o caso do transporte que cresceu 66,2% nesse período. De certo, essas taxas podem ser justificadas em parte pelo impacto meramente aritmético que uma expansão inicial provoca no cálculo de variações relativas anuais. Por outro lado, não há dúvida de que elas espelham também o surgimento de novas perspectivas e oportunidades para o gás natural em determinados usos finais, como no caso da cocção e do aquecimento direto do setores residencial e de serviços ? em substituição ao gás manufacturado e ao GLP, ou no uso como combustível veicular no setor de transporte rodoviário.

Gráfico 7 - Distribuição do Consumo de Gás Natural



Fonte: BEN, 2001.

A penetração do gás natural no consumo final de energia, apesar de ainda incipiente, tem sido favorecida por políticas de estímulo ao seu uso nos diversos setores da economia em substituição às demais fontes, sobretudo às de origem fóssil, onde quer que o gás natural se apresente como opção energética mais eficiente e viável economicamente. Tais iniciativas orientam-se pelo consenso atual em torno do papel decisivo que o gás natural pode exercer na definição de um modelo de desenvolvimento sustentável para o país. Assim, com o uso do gás natural pretende-se, ao mesmo tempo, reduzir a dependência externa de petróleo e derivados, bem como seu peso na balança comercial, e evitar o uso de outras fontes mais intensivas em emissões de gases de efeito estufa e, portanto, o agravamento dos fenômenos climáticos decorrentes do aquecimento global.

2.2.2 - PERSPECTIVAS DE UTILIZAÇÃO DO GÁS NATURAL

As perspectivas de utilização de gás natural na geração termelétrica são promissoras e atraem um número cada vez maior de empreendedores interessados na exploração desse nicho energético. A disponibilidade de grandes reservas no país e o estabelecimento de condições para a importação de gás natural pela iniciativa privada – fruto do atual processo de liberalização do setor de hidrocarbonetos – aumentam a possibilidade da oferta de gás natural para o mercado interno no médio prazo, o que contribui de forma decisiva para a alocação de investimentos em centrais térmicas a gás.

Além de suas reservas provadas de gás natural, o Brasil conta com um vasto mercado fornecedor na América Latina, em particular nos países fronteiriços como a Bolívia, a Argentina e a Venezuela. Outra opção de reforço do abastecimento de gás no país é a importação de gás natural líquido - GNL, por via marítima, de países exportadores como a Argélia (com reservas de 4.520 bilhões de m³), a Nigéria (3.510 bilhões de m³), a Austrália (1.260 bilhões de m³) e Trinidad e Tobago (600 bilhões de m³).

Por meio da geração termelétrica, o gás natural atua tanto como um agente promotor da descentralização da operação do sistema elétrico, quanto como fator de integração energética do Brasil com os países vizinhos. Exemplo disso é a importação de gás natural para abastecer termelétricas nas regiões Sul e Sudeste, como a Usina Termelétrica de Uruguaiana de 600 MW, abastecida com gás da Argentina. Além disso, o suprimento de gás natural a usinas termelétricas é importante para viabilizar financeiramente a operação dos gasodutos em construção no país, garantindo níveis mínimos de consumo e, por conseguinte, o atendimento de potenciais centros consumidores de gás natural.

O papel estratégico assumido pelo gás natural na expansão da capacidade geradora dos autoprodutores, produtores independentes, e mesmo das concessionárias de serviço público privadas, também resulta em grande parte das suas vantagens comparativas frente ao óleo combustível e demais combustíveis fósseis utilizados na geração termelétrica, tais como o seu menor poder de corrosão, a redução na frequência de manutenção de equipamentos, o maior controle de queima no processo produtivo e a eliminação de estoques de combustíveis.

Acrescenta-se que as usinas termelétricas a gás natural e os sistemas de co-geração de energia trarão grandes benefícios à estabilidade do suprimento futuro de energia elétrica, devido à maior capacidade de adaptação da oferta à demanda, a partir da característica de modularidade dos mesmos e da rapidez de construção desses empreendimentos, além do melhor gerenciamento da curva de carga do sistema elétrico, que reduz a demanda de ponta do sistema, evitando a instalação de capacidade geradora adicional. Outra vantagem a destacar é a possibilidade da instalação próxima aos grandes centros de carga, poupando custos na transmissão e contribuindo para a redução dos níveis de perdas elétricas e para o aumento na confiabilidade da operação.

De acordo com estimativas do governo brasileiro⁷³, as oportunidades de inserção do gás natural nos diversos setores da economia devem elevar a participação dessa fonte na matriz energética brasileira dos atuais 2,6% para 12% no ano 2010.

Pelo lado da demanda, o gás natural mostra grande versatilidade, adaptando-se a uma ampla gama de aplicações, que inclui a produção de GLP e de gasolina natural, a substituição do GLP e do gás manufacturado no uso residencial, comercial, industrial e outros, o emprego como matéria-prima na indústria petroquímica e de fertilizantes, a substituição de óleo diesel nas frotas de ônibus e de utilitários de serviços públicos, a substituição de derivados de petróleo na indústria e a geração de calor industrial.

Porém, entre as principais tendências de penetração do gás está o seu uso como combustível na geração termelétrica, fator determinante para reduzir o risco de possíveis restrições na oferta de eletricidade em períodos hidrológicos desfavoráveis. Essa tendência concretizou-se com o Programa Prioritário de Geração Termelétrica - PPT do governo federal, elaborado com o objetivo de incentivar a geração termelétrica.

No que tange à sustentabilidade global, a substituição de derivados de petróleo e de outros combustíveis fósseis pelo gás natural é positiva, uma vez que a emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa provenientes da utilização do gás natural é menor. Essa mudança é esperada, principalmente, nos setores de transporte e industrial. Contudo, na geração de energia elétrica, onde a grande participação da energia hidráulica confere ao País condições favoráveis em relação à emissão de gases de efeito estufa, o significativo aumento da participação da geração termelétrica previsto para os próximos anos, aportará novos elementos para o debate das questões ambientais, relativas à expansão da oferta de energia elétrica, pelo aumento significativo das emissões de gases de efeito estufa.

2.2.3 - EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA PROVENIENTES DE TERMELÉTRICAS A GÁS NATURAL VIS-A-VIS TERMELÉTRICAS A ÓLEO COMBUSTÍVEL

A expansão da geração termelétrica convencional no país introduzirá mudanças qualitativas no conjunto de externalidades ambientais do setor elétrico. Entretanto, com a multiplicação do número de plantas termelétricas, cada vez mais o foco das atenções deslocar-se-á para a questão do controle da

⁷³ Comissão do Gás Natural, portaria nº 9, de 16 de setembro de 1991, da Secretaria Nacional de Energia.

qualidade do ar, em virtude das emissões de poluentes, como os óxidos sulfúricos (SO₂ e SO₃), óxido e dióxido de nitrogênio (NO e NO₂), dióxido de carbono (CO₂), partículas de carbono (C), monóxido de carbono (CO), e metais pesados, todos originários da combustão incompleta (à exclusão do CO₂) de combustíveis fósseis e de suas impurezas, além de outros derivados de reações secundárias ocorridas na atmosfera, como o ácido sulfúrico (H₂SO₄) e o ácido nítrico (HNO₃).

Espera-se um recrudescimento das reivindicações ambientais da sociedade civil, visando aplacar a gravidade dos impactos da concentração dessas substâncias no ar. Entre os impactos mais importantes encontram-se tanto os efeitos nocivos à saúde da população, que incluem desde doenças pulmonares e cardiovasculares até o aumento da incidência de processos cancerígenos, quanto o surgimento de novos fenômenos atmosféricos, como a chuva ácida, formada pela queda do pH da água da chuva por meio da sua contaminação por ácido sulfúrico ou nítrico.

Porém, são os impactos decorrentes das mudanças climáticas globais que mais impõem obstáculos ao crescimento da termelétricidade no país. Tais limitações de ordem ambiental certamente refletir-se-ão nos custos e na viabilidade técnicoeconômica da implantação de usinas termelétricas convencionais, exigindo um aperfeiçoamento dos padrões tecnológicos empregados atualmente. Diante desse quadro, o uso do gás natural em substituição às demais fontes de origem fóssil tradicionalmente empregadas na geração termelétrica, apresenta-se entre as fontes fósseis como a alternativa mais adequada ao pleno desenvolvimento da termelétricidade no país, pois permite incrementar a eficiência energética de geração e, principalmente, mitigar grande parte dos impactos adversos causados pelas outras fontes fósseis ao meio ambiente.

Com efeito, a comparação das emissões de carbono contido no CO₂, baseada unicamente nas características químicas dos combustíveis e nos seus conteúdos energéticos, mostra que a queima de gás natural emite 218 mg C/kcal, possibilitando uma redução de 44,5% em relação à emissão proveniente da queima de carvão europeu, que corresponde a 393 mg C/kcal. Em relação ao óleo combustível pesado, que emite 307 mg C/kcal, a queda das emissões proveniente da adoção do gás natural situa-se em 29,0%. Em contrapartida ao uso do óleo combustível leve (290 mg C/kcal), a queima de gás natural permite uma redução de 24,8% da emissão total de carbono.

Esses resultados diferem um pouco das emissões calculadas com base na energia elétrica gerada, que dependem também da eficiência dos padrões tecnológicos empregados nas plantas termelétricas. Não obstante, o gás natural mantém-se como alternativa real de redução do ritmo de crescimento das emissões de gases responsáveis pelo efeito estufa, apresentando coeficientes de emissão de gás carbônico por kWh gerado inferiores aos do óleo combustível e do carvão mineral na geração termelétrica nas principais tecnologias utilizadas ? quais sejam, o ciclo a vapor convencional, a turbina a gás e o ciclo combinado, conforme indica a tabela 23.

Comparada à queima de óleo combustível, a opção pelo gás natural possibilita a redução de 27% na emissão total de gás carbônico nas usinas projetadas com tecnologia de geração baseada no ciclo a vapor convencional. Nos empreendimentos com turbinas a gás, a queda nas emissões de CO₂ obtida com o emprego do gás natural em substituição ao óleo combustível atinge 31%. Para a geração termelétrica oriunda de ciclo combinado, a substituição de fontes energéticas proposta acima implicaria na redução de 28% das emissões de CO₂.

Tabela 23 - Comparação de Emissões de Poluentes entre Alguns Combustíveis e Tecnologias de Geração Termelétrica – Emissão Específica por Unidade de Energia Gerada (g/kWh)

	Gás Natural	Óleo Combustível	Carvão Mineral
--	-------------	------------------	----------------

Ciclo a Vapor		Pesado	Leve	Europeu	Colombiano	Nacional (média)
Convencional						
CO ₂	493	675	n.a.	872	859	590-1.248
SO ₂	0	16,9	n.a.	6,2	5,7	5,7-68
Material Particulado	0	0,09	n.a.	32,1	24,2	119-390
Turbina a Gás						
CO ₂	622	n.a.	900	n.a.	n.a.	n.a.
SO ₂	0	n.a.	2,2	n.a.	n.a.	n.a.
Material Particulado	0	n.a.	0	n.a.	n.a.	n.a.
Ciclo Combinado						
CO ₂	438	n.a.	607	n.a.	n.a.	n.a.
SO ₂	0	n.a.	1,5	n.a.	n.a.	n.a.
Material Particulado	0	n.a.	0	n.a.	n.a.	n.a.

Fonte: ROSA, L.P., SCHECHTMAN, R., 1996.

Nota: Considerou-se eficiências com base no poder calorífico superior - PCS. No ciclo a vapor convencional, considerou-se a eficiência de 38,1% para o gás natural, 39,2% para o óleo pesado, 38,8% para carvões europeu e colombiano e 33% para os carvões nacionais. Na turbina a gás e no ciclo combinado, adotaram-se respectivamente as eficiências de 30,1% e 42,7% para o gás natural, e de 27,7% e 41,1% para o óleo leve.

Outra característica importante do gás natural, também observada na tabela 23, que demonstra sua baixa agressão ao meio ambiente, é a ausência de emissão de dióxido de enxofre (SO₂) e de materiais particulados resultantes dos inertes contidos nos combustíveis, que são tipicamente encontrados como subprodutos da queima do carvão mineral e, em menor quantidade, do emprego de óleo combustível pesado.

Porém, a eficácia do gás natural na redução das emissões de gases contaminantes e na quebra das barreiras impostas pelos impactos ambientais relacionados ao efeito estufa, depende de um controle rigoroso de suas perdas, pois o metano (CH₄), componente do gás natural, quando liberado para a atmosfera, por meio de vazamentos ou da queima incompleta, também contribui para esse fenômeno com intensidade superior à do gás carbônico (CO₂).

2.3 - PROGRAMAS DA PETROBRAS PARA MELHORAR O APROVEITAMENTO DO GÁS NATURAL NA BACIA DE CAMPOS

A Bacia de Campos é a principal região produtora do Brasil, respondendo por cerca de 80% do petróleo nacional. Ela estende-se desde o litoral do estado do Espírito Santo, passando por todo o estado do Rio de Janeiro, até chegar ao estado de São Paulo. A liderança no desenvolvimento da tecnologia de produção em águas profundas empregada nesses campos de petróleo é motivo de vários prêmios e de reconhecimento internacional.

Devido ao aumento da produção nessa região e com a perspectiva do crescimento do mercado de gás natural, foi criado, em 1997, o Projeto Queima Zero - PQZ, composto por ações para melhorar o

aproveitamento do gás na Bacia de Campos. O projeto têm por objetivo aumentar a disponibilidade de gás ao mercado, melhorar o aproveitamento do recurso energético e reduzir a emissão de poluentes⁷⁴.

O PQZ foi o primeiro projeto totalmente coordenado pela Exploração e Produção da Bacia de Campos, com investimentos da ordem de US\$ 177,4 milhões aplicados na adequação e modernização do sistema de compressão da Bacia. Dentre outras ações, consta do projeto a aquisição de dez novos compressores, bem como a implantação de melhorias nos existentes. Suas ações estão distribuídas em 17 plataformas do litoral fluminense. Um projeto pioneiro e importante para a estratégia de aproveitamento de gás, que também faz parte do PQZ, é a injeção de gás para armazenamento, que visa garantir a estabilidade da oferta de gás para o mercado. O PQZ, financiado por bancos e empresas japonesas, já está com 89% de seu escopo implantado e sua conclusão está prevista para 2003.

Com a implantação das ações em andamento, estima-se a redução da queima de gás em cerca de 6,2 milhões de m³/d em 2001, para volumes da ordem de 3,4 milhões de m³/d em 2005. Essa redução de metade da queima está ocorrendo em paralelo a um aumento de quase 100% na produção, que vai passar de 15,9 milhões m³/d em 2001 para 27,5 milhões m³/d em 2005. Assim, a melhoria no processo é da ordem de 400% no período, fazendo com que os indicadores de aproveitamento de gás, que já são comparáveis a outros países, como os EUA e México, atinjam valores de *benchmark* a nível mundial.

Enormes benefícios justificam a implementação do projeto: aproveitar melhor a energia originada do gás associado à produção de petróleo; disponibilizar mais gás para a geração de energia elétrica por meio do programa de termelétricas desenvolvido pelo governo federal; contribuir para a meta governamental de aumentar a participação do gás na matriz energética brasileira e reduzir a emissão de poluentes, tais como monóxido de carbono e compostos de nitrogênio; e reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

Outra ferramenta importante para garantir a redução da queima de gás é o Plano Diretor do escoamento de Gás - PDEG. Esse plano tem por objetivo identificar restrições no sistema de movimentação de gás, antevendo-se dessa forma potenciais problemas que possam inviabilizar o escoamento de gás a ser produzido na Bacia de Campos. De acordo com tal plano, são feitas análises, para um período de 20 anos, de toda a complexa malha de movimentação de gás, incluindo-se compressores de alta e baixa pressão, gasodutos e capacidade de processamento de gás das plataformas existentes e futuras. Essa malha de escoamento analisa quase meia centena de plataformas e mais de 1.000 km de gasodutos.

Da perspectiva da mudança global do clima, o Programa de Queima Zero é de especial importância, considerando que entre 2002 e 2005 o programa evitará que aproximadamente 15 milhões de toneladas de CO₂ sejam emitidas para a atmosfera.

2.4 - REDUÇÃO DAS EMISSÕES FUGITIVAS DE METANO NA DISTRIBUIÇÃO DO GÁS NATURAL EM SÃO PAULO

⁷⁴ Em 2001, o PQZ foi ampliado e complementado com outras ações, sendo então criado o Plano de Otimização de Gás - POAG. O POAG surgiu no ano de 2001 e absorveu o PQZ, já que é mais amplo e tem os mesmos objetivos. O plano inclui a instalação de novos compressores, repotenciamento de outros existentes e a mudança do sistema de elevação de petróleo em alguns poços, passando de gás-*lift* para bombeio centrífugo, liberando assim capacidade de compressão para a exportação de gás ao continente. Também fazem parte do POAG ações visando a revisão de procedimentos, o controle de estoques e o treinamento de pessoal. Os investimentos desse projeto superam a marca dos 200 milhões de dólares.

As emissões fugitivas de gás natural canalizado em sistemas de distribuição ocorrem sobretudo nas tubulações, por meio de vazamentos nas juntas e componentes. Ocorrem ainda por meio de acidentes e no ponto final de consumo, tanto residencial quanto comercial ou industrial.

Em 2005, com um mercado estimado de 90 milhões de m³/d de gás natural, o país poderá estar desperdiçando o equivalente ao consumo de uma termelétrica de 1.000 MW, representando não apenas prejuízo econômico, mas também considerável custo ambiental devido ao metano fugitivo e seu impacto no aquecimento global.

A Companhia de Gás de São Paulo - Comgas vem implementando medidas para reduzir as emissões de gás metano no sistema de distribuição de gás natural canalizado, concentrando-se no combate ao desperdício que ocorre no sistema, tanto na rede quanto no ponto final ao consumidor residencial e não-residencial.

A Comgas elaborou um inventário das emissões fugitivas de metano nos sistemas de distribuição de gás natural canalizado no Brasil, realizado em 1997, segundo a metodologia do IPCC, conforme recomendação do MCT. Esse inventário norteou as ações da Comgas na redução de vazamentos no sistema, contribuindo assim para a redução das emissões de metano para a atmosfera.

Não há medições relativas ao monitoramento de emissões fugitivas de gás canalizado. Para que se possa avaliar os avanços nas ações de redução de emissões, é fundamental que se implemente o monitoramento de forma contínua e consistente. Assim, a realização do inventário é, de fato, uma etapa fundamental para o início de um processo de longo prazo.

Desde que foi privatizada em 1999, a empresa conseguiu reduzir a parcela do gás não-contabilizado de 5,2% para 2,05%, principalmente por meio da renovação das redes, substituindo tubos de ferro fundido ? que datam do início das atividades da distribuidora, no final do século XIX ? por tubos de polietileno, os quais, além de serem mais fáceis de instalar, minimizam as perdas no sistema, com níveis maiores de vedação e durabilidade. Dos cerca de 1.000 km da rede de ferro fundido herdadas na privatização, a meta é substituir 398 km até o fim da concessão, em 2009.

Para os sistemas instalados em aço ou polietileno, a manutenção periódica é eficaz no controle de vazamentos, dando-se atenção especial às instalações singulares (válvulas, estações de regulagem de pressão, conjuntos de medição, etc.).

Além disso, vazamentos de pequena magnitude podem não ser percebidos pelo odor. Nesse caso, um equipamento, consistindo de um veículo ao qual é acoplado coletores de ar, é utilizado em análise "on line" para verificação da quantidade de gás presente no ar. Detectado o vazamento, o "by pass" é aplicado em atividades de manutenção programada, ou seja, sempre que houver a possibilidade técnica, o gás contido em um determinado trecho é transferido para outro, sem purga para a atmosfera.

Conforme resultados da pesquisa para o inventário de emissões fugitivas de gás natural canalizado provenientes do sistema de distribuição, o valor encontrado para o Brasil é praticamente desprezível no balanço total de emissões antrópicas anuais de metano no mundo.

Entretanto, medidas adicionais para controle de emissões dessa natureza são desejáveis, entre as quais, pode-se citar:

- ? implantação e operação do sistema de gerenciamento de riscos, de forma a reduzir vazamentos por acidentes ou, caso ocorram, que possam ser contidos em tempo;
- ? realização de operações de manutenção ou de manobras na rede em que seja necessário esvaziamento de trecho de tubulação para evitar purga de gás na atmosfera;

- ? programa de manutenção continuada de equipamentos da rede;
- ? campanhas educativas junto a consumidores residenciais, industriais e comerciais;
- ? apoio técnico aos consumidores para regulagem de equipamentos de queima e manutenção da rede interna; e
- ? programa de recuperação de redes em ferro fundido.

2.5 - PROGRAMAS NO ESTADO DE SÃO PAULO PARA REDUÇÃO DAS EMISSÕES VEICULARES NO TRANSPORTE URBANO

Na década de 1990, a Região Metropolitana de São Paulo - RMSP esteve sujeita a episódios agudos de poluição do ar, especialmente durante o inverno, devido à combinação de emissões poluentes e condições climáticas desfavoráveis à dispersão, acarretando sérios problemas à saúde pública. Desde 1981, a preocupação com as emissões veiculares vem aumentando devido à crescente concentração de CO e partículas suspensas na atmosfera. No final dos anos 1980, tornou-se evidente que o fenômeno estava associado às emissões veiculares, sendo necessário tomar providências urgentes.

Em 1996, o governo do estado de São Paulo, por meio da SMA, implementou uma política mais agressiva no combate à poluição atmosférica causada por fontes móveis, sobretudo veículos de passeio. Uma série de estratégias foram adotadas para conscientizar a população sobre a relação entre o uso do automóvel particular, a poluição do ar e a saúde humana. Visando a melhoria da qualidade do ar na RMSP, medidas mais enérgicas foram aplicadas no controle de emissões veiculares a partir da legislação pertinente, tendo como base os preceitos da Agenda 21, principalmente o princípio de precaução e o do poluidor-pagador. O conjunto de políticas iniciadas com a Campanha “Respira São Paulo” resultou em projeto de lei (Da Política Estadual de Controle da Poluição Veicular e Transporte Sustentável), encaminhado à Assembléia Legislativa em 1997.

Operação Inverno

Trata-se de um conjunto de ações preventivas e corretivas desenvolvidas desde 1976, visando proteger a saúde da população e que são intensificadas no período de maio a setembro devido às condições meteorológicas⁷⁵, ou durante os episódios agudos de poluição, de acordo com os padrões estabelecidos pelas normas vigentes.

Operação Rodízio

A Operação Rodízio, realizada de 1995 a 1998, consistiu na restrição à circulação de aproximadamente 20% da frota de veículos em São Paulo e em mais nove municípios da RMSP, nos meses de inverno, quando há maior dificuldade de dispersão de poluentes na atmosfera. Com a retirada desses veículos e o conseqüente aumento da fluidez do tráfego, estima-se que as reduções nas emissões totais de CO da frota tenham atingido 19% até 1998. Outro aspecto importante da Operação Rodízio foi a conscientização da população sobre a relação entre qualidade do ar e uso do transporte, além de gerar pressão para que as autoridades investissem na expansão e melhoria da qualidade dos transportes públicos.

⁷⁵ Inversões térmicas, calmaria e estiagem dificultam o processo de renovação do ar, agravando a poluição.

Tabela 24 - Dados sobre redução de monóxido de carbono CO, calculados a partir de estimativas de frota circulante e emissão (ton/dia)

Motivo/Período	1996	1997	1998
Devido à diminuição de veículos em circulação	329,1	319,4	273,9
Devido ao aumento na fluidez do tráfego	200,2	189,2	174,9

Fonte: CETESB/SMA, 1999.

Tabela 25 - Redução Total de CO (em toneladas) na Operação Rodízio

Rodízio	Data de Início	Data do Fim	Toneladas
1996	05/08	30/08	10.586
1997	23/06	26/09	42.460
1998	04/05	25/09	55.070

Fonte: CETESB, 1999.

Rede telemétrica

A CETESB investiu um milhão de dólares na reforma e ampliação da rede telemétrica, composta de 25 estações, que monitora a qualidade do ar na RMSP e em Cubatão. A empresa voltou a medir poluentes, como NO₂, que desde 1992 não estavam sendo avaliados. O CO que antes era medido em apenas cinco estações, passou a ser monitorado por oito.

Conversão dos ônibus movidos a diesel para gás natural veicular - GNV

Em 1991, foi promulgada uma lei municipal na RMSP que determinava a substituição de ônibus ou motores do ciclo diesel por outros alimentados a gás metano veicular (gás natural), em toda a frota de transporte coletivo no prazo de dez anos.

Ao longo dos dez anos que se seguiram ao marco legal, tentou-se achar o melhor formato para executá-lo, promulgando-se outras leis e decretos visando a adequação e a flexibilização da lei original. Durante esse processo, muitas medidas foram tomadas pela Prefeitura de São Paulo no intuito de cumprir a legislação. Nessa linha, algumas empresas do sistema de transporte fizeram aquisições e adaptações dos ônibus, chegando a uma frota com um total em torno de 250 ônibus movidos a GNV, num total de 12.000 ônibus⁷⁶.

Melhoria tecnológica dos combustíveis

A melhoria dos combustíveis brasileiros tem feito parte dos esforços de integração de políticas para a melhoria da qualidade do ar. Importantes instituições, tais como Petrobras, Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores - ANFAVEA e IBAMA, além das Secretarias Estaduais de Meio Ambiente e outras entidades ligadas à produção de combustíveis, foram envolvidas no processo de definição de padrões de qualidade para os combustíveis. Resultados expressivos incluem a melhoria das especificações técnicas dos combustíveis.

Como resultado dessas medidas, pode-se registrar ganhos ambientais significativos, como a redução de 80% nas concentrações ambientes de chumbo, a viabilização do uso dos catalisadores que

⁷⁶ No final de 2001, foi promulgada uma nova lei que desobrigou a substituição dos ônibus movidos a diesel para GNV, havendo, portanto, uma mudança de foco: a preocupação não mais residirá sobre o combustível usado, mais sim, sobre os gases emitidos, tendo por base as resoluções do Conama (vide item 7.5.) para as emissões dos veículos automotores do ciclo diesel.

diminuem em cerca de 90% as emissões de poluentes e a manutenção das concentrações ambientais de óxidos de enxofre abaixo dos limites legais. Verificou-se ainda, a partir de dados comparativos obtidos por meio da rede telemétrica, uma ligeira melhora em termos do ozônio e uma pequena redução em termos de partículas inaláveis PM10. As reduções mais significativas referem-se aos níveis de CO: houve uma melhora de 10,8% dessas emissões comparando-se aos números de cinco anos anteriores.

2.6 - O PAPEL DA ENERGIA NUCLEAR NA REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO BRASIL

2.6.1 - O SETOR ENERGÉTICO BRASILEIRO E A ENERGIA NUCLEAR

No final de 2000, a capacidade instalada no país correspondia a 74.903 MW⁷⁷, sendo 88,5% desse total fornecidos por usinas hidrelétricas. Com duas unidades em operação (Angra 1 e 2, respectivamente com potências de 657 e 1.309 MW), a energia nuclear responde por 1,5% da capacidade instalada total no país. Embora modesta sob a perspectiva nacional, essas usinas nucleares são importantes para o abastecimento local do estado do Rio de Janeiro, que é o segundo estado mais importante do país em termos de formação do PIB.

Já para 2006, o Plano Decenal prevê que a capacidade instalada esteja por volta de 98.000 MW, sendo que 81% em usinas hidrelétricas, e 3,5% em usinas nucleares (Angra 1, 2 e 3⁸ totalizando 3.275 MW).

2.6.2 - ASPECTO INSTITUCIONAL DO SETOR NUCLEAR

Em 1997, a área nuclear de FURNAS, a empresa responsável pela maior parte do suprimento de eletricidade na região mais desenvolvida do Brasil, fundiu-se com a empresa estatal de engenharia - Nuclebrás Engenharia - NUCLEN, responsável pelo projeto, gerenciamento da construção e licitação de equipamentos para usinas nucleares. A nova empresa, chamada Eletrobras Termonuclear S.A. - Eletronuclear, é responsável pelo projeto, licitação, acompanhamento de equipamentos nacionais e estrangeiros, gerenciamento de construção, montagem e comissionamento de usinas nucleares e é a única proprietária e operadora de usinas nucleares no país. Além disso, é responsável pela aquisição do *know-how* necessário e promoção da indústria privada. Outros atores do setor nuclear são a Eletrobras, pela coordenação e financiamento do programa elétrico no país; a Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, a autoridade de licenciamento; as Indústrias Nucleares do Brasil - INB, fornecedora de combustível; a Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A. - NUCLEP, fabricante brasileira de componentes pesados; as empresas privadas brasileiras de engenharia e os fornecedores privados brasileiros de equipamento mecânico e elétrico.

2.6.3 - A CONTRIBUIÇÃO DA ENERGIA NUCLEAR NA REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA

⁷⁷ Inclui 3.442 MW de autoprodutores.

⁷⁸ O Conselho Nacional de Planejamento Energético - CNPE aprovou na reunião de 5 de dezembro de 2001 a execução de estudos sobre a construção de Angra 3, que está com parte da obra pronta.

A energia nuclear não emite diretamente gases de efeito estufa (dióxido de carbono, metano, óxido nítrico, hidrofluorcarbonos e outros) nem qualquer gás que provoque chuva ácida (anidrido sulfuroso, óxidos de nitrogênio). Além do mais, não emite nenhum metal carcinogênico, teratogênico e mutagênico (Arsênio, Mercúrio, Chumbo, Cádmio, etc.) como o fazem as opções que utilizam combustíveis fósseis. A utilização da energia nuclear também não emite gases ou partículas que provocam *smog* nas cidades ou a destruição da camada de ozônio.

Embora seja a terceira maior geradora de eletricidade no mundo, evitando a emissão de consideráveis quantidades de dióxido de carbono e poluentes, a energia nuclear tem sido considerada pela população em geral mais como uma ameaça ambiental do que uma fonte ilimitada de energia, como esperado no início do seu desenvolvimento tecnológico. O impacto ambiental de usinas termonucleares tem sido muito enfatizado nas últimas décadas, constituindo-se em grande preocupação dos movimentos ambientalistas. Além de uma remota, mas não desprezível, possibilidade de contaminação do solo, do ar e da água por radionucléidos, o aquecimento das águas do corpo receptor pela descarga de efluentes representa um risco para o meio ambiente local.

Além dos constantes cuidados em relação à segurança e dos altos custos de disposição dos rejeitos nucleares, há quem aponte restrições de ordem econômico-financeira em relação às usinas termonucleares. Os reatores nucleares não atendem à tendência do mercado liberalizado da energia, no qual são favorecidas as tecnologias de geração que viabilizam plantas de menor capacidade e de construção mais rápida e barata.

Aqueles que defendem o uso da energia nuclear sustentam que a energia nuclear é a única tecnologia energética que trata, gerencia, contém e isola seus resíduos para proteger completamente a saúde humana e o meio ambiente. Soluções para a deposição final de resíduos radioativos de níveis baixo, médio e alto existem e estão em uso em vários países.

Ademais, as tecnologias de gerenciamento e de disposição de resíduos estão em contínuo avanço, incluindo transmutação e reciclagem de combustível. A implementação dessas tecnologias aperfeiçoadas poderia ajudar a aumentar a aceitação pública da energia nuclear. Além disso, devido ao fato de a energia nuclear ser uma forma altamente concentrada de energia, as usinas de energia nuclear e as instalações de ciclo do combustível não precisam de grandes áreas. Assim, o impacto ambiental da energia nuclear sobre a terra, as florestas e as águas é mínimo e não requer o remanejamento de grandes populações.

Contudo, os fatos mostram que desde que entrou em operação Angra 1, em 1984, até o fim de 2000, foram gerados aproximadamente 33.000 GWh de eletricidade de origem nuclear. No período 1984-2000, as emissões evitadas de CO₂, utilizando as mesmas hipóteses do item 1.3.3 para a substituição da energia nuclear gerada no período, seriam no cenário I da ordem de 9,6 milhões de t de CO₂ e no cenário II da ordem de 24 milhões de t de CO₂. Essas emissões evitadas ainda aumentariam se a cadeia energética completa, da mineração/extração à queima de combustível, incluindo o transporte, fosse considerada.

Considerando o exposto, deve-se vislumbrar o uso da energia nuclear como uma opção a ser considerada para a produção de energia com o mínimo risco de aquecimento global.

3 - PESQUISA E OBSERVAÇÃO SISTEMÁTICA

Em conformidade com o artigo 4.1 (g) da Convenção, várias pesquisas e atividades de observação sistemática relacionadas com a problemática da mudança do clima vêm sendo desenvolvidas no país.

Nesse contexto, equipes de pesquisadores brasileiros estão participando do esforço internacional de programas mundiais de pesquisa relacionada à mudança do clima, como o Sistema de Observação do Clima Global - GCOS, o Sistema de Observação Oceânica Global - GOOS, o Pirata - *Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic*, entre outros.

Dentre as iniciativas de pesquisa lideradas pelo Brasil, destaca-se o Experimento de Grande Escala Biosfera-Atmosfera na Amazônia - LBA, que visa ampliar a compreensão do funcionamento climatológico, ecológico, biogeoquímico e hidrológico da Amazônia, do impacto das mudanças dos usos da terra nesse funcionamento e das interações entre a Amazônia e o sistema biogeofísico global da Terra.

Os projetos realizados no âmbito do Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais Úmidas no Brasil - PPG7 e a elaboração de modelos regionais de mudança do clima são outras exemplos de pesquisas de grande relevância que estão sendo desenvolvidas no país. Destacam-se, ainda, as pesquisas relacionando glaciologia e mudança do clima.

Finalmente, o capítulo analisa a “Proposta Brasileira”, ou seja, o documento do Brasil intitulado “Elementos propostos de um protocolo para a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, apresentado pelo Brasil em resposta ao Mandato de Berlim”, submetido em maio de 1997, e que pretende promover uma mudança de paradigma ao definir um critério objetivo para avaliar a responsabilidade de cada país em causar a mudança do clima, em termos da responsabilidade relativa e diferenciada de cada país ao contribuir historicamente, por meio de emissões de gases de efeito estufa de origem antrópica, desde a Revolução Industrial, com o aumento de temperatura da superfície terrestre.

Assim, verifica-se que o país está promovendo e cooperando em pesquisas científicas e em observações sistemáticas visando esclarecer, reduzir ou eliminar as incertezas ainda existentes em relação às causas, aos efeitos, à magnitude e à evolução no tempo da mudança do clima.

3.1 - PROGRAMA MUNDIAL DO CLIMA

Várias iniciativas de pesquisa internacionais, geralmente realizadas sob os auspícios da Organização Meteorológica Mundial - OMM e do IPCC, são desenvolvidas em nível mundial. Tendo em vista a complexidade das pesquisas climáticas, é necessária uma abordagem global do tema e o envolvimento de pesquisadores espalhados por todo o globo.

Assim, várias instituições de pesquisas e pesquisadores brasileiros estão participando de um esforço global, por meio de uma série de programas e projetos internacionais, para uma melhor compreensão da situação presente e as perspectivas futuras do clima no planeta, conforme apresentado a seguir:

Quadro 2

Programa/Projeto Internacional	Atividades	Instituições / Responsáveis
Monitoramento e Coleta de Dados Internacionais		
Sistema de Observação do Clima Global - GCOS	Assegurar a aquisição de informações para o monitoramento, detecção da mudança do clima e resposta a ela, aplicar essas informações para o desenvolvimento socioeconômico e pesquisar uma melhor compreensão, modelagem e previsão do clima	INMET (C.Athayde) INPE/CPTEC (C. Nobre)
Sistema de Observação Oceânica Global - GOOS	Coletar, analisar e divulgar dados e informações dos oceanos, da região costeira e de mares fechados e semifechados, a fim de permitir previsões confiáveis das condições oceânicas e atmosféricas, além de facilitar o gerenciamento da região costeira e prover as necessidades de pesquisa sobre as mudanças do meio ambiente global.	DHN – Marinha (J. Romaguera Trotte)
Programa Mundial de Pesquisa sobre o Clima		
Experimento Global de Energia e Ciclo da Água - GEWEX	Estudar os processos atmosféricos e termodinâmicos que determinam o ciclo hidrológico global, seu equilíbrio e seu ajustamento às mudanças globais.	INPE/CPTEC (J. Marengo) USP (P. Silva Dias e M. A. Dias)
Previsibilidade e Variabilidade Climática - CLIVAR	Investigar a variabilidade do sistema climático da terra e tentar prever essas variações, por meio do monitoramento das variações das condições da superfície (temperatura do mar, umidade do solo e vegetação, neve e cobertura de gelo), as quais afetam o clima atmosférico.	INPE/CPTEC (J. Marengo e C. Nobre) USP (P. Silva Dias) UFPR (A. Grimm)
Processos Estratosféricos e seu papel sobre o Clima	Concentrando-se na interação dos processos dinâmicos, radioativos e	INPE (V. Kirchoff)

- SPARC	químicos, objetiva a construção de uma referência climatológica estratosférica e o melhoramento da compreensão das tendências da temperatura, ozônio e vapor de água na estratosfera.	
Estudo do Sistema do Clima Ártico - ACSYS	Compreender as variações do Oceano Ártico e as mudanças que incluem os processos mar-gelo.	INPE (A. Setzer)
Programa Internacional Geosfera-Biosfera		
Mudança Global em Ecossistemas Terrestres - GCTE	Entender como as mudanças globais vão afetar os ecossistemas terrestres.	INPA (Niro Higuchi)
Química Atmosférica Global Internacional - IGAC	Entender como é regulada a química da atmosfera e qual o papel dos processos biológicos na produção e consumo dos gases presentes em pequenas quantidades na atmosfera.	USP/Instituto de Física (Paulo Artaxo)
Mudanças Globais Passadas - PAGES	Descobrir quais foram as mudanças climáticas e ambientais significativas que ocorreram no passado e quais foram suas causas.	INPE/CPTEC (J. Marengo)
Análise Global, Interpretação e Modelagem - GAIM	Desenvolver modelos prognósticos compreensivos do sistema biogeoquímico global e associar esses modelos com os do sistema climático.	INPE/CPTEC (C. Nobre)
Capacitação		
Sistema de Mudança Global para Análise, Pesquisa e Treinamento - START	Desenvolver um sistema de redes regionais de colaboração entre cientistas e instituições para que realizem pesquisas sobre os aspectos regionais da mudança global, avaliar suas causas e impactos e fornecer informações relevantes aos formuladores de política e governantes, principalmente aumentando a capacitação dos países em desenvolvimento.	INPE/CPTEC (C. Nobre)
Avaliação de Impactos e Adaptação à Mudança do Clima - AIACC	Desenvolver um sistema de treinamento regional para projetos de START sobre o uso de cenários climáticos globais e regionais a respeito de estudos de avaliação de vulnerabilidade a mudanças climáticas.	INPE/CPTEC (J. Marengo)

3.2 - PROGRAMA PIRATA

“Pirata - *Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic*”, sigla em inglês para Rede Piloto de Pesquisa no Atlântico Tropical, é um projeto envolvendo cientistas brasileiros, franceses e norte-

americanos, implementado por meio de cooperação internacional. É considerado um dos cinco maiores programas oceanográficos do mundo.

O projeto consiste na implantação, no Oceano Atlântico tropical, de um sistema piloto que permita a obtenção de dados atmosféricos e oceânicos, com o lançamento e a manutenção de doze bóias “Atlas”, entre 1997 e 2000, ancoradas em alto mar, no meio do Oceano Atlântico e próximas da região do Equador, até uma profundidade de 500 metros.

As bóias, conjuntamente com marégrafos e estações meteorológicas dotadas de Plataformas de Coletas de Dados - PCD's, medem a temperatura do mar e obtêm dados sobre as condições meteorológicas da região. Os dados obtidos são transmitidos via satélite por meio dos serviços ARGOS e SCD, podendo estar disponíveis em tempo praticamente “real” na *Internet*.

Os dados obtidos podem auxiliar os cientistas a compreender melhor as interações oceano-atmosfera na região do Atlântico tropical, possibilitando a formulação de modelos de previsão sazonal do clima nessa região e nas áreas continentais subjacentes.

A proposta do programa Pirata foi baseada no sucesso do sistema *Tropical Ocean Global Atmosphere* - TOGA, que fez o monitoramento do Oceano Pacífico, nas mesmas diretrizes, entre 1985 e 1994. A investigação da interação da atmosfera e dos oceanos tropicais na região do Pacífico, onde se verifica o fenômeno do *El Niño*, mostrou-se de grande relevância para o estudo da variabilidade do clima em uma escala de anos e até de décadas.

Durante a fase piloto do programa Pirata, de 1997 a 2000, pretendeu-se fazer uma avaliação dos problemas de engenharia, logísticos e de manutenção que pudessem surgir na implementação de tal sistema de observação. Espera-se que outros países possam juntar-se na manutenção e na possível expansão do Pirata, de forma que ele possa constituir uma extensão atlântica do GCOS e do GOOS. Além disso, as informações levantadas pelo Pirata serão uma grande contribuição para o esforço internacional de pesquisa empreendido pelo Programa Mundial de Pesquisa Climática - WCRP (*World Climate Research Program*), especialmente para as atividades denominadas pós-TOGA (CLIVAR-GOALS).

A construção das bóias, a montagem dos equipamentos e a sua manutenção estão sendo financiados pela Administração Nacional Atmosférica e Oceânica dos EUA - NOAA e pela Agência Espacial Norte-Americana - NASA. O Brasil está responsável pela instalação de sete bóias (instaladas entre 1998 e 1999), dois marégrafos e estações meteorológicas situadas no Atol das Rocas e no Arquipélago de São Pedro e São Paulo, com uma previsão de gastos de US\$ 2,5 milhões.

O Brasil tem grande interesse na extensão do programa Pirata. O interesse do país decorre do fato de que, sob o ponto de vista meteorológico e oceanográfico, faz-se necessário o permanente monitoramento dessa região, incluídos aspectos do transporte do calor inter-hemisférico, que ocorre na subsuperfície do oceano daquela região. Além disso, os dados que serão coletados são imprescindíveis para a melhoria da previsão climática, bem como para previsões de tempo em mais curto prazo. As anomalias de temperatura acabam determinando eventos extremos de chuvas no Nordeste do país, somente previsíveis se houver um acompanhamento permanente dessa variável.

O documento detalhado contendo a justificativa científica para a extensão do programa será formalmente submetido ao Grupo de Direção do Pirata, para implementação no biênio 2002-2003, comprovada a existência dos recursos que se fazem necessários.

3.3 - EXPERIMENTO DE GRANDE ESCALA DA BIOSFERA - ATMOSFERA NA AMAZÔNIA (LARGE SCALE BIOSPHERE- ATMOSPHERE EXPERIMENT IN AMAZONIA - LBA)

O LBA (<http://lba.cptec.inpe.br/lba/index.html>) é uma iniciativa internacional de pesquisa liderada pelo Brasil, tendo sido planejado para gerar novos conhecimentos, necessários à compreensão do funcionamento climatológico, ecológico, biogeoquímico e hidrológico da Amazônia, do impacto das mudanças dos usos da terra nesse funcionamento e das interações entre a Amazônia e o sistema biogeofísico global da Terra.

O LBA está centrado em torno de duas questões principais que são abordadas por meio de pesquisa multidisciplinar, integrando estudos de ciências físicas, químicas, biológicas e humanas:

? *De que modo a Amazônia funciona como entidade regional?*

? *De que modo as mudanças dos usos da terra e do clima afetarão o funcionamento biológico, químico e físico da Amazônia, incluindo sua sustentabilidade e sua influência no clima global?*

No LBA, dá-se ênfase às observações e às análises que ampliarão a base de conhecimentos sobre a Amazônia em seis áreas: Física do Clima, Armazenamento e Trocas de Carbono, Biogeoquímica, Química da Atmosfera, Hidrologia e Usos da Terra, e Cobertura Vegetal. O programa está delineado para tratar das questões principais levantadas na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e proporcionará uma base de conhecimentos voltada ao uso sustentável da terra na Amazônia. Para tanto, dados e análises serão utilizados para definir o estado presente do sistema Amazônico e sua resposta às perturbações atuais, e serão complementados com resultados de modelos para proporcionar um entendimento quanto a possíveis mudanças no futuro.

No componente Física do Clima, estudos meteorológicos e hidrológicos são realizados para escalas espaciais aninhadas, desde pequenas áreas experimentais até toda Bacia Amazônica, com ênfase na determinação e na compreensão das variações espaciais e temporais dos fluxos de energia e de água. As variações do clima e a resposta do sistema Amazônico a essas variações serão determinadas em escalas de tempo diárias e sazonais. Os campos gerados por um modelo de previsão numérica de tempo serão armazenados e utilizados em uma rotina de assimilação de dados 4 - dimensional (4DDA), como uma ferramenta básica na análise de observações.

A duração do LBA deve considerar observações diretas de variações climáticas interanuais, possivelmente incluindo os efeitos do ciclo do *El Niño* - Oscilação Sul - ENOS. Dados coletados no trabalho de campo serão utilizados para melhorar a representação dos processos dinâmicos mais importantes em modelos meteorológicos. Os resultados auxiliarão no aperfeiçoamento dos Modelos de Circulação Geral usados no exame das interações entre o clima e as mudanças de cobertura vegetal na Amazônia.

O componente Armazenamento e Trocas de Carbono enfoca duas questões principais: (1) os ecossistemas nativos da Amazônia funcionam como um sorvedouro líquido de carbono? e (2) quanto de carbono é perdido como resultado das mudanças na cobertura vegetal e no uso da terra, tais como desmatamentos para fins agrícolas e aquelas decorrentes de extração seletiva? Medições de longo prazo à superfície do armazenamento e dos fluxos de carbono serão feitas em áreas experimentais,

estrategicamente localizadas ao longo de gradientes de intensidade de usos da terra, vegetação e clima, e serão complementadas por observações de aviões instrumentados e por modelagem. Resultados de modelos ecológicos serão utilizados junto a um sistema de informações geográficas - SIG para estimar o balanço de carbono na Amazônia. Observações de aviões instrumentados permitirão estimativas dos fluxos de carbono integrados em toda Bacia para curtos períodos de tempo e poderão ser utilizadas na verificação de modelos.

O componente Biogeoquímica enfoca a reciclagem de nutrientes e as emissões de gases de efeito estufa por florestas naturais e secundárias e por áreas submetidas a diferentes tipos de manejo. Observações serão feitas, durante alguns anos, em sítios, estrategicamente, cobrindo vários usos da terra e uma gama de fertilidades do solo. As medições quantificarão fluxos de gases-traço (principalmente metano e óxido nitroso), de nutrientes (incluindo transporte para os rios) e modificações em seus estoques. Esses dados serão complementados por observações aéreas periódicas, levantamentos em múltiplas escalas espaciais e experimentos de manipulação. Os dados serão unificados em um SIG e associados a modelos do funcionamento de ecossistemas. Os resultados principais constituir-se-ão em análises dos efeitos da mudança de usos da terra nos fluxos de gases do efeito estufa; diagnósticos dos efeitos de variações climáticas e de usos da terra nos balanços de nutrientes e gases-traço; e avaliações das implicações, para o uso sustentável da terra, de mudanças na dinâmica de nutrientes devido a diferentes tipos de manejo.

No componente Química da Atmosfera, a preocupação é entender a atual influência da Amazônia nas concentrações global e tropical de oxidantes (ozônio, hidroxila), seus precursores (óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos, monóxido de carbono) e aerossóis, bem como complementar os estudos de gases de efeito estufa (dióxido de carbono, óxido nitroso, metano), propostos nos componentes Biogeoquímica e Armazenamento e Trocas de Carbono. O planejamento experimental combina observações de longo prazo da superfície e medições intensivas com aviões instrumentados. As campanhas com aviões mapearão a troca de gases e aerossóis, em escala Amazônica, entre biosfera e atmosfera, complementando as observações da superfície, investigando o transporte de gases e aerossóis por meio das fronteiras da Bacia. Modelos de química da atmosfera tridimensionais de grande escala, utilizando observações meteorológicas assimiladas (obtidas no componente de Física do Clima), dados de aviões e da superfície serão aplicados para quantificar as trocas de gases-traço e aerossóis entre a Amazônia e a atmosfera global.

O componente Hidrologia considera questões relativas a quantidade e qualidade de água na Bacia Amazônica. Os reservatórios e fluxos de água, os controles no movimento da água em solos e rios e o transporte associado de constituintes serão determinados para um conjunto de sítios representando uma gama de intensidades de usos da terra.

Mudanças nos Usos da Terra e na Cobertura Vegetal, de vegetação nativa e cultivos agrícolas e regeneração subsequente, são quantificadas e relacionadas a causas físicas e socioeconômicas. Estudos de desmatamento e de alteração de florestas, em escala Amazônica, serão realizados utilizando dados de satélite e de levantamentos de censos estatísticos. Estudos de caso serão realizados para ilustrar de que modo as mudanças dos usos da terra afetam a cobertura vegetal. Pesquisas para definir as condições e os fatores externos que causam essas mudanças enfocarão o desenvolvimento de modelos preditivos de mudanças de cobertura vegetal e usos da terra.

O LBA combina novos instrumentos analíticos e experimentos inovadores e multidisciplinares em uma síntese que gerará novos conhecimentos no intuito de focar questões ainda pendentes. Proporciona também um novo entendimento dos controles ambientais nos fluxos de energia, água, carbono, nutrientes e gases-traço entre atmosfera, hidrosfera e biosfera na Amazônia, assentando as bases científicas para políticas voltadas para o uso sustentável dos recursos naturais da região. O aperfeiçoamento das capacidades e das redes de pesquisa nos países da Amazônia associados ao LBA

motiva a formação e a pesquisa aplicada ao desenvolvimento sustentável, auxiliando o processo de formulação de políticas para o desenvolvimento sustentável da região.

3.4 - PROGRAMA PILOTO PARA A PROTEÇÃO DAS FLORESTAS TROPICAIS DO BRASIL - PPG7

Na reunião de cúpula dos países do G-7 (Alemanha, Canadá, Estados Unidos, França, Itália, Japão e Reino Unido), realizada em Houston, Texas – EUA, em 1990, o Chanceler alemão Helmut Kohl propôs a criação de um programa piloto com o objetivo de impedir que a taxa de desmatamento das florestas tropicais brasileiras aumentasse, o que refletia a crescente preocupação da comunidade internacional com o desmatamento das florestas do Brasil.

As diretrizes do programa foram traçadas por representantes do governo brasileiro (Comissão Interministerial), do Banco Mundial e da Comissão Européia, em resposta às recomendações feitas naquela reunião, e o mesmo foi aprovado pelo G-7 e pela Comunidade Européia, em dezembro de 1991.

Em 1992, o quadro executivo de Diretores do Banco Mundial adotou a resolução nº 92-2, estabelecendo o Fundo Fiduciário para Florestas Tropicais (*Rain Forest Trust Fund*) para financiar o programa piloto para a proteção das florestas tropicais da Amazônia brasileira e da Mata Atlântica.

Depois da autorização do Senado brasileiro, em agosto de 1993, um acordo foi assinado, em 25 de fevereiro de 1994, entre o Brasil e o Banco Mundial, para implementar o programa piloto. O Brasil concordou em fornecer 10% do total de fundos disponíveis para o programa.

Para a primeira fase do programa, US\$ 291,1 milhões foram aprovados pelo G-7, pela Comissão da União Européia e pelos Países Baixos. Dessa quantia, US\$ 58,2 milhões destinaram-se ao Fundo, sendo executados no período de 1995 a 2001, e US\$ 232,9 destinaram-se à assistência bilateral.

O Banco Mundial é o responsável pela coordenação do programa entre os doadores e o governo brasileiro, além da administração do Fundo. O início do trabalho do Banco deu-se em 1992, mesma data da criação do Fundo. Os primeiros projetos foram aprovados em 1994 e implementados a partir de 1995, sendo o Ministério do Meio Ambiente - MMA o representante brasileiro responsável pela coordenação do programa e dos projetos.

A Unidade de Florestas Tropicais do Banco Mundial (*Rain Forest Unit*), em Brasília - DF, coordena a preparação dos projetos entre o governo brasileiro e os doadores. Ela avalia as propostas e monitora o andamento dos projetos, utilizando os critérios tradicionais da instituição, mas aceita um risco um pouco maior devido ao caráter experimental do programa.

O Fundo Fiduciário apóia a preparação, a supervisão e o monitoramento dos projetos, além de financiar estudos de interesse especial para os objetivos do programa. 20% do financiamento do Programa Piloto provém do Fundo, que já recebeu aproximadamente US\$ 56 milhões até o presente momento.

O Brasil fornece uma contrapartida dos orçamentos federal e estadual; as agências governamentais brasileiras disponibilizam sua própria infra-estrutura e pessoal para conduzir o Projeto. Os próprios participantes do Projeto também contribuem ao programa: as comunidades locais fazem contribuições, em sua maior parte, em forma de trabalho e de materiais.

A execução do programa é de competência do governo brasileiro, por intermédio do Ministério do Meio Ambiente - MMA, do Ministério da Justiça - MJ e do Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT e conta com a participação do Banco Mundial, da União Européia - UE, e de países doadores membros do Grupo dos Sete - G-7.

3.4.1 - ASPECTOS INSTITUCIONAIS DO PPG-7

O PPG-7 é um conjunto de atividades integradas visando fortalecer e maximizar os benefícios ambientais oriundos das florestas tropicais brasileiras, de maneira compatível com o desenvolvimento do país. O programa tem como objetivos formais:

- ? demonstrar a viabilidade de harmonizar o desenvolvimento econômico e a proteção do meio ambiente nas florestas tropicais;
- ? preservar a biodiversidade das florestas tropicais;
- ? reduzir a contribuição das florestas tropicais às emissões mundiais de gases do efeito estufa;
- ? proporcionar um exemplo de cooperação internacional entre países desenvolvidos e em desenvolvimento em temas ambientais de escala global.

O PPG-7 apóia um amplo conjunto de projetos integrados que contribuem para a redução do desmatamento das florestas tropicais da região Amazônica, proteção a biodiversidade, redução das emissões de gases de efeito estufa e utilização dos recursos florestais de forma sustentada. Esses projetos estão estruturados em quatro subprogramas:

Subprograma de Política de Recursos Naturais: visa propiciar o uso sustentável dos recursos naturais e contribuir para a definição e implementação de um adequado modelo de gestão ambiental integrado para a Amazônia Legal, compreendendo projetos de zoneamento ecológico-econômico, monitoramento e vigilância ambiental, controle e fiscalização ambiental e educação ambiental;

Subprograma Projetos Demonstrativos: compreende três tipos de projetos demonstrativos:

- ? Projetos Demonstrativos Tipo A - PD/A: visa contribuir para a conservação e preservação da Amazônia, da Mata Atlântica e de ecossistemas associados, apoiando o desenvolvimento sustentável, pela participação e integração das contribuições locais;
- ? Projeto de Educação Ambiental: com atuação específica prevista para a região da Amazônia, possivelmente nas áreas de influência do Projeto Corredores Ecológicos. O seu objetivo é contribuir para a conservação da natureza, o uso sustentável de recursos naturais e realizar a disseminação do conhecimento local;
- ? Projetos Demonstrativos Indígenas - PD/I: destina-se exclusivamente às terras e às populações indígenas. Espera-se que por meio dele seja possível realizar o financiamento de iniciativas por parte dos grupos indígenas que promovam o manejo sustentável dos recursos naturais e a proteção ambiental nas suas terras, contribuindo assim para a manutenção da integridade física e cultural dos índios.

Subprograma de Unidades de Conservação e Manejo dos Recursos Naturais: destina-se a desenvolver modelos de gestão sustentável para Unidades de Conservação, recuperar áreas antropizadas e promover o manejo sustentável de recursos naturais. Este subprograma envolve 6 projetos:

- ? Reservas Extrativistas: tem como objetivos específicos promover a efetivação e regularização fundiária das quatro reservas extrativistas; o fortalecimento das associações extrativistas e instalação da infra-estrutura social e comunitária nas reservas; a melhoria da capacidade produtiva

e comercial das reservas; o aprimoramento da manutenção e o manejo sustentável dos recursos naturais na reserva; o apoio ao gerenciamento e a administração adequada e participativa do projeto;

- ? Proteção às Terras e Populações Indígenas: procura contribuir para a proteção e conservação das áreas indígenas da Amazônia Legal, para o monitoramento do bem-estar das populações indígenas mediante a regularização fundiária das terras e o aprimoramento da proteção, além de contribuir para compatibilizar o manejo tradicional indígena da floresta com tecnologias apropriadas, de forma a conservar e melhorar a qualidade de vida dessas populações;
- ? Apoio ao Manejo Florestal na Amazônia: busca desenvolver estratégias para viabilizar o manejo florestal integrado e sustentável na Amazônia, com a participação dos segmentos interessados, compatibilizando atividades econômicas com a conservação dos recursos naturais;
- ? Corredores Ecológicos: o projeto procura contribuir para a proteção da biodiversidade dos ecossistemas da Amazônia e da Mata Atlântica, garantindo a capacidade de auto-regulação dos mesmos e minimizando impactos antrópicos sobre eles;
- ? Manejo de Recursos Naturais da Várzea: visa promover a conservação e o uso racional dos ecossistemas das várzeas, com ênfase na pesca e manejo de outras formas de vida aquática selvagem, por meio de tecnologias ligadas à melhoria da qualidade de vida das comunidades regionais;
- ? Monitoramento e Controle de Desmatamento e Queimadas: busca aprimorar o monitoramento e o controle do desmatamento, das queimadas e da degradação florestal em áreas selecionadas da Amazônia. Pretende-se por meio deste projeto apoiar os órgãos federais e estaduais de meio ambiente na Amazônia a desenvolver e implementar um sistema de monitoramento unificado para o acompanhamento do desmatamento, das queimadas e da degradação florestal, ao mesmo tempo em que fortalecerá a capacidade local para controlar o desmatamento e as queimadas ilegais.

Subprograma de Ciência e Tecnologia: visa promover a geração e a disseminação de conhecimentos científicos e tecnológicos relevantes à conservação e ao desenvolvimento sustentável da região Amazônica, por meio de dois componentes: projetos de pesquisa dirigida, com previsão de encerramento em dezembro de 2002, e projetos de centros de ciência, concluído em dezembro de 1999. A proposta de rede de pesquisa na região Amazônica da fase II deste subprograma está sendo elaborada e prevê, entre outros pontos, o apoio a grupos de pesquisa consolidados, emergentes e em formação, assim como o estabelecimento de mecanismos eficientes de disseminação dos resultados aos diversos segmentos da sociedade.

Outros Projetos: além dos projetos acima citados, vinculados diretamente aos subprogramas, há outros que estão diretamente submetidos à Secretaria Executiva do Programa Piloto:

- ? Projeto de Apoio ao Monitoramento e Análise - AMA: esse projeto visa promover o aprendizado sobre o Programa Piloto e a aplicação e a disseminação de suas lições estratégicas;
- ? Projeto de Comercialização: seu objetivo é apoiar as iniciativas nas áreas de produção, beneficiamento e comercialização que vêm sendo executadas na Amazônia. Espera-se ainda que o projeto auxilie o governo a implementar políticas públicas de incentivo ao agroextrativismo sustentável na região. A intenção é maximizar o uso dos recursos naturais e gerar renda para a população agroextrativista, que vem prestando serviços ambientais relevantes para a conservação da floresta Amazônica, garantindo, assim, sua permanência na região;
- ? Projeto Gestão, Monitoramento e Políticas do Programa Piloto: o objetivo geral é alcançar a implementação integrada e coordenada dos subprogramas estruturais e demonstrativos, de forma a garantir resultados satisfatórios em termos de gestão, monitoramento e formulação de políticas públicas para a região abrangida pelo Programa Piloto.

3.5 - MODELOS REGIONAIS DE CLIMA: PREVISÕES DE PRAZO ESTENDIDO SOBRE A AMÉRICA DO SUL UTILIZANDO O MODELO REGIONAL ETA

O modelo ETA, utilizado no *National Center for Environmental Prediction* - NCEP dos Estados Unidos, foi configurado para rodar sobre o continente sul-americano, com resolução de 80 km. No Brasil, é utilizado pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos - Eta/CPTEC do INPE. Esse modelo, de área limitada, tem 38 camadas na atmosfera e seu domínio inclui parte dos oceanos Atlântico e Pacífico adjacentes. O modelo roda no modo de previsão de tempo com 6 horas de antecedência, chegando até 72 horas de antecedência. Atualmente, também é rodado para fazer previsões sazonais de clima, com resoluções horizontais de 80 e 40km. Um modelo regional, com maior resolução, pode resolver melhor a orografia que os Modelos de Circulação Geral - GCM's. Para a América do Sul, a resposta do modelo a sistemas sinóticos e subsinóticos é crucial, em particular para as regiões sul e sudeste que são frequentemente varridas por sistemas frontais e convectivos.

Em uma tentativa de melhorar a previsão climática na América do Sul, esse estudo é realizado para avaliar o desempenho do modelo regional para previsões de prazo estendido, isto é, de cerca de um mês. Nesse estudo preliminar, o modelo regional ETA foi usado para produzir previsões de um mês na América do Sul sob condições secas e chuvosas (para alguns episódios extremos de chuva, de modo experimental).

O modelo regional Eta/CPTEC mostrou ser capaz de produzir previsão climática de um mês para a América do Sul em uma rodada contínua. Os resultados foram comparados às previsões do GCM, a fim de avaliar a contribuição positiva das rodadas regionais. As previsões regionais mostraram que a maior resolução pode fornecer mais detalhes às previsões, particularmente para os campos de temperatura próxima à superfície. A magnitude das variáveis previstas foi, em geral, mais próxima das observações. Deve-se lembrar que parte da qualidade das previsões regionais depende da qualidade da previsão do modelo global. O modelo regional Eta/CPTEC apresentou previsões de chuva de boa qualidade, sendo os melhores índices obtidos na região Centro-Sul da América do Sul, bem como na porção mais setentrional do Nordeste e do norte da Amazônia.

Os resultados desses testes preliminares são encorajadores. Os próximos passos desse trabalho consistem em preparar o modelo para a previsão sazonal. O uso de temperaturas previstas da superfície do mar e um tratamento aperfeiçoado dos transportes de água no solo e na atmosfera estão sendo considerados, bem como uma representação mais próxima da realidade da topografia, vegetação e solo. Esses dados contribuirão para que se possa, presumivelmente, produzir previsões de maior prazo, de cerca de três meses, com o modelo Eta/CPTEC sobre a América do Sul, gerando, assim, previsões sazonais contínuas e operacionais similares àquelas realizadas com um modelo global de clima (vide item 5.10).

Na fase inicial do trabalho “Previsões de Prazo Estendido sobre a América do Sul”, o modelo Eta/CPTEC foi pela primeira vez integrado no modo “climático”, isto é, rodado continuamente por um período de tempo maior que aquele utilizado para produzir as previsões de tempo (60 horas) sobre a América do Sul. O modelo foi avaliado quanto à estabilidade e à qualidade da previsão produzida para uma integração de período mais longo, mostrando ser capaz de reproduzir as condições climáticas com boa resolução espacial. Como próximo passo, espera-se terminar uma rodada climática do Eta/CPTEC, de 10 anos no mínimo, para representar a climatologia desse modelo, e dessa forma

estudar e determinar a habilidade do modelo e a previsibilidade do clima nas diferentes regiões do país e da América do Sul, similar às avaliações feitas com o modelo global de clima do CPTEC.

Outra pesquisa está sendo desenvolvida no CPTEC intitulada “Modelando a Emissão e Transporte de CO₂ das Áreas de Queimadas na Amazônia”. Durante a estação de seca, queimadas em áreas de grande concentração de biomassa na região central do Brasil e na Amazônia contribuem para um aumento de emissão de dióxido de carbono na atmosfera. Para estimar o balanço de dióxido de carbono durante essa estação, experimentos numéricos com o modelo de transporte do gás foram realizados de agosto a setembro de 1995. Isso gerou interesse de incluir os aerossóis e a fumaça da queima de biomassa nos parâmetros de radiação dentro do modelo Eta/CPTEC, que serão de grande importância na modelagem de mudanças do clima devido ao incremento de gases de efeito estufa e aerossóis.

3.6 - PROJETO FLORAM

O Projeto FLORAM foi concebido, no final da década de 1980, no Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo - IEA/USP com o objetivo de promover o florestamento/reflorestamento de uma vasta área no Brasil, a fim de capturar grande quantidade de carbono via fitomassa existente ou da que se está propondo plantar ou replantar. A meta original do projeto era fixar 115×10^9 tC na fitomassa, num período de 30 anos, considerando uma área de 20×10^6 ha. Entretanto, ainda não foram implantados projetos baseados nos conceitos propostos.

A partir da identificação das áreas dotadas de maior potencial para reflorestamento, foram priorizados três mecanismos:

- ? **Reflorestamento com espécies nativas da própria região:** pretende preservar alguns ecossistemas peculiares;
- ? **Reflorestamento de caráter corretivo:** pretende solucionar problemas emergentes ou realizar tratamento ecológico-paisagístico de regiões críticas, incluindo reafeiçoamentos programados, reaperenização de drenagem ou bloqueio de desertificação;
- ? **Reflorestamento em grandes extensões (silvicultura intensiva):** pretende incentivar o reflorestamento industrial, caracterizado por plantações clonais de alta produtividade, para preservar regiões devastadas por práticas industriais nocivas ao meio ambiente.

Um novo grupo de trabalho do FLORAM (GT-FLORAM), também coordenado pelo IEA/USP, tem procurado adequar os objetivos iniciais do projeto às discussões atuais relacionadas à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

3.7 - PESQUISA EM GLACIOLOGIA NO ÂMBITO DO PROGRAMA ANTÁRTICO

3.7.1 - GLACIOLOGIA E MUDANÇA DO CLIMA

A cobertura de gelo do planeta (16 milhões de km²) tem papel fundamental no sistema ambiental global, pois é um dos principais controladores do sistema climático terrestre e está ligada intimamente à circulação das correntes oceânicas.

O Manto de Gelo Antártico representa 90% do volume do gelo terrestre, com uma extensão de 13,95 milhões de km² e com espessura média de 2.160 metros e máxima de 4.776 metros. Esse volume de gelo (25 milhões km³), se derretido, equivaleria a um aumento de 60 metros no nível médio dos mares. Qualquer modificação nessa massa, por consequência, terá implicações importantes para as regiões costeiras de todo o planeta. Além disso, a maioria da água de fundo dos oceanos é formada debaixo das plataformas de gelo antárticas (partes flutuantes do manto) ou sob o cinturão de mar congelado (*sea ice*) que circunda aquele continente. A área coberta pelo gelo marinho no hemisfério sul oscila sazonalmente entre 3 e 19 milhões de km², alternando marcadamente o padrão de troca de energia entre o oceano e a atmosfera ao longo do ano. Outro dado importante é que o Manto de Gelo Antártico é o principal sumidouro de energia (*heat sink*) do planeta e, portanto, um dos principais controladores do sistema climático.

O gelo antártico é extremamente sensível a mudanças ambientais e poderá reagir de maneira brusca, ainda não totalmente conhecida, às alterações climáticas ocasionadas pela ação humana. Dessa maneira, a comunidade glaciológica internacional está interessada principalmente em entender como esse gelo interage com outras partes do sistema ambiental terrestre, a sua resposta às mudanças ambientais globais (principalmente àquelas devidas à atividade humana) e em monitorar essas mudanças no continente.

O interesse científico na região também é justificado porque a estratigrafia e química da neve do gelo polar e de geleiras de altitude fornecem uma das melhores técnicas paleoclimáticas, possibilitando a reconstrução da evolução atmosférica ao longo de 440 mil anos. Pesquisas recentes, tanto na Antártica como na Groelândia, revelam que as geleiras funcionam como um arquivo natural da história ambiental do planeta. Analisando os testemunhos de gelo extraídos de grandes profundidades, os cientistas podem inferir as mudanças ambientais ocorridas ao longo do período histórico.

Devido às baixas temperaturas, as geleiras conservam os componentes químicos que constituíam a atmosfera em cada período histórico. Nas amostras de gelo estão registrados os impactos de fenômenos naturais, como erupções vulcânicas, bem como os impactos antrópicos, como a alta concentração de chumbo no apogeu do Império Romano e a acentuada elevação dos níveis de dióxido de carbono e de metano a partir da Revolução Industrial.

3.7.2 - PROGRAMA ANTÁRTICO BRASILEIRO - PROANTAR

Considerando-se a importância estratégica dessa região, em 1959, vários países assinaram o Tratado da Antártica, no qual se firmou o compromisso do uso da Antártica apenas para fins pacíficos e da cooperação internacional para o desenvolvimento de pesquisas científicas. O Brasil aderiu a esse Tratado em 1975.

O Programa Antártico Brasileiro ? PROANTAR ? foi criado pelo decreto nº 86.830, de 12 de janeiro de 1982. O Programa é elaborado e implementado pela Comissão Interministerial para os Recursos do Mar - CIRM, em consonância com os compromissos internacionais assumidos pelo Brasil no âmbito do Tratado da Antártica. O MCT, por meio do CNPq, responsabiliza-se pela seleção e acompanhamento das atividades científicas do PROANTAR.

O PROANTAR compreende pesquisas científicas e atividades correlatas que o Brasil desenvolve no Continente Antártico. Os projetos de pesquisa do PROANTAR são selecionados tendo em vista sua vinculação às questões científicas referentes ao ambiente antártico e competência científica do pesquisador proponente. As ênfases científicas do PROANTAR levam em conta os objetivos e diretrizes emanados da Política Nacional para Assuntos Antárticos - POLANTAR, e os programas e iniciativas científicas propostos pelo Comitê Científico de Pesquisa Antártica - SCAR, organismo internacional vinculado ao Conselho Internacional para Ciências - ICSU.

O apoio logístico aos projetos de pesquisa do PROANTAR é dado pela Marinha do Brasil, compreendendo a operação do Navio de Apoio Oceanográfico Ary Rongel, a manutenção da Estação Antártica Comandante Ferraz, a instalação e manutenção de refúgios e de acampamentos e o transporte de pesquisadores. Essas últimas atividades contam ainda com a colaboração da Força Aérea Brasileira - FAB.

3.7.3 - LABORATÓRIO DE PESQUISAS ANTÁRTICAS E GLACIOLÓGICAS - LAPAG

O Laboratório de Pesquisas Antárticas e Glaciológicas - LAPAG, criado em 1992, é parte integrante do Departamento de Geografia do Instituto de Geociências da UFRGS e funciona como núcleo interdisciplinar sobre pesquisas antárticas.

O LAPAG tem como objetivo principal a introdução no Brasil da ciência glaciológica, sendo o primeiro grupo brasileiro especializado em pesquisas sobre gelo e neve. A proposta de trabalho envolve atividades de pesquisa na Antártica e nos Andes, ensino e orientação no curso de Pós-graduação em Geociências e Geografia.

As pesquisas são realizadas em cooperação com instituições nacionais e internacionais, como o Centro de Pesquisas Antárticas da USP, o Grupo de Estudos da Poluição Atmosférica do IF/USP, o Observatório Nacional - CNPq, o Instituto de Geografia Física da Universidade de Freiburg - Alemanha, o *Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement*, Grenoble - França, o Instituto de Geografia da Academia de Ciências Russa - Moscou e o *Laboratório de Estratigrafia Glaciar y Geoquímica de la Nieve*, Mendonza - Argentina.

O programa de pesquisas do LAPAG, financiado pelo PROANTAR, pelo CNPq e pela Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES está concentrado em duas áreas:

- ? monitoramento da cobertura de gelo das ilhas subpolares antárticas por meio de técnicas de sensoriamento remoto, com o objetivo de detectar mudanças no volume de gelo, estabelecendo relações com variações dos parâmetros climáticos;
- ? análise química de amostras de neve e gelo para reconstruir a evolução do clima sul-americano ao longo dos últimos 2000 anos.

O LAPAG realiza missões bianuais à Antártica. No verão austral de 1997-98, esse laboratório liderou expedição internacional para investigar variações nas dimensões da calota de gelo da Ilha Rei George, Arquipélago das Shetlands do Sul. Ao ser constatada a perda de 7% da área coberta por gelo nos últimos 40 anos, decidiu-se implantar programa de monitoramento contínuo da ilha para avaliar o impacto das mudanças do clima na região.

3.8 - MODELO SIMPLIFICADO DE MUDANÇA DO CLIMA

3.8.1 - O PARADIGMA ATUAL DAS EMISSÕES GLOBAIS

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima baseia-se na contabilização de emissões por meio da preparação, por cada país, de um inventário das suas emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de todos os gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal. Esses inventários proverão a base para todas as políticas e medidas estabelecidas a fim de mitigar a mudança do clima.

O uso das emissões do país como o principal indicador na Convenção deve-se a duas razões principais. Primeiro, para que os formuladores de política tenham um certo nível de controle e estabeleçam regulamentações sobre as emissões antrópicas (ou pelo menos parte delas) baseando-se naquelas estimativas. As metas devem ser estabelecidas de acordo com as emissões de um ano base para os países desenvolvidos.

Segundo, no caso da poluição atmosférica urbana ou da contaminação da água, as emissões reais normalmente são usadas como medida da responsabilidade dos poluidores. Tal procedimento é justificado pelo fato de que, quando o tempo de residência do poluente é relativamente curto, a concentração do poluente é proporcional à da emissão⁷⁹. Os efeitos prejudiciais estão relacionados às concentrações de poluentes (de vida curta) e, conseqüentemente, a emissão é uma medida válida do efeito a ser mitigado. Esse não é o caso para o problema da mudança do clima por causa dos gases de efeito estufa de vida longa. No caso do efeito estufa, a dependência da temperatura em relação às emissões é complexa.

A escolha de um ano base conveniente é completamente irrelevante da perspectiva da atmosfera, tanto em termos de causar quanto de resolver o problema da mudança do clima, mas é recorrente nessa discussão e na Convenção sobre Mudança do Clima. Para a atmosfera, a ação imediata reduziria as emissões ou promoveria o aumento dos sumidouros, diminuindo futuros níveis de concentrações de gases de efeito estufa e contribuindo para a mitigação da mudança do clima. A escolha política de usar as emissões como base para a Convenção sobre Mudança do Clima não está contribuindo para a solucionar o problema do aquecimento global da perspectiva da atmosfera.

3.8.2 - CONSTRUINDO UM NOVO PARADIGMA

A concentração atual de gases de efeito estufa na atmosfera é resultado das emissões do passado, desde a Revolução Industrial (período após 1750). A geração atual está arcando com o ônus dos efeitos de interferências anteriores no sistema climático, resultantes das atividades humanas durante os dois últimos séculos, principalmente nos países desenvolvidos. O mesmo argumento pode ser usado para refletir que as atividades atuais do homem em todo mundo vão afetar o clima futuro nos próximos dois séculos.

A necessidade de se mudar da base de emissões anuais para outro indicador que pudesse melhor refletir o problema do aquecimento global foi apontada pela delegação brasileira nos encontros da

⁷⁹ A maioria das premissas dessa seção figura no documento “Elementos Propostos de um Protocolo para a UNFCCC”, apresentados pelo Brasil em resposta ao Mandato de Berlim, data de submissão 28 de maio de 1997, FCCC/AGBM/1997/Misc. 1/Add.3

Convenção de 1992 a 1996. O ponto fundamental era relacionar as emissões antrópicas líquidas e a mudança do clima resultante e definir uma única medida da mudança do clima global.

A sua idéia era que, tomando como base os resultados de um Modelo de Circulação Geral, seria possível estabelecer um modelo muito simplificado (mais simples que o modelo de caixa-de-difusão) que consideraria toda a essência do problema do aquecimento global. Esse modelo deveria ter como base a descrição essencial do problema, ignorando detalhes irrelevantes e descrevendo as relações entre as emissões de gases de efeito estufa e a mudança do clima. Os parâmetros para essa modelagem essencial deveriam ser ajustados usando os resultados dos modelos executados em supercomputadores, assegurando que todas as complexidades dos GCM's fossem devidamente levadas em consideração.

Em primeira aproximação, a concentração atmosférica de um gás de efeito estufa é proporcional à sua emissão acumulada até o ano em questão. Por outro lado, é necessário levar em consideração que quanto mais velha a emissão, menor é o seu efeito na concentração, por causa do decaimento exponencial natural dos gases de efeito estufa na atmosfera, com um tempo de vida diferente para cada gás.

A física do forçamento radiativo indica que a taxa de deposição de energia na superfície, isto é, o próprio aquecimento, é proporcional à concentração do gás de efeito estufa.

O aumento na temperatura média da superfície global é aproximadamente proporcional ao acúmulo do aquecimento radiativo ao longo do tempo. O aquecimento radiativo é, por sua vez, proporcional à concentração atmosférica de gases de efeito estufa. Por conseguinte, o próprio aumento da temperatura é proporcional ao acúmulo da concentração atmosférica do gás de efeito estufa.

Desse modo, a idéia da delegação brasileira era demonstrar que um esquema muito simples de cálculo pode ser usado ao invés de modelos climáticos complexos, mantendo-se ainda a dependência funcional correta entre o aumento da temperatura média da superfície e as emissões ao longo de um período de tempo. A proposta brasileira trata, portanto, da questão central do relacionamento entre as emissões de gases de efeito estufa das Partes ao longo de um período de tempo e o efeito de tais emissões em termos da mudança do clima, medida pelo aumento na temperatura média da superfície global.

3.8.3 - A PROPOSTA BRASILEIRA

O documento do Brasil intitulado “Elementos propostos de um protocolo para a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, submetido em maio de 1997 em resposta ao Mandato de Berlim”, apresentou dois elementos para discussão em relação ao processo do Mandato de Berlim. O primeiro elemento era estabelecer a responsabilidade individual dos países em termos de causar o efeito estufa. O segundo elemento estabeleceu a idéia de um Fundo de Desenvolvimento Limpo para substituir o conceito impopular de implementação conjunta na época e acabar com o impasse Norte-Sul que estava crescendo durante o processo. A quantificação do princípio das responsabilidades comuns mas diferenciadas era uma das metas básicas subjacentes à proposta.

O primeiro problema enfrentado ao escrever a proposta para mudar das causas (emissões) para os efeitos (aquecimento global) foi o estabelecimento de um critério objetivo para medir a mudança do clima.

Torna-se, então, de suma importância estabelecer a relação entre as emissões antrópicas líquidas e a resultante mudança do clima. Ao passo que se reconhece que a mudança do clima deverá ter uma

distribuição geográfica complexa, seria importante que houvesse uma única medida da mudança global do clima.

A variável escolhida para medir a mudança do clima foi a mudança na temperatura média da superfície global. Outras conseqüências da mudança do clima que poderiam ser utilizadas como variáveis, tais como a variação no tempo da mudança da temperatura média da superfície global e/ou o aumento do nível médio do mar, podem ser obtidas a partir da mudança na temperatura média da superfície global.

Esse critério está intimamente ligado à realidade física do aquecimento provocado pelo efeito estufa, uma propriedade não aplicável às emissões absolutas, que são uma “fotografia” instantânea de uma situação em um ano escolhido de forma arbitrária. Além disso, a temperatura média da superfície global pode ser usada como um indicador do aquecimento global e a atribuição da responsabilidade do país pode ser feita em termos de sua contribuição relativa individual ao aumento total da temperatura. O núcleo do modelo corresponde a um processo de acumulação dupla que é a essência do aquecimento global. O acúmulo de emissões aumenta as concentrações e, para cada nível anual de concentrações, o acúmulo da energia depositada na superfície terrestre aumenta a temperatura (média da superfície global).

A mudança na temperatura também é uma medida objetiva da mudança do clima, pois pode ser argumentado que os efeitos prejudiciais da mudança do clima guardam uma certa proporcionalidade em relação a ela.

Deve ser salientado que as incertezas restantes no conhecimento atual do valor absoluto da mudança de temperatura prevista não afetam as conclusões sobre a contribuição relativa dos países. Isso é refletido, por exemplo, na margem de incerteza sobre a sensibilidade climática (é sabido que a mudança de temperatura resultante de uma duplicação da concentração de dióxido de carbono está entre 1,5 e 4,5 graus Celsius). Futuros aperfeiçoamentos, à medida em que progressivamente diminuïrem as incertezas, podem ser facilmente incorporados atualizando as constantes de calibragem da proporcionalidade, a fim de melhorar a exatidão dos resultados absolutos, sem prejuízo do ajuste da contribuição relativa.

Reconstruindo a série de emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa em todos os setores no passado, é possível calcular a parcela relativa do aumento total da temperatura que pode ser atribuída a cada país individualmente. Portanto, a estimativa da responsabilidade relativa de um dado país por causar o aquecimento global pode ser feita até mesmo com a incerteza atual do aumento absoluto de temperatura que pode ser atribuído somente ao efeito estufa.

Considerando que a Convenção contém o importantíssimo princípio da responsabilidade comum mas diferenciada, a proposta brasileira proporciona um critério objetivo para a diferenciação das responsabilidades, além de um meio de quantificar a responsabilidade relativa dos países desenvolvidos em relação aos países em desenvolvimento como resultado de sua contribuição às concentrações atmosféricas de gases de efeito estufa quando a Convenção foi negociada⁸⁰.

3.8.3.1 - Avaliação da responsabilidade relativa dos países do Anexo I em contraposição a dos países não-Anexo I

⁸⁰ A estimativa da concentração inicial de cada país em 1990 pode levar em consideração as diferenças em pontos de partida de cada Parte, conforme mencionado no Artigo 4.2.a da Convenção do Clima.

Usando essa abordagem simplificada, uma avaliação da responsabilidade relativa dos países do Anexo I em contraposição a dos países não-Anexo I ao longo do período que se estende até 2200 foi realizada, levando-se em consideração a concentração estimada em 1990 como podendo ser atribuída a ambos os grupos de países. Dados históricos publicados sobre as emissões de CO₂ dos setores de energia e cimento para cada país no período de 1950 a 1990 foram utilizados⁸¹, em conjunto com uma extrapolação retroativa para o período anterior a 1950, para estimar as concentrações atmosféricas em 1990.

O efeito das emissões dos outros gases de efeito estufa não foi considerado por falta de dados disponíveis. Entretanto, sabe-se que esse efeito é pequeno se comparado ao do dióxido de carbono, de acordo com o Segundo Relatório de Avaliação do IPCC. Além disso, o tempo de vida relativamente curto do metano na atmosfera tende a diminuir a importância das emissões históricas desse gás. Por esses motivos, as emissões de dióxido de carbono dos setores de energia e cimento são provavelmente uma boa *proxy* para a estimativa do aumento da temperatura média da superfície global com o propósito de avaliar a responsabilidade relativa dos países do Anexo I e não-Anexo I.

As conclusões desmistificam a relevância da discussão sobre o ano em que serão igualadas as emissões dos países do Anexo I e as dos não-Anexo I, pois nesse ano hipotético a responsabilidade por causar o aquecimento global ainda será atribuída em grande parte aos países do Anexo I.

Um processo está sendo desenvolvido sob o Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico para considerar a proposta brasileira (vide <http://unfccc.int/issues/cc.html>). Vários países também estabeleceram grupos de cientistas para analisar a nova abordagem proposta. Muito trabalho deverá ser feito para que se possa criar um consenso sobre uma métrica para a mudança do clima que considere, ao mesmo tempo, equidade e responsabilidade e que seja aceita por todos os países.

⁸¹ Esses dados foram obtidos do Laboratório Nacional de Oak Ridge (EUA). Essa é uma coleta de dados abrangente e muito bem feita. O atual conjunto de dados disponível foi melhorado após a submissão da proposta brasileira. Ver o site na Internet <http://cdiac.esd.ornl.gov/>

4 - EDUCAÇÃO, TREINAMENTO E CONSCIENTIZAÇÃO PÚBLICA

Em conformidade com o artigo 4.1 (i) da Convenção, “todas as Partes, levando em conta suas responsabilidades comuns mas diferenciadas, devem promover e cooperar na educação, treinamento e conscientização pública em relação à mudança do clima e estimular a mais ampla participação nesse processo, inclusive a participação de organizações não-governamentais”.

Uma vez que o Brasil foi o país anfitrião da Cúpula da Terra, os brasileiros ficaram com uma noção geral das questões de aquecimento global e do buraco na camada de ozônio. Contudo, em geral, as pessoas não estão a par da mudança do clima ou da Convenção sobre Mudança do Clima. Trata-se de uma questão técnica e complexa, difícil de ser compreendida por não-especialistas. Além disso, há muito pouco material de leitura disponível em português, até mesmo para os especialistas. As tentativas iniciais de mobilizar instituições e especialistas foram muito difíceis devido à falta de conhecimento sobre as obrigações brasileiras no âmbito da Convenção, a legislação relacionada e os custos e os benefícios envolvidos para as instituições participantes.

Apesar dessas dificuldades, tem-se procurado ampliar a educação, a conscientização pública e o treinamento sobre as questões relacionadas à mudança do clima.

Diversos programas educacionais implementados no Brasil estão em consonância com os objetivos da Convenção. Em particular, cabe destacar o Programa Nacional de Educação Ambiental - PRONEA e a Política Nacional de Educação Ambiental - PNEA, para promover um amplo programa de educação ambiental no Brasil. Também de grande importância são os programas “PROCEL nas Escolas” e “CONPET nas Escolas”, especialmente dirigidos para as crianças e adolescentes por meio de parcerias com instituições de ensino. Seus objetivos são ampliar a consciência de professores e alunos sobre a importância de usar a energia elétrica, derivados de petróleo e gás natural da melhor forma e divulgar amplamente atitudes com esse fim.

O Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas - FBMC, presidido pelo Presidente da República, criado em 2000, visa promover a conscientização e a mobilização da sociedade sobre a mudança global do clima, desenvolvendo uma série de atividades nessa área.

O site brasileiro sobre mudança do clima na *Internet* tem contribuído para o aumento da conscientização pública sobre o assunto no país, à medida em que disponibiliza informações sobre todo o processo de negociação da Convenção, principais referências sobre a ciência do clima e o estado atual de preparação da Comunicação Nacional. Ademais, algumas publicações em português (como a versão do texto oficial da Convenção e do Protocolo de Quioto), artigos de jornais e revistas, a realização de seminários e debates vêm ajudando na divulgação de um tema que até pouco tempo era totalmente desconhecido no país.

4.1 - EDUCAÇÃO AMBIENTAL

4.1.1 - HISTÓRICO

O artigo 225, § 1º, VI, da Constituição dispõe que: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (...) Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público (...) promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente.”

A evolução do conceito de educação ambiental fez surgir a necessidade de se criar um instrumento político no Brasil para suas ações. Em 1994, os Ministérios do Meio Ambiente - MMA, da Educação - MEC, da Cultura - MINC e da Ciência e Tecnologia - MCT elaboraram o Programa Nacional de Educação Ambiental - PRONEA, cumprindo mandato constitucional, além dos compromissos internacionais assumidos pelo país.

4.1.2 - DIRETRIZES DO PROGRAMA NACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL - PRONEA

As ações do PRONEA orientam-se em duas perspectivas: a primeira destinada ao aprofundamento e à sistematização da Educação Ambiental para as gerações presentes e futuras, tendo o sistema escolar como seu instrumento; a segunda direciona-se à boa gestão ambiental, visando a formação da consciência pública ou a produção de informação adequada nos mais diversos segmentos da sociedade. Nessa perspectiva, o objetivo é atingir, prioritariamente, três segmentos da sociedade:

- ? segmento constituído pelos que detêm poder decisório nas organizações ou capacidade de influir nas decisões que venham a afetar a questão ambiental, incluindo os administradores públicos, os parlamentares, os membros do Poder Judiciário e do Ministério Público, profissionais liberais, cientistas, lideranças privadas do setor empresarial e dos movimentos sociais, entre outros;
- ? segmento constituído pelos usuários de recursos naturais, nele destacando-se os agricultores, os pecuaristas, os madeireiros, os pescadores, os garimpeiros, os mineradores e participantes de outras atividades de caráter extrativista;
- ? segmento constituído pelos que atuam nos meios de comunicação e pelos comunicadores sociais em geral, incluindo-se a imprensa falada, escrita e televisiva, o cinema, teatro e outras formas de expressão da arte e da cultura nacional.

Embora se sinta a necessidade de reformar este programa, ele continua valendo, e deve ser adequado à lei nº 9.795, de 1999, que cria a Política Nacional de Educação Ambiental.

4.1.3 - DIRETRIZES DA POLÍTICA NACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL - PNEA E LINHAS DE AÇÕES

Sancionada pelo Presidente da República, em 27 de abril de 1999, a lei nº 9.795 "dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências." A lei reconhece, enfim, a educação ambiental como um componente urgente, essencial e permanente em

todo processo educativo, formal e/ou não-formal, como orientam os artigos 205 e 225 da Constituição Federal.

A Política Nacional de Educação Ambiental é uma proposta programática de promoção da educação ambiental em todos os setores da sociedade. Diferente de outras leis, não estabelece regras ou sanções, mas estabelece responsabilidades e obrigações.

Ao definir responsabilidades e inserir na pauta dos diversos setores da sociedade, a Política Nacional de Educação Ambiental institucionaliza a educação ambiental, legaliza seus princípios, a transforma em objeto de políticas públicas, além de fornecer à sociedade um instrumento de cobrança para a promoção da educação ambiental. Finalmente, a Política de Educação Ambiental legaliza a obrigatoriedade de trabalhar o tema ambiental de forma transversal, conforme foi proposto pelos Parâmetros e Diretrizes Curriculares Nacionais⁸².

A Secretaria de Educação Fundamental do MEC, por meio da Coordenação de Educação Ambiental - COEA, tem como missão formular e propor políticas de qualidade para o ensino fundamental apoiando os sistemas de ensino estaduais e municipais, promovendo e ampliando as condições do aluno para o exercício da cidadania.

A COEA, instituída em dezembro de 1998, tem entre suas funções, incentivar a inserção do tema transversal meio ambiente em projetos educativos da escola, estimular ações que propiciem a melhoria da formação de professores e uma aprendizagem diversificada dos alunos, de modo que possam ter instrumentos para se posicionar frente às questões ambientais nacionais e globais.

Para alcançar sua missão, a COEA, segundo orientações da Política Nacional de Educação Ambiental, definiu duas linhas de ações prioritárias:

- ? projetos de educação ambiental no convívio escolar;
- ? inserção de temas do meio ambiente nas disciplinas do ensino fundamental.

Essas linhas de ações se apoiam em quatro estratégias básicas:

Institucionalização da educação ambiental: essa estratégia busca universalizar a educação ambiental no ensino fundamental, concretizando sua presença nas escolas. Para atingir esse objetivo, é importante garantir a continuidade e a permanência das ações conforme o artigo 2º da lei nº 9.795, de 1999: “A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal”. Assim, a institucionalização significa também garantir a coerência e a continuidade no comprometimento do Ministério da Educação - MEC para as ações de Educação Ambiental⁸³.

Informação: a produção e a disponibilização das informações ambientais, a difusão de conhecimentos, de tecnologias e de montagem de banco de dados são as atividades vinculadas à educação ambiental, dispostas no artigo 8º da lei nº 9.795, de 1999. A garantia da democratização de informações na área de educação ambiental proporciona conteúdos de qualidade, fornece igualdade de acesso ao conhecimento e contribui para capacitar profissionais de educação ambiental no ensino formal.

⁸² Durante um ano a Câmara Técnica de Educação Ambiental do CONAMA, na época, presidida pela COEA/MEC discutiu propostas para regulamentação da lei. Em 25 de junho de 2002, foi assinado pelo Presidente da República a Regulamentação da lei nº 9.795 pelo decreto nº 4.281.

⁸³ O Sistema Brasileiro de Informação sobre Educação Ambiental e Práticas Sustentáveis está implantado desde janeiro de 2002 e pode ser acessado no site <http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/index.cfm>

Articulação: a articulação institucional é uma das atribuições da COEA, como instituição federal, que garante a participação e o trabalho articulado dos parceiros, estimulando a cooperação entre as diversas regiões e instituições do país como proposto pela lei nº 9795, de 1999.

Formação de professores: a formação continuada para professores do ensino fundamental é a política básica da Secretaria de Educação Fundamental - SEF, prevista na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (artigo 67, II). A PNEA enfatiza a formação continuada como uma das estratégias fundamentais para implantação da educação ambiental (artigo 8º, parágrafo 2º, I).

4.1.4 - OUTRAS INICIATIVAS

4.1.4.1 - Parâmetros Curriculares Nacionais

A proposta dos Parâmetros Curriculares Nacionais do MEC identifica a dimensão ambiental como um tema transversal e de abordagem interdisciplinar. Ressalta a necessidade da formação de cidadãos conscientes, aptos para decidirem e atuarem na realidade socioambiental de um modo comprometido com a vida, com o bem-estar de cada um e da sociedade, em nível local e global. Para isso é necessário que a escola, além de informações e conceitos, trabalhe com formação de valores e com o desenvolvimento de habilidades e atitudes que consolidem uma nova ética na interação com o ambiente.

4.1.4.2 - Projeto de Capacitação, Acompanhamento e Desenvolvimento de Educadores em Educação Ambiental

O Projeto de Capacitação, Acompanhamento e Desenvolvimento de Educadores em Educação Ambiental, de responsabilidade da Coordenação de Educação Ambiental do MEC e da Diretoria do Programa Nacional de Educação Ambiental do MMA, é executado dentro do Acordo Brasil/UNESCO, com o objetivo de promover a consolidação e o desenvolvimento da Educação Ambiental no país, no âmbito formal e não formal.

4.1.4.3 - Fomento a Projetos Integrados de Educação Ambiental

A finalidade da ação “Fomentos a Projetos Integrados de Educação Ambiental”, executada pelo Fundo Nacional do Meio Ambiente - FNMA é apoiar projetos integrados que visem a conscientização e a educação comunitária, a capacitação e o treinamento com vistas à proteção e à conservação ambiental. Essa ação é executada por meio da linha temática do FNMA - Educação Ambiental, que se divide em três sublinhas: construção da Agenda 21 local/regional (vide item 7.2), construção de agendas ambientais institucionais e comunitárias, e educação ambiental para o desenvolvimento sustentável.

4.2 - PROGRAMAS DE EDUCAÇÃO EM CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E USO RACIONAL DE DERIVADOS DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL

4.2.1 - O “PROCEL NAS ESCOLAS”

4.2.1.1 - Histórico

Entre as diversas ações desenvolvidas pelo PROCEL, há uma especialmente dirigida para as crianças e adolescentes, por meio de instituições de ensino. Trata-se do “PROCEL nas Escolas”.

Com a assinatura de um Acordo de Cooperação Técnica entre o MME e o MEC, em dezembro de 1993, foram estabelecidas as diretrizes para as ações do “PROCEL nas Escolas”, decidindo-se então:

- ? capacitar os professores de nível fundamental e médio do país para trabalharem, junto a seus alunos, todos os aspectos do combate ao desperdício de eletricidade, incluindo os professores e os alunos do SENAI e do Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial - SENAC;
- ? desenvolver materiais pedagógicos e didáticos sobre energia, a serem distribuídos gratuitamente aos corpos docente e discente;
- ? estabelecer uma forma de envolver os alunos de escolas técnicas de nível médio e das instituições de ensino superior, no sentido de utilizar os recursos tecnológicos de combate ao desperdício de energia e criar uma mudança de hábito na sua utilização.

Para atingir tais objetivos, o PROCEL associou-se ao Programa de Educação Ambiental “A Natureza da Paisagem”, desenvolvido pelo Centro de Cultura, Informação e Meio Ambiente e alçado à condição de programa oficial da UNESCO. Esse programa foi, então, adaptado para os temas Energia e Combate ao Desperdício, tornando-se “A Natureza da Paisagem - Energia”. Essa metodologia possui, além dos princípios fundamentais, processos específicos de implantação, acompanhamento e avaliação.

A implantação do projeto “PROCEL nas Escolas” na área de educação (no âmbito municipal ou estadual) deve ser realizada de forma institucional, de maneira que o projeto se desenvolva livremente, sem as interferências das mudanças políticas que poderiam retardar o seu desenvolvimento.

A implementação do projeto envolve:

- ? sensibilização da área de educação (Secretarias de Educação, Sindicatos dos Estabelecimentos Particulares de Ensino - SINEPE's, SENAI, SENAC, etc.), com a apresentação do panorama energético brasileiro, da metodologia “A Natureza da Paisagem - Energia” e do material didático/pedagógico;
- ? estabelecimento de acordo de cooperação técnica entre a concessionária de energia elétrica e a área de educação;
- ? definição das escolas que participarão das promoções (competência da área de educação);
- ? definição do envolvimento dos diretores das escolas (competência da área de educação);
- ? definição dos professores que participarão do curso (3 professores de cada escola, em cada curso, que tenham regência de classe. Em cada escola, deve-se capacitar, no mínimo, 9 professores para que possa ser possível a “interdisciplinaridade”);
- ? realização do curso para os professores (carga horária de 12 horas), recolhendo a ficha de cadastro da escola.
- ? estabelecimento do processo de acompanhamento e avaliação, utilizando “software” específico para tal fim.

O material didático/pedagógico é encaminhado gratuitamente às escolas, em atenção a seu diretor(a), por meio de um documento-compromisso (carta), e fica à disposição dos professores e alunos, em quantidade suficiente para que 3 turmas de 45 alunos possam trabalhar simultaneamente.

4.2.1.2 - Situação atual

Realiza-se, atualmente, a expansão do “PROCEL nas Escolas” para todo o país. Inicialmente, os trabalhos de expansão tiveram como público-alvo as escolas públicas, devido à facilidade de se firmarem os acordos de cooperação técnica com as Secretarias de Educação, tanto municipais como estaduais. As escolas particulares também fazem parte do público alvo do “PROCEL nas Escolas”, uma vez que já foi assinado um acordo de cooperação técnica entre a Eletrobras/PROCEL e a Federação Interestadual de Escolas Particulares - FIEP. Já participam do programa 24 estados da Federação e o Distrito Federal.

O “PROCEL nas Escolas” também participa de encontros, seminários e outros eventos fora da área de educação, como outra forma de utilizar os recursos da metodologia para a sensibilização pública.

Além disso, o MEC sinalizou a necessidade de se ampliar o alcance da informação repassada ao professor, sobre o combate ao desperdício de energia, utilizando sua TV Escola para ensino de níveis fundamental e médio.

Para atender a essa demanda, o “PROCEL nas Escolas” tem trabalhado o conteúdo da metodologia “A Natureza da Paisagem – Energia”, para elaboração de telecurso juntamente com a Fundação Roberto Marinho, que tem tido exibição garantida na TV Futura, canal de televisão a cabo.

Tabela 26 - Resultados do “PROCEL nas Escolas”

	Alunos Treinados
1989-1994	800.000
1995-1997	791.375
Total	1.591.375
Energia total economizada	84 kWh/ano/aluno⁸⁴
1997	33,5 milhões kWh/ano
1989-1997	133,67 milhões kWh/ano – acumulado

4.2.1.3 - Perspectivas do Programa

Implementação contínua do “PROCEL nas Escolas” técnicas de nível médio

Esse programa compreende as seguintes atividades:

- ? utilizar uma disciplina de "Eficiência Energética" adequada aos alunos de nível médio técnico, com carga horária de 40 horas, para atingir as áreas de Eletrotécnica e Engenharias Eletrônica, Mecânica e Civil;
- ? dispor de material didático/pedagógico apropriado para os alunos e professores, para que possam desenvolver suas tarefas com fonte de consulta segura;
- ? envolver permanentemente as áreas citadas de todas as Escolas Técnicas Federais e Centros Federais de Educação Tecnológica - CEFET's;
- ? transformar o professor no elemento central para a expansão dos projetos-pilotos, sendo ele o responsável por transmitir aos alunos os temas relativos ao combate ao desperdício de energia;
- ? capacitar outros professores nas principais escolas técnicas e CEFET's do país para que possam dar continuidade à implantação da disciplina "Eficiência Energética" nessas escolas.

⁸⁴ Verificado pelo acompanhamento da conta de luz das famílias dos alunos durante alguns meses após a conclusão do curso.

O programa atua também com o desenvolvimento de material de apoio para cada área e organização do conteúdo da disciplina denominada “Meio Ambiente e Desperdício de Energia”.

Implementação contínua do “PROCEL nas Instituições” de ensino superior

A atuação do PROCEL junto às instituições de ensino superior começou com um projeto-piloto na Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, em 1995, que consistiu em oferecer aos alunos de graduação dos cursos de engenharia elétrica, eletrônica, mecânica e de produção uma disciplina de “Conservação e Uso Eficiente de Energia”, com carga horária de 60 horas.

4.2.2 - O “CONPET NAS ESCOLAS”

“O Conpet na Escola” é um projeto de educação, criado objetivando transmitir ao professor informações e conhecimentos sobre petróleo e seus derivados e gás natural. O Projeto também trabalha conceitos sobre o uso racional desses energéticos, além de ampliar o universo de conhecimento do aluno, no sentido de conscientizá-lo da importância das questões relacionadas à sociedade, à natureza e à preservação dos recursos naturais e do meio ambiente, estimulando-o a ser um defensor do uso racional desses recursos e em particular dos derivados de petróleo e de gás natural. O projeto é amplo e envolve os alunos de 1º e 2º graus das redes de ensino público e privado.

4.2.2.1 - Metodologia

A metodologia, aplicada com sucesso desde 1992, consiste em trabalhar com o professor e não diretamente com os alunos, pois além de ser a forma mais eficiente, torna o processo permanente.

Assim, é oferecido ao professor um programa de aperfeiçoamento sobre petróleo, seus derivados e gás natural, no sentido de sensibilizá-lo para o engajamento no projeto e facilitar o desenvolvimento do assunto em sala de aula. O curso é ministrado a determinado grupo de professores por escola, que participam voluntariamente, ficando responsáveis pela multiplicação dos conhecimentos recebidos aos demais professores e pela coordenação interdisciplinar do tema.

4.2.2.2 - Desenvolvimento

O projeto é desenvolvido de acordo com as seguintes etapas principais:

- ? definição das escolas envolvidas, número de alunos e professores;
- ? reunião com os diretores para conhecimento do Conpet;
- ? apresentação do projeto em palestra para os diretores e professores;
- ? visita a um órgão da Petrobras para conhecimento do funcionamento de uma indústria de petróleo, com palestras e projeção de filmes;
- ? curso de aperfeiçoamento de 16 horas para professores, sobre racionalização do uso dos derivados de petróleo e gás natural com abordagem teórica e prática das questões, com realização de experiências em sala;
- ? fornecimento às escolas de kit com material de apoio necessário ao desenvolvimento e acompanhamento do projeto;
- ? atuação dos professores com os alunos na produção de textos e trabalhos que visem a conservação de energia, analisando, sempre que possível, os problemas vividos no dia-a-dia das pessoas;
- ? promoção de eventos, como exposições e feiras de ciência, com a apresentação, por parte dos alunos, de cartazes, murais, maquetes, dramatizações, etc.;

- ? avaliação dos conhecimentos adquiridos pelos alunos e verificação de mudança de atitude por parte do professor;
- ? entrega de certificado aos professores que participaram do projeto.

4.2.2.3 - Forma de Participação

O desenvolvimento dos trabalhos do Projeto “O Conpet na Escola” é descentralizado, participativo e aberto a todas as instituições de ensino do país, tanto públicas quanto privadas. As instituições interessadas em participar devem firmar um convênio de cooperação técnica com o Conpet. Os resultados do programa, até 1998, estão expressos na tabela abaixo:

Tabela 27 - Resultados do Conpet

Estado	Municípios	Escolas	Professores	Alunos	Kits distribuídos
Bahia	164	724	1.927	504.800	724
Mato Grosso do Sul	10	110	178	68.100	110
Rio de Janeiro	47	381	982	243.857	381
São Paulo	7	24	63	12.000	24
TOTAL	228	1.239	3.150	828.757	1239

4.3 - FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Por meio do decreto nº 3.515, de 20 de junho de 2000, foi criado o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas - FBMC, presidido pelo Presidente da República, com o objetivo de conscientizar e mobilizar a sociedade sobre o tema da mudança global do clima.

As organizações não-governamentais brasileiras, o setor privado e a comunidade acadêmica vêm manifestando o interesse de ampliar o debate sobre a matéria, de modo a permitir uma maior integração dos diversos atores sociais, aumentando a consciência da sociedade sobre os desafios que o tema de mudança do clima envolve e também sobre as oportunidades trazidas pelo mesmo, a se traduzirem pela potencial transferência de recursos para o país mediante o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, definido no artigo 12 do Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

Assim, o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas tem por objetivo ser uma instância pública de debates sobre o tema. O FBMC visa conscientizar e mobilizar a sociedade para a discussão e tomada de posição sobre os problemas decorrentes da mudança do clima por gases de efeito estufa, bem como sobre o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - CDM.

O Fórum conta com a participação dos Ministros de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; da Ciência e Tecnologia; do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; da Fazenda; do Meio Ambiente; de Minas e Energia; do Planejamento, Orçamento e Gestão; das Relações Exteriores; da Saúde; dos Transportes; da Educação; da Defesa; e do Chefe da Casa Civil da Presidência da República⁸⁵; bem como personalidades e representantes da sociedade civil, a serem designados pelo Presidente da República, com notório conhecimento, ou que sejam agentes com responsabilidade

⁸⁵ De acordo com o decreto de 14 de novembro de 2000 que altera redação do decreto nº 3.515, de 20 de junho de 2000.

sobre a mudança do clima. Ademais, são convidados a comporem o Fórum os respectivos Presidente da Câmara dos Deputados e do Senado Federal, Governadores de estado e Prefeito de capitais dos estados.

O Fórum manterá permanente integração com a Comissão Interministerial sobre Mudança do Clima, para a adoção das providências necessárias às implementações de suas deliberações.

O Fórum poderá constituir, sob a coordenação de qualquer participante, câmaras temáticas, sejam provisórias ou permanentes, que congregarão os diversos setores econômicos, sociais e técnico-científicos do País com responsabilidade na implementação das medidas relacionadas à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Tais câmaras temáticas contarão com o apoio técnico dos seguintes órgãos da Administração Pública Federal: Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, Agência Nacional de Petróleo - ANP, Banco Central do Brasil - BCB, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, Comissão de Valores Mobiliários - CVM, Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, Agência Nacional de Águas - ANA⁸⁶, e outros órgãos governamentais ou entidades mantidas com recursos públicos.

O Fórum pretende ainda estimular a criação de *fora* Estaduais de Mudanças Climáticas, devendo realizar audiências públicas em várias regiões do país.

Tal qual o procedimento adotado em relação à Comissão, o apoio administrativo e os meios necessários à execução dos trabalhos do Fórum e das câmaras temáticas serão providos pelo Ministério da Ciência e Tecnologia.

A criação do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas evidencia que o Brasil pretende manter sua liderança mundial em relação aos temas ambientais globais, a exemplo da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, em 1992.

O FBMC vem, desde a sua criação, promovendo várias atividades e divulgando informações diversas relacionadas ao tema da mudança global do clima, as quais podem ser verificadas no *site* www.forumclimabr.org.br.

4.4 - AUMENTANDO A CONSCIENTIZAÇÃO NO BRASIL SOBRE AS QUESTÕES RELATIVAS À MUDANÇA DO CLIMA

4.4.1 - HOME PAGE BRASILEIRA NA INTERNET SOBRE MUDANÇA DO CLIMA

A construção de um *site* sobre mudança do clima na *World Wide Web*, iniciada em setembro de 1995, quando a *Internet* era ainda incipiente no Brasil, foi uma idéia pioneira, inovadora e interessante que tem colaborado com o desenvolvimento da Comunicação Nacional do Brasil e contribuído para o aumento da conscientização pública sobre o assunto no país. O *site* (www.mct.gov.br/clima) constitui, assim, uma ferramenta importante para a implementação dos compromissos brasileiros assumidos no âmbito da Convenção do Clima.

⁸⁶ Idem

A importância dessa idéia foi reconhecida pelo próprio Secretariado da Convenção que elaborou o programa CC:WEB para a disseminação do modelo brasileiro para outros países em desenvolvimento. Ademais, a página brasileira serviu de base para a concepção inicial da página do próprio Secretariado.

Refletindo todo o processo de preparação da Comunicação Nacional, o *site* reúne e disponibiliza toda a informação gerada pelas diversas instituições e especialistas envolvidos na preparação de inventários e documentos para a Comunicação Nacional, incluindo o nome e as informações para contato de cada especialista envolvido e responsável pela preparação de cada documento.

A divulgação pela *Internet* de todo o material esboçado aumenta a qualidade e a confiabilidade do trabalho, assegurando transparência e possibilitando a participação de especialistas não envolvidos diretamente no processo, mas que desejem fazer comentários e críticas.

A *Internet* também tem possibilitado um contato permanente entre os especialistas (via **e-mail**), facilitando o desenvolvimento do trabalho de forma coletiva, encurtando distâncias, diminuindo custos e a necessidade de encontros e viagens, e facilitando, também, a interação entre os especialistas de diferentes setores, permitindo que eles compartilhem experiências sobre diferentes abordagens.

Dessa forma, o *site* de mudança do clima na *Internet* tem fortalecido a capacidade da unidade de coordenação e ajudado a descentralizar a preparação da Comunicação Nacional, permitindo um envolvimento completo de todas as instituições relevantes, independentemente de suas localizações.

Além dos trabalhos relacionados com a preparação da Comunicação Nacional, o *site* passou a ser também um ponto de encontro, aberto 24 horas por dia, para a discussão de questões relacionadas à mudança do clima, estabelecendo, claramente, um canal formal para agrupar e disseminar informações.

O *site* possibilita que textos importantes sejam disponibilizados para todo o Brasil em nosso idioma, como a íntegra do texto da Convenção e do Protocolo de Quioto, documentos relativos às negociações no âmbito da Convenção, em especial decisões das Conferências das Partes, e documentos, discursos e propostas que refletem a posição brasileira. Além disso, aponta para informações existentes na *Internet* relacionadas à mudança do clima consideradas relevantes, com níveis de conhecimento que vão desde informações para iniciantes até informações científicas bem detalhadas (como os relatórios do IPCC).

Foram feitos *links* para as *home pages* de instituições nacionais e internacionais que levam o público diretamente às questões relacionadas com o tema, poupando as pessoas de terem que passar pelo complexo processo de navegação das *home pages* institucionais. No caso do Brasil, existem *links* que vão direto para mapas de queimada no cerrado (dentro do site da Embrapa) e para imagens de satélite da floresta Amazônica (dentro do site do INPE). Foram feitos *links* também para questões relacionadas ao meio ambiente (por exemplo, Agenda 21, o Protocolo de Montreal e a Convenção sobre Diversidade Biológica).

Além de ser o local onde a informação é divulgada, a *home page* também é o lugar onde a informação pode ser obtida, pois deixa claro quais são as atribuições da unidade de coordenação, identificando quem é quem na unidade e informando como as pessoas podem fazer solicitações e encaminhar perguntas. A *Internet* tem sido um meio eficaz de colocar o público externo em contato direto com a equipe da Coordenação, que tem procurado esclarecer dúvidas de estudantes, jornalistas e profissionais de outras áreas interessados em obter informações sobre a mudança do clima e sobre a própria implementação da Convenção no país.

Como é desenvolvido em três línguas⁸⁷ ? português, espanhol e inglês ? o *site* brasileiro de mudança do clima extrapola o público do país, tornando-se fonte de referência também internacionalmente e permitindo a inserção do Brasil no debate global sobre mudança do clima.

Até 17 de fevereiro de 2000, estavam disponíveis cerca de 3.000 páginas nas três línguas, de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 28 - Número de Páginas na *Homepage* do MCT

	Português	Inglês	Espanhol	Total
Número de Páginas	992	952	976	2.920
Tamanho	4.862,5 KB	4.800,9 KB	4.702,8 KB	14.366,2 KB

De forma geral, o uso da *Internet* tem contribuído para garantir a qualidade do trabalho, facilitado a conscientização pública, aumentado a eficiência, permitido uma melhor disseminação das informações e um melhor alcance da Convenção e sua implementação no Brasil. Esse esforço, contudo, não deixa de ter limitação, como a pouca disponibilidade de acesso à *Internet* no Brasil, atualmente restrita a uma pequena parte da sociedade brasileira. Mas as condições de rede estão evoluindo rapidamente (estima-se 11,6 milhões de usuários brasileiros em 2001, ou cerca de 8% da população), o que projeta essa iniciativa ao futuro, quando serão colhidos e distribuídos com profusão os frutos do trabalho iniciado em 1995.

4.4.2 - VERSÃO EM PORTUGUÊS DE DOCUMENTOS OFICIAIS DA CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA E DO PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA

Como já exposto, uma das maiores dificuldades encontradas para a ampliação da conscientização sobre as questões relativas à mudança no clima no Brasil é a existência de pouco material de leitura disponível em português. Obviamente, a superação dessa dificuldade é algo que requer tempo e recursos.

Assim, seguindo um critério de identificação de prioridades, a versão e publicação em português do texto oficial da Convenção era uma escolha natural como primeiro passo para a divulgação do tema de mudança do clima no país. Em 1996, o texto foi traduzido e editado no Brasil pelo MCT e MRE. Com o apoio do Secretariado Permanente da Convenção, o texto foi publicado pela Unidade de Informações sobre Mudança do Clima - IUC do PNUMA, com uma tiragem inicial de 3.000 exemplares.

Em 2000, com a criação do Programa de Mudanças Climáticas do Governo Federal, o texto do Protocolo de Quioto foi traduzido e editado em português pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e pelo Ministério das Relações Exteriores. Com o apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD, o texto foi publicado com uma tiragem inicial de 3.000 exemplares.

Também já foram traduzidos o relatório da “Segunda Avaliação do IPCC - Mudança do Clima 1995” e a publicação “Mudança do Clima 1995 - A Ciência da Mudança do Clima”, contendo um sumário para formuladores de políticas e um sumário técnico do relatório do Grupo de Trabalho I do IPCC.

É importante ressaltar que a versão em português desses documentos também encontra-se disponível em meio eletrônico no *site* da Coordenação-Geral de Mudanças Globais (www.mct.gov.br/clima),

⁸⁷ Foi firmado, em 2002, um acordo com a Missão Interministerial de Mudança do Clima (*Mission Interministérielle de l'Effet de Serre*) do Governo Francês visando financiar a versão da *homepage* da Coordenação-Geral de Mudanças Globais para o idioma francês.

sendo instrumento chave no processo de conscientização pública do tema não apenas no Brasil, mas facilitando a compreensão do mesmo por pessoas de outros países que têm o português como língua materna (Portugal, Angola, Moçambique, Guiné-Bissau, Cabo Verde, São Tomé e Príncipe, Timor Leste).

4.4.3 - PESQUISA DE CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE MUDANÇA DO CLIMA

O Programa de Conscientização sobre o Clima - CAP foi um projeto idealizado pelo PNUMA para prestar assistência a todas as Partes não listadas no Anexo I da Convenção do Clima no cumprimento do artigo 4.1 (i), onde todas as Partes se comprometeram a “Promover e cooperar na educação, treinamento e conscientização pública em relação à mudança do clima e estimular a mais ampla participação nesse processo, inclusive a participação de organizações não-governamentais” e na implementação do artigo 6 da Convenção, que estabelece que, ao cumprir os compromissos previstos no artigo 4.1 (i), as Partes devem “promover e facilitar... a elaboração e a execução de programas educacionais e de conscientização pública sobre a mudança do clima e seus efeitos”. Também incitava as Partes a “cooperar e promover, em nível internacional e, conforme o caso, por meio de organismos existentes... a elaboração e o intercâmbio de materiais educacionais e de conscientização pública sobre a mudança do clima e seus efeitos.” No entanto, a idéia desse programa não foi levada adiante.

Apesar do programa não ter sido desenvolvido, de março a julho de 1998, a Coordenação-Geral de Mudanças Globais do Ministério da Ciência e Tecnologia realizou uma pesquisa para analisar e identificar as circunstâncias e as necessidades particulares do Brasil.

A pesquisa explorou o contexto onde deve ocorrer um aumento da conscientização sobre mudança do clima, quais devem ser os públicos alvo, que tipo de mídia ou canais seriam os mais eficientes para atingí-los e quais seriam os possíveis parceiros do CAP.

Os principais itens levantados na pesquisa foram:

Nível de conscientização sobre mudança do clima, avaliado em quatro questões:

Identificou-se que há um nível excelente de conscientização sobre mudança do clima entre os entrevistados, sendo apenas inferior aos níveis de conscientização sobre variação climática/eventos extremos e HIV/AIDS. O alto nível de conscientização sobre a Convenção de Mudança do Clima foi surpreendente, sendo superior até mesmo ao nível de conscientização sobre a própria questão do aquecimento global.

Detectou-se que as quatro questões consideradas principais que afetarão a qualidade de vida no Brasil são a má distribuição de renda, o desemprego, o aumento do crime e da violência e o uso ilegal de drogas. O resultado da pesquisa confirma a tese de que a mudança do clima não é vista como um tema prioritário pelos entrevistados, considerando-se a maior prioridade que é dada aos temas sociais na atual conjuntura do país.

As respostas indicam um bom conhecimento geral, apesar da confusão entre destruição da camada de ozônio e questões relacionadas à mudança do clima.

Há uma divisão política clara das opiniões: metade dos entrevistados se opõe e a outra metade é a favor da aceitação de compromissos de redução pelos países em desenvolvimento. Mas ambos os lados reconhecem que o desenvolvimento econômico pode ser alcançado simultaneamente com a proteção do meio ambiente.

Em relação à pergunta de qual deve ser o público alvo num eventual programa de conscientização, pôde-se observar que uma prioridade maior foi atribuída aos líderes empresariais e funcionários governamentais, seguidos dos jornalistas e líderes civis. Deve-se notar que também o grupo de professores escolares apresenta média próxima aos grupos considerados mais prioritários. Os estudantes, quer sejam de nível universitário ou de nível secundário, foram considerados como o público alvo menos prioritário para um programa de conscientização.

Questões mais significativas relacionadas à mudança do clima no Brasil, em ordem de importância, são:

Setor Energético

Todos os entrevistados mencionaram o setor energético como sendo uma das questões mais importantes relacionadas à mudança do clima, lembrando as conseqüências de nossa matriz energética — basicamente hidroeletricidade — sobre os recursos hídricos nacionais e os efeitos de medidas de mitigação sobre o desenvolvimento do setor energético.

Florestas

A relevância dessa questão deriva principalmente da contribuição brasileira para as emissões de gases de efeito estufa resultantes do desflorestamento na Amazônia, e não do consumo de combustíveis fósseis. A questão do desflorestamento foi considerada não apenas uma preocupação para muitos brasileiros, mas também uma questão política importante devido à pressão internacional nos *fora* internacionais.

Eventos climáticos extremos

Também foram levantadas preocupações sobre os efeitos da mudança do clima no que diz respeito aos eventos climáticos extremos, especialmente enchentes e secas. Nas entrevistas foi expressa preocupação com os efeitos da mudança do clima somados às condições climáticas brasileiras, que representam a maior variabilidade interanual relativa do mundo.

Biodiversidade

A biodiversidade também foi apontada entre as questões mais importantes, uma vez que uma das características marcantes do país é sua grande diversidade de recursos naturais. Portanto, foi mencionada a necessidade de se adotar práticas agrícolas e florestais que não gerem impactos climáticos negativos e preservem a biomassa e a diversidade biológica do país, com ênfase na necessidade de que tais práticas não sejam contrárias à preservação do meio ambiente.

Recursos Hídricos

Essa questão está intimamente relacionada às questões do setor energético, visto que a matriz energética brasileira consiste basicamente de hidroeletricidade. Além disso, tem havido uma maior conscientização a respeito da gravidade da “crise hídrica mundial” e seus efeitos sobre a vida cotidiana de todos os cidadãos. Outra questão mencionada foi o aumento da temperatura causado pelo fenômeno *El Niño* e seus efeitos, como o aumento de enchentes no sul do país e de secas na região Nordeste do Brasil.

Desertificação

Como mencionado por um entrevistado, há mais de 1 milhão de km² do território brasileiro sofrendo um processo de desertificação e outros 100.000 km² em condições graves. Um outro afirmou que a

desertificação resultante de verões prolongados e secos pode também aumentar na região Nordeste do Brasil.

4.4.4 - OUTRAS ATIVIDADES

4.4.4.1 - Publicações

Com o objetivo de ampliar o número de publicações sobre mudança do clima em língua portuguesa, entre 1997 e 2000, a Coordenação-Geral de Mudanças Globais com o apoio de parceiros, realizou as seguintes atividades:

- ? Publicação dos resultados do *Workshop* “Intercâmbio de Experiências Latino-Americanas sobre a Elaboração das Comunicações Nacionais”, realizado em Itaipu de 30 de setembro a 2 de outubro de 1997;
- ? Publicação do relatório “Inventário Nacional de Emissões de Metano pelo Manejo de Resíduos”, em parceria com o Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Meio Ambiente, CETESB, PNUD, *US Country Studies* e MCT, 1998;
- ? Publicação da Memória do *Workshop* “Mudanças Climáticas Globais e a Agropecuária Brasileira”, realizado em Campinas, São Paulo, de 16 a 17 de junho de 1999;
- ? Publicação do livro “Eficiência Energética – Integrando Usos e Reduzindo Desperdícios”, em parceria com a ANEEL, a ANP e o MCT, 1999;
- ? Publicação do livro “O Estado das Águas no Brasil – 1999 – Perspectivas de Gestão e Informação de Recursos Hídricos”, em parceria com a ANEEL, o MME, o MMA e o MCT, 1999;
- ? Publicação de 900 cartilhas “Efeito Estufa e a Convenção sobre Mudança do Clima”, em parceria com o BNDES, 1999.

4.4.4.2 - Seminários e Debates

Entre 1997 e 2000 foram realizados cerca de 150 eventos sobre mudança do clima no Brasil. O Brasil, além disso, realizou dois eventos do IPCC (um sobre o artigo 2 da Convenção, realizado em Fortaleza, em 1994; e outro sobre o *Good Practice in Inventory Preparation – Emissions from waste*, realizado em São Paulo, em 1999). Primeiramente, a iniciativa desses eventos era basicamente de órgãos ligados ao governo federal. Entretanto, a parceria com universidades e institutos de pesquisas, estabelecida na busca de se superar as dificuldades metodológicas encontradas para o levantamento do inventário brasileiro de emissões, tem despertado o interesse desses em promover eventos sobre o tema. Ademais, constata-se que o processo de regulamentação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo tem provocado grande interesse no empresariado e associações de classe, que têm também promovido seminários, cursos e debates sobre o tema.

4.4.4.3 - Revistas e Jornais

A imprensa brasileira vem, gradualmente, sendo sensibilizada em relação à mudança do clima e o número de artigos em jornais e revistas sobre o assunto aumentou consideravelmente. A imprensa nacional passou a acompanhar mais atentamente o tema a partir das negociações do Protocolo de Quioto, especialmente devido à apresentação pela delegação brasileira de elementos de um Protocolo para a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima em resposta ao Mandato de Berlim, mais conhecidos como “Proposta Brasileira”. O processo de regulamentação do Mecanismo

de Desenvolvimento Limpo, que teve sua origem na Proposta Brasileira, e as implicações desse instrumento no cenário político-econômico brasileiro vêm despertando cada vez mais o interesse da imprensa.

Tabela 29 - Número de artigos em revistas e jornais de grande circulação no Brasil citando o problema do efeito estufa

Ano	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Nº de citações	11	20	300	240	306	473

A complexidade e o caráter técnico dos temas relacionados à mudança do clima são uma barreira para os jornalistas, que têm dificuldade em sintetizar as informações para o formato de artigos de jornais e revistas, que requerem uma linguagem simples e direta. No entanto, alguns jornalistas especializados em questões ambientais e o espaço editorial dado a alguns especialistas e cientistas brasileiros na mídia impressa têm ajudado consideravelmente na conscientização pública sobre a questão.

5 - EFEITOS DA MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA NOS ECOSISTEMAS MARINHOS E TERRESTRES

A importância da variabilidade climática não se expressa apenas por seus efeitos enquanto fenômeno físico, mas especialmente por causa de suas conseqüências sociais, econômicas e ambientais. Portanto, os assuntos relacionados ao tema merecem muito mais atenção que a recebida até o momento presente.

Devido aos recursos limitados disponíveis, tanto humanos quanto financeiros, o governo brasileiro definiu como estratégia, no início das atividades de implementação da Convenção no Brasil, dar ênfase aos estudos visando a preparação do inventário brasileiro de emissões antrópicas líquidas de gases de efeito estufa. Contudo, a pequena bibliografia existente sobre a vulnerabilidade e a adaptação aos efeitos da mudança do clima no Brasil foi aqui analisada. Em 2000, com a inclusão do tema de mudança do clima no Plano Plurianual do Governo 2000-03, foram iniciados estudos sobre vulnerabilidade à mudança climática em relação à saúde e ao branqueamento de corais.

O presente capítulo é uma tentativa de entender as interações diretas e indiretas entre clima e sociedade no Brasil. Alguns estudos de casos do impacto de alterações climáticas foram identificados e apresentados como exemplos de pesquisas que precisam ser aprofundadas. Assim, alguns estudos realizados identificaram os efeitos adversos da seca no Nordeste, bem como em outras regiões do país. O setor agrícola é, com certeza, o mais diretamente afetado pelas secas, mas outros setores, como a geração de energia hidrelétrica, também são afetados. Enchentes também representam um grande problema em várias regiões, incluindo a Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Geadas, por sua vez, são fenômenos que causam grande preocupação nas regiões Sul e Sudeste, tendo sido a razão de grandes perdas econômicas em anos anteriores. Esses fenômenos agrupados (secas, inundações e geadas) têm causado perdas de milhões de dólares e têm sido responsáveis por um considerável número de mortes.

A vulnerabilidade do país aos impactos adversos e as possíveis medidas de adaptação à mudança do clima incluem vulnerabilidade das zonas costeiras em virtude do aumento do nível do mar, vulnerabilidade na área da saúde, em especial em relação à expansão da malária e da dengue e impactos sobre o setor elétrico, dada a predominância de geração hidrelétrica.

Um aumento global no nível do mar devido ao efeito estufa e um aumento da urbanização das áreas costeiras devem ser considerados pelas autoridades municipais, estaduais e federais, sendo importante a implementação de uma abordagem preventiva quando da seleção de locais para a expansão urbana e localização de indústrias. Uma avaliação das medidas possíveis de mitigação será importante para evitar os altos custos de proteger áreas desenvolvidas ou de melhorar estruturas costeiras para um dado aumento do nível do mar.

As mudanças climáticas globais podem implicar um amplo potencial de impactos na saúde pública. Alguns desses impactos podem resultar diretamente em ondas de calor e alteração no regime das chuvas, com conseqüentes inundações e secas. A transmissão de várias doenças infecciosas são particularmente sensíveis às alterações climáticas, especialmente aquelas transmitidas por mosquitos, como, por exemplo, malária. Outros impactos na saúde podem ser secundários aos impactos da mudança do clima nos sistemas sociais e ecológicos, e podem incluir mudança na produção de alimentos, deslocamento de populações e problemas econômicos. Mas geralmente os efeitos da mudança global na área de saúde são associados à ocorrência de algumas doenças. No Brasil, a região Amazônica é uma das áreas mais vulneráveis a esses problemas, considerando que o seu ambiente natural é o mais favorável ao aumento de doenças na qual a reprodução dos vetores e parasitas beneficiam-se das condições climáticas de altas temperaturas e umidade, além da grande disponibilidade de água.

A vulnerabilidade climática do setor elétrico brasileiro é decorrente das variações no ciclo da demanda de energia nas grandes áreas urbanas do país, dos efeitos dos fenômenos climáticos sobre o ciclo hidrológico brasileiro e, conseqüentemente, sobre os aproveitamentos hidrelétricos, bem como do possível aumento de temperatura decorrente dos riscos de mudança global do clima.

No entanto, quando se considera a questão de mudança no clima no Brasil, depara-se com o problema da falta de cenários plausíveis de futuros possíveis do clima no país, considerando horizonte de 100 anos, utilizado nos cenários de emissão do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima - IPCC. O Brasil é um país de grandes proporções, com regiões muito diferentes entre si, como a Amazônia, o semi-árido do Nordeste, o Centro-Oeste, as pradarias no Sul e o Pantanal. Cada região especificamente poderá ter diferentes características climáticas no futuro. O conhecimento atual das dimensões regionais da mudança global do clima, entretanto, é ainda muito fragmentado.

Para a elaboração desses estudos há, entretanto, a necessidade de desenvolvimento de modelos de mudança de clima de longo prazo com resolução espacial adequada para análise regional, o que criará condições para a elaboração de cenários de futuros possíveis de mudança do clima com diferentes concentrações de dióxido de carbono na atmosfera e analisar os impactos da mudança global do clima sobre o Brasil.

5.1 - REGIÃO SEMI-ÁRIDA

5.1.1 - REDUÇÃO DOS IMPACTOS NEGATIVOS DE EVENTOS EXTREMOS

O *El Niño Southern Oscillation* - ENSO é o modo dominante de variabilidade climática interanual de escala planetária. Seu impacto é mundial, associado ao deslocamento da circulação tropical em larga escala. Muitas áreas tropicais, incluindo o Brasil, são diretamente afetadas pelas secas ou condições de seca ligadas à ocorrência da fase quente do ENSO e de maneira análoga na fase fria. As conseqüências englobam perdas de distintas naturezas, gerando fome, mortes e desabrigados.

No nordeste do Brasil, onde muitas secas severas são associadas à ocorrência do ENSO, as previsões estatísticas e dinâmicas são esperadas e usadas com sucesso para reduzir os impactos negativos desses eventos extremos.

Como exemplo disso, o governo do Ceará, por meio de ações nos setores agrícola e de conservação dos recursos hídricos, tem demonstrado que é possível evitar um grande êxodo populacional à medida que forem criadas condições para a prática de uma agricultura de subsistência razoável como um modo harmônico de induzir a produção agrícola, incluindo a seleção de sementes mais resistentes à falta de água.

Torna-se claro, depois do exemplo supracitado, que uma estratégia bem estabelecida deve ser adotada para que sejam produzidas informações climáticas para que usuários possam acessar essas informações, agregar valores econômicos e sociais e usá-las nos processos de decisão.

Previsões técnicas certamente terão um impacto positivo na qualidade de vida em distintas áreas, tais como no aumento da produção de alimentos na agricultura (seleção de sementes e alocação) e piscicultura, no gerenciamento florestal e controle dos rios (planos de restrição de utilização da água, controle dos fluxos), na geração hidrelétrica e distribuição.

5.1.2 - PRODUÇÃO DE SAL

A região Nordeste do Brasil é um local ideal para a formação de salinas, devido a sua longa extensão costeira, muitas horas de sol por ano, chuvas restritas a uma estação bem definida, margens calmas e ventos soprando constantemente, sendo a maior produtora nacional de sal.

As condições climáticas têm um papel importante na operação das salinas. Por sua natureza, as salinas desenvolvem-se nas secas, fornecendo uma oportunidade contra-cíclica para os trabalhadores despreparados durante o verão sem chuva, ou mesmo em verões secos, nos quais a estação chuvosa não se materializa.

A indústria de sal é muito sensível às variações do clima, apesar de que o grau de sensibilidade é maior nas salinas que utilizam baixa tecnologia que nas plantas mais modernas. Dados numéricos mostram uma correlação negativa entre a ocorrência de chuvas e a produção de sal. Portanto, o sal beneficia-se com a ocorrência de secas.

Assim, quando se questiona porque algumas regiões, como o Ceará, são mais sensíveis à variabilidade climática que outras, deve-se buscar os fatores que influenciam a produtividade do sal. A história da produção de sal no Rio Grande do Norte é diferente da do Ceará. Enquanto no último a produção foi baseada no capital e na capacidade empreendedora local, no Rio Grande do Norte a modernização da

produção foi baseada no capital e espírito empreendedor atraídos do exterior e, portanto, houve maior aporte de investimentos e tecnologia. Um alto grau de modernização nesse estado nos sistemas de exploração e reserva de sal geraram uma maior resistência da indústria do sal às variações climáticas.

5.2 - ZONA COSTEIRA

5.2.1 - EFEITOS DO AUMENTO DO NÍVEL DO MAR

Há uma evidência cada vez maior de erosão à beira-mar em diferentes partes da costa brasileira, contudo, a maior parte dos estudos geomorfológicos tem-se limitado a áreas inerentemente instáveis e dinâmicas, tais como enseadas e barras na foz de rios, ou a áreas afetadas por obras de engenharia. Esses casos não podem ser considerados como evidência de erosão devido ao aumento do nível do mar, pois a falta de suprimento de sedimento, o aumento da intensidade de tempestades, os movimentos tectônicos locais e a interferência humana podem também contribuir para a erosão.

A ausência de medidas de nível do mar em um horizonte temporal maior e de registros topográficos e cartográficos torna difícil situar mudanças contemporâneas da costa numa perspectiva de longo prazo. De qualquer maneira, conclusões preliminares apontam para a necessidade de se começar uma pesquisa abrangente sobre os impactos potenciais de um aumento do nível do mar no Brasil.

Apesar de a informação disponível ser limitada, o Brasil já participa do Programa GLOSS da Comissão Intergovernamental Oceanográfica - IOC/UNESCO, localmente coordenado pela Diretoria de Hidrografia e Navegação - DHN da Marinha brasileira, e envolve diversos órgãos governamentais, universidades e companhias portuárias privadas. Dez marégrafos foram instalados no Brasil, inclusive três estações em ilhas oceânicas. Todas estão ligadas à rede geodésica nacional. Adicionalmente, uma rede de estações sobre marés nos portos que apoiaria as estações GLOSS está sob análise e, portanto, dados mais precisos sobre o nível relativo do mar poderão estar disponíveis para o Brasil.

5.2.1.1 - Conseqüências Potenciais de um Aumento do Nível do Mar

Região Norte

Problemas de salinização não têm sido relatados até o momento, mas a destruição em larga escala de manguezais na frente oceânica é relatada no setor norte, além da observação de falésias em ativo processo de erosão.

Para toda a região, uma elevação do nível do mar aumentará significativamente a propagação das marés nos rios. Inundações ao longo dos vales dos rios serão lateralmente confinadas pelas áreas elevadas adjacentes. Dependendo da quantidade de sedimento, áreas baixas de aluvião, como na Ilha de Marajó na foz do Rio Amazonas, podem ser inundadas. Contudo, conseqüências econômicas importantes não são esperadas, uma vez que a densidade de ocupação humana é em geral baixa e já obrigada a enfrentar inundações periódicas dos rios.

Região Nordeste

Em muitas localidades, as falésias fósseis irão restringir a extensão territorial de qualquer efeito de uma elevação maior do nível do mar. Manguezais, localizados nas áreas baixas das planícies costeiras,

em estuários, ao redor de lagoas costeiras e em áreas agrícolas em vales ribeirinhos temporariamente alagados, serão afetados. Problemas mais sérios aparecerão em cidades costeiras como Recife, Aracaju e Maceió, onde a urbanização se expandiu para áreas baixas e alagamentos já ocorrem, especialmente quando chuvas fortes coincidem com marés de primavera. Problemas de drenagem e de inundação afetarão as áreas baixas das planícies costeiras do litoral ao redor das baías de São Marcos e de Todos os Santos.

A descarga dos rios na região é usualmente muito pequena, exceto durante a estação chuvosa. A maior parte dos estuários está sujeita somente a correntes de marés. Dado um aumento do nível do mar, as inundações dos vales dos rios aumentaria o prisma das marés e, por sua vez, aumentaria a capacidade desses canais formados pelas marés de se comportarem como armadilhas para os sedimentos, influenciando, portanto, o balanço de sedimentos ao longo do litoral.

A água do subsolo é uma fonte usual de água para muitas comunidades costeiras. O aumento da população e do nível do mar têm implicações importantes para esse recurso e podem provocar intrusão salina. Ademais, retiradas excessivas de água do subsolo podem causar desmoronamentos.

Região Sudeste

As diversas feições morfológicas da zona costeira dessa região (cordões litorâneos, pequenas praias, costões rochosos, lagoas, baías, estuários) responderão de maneira diferenciada a um aumento do nível do mar. Alguns lugares já apresentam sinais de erosão, apesar de ter havido muito pouca interferência humana. Em outros lugares, a mineração intensiva de areia nas dunas, nas praias e em canais de maré tem contribuído para um déficit no balanço de sedimentos, tornando essas áreas mais vulneráveis ao aumento do nível do mar.

Região Sul

Processos de erosão e de acumulação na costa do Paraná foram verificados. Em Santa Catarina, exposição de turfa na base da falésia, em contato com a berma da praia, indica uma tendência de longo prazo de retrogradação. Erosão nas margens da Lagoa dos Patos é também interpretada como uma indicação de aumento relativo do nível do mar. Devido aos ventos dominantes no sentido da praia, uma zona de dunas desenvolveu-se a partir de areia transportada da praia em direção ao continente.

Intrusão salina nas lagoas costeiras trariam conseqüências locais à pesca; no caso da Lagoa dos Patos, onde a água da lagoa é usada para irrigação, o problema causaria maiores preocupações.

Outras implicações

Os portos desempenham um papel significativo no comércio doméstico e internacional do Brasil e seriam diretamente afetados por mudanças relativas no nível do mar. Tais variações trariam sérias conseqüências tanto para a estrutura portuária (por exemplo, quebra-mar, bóia de amarração, diques) como para a operação portuária (intervalos entre dragagens, amplitude de oscilações no ancoradouro, frequência de alagamento, etc.).

Considerando-se um aumento de um metro no nível do mar, diversos portos seriam alagados ou seu bordo livre (altura acima do nível da preamar) seria menor que 0,5 m. Estima-se que as operações em todos os portos serão adversamente afetadas e alguma forma de melhoria será provavelmente necessária. Considerando-se a localização dos mesmos e sua importância econômica, parece evidente que as regiões Norte e Nordeste são mais vulneráveis que as regiões Sul e Sudeste.

Outros efeitos devem ser também considerados. Maiores níveis do mar permitem às ondas atingir a costa com maior altura devido à redução da fricção com o fundo. As forças das ondas são

proporcionais à segunda ou terceira potência da altura da onda, ou seja, um aumento de 10% na altura da onda aumenta o esforço sobre os pilares em 20% e aumenta em 30% o peso dos blocos de rocha empregados na construção de quebra-mares.

Mudanças no padrão de transporte de sedimentos e de deposição também interfeririam na operação dos portos, como problemas de intrusão salina. Um aumento na taxa de transporte de areia ao longo da costa deve ser esperado como consequência de maiores ondas.

Outro problema relacionado ao efeito estufa é a mudança na circulação atmosférica e um possível aumento das tempestades. Aumentos na altura das ondas já foram descritos no Atlântico Norte. Mudanças similares no Atlântico Sul seriam motivo de preocupação para a indústria de petróleo *off-shore* que fornece a maior parte do petróleo consumido no Brasil, como também para todas as estruturas costeiras.

É fundamental que mais estudos detalhados dos possíveis efeitos e respostas a cenários realistas de aumento do nível do mar sejam realizados ao longo da costa do Brasil. Os mesmos deverão incluir avaliações dos efeitos causados por tal evento, descrições das atividades econômicas que devem ser afetadas e acompanhamento crítico das mudanças físicas.

5.3 - BRANQUEAMENTO DE CORAIS

Os recifes de corais constituem o mais diverso, o mais complexo e o mais produtivo dos ecossistemas marinhos costeiros. Eles fornecem alimento e são a principal fonte de recursos econômicos para centenas de milhares de pessoas que vivem nas regiões tropicais do nosso planeta.

Nessas últimas décadas, é crescente a preocupação, sobretudo da comunidade técnico-científica, com a importância dos recifes para a humanidade e com a ameaça a que eles estão expostos, assim como há, também, um consenso geral sobre a necessidade de minimizar a sua deterioração.

Estima-se que dentro de trinta a quarenta anos, cerca de 70% das áreas recifais do mundo estejam totalmente degradadas, sobretudo em consequência das mudanças climáticas globais e da depredação dos seus recursos naturais devido às atividades antrópicas.

Os ecossistemas recifais são extremamente sensíveis a pequenas variações da temperatura das águas oceânicas, constituindo-se, portanto, excelentes indicadores das mudanças climáticas globais, como se fossem termômetros vivos da “saúde” dos oceanos. Um fenômeno conhecido como branqueamento (do inglês “*bleaching*”) dos corais parece estar largamente condicionado às variações das condições ambientais, muito provavelmente induzidas por mudanças bruscas da temperatura global dos oceanos, e este fenômeno tem causado, de forma maciça, a morte de corais em grande parte das áreas recifais do globo.

O processo do branqueamento ocorre devido à “perda”, pelos corais, das algas fotossintetizadoras (zooxantelas) presentes no seu tecido, as quais participam de uma cooperação vital que beneficia ambos organismos. As zooxantelas, além de dar a cor ao coral, produzem componentes orgânicos que lhes serve de alimento, e em contrapartida o coral provê abrigo para as algas e lhes fornece elementos químicos necessários a sua sobrevivência. Distúrbios ambientais podem interromper essa delicada simbiose, causando dissociação entre as algas e os corais. Neste caso, o coral perde a sua cor, exibindo o seu esqueleto calcário, originalmente branco.

Embora o branqueamento de corais tenha sido observado no Brasil já há algum tempo, estudos sistemáticos sobre as suas causas não foram publicadas até o registro, no verão 1993-94, de um fenômeno de branqueamento extensivo das espécies dos corais *Mussismilia hispida* e *Madracis decactis* na costa do estado de São Paulo, o qual foi relacionado a um aumento anormal da temperatura das águas oceânicas.

Em Abrolhos, duas ocorrências de branqueamento relacionam o fenômeno a um aumento da temperatura das águas superficiais: o primeiro ocorreu durante uma anomalia de temperatura no verão de 1994, quando 51 a 88% das colônias do gênero *Mussismilia* foram afetadas, e o segundo fenômeno está relacionado com o forte evento El-Niño que se iniciou no final de 1997 no oceano Pacífico e causou, também, um aumento da temperatura das águas na costa do Brasil. Durante esse evento, um outro “*hot-spot*” foi registrado na costa norte do estado da Bahia, e em ambas localidades a temperatura da água atingiu cerca de 1°C acima da média anual observada nestes locais. No litoral norte da Bahia, três espécies de corais, *Agaricia agaricites*, *Mussismilia hispida* e *Siderastrea stellata*, tiveram de 20 a 80% de suas colônias afetadas. Esse processo de branqueamento teve duração de cerca de seis meses, e após um ano todas as colônias haviam se recuperado. Durante o evento de Abrolhos foi observado que cerca de nove espécies de corais apresentaram suas colônias parcial ou totalmente branqueadas com percentuais variados entre 10 a 90%.

Não somente no Brasil, mas em várias partes do globo, o fenômeno de branqueamento de corais parece coincidir com o aquecimento dos oceanos durante a ocorrência de eventos El-Niño, evidenciando que pequenas variações da temperatura das águas superficiais podem causar alterações dos padrões climáticos, os quais diretamente afetam os ecossistemas tropicais, particularmente os recifes de corais. Existem, ainda, controvérsias entre climatologistas se a frequência do El-Niño e se fenômenos extremos de variabilidade climática refletem um processo natural no sistema oceano/atmosfera ou se decorrem das mudanças climáticas globais.

A incidência e a severidade do fenômeno de branqueamento dos corais provocarão mudanças substanciais na estrutura das comunidades do ecossistema recifal, as quais necessitarão serem cientificamente compreendidas para que se possa minimizar a deterioração das condições dos oceanos e suas implicações para a vida do nosso planeta.

Em decorrência dessa preocupação, no âmbito do Programa Mudanças Climáticas, do Plano Plurianual do Governo - PPA (Avança Brasil), foi firmado convênio entre o MCT, a Universidade Federal da Bahia - por meio de seu Centro de Pesquisa em Geofísica e Geologia – e a Fundação de Apoio à Pesquisa e Extensão - FAPEX para o desenvolvimento de um estudo sobre as mudanças climáticas globais e o branqueamento de corais no Brasil.

Assim, já está sendo desenvolvido um projeto que visa a elaboração de um estudo técnico-científico para avaliar os efeitos do aumento da temperatura da água do mar – relacionado às mudanças climáticas globais – sobre os organismos fotossimbiotes dos corais, cuja perda causa-lhes branqueamento, bem como a capacidade desses corais de tolerar e/ou aclimatar-se diante dessas mudanças ambientais bruscas.

Os conhecimentos gerados nesse projeto irão produzir dados os quais servirão para um melhor entendimento acerca dos processos responsáveis pelas alterações observadas na biota recifal do Brasil, particularmente das áreas recifais costeiras, mais rasas e, assim, mais susceptíveis às variações da temperatura das águas superficiais. Pretende-se, ainda nesse trabalho, aprimorar a metodologia de avaliação do branqueamento dos corais, para subsidiar projetos que envolvam a gestão dos recifes de coral branqueados e/ou severamente danificados.

5.4 - ENCHENTES

5.4.1 - A CIDADE DO RIO DE JANEIRO

O problema das enchentes no Rio de Janeiro é secular e resulta das características inadequadas do uso da terra da região e, especialmente, da falta de considerações sobre o meio ambiente. Uma estratégia sustentável de longo prazo é necessária para reduzir significativamente os riscos para a população do Rio de Janeiro lidar com os eventos relacionados ao tempo.

A expansão não planejada dos estabelecimentos humanos e a falta de investimentos em infra-estrutura básica – tais como sistemas de drenagem, instalações de depósito de lixo e esgoto, as estradas e construções – são responsáveis pelos impactos dos eventos meteorológicos extremos. Da cobertura verde original (Floresta Atlântica), pouco resta nos dias de hoje. Em seu estado original, a vegetação densa funcionava como uma excelente defesa contra a erosão e os desmoronamentos.

A população do Rio de Janeiro tem alta densidade e sua taxa de urbanização é uma das maiores do Brasil. Uma parcela muito pequena da população vive na zona rural, menos de 5%. A maioria das municipalidades da região metropolitana é completamente urbanizada. Os assentamentos à beira das montanhas e nas margens dos rios e canais são característicos do desenvolvimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro nas últimas décadas. Entre as formas de uso da terra não-controladas, a expansão das favelas é uma das mais insidiosas. O êxodo rural, que começou no princípio do século XX, resultou em um grande número de pobres que, devido ao alto custo da terra e à falta de transporte público, não tiveram opção a não ser assentarem-se em terras devolutas, em áreas sujeitas a enchentes, ou buscar áreas em distritos afastados. O resultado é a deterioração do meio ambiente e a criação de grandes dificuldades para o governo em prover assistência urbana básica.

5.4.2 - ENCHENTES NO PANTANAL

Diferentemente de outras áreas, como o Rio de Janeiro, onde as enchentes resultam principalmente de práticas de uso da terra inadequadas, causando imensas perdas sociais, econômicas e ambientais, no Pantanal, as enchentes constituem um componente natural dos processos ambientais e têm um importante papel para o equilíbrio da região.

Ações antrópicas que resultam em prejuízo à cobertura natural, como as queimadas descontroladas nas altas terras da Bacia do Rio Paraguai, causam a aceleração da erosão do solo, esgotando-o, diminuem a retenção de água pelo solo, aumentam a velocidade do fluxo de água dos afluentes e o influxo dos sedimentos capazes de prejudicar o equilíbrio ecológico da região.

Alterações na parte mais alta da Bacia do Rio Paraguai podem ter conseqüências importantes para o Pantanal. De acordo com o IBAMA, a aniquilação de grande extensão da cobertura vegetal original pode causar distúrbios no domínio físico (equilíbrio de água e calor, clima, estrutura do solo, ventos), assim como na biosfera (destruição de várias formas de vida), com conseqüências imprevisíveis para a habitabilidade humana.

O nível da água do rio Paraguai excedeu 4 metros durante 60% do tempo no século XX. Assim, as enchentes do Pantanal fazem parte do cotidiano da região, onde o ecossistema alterna-se constantemente entre terrestre e aquático. Há três tipos principais de enchentes no Pantanal:

- ? Ordinárias: pequenas, alcançando de 3 a 4 metros;
- ? Intermediárias ou Extraordinárias: regulares, freqüentes, alcançando de 4 a 5,5 metros; se há áreas para sua descarga, elas criam reservatórios naturais, são benéficas e não causam problemas econômicos e sociais; e
- ? Excepcionais: alcançam de 5,5 a 6 metros e são raras, com sérias conseqüências sociais e econômicas: submergem pastagens, reduzem as áreas secas de descanso e causam sérios problemas devido ao atraso da drenagem da água e aos mecanismos de evapotranspiração.

Desse modo, pode-se concluir que a condição de equilíbrio do ecossistema do Pantanal baseia-se nas enchentes intermediárias. Elas são responsáveis pela deposição fértil nas áreas inundadas de matéria aluvial, a qual, após várias utilizações, é carregada para o Rio Paraguai. As enchentes são também um fator na renovação da cobertura vegetal, principalmente nos campos limpos, nas depressões, baías, savanas e bordas de florestas, sendo responsáveis pela renovação da fauna e flora típicas do Pantanal.

5.4.2.1 - Impactos Econômicos e Sociais

Enquanto o ecossistema é rejuvenescido pelas enchentes, a economia sofre pela baixa na criação de gado, a principal atividade da região, porque as áreas de pastagem são reduzidas. Como resultado, o gado aglomera-se em torno das áreas inundadas e freqüentemente adentram essas áreas na busca por forragem. Logo, os terrenos mais altos são convertidos em pastagens, enquanto as cheias permanecem por causa da lenta drenagem. Conseqüentemente, haverá um desequilíbrio entre rebanho, pasto e lugares secos disponíveis.

Cheias excepcionais (acima de 6 metros) sempre causam perdas econômicas imprevistas, pois elas são geralmente acompanhadas por frentes frias que posteriormente aumentam o número de mortes do rebanho, além de muitas perdas causadas pelo estrago à infra-estrutura das fazendas.

Quando as enchentes ocorrem, grande parte da força de trabalho é dispersa porque há pouco trabalho a ser feito e os proprietários de gado geralmente se encontram em dificuldades financeiras. Além disso, a população que vive perto das margens e sobrevive da produção e da pesca de subsistência é desalojada pela altas águas e procura abrigo nas cidades vizinhas.

5.5 - GEADAS

5.5.1 - PLANTAÇÕES DE CAFÉ

O café é uma árvore pequena de crescimento contínuo que requer uma variação estreita de temperatura, numa média entre 16°C e 23°C. O efeito das temperaturas fora dessa amplitude dependerá do grau e da duração do desvio, assim como de outros fatores, como a umidade do solo, ventos, chuva, etc.

Temperaturas elevadas deprimem o crescimento da planta e causam o desenvolvimento prematuro e o amadurecimento do fruto, com conseqüente perda da qualidade. Se uma onda de calor ocorre durante o período de flor nas árvores, haverá uma perda no rendimento. Sob luz intensa e direta, a fotossíntese começa a parar acima de 24°C e alcança zero a 34°C.

O tempo frio também pode reduzir consideravelmente o crescimento da árvore de café. Abaixo de 12°C, o crescimento é completamente inibido, mas as maiores perdas ocorrem abaixo de 3°C, que é o ponto de congelamento interno do tecido das folhas. A mera presença de gelo numa árvore de café não necessariamente causa sérios danos; é o congelamento interno dos tecidos que deve ser evitado a qualquer custo, quando geadas atingem as plantações.

Obviamente, a extensão do estrago causado pelo frio dependerá somente da intensidade: temperaturas abaixo de 2°C próximas ao solo impedirão o crescimento dos caules das árvores jovens, uma condição que normalmente leva à morte dos tecidos afetados.

Em suma, percebe-se que a produção do café é afetada pela ocorrência de geadas e a extensão das perdas depende da severidade do evento.

5.5.2 - PLANTAÇÕES DE LARANJA

Os cítricos são plantas de origem subtropical e sensíveis aos extremos de temperatura, que prejudicam a taxa de crescimento da planta, bem como o desenvolvimento do fruto. Alguns autores colocam a temperatura ótima entre 22 e 23°C. Assim, como na produção de café, 12°C é a temperatura limite abaixo da qual a planta inicia um estágio zero de vegetação. No outro extremo, acima de 36°C, a atividade começa a diminuir sua intensidade, atingindo o mínimo a 42°C.

Geralmente, altas temperaturas queimam folhas e frutos. O efeito sobre as folhas é causado pela destruição da clorofila, impedindo a ocorrência da fotossíntese e, conseqüentemente, o metabolismo e a nutrição da planta. Um efeito visível nas regiões equatoriais é o descoloramento da pele externa do fruto. Já que não há estação fria, as frutas mantêm sua cor verde depois do amadurecimento, uma fato que causa problemas na venda dos frutos.

No caso dos cítricos destinados à produção de suco concentrado, altas temperaturas manifestam-se primariamente na formação do açúcar e na taxa de açúcar/acidez. Na ausência da estação fria, o amadurecimento ocorre a altas temperaturas, o que favorece a formação de açúcar em detrimento da acidez. Contudo, deve-se ressaltar que, havendo irrigação, os cítricos podem crescer em regiões áridas ou mesmo desérticas.

Baixas temperaturas também prejudicam as folhas, frutos e folhagem. A extensão do estrago dependerá não somente da intensidade do inverno, mas também de sua duração. Abaixo de 4°C, folhas e ramos começam a sofrer; uma geada de 2°C de dois dias pode causar sérias conseqüências. Entre 0,8 e 2,8°C, o fruto começa a mostrar sinais de estrago. Baixas temperaturas desidratam as células porque a água preenche os espaços intercelulares quando se congela. O gelo causa a coagulação e a impermeabilidade das paredes das células, seguida da morte das mesmas.

Considerando-se que a maior parte do suco é exportada, os preços mundiais de mercado são outro fator determinante importante. É difícil precisar os efeitos das geadas, mas à medida em que provocam reduções significativas na oferta, fazem com que o preço aumente. Contudo, não há exemplos envolvendo geadas no Brasil em relação a produção de laranja, mas o efeito foi observado no caso das geadas nos Estados Unidos. Algumas fortes geadas ocorridas naquele país causaram grandes perdas e uma queda acentuada no volume da produção. Contudo, a perda de um país correspondeu ao ganho de outro: as importações de suco de laranja concentrado do Brasil cresceram exponencialmente, em uma relação direta entre as geadas nos Estados Unidos e a expansão da indústria da laranja no Brasil.

5.6 - SAÚDE

No âmbito do Programa Mudanças Climáticas, do Plano Plurianual do Governo - PPA (Avança Brasil), prevê-se o desenvolvimento de estudos sobre a vulnerabilidade e a adaptação aos impactos das mudanças climáticas, coordenada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT.

Já foi firmado convênio entre o MCT, a Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ, por meio do Programa de Mudanças Ambientais Globais e Saúde - PMAGS, e a Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva - ABRASCO para o desenvolvimento de uma análise da vulnerabilidade da população brasileira aos impactos das mudanças climáticas.

O Brasil, pela sua localização geográfica e tamanho, é sujeito a fortes variações climáticas, que conduzem a mudanças no meio ambiente, as quais favorecem o surgimento de doenças infecciosas endêmicas que são sensíveis ao clima, tais como a malária, o dengue, o cólera, a leishmaniose (leishmaniose tegumentar e leishmaniose visceral), a leptospirose, a hantovirose, entre outras. Os mecanismos de ação das variáveis climáticas podem ser diretos, tal como a criação de umidade ambiental favorável ao desenvolvimento e dispersão de agentes infecciosos e vetores, e indiretos, como os processos de migração da população humana desencadeados pela seca, provocando a redistribuição espacial das endemias e o aumento da vulnerabilidade social das comunidades.

As doenças infecciosas endêmicas são responsáveis por uma elevada morbimortalidade a qual depende da vulnerabilidade que as populações apresentam.

No Brasil os eventos climáticos extremos (os temporais, as inundações e as secas) têm importantes impactos na saúde das coletividades, quer ensejando o aparecimento de surtos de doenças transmissíveis, quer provocando vítimas por acidentes.

Os cenários futuros associados à mudança climática global prevêem uma maior instabilidade dos fenômenos associados com a variabilidade climática, tornando as previsões mais difíceis, o que diminuiu a proteção à população.

O convênio que foi firmado, acima descrito, tem como objetivo geral fazer um estudo retrospectivo sobre a vulnerabilidade socioambiental da população quando submetida a eventos climáticos extremos e às endemias sensíveis às oscilações climáticas. O convênio visa ainda desenvolver um sistema de informações geográficas - SIG, a partir do qual podem-se fazer prevenções de situações críticas que aumentam o risco da morbimortalidade pelas doenças selecionadas para o estudo.

A pesquisa que está sendo desenvolvida abrange todo o Brasil, porém, devido à grande dimensão territorial do país e à distribuição das doenças de forma heterogênea, é necessário um estudo de acordo com a realidade e peculiaridades de cada região do país. Assim, foram selecionadas cinco doenças infecciosas endêmicas ? malária, dengue, cólera, leptospirose e leishmaniose ? por se considerar que são as que mais sofrem influência dos eventos climáticos. Tais doenças estão sendo analisadas dentro do contexto de cada região onde tem maior nível de endemicidade, como também estão sendo analisados os acidentes decorrentes dos eventos climáticos extremos em cada região (secas, inundações, tempestades, etc.), quando há registros históricos de sua ocorrência.

5.7 - SETOR ELÉTRICO

As previsões quantitativas dos efeitos hidrológicos das alterações do clima são essenciais para compreender e resolver os problemas potenciais de recursos hídricos relacionados com a oferta para uso doméstico e industrial, geração de energia, agricultura, transporte e lazer, bem como para o planejamento e gestão de sistemas de recursos hídricos e proteção do meio ambiente.

Mudanças climáticas afetarão o projeto, a construção e a operação de empreendimentos de recursos hídricos. Devido ao fato de terem longa vida útil, esses empreendimentos estarão sujeitos a condições climáticas para os quais não foram projetados. A vulnerabilidade de um sistema aumenta à medida em que a capacidade de adaptação diminui, ou quando o sistema não é flexível. A vulnerabilidade de sistemas socioeconômicos e de sistemas naturais depende de circunstâncias econômicas e de infraestrutura institucional. Isso implica que os sistemas são tipicamente mais vulneráveis em países em desenvolvimento, onde condições econômicas e institucionais são menos favoráveis.

Na área de energia, o Brasil apresenta-se altamente vulnerável às mudanças climáticas, devido à importância da geração hidrelétrica na matriz energética do país. Mesmo considerando as perspectivas de expansão do parque termelétrico nacional, o sistema brasileiro de produção energética continuará fortemente dependente da disponibilidade hídrica para a produção de energia firme e, portanto, para a garantia de atendimento da demanda.

Implementar pesquisas e monitoramento, por meio de cooperação entre instituições nacionais e internacionais, é essencial para aprimorar as projeções climáticas em escala regional, compreender as respostas dos sistemas naturais e socioeconômicos às variações climáticas e melhorar o conhecimento da eficácia e do custo-benefício das estratégias de adaptação a essas mudanças.

Em dezembro de 1998, a ANEEL, o MCT e o PNUD assinaram um Protocolo de Intenções visando a cooperação técnica para implementação de atividades relacionadas à pesquisa sobre mudança do clima no âmbito do setor elétrico brasileiro, com o objetivo de desenvolver ações referentes ao inventário de emissões de gases de efeito estufa, à vulnerabilidade climática do setor elétrico brasileiro, às medidas mitigadoras para redução dos riscos de mudanças climáticas globais e à conscientização pública sobre mudança do clima.

Os trabalhos referentes ao inventário de emissões de gases de efeito estufa visam o aperfeiçoamento de metodologias para medições de emissões em reservatórios de centrais hidrelétricas e em centrais termelétricas e o estabelecimento de uma sistemática de medições contínuas envolvendo as concessionárias de energia. Tal conhecimento representa item importante no traçado de novos cenários para o setor elétrico diante das mudanças climáticas globais e das perspectivas de expansão da geração por fontes térmicas.

5.8 - AGRICULTURA

5.8.1 - VULNERABILIDADE DA AGRICULTURA BRASILEIRA À MUDANÇA CLIMÁTICA GLOBAL

O setor agroindustrial representa cerca de 7,7% do PIB do Brasil⁸⁸ e emprega cerca de 18 milhões de pessoas⁸⁹, o que mostra a grande importância do setor primário na absorção da mão-de-obra rural. Portanto, face à relevância socioeconômica da agricultura, justifica-se a atenção especial que deve ser direcionada aos estudos sobre os efeitos da mudança do clima no setor agropecuário. No entanto, são raros os estudos voltados a esse tema no Brasil, podendo-se citar três pesquisas recentes.

Usando modelos de circulação geral - GCM, um desses estudos, de 1994⁹⁰, apresenta projeções sobre os efeitos potenciais da mudança climática na agricultura brasileira, tomando como referência 13 diferentes localidades do país e as culturas de trigo, milho e soja. Os locais foram selecionados com base em estudos agroclimáticos, representando as principais regiões climáticas agrícolas brasileiras: subtropicais, tropicais de altitude, regiões tropicais, semi-áridas e equatorial/subequatorial. As latitudes variaram de 31°47'S a próximas ao equador (1°28'S), de longitudes 60°01'W a 39°06'W e de altitudes variando de 13 a 955 m. Embora esse estudo não tenha abordado todas as culturas de interesse econômico para o Brasil, foram consideradas aquelas de maior mercado e que cobrem aproximadamente 27 milhões de hectares de terras plantadas.

Uma análise de sensibilidade foi conduzida em cada sítio para avaliar o efeito de alterações graduais nas temperaturas (0, +2°C e +4°C), na pluviosidade (0, +20%, -20%) e nos níveis de concentrações atmosféricas de CO₂ (550ppm) sobre a produção e fisiologia das culturas agrícolas.

Os simuladores utilizados nesse estudo foram: *Goddard Institute for Space Studies - GISS*; *Geophysical Fluid Dynamic Laboratory - GFDL*; *United Kingdom Meteorological Office - UKMO* e os simuladores de crescimento de culturas, desenvolvidos pelo IBSNAT: *CERES-Wheat version 2.10* para trigo; *CERES-Mayze* para milho; *Soybean crop growth simulation model - SOYGRO* para soja.

Os três GCM's projetaram aumento de temperatura, alterações nas precipitações e pequenas variações na radiação solar. Estudos de análise de sensibilidade foram conduzidos posteriormente no intuito de avaliar o efeito das alterações climáticas nas culturas analisadas. Os resultados obtidos são apresentados a seguir:

- ? **Aumento de temperatura:** as temperaturas anuais aumentaram na faixa de +2°C a +6°C, mas houve diferenças significativas entre as projeções dos três cenários. Em geral, o maior aumento correspondeu ao cenário do modelo do UKMO. As localidades da região Centro-Sul apresentaram as maiores alterações de temperatura nos meses de março a novembro, período de crescimento de trigo. Para os locais da região Nordeste, os cenários UKMO projetaram altas temperaturas no inverno (junho a agosto).
- ? **Precipitações pluviométricas:** as projeções de precipitação variaram muito, especialmente para as localidades mais ao sul do país. Para a maior parte dessas, a precipitação anual projetada aumentou em comparação à atual observada. Os cenários do modelo do GFDL projetaram aumento de precipitações para as localidades da região Sul no período de setembro a novembro e para as localidades da região Centro-Sul, no período de março a maio. As precipitações projetadas pelos cenários do GFDL e UKMO para o mês de dezembro foram menores que as precipitações atuais observadas, indicando aumentos de problemas relacionados à seca para as culturas de verão. Menores aumentos na precipitação anual foram projetados para os locais analisados das regiões Norte e Nordeste, onde os cenários do modelo UKMO projetaram diminuições em cerca de 10-15% nas precipitações.

⁸⁸ IBGE, 2000.

⁸⁹ Censo Agropecuário, 1996.

⁹⁰ SIQUEIRA, O. J.F de; FARIAS, J. R. B.; SANS, L. M. A. *Potential effects of global climate change for brazilian agriculture: applied simulation studies for wheat, maize and soybeans*, 1994.

- ? **Efeito fisiológico do CO₂:** os efeitos fisiológicos de 555 ppm de CO₂ para o trigo em cenário de +4°C acarretaram um aumento de produtividade, comparado ao cenário de +4°C sozinho, mas não compensaram completamente os efeitos negativos de temperaturas mais elevadas em campos de trigo. Para o milho, os efeitos fisiológicos de 555 ppm de CO₂ seriam menores em termos de produtividade de grãos, se comparado com o trigo, como esperado a partir da menor resposta do milho, uma cultura C₄, submetida a concentrações mais elevadas de CO₂. O modelo SOYGRO simulou para a cultura de soja significativos aumentos de produções (média de 22%), exceto para a região Nordeste, cujas produções seriam reduzidas, mesmo considerando as concentrações duplicadas de CO₂. Os resultados mais positivos projetados para a soja estariam dependentes dos efeitos fisiológicos benéficos das concentrações de CO₂.
- ? **Produtividade de trigo:** diminuiu em todos os locais analisados, embora a magnitude do decréscimo tenha variado com o cenário e com a região. A região mais vulnerável a futuras mudanças climáticas foi a região Central (reduções de 24% e 46% nas produções para os modelos GFDL e UKMO, respectivamente) e a região Centro-Sul (43% no cenário GISS). O aumento de temperatura resultou em significativas reduções no comprimento da estação da cultura e na produtividade de grãos. Um aumento de +4°C resultou em uma diminuição do comprimento da estação da cultura de cerca de 15% e um decréscimo de 40-50% na produtividade de grãos. Considerando-se o efeito fisiológico de 555 ppm de CO₂ nesse mesmo cenário, a produtividade de trigo aumentou, mas o efeito não compensou totalmente os impactos negativos da elevação de temperatura na produtividade. A região Sul aparentemente mostrou-se menos vulnerável a alterações climáticas, com perdas médias de produtividade projetadas em 22%.
- ? **Produtividade de soja:** os efeitos de alterações climáticas na soja foram menores que nas outras culturas analisadas nos cenários dos GCM's. Considerando-se apenas esses cenários, ocorreram reduções na produtividade de grão (variando de 5% a 31%) e na biomassa da cultura em quase todas as regiões. Considerando o efeito fisiológico do CO₂ na produtividade, o modelo de crescimento de cultura SOYGRO simulou significativos aumentos na produtividade (ganho médio de 22%). Esses resultados foram consistentes em todas as regiões, com exceção da região Nordeste, onde a produtividade diminuiu, mesmo quando os efeitos fisiológicos do CO₂ foram considerados. Um aumento de 2°C na temperatura, com o efeito fisiológico de concentrações dobradas de CO₂, resultou em pequenos aumentos na produtividade. Além disso, o aumento de temperatura não afetou significativamente o comprimento da estação de cultivo. Esses resultados sugerem que a produção de soja brasileira poderia não ser afetada severamente pelos efeitos das alterações climáticas, principalmente se considerados os efeitos fisiológicos benéficos das concentrações dobradas de CO₂.
- ? **Produtividade de milho:** Todos os cenários dos modelos GCM's projetaram reduções na produção de biomassa, na produtividade de grão e no comprimento da estação de crescimento, quando comparados ao clima atual. O efeito das alterações climáticas no comprimento da estação e na produtividade da cultura foi uma consequência dos aumentos de temperatura projetados pelos GCM's. O maior decréscimo de produtividade ocorreu na região Nordeste (26% no cenário do modelo do GISS), enquanto as diminuições nas regiões Sul e Centro-Sul variaram, mas foram inferiores a 20%. O efeito da elevação da temperatura na produtividade dos grãos variou de acordo com a região em cerca de -20% na região Centro-Sul até -28% na região Nordeste. Esse mesmo efeito reduziu o comprimento da estação da cultura em 15%, em média. Entretanto o maior efeito foi registrado em locais de latitudes mais ao sul. Não foram registrados efeitos na produtividade de grãos com o aumento da precipitação, exceto na região Nordeste. Baixas precipitações podem ser benéficas para a produtividade de milho da região Norte, mas não para a Nordeste. Considerando os efeitos fisiológicos de 555 ppm de CO₂, as reduções na produção de milho foram menores quando comparadas às reduções na produção de trigo, conforme esperado em razão da baixa

resposta do milho ao aumento de CO₂. As maiores reduções na produtividade da cultura, sob cenários considerando o efeito fisiológico do CO₂, foram encontradas para as regiões Sul e Centro-Sul nos cenários dos modelos GFDL e UKMO (variando de 11% a 20%). Para esse mesmo cenário, utilizando o modelo da GISS, as maiores reduções foram encontradas para a região Norte (24%).

A partir dos resultados mencionados, esse estudo estimou os efeitos das alterações climáticas na produção nacional dessas culturas, agregando os resultados obtidos em regiões e ponderando-os pelas respectivas áreas cultivadas de cada região. O impacto na produção de trigo seria grande (reduções de 33%, 18% e 34% para cenários dos modelos GISS, GFDL e UKMO, respectivamente). A produtividade nacional de milho também seria reduzida (11%, 11% e 16% nos cenários GISS, GFDL e UKMO, respectivamente). Por outro lado, as estimativas nacionais de produtividade para a cultura da soja apresentaram aumentos de 26%, 23% e 18% para os cenários GISS, GFDL e UKMO, respectivamente.

Diferentes impactos sobre as regiões foram projetadas nesses cenários, com a região Nordeste sendo especialmente vulnerável aos decréscimos de produções de milho e a região Central e Centro-Sul sendo vulneráveis às reduções na produção de trigo. A região Sul seria vulnerável às reduções de trigo e de milho e a região Norte seria vulnerável às reduções de milho.

5.8.2 - ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO À MUDANÇA CLIMÁTICA

Esse mesmo estudo também projetou cenários alternativos, por meio desses modelos de circulação geral, no intuito de analisar estratégias de adaptação baseadas em técnicas, tais como o uso de irrigação e de novas cultivares, mudanças nas datas de plantio e fertilização nitrogenada. Para o país, a previsão seria de que essas técnicas ajudariam a aumentar a produtividade das culturas afetadas pelas alterações climáticas, como o trigo e o milho, mas não o suficiente para compensar todas as perdas projetadas pelos cenários de mudança de clima gerados.

A projeção feita para uma cultivar mais resistente ao calor mostrou resultados promissores para a adaptação potencial ao aquecimento global, mas a factibilidade de implementação prática dessa nova cultivar ainda necessita ser testada e avaliada por meio de programas de melhoramento genético. No caso da soja no Nordeste, a previsão é de aumento de produção com o uso de práticas de irrigação e fertilização nitrogenada, compensando qualquer impacto de mudança climática.

As principais limitações do estudo residem no fato de que os simuladores utilizados não foram validados para todas as regiões analisadas e que a tecnologia e o uso da terra foram assumidos constantes, mesmo cientes de que os mesmos provavelmente serão modificados no futuro. Desse modo, verifica-se a necessidade de novos estudos para avaliar as reais implicações dos efeitos fisiológicos diretos do CO₂ no desenvolvimento e na produtividade das culturas.

Sob um outro enfoque, estudos realizados em 1996 e 1997⁹¹, estimaram o impacto da mudança climática global na agricultura brasileira usando um modelo do tipo ricardiano. O modelo consiste em avaliar a influência de variáveis como produção, trabalho, fertilizantes, construções, estradas, pesquisa científica, adoção de tecnologia, extensão rural e de variáveis climáticas (temperatura, pluviosidade, radiação solar, etc.) e edáficas (tipo de solo, declividade, textura, etc.) sobre a produtividade da terra, e por conseguinte, sobre o preço dessa. A partir disso, seria possível estimar os impactos de adaptações

⁹¹ ALVES, D.C.O; EVENSON, R.E. *Global warming impacts on Brazilian agriculture: estimates of the Ricardian model*, 1996. SANGUI, A., Alves, D.C., EVENSON, R., MENDELSON, R. *Global warming impacts on Brazilian agriculture: estimates of the Ricardian model*, 1997.

dos produtores às alterações climáticas sobre a produção e a produtividade da terra. Segundo os autores, o impacto líquido da mudança do clima seria negativo para a agricultura brasileira, sobretudo para a região Centro-Oeste, onde predominam os cerrados, ao passo que a região Sul seria moderadamente beneficiada pelo aquecimento.

Estudo realizado em 1996⁹², usando vários cenários climáticos e projeções a partir de um GCM, estimou que o impacto da mudança do clima na economia brasileira seria significativo, com grandes danos nos setores de agricultura, florestas e energia. O estudo deduz que, devido ao clima do Brasil já ser quente e aos setores sensíveis às alterações climáticas serem predominantes no país, a economia brasileira seria uma das mais afetadas, em termos globais⁹³.

5.9 - PRONTIDÃO PARA DESASTRES

O monitoramento contínuo das condições do tempo por meio de radares, satélites, estações telemétricas e detectores de raios é fundamental para a emissão de alertas, envolvendo vários fenômenos meteorológicos como chuvas intensas, vendavais, incidência de raios, etc. Essas informações são preciosas tanto para a população em geral quanto para os tomadores de decisão e têm implicações nos setores de segurança pública, recursos hídricos, setor agrícola, meio ambiente, setor elétrico, exploração de petróleo, transportes, indústria e comércio, construção civil, turismo, lazer e esporte, saúde e setor de seguridade.

O Sistema de Meteorologia do Estado do Rio de Janeiro - SIMERJ, a ser implantado num prazo de 4 anos a partir da disponibilidade de recursos, visa adotar uma estrutura capaz de oferecer subsídios às autoridades, à sociedade e ao setor produtivo para a tomada de decisões, no sentido de minimizar os efeitos danosos do tempo e do clima e aproveitar os seus efeitos benéficos. Esse sistema preencherá uma faixa de serviços que não é coberta pela atividade meteorológica disponível no estado atualmente.

Trata-se de regionalizar as atividades meteorológicas, com a participação dos órgãos atuantes no estado do Rio de Janeiro, em complemento aos tradicionais serviços de meteorologia, detalhando-se a observação no espaço e no tempo, com o uso de redes telemétricas e de sensoriamento remoto (radares e satélites). Além disso, haverá equipamentos de telecomunicações e de informática para tornarem exequíveis o monitoramento e a previsão de tempo de muito curto prazo (inferior a 24 horas) usando, inclusive, modelos numéricos de análise e previsão de tempo em mesoescala.

Com a implantação do sistema, o estado do Rio de Janeiro poderá desenvolver ações de caráter preventivo em defesa civil, com a emissão de alertas no que diz respeito a enchentes, chuvas intensas, vendavais, granizos, incidência de raios, inundações e deslizamentos de terra, sobretudo nas áreas de risco das regiões metropolitana e serrana.

O estado estará em condições de estabelecer parcerias com a iniciativa privada e empresas estatais para operação e manutenção do sistema, oferecendo informações úteis para o setor de exploração de petróleo, indústria, comércio e serviços, em contrapartida à expansão dessas atividades, gerando empregos e receitas para os cofres públicos.

⁹² MENDELSON, R. *Estimating the market impacts of global warming in Brazil*, 1996.

⁹³ Os resultados do Terceiro Relatório de Avaliação do IPCC (2001) mostram alguns avanços em relação aos cenários climáticos gerados pelos modelos globais e regionais. As previsões do IPCC para o país mostram, de modo geral, um aumento de temperatura, até 2080, de 1° C (cenário de baixa emissão) até mais de 6° C para o norte do Brasil. Com relação à precipitação, o nível de incerteza é ainda maior, pois as diversas simulações apresentam dados divergentes, sendo que há simulações indicando aumento de precipitação enquanto outras apresentam redução.

Programas semelhantes estão sendo desenvolvidos nos estados do Paraná (Sistema Meteorológico do Paraná - Simepar), Minas Gerais (Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais - Simge) e Goiás (Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado de Goiás - Simego), nos quais o monitoramento climático serve como subsídio para o planejamento de ações que visem minimizar os impactos de condições climáticas adversas (estiagem prolongada, temperaturas extremas, etc.).

5.10 - MODELAGEM REGIONAL DE MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA

Em muitas regiões do país, ainda não há um sinal claro de que a mudança do clima já esteja ocorrendo, especialmente em relação à temperatura média do ar e aos padrões de precipitação. Contudo, observaram-se algumas mudanças na circulação atmosférica regional do setor Atlântico que sugeririam mudanças sistemáticas da precipitação na Amazônia e nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil. Por exemplo, (a) o anticiclone subtropical do Atlântico intensificou-se, o que provocou um aumento da precipitação no norte da Argentina e possivelmente no sul do Brasil durante os últimos 30 anos, (b) o transporte de umidade do Atlântico Norte tropical para as regiões da Bacia Amazônica e do Nordeste do Brasil intensificou-se desde 1950 e determina um aumento sistemático (embora estatisticamente insignificante) da precipitação⁹⁴. Mudanças como essas, mencionadas como variações interdecenais do clima (geralmente, de fontes naturais), também foram detectadas em dados de rios e na precipitação em outras regiões do país. Ainda não se sabe se essas tendências negativas de longo prazo são manifestações naturais da variabilidade climática ou se são causadas por atividades humanas.

As projeções dos cenários da mudança do clima para o século XXI foram derivadas dos vários modelos do clima global utilizados pelo IPCC e foram discutidas por cientista para o Brasil⁹⁵. O fato de modelos globais do clima utilizarem diferentes representações físicas de processos, em uma grade de resolução relativamente baixa, introduz um certo grau de incerteza nesses cenários futuros da mudança do clima. Essa incerteza é extremamente importante na avaliação da vulnerabilidade e dos impactos da mudança do clima, bem como na implementação de medidas de adaptação e de mitigação. Por exemplo, para a Bacia Amazônica, alguns modelos produziram climas mais chuvosos e outros climas relativamente mais secos. Para o Nordeste do Brasil, a grande maioria dos modelos sugere aumento da precipitação.

Ao utilizarem dados de modelos climáticos para a avaliação de impactos e da vulnerabilidade, algumas questões devem ser consideradas: o problema de escala, as incertezas no uso dos cenários de mudança do clima e os possíveis efeitos do aquecimento global em alguns processos. Por exemplo, o fato de que as projeções dos modelos sugerem um aquecimento e uma redução da umidade na região Amazônica implicaria um aumento da respiração, o fechamento dos estomas e uma possível deterioração da floresta, que ficaria mais suscetível a incêndios. Além disso, ondas de baixa umidade mais intensas e frequentes durante a estação de chuvas também ocorreriam.

Na realidade, a maioria das incertezas nas projeções do modelo para os cenários de mudança do clima pode estar relacionada com o problema da escala espacial e a representação de eventos climáticos extremos em escalas espaciais mais elevadas do que as produzidas pela maior parte dos modelos globais do clima. O problema da escala temporal também é crucial, uma vez que os eventos extremos (ondas de baixa umidade, ondas de frio ou de calor, tempestades, etc.) podem ser identificados apenas

⁹⁴ IPCC, 2001.

⁹⁵ Hulme e Sheard, 1999; Marengo, 2002.

com dados diários, e não com os dados mensais ou sazonais produzidos pela maioria dos modelos globais do IPCC. É claro que também há o problema da representação do processo físico pelas parametrizações dos diferentes modelos e a representação correta do clima atual pelos modelos climáticos. Logo, há a necessidade de métodos de *downscaling* que possam ser aplicados aos cenários da mudança do clima a partir dos modelos globais do clima, a fim de que se obtenha projeções mais detalhadas do clima para estados, vales ou regiões, com uma resolução espacial mais alta do que a fornecida por um modelo global do clima. Isso seria de grande utilidade para os estudos dos impactos da mudança do clima na gestão e na operação dos recursos hídricos, nos ecossistemas naturais, nas atividades agrícolas e mesmo na saúde e disseminação de doenças. Está claro que antes de realizar qualquer atividade de *downscaling*, deve haver um entendimento claro sobre:

- ? a representação correta do clima atual tanto pelo modelo global quanto pelo modelo regional do clima (conhecida como rodadas de controle);
- ? a identificação de regiões onde as previsões ou simulações dos modelos globais do clima possam ser consideradas mais previsíveis, sugerindo a maior habilidade do modelo nessas regiões. O Nordeste do Brasil e o Norte da Amazônia apresentam mais previsibilidade do que o Sudeste do Brasil⁹⁶.

Portanto, é de fundamental importância desenvolver capacidade de modelagem do clima no Brasil, por meio da análise de modelos globais e regionais do clima para cenários atuais e futuros da mudança do clima.

5.10.1 - ESTRATÉGIA E EXPERIÊNCIAS COM MODELOS A SEREM DESENVOLVIDOS NO CPTEC

O CPTEC desenvolveu capacidade na modelagem do clima nos planos global e regional, atualmente usada para fazer previsões do tempo e do clima sazonal. O CPTEC também desenvolveu um modelo regional do clima (Eta/CPTEC) que pode ser aplicado facilmente para a América do Sul para gerar previsões climáticas detalhadas, inclusive da mudança do clima (vide item 3.5). Essa atividade vem sendo desenvolvida no Plano Plurianual do Governo Federal 2000-03, no âmbito do Programa de Mudanças Climáticas (vide item 7.3).

O modelo regional Eta original foi implementado no Centro Nacional para Previsões Ambientais (NCEP) e é amplamente utilizado em previsões do tempo em vários centros de clima do mundo. O modelo Eta/CPTEC, cujo domínio é a América do Sul, foi adotado como o modelo regional oficial do CPTEC.

Pretende-se disponibilizar previsões climáticas regionais para grupos da América do Sul de modo que cenários da mudança do clima possam ser desenvolvidos em centros nacionais de especialistas.

Os modelos climáticos regionais apresentam uma resolução bem mais alta do que o modelo global do clima e, em consequência, fornecem informações climáticas com detalhes locais úteis, inclusive previsões realistas de eventos extremos. As previsões realizadas com o uso de modelos regionais do clima conduzirão, assim, a avaliações substancialmente melhores da vulnerabilidade de um país em relação à mudança do clima e de como o país pode adaptar-se a ela.

Os diferentes cenários da mudança do clima do IPCC estão disponíveis no Centro de Distribuição de Dados (*Data Distribution Centre - DDC*) do IPCC, atualmente localizado na Unidade de Pesquisa do Clima (*Climate Research Unit*) da Universidade de East Anglia, em Norwich, Reino Unido. Isso também envolve o desenvolvimento e o aperfeiçoamento do modelo regional atmosférico Eta/CPTEC, com uma resolução horizontal de até 40 km. O trabalho será realizado pelo CPTEC, em colaboração

⁹⁶ Koster *et al.*, 2000; Cavalcanti *et al.*, 2002; Marengo *et al.*, 2002.

com os grupos de pesquisa ligados ao IPCC, tais como o Centro Tyndall para a Pesquisa do Clima (*Tyndall Centre for Climate Research*), o Centro Hadley para Previsão e Pesquisa do Clima (*Hadley Centre for Climate Prediction and Research*), o Centro para Ecologia e Hidrologia (*Center for Ecology and Hydrology*) e a Unidade de Pesquisa do Clima da Universidade de East Anglia, todos localizados no Reino Unido. Embora o CPTEC seja o principal usuário dos resultados do modelo (cenários *downscaled* da mudança do clima), essa atividade contará com a colaboração e a interação de alguns dos projetos financiados na América Latina no âmbito do Desenvolvimento e Aplicação de Cenários nas Avaliações de Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade da AIACC (*Assessment of Impacts and Adaptation to Climate Change*).

Os cenários do clima fornecidos pelo IPCC-DDC com diferentes concentrações de emissões e desenvolvimento socioeconômico (cenários do SRES) serão utilizados para a América do Sul. Isso ajudará a lidar com as incertezas produzidas pelos diferentes modelos na simulação dos climas futuros sob o mesmo forçamento (cenários do SRES).

5.10.2 - NECESSIDADE DE *DOWNSCALING* REGIONAL

Os cenários para o século XXI fornecidos pelos diferentes modelos do clima (do IPCC-DDC) não refletem detalhes de uma bacia ou de um distrito. Esses modelos fornecem projeções do clima em uma escala de grade que pode chegar a 300 km de latitude-longitude, o que é consideravelmente maior do que o necessário para os estudos de impacto e de vulnerabilidade, especialmente os que envolvem processos hidrológicos. A crescente necessidade de cenários da mudança do clima com maior resolução espacial e temporal exigiu a implementação de diferentes métodos de *downscaling* (dinâmico, estatístico). Idealmente, esses métodos também refletiriam os mecanismos e os processos físicos da bacia e devem captar os aspectos regionais do clima de grande escala.

A técnica de *downscaling* é utilizada para fazer a “interpolação” de uma escala de subgrade com menos resolução para uma com maior resolução, adequada aos processos de mesoescala, tais como aqueles no nível de uma bacia hidrológica. A técnica de *downscaling* consiste na projeção de informações de grande escala para uma escala regional. Essa “tradução” de uma escala global para uma regional e de escalas de tempo anuais para diárias, também incrementaria o grau de incerteza das projeções da mudança do clima. Por exemplo, embora um modelo do clima possa ser capaz de reproduzir com algum sucesso o campo de precipitação observado, é provável que ele tenha menos êxito na reprodução da variabilidade diária, especialmente com relação a estatísticas de ordem elevada, como o desvio padrão e os valores extremos. Assim, embora possa parecer razoável adotar um cenário de temperatura interpolado a partir dos pontos de grade de um modelo global do clima para uma localidade específica, a série temporal interpolada pode ser considerada inadequada para os climas atuais e, portanto, gerar incerteza nos cenários da mudança do clima.

Para a precipitação, os argumentos a favor do *downscaling* são reforçados pela forma como a precipitação é simulada em uma grade de um modelo do clima com baixa resolução. A precipitação é simulada, em uma grade, como uma média para toda a extensão e é distribuída uniformemente. Então, não é adequado comparar valores gerados por um modelo com observações no nível da estação. Os problemas com a validação de frequências e a intensidade da precipitação diária também levantam algumas questões relativas ao nível de confiança nos cenários da mudança do clima dos modelos globais do clima, especialmente para os eventos extremos na precipitação.

Dois métodos de *downscaling* foram propostos: o dinâmico e o estatístico. O *downscaling* dinâmico apóia-se no uso de modelos regionais do clima, ao passo que o *downscaling* estatístico baseia-se em

funções de transferência estatística⁹⁷. Experiências com o uso de modelos globais do clima foram desenvolvidas em várias regiões do planeta⁹⁸ e a questão mais importante, a regionalização desses cenários da mudança do clima, ainda está sendo desenvolvida. Algumas experiências, tais como o PRECIS 2000 (*Providing Regional Climates for Impacts Studies* - Fornecendo Climas Regionais para Estudos de Impactos), iniciativa do Centro Hadley para Previsão e Pesquisa do Clima, constituem um esforço que pode ser útil para derivar cenários regionais da mudança do clima. Isso inclui o uso do modelo global acoplado HadCM3 do Centro Hadley com o HadRM3 (modelo regional do Centro Hadley), que tem uma resolução de 50 km na horizontal e 19 níveis verticais e 4 níveis de solo. Esse modelo regional inclui uma representação abrangente dos processos físicos na atmosfera e na superfície terrestre, e também inclui um ciclo do enxofre. Entretanto, não há uma climatologia abrangente do clima atual a partir do HadRM3, que é necessária para avaliar a habilidade do modelo e a previsibilidade climática em várias regiões da América do Sul, bem como para determinar o grau de incerteza nas previsões regionais do clima para os climas futuros no continente.

5.10.3 - ESTRATÉGIA PARA MODELAR O CLIMA REGIONAL NO CPTEC E PREVER O CLIMA PARA O SÉCULO XXI

A estratégia da modelagem do clima no CPTEC inclui modelos globais do clima e modelo regional do clima encaixado em modelo global do clima (*downscaling* dinâmico).

Para o *downscaling* dos cenários da mudança do clima a serem desenvolvidos no CPTEC, o modelo regional a ser utilizado é o Eta/CPTEC, encaixado na versão 3 do modelo climático acoplado global do Centro Hadley (HadCM3H, uma versão especial do HadCM3 com resolução horizontal mais alta). Uma rodada de 300 anos do HadCM3H está sendo disponibilizada para o CPTEC. A preferência pelo modelo regional Eta/CPTEC, ao invés do modelo regional HadRM3 do Centro Hadley, é que dispõe-se no CPTEC de conhecimento e experiência com as características e a estrutura do Eta/CPTEC, relacionados com o uso desse modelo regional nos estudos e experimentos de sensibilidade, simulações e previsões.

A estratégia de modelagem inclui rodar o modelo regional Eta/CPTEC com os cenários de mudança do clima do IPCC a partir do Modelo Acoplado Global do Centro Hadley (HadCM3) desenvolvido em 1998. O modelo Eta/CPTEC será aperfeiçoado com algumas modificações e a adaptação de seu esquema radiativo, de forma que possa incluir níveis variáveis de forçamentos radiativos dos gases de efeito estufa e aerossóis (CO₂, CH₄, S₂O, etc.), preparando o sistema para gerar cenários regionais. Adicionalmente às concentrações de gases de efeito estufa dos cenários do IPCC, o modelo seria capaz de contabilizar os aerossóis e outras partículas e gases emitidos para a atmosfera a partir da queima de biomassa e dos incêndios na Amazônia durante a estação seca, que, conforme documentado, afetam o balanço regional de energia e, conseqüentemente, também a circulação e a precipitação.

A preferência pelo modelo HadCM3 deve-se principalmente à colaboração entre o CPTEC e o Centro Hadley e sua representação acurada dos climas atuais na América do Sul. O Centro Hadley tornou possível o uso dos resultados do modelo da rodada especial do HadCM3H, implementada pelo Centro Hadley no âmbito da iniciativa do PRECIS. Essa rodada foi de 300 anos, com uma resolução horizontal de 1,25° x 1,875° de latitude-longitude e os produtos diários disponíveis a cada 6 horas, com as anomalias da Temperatura da Superfície do Mar - TSM fornecidas pelo componente oceânico do HadCM3. O modelo HadCM3H produz apenas resultados diários, que são insuficientes para rodar o modelo regional. O HadCM3H não tem o esquema iterativo de vegetação TRIFFID, disponível no modelo HadCM3. As rodadas para a versão 3H foram feitas para os cenários A2 e B2 e incluem a representação do ciclo do enxofre. Novos cenários (A1 e B1) estarão disponíveis até o final de 2002.

⁹⁷ Giorgi e Mearns, 1991.

⁹⁸ Marengo, 2002; Hulme e Sheard, 1999.

Está sendo testado atualmente a acoplagem entre os modelos Eta/CPTEC e HadCM3H. Espera-se que até a segunda metade de 2002 nós tenhamos uma climatologia de 10 anos do modelo regional Eta/CPTEC, com o uso das condições laterais do modelo CPTEC/COLA.

Até meados de 2003, espera-se ter resultados do modelo para “fatias de tempo” centralizadas em 2020, 2050 e 2080, com os cenários de mudança do clima do HadCM3H *downscaled* com o Eta/CPTEC. O modelo regional será rodado com resoluções horizontais de 40 a 80 km e 38 níveis na vertical, em um *step* de tempo de seis horas. O Eta/CPTEC está sendo aperfeiçoado por meio da incorporação de um novo esquema de radiação que inclui o efeito da fumaça e dos aerossóis decorrentes da queima de biomassa na Amazônia. A fumaça e os aerossóis não estão incluídos no SRES atual.

Os cenários da mudança do clima do SRES serão *downscaled* em 40 km com o uso de ambos os modelos Eta/CPTEC e o HadCM3 global. Os cenários regionais da mudança do clima, juntamente com qualquer outro resultado de modelo (rodadas do modelo paleoclimático) e vários conjuntos de dados observacionais serão disponibilizados no *web site* do CPTEC e em *sites* espelhos implementados pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e outras instituições interessadas. O CPTEC fornecerá resultados de modelos e especialistas para a análise desses cenários da mudança do clima nos níveis regionais, no Brasil e na América do Sul. A análise do CPTEC será realizada no contexto dos cenários da mudança do clima após *downscaling*, das tendências observadas do clima e da interpretação dos indicadores paleoclimáticos, utilizados como analogias ao que poderia acontecer no futuro, no tocante aos *feedbacks* e mecanismos do clima. As informações fornecidas pelo CPTEC serão utilizadas por outros setores do governo e pela sociedade para a avaliação de impactos e de vulnerabilidade e a implementação de medidas de adaptação e de mitigação pelos respectivos tomadores de decisão no nível executivo dos governos estaduais e federal.

6 - FORMAÇÃO DE CAPACIDADE NACIONAL E REGIONAL

O Brasil tem necessidades especiais relativas à estrutura institucional para lidar com as questões relativas à mudança do clima.

O desenvolvimento de recursos humanos é um dos principais objetivos relacionados à formação de capacidade nacional e regional envolvida, considerando que esse tema é uma nova área de estudo e há poucos cursos especializados sobre o assunto em países em desenvolvimento.

Neste capítulo, são descritas as iniciativas de formação de capacitação nacional relacionadas com a mudança do clima, em especial as atividades do Centro de Previsão do Tempo e Estudos de Clima - INPE/CPTEC, a participação de cientistas brasileiros no processo do IPCC e, no âmbito regional, a criação do Instituto Interamericano para Pesquisas em Mudanças Globais - IAI, organização intergovernamental dedicada à pesquisa, que pretende desenvolver a capacidade científica para compreender o impacto integrado das mudanças globais presentes e futuras no meio ambiente do continente americano, cuja sede foi instalada no Brasil.

6.1 - INSTITUTO INTERAMERICANO PARA PESQUISAS EM MUDANÇAS GLOBAIS - IAI

6.1.1 - OBJETIVOS E AÇÕES BÁSICAS

O fenômeno das mudanças globais foi identificado na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, como um dos maiores desafios a ser enfrentado no futuro próximo. Desde então, há a clara percepção de que esse tema é transfronteiriço e deve ser abordado cientificamente como um problema global e regional, além de se buscar medidas paliativas ou de mitigação em nível nacional.

Com essa preocupação, foi criado em 13 de maio de 1992, em Montevidéu, Uruguai, o Instituto Interamericano para Pesquisa em Mudanças Globais - IAI para atuar no âmbito do continente americano. O Instituto é uma organização intergovernamental dedicada à pesquisa, com o intuito de desenvolver a capacidade científica para compreender o impacto integrado das mudanças globais presentes e futuras no meio ambiente do continente americano, assim como fomentar a cooperação científica e difundir informações em todos os níveis.

Orientados pelos princípios da excelência científica, da cooperação internacional, e contando com o amplo intercâmbio de dados científicos sobre mudanças globais, os principais objetivos do Instituto são:

- ? promover e facilitar a cooperação regional e internacional para a pesquisa interdisciplinar sobre aspectos de mudanças globais;
- ? realizar, em escala regional, pesquisas que não possam ser realizadas por um país ou instituição individualmente;
- ? priorizar o estudo daqueles aspectos relacionados às mudanças globais que tenham importância regional;
- ? contribuir para a difusão de informações, educação e capacitação técnico-científica;
- ? promover o livre intercâmbio de informações científicas.

Assim, o trabalho do IAI é desenvolvido por meio de quatro ações básicas:

- ? contribuir para o avanço do conhecimento científico do continente, seja por meio da pesquisa, educação ou transferência de tecnologia, definindo uma agenda científica com prioridades bem definidas;
- ? apoiar os Protocolos e Convenções Internacionais (Mudança do Clima, Biodiversidade, Ozônio), contribuindo para elucidar as questões científicas e suas implicações políticas relacionadas a esses instrumentos, de forma a apoiar os interesses nacionais.
- ? apoiar a ampla cooperação internacional, contribuindo para os programas internacionais sobre mudanças globais ? Programa Mundial de Pesquisa do Clima (*World Climate Research Program - WCRP*), Programa Internacional da Geosfera-Biosfera (*International Geosphere-Biosphere Program - IGBP*) e Programa Internacional das Dimensões Humanas da Mudança Ambiental Global (*International Human Dimensions of Global Environmental Change Program - IHDP*) ? promovendo políticas de informação que assegurem acesso livre aos dados;

- ? apoiar os interesses dos países do IAI, provendo informações científicas que sirvam aos interesses dos governos federais, estaduais ou locais, setores privados e públicos em geral.

6.1.2 - AGENDA CIENTÍFICA

Os grandes desafios científicos para o IAI são as variações climáticas, desde as sazonais até as interanuais; as mudanças climáticas nas próximas décadas; a radiação ultravioleta e a diminuição do ozônio estratosférico; as mudanças na cobertura da terra e nos ecossistemas marinhos e terrestres; a gradual compreensão do complexo comportamento do sistema terrestre e seus vários componentes. Outros desafios do Instituto referem-se ao manejo de grande quantidade de dados sobre mudanças globais, à comunicação dos resultados das pesquisas sobre tais mudanças, à educação de uma nova geração de cientistas, de acordo com uma ótica ambiental adequada e ao compromisso de compreender cada vez mais o sistema terrestre.

Tendo em vista essas preocupações e de acordo com os seus objetivos, o IAI dispõe de uma agenda científica dinâmica, que se concentra em questões de interesse regional determinadas pelo Conselho Assessor Científico e aprovadas pela Conferência das Partes. De acordo com a agenda científica do IAI, os principais tópicos de investigação e áreas relacionadas dos quais se ocupa o Instituto são:

Variabilidade Climática nas Américas

O foco desse tema é documentar a variabilidade climática nas Américas e suas ligações com as mudanças no sistema físico-natural e os impactos socioeconômicos naqueles países. O objetivo é pesquisar e entender as interações oceano-terra-atmosfera e dos processos-chave (que ocorrem naturalmente ou causados por ações antropogênicas) que causam a variabilidade climática em escalas temporais tanto de níveis estacionais como de níveis decadais (por exemplo: ENSO, furacões, frequência de secas e enchentes). Outro objetivo do estudo é avaliar os impactos dos fatores climáticos nos setores produtivos da região (agricultura, pesca, recursos hídricos, saúde pública).

Estudos Comparativos de Ecossistemas, Biodiversidade e Uso da Terra e dos Recursos Hídricos nas Américas

As mudanças do clima e dos usos da terra e da cobertura vegetal são processos interligados que afetam o funcionamento dos ecossistemas naturais e a disponibilidade e a qualidade dos recursos naturais para o uso e o benefício das comunidades nas Américas. Sendo assim, o IAI estimula estudos e análises comparativas dos sistemas naturais e antropogênicos, dos trópicos às zonas temperadas e de altas latitudes, incluindo ecossistemas terrestres, costeiros e oceânicos, para poder estabelecer as interações a nível regional e global, bem como avaliar as conseqüências das mudanças globais nesses ecossistemas.

Mudanças na Composição da Atmosfera, Oceanos, Rios e Lagos

O foco principal desse tema é documentar os processos que afetam e modificam a composição química da atmosfera, dos oceanos, dos rios e dos lagos e seus impactos socioeconômicos nas sociedades e nos setores produtivos dos países do continente americano.

Impactos Integrados, Dimensões Humanas (impactos socioeconômicos das mudanças globais) e as Aplicações e o Uso da Informação em Políticas Públicas e/ou Privadas

Esse tema estimula o desenvolvimento de projetos e estudos integrados e multidisciplinares que incluem um importante componente das dimensões humanas e da aplicação das informações científicas resultantes dos projetos de pesquisa em políticas públicas e privadas para o benefício da sociedade e da economia dos países membros do IAI.

6.1.3 - ATIVIDADES DE TREINAMENTO

O treinamento e a educação de futuros cientistas são fundamentais para o avanço contínuo das pesquisas sobre mudanças globais no continente americano. Assim, o IAI tem um importante papel no treinamento de estudantes que poderão desenvolver pesquisas que contribuirão para a solução de problemas ambientais em seus países e que contribuirão para o próprio desenvolvimento da agenda científica do Instituto. O IAI oferece treinamento e educação a estudantes por meio de bolsas de estudo e por meio de apoio a atividades de treinamento e educação por meio do seu programa científico.

No Brasil, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq oferece um total de 20 bolsas, podendo ser de Doutorado ou de Pós-Doutorado para atender ao programa de formação de pessoal pós-graduado promovido em conjunto com o IAI, resultado de um convênio institucional entre o Instituto e o CNPq. Complementarmente, em junho de 1998, o IAI e o CNPq assinaram um memorando de entendimento no qual são especificados campos e atividades de interesse comum que poderão orientar futuras atividades de cooperação entre as duas instituições.

Algumas das universidades brasileiras que oferecem programas de Doutorado e Pós-Doutorado em áreas relacionadas à agenda científica do IAI são:

- ? Universidade de Campinas - UNICAMP
- ? Universidade Estadual Paulista - UNESP
- ? Universidade Federal de Vitória - UFV
- ? Universidade Federal Fluminense - UFF
- ? Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ
- ? Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ
- ? Universidade de São Paulo - USP
- ? Universidade do Rio Grande do Sul - UFRGS
- ? Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
- ? Instituto Nacional de Pesquisa na Amazônia - INPA

6.1.4 - FINANCIAMENTO

O IAI vem realizando seu projeto de fortalecimento institucional financiado pelo GEF e executado pela OMM. Os objetivos de tal projeto, denominado “Atividades Regionais de Cooperação para Apoiar a Pesquisa em Mudanças Globais nos Países do IAI”, são os seguintes:

- ? ampliar e melhorar a capacidade dos recursos humanos científicos e tecnológicos de relevância para a pesquisa das mudanças globais nos países membros do IAI;
- ? criar uma capacidade razoável e uniforme de processamento de dados nos países membros e desenvolver um sistema de troca de dados no continente americano;

- ? desenvolver metodologias padronizadas para o recolhimento e processamento dos dados básicos relevantes para a pesquisa das mudanças globais.

Além dos US\$ 3 milhões do GEF, o governo do Brasil tem dado um respaldo significativo ao projeto por meio da doação de programas de informática, entre os quais figuram o Sistema de Informação Geográfica e Processamento de Imagens - SPRING e o Sistema de Informática para Meteorologia - METVIEW, a todos os países participantes do projeto.

6.2 - PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA - IPCC

Em princípio, o IPCC é formado por especialistas escolhidos entre os cientistas especialistas em mudanças climáticas do mundo inteiro. No entanto, na prática, a maior parte dos especialistas que participam dos relatórios de avaliação do Painel vem de países desenvolvidos .

A participação de cientistas dos países em desenvolvimento é proporcionalmente bem pequena. Como reflexo disso, a participação de cientistas brasileiros nos Grupos de Trabalho⁹⁹ constantes nos Relatórios de Avaliação é também reduzida.

No Primeiro Relatório de Avaliação do IPCC, de 1990, participaram apenas seis cientistas brasileiros como colaboradores, sendo 4 no Grupo I e 2 no Grupo II. Em 1995, no Segundo Relatório de Avaliação do IPCC, 5 brasileiros participaram como autores (3 no Grupo I e 2 no Grupo II), 6 como colaboradores (1 no Grupo I, 2 no Grupo II e 3 no Grupo III) e 6 como revisores (1 no Grupo I, 2 no Grupo II e 3 no Grupo III). Para o Terceiro Relatório de Avaliação¹⁰⁰ contribuíram 12 cientistas brasileiros como autores (3 no Grupo I, 3 no Grupo II e 6 no Grupo III), 1 como colaborador (Grupo II) e 10 como revisores (sendo 2 no Grupo I, 3 no Grupo II e 5 no Grupo III).

Um dos objetivos dos programas de capacitação nacional em relação a assuntos relacionados à mudança do clima é aumentar o número de cientistas brasileiros que possam desenvolver pesquisas relacionadas ao tema e oferecer subsídios para um melhor entendimento das questões relacionadas ao mesmo. A participação desses cientistas é de grande importância, principalmente devido ao fato de terem um entendimento mais específico sobre processos (como, por exemplo, os relacionados à região Amazônica) e tecnologias (por exemplo, utilização do álcool combustível em veículo) importantes para os países em desenvolvimento.

6.3 - CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS DO CLIMA - CPTEC / INPE

⁹⁹ O Grupo de Trabalho I avalia os aspectos científicos dos sistemas climáticos e da mudança do clima; o Grupo de Trabalho II avalia os aspectos científicos, técnicos, ambientais, econômicos e sociais da vulnerabilidade à mudança do clima, além dos impactos negativos e positivos para os sistemas ecológicos, setores socioeconômicos e saúde humana; o Grupo de Trabalho III avalia os aspectos científicos, técnicos, ambientais, econômicos e sociais da mitigação da mudança do clima, e, por meio de um grupo multidisciplinar, avalia os aspectos metodológicos de temas transversais; a Força Tarefa trabalha com a elaboração de inventários de gases de efeito estufa.

¹⁰⁰ Divulgado em 2001.

6.3.1 - PRINCIPAIS ÁREAS DE PESQUISA

A boa qualidade das previsões meteorológicas é fundamental ao planejamento e bom desempenho de várias atividades econômicas, principalmente a agricultura. Ademais, previsões meteorológicas precisas têm repercussões também em áreas sociais, favorecendo a tomada de decisão nas áreas de defesa civil, geração de energia elétrica, gerenciamento de recursos hídricos, além de contribuir nos campos dos transportes, abastecimento, turismo e lazer.

O CPTEC/INPE é aparelhado com supercomputadores SX-3/12R e SX-4/8A, capazes de processar até 3,2 bilhões e 16 bilhões de operações aritméticas em ponto flutuante por segundo, respectivamente. Eles têm a capacidade de utilizar modelos numéricos para a simulação de tempo e clima, integrando informações atmosféricas e oceânicas¹⁰¹.

Além do mais, o sistema de computação do CPTEC é alimentado por informações derivadas dos satélites Meteosat e Goes, da rede de dados da OMM, das redes nacionais sob a responsabilidade do INMET - Ministério da Agricultura, do DEPV - Ministério da Aeronáutica, DHN - Ministério da Marinha, centros estaduais de meteorologia e de outros centros internacionais. Os satélites SCD-1 e 2, que coletam dados ambientais, também desempenham importante papel no levantamento de informações necessárias à pesquisa meteorológica do INPE. Uma rede de observações chamadas de Plataformas de Coleta de Dados - PCD's meteorológicas e hidrológicas foi implementada em 1996 em todo o país. As PCD's são operadas juntamente pelo CPTEC e pela ANEEL e transmitem informações meteorológicas e hidrológicas em tempo real para uma central localizada no CPTEC, por meio dos SCD-1 e 2. Todas essas informações possibilitam ao CPTEC fornecer, para todo o país, previsões de tempo confiáveis.

As principais áreas de pesquisa desenvolvidas pelo CPTEC são:

Anglo-Brazilian Amazonian Climate Observation Study (Estudo Anglo-Brasileiro de Observação Climática da Amazônia) - ABRACOS: o objetivo do ABRACOS — uma colaboração entre a Agência Brasileira de Cooperação - ABC e o *UK Overseas Development Administration* — é monitorar o clima da Amazônia e melhorar a compreensão das conseqüências do desflorestamento, além de fornecer dados para calibrar e validar o modelo GCM e seus submodelos da Floresta Amazônica e dos pastos após o desflorestamento. O experimento ABRACOS terminou em 1997, mas as torres de fluxo e outras instalações científicas ainda operam, servindo como base para projetos de pesquisa em atual desenvolvimento na Amazônia, como é o LBA

Pesquisas na Área de Clima - Clima: o objetivo das Pesquisas na Área de Clima é realizar estudos observacionais e simulações / previsões experimentais climáticas com a utilização de um modelo numérico de circulação global, assim como modelos regionais. Atividades também incluem o monitoramento e a previsão de fenômenos como *El Niño* e *La Niña*, em escala interanual, e de ondas de frio ou de calor em escala intrasazonal. Novas áreas de pesquisa sobre clima foram desenvolvidas. Alguns desses estudos compreendem a análise de características globais da atmosfera, variabilidade climática em várias escalas de tempo e efeitos de anomalias climáticas sobre a América do Sul, em particular, sobre o Brasil.

Aplicações de Satélites Meteorológicos - Satélites: o objetivo principal é pesquisar, desenvolver, instalar e difundir métodos de análise de dados de satélites meteorológicos, estudando propriedades e variáveis atmosféricas e da superfície terrestre e gerando informação sobre tempo, clima e meio

¹⁰¹ O modelo SX-3 vai ser substituído pelo novo supercomputador SX-6, que deverá entrar em operação em 2002. O SX-6 será capaz de processar até 768 bilhões de operações aritméticas em ponto flutuante por segundo, uma vez que as duas fases de implementação estejam concluídas. Com esse novo supercomputador, o CPTEC vai entrar numa nova era de estudos de clima e mudanças do clima, pois vai ser possível rodar modelos de clima globais e regionais para gerar cenários climáticos para o século XXI.

ambiente. Alguns dos produtos derivados de satélites incluem dados sobre nevoeiro, queimadas, índice de vegetação, sondagens TOVS, radiação solar, campos de vento e temperatura do mar.

Área de Pesquisa em Tempo - Tempo: tem por objetivo realizar uma observação sistemática de fenômenos relacionados à previsão do tempo, como nebulosidade, pressão atmosférica, temperatura, umidade relativa do ar, índices pluviométricos, etc. O modelo global usado é o CPTEC/COLA com uma resolução de 200 km (T062) e de 100 km (T126), assim como o modelo regional Eta/CPTEC de 40 e 80 km de resolução.

Atualização da Representação da Vegetação nos Modelos Numéricos do CPTEC/INPE - ProVeg: embora a modelagem da superfície continental possa aumentar a capacidade de entender as interações entre esta e a atmosfera, a representação inadequada ou insuficiente das condições e dos processos da superfície continental pode ter um impacto negativo sobre a previsão do tempo e estudos climáticos. Assim, o ProVeg é uma iniciativa que visa melhorar a representação da variabilidade espacial da vegetação nos modelos de previsão de tempo e clima, a partir da adaptação de uma base de dados mais detalhada e com parâmetros que representem de forma mais apropriada as propriedades físicas dos solos e os tipos de vegetação do território brasileiro.

Laboratório de Instrumentação e Calibração Meteorológica - LIM: conta com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP e tem a finalidade de apoiar as pesquisas em andamento na área de meteorologia (particularmente em micrometeorologia e interação solo-planta-atmosfera) em todo o país e em especial na região amazônica, tendo em vista o início das atividades de campo do projeto LBA em janeiro de 1999.

Projeta - Processo Físicos em Modelos Regionais e Melhoria na Qualidade das Previsões de Tempo na América do Sul: aprimoramento da previsão de tempo sobre a América do Sul, por meio de técnicas modernas de representação dos processos físicos adaptadas para as condições atmosféricas da região, usando o modelo regional Eta/CPTEC.

Brazilian Regional Atmospheric Modelling System - BRAMS: projeto do CPTEC, financiado pela FINEP, para desenvolver previsões regionais de tempo para a América Latina e países de língua portuguesa, usando o modelo regional RAMS.

Ensino Público de Segundo Grau - ENSINOP : criação de programa interativo de multimídia, residente em CD ROM e na Rede Internet.

O CPTEC/INPE também desenvolve projetos especiais de previsão e monitoramento¹⁰²:

Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real da Região Nordeste, ou Proclima: é uma iniciativa conjunta da Sudene e do Ministério da Integração Nacional para monitorar a estação chuvosa na região Nordeste. O Proclima é executado pelo CPTEC e pelos estados da região Nordeste, Minas Gerais e Espírito Santo, por meio dos núcleos e laboratórios estaduais participantes do Programa de Monitoramento de Tempo, Clima e Recursos Hídricos. O Programa faz acompanhamento da evolução da precipitação a nível diário, semanal e mensal. As variáveis meteorológicas permitem o cálculo da distribuição diária da precipitação e da evapotranspiração sobre toda a região, informações que adequadamente combinadas com dados de solo da Embrapa, permitem a estimativa do estado de água no solo. Esse sistema visa subsidiar a tomada de decisões relacionadas a atividades agrícolas. O

¹⁰² O CPTEC/INPE também participou do monitoramento e da previsão hidrometeorológica pelo Grupo de Estudos sobre Previsões de Clima em apoio à crise de energia de 2001, onde se fez um monitoramento sobre as situações do reservatórios da região Sudeste nas Bacias do Rio São Francisco, Grande, Paranapanema, Tietê e Tocantins, assim como as previsões de tempo e clima para as bacias, com ênfase na estiagem de 2001. Isso foi feito como resposta a um pedido direto da Câmara de Gestão da Crise de Energia do Governo Federal em 2001. O trabalho do grupo continua e foi estendido a todas as bacias do país.

sistema conta ainda com uma base de dados socioeconômicas que inclui dados do censo demográfico do IBGE de 1998, e do censo agrícola e de rebanhos de 1995, bem como números de alistados em frentes de trabalho levantados pela Sudene.

Projeto Queimadas: apresenta as últimas queimadas detectadas nas imagens mais recentes dos satélites NOAA. Os dados são atualizados operacionalmente várias vezes por dia, durante todo o ano. As opções indicadas nas margens superior e lateral esquerda do portal permitem acesso a dezenas de produtos relacionados, como mapas de risco de queimadas, de distribuição mensal de queimadas, de ocorrência de queimadas por estados, de dias sem precipitação, de precipitação acumulada, uma poderosa base geográfica de visualização de localização das queimadas, etc.

Modelagem de Ondas: O modelo global de ondas oceânicas de terceira geração (WAM) produz duas previsões diárias, usando como forçantes os campos de vento produzidos pelo modelo atmosférico global do CPTEC. O modelo gera previsões de altura e de direção de ondas.

Mudança do Clima: estão previstas atividades e estudos de tendências climáticas no país e a implementação de um grupo de estudos sobre elaboração de cenários climáticos, usando a experiência de participação de pesquisadores do CPTEC no IPCC, bem como a colaboração com as equipes do Hadley Centre, o Tyndall Centre, e da Universidade de East Anglia do Reino Unido. Espera-se a implementação de uma capacidade de modelagem regional no CPTEC para elaborar cenários climáticos regionais das previsões do IPCC usando a técnica de *downscaling* dinâmico, onde o modelo global acoplado do Hadley Centre HadCM3 será alinhado ao modelo regional Eta/CPTEC, permitindo a implementação de previsões regionais de clima para o país e América do Sul, com uma resolução de até 40 km (vide item 5.10).

7 - INTEGRAÇÃO DAS QUESTÕES SOBRE MUDANÇA DO CLIMA NO PLANEJAMENTO DE MÉDIO E DE LONGO PRAZOS

O Brasil tem uma das legislações ambientais mais avançadas de todo o mundo, embora ainda haja dificuldades administrativas e institucionais para implementação de suas diretrizes.

A conscientização das questões ambientais a médio e longo prazo são imprescindíveis para o desenvolvimento sustentável, princípio que consta na Declaração do Rio e que é a base da Agenda 21, documentos resultantes da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Brasil, em 1992. No plano interno, no processo de elaboração da Agenda 21 brasileira, busca-se estabelecer estratégias para assegurar o desenvolvimento sustentável no país, recomendando ações, atores, parcerias, metodologias e mecanismos institucionais necessários para a sua implementação e monitoramento.

No que se refere às políticas nacionais de planejamento de médio e longo prazos, pela primeira vez no Plano Plurianual do Governo - PPA 2000-03, “Avança Brasil”, há um programa específico sobre mudanças climáticas para desenvolver informações científicas relativas à emissão de gases de efeito estufa e subsidiar a definição de uma política de atuação nessa área.

Os programas descritos neste capítulo, na maioria dos casos, não têm como objetivo direto reduzir as emissões de gases de efeito estufa, mas terão efeitos sobre as emissões provenientes de diferentes fontes. Um dos fatos mais importantes é a constatação de que não apenas o nível federal está envolvido, uma vez que algumas iniciativas referem-se ao comprometimento também dos estados e dos municípios.

Em nível federal, o Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar - PRONAR procura controlar a qualidade do ar, estabelecendo limites nacionais para as emissões; o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE tem o mesmo objetivo, mas trata especificamente da poluição do ar por veículos automotores. Apesar desses programas estarem ligados ao combate da poluição local e não diretamente à mudança do clima, eles estão descritos pelo aspecto institucional e legislativo envolvido e podem, no futuro, possibilitar a criação de instrumentos e de legislação similar também para o caso de emissões de gases de efeito estufa provenientes de atividades humanas.

Outra importante questão abordada neste trabalho refere-se às medidas adotadas pelo governo brasileiro — consciente da importância da Amazônia para o futuro do país — contra o desflorestamento na região. As medidas legais, administrativas e econômicas que vêm sendo adotadas, bem como a estratégia de ação política, são aqui analisadas.

O Projeto de Estimativa do Desflorestamento Bruto da Amazônia - PRODES é o maior projeto de monitoramento de florestas do mundo, fornecendo estimativas do desflorestamento; e o Programa de Prevenção e Controle às Queimadas e aos Incêndios Florestais no Programa de Queimadas Arco do Desflorestamento - PROARCO visa prever e controlar as queimadas e incêndios florestais no Arco do Desmatamento. Além disso, há um grande número de Unidades de Conservação no país para proteger e conservar a flora e a fauna existentes, em consonância com o artigo 4.1 (d) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, que diz que as Partes devem “promover a gestão sustentável, bem como promover e cooperar na conservação e fortalecimento, conforme o caso, de sumidouros e reservatórios de todos os gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de

Montreal, incluindo a biomassa, as florestas e os oceanos, como também outros ecossistemas terrestres, costeiros e marinhos”.

Em nível estadual, o Programa Estadual de Mudanças Climáticas Globais do Estado de São Paulo - PROCLIMA demonstra o compromisso assumido pelo estado de São Paulo na redução de emissões e controle da poluição atmosférica. Em nível municipal, o compromisso explícito de redução de gases de efeito estufa foi assumido pelas cidades de Nierói, Volta Redonda, Goiânia, Porto Alegre e Rio de Janeiro no âmbito da Campanha Cidades em favor do Clima - CCP.

Finalmente, são analisadas medidas de caráter financeiro e tributário (Protocolo Verde, ICMS Ecológico, entre outros) que começam a demonstrar resultados significativos para a redução de passivos ambientais e para a promoção do desenvolvimento sustentável.

7.1 - LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA

Desde a época do Brasil colônia já havia normas específicas de tutela do território e de suas riquezas, que já são encontradas em preceitos das Ordenações Afonsinas, Manoelinas e Filipinas, portanto, vigentes em Portugal já à época do descobrimento (1500).

O documento legal brasileiro mais antigo no tocante aos recursos naturais é o Código de Águas (decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934), que definiu o direito de propriedade e de exploração dos recursos hídricos para o abastecimento, a irrigação, a navegação, os usos industriais e a geração de energia. Assim, desde a década de 1930 verificam-se instrumentos legais que estabeleciam os direitos e deveres da sociedade em relação a matérias ambientais específicas.

Uma lei de considerável importância no histórico da legislação ambiental brasileira é a de nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, conhecida como Código Florestal, que reconheceu as florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação como bens públicos, impondo limites ao direito de propriedade. Ademais, estabeleceu critérios mínimos para a preservação permanente de áreas e para a criação de parques e reservas biológicas.

A partir da década de 1970, com a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, em 1972, em Estocolmo, observa-se uma maior preocupação no país com temas relativos à proteção do meio ambiente.

Assim, em 1973, foi criada no âmbito do Ministério do Interior, a Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA, primeiro organismo oficial brasileiro voltado para a utilização racional dos recursos naturais e a preservação do meio ambiente. A partir da criação desse órgão, as normas jurídicas foram consideravelmente ampliadas.

A lei nº 6.803, de 1980, que definiu as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, introduziu a idéia de avaliação de impacto ambiental - AIA. Um dos elementos do processo de avaliação de impacto ambiental é o Estudo de Impacto Ambiental - EIA, posteriormente regulamentado, sendo inclusive mencionado na Constituição Federal de 1988. Trata-se da execução por equipe multidisciplinar das tarefas técnicas e científicas destinadas a analisar, sistematicamente, as conseqüências da implantação de um projeto no meio ambiente, por métodos de AIA e técnicas de previsão de impactos ambientais. O resultado do estudo constitui o Relatório de Impacto do Meio Ambiente, acessível ao público e custeado pelo proponente do projeto.

Em 1981, surgiu a primeira lei genérica para sistematizar as leis específicas já existentes, com a publicação da lei nº 6.938, que dispunha sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Tal lei, que estabelece como instrumento dessa política o licenciamento ambiental, dispunha sobre conexões entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental, órgãos da administração direta e indireta, das três esferas de governo. Além disso, a lei cria o Sistema Nacional do Meio Ambiente - Sisnama e o Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama, o qual, entre outras atribuições, tem a competência para estabelecer normas e padrões relativos ao controle da qualidade ambiental.

Outro importante avanço relativo à proteção dos “direitos difusos” foi verificado com a lei nº 7.347, de 1985, que disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente.

A Constituição promulgada em 1988 representou significativo avanço para área ambiental ao dedicar, de forma inédita, um capítulo especial para o meio ambiente e ao incluir a defesa deste entre os

princípios da ordem econômica, buscando articular a promoção do crescimento socioeconômico com a necessária proteção e preservação ambiental.

Assim, no Capítulo VI, que trata do meio ambiente, o art. 225 estabelece que: "*Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.*" Dessa forma, o meio ambiente está caracterizado como direito inerente de cada indivíduo e de toda a sociedade, cabendo ao Poder Público e à coletividade, indistintamente, o dever de preservar e de garantir o equilíbrio ambiental. Nesse sentido, o parágrafo 1º do citado artigo explicita as incumbências do Poder Público, que incluem:

- ? preservação e restauração dos processos ecológicos essenciais e promoção do manejo ecológico das espécies e ecossistemas;
- ? preservação da diversidade e da integridade do patrimônio genético do país e fiscalização de entidades dedicadas à pesquisa e à manipulação de material genético,
- ? definição em todas as unidades da Federação de espaços territoriais a serem especialmente protegidos;
- ? exigência de prévio estudo de impacto ambiental para a instalação de obra ou de atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente;
- ? controle da produção, da comercialização e do emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;
- ? promoção da educação ambiental e da conscientização pública para a preservação do meio ambiente;
- ? proteção da fauna e da flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade.

Além das medidas e providências que incumbem ao Poder Público tomar, a Constituição Federal de 1988 impõe condutas àqueles que possam direta ou indiretamente gerar danos ao meio ambiente: obrigatoriedade da recuperação da área degradada por quem explora recursos minerais; necessidade de definição em lei federal para a localização de usinas que operem com reator nuclear; indisponibilidade das terras devolutas ou arrecadadas pelos estados por ações discriminatórias, necessárias à proteção dos ecossistemas naturais.

Ademais, a Constituição, por meio do parágrafo 4º do referido artigo, declara a Floresta Amazônica Brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal mato-grossense e a Zona Costeira como patrimônio nacional, sendo que a sua utilização será feita na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente.

Apesar da Carta Magna dar especial atenção às atividades preventivas, também faz referência às medidas repressivas. O parágrafo 3º do artigo 225 prevê sanções penais e administrativas a infratores, pessoas físicas ou jurídicas, cujas condutas ou atividades sejam consideradas lesivas ao meio ambiente, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

No ano de 1989, por meio da lei nº 7.735, de 22 de fevereiro, foi criado o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, com a finalidade de executar e fazer executar a política nacional do meio ambiente e de preservar, conservar e garantir o uso racional, a

fiscalização, o fomento e o controle dos recursos naturais. Tal órgão foi formado pela fusão de quatro entidades brasileiras que trabalhavam na área ambiental: Secretaria do Meio Ambiente - SEMA, Superintendência da Borracha - SUDHEVEA, Superintendência da Pesca - SUDEPE e o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF.

Em 1996, houve importante alteração do Código Florestal, por meio da medida provisória nº 1.511, de 26 de julho, que dá nova redação ao art. 44 da lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e dispõe sobre a proibição do incremento da conversão de áreas florestais em áreas agrícolas na região Norte e na parte norte da região Centro-Oeste. A nova redação do art. 44 do Código Florestal dispõe que nessas regiões a exploração a corte raso só é permitível desde que permaneça com cobertura arbórea pelo menos 50% da área de cada propriedade. Além do mais, de acordo com a medida provisória, nas propriedades onde a cobertura arbórea constitui-se de fitofisionomias florestais, não será admitido o corte raso em pelo menos 80% dessas tipologias florestais (vide item 7.6.2.1). Tal medida provisória vem sendo reeditada desde então¹⁰³.

Outro importante avanço legal que cabe ser ressaltado é a Lei de Crimes Ambientais, que representa uma mudança no sistema de sanção da legislação corrente. Até então, o arranjo legal tinha apenas estabelecido sanções pecuniárias para os crimes contra a flora. A lei sancionada em 12 de fevereiro de 1998, de nº 9.605 (Lei dos Crimes Ambientais), dispõe sobre as sanções penais e administrativas às condutas e às atividades lesivas ao meio ambiente, como, por exemplo, fixando pena de 1 a 3 anos de prisão seguida de multa ao autor de crimes contra a flora, entre eles cortar árvores em reservas legais ou em florestas com *status* especial de proteção. Essa lei consolida a legislação ambiental, com tipificação dos crimes e das infrações ambientais e suas respectivas penas devidamente estipuladas.

Em 2000, o projeto do Sistema Nacional de Unidades de Conservação foi aprovado pelo Senado, recebeu a sanção presidencial e tornou-se a lei nº 9.985, que atualizou o conceito de unidade de conservação, introduzindo a questão social e o uso para outros fins. A importância da definição de um Sistema Nacional de Unidades de Conservação está na definição, uniformização e consolidação de critérios para o estabelecimento e a gestão dessas unidades, possibilitando, com isso, uma melhor gestão do patrimônio ambiental brasileiro.

A legislação brasileira que diz respeito à defesa do meio ambiente é composta por numerosas leis esparsas. Esse fenômeno, como em quase todas as áreas do direito, decorre, dentre outros motivos, dos diferentes momentos políticos e institucionais que têm marcado a história recente do país.

Com a finalidade de consolidar a legislação dos ramos mais significativos do direito brasileiro, a Mesa Diretora da Câmara dos Deputados constituiu um Grupo de Trabalho para a Consolidação da Legislação Brasileira, o qual também trabalhará no sentido de buscar uma consolidação da legislação ambiental do país.

Em síntese, é reconhecido que a legislação ambiental brasileira é uma das mais avançadas do mundo, incorporando no plano jurídico diretrizes claras para a busca de um desenvolvimento sustentável, apesar de haver dificuldades institucionais e administrativas para a sua ampla implementação.

¹⁰³ A medida provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, também altera significativamente os arts. 1º, 4º, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que instituiu o Código Florestal, bem como altera o art. 10 da lei nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o imposto sobre a propriedade territorial rural - ITR, e dá outras providências. Tal medida provisória dispõe que as florestas e outras formas de vegetação nativa, ressalvadas as situadas em área de preservação permanente, assim como aquelas não sujeitas ao regime de utilização limitada ou objeto de legislação específica, são suscetíveis de supressão, desde que sejam mantidas, a título de reserva legal, no mínimo 80% na propriedade rural situada em área de floresta localizada na Amazônia Legal (para as outras regiões a percentagem da área a ser mantida também é determinada). A vegetação da reserva legal não pode ser suprimida, podendo apenas ser utilizada sob regime de manejo florestal sustentável, de acordo com princípios e critérios técnicos e científicos estabelecidos na legislação vigente. A medida provisória também regulamenta a conduta do proprietário ou possuidor de imóvel rural com área de floresta nativa, natural, primitiva ou regenerada.

7.2 - AGENDA 21 BRASILEIRA

7.2.1 - A AGENDA 21

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92), foi um marco histórico, tendo em vista que representou um esforço planetário para estabelecer novas diretrizes de desenvolvimento que se pautassem na proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. Dessa Conferência, resultaram cinco documentos: a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Agenda 21, a Declaração de Princípios sobre o Uso de Florestas, a Convenção das Nações Unidas sobre Diversidade Biológica, e a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

A Declaração do Rio reúne um conjunto de diretrizes adotadas por consenso por dirigentes de todo o mundo, no sentido de garantir o desenvolvimento em bases sustentáveis para o próximo século. Deve-se entender como desenvolvimento sustentável “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”¹⁰⁴.

A Agenda 21, assim, indica as estratégias para se buscar o desenvolvimento sustentável, recomendando ações, atores, parcerias, metodologias e mecanismos institucionais necessários para a sua implementação e monitoramento.

A tônica dos debates na formulação da Agenda não se baseou apenas em estratégias globais, mas buscou um enfoque simultaneamente global e local. As estratégias esboçadas na Agenda 21 para a solução dos problemas combinam cooperação descentralizada e ação localizada, por meio da implementação de políticas e programas que mobilizem ao mesmo tempo instituições locais, nacionais, regionais e internacionais.

Considerando-se a importância de cada sociedade estabelecer suas prioridades, os países signatários dos acordos resultantes da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento assumiram o compromisso de elaborar e implementar suas respectivas Agendas 21 nacionais.

7.2.2 - COMISSÃO DE POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E DA AGENDA 21 NACIONAL - CPDS

A metodologia usada por diversos países para a construção das Agendas 21 nacionais enfatiza a parceria entre os diferentes níveis do governo, o setor produtivo e a sociedade civil organizada. Em mais de 70 países, para a condução, implementação e acompanhamento da Agenda 21, foram criados Conselhos ou Comissões Nacionais de Desenvolvimento Sustentável ligadas diretamente à Presidência da República, em geral com participação da sociedade civil.

No início de 1997, buscou-se a instalação de uma comissão, no âmbito nacional, voltada para o desenvolvimento sustentável e vinculada à Câmara de Políticas dos Recursos Naturais do Conselho do Governo. Esse novo arranjo institucional tinha por objetivo aglutinar, em torno da Presidência da

¹⁰⁴ Definição utilizada no documento *Nosso Futuro Comum*, 1987, conhecido como Relatório Brutland, elaborado pela Comissão sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada pelas Nações Unidas e presidida pela então Primeira-Ministra da Noruega, Gro-Brutland.

República, a coordenação dos vários órgãos e entidades governamentais comprometidos diretamente com a Agenda 21 Nacional.

Assim, por meio do decreto de 26 de fevereiro de 1997, foi criada a Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional - CPDS, no âmbito da Câmara de Políticas dos Recursos Naturais. A Comissão tem por finalidade a proposição de estratégias de desenvolvimento sustentável e a coordenação, elaboração e implementação daquela Agenda.

A CPDS é presidida pelo representante do MMA e integrada por um representante de cada um dos órgãos de diferentes atividades setoriais de governo: Ministério do Planejamento e Orçamento, MRE, MCT, a então Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República - SAE, além do Secretário de Coordenação da Câmara de Políticas Setoriais.

Além dos órgãos governamentais relacionados às questões de desenvolvimento e de meio ambiente, pretendeu-se que a CPDS fosse paritária, sendo assim, composta por cinco representantes da sociedade civil organizada.

De acordo com o artigo 2º, do decreto de sua criação, a CPDS tem as seguintes atribuições:

- ? propor à Câmara estratégias, instrumentos e recomendações voltados para o desenvolvimento sustentável do país;
- ? elaborar e submeter à aprovação da Câmara a Agenda 21 Nacional;
- ? coordenar e acompanhar a implementação da Agenda 21 Nacional.

7.2.3 - A AGENDA 21 E O PLANO PLURIANUAL (2000-03)

Na primeira reunião da CPDS e da Agenda 21 Nacional, o então Ministro do Planejamento, anunciou que tanto o Programa “Brasil em Ação” quanto o PPA 2000 seriam concebidos de acordo com os critérios de sustentabilidade da Agenda 21, a ser elaborada com participação da sociedade civil.

Considerar a Agenda 21 como base para a elaboração do PPA do governo (2000-03) é um avanço importante no sentido de incorporar o conceito de desenvolvimento sustentável nas políticas públicas do país. Assim, a Agenda 21 Nacional passa a ser vista como um instrumento estratégico, mediante o qual deverá ser construída a ponte entre o modelo de desenvolvimento vigente e o desejado.

7.2.4 - ELABORAÇÃO DA AGENDA 21 NACIONAL

Os primeiros passos para a elaboração da Agenda 21 Nacional foram dados em 1995. Nessa ocasião, o MMA desenvolveu estudos e promoveu uma série de reuniões com diversos atores, governamentais e não-governamentais visando recolher subsídios para definir a metodologia a ser utilizada e traçar um painel sobre as iniciativas para o desenvolvimento sustentável no país.

Destacaram-se as seguintes iniciativas nesse período:

- ? *Workshop* Preparatório da Agenda 21 do Brasil, realizado em Brasília, em abril de 1996, reunindo representantes de instituições governamentais, privadas, ONG’s e universidades;
- ? Consulta nacional “Desenvolvimento Sustentável: 100 experiências brasileiras”, realizada entre outubro de 1996 e fevereiro de 1997, com o cadastramento por temas e a divulgação de 183 projetos de todo o país;

- ? Seminário “Agenda 21 - A Utopia Concreta”, realizado no Rio de Janeiro, em março de 1997, simultaneamente à Rio+5, com discussões sobre temáticas e prioridades estratégicas da Agenda 21 Nacional;
- ? Pesquisa Nacional “O que o brasileiro pensa sobre o meio ambiente, desenvolvimento e sustentabilidade”, realizada com o Museu de Astronomia e Ciências Afins - MAST, Instituto de Estudos da Religião - ISER e Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística - IBOPE, que coletou a opinião de cerca de 2.000 pessoas em todo o país;
- ? Documento “A Caminho da Agenda 21 Brasileira - princípios e ações 1992-97”, elaborado com subsídios das iniciativas acima elencadas.

Esse intenso processo de discussão forneceu subsídios importantes para que a CPDS estabelecesse a metodologia para a elaboração da Agenda 21 Brasileira, definindo as premissas e temas prioritários para o país.

Ficou definido que a Agenda 21 Brasileira seria estruturada em três grandes partes: uma introdução, onde seria traçado um panorama do país no limiar do século 21; uma parte consagrada a seis temas estabelecidos como prioritários (cidades sustentáveis, agricultura sustentável, infra-estrutura e integração regional, gestão dos recursos naturais, redução das desigualdades sociais, ciência e tecnologia e desenvolvimento sustentável); e uma parte final sobre os meios de implementação das estratégias estabelecidas para cada tema. É importante ressaltar que a metodologia adotada deveria refletir a interconexão dos temas prioritários e a interdependência entre as dimensões ambiental, econômica, social e institucional.

Considerando que a Agenda 21 Nacional não deveria ser um mero documento de governo, mas o produto do consenso entre os diversos setores da sociedade brasileira, o MMA instaurou um processo licitatório para a contratação de consultorias encarregadas de organizar processos de discussão e elaboração de documentos de referência sobre os temas considerados como prioritários da Agenda 21 Nacional.

Os consórcios de consultoria vencedores do processo licitatório deveriam estruturar seus trabalhos valendo-se de métodos participativos, por meio de *workshops* e de seminários abertos ao público, de maneira a procurar envolver todos os setores da sociedade que se relacionam com os temas em questão.

Os resultados dos trabalhos realizados pelas consultorias foram sistematizados e consolidados, com o objetivo de formar a primeira versão da Agenda 21 Brasileira. Essa versão foi discutida e aprimorada com a participação de diferentes segmentos da sociedade. Nesse sentido, a estratégia proposta pela CPDS foi estruturada na promoção de debates estaduais, com recomendações consolidadas em encontros regionais.

No dia 8 de junho de 2000, durante a semana do meio ambiente, a CPDS entregou ao Presidente da República o resultado dos trabalhos realizados, elencados no documento "Agenda 21 Brasileira – Bases para Discussão". No evento, foi anunciada a continuidade do processo de elaboração da agenda por meio da realização de debates estaduais. Em cada região do país, ao final dos debates estaduais, foi realizado um encontro regional, onde foram analisados os relatórios dos estados, com o objetivo de definir um documento que expresse os resultados da região.

O processo de elaboração da Agenda 21 Brasileira e seus resultados podem ser obtidos no *site* do Ministério do Meio Ambiente (www.mma.gov.br)¹⁰⁵.

7.3 - PROGRAMA DE PESQUISA BRASILEIRO SOBRE MUDANÇA DO CLIMA - MCT

Um exemplo do aumento da importância das questões relacionadas à mudança do clima no Brasil foi a inclusão de um Programa de Mudanças Climáticas no PPA do governo federal (2000-03), com alocação de recursos do Tesouro da União. O objetivo do Programa é desenvolver informações científicas relativas à emissão de gases de efeito estufa para subsidiar a definição de uma política de atuação em relação ao tema da mudança do clima. O indicador apontado para alcançar tal objetivo é o aumento do número de instituições capacitadas envolvidas com a mudança climática. No início do programa, havia 27 instituições envolvidas diretamente com o tema e a expectativa no final do PPA é que haja 49 instituições capacitadas envolvidas diretamente.

O Programa de Mudança do Clima tem 6 ações, a saber:

Ação 1 - Desenvolvimento de estudos sobre a vulnerabilidade e adaptação aos impactos das mudanças climáticas.

Ação 2 - Desenvolvimento de modelos de prospecção para acompanhamento das mudanças climáticas.

Ação 3 - Elaboração do Inventário Nacional de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa.

Ação 4 - Implantação de sistema de monitoração de emissões de gases de efeito estufa.

Ação 5 - Sistema de informação sobre efeito estufa.

Ação 6 - Desenvolvimento de estudos sobre a mitigação da mudança do clima.

No início da elaboração do Programa havia uma ação de fomento, coordenada pela Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP, com recursos vinculados ao Fundo Nacional de Desenvolvimento de Ciência e Tecnologia - FNDCT, que foi incorporada a outro programa daquela Financiadora. No entanto, em relação à pesquisa pretende-se desenvolver um programa de indução de pesquisa junto com o CNPq em termos de estudos necessários ao inventário, baseando-se nos pontos em que há falta de conhecimento no Brasil e que foram identificados durante a elaboração do mesmo.

Os projetos desenvolvidos dentro do Programa de Mudança do Clima e seus resultados podem ser acompanhados pelo *site* da Coordenação-Geral de Mudanças Globais do MCT (www.mct.gov.br/clima).

7.4 - PROGRAMA NACIONAL DE CONTROLE DE QUALIDADE DO AR - PRONAR

¹⁰⁵ O lançamento da Agenda 21 Brasileira ocorreu em julho de 2002, finalizando a fase de elaboração e marcando o início do processo de implementação. Dois documentos compõem a Agenda 21 Brasileira: “Agenda 21 Brasileira - Ações Prioritárias”, que estabelece os caminhos preferenciais da construção da sustentabilidade brasileira, e “Agenda 21 Brasileira – Resultado da Consulta Nacional”, produto das discussões realizadas em todo o território nacional.

Nas últimas décadas, as taxas de poluição atmosférica em regiões urbanas do Brasil aumentaram consideravelmente, tendo em vista o crescimento econômico e industrial do país. Por essa razão, programas de controle da poluição industrial urbana vêm sendo desenvolvidos em diversas regiões, bem como outros programas que visam reduzir a emissão de poluentes pelas principais fontes poluidoras. Os veículos automotores passaram a ser a mais preocupante das fontes nas grandes regiões metropolitanas.

Da mesma forma, percebeu-se a importância da criação de um programa nacional que contemplasse as fontes fixas de poluição atmosférica. Tendo em vista que a maioria dos estados não dispunha de padrões locais de emissão de fontes, observou-se a necessidade da fixação de dispositivos de caráter normativo e do estabelecimento de ações de monitoramento atmosférico.

Por meio da resolução Conama de nº 05, de 15 de junho de 1989, foi criado, portanto, o Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar - PRONAR com o intuito de promover a orientação e o controle da poluição atmosférica no país, envolvendo estratégias de cunho normativo, como o estabelecimento de padrões nacionais de qualidade do ar e de emissão na fonte, a implementação de uma política de prevenção de deterioração da qualidade do ar, a implementação da rede nacional de monitoramento do ar e o desenvolvimento de inventários de fontes e poluentes atmosféricos prioritários.

A estratégia básica do PRONAR, conforme disposto na referida resolução, é estabelecer limites nacionais para as emissões, por tipologia de fontes e poluentes prioritários, reservando o uso dos padrões de qualidade do ar como ação complementar de controle. Para que isso fosse implementado, foram definidas metas de curto, médio e longo prazo para que se desse prioridade à alocação de recursos e fossem direcionadas as ações.

O primeiro dispositivo legal decorrente do PRONAR foi a resolução Conama nº 03, de 28 de junho de 1990, que estabeleceu os novos padrões nacionais de qualidade do ar:

Tabela 30 - Padrões Nacionais de Qualidade do Ar - resolução Conama nº 3, de 28/06/1990

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Padrão Secundário $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Método de Medição
Partículas totais em suspensão - PTS	24 horas* MGA**	240 80	150 60	Amostrador de grandes volumes
Fumaça	24 horas* MAA***	150 60	100 40	Refletância
Partículas Inaláveis	24 horas* MAA	150 50	150 50	Separação Inercial/ Filtração
Dióxido de enxofre	24 horas* MAA	365 80	100 40	Pararosalínica
Monóxido de carbono	1 hora* 8 horas*	40.000 (35 ppm) 10.000 (9 ppm)	40.000 (35 ppm) 10.000 (9 ppm)	Infravermelho Não-dispersivo
Ozônio	1 hora*	160	160	Quimiluminescência
Dióxido de nitrogênio	1 hora MAA	320 100	190 100	Quimiluminescência

(*) Não deve ser excedido mais de uma vez ao ano

(**) Média Geométrica Anual - MGA

(***) Média Aritmética Anual - MAA

Outro avanço dessa resolução foi o estabelecimento, em nível nacional, dos critérios para elaboração de plano de emergência para episódios agudos de poluição do ar, antes existentes apenas no estado de São Paulo.

Tabela 31 - Critérios para episódios agudos de poluição do ar - resolução Conama nº 3, de 28/06/1990

Parâmetros	Níveis		
	ATENÇÃO	ALERTA	EMERGÊNCIA
PTS* ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 h.	375	625	875
Fumaça ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 h.	250	420	500
Partículas Inaláveis ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 h.	250	420	500
Dióxido de enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 h.	800	1.600	2.100
Monóxido de carbono (ppm) - 8 h.	15	30	40
Ozônio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 1 h.	400	800	1.000
Dióxido de nitrogênio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 1 h.	1.130	2.260	3.000
SO ₂ x PTS* ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)x($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 h.	65.000	261.000	393.000

(*)Partículas Totais em Suspensão - PTS

Contudo, os Programas Estaduais de Controle de Poluição do Ar não foram desenvolvidos e implementados conforme esperado. Esse fato, aliado a outros de natureza gerencial do programa, inviabilizou as metas de médio prazo, como a implementação da rede nacional de monitoramento da qualidade do ar e a produção do inventário nacional de fontes e emissões. Portanto, as metas estabelecidas na resolução 05, de 15 de junho de 1989, na sua grande maioria, não foram atingidas. Atualmente, o IBAMA planeja retomar tal programa.

Espera-se também que a lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, chamada de “Lei de Crimes Ambientais”, com a qual se espera maior agilidade na punição aos infratores do meio ambiente, dê novo impulso ao programa. A Seção III do capítulo do referido instrumento legal que versa sobre os crimes contra o meio ambiente, tipifica os crimes relativos à poluição e outros crimes ambientais. Outro avanço no âmbito de tal lei é a definição da responsabilidade da pessoa jurídica — inclusive a responsabilidade penal — e permite a responsabilização também da pessoa física, autora ou co-autora da infração.

A implementação no país de mecanismos de controle de qualidade ambiental, como o ISO 14000, também poderá representar significativo impulso ao controle de qualidade do ar, com o envolvimento direto da iniciativa privada. O importante, entretanto, é fortalecer a estrutura institucional e resgatar os itens previstos no PRONAR de forma que esse programa se transforme efetivamente num instrumento eficaz de controle da poluição atmosférica.

7.5 - PROGRAMA DE CONTROLE DE POLUIÇÃO DO AR POR VEÍCULOS AUTOMOTORES - PROCONVE

7.5.1 - HISTÓRICO DO PROCONVE

No Brasil, o transporte rodoviário representa 96,1% do transporte de passageiros. As crescentes taxas de população urbana, a deficiência de políticas públicas de transporte em massa e a retomada do crescimento econômico têm implicado num aumento expressivo da motorização individual. A frota nacional de automóveis e comerciais leves aumentou de 10.325.000 em 1990 para 12.726.000 em 1995¹⁰⁶, o que implica, a princípio, num aumento dos poluentes emitidos por veículos automotores.

Os principais poluentes emitidos por veículos automotores são: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrocarbonetos (HC), material particulado (MP), aldeídos (CHO), óxidos de enxofre (SO_x) e compostos de chumbo (Pb)¹⁰⁷. Verifica-se também emissão de dióxido de carbono (CO₂) que, embora não seja considerado como um poluente devido à sua baixa toxicidade, deve ser levada em consideração, tendo em vista sua participação no efeito estufa.

Procurando mitigar os níveis de emissão de poluentes por veículos automotores, promover a melhoria de características técnicas dos combustíveis líquidos posto à disposição da frota nacional de veículos automotores e reduzir as emissões à atmosfera, em 06 de maio de 1986, a resolução nº 18 do Conama criou o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores - Proconve. Essa resolução fixou as diretrizes básicas do Programa e estipulou os primeiros limites de emissão. Em 28 de outubro de 1993, a lei nº 8.723 endossou a obrigatoriedade de se tomar as providências necessárias para reduzir os níveis de emissão dos poluentes de origem veicular.

A coordenação nacional do programa ficou a cargo do IBAMA, com o apoio da CETESB, que atua como agente técnico conveniado, co-responsável pela implantação, operacionalização e atualização técnica do Proconve.

Esse aspecto técnico é de grande relevância, tendo em vista que o principal objetivo do programa é reduzir a contaminação atmosférica por meio da fixação de limites máximos de emissão, induzindo o desenvolvimento tecnológico dos fabricantes e determinando que os veículos e motores atendam àqueles limites máximos. Isso é aferido por meio de ensaios padronizados em dinamômetro e com combustível de referência. Além disso, o Proconve também impõe a certificação de protótipos e o acompanhamento estatístico em veículos de produção, a autorização do IBAMA para uso de combustíveis alternativos, o recolhimento ou reparo de veículos e motores encontrados em desconformidade com a produção ou projeto, a proibição da comercialização de modelos de veículos não homologados e o estabelecimento de "Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso", batizados de "Programas de I/M".

A homologação de protótipos é o maior sustentáculo do Proconve, fazendo com que os fabricantes apliquem conceitos de projetos que assegurem um baixo potencial poluidor aos veículos novos e uma baixa taxa de deterioração das emissões ao longo de sua vida útil. É importante ressaltar que os limites de emissão e outras exigências do Proconve aplicam-se tanto aos veículos/motores nacionais quanto aos importados.

Para a implementação do programa, os veículos foram classificados em três categorias, cada uma com um cronograma específico: veículos leves de passageiros, com massa total de até 3.856 kg (automóveis); veículos leves comerciais, categoria subdividida em veículos com massa para ensaio até 1.700 kg e acima de 1.700kg (*pick-ups* e *vans*); e veículos pesados, com massa total acima de 3.856 kg (ônibus e caminhões).

¹⁰⁶ Já calculada a taxa de sucateamento. Cf. Relatório USP de "Emissão de Gases de Efeito Estufa Brasil 1990-1994" elaborado para o Ministério da Ciência e Tecnologia.

¹⁰⁷ No entanto, os limites máximos de emissão dos óxidos de enxofre (SO_x) e dos compostos de chumbo (Pb) não são regulamentados no Brasil.

Quadro 3 - Eliminação do Chumbo Tetraetila

No início do Proconve, para que se lograsse atingir os níveis de emissão determinados, percebeu-se a necessidade de valer-se de catalisadores no escapamento dos automóveis e injeção eletrônica de combustível em substituição aos carburadores. Como o chumbo tetraetila que era adicionado à gasolina inutilizava os catalisadores em pouco tempo, ficou evidente a incompatibilidade desse aditivo com os novos recursos tecnológicos usados para a redução das emissões. Assim, esforços da Petrobras resultaram na eliminação do chumbo tetraetila da gasolina em 1989, sendo o Brasil o primeiro país do mundo a eliminar completamente esse tóxico aditivo de sua matriz de combustíveis. O aditivo usado como substituto do chumbo tetraetila passou a ser o álcool anidro, que tem vantagens significativas, principalmente ambientais.

7.5.2 - CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROCONVE

7.5.2.1 - Veículos Leves de Passageiros

Quanto aos veículos leves de passageiros, o controle de emissão foi escalonado em três fases, estabelecidas segundo a resolução nº 18/86, sendo que as duas primeiras já foram cumpridas. A fase I, de 1988 a 1991, de forma gradual, preocupou-se com o aprimoramento dos projetos dos modelos já em produção quando do estabelecimento do programa, tendo iniciado também o controle de emissão evaporativa. A fase II, a partir do limites fixados em 1992, concentrou-se na redução de emissões, com a aplicação de novas tecnologias, tais como a injeção eletrônica, os carburadores assistidos eletronicamente e os conversores catalíticos. A fase III, a partir de 1997 e em andamento, caracteriza-se pela indução ao fabricante/importador a empregar as mais modernas tecnologias disponíveis para a formação de mistura e controle eletrônico do motor, fixando limites de emissões (tabela 32) comparáveis aos fixados nos Estados Unidos¹⁰⁸, porém defasados; cuja experiência inspirou o programa.

Tabela 32 - Veículos leves de passageiros – a partir de 01/01/1997

POLUENTES	LIMITES
Monóxido de carbono (CO g/km)	2,0
Hidrocarbonetos (HC g/km)	0,3
Óxidos de nitrogênio (NOx g/km)	0,6
Material particulado (MP** g/km)	0,05
Aldeídos (CHO* g/km)	0,03
Emissão evaporativa (g/ensaio)	6,0
Emissão de gás no cárter	Nula

(*) exceto para veículos com motores do ciclo diesel.

(**) exceto para veículos com motores do ciclo Otto.

7.5.2.2 - Veículos Leves Comerciais

¹⁰⁸ As metas fixadas para o Brasil atingir em 1992 eram correspondentes às metas para os EUA em 1983. As metas fixadas para o Brasil atingir em 1997 equiparavam-se às americanas implantadas no período de 1987 a 1994. Atualmente, os EUA ? incluindo a Califórnia, devido ao seu elevado número de veículos ? impõem limites de emissões mais rigorosos.

A resolução Conama nº 15, de 13 de dezembro de 1995, inicia a preocupação em relação aos veículos leves comerciais, compreendendo *vans e pick-ups*. Com um aumento significativo desses veículos no Brasil, fixou-se também para eles limites máximos de emissões (tabela 33).

Tabela 33 - Veículos leves comerciais - massa referência para ensaio até 1700 kg - a partir de 01/01/1998

POLUENTES	LIMITES	
	Veículos com massa específica até 1.700 kg	Veículos com massa específica acima de 1.700 kg
Monóxido de carbono (CO g/km)	2,0	6,2
Hidrocarbonetos (HC g/km)	0,3	0,5
Óxidos de nitrogênio (NOx g/km)	0,6	1,4
Material particulado (MP** g/km)	0,128	0,16
Aldeídos (CHO* g/km)	0,03	0,06

(*) exceto para veículos com motores do ciclo diesel.

(**) exceto para veículos com motores do ciclo Otto.

7.5.2.3 - Veículos Pesados

Verifica-se uma constante preocupação em relação aos veículos pesados, pois são os principais emissores de material particulado e óxidos de nitrogênio nos corredores de tráfego dos grandes centros urbanos.

A resolução Conama nº 18/86 deu os primeiros encaminhamentos para o controle da emissão de veículos a diesel. Por meio da resolução nº 8, de 31 de agosto de 1993, o Proconve foi atualizado com relação aos veículos pesados, fabricados e comercializados no Brasil, independentemente do tipo de combustível que utilizarem, conforme a tabela 34.

Tabela 34 - Veículos pesados

	CO (g/kW)	HC (g/kWh)	NO _x (g/kWh)	Fumaça (k) ⁽¹⁾	Partículas (g/kWh) ⁽¹⁾
FASE I	—	—	—	2,5	—
FASE II	11,2	2,45	14,4	2,5	—
FASE III	4,9	1,23	9,0	2,5	0,7/0,4 ⁽²⁾
FASE IV	4,0	1,1	7,0	—	0,15

(1) aplicável somente para motores de ciclo diesel.

(2) 0,7 g/kWh, para motores até 85 kW e 0,4 g/kWh para motores com mais de 85 kW.

Tal qual os veículos de ciclo Otto, foi estabelecida uma escala progressiva para que as categorias de veículos de ciclo diesel fossem enquadradas nos limites de emissão. Foi estabelecido que, a partir de 1º de março de 1994, a totalidade dos motores diesel produzidos, referentes aos modelos escolhidos pelo seu fabricante como responsáveis por pelo menos 80% da sua produção deveriam atender aos limites da fase II, devendo os modelos remanescentes atender aos limites da fase I, conforme a tabela 34. A partir de 1º de janeiro de 1996, o mesmo se aplica para a fase III, sendo que os modelos remanescentes deveriam atender aos limites da fase II, e o mesmo princípio seria aplicado, a partir de 1º de janeiro de 2000 para a fase IV, sendo que os modelos remanescentes devem atender aos limites da fase III. Só a partir de 1º de janeiro de 2002 que todos os motores destinados a veículos pesados devem atender aos limites da fase IV. Para os ônibus urbanos as datas estabelecidas em relação às fases III e IV eram antecipadas em cerca de dois anos.

Se em relação aos veículos leves a base era a legislação americana, para os veículos pesados valeu-se da legislação européia. A fase IV brasileira corresponde à fase Euro II, que teve início na Europa em 1996, tendo sido substituídas em 2000/2001 pela fase Euro III.

A partir do ano 2002 haverá dois tipos de óleo diesel, o comum e o metropolitano, este para ser distribuído nas grandes metrópoles definidas pelo Conama/IBAMA. Serão assim classificados óleos diesel A e B nas metrópoles e tipos C e D nas demais cidades: óleo diesel A com 0,10% de enxofre, diesel B com 0,20%, óleo diesel C com 0,35% e óleo diesel D com 0,50%. Mudanças são previstas para os anos de 2005 e 2009 (vide item 7.5.3.1).

Tendo alcançado grandes conquistas, o Proconve tem como meta administrar e atualizar, sempre que pertinente, a legislação existente¹⁰⁹. Discussões nesse sentido estão adiantadas com as entidades representativas de classes, no sentido de se atualizar em 2005 os limites de emissão tanto para os veículos leves atingirem os atuais limites americanos, como para os veículos pesados atingirem os atuais limites europeus.

O sucesso do programa pode ser verificado na análise das tabelas 32 e 35 onde, primeiramente, graças ao Proconve, observa-se a evolução e a drástica redução dos fatores médios de emissão de veículos leves de passageiros de 1980 a 2000.

Visto que o cronograma estabelecido pelas resoluções do Conama relativas ao Proconve está sendo cumprido rigorosamente, com custo próximo ao zero para o governo, e atingindo satisfatoriamente as suas metas, o programa é considerado, mesmo no exterior, como um dos mais bem elaborados para o controle de emissão de fontes móveis em países em desenvolvimento. Ademais, é certamente um dos mais bem sucedidos programas ambientais já implementados no país, tendo sido, inclusive, adotado pelo Mercosul.

Tabela 35 - Fatores Médios de Emissão de Veículos Leves Novos¹

ANO/ MODELO	COMBUSTÍVEL	POLUENTE				
		CO (g/km)	HC (g/km)	NO _x (g/km)	CHO (g/km)	Emissões Evaporativas de Combustível (g/teste)
Pré 1980	Gasolina	54	4,7	1,2	0,05	nd
1980-83	Gasolina C	33	3	1,4	0,05	nd
	Álcool	18	1,6	1	0,16	nd
1984-85	Gasolina C	28	2,4	1,6	0,05	23
	Álcool	16,9	1,6	1,2	0,18	10
1986-87	Gasolina C	22	2	1,9	0,04	23
	Álcool	16	1,6	1,8	0,11	10
1988	Gasolina C	18,5	1,7	1,8	0,04	23
	Álcool	13,3	1,7	1,4	0,11	10
1989	Gasolina C	15,2	1,6	1,6	0,04	23
	Álcool	12,8	1,6	1,1	0,11	10
1990	Gasolina C	13,3	1,4	1,4	0,04	2,7
	Álcool	10,8	1,3	1,2	0,11	1,8
1991	Gasolina C	11,5	1,3	1,3	0,04	2,7
	Álcool	8,4	1,1	1	0,11	1,8
1992	Gasolina C	6,2	0,6	0,6	0,013	2
	Álcool	3,6	0,6	0,5	0,035	0,9
1993	Gasolina C	6,3	0,6	0,8	0,022	1,7
	Álcool	4,2	0,7	0,6	0,040	1,1
1994	Gasolina C	6	0,6	0,7	0,036	1,6

¹⁰⁹ Adicionalmente, vale a pena citar a resolução do Conama, de nº 297, de 26 de fevereiro de 2002, que estabelece os limites para emissões de gases de motocicletas e veículos similares, a partir de 1º de janeiro de 2003, com limites equivalente ao atual europeu para motocicletas, denominado Euro I. A resolução Conama nº 291, de 25 de outubro de 2001, regulamenta os conjuntos para conversão de veículos para o uso do gás natural; e a resolução nº 282, de 12 de setembro de 2001, estabelece os requisitos para os conversores catalíticos destinados ao mercado de reposição.

	Álcool	4,6	0,7	0,7	0,042	0,9
1995	Gasolina C	4,7	0,6	0,6	0,025	1,6
	Álcool	4,6	0,7	0,7	0,042	0,9
1996	Gasolina C	3,8	0,4	0,5	0,019	1,2
	Álcool	3,9	0,6	0,7	0,040	0,8
1997	Gasolina C	1,2	0,2	0,3	0,007	1
	Álcool	0,9	0,3	0,3	0,0012	1,1
1998	Gasolina C	0,79	0,14	0,23	0,004	0,81
	Álcool	0,67	0,19	0,24	0,0014	1,33
1999	Gasolina C	0,74	0,14	0,23	0,004	0,79
	Álcool	0,6	0,17	0,22	0,013	1,64
2000	Gasolina C	0,73	0,13	0,21	0,004	0,73
	Álcool	0,63	0,18	0,21	0,014	1,35

Fonte: Cetesb, 2001.

Notas: (1) médias ponderadas de cada ano-modelo pelo volume de produção

nd – não disponível

Gasolina C – 78% de gasolina mais 22% de álcool anidro (v/v)

RCHO – formaldeído+acetaldéido

7.5.3 - OUTRAS CONSIDERAÇÕES

7.5.3.1 - Teor de Enxofre

A resolução nº 226 do Conama, de 20 de agosto de 1997, dispõe sobre as especificações técnicas para o óleo diesel comercial. Em tal resolução, estabeleceu-se um cronograma para a diminuição do teor de enxofre no diesel.

Considerando-se os aspectos acima apresentados, a quantidade de veículos que circulam nas diferentes regiões do país e suas necessidades ambientais, foram estipulados teores diferenciados de enxofre para o diesel comercializado nas regiões metropolitanas das grandes cidades (estabelecidas naquela resolução) e no restante do país.

Desde janeiro de 1998, o teor máximo de enxofre no óleo diesel nacional é de 0,5%. A partir de janeiro de 2000, o diesel comercializado nas regiões metropolitanas das grandes cidades (São Paulo, Santos, Cubatão, Rio de Janeiro, Salvador, Aracaju, Recife, Fortaleza, Porto Alegre, Curitiba, São José dos Campos, Campinas, Belo Horizonte e Belém) tem um teor máximo de 0,2% de enxofre, de acordo com um programa de melhoria do óleo diesel.

A proposta do Conama é a de que, a partir de janeiro de 2005, o óleo diesel automotivo, tipos metropolitano e comum, respectivamente, tenham as seguintes especificações mínimas: teor de enxofre (máx.) de 500 ppm e 2000 ppm; T 85% - 360° C para o comum, T 90% - 360° C para o metropolitano; densidade - 0,82 a 0,86 e 0,82 a 0,87; número de cetano - 45 e 42. A partir de 1º de janeiro de 2009, o óleo diesel automotivo, tipos metropolitano e comum, deverão apresentar, respectivamente, a seguinte especificação mínima: teor de enxofre (máx.) de 50 ppm e 500 ppm.

7.5.3.2 - Manutenção do Veículo e Inspeção Veicular

Os limites máximos de emissão estabelecidos pelas resoluções do Conama são garantidos por escrito pelos fabricantes, nos primeiros 80.000 km para veículos do ciclo Otto¹¹⁰ e 160.000 km para veículos de ciclo diesel, ou cinco anos de uso, prevalecendo o que ocorrer primeiro. Para ter direito a essa

¹¹⁰ Para os quais devem ser determinados os Fatores de Deterioração das Emissões, por meio de ensaios de acúmulo de rodagem, conforme a resolução nº 14, de 13 de dezembro de 1995.

garantia, o proprietário deve comprovar o cumprimento da manutenção preventiva recomendada no manual do veículo.

No entanto, a execução do Proconve levou à constatação de que de nada adiantaria impor ao fabricante rígidos limites máximos de emissão de poluentes e ruído, se o veículo, após ser comercializado, não tivesse a correta manutenção técnica, pois ela seria a garantia da continuidade e durabilidade das emissões homologadas. Daí nasceu a necessidade de se implantar programas de inspeção de veículos em uso, como forma de garantir que o seu proprietário fizesse pelo menos as revisões previstas pelo fabricante e na periodicidade definida pelos organismos regulamentadores dessas inspeções. A essa conclusão também chegaram os países desenvolvidos que possuem programas ambientais de controle da poluição do ar.

Apesar dessa constatação, não havia um instrumento que responsabilizasse o usuário pela manutenção dos limites de emissão dos poluentes veiculares. Assim, em 1993, o Conama criou e regulamentou os "Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso". Esses programas seriam implantados pelos Órgãos Executivos Estaduais e Municipais de Meio Ambiente - OEMA, conforme as diretrizes e regulamentos gerais estabelecidos em nível federal, considerando-se as reais necessidades e especificidades de cada estado.

Faltava, porém, a vinculação obrigatória desses programas ao licenciamento anual de veículos, que é competência dos Departamentos Estaduais de Trânsito - Detran's e apresentava-se como a única forma de se garantir que o veículo em circulação passasse por uma inspeção de emissões de poluentes. Foi então que, em 1995, o Conselho Nacional de Trânsito - Contran regulamentou essa vinculação, bem como instituiu a inspeção de segurança veicular, por meio da resolução nº 908/95, implantada a partir de 1998.

Com a promulgação do novo Código de Trânsito Brasileiro - CTB (lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997), essa vinculação passou a ser prevista em lei, portanto, de aplicação obrigatória por todos os Detran's no processo de licenciamento anual de veículos onde já houvesse sido implantada a inspeção de emissão de poluentes e ruído. O Código também instituiu a inspeção de segurança veicular obrigatória e um novo Contran que, em sua primeira reunião, revogou a referida resolução de 1995 para posterior regulamentação da matéria. Surgiram, então, as polêmicas e voltaram todas as discussões técnicas, políticas e econômicas ocorridas no passado, mas, dessa vez, com um número maior de interessados. A divulgação dada pela mídia ao novo Código de Trânsito chamou atenção de muitas pessoas que até então não vinham acompanhando a matéria. Vários eventos foram realizados com o intuito de coletar subsídios para a regulamentação da inspeção veicular, questões como "centralizado ou descentralizado", "pulverizado ou por lotes", "concessão federal ou estadual", etc., foram abordadas e por fim, o Contran regulamentou a matéria por meio da resolução nº 84/98.

No período 1993-97, alguns OEMA's e Detrans trabalharam no sentido de implementar as inspeções veiculares, seja de emissões ou de segurança, em seus estados/municípios. Algumas tentativas falharam nas negociações políticas internas, outras esbarraram na revogação da resolução nº 908/95 e outras deram certo. Uma experiência bem sucedida foi a da prefeitura municipal de São Paulo que implantou o I/M para a frota da qual era concedente de serviço público (táxi, transporte escolar e coletivo). Outra dessas tentativas que vale a pena mencionar é a do governo do estado do Rio de Janeiro, que implantou também de maneira bem sucedida as inspeções veiculares e incumbiu o Detran da execução dessa tarefa.

O Detran, numa medida inédita, valeu-se do Núcleo Superior de Estudos Governamentais da Universidade Estadual do Rio de Janeiro - UERJ para desenvolvimento e implantação do "Projeto de Licenciamento Anual de Veículos". Partindo do princípio da descentralização das atividades de licenciamento, esse projeto instalou uma central de teleatendimento para agendar os serviços e 23

postos de serviço para atendimento ao público, distribuídos na Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Os postos de serviço executam a inspeção de gases poluentes e a inspeção visual de segurança. A qualidade do atendimento é garantida por estudantes da própria Universidade nos postos de serviço e na central de teleatendimento. A auditoria do sistema é feita pela Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente - Feema.

Enquanto o restante do país discutia o procedimento a ser adotado, no Rio de Janeiro o sistema implantado pelo Detran melhorou a qualidade do serviço prestado e aumentou sua receita em cerca de 85%. Ademais, a UERJ foi encarregada pelo Detran para gerir o sistema, a Feema é responsável pela rede de estações de monitoramento da qualidade do ar (em 1998 eram 3 estações implantadas, com previsão de mais 8 estações) para fazer a auditoria, estudantes universitários estagiários recebem bolsas para trabalhar 6 horas por dia e, por último, a população usuária do sistema está satisfeita pela qualidade e eficiência do serviço recebido, mesmo tendo que pagar mais por ele.

A polêmica instalada em relação à forma de implantação das inspeções veiculares não acabou com a publicação da resolução nº 84/98 do Contran. Essa resolução institui a forma centralizada no governo federal de habilitação para a prestação do serviço de inspeção de segurança veicular, enquanto que o Conama, em 1993, já tinha optado pela forma descentralizada, de acordo com a qual os OEMA's seriam os habilitadores da prestação do serviço de inspeção de gases poluentes e ruído. É bem verdade que poucos foram os OEMA's que deram importância, desde então, para a implantação da inspeção de emissões em seus estados.

A aprovação da inspeção de emissões de poluentes e ruído prevista no art. 104 da lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro - CTB, é exigência para o licenciamento de veículos automotores, nos municípios abrangidos pelo Plano de Controle de Poluição por Veículos em Uso - PCPV, nos termos do art. 131, §3º, do CTB. A resolução nº 256 do Conama, de 30 de junho de 1999, estabelece que caberá aos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente a responsabilidade pela implementação das providências necessárias à consecução das inspeções de emissões de poluentes e ruído, conforme previstas no CTB.

Essa resolução, em seu art. 2º, concede prazo de dezoito meses, a partir da data da publicação da mesma, que se deu em 22 de julho de 1999, para que estados e municípios atendam aos dispostos nas resoluções do Conama, em especial às de nº 7, de 31 de agosto de 1993 e 18, de 13 de dezembro de 1995, elaborando, aprovando e publicando os respectivos PCPV e implantando os Programas de I/M, definidos no PCPV.

Os Programas de I/M instituídos para atender às resoluções do Conama deverão ser implementados de forma harmônica pelos estados e seus municípios. Caberá ao órgão estadual de meio ambiente, em articulação com os órgãos municipais de meio ambiente envolvidos, a elaboração dos respectivos PCPV's e a responsabilidade pela execução de Programas de I/M. O município com frota total igual ou superior a três milhões de veículos poderá implantar programas próprios de I/M, mediante convênio específico com o estado.

O que realmente importa, e esse deve ser o único objetivo das inspeções, é fazer com que o proprietário entenda e absorva o conceito da correta manutenção do seu veículo, que depende dela a sua segurança e a dos outros e, ainda, que depende dela também a qualidade do ar que todos respiram. A conscientização desse dever é o principal alvo. Por isso, os serviços de inspeção devem ser baratos, eficientes e de excelente qualidade para que se possa cativar o cidadão proprietário de um veículo e não passar a idéia de que a inspeção será apenas mais uma obrigação.

Os programas de I/M, apesar de combaterem a poluição local, podem preparar a população para se preocupar com emissões de gases de efeito estufa no futuro.

7.6 - MEDIDAS CONTRA O DESFLORESTAMENTO NA REGIÃO AMAZÔNICA

7.6.1 - PRINCIPAIS CAUSAS DO DESFLORESTAMENTO

7.6.1.1 - Grandes Projetos de Desenvolvimento

As desigualdades sociais, econômicas e políticas entre as diferentes regiões do Brasil, bem como a estratificação da sociedade brasileira, conduziram à implantação de projetos de desenvolvimento em regiões de fronteira, cujas metas estavam mais centradas nas necessidades do país, que no atendimento de legítimos interesses de desenvolvimento dessas áreas de fronteira.

O baixo preço da terra e a conseqüente expectativa de ganhos futuros, o acesso facilitado ao uso de recursos naturais, a falta de percepção de esgotabilidade de recursos, assim como a concessão de incentivos fiscais e créditos governamentais foram fatores que atraíram o setor privado, sem que houvesse preocupação com o aprimoramento de tecnologias que conferissem competitividade e sustentabilidade à exploração de recursos.

O desmatamento causado pelas atividades recém mencionadas iniciou-se na década de 1970, quando foram iniciados os programas de colonização agrícola na região Norte, apoiados no Programa de Integração Nacional - PIN, Programa de Redistribuição de Terras e Estímulos à Agroindústria do Norte e Nordeste - PROTERRA¹¹¹ e Programas de Pólos Agropecuários e Agrominerais na Amazônia - POLAMAZÔNIA¹¹².

De modo geral, os objetivos dos grandes projetos de desenvolvimento da Amazônia concentraram-se no incremento da produção/extração intensiva em recursos naturais, principalmente minérios e madeira; na criação de um pólo industrial voltado para a montagem de equipamentos eletroeletrônicos e a lapidação de gemas; no apoio às atividades agropecuárias; e na ocupação das regiões distantes para assegurar a soberania sobre o território. Em três décadas, investiu-se pouco no sentido de atrair empresas do setor privado que fossem capazes de implantar estruturas produtivas competitivas e inovadoras de tecnologias na região Norte.

¹¹¹ O PIN e o PROTERRA faziam parte da política de integração nacional das regiões Norte e Nordeste, estabelecida no I Plano Nacional de Desenvolvimento (1972-74). O PIN compreendia principalmente a construção da Transamazônia (um eixo transversal no sentido leste-oeste para interligação com o Nordeste e um eixo longitudinal no sentido norte-sul para conexão com o centro-sul do país). Além disso, compreendia a colonização da região do entorno em associação com a iniciativa privada, instalando núcleos habitacionais. Já o PROTERRA visava, por meio de uma revisão fundiária dessas regiões, o desmembramento de grandes latifúndios e ampliação de propriedades de dimensões insuficientes para a exploração econômica, com o intuito de estimular a média empresa rural, de modo a alterar os sistemas de produção tradicionais pelo uso adequado de terras, créditos e aplicação de tecnologia moderna para elevar a produtividade do setor.

¹¹² O POLAMAZÔNIA visava a promoção do aproveitamento integrado das potencialidades agropecuárias, florestais e minerais em projetos localizados em 15 áreas selecionadas e espacialmente distribuídas na Amazônia Legal.

As grandes fazendas de gado, os projetos de colonização agrícolas e a maioria dos megaprojetos de desenvolvimento custeados pelo governo federal na região mostraram-se insustentáveis a médio prazo e proporcionaram baixíssimo retorno social e altos impactos ambientais.

A existência de políticas de créditos que ofereciam um juro real sobre os empréstimos para atividades agrícolas menor que para os setores não-agrícolas, de preços mínimos garantidos para os produtores rurais, de regras flexíveis de “direito de posse” da terra para posseiros, de baixos impostos territoriais, e de incentivos fiscais para investimentos em empreendimentos aprovados na região tiveram grande impacto sobre o desmatamento na Amazônia. Cabe ressaltar que muitas dessas políticas foram reduzidas ou eliminadas nos últimos anos.

Até mesmo a geração e distribuição de eletricidade na região, que é um serviço essencial para a viabilização de projetos de desenvolvimento, foi fator de desequilíbrio regional. A construção de hidrelétricas na região Norte teve como objetivo principal o abastecimento de alguns centros urbanos e o fomento de atividades econômicas energo-intensivas por meio da concessão de energia a preço subsidiado.

Entre 1960 e 1990, as decisões centralizadas ? inclusive com a participação da Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia - SUDAM ? sobre obras de infra-estrutura e os projetos de desenvolvimento estimulados pelo governo federal, a título de ‘ações para o desenvolvimento e integração da região Norte’, levaram pouco em conta as realidades ambientais, culturais e socioeconômicas da região.

Esse período pouco representou em termos de desenvolvimento da região, devido ao baixo padrão tecnológico das principais atividades da Amazônia e seu reduzido índice de desenvolvimento social. Ao fim desse período a participação da região Norte no PIB continua inferior a 5% do PIB nacional.

7.6.1.2 - Características das Atividades Econômicas na Amazônia

As relações entre as atividades primárias e a floresta na região Amazônica são concorrentes, por necessitarem de área para a produção. Nas últimas décadas, verificou-se uma grande expansão agrícola e pecuária na região, a qual pode estar relacionada às taxas de desflorestamento.

A partir de 1970, verificou-se uma grande expansão agrícola e pecuária na Amazônia, impulsionada pela pressão populacional crescente na região. A região Amazônica (situada principalmente em estados da região Norte, mas também na porção setentrional do estado do Mato Grosso e na porção ocidental do estado do Maranhão) tem apresentado nas últimas décadas um forte incremento da população residente, em especial nas grandes cidades. Na região Norte a população passou de cerca de 5,9 milhões de habitantes em 1980 para cerca de 10 milhões em 1991, chegando a aproximadamente 12,9 milhões em 2000. Essa pressão populacional também é um dos fatores que pode estar relacionado à conversão de florestas em terras agrícolas.

As características das atividades agropecuárias na região Amazônica, ou seja, culturas agrícolas (mandioca, cana-de-açúcar, milho, batata, tabaco, arroz, soja, trigo e outros) e pecuária extensiva, requerem grandes áreas de terra. Assim, a expansão agrícola e pecuária, além de ser importante fator de desflorestamento na região, pode resultar em degradação e em abandono de áreas utilizadas com baixa qualidade de solo.

Para a circulação de pessoas e produtos, houve nas últimas décadas a construção de um grande número de estradas, o que está diretamente correlacionada à densidade populacional, aos estabelecimentos agrícolas, às atividades econômicas e conseqüentemente, ao desflorestamento.

Os efeitos diretos da mineração na região Amazônica sobre o desflorestamento têm sido muito limitados, mas os investimentos massivos nos pólos minerais levaram a um *boom* de desenvolvimento que provocou impactos mais abrangentes na região.

Outra atividade econômica relevante na Amazônia é a exploração da madeira, que não é uma atividade recente, pois vem sendo desenvolvida há mais de 300 anos. Entretanto, era realizada de forma artesanal, com a extração de poucas espécies de madeira, sem provocar danos significativos para o ecossistema florestal. A madeira era um subproduto da limpeza do terreno para propósitos agrícolas. Nas duas últimas décadas, porém, verifica-se um sistema de exploração madeireira bem mais intensivo e predatório, de corte raso, com uso de máquinas que permitem a extração de um grande número de espécies vegetais em um curto espaço de tempo, de forma insustentável, abalando todo o ecossistema florestal.

O Brasil caracteriza-se como o maior produtor mundial de madeira tropical, sendo também grande consumidor. Além disso, tem expressiva participação no mercado madeireiro internacional, sendo o segundo maior exportador de madeiras tropicais serradas.

Para atender a demanda por madeira tropical, instalaram-se na região Amazônica 3.000 indústrias madeireiras, de capital nacional e estrangeiro. Essas empresas extraem da região mais de 30 milhões de metros cúbicos de toras de madeira por ano. Grande parte desse total corresponde a uma exploração não-sustentável de floresta nativas. Os impactos desse processo extrativista são a erosão e o esgotamento das espécies de maior valor comercial.

Outro fator que se deve considerar na avaliação das atividades econômicas da Amazônia, é que a madeira, bem como os demais produtos extrativistas da floresta (castanha, borracha, etc.), têm baixo valor de mercado. Assim, sua extração predatória, além de reduzir os recursos naturais da região, não tem contribuído para uma melhoria da renda da população local, estabelecendo o círculo vicioso entre pobreza e degradação ambiental.

Entende-se que a sustentabilidade florestal, englobando seus aspectos ambientais, econômicos e sociais, é imprescindível para a continuidade da vida no planeta. É necessário, pois, estabelecer critérios e métodos que viabilizem a exploração dos recursos florestais, levando-se em conta um equilíbrio entre a regeneração e a produção. O manejo florestal sustentável pode ser uma alternativa viável para lograr tal fim.

Manejo florestal sustentável é definido no art. 2º do decreto nº 1.282, de 19 de outubro de 1994, como “a administração da floresta para obtenção de benefícios econômicos e sociais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo”¹¹³. Assim, percebe-se que os planos de manejo florestais devem ser norteados pela preocupação em relação à conservação dos recursos naturais, da estrutura da floresta e de suas funções, à manutenção da diversidade biológica e ao desenvolvimento socioeconômico da região.

Esse mesmo decreto, em seu art. 1º, dispõe que “a exploração das florestas primitivas da bacia Amazônica de que trata o artigo 15 da lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (Código Florestal), e demais formas de vegetação arbórea natural, somente será permitida sob a forma de manejo florestal sustentável, segundo os princípios gerais e fundamentos técnicos estabelecidos neste decreto.”

¹¹³ Tal artigo está em conformidade com o art. 4.1.d da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima que dispõe que todas as Partes, de acordo com suas responsabilidades comuns porém diferenciadas e suas prioridades de desenvolvimento, objetivos e circunstâncias específicas, nacionais e regionais, devem “promover a gestão sustentável, bem como promover e cooperar na conservação e fortalecimento, conforme o caso, de sumidouros e reservatórios de todos os gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal, incluindo a biomassa, as florestas e os oceanos, como também outros ecossistemas terrestres, costeiros e marítimos.”

Assim, procurou-se regulamentar a exploração da floresta e demais formas de vegetação arbórea para o uso alternativo do solo na Amazônia. Esse decreto ainda estabelece como obrigatória a reposição florestal, de acordo com critérios técnicos específicos, pela pessoa física ou jurídica que explore, utilize, transforme ou consuma matéria-prima florestal.

Os principais entraves para o manejo florestal sustentável são econômicos, sociais, técnicos e institucionais. Os maiores problemas identificados são a baixa rentabilidade do manejo, em alguns casos, principalmente devido à competição da madeira extraída de forma predatória, e a tendência de conversão das áreas naturais de florestas em áreas de produção agropecuária.

Além do mais, embora o país tenha alcançado larga experiência em técnicas de silvicultura e de biotecnologia com plantios subtropicais, tais técnicas inovadoras de manejo estão restritas ao Sul e Sudeste, não tendo sido ainda estendidas aos recursos florestais da Amazônia. Deve-se ainda considerar que há poucos centros de capacitação técnica e trabalhadores qualificados para tal atividade na região.

Um dos principais problemas da implementação de manejos florestais em áreas tropicais é a alta diversidade de espécies (ssp) arbóreas: enquanto os planos de manejo em áreas temperadas são promovidos para suportar 30 ssp/ha, nas florestas tropicais úmidas têm que ser concebidos para suportar cerca de 400 ssp/ha. A diversidade de espécies implica em uma menor densidade de indivíduos de uma mesma espécie, o que faz com que o manejo florestal seja menos produtivo do que se fosse concebido para poucas espécies.

O uso ineficiente dos recursos florestais na Amazônia brasileira deriva primordialmente de duas causas: (i) falhas de mercado na indefinição dos direitos de propriedade que, combinada a abundância de terras, florestas, recursos minerais entre outros, leva à superutilização dos mesmos; (ii) falhas institucionais e dificuldades para regulamentar os direitos de propriedade, sendo, portanto, necessário fortalecer a estrutura institucional da região, ou seja, aumentar a capacidade técnica e administrativa de pesquisa, regulamentação e monitoramento e forçar o cumprimento da lei em nível local e nacional.

7.6.1.3 - Distribuição Fundiária e Questões Macroeconômicas

Diretamente relacionado ao problema das atividades primárias na Amazônia está o problema da distribuição fundiária. O Brasil tem um sério problema de distribuição fundiária, sendo que as grandes propriedades com mais de 10 mil hectares representam mais de 40% das terras produtivas. Devido a essa desigual distribuição, milhares de famílias não têm acesso à terra, o que levou, nas últimas décadas, a uma situação de enorme pressão política para que se promovesse a reforma agrária e, conseqüentemente, a busca de novas fronteiras de expansão agrícola.

O peso relativo dos imóveis de área igual ou superior a 10.000 ha. mostra-se bastante acentuado na região Norte. Em 1966, a percentagem da área dos imóveis rurais com 10.000 ha. ou mais era de 35,88% na região Norte, chegando a 56,34% em 1978, e representando 47,35% em 1992¹¹⁴.

A Constituição Federal de 1988 procurou estabelecer os fundamentos para promover essa mudança. A Constituição dispõe que a propriedade atenderá a sua função social (art. 5º, inciso XXIII) e dispõe ainda, em seu art. 184, que “compete à União desapropriar por interesse social, para fins de reforma agrária, o imóvel rural que não esteja cumprindo sua função social”. Apesar da norma que contém o princípio da função social da propriedade incidir imediatamente, ou seja, ser de aplicabilidade

¹¹⁴ INCRA, Atlas Fundiário Brasileiro, 1996.

imediate, como o são todos os princípios constitucionais, ainda é um tema que suscita dúvidas. A Constituição ainda dispõe, em seu art. 188, que “a destinação de terras públicas e devolutas será compatibilizada com a política agrícola e com o plano nacional de reforma agrária”.

Dessa forma, na região Amazônica, principalmente na década de 1980 e começo da década de 1990, verificou-se uma política de titulação e privatização de terras públicas com cobertura florestal. Além do mais, o fato de se ter uma grande área de floresta em uma propriedade facilitava a sua caracterização como improdutiva para efeito de reforma agrária. Embora essa distorção esteja sendo revista nos últimos anos, 80% das terras destinadas à reforma agrária estão situadas na região da Amazônia Legal.

Essa avaliação é necessária para que se entenda a relação entre a taxa de desflorestamento na região, a estrutura fundiária e as questões macroeconômicas. No Brasil, a taxa de desflorestamento é influenciada por diversos fatores, entre outros as pressões populacionais, as crises econômicas e a instabilidade política.

O aprofundamento de crises econômicas pode levar a reduções nas taxas de desflorestamento. Isso ocorre porque as taxas de juros no mercado financeiro aumentam e a disponibilidade de recursos públicos e privados para investimentos é reduzida, o que leva a um declínio de investimentos na agricultura e no desenvolvimento de outras atividades que requerem a conversão de habitats naturais. No âmbito macroeconômico, o Plano Real tem, nas duas últimas décadas, estabelecido um balanço entre desenvolvimento econômico e estabilização da economia nacional.

O desflorestamento possui relação inversa com a estabilidade política, na medida em que o exercício do direito de propriedade fica condicionado à implementação da reforma agrária, conforme a Constituição. Quando o regime de propriedade da terra era desafiado por mudanças no sistema de coalizões de poder em nível nacional, regional e local, os proprietários de terra desflorestavam suas propriedades para apresentar prova de que suas fazendas eram terras produtivas e, assim, que não eram passíveis de desapropriação para fins de reforma agrária. A reforma agrária no Brasil passou a ter melhor desempenho a partir de 1995, por meio de um conjunto de iniciativas do governo federal¹¹⁵, pressionado por um surpreendente movimento social - o Movimento dos Sem-Terra.

Ambos os aspectos apresentados acima favorecem o desflorestamento e, assim, uma crescente perda do ecossistema, de espécies e de biodiversidade. Essas forças no Brasil resultaram em aumento na taxa de desmatamento para um recorde histórico no período 1994-95: 29.130 km² da Floresta Amazônica foram cortados em apenas um ano. Isso representa um aumento de 38% com relação à média da taxa anual do desflorestamento bruto observado no período 1978-89, de 21.130 km². De acordo com o INPE, as maiores taxas de desflorestamento são sistematicamente observadas nos estados do Mato Grosso, Pará e Rondônia, contabilizando mais da metade da taxa média do desflorestamento bruto a cada ano na Amazônia Legal.

Adicionalmente, as atividades de exploração ilegal de madeiras-de-lei na Amazônia corresponderam a 80% do lucro total do setor no país¹¹⁶. A operação ilegal¹¹⁷ de serrarias estrangeiras ocorre devido à

¹¹⁵ Entre 1995 e 2001, mais de 588 mil famílias foram assentadas e 5.639 projetos de assentamentos foram criados, o que representa mais do que 2,5 vezes o número de famílias assentadas nos 30 anos anteriores a 1995. Nesse período, quase 20 milhões de hectares de terra foram obtidos, dos quais 50% mediante o instrumento da desapropriação, ato punitivo ao descumprimento da função social da propriedade prevista na Constituição Federal, e mais um tanto por meio de aquisições e dos programas de crédito fundiário.

¹¹⁶ De acordo com um relatório oficial elaborado e publicado pela então Secretaria de Assuntos Estratégicos - SAE, em meados de 1997. O relatório elaborado pela SAE/Presidência da República foi útil em quantificar uma situação que já tinha sido diagnosticada pelo IBAMA e por ONG's, como o Fundo Mundial para a Natureza - WWF.

¹¹⁷ A operação ilegal foi identificada porque 22 serrarias estrangeiras declararam que tinham 508.000 hectares e que estavam explorando apenas 186.000 hectares. Entretanto, com estes dados, ecologistas calcularam que eles poderiam extrair apenas 6 milhões de metros cúbicos de madeira-de-lei, enquanto, na verdade, eles estavam declarando uma produção de 30 milhões de metros cúbicos. Uma inspeção mais

incapacidade do IBAMA em supervisionar a implementação de planos de manejo florestal e promover uma devida fiscalização numa área duas vezes maior que a França e a Espanha juntas (2,3 milhões km²).

7.6.2 - MEDIDAS CONTRA O DESFLORESTAMENTO

7.6.2.1 - Medidas Legais

Um relatório produzido pela então Secretaria de Assuntos Estratégicos - SAE¹¹⁸ e a taxa anual de desflorestamento bruto publicada pelo INPE forneceram dados que sensibilizaram o governo e o impeliram a adotar ações para reverter tal cenário¹¹⁹. A partir de julho de 1996, o governo estabeleceu o Pacote Amazônico, que previa duas ações emergenciais.

A primeira ação emergencial foi estabelecida por meio do decreto presidencial nº 1.963 de 25 de julho de 1996, que dispõe sobre a suspensão de novas autorizações para exploração florestal e estabelece uma moratória de dois anos na concessão de licenças para a exploração de duas espécies: mogno (*Swietenia macrophylla*) e virola (*Virola surinamensis*). Em junho de 1998, o governo renovou a moratória por mais dois anos. Tal tema ainda se encontra igualmente em discussão no âmbito do Tratado de Cooperação Amazônica - TCA, dentro dos objetivos da política regional para o mogno.

A segunda ação foi a medida provisória¹²⁰ nº 1.511, de 26 de julho de 1996, que, entre outras providências, dá nova redação ao art. 44 da lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (vide item 7.1). De acordo com essa medida provisória, na região Norte e na porção norte da região Centro-Oeste, além das restrições contidas no Código Florestal, a exploração a corte raso só é permitida desde que permaneça com cobertura arbórea de, no mínimo, cinquenta por cento de cada propriedade. Nas propriedades onde a cobertura arbórea constitui-se de fitofisionomias florestais, não será admitido o corte raso em pelo menos oitenta por cento dessas tipologias florestais. Além do mais, foram estabelecidas três ações básicas para reduzir a taxa de desflorestamento: 1) proibiu-se novas conversões de áreas florestadas em sistemas agrícolas; 2) dispôs-se que a utilização de áreas florestais na Amazônia Legal só seria permitida quando implementada por meio de um processo de manejo sustentável de floresta; 3) condicionou-se o desenvolvimento das atividades econômicas às indicações estabelecidas pelo Zoneamento Ecológico-Econômico, em qualquer área onde o zoneamento tivesse sido concluído numa escala superior ou igual a 1:250.000. Tal medida provisória vem sendo reeditada desde então.

Outro aspecto legal relevante para o controle do desmatamento é a Lei de Crimes Ambientais, de nº 9.605, sancionada em 12 de fevereiro de 1998, abordada anteriormente. Essa lei consolida a legislação ambiental, com tipificação dos crimes e das infrações ambientais e suas respectivas penas devidamente estipuladas. Assim, o cumprimento do Código Florestal não se restringirá ao aspecto econômico; terá consequências mais sérias para indivíduos e empresas. Tal lei encontra-se em processo de regulamentação.

7.6.2.2 - Medidas Administrativas

cuidadosa promovida pela SAE (vide nota de rodapé anterior) mostrou que apenas 8 serrarias possuíam 1,9 milhão de hectares de floresta, o que é quatro vezes maior do que a área total declarada pelas 22 companhias juntas.

¹¹⁸ Vide nota de rodapé 99.

¹¹⁹ O relatório elaborado pela Secretaria de Assuntos Estratégicos foi publicado em 1997, mas as pesquisas, anteriormente levantadas, serviram de subsídio para as medidas legais em 1996.

¹²⁰ A medida provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, também altera significativamente os arts. 1º, 4º, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Vide nota de rodapé nº 104.

Apesar da importância dessas medidas emergenciais, a eficácia do “Pacote Amazônico” e o sucesso da implementação da Lei de Crimes Ambientais estão condicionados a um melhor aperfeiçoamento do esquema de fiscalização e monitoramento da região Amazônica (auditorias, descentralização, capacitação humana e institucional, informatização, educação, etc.).

É fundamental o desenvolvimento de um sistema de fiscalização do desflorestamento mais efetivo na região Amazônica, de forma que envolva ações que busquem direcionar a exploração e utilização dos recursos naturais para a legalidade, por meio da aplicação de instrumentos legais. Afinal, a fiscalização é uma importante ferramenta de preservação, com a finalidade de coordenar, executar e fazer executar as determinações do poder público.

Um novo esquema de fiscalização direcionado para auditorias em grandes serrarias tem sido implementado pelo IBAMA, o qual pretende ser mais efetivo que o aumento de oficiais do IBAMA *in loco*. O esquema anterior tem mostrado ser ineficiente a longo prazo. O isolamento dos oficiais governamentais trabalhando no meio da floresta tem sido um obstáculo para uma ação efetiva. O esquema de auditoria pode não ser 100% efetivo, mas parece ser a única alternativa operacional para a imensa e inabitada área da região Amazônica.

Na primeira semana de implementação do esquema de auditoria, o IBAMA reavaliou 400 planos de manejo, o que levou a uma suspensão imediata de 16% das concessões conferidas às serrarias. O presidente do IBAMA afirmou que, ao final do processo de reavaliação dos planos de manejo, cerca de 84% das concessões previamente outorgadas pelo órgão poderiam ser invalidadas.

Outro elemento importante no combate à degradação ambiental é a crescente capacitação tecnológica do país. O monitoramento da Floresta Amazônica realizado pelo INPE permite ao IBAMA implantar um sistema de identificação e acompanhamento da dinâmica dos desflorestamentos que amplia a eficácia da utilização dos diferentes instrumentos legais disponíveis para controlar a ação antrópica na região.

A fiscalização do IBAMA ganhou em qualidade com a utilização de novas tecnologias como o sensoriamento remoto, imagens de satélites, localização georeferenciada e sensores aerotransportados, pois agora as ações são planejadas com antecedência e direcionadas aos locais de desflorestamento não autorizado.

A divulgação anual dos dados sobre desflorestamento (vide item 7.7) e sua disponibilização na Internet, a partir de fevereiro de 1999, constituem medida fundamental para orientar o planejamento das ações políticas e figuram como importantes instrumentos disponíveis ao governo federal e à sociedade brasileira.

A Experiência do Mato Grosso

A partir de 1998, iniciaram conversações para que a Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEMA, do estado do Mato Grosso, passasse a atuar em parceria com o IBAMA no controle de desmatamentos e queimadas em Mato Grosso. Para se estruturar e assumir tais atribuições, a FEMA criou a Diretoria de Recursos Florestais em 1999, ainda antes da assinatura do pacto federativo que se deu em 2000. O “Pacto Federativo de Gestão Ambiental Descentralizada e Compartilhada” estabeleceu diretrizes de atuação das diversas instâncias envolvidas, o Ministério de Meio Ambiente, o IBAMA e do governo do estado de Mato Grosso, representado pela FEMA, visando um sistema de cooperação técnica e administrativa, para o desempenho das competências constitucionais de proteção do meio ambiente e dos recursos naturais renováveis.

A FEMA priorizou o controle do desmatamento como principal objetivo para suas ações, tendo, a sociedade civil como participante do processo, mobilizando proprietários rurais, orientando-os para um melhor aproveitamento de suas terras e em consonância com as determinações da legislação ambiental vigente.

Nesse processo de inovação, a FEMA criou nos últimos dois anos, um modelo de controle ambiental em propriedades rurais, cujo desafio implica em se proceder ao mesmo tempo, a regularização, tanto do passivo ambiental, representado por áreas antropizadas, e muitas delas já degradadas, quanto do ativo ambiental, que corresponde às Áreas de Preservação Permanente - APP e de Reservas Legais - RL ao nível das propriedades rurais de Mato Grosso.

Mato Grosso faz parte da chamada Amazônia Legal. Em sua superfície de 906.068.078 km², há três ecorregiões distintas: floresta (52%), cerrado (41%) e pantanal (7%), sendo necessário enxergar de perto o que vem ocorrendo no território verde que o Estado abriga. Devido aos elevados índices de desmatamentos ilegais dos últimos anos, a Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEMA, órgão responsável pela política ambiental do Mato Grosso, criou e implantou o Sistema de Controle Ambiental em Propriedades Rurais, que tem alcançado uma excepcional redução de áreas desmatadas.

O novo sistema não criou instrumentos nem rotinas complexas. A novidade está em conjugar instrumentos tradicionais de fiscalização, licenciamento e monitoramento, apoiados pela tecnologia de informação¹²¹.

Para a consolidação do modelo, a Diretoria de Recursos Florestais, se estruturou visando sua implementação e os recursos financeiros que possibilitaram seu desenvolvimento foram captados sob forma de doação ou empréstimo junto a programas como PPG7, PRODEAGRO, PROARCO, além dos recursos próprios arrecadados pela FEMA, provenientes das taxas de licenciamentos e recursos do tesouro do Estado

As propriedades rurais de Mato Grosso precisam ter o Licenciamento Ambiental Único - LAU. Para obtê-lo, o dono entrega à FEMA um *CD-Rom* com um mapa de satélite de sua propriedade, que deve indicar a parte a ser explorada, a reserva legal e as áreas de preservação permanentes. Sobrepondo o mapa recebido com imagens de satélite, o órgão pode verificar se o proprietário desmatou onde não estava autorizado. Uma fazenda só é licenciada se apresentar um projeto básico ambiental e, se irregularidades são detectadas, o dono é responsabilizado e passa a seguir um plano de recuperação da área.

O licenciamento é renovado a cada ano e as áreas passam a ser monitoradas pela FEMA. Os dados são reunidos e atualizados pelo Sistema de Informações Geográficas - SIG desenvolvido pelo órgão e que representa um verdadeiro espelho da zona rural do estado.

Os resultados revelam uma redução de áreas desmatadas e queimadas, por meio de controle preciso do que vem ocorrendo nas propriedades rurais. Em um ano, houve redução de 32% na taxa de desmatamento e 53% no número de queimadas.

Atualmente, o Licenciamento Ambiental Único - LAU de propriedades rurais no Estado, vem gerando um aumento considerável de receita para a instituição, que investe na manutenção do modelo implantado¹²².

¹²¹ Esse processo de controle ambiental é dinâmico e interativo. Neste sentido, durante as campanhas de fiscalização, o agente ambiental notifica o proprietário para licenciar as atividades desenvolvidas na propriedade. Durante o processo de licenciamento o projeto é analisado e as informações em meio digital são registradas na base cartográfica do Estado, permitindo o monitoramento das atividades via geoprocessamento. As pendências e irregularidades são encaminhadas à ação judicial responsabilizando o proprietário ao seu cumprimento.

7.6.2.3 - Medidas Econômicas

Deve-se ter consciência de que a finalidade de todas essas normas legais, medidas de fiscalização, programas e inovações tecnológicas é buscar uma mudança de paradigma do modelo de exploração econômica da Floresta Amazônica.

Entre as ações econômicas que podem melhorar a implementação do “Pacote Amazônico”, há o Protocolo Verde (vide item 7.12.2) e os incentivos para o manejo sustentável nas áreas especiais protegidas de uso indireto, conhecidas como Florestas Nacionais - FLONA's.

O Protocolo Verde é uma declaração de princípios assinada pelos bancos públicos brasileiros, de maneira a garantir que os projetos de desenvolvimento financiados por investimentos públicos sejam ambientalmente sustentáveis e de acordo com a legislação ambiental.

O art. 14 da lei nº 6.938, de 1981 (que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente), em seu *caput* e incisos II e III, diz que sem prejuízo das penalidades definidas pela legislação federal, estadual e municipal, o não-cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção dos inconvenientes e danos pela degradação da qualidade ambiental sujeitará os transgressores à perda ou restrição de incentivos e benefícios fiscais concedidos pelo Poder Público e à perda ou suspensão de participação em linhas de financiamento em estabelecimentos oficiais de crédito.

O sistema de financiamento público tem sido um dos responsáveis pela degradação ambiental e pela conversão insustentável de habitats naturais. Assim, o ajuste das políticas e práticas financeiras constitui um passo fundamental na promoção do desenvolvimento e da conservação do meio ambiente. Os impactos do Protocolo Verde ainda deverão ser claramente avaliados, mas se as preocupações ambientais forem verdadeiramente institucionalizadas nas práticas financeiras, como disposto no Protocolo Verde, as instituições financeiras nacionais podem representar um instrumento efetivo que conduza ao cumprimento da legislação e dos programas ambientais. Essa estratégia tem atingido relativo sucesso nas instituições financeiras internacionais, como o Banco Mundial, que incorporou a preocupação ambiental nas linhas de financiamento e criou unidades administrativas para lidar com questões ambientais.

Finalmente, uma ação que conjuga as preocupações concernentes aos incentivos econômicos e à melhoria na fiscalização são os projetos FLONA's. De acordo com o decreto nº 1.289, de 27 de outubro de 1994, as florestas nacionais são áreas de domínio público, submetidas à condição de inalienabilidade e indisponibilidade, em parte ou no todo, constituindo-se bens da União, com cobertura vegetal nativa ou plantada, estabelecidas com os objetivos de: 1) promover o manejo dos recursos naturais, com ênfase na produção de madeira e outros produtos vegetais; 2) garantir a proteção dos recursos hídricos, das belezas cênicas e dos sítios históricos e arqueológicos; 3) fomentar o desenvolvimento de pesquisa científica básica e aplicada, da educação ambiental e das atividades de recreação, lazer e turismo. O intuito básico é aumentar a área na região Amazônica sob o controle do Estado (21% da área da região Amazônica em território brasileiro pertence ao governo federal), reservando-a para fins de florestamento e promovendo seu uso de forma sustentável.

O projeto das FLONA's representa, de um lado, um atrativo aos empreendedores madeireiros, que passam a contar com a possibilidade de explorar recursos que não estão em suas propriedades privadas, podendo nelas adiar a exploração da madeira-de-lei. De outro lado, as FLONA's podem

¹²² O volume de recursos obtidos com esse tipo de licenciamento - LAU, não era expressivo até o ano de 2000, ficando abaixo dos valores obtidos em outras modalidades de licenciamento. No ano de 2001, com a intensificação dos trabalhos de campo, ocorreu um aumento significativo da arrecadação desta categoria de licença, atingindo o valor de R\$1,97 milhões de reais. Esses valores superaram todos os demais tipos de arrecadações provenientes de licenças e multas emitidas pela FEMA

tornar-se áreas de fomento à pesquisa de novas técnicas de manejo florestal que institutos de pesquisa e ONG's - tais como WWF - têm desenvolvido, mas que podem não ser facilmente disseminadas ou implementadas por empreendedores resistentes a mudar seus métodos tradicionais, a menos que sejam obrigados a tal ou recebam benefícios econômicos para isso.

A anulação de concessões florestais que o IBAMA já havia conferido, juntamente com disposições assegurando que apenas atividades florestais sustentáveis sejam permitidas no futuro (artigo 3º da medida provisória nº 1.511-16), e o avanço na instituição de FLONA's devem representar uma primeira iniciativa para a efetiva implementação do “Pacote Amazônico”. Sua efetivação, no longo prazo, depende de três medidas básicas:

- ? uma ampla revisão do sistema de aquisição de terras, que ainda permite companhias privadas (nacionais e internacionais) a deter enormes extensões de terras no Brasil;
- ? a realização de um levantamento para avaliar se as reservas legais daquelas propriedades têm sido oficialmente asseguradas - a efetiva implementação das reservas legais na região resultou em uma significativa contribuição para a conservação da cobertura vegetal no Brasil;
- ? a implementação de uma ampla campanha para informar consumidores internacionais da existência de mais de 100 espécies de árvores tropicais para uso comercial - além do mogno - de forma que as mudanças no manejo de projetos florestais possam ser impulsionadas pelo mercado internacional.

De acordo com o IBAMA, há 59 Florestas Nacionais, o que corresponde a mais de 16 milhões de hectares na Floresta Amazônica. Nessas áreas, o governo será capaz de fazer melhor supervisionamento e poderá permitir o desenvolvimento de sistemas florestais e de atividades extrativistas sustentáveis.

Outro passo importante dado no processo de elaboração e revisão de normas e instrumentos de gestão florestal que tem base econômica é a lei nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, que regulamenta o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural, que favorece o manejo e a reposição florestal, incluindo mecanismos de política florestal no cálculo do imposto sobre a terra.

O ITR, de apuração anual, incide sobre a propriedade, o domínio útil ou a posse de área contínua, formada de uma ou mais parcelas de terras, localizado fora da zona urbana do município, ou seja, na zona rural.

De acordo com o art. 10 dessa lei, para os efeitos de apuração do imposto devido considerar-se-á o valor do imóvel, excluídos os valores relativos a construções, instalações e benfeitorias; culturas permanentes e temporárias; pastagem cultivadas e melhoradas; e florestas plantadas.

A área sobre a qual deve incidir o imposto é considerada a área total do imóvel, menos as áreas¹²³:

a) de preservação permanente¹²⁴ e de reserva legal¹²⁵, previstas na lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, com redação dada pela lei nº 7.803, de 18 de julho de 1989¹²⁶;

¹²³ A medida provisória de nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, dá nova redação ao art. 10 da lei nº 9.393/96, dispondo que as áreas sob regime de servidão florestal também devem ser excluídas da área total do imóvel para cálculo do ITR. De acordo com a mesma medida provisória, que acresce disposição ao art. 44 da lei nº 4.771/65, “o proprietário rural poderá instituir servidão florestal, mediante a qual voluntariamente renuncia, em caráter permanente ou temporário, a direitos de supressão ou exploração da vegetação nativa, localizada fora da reserva legal e da área com vegetação de preservação permanente”. A limitação ao uso da vegetação da área sob regime de servidão florestal deve ser, no mínimo, a mesma estabelecida para a reserva legal.

¹²⁴ A medida provisória de nº 2.166-67, também define área de preservação permanente como a “área protegida nos termos dos arts. 2º e 3º do Código Florestal, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”.

¹²⁵ A medida provisória de nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, também dá nova redação ao art. 1º da lei nº 4.771/65, no qual define área de reserva legal como a “área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária

- b) de interesse ecológico para a proteção dos ecossistemas, assim declaradas mediante ato do órgão competente, federal ou estadual, e que ampliem as restrições de uso previstas no item anterior;
- c) comprovadamente imprestáveis para qualquer exploração agrícola, pecuária, granjeira, aquícola ou florestal, declaradas de interesse ecológico mediante ato do órgão competente, federal ou estadual.

Essa decisão estimula iniciativas importantes como a criação de reserva legal e de áreas de preservação permanente, a adoção de manejo florestal e a ampliação de unidades contempladas na programação específica de Reservas Particulares de Patrimônio Natural - RPPN's (vide item 7.8.4).

7.6.3 - ESTRATÉGIA DE AÇÃO POLÍTICA

A formulação e a execução de uma estratégia de ação, de alcance regional e amplitude social requerem uma postura inovadora do governo federal: ouvir todos os segmentos envolvidos com o problema, identificar propostas e negociar soluções em busca de consenso, por meio da elaboração de agendas positivas com os estados integrantes da região Norte.

A elaboração de uma agenda positiva pressupõe que problemas como desmatamentos e queimadas não serão equacionados somente por meio de fiscalização, mas por um esforço articulado de diversos segmentos da sociedade, apresentando alternativas que gerem emprego e renda, de forma sustentável, contribuindo para a solução das crises econômicas e ambientais baseada em diretrizes políticas.

Nesse sentido, o Ministério do Meio Ambiente fixou, em 1999, cinco diretrizes para combater o desmatamento na Amazônia¹²⁷:

- ? aperfeiçoar o monitoramento florestal, por meio da identificação das causas econômicas e sociais que originam o desflorestamento e assegurar recursos ao IBAMA e órgãos estaduais de meio ambiente para executar as ações de fiscalização pertinentes. Os recursos do PPG7 para os estados da região Amazônica totalizam US\$ 60 milhões, para um período de quatro anos;
- ? fortalecer os projetos agroflorestais inovadores que estão em execução, em caráter piloto, na Amazônia, e inserir os resultados positivos nas políticas para a região;
- ? reorientar os mecanismos de crédito (que totalizam cerca de US\$ 600 milhões por ano para a agricultura na Amazônia) para projetos de uso sustentável dos recursos naturais regionais;
- ? reconverter as áreas degradadas (cerca de 100 milhões de hectares) para atividades agroflorestais de pequeno e médio porte, evitando o avanço das frentes econômicas sobre a floresta nativa;
- ? consolidar e ampliar os projetos econômicos e sociais que asseguram o uso sustentável da biodiversidade e a permanência das populações tradicionalmente adaptadas ao ambiente tropical.

Assim, elaborou-se um programa de trabalho, coordenado pela Secretaria da Amazônia do MMA, que tem como objetivo geral promover a gestão ambiental e o desenvolvimento sustentável da Amazônia. Esse programa de trabalho tem como objetivos específicos:

- ? promover a gestão ambiental descentralizada;
- ? implementar atividades de desenvolvimento sustentável como alternativa ao desmatamento;
- ? valorizar os serviços ambientais oferecidos pela floresta amazônica e pelas populações extrativistas.

ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas”.

¹²⁶ Deve ser considerada a redação da medida provisória de nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001.

¹²⁷ De acordo com o discurso de posse do Ministro José Sarney Filho, ao assumir o cargo no início de 1999.

As populações tradicionais da Amazônia, representadas por índios, ribeirinhos e extrativistas, coexistem com a floresta há décadas, garantindo seu sustento com baixíssimos impactos ambientais. Essa situação tem sido constantemente ameaçada pelas diversas formas predatórias de ocupação da região, resultando, muitas vezes, em êxodo de populações em direção à periferia das cidades e/ou substituição de áreas florestadas por áreas degradadas, gerando conseqüências de alto impacto ambiental. Faz-se necessário, pois, promover a sustentabilidade dos meios de vida das populações tradicionais que coexistem com a floresta.

Procura-se, portanto, reverter o processo de desmatamento, tendo como base a busca de soluções endógenas para a região. De acordo com essa filosofia, um plano de trabalho estabelecido pela Secretaria da Amazônia - MMA, previsto para o período 1999-2003, envolve os seguintes programas:

Programa Nacional de Florestas

Instituído pelo decreto nº 3.420, de 20 de abril de 2000, o Programa Nacional de Florestas tem a missão de promover o desenvolvimento florestal sustentável, conciliando a exploração com a proteção dos ecossistemas e de compatibilizar a política florestal com as demais políticas públicas, de modo a promover a ampliação dos mercados interno e externo e o desenvolvimento institucional do setor. As linhas temáticas e respectivas metas do Programa Nacional de Florestas podem ser observadas no quadro abaixo.

Para todos os programas, deverão ser estabelecidas parcerias com o setor privado – representado pelas indústrias de papel e celulose, indústria de madeira, siderurgia a carvão vegetal, consumidores de matéria-prima florestal – instituições de pesquisa e ensino, profissionais do setor, os governos estaduais e municipais, outros Ministérios e órgãos federais, organismos internacionais e ONG's ambientalistas e sociais.

Quadro 4: Linhas Temáticas e Respectivas Metas do Programa Nacional de Florestas

Linhas Temáticas	Metas
Expansão das base florestal plantada	- 630 mil hectares / ano de plantações.
Expansão e consolidação do manejo de florestas nativas em áreas públicas	- Ampliar em 50 milhões hectares as áreas de Florestas Nacionais - FLONAS na Amazônia Legal, até o ano 2010, sendo 10 milhões de hectares, até 2003; - Assegurar que as FLONAS atuais e futuras possam suprir, no mínimo, 10% da demanda de madeira em tora, oriunda da Amazônia, até o ano 2003; - Aumentar para 1,5 milhão de hectares as FLONAS e florestas estaduais e municipais no Nordeste, até 2010, para o abastecimento da demanda por lenha, produtos não-madeireiros e de uso rural na região; - Ampliar as áreas de reservas extrativistas e equivalentes.
Manejo de florestas nativas em áreas privadas	- Incorporar ao regime de produção sustentável área de 20 milhões de hectares na Amazônia e 560 mil hectares no Nordeste, até o ano 2010.
Monitoramento e controle	- Ampliar o monitoramento do uso dos recursos florestais para todo o território nacional; - Reduzir as queimadas, os incêndios florestais e a extração predatória de produtos madeireiros e não-madeireiros; - Revisar os instrumentos normativos que concedem a

Versão Preliminar – Favor não citar e não fazer referência

	<p>autorização de desmatamento;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apoiar os processos de descentralização das atividades de monitoramento, controle e fiscalização.
Populações tradicionais e indígenas	<ul style="list-style-type: none"> - Ampliar a implementação de programas, projetos e atividades, envolvendo os governos federal, estaduais e municipais, ONGs e outros segmentos dos setores produtivos e social, que valorizem o conhecimento das populações tradicionais e indígenas.
Educação, ciência e tecnologia florestais	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar em 50% a produtividade nas pequenas e médias propriedades florestais, em 10 anos; - Viabilizar técnicas operacionais de redução de custos de recuperação de áreas alteradas e restauração de áreas de preservação permanente; - Apoiar os projetos e atividades de utilização dos resíduos das indústrias madeireiras; - Diminuir em 30% a geração de resíduos em serrarias.
Serviços ambientais das florestas	<ul style="list-style-type: none"> - Restaurar 100 mil hectares/ano de florestas de preservação permanente, em áreas prioritárias de bacias hidrográficas selecionadas; - Criar mecanismos para captação de recursos financeiros internos e externos para a proteção, recuperação e restauração de áreas de preservação permanente.
Fortalecimento institucional e extensão florestal	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar estudos visando subsidiar o processo de aprimoramento da gestão florestal; - Criar um fundo de desenvolvimento florestal, com dotação orçamentária de R\$ 100 milhões/ano; - Realizar cursos de atualização profissional e melhorar a estrutura física das instituições florestais; - Criar ou consolidar programas de extensão florestal nos estados, Distrito Federal e municípios; - Instituir programa para valorizar o manejo florestal sustentável.
Modernização da indústria de base florestal	<ul style="list-style-type: none"> - Melhorar a eficiência no processamento de madeira em tora para cerca de 50%-60%, até 2003; - Agregar valor a 40% da produção de madeira processada, até 2003; - Capacitar cerca de 10% da mão-de-obra utilizada pela indústria de base florestal, até 2003.
Mercado e comércio de produtos florestais	<ul style="list-style-type: none"> - Incrementar as exportações de madeira de origem sustentável de menos de 5% para, no mínimo, 30%, até 2010; - Estimular o aumento da participação de produtos e subprodutos florestais com maior valor agregado (beneficiados e movelaria), na pauta de exportações brasileiras para 30%, até 2010; - Manter a posição de liderança do setor de papel e celulose nos mercados internos e externo.

Programa de Desenvolvimento do Ecoturismo da Amazônia Legal – Turismo Verde-Proecotur

Com a filosofia de implementar atividades de desenvolvimento sustentável na Amazônia como alternativa ao desmatamento, o Proecotur foi elaborado, dentro do programa Avança Brasil, para criar pólos turísticos nos nove estados que compõem a Amazônia Legal.

O programa tem como objetivo a promoção do desenvolvimento ordenado e integrado do ecoturismo, por meio de estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental, para que se possa implementar infra-estrutura ecoturística, viabilizando os serviços nas áreas dos pólos ecoturísticos. Além disso, pretende-se fomentar a formação e a capacitação para o desenvolvimento das atividades de ecoturismo por meio do fortalecimento institucional, promovendo a articulação e o intercâmbio de informações entre os órgãos governamentais e entidades do setor privado. O programa será dividido em duas partes: uma de prospecção de atrativos e a outra de investimentos efetivos. A contrapartida brasileira será a abertura de linhas de crédito para o capital privado pelo Banco da Amazônia, Banco do Brasil e BNDES.

Programa Brasileiro de Ecologia Molecular para o Uso Sustentável da Biodiversidade da Amazônia - PROBEM/Amazônia

O PROBEM/Amazônia também integra o Programa Avança Brasil. O projeto tem por objetivo contribuir para o desenvolvimento da bioindústria no país, especificamente na região Amazônica, atuando na geração de conhecimentos e na transferência de tecnologias, mediante diversas modalidades de parcerias com instituições de pesquisa e empresas nacionais e internacionais.

O programa, em 1999, englobava as seguintes atividades: 1) contrato de gestão com a Organização Social BioAmazônia; 2) convênio com a SUFRAMA para a construção e compras de equipamento do Centro de Biotecnologia da Amazônia; 3) operacionalização da coordenação do PROBEM.

Expansão e Consolidação de um Sistema de Áreas Protegidas

O programa tem por objetivo promover a criação, implantação e desenvolvimento de áreas protegidas na Amazônia, a partir do macrozoneamento da região, identificando novas áreas para proteção indireta e direta dos recursos naturais, com o objetivo de atender o compromisso brasileiro de preservar, pelo menos, 10% das florestas tropicais brasileiras.

Foi firmado um termo de cooperação entre o MMA e a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (*Food and Agriculture Organisation - FAO*) para assistência preparatória ao projeto. A equipe diretora do projeto – constituída pelo MMA, IBAMA e WWF-Brasil – é responsável pela preparação do projeto e pela articulação com atores complementares como o PPG-7 e o Banco Mundial.

Programa Amazônia Solidária

O Programa Amazônia Solidária, criado a partir da Exposição de Motivos Interministerial nº 04, de 15 de outubro de 1998, visa promover a ascensão econômica e social da população da Amazônia Legal, em especial dos seringueiros, mediante mecanismos específicos de incentivo ao uso múltiplo da

Floresta Amazônica e promovendo a fixação da população local na terra, com projetos de apoio ao extrativismo na região, por meio de ações coordenadas pelo MMA em articulação com comunidades interessadas.

7.7 - PROJETO DE ESTIMATIVA DO DESFLORESTAMENTO BRUTO DA AMAZÔNIA BRASILEIRA - PRODES

7.7.1 - ASPECTOS TÉCNICOS

O Projeto de Estimativa do Desflorestamento Bruto da Amazônia Brasileira - PRODES (vide <http://www.grid.inpe.br/amz/pagina1.html>) é o maior projeto de monitoramento de florestas do mundo utilizando técnicas de sensoriamento remoto por satélite. O INPE, há vários anos, analisa as imagens do satélite Landsat para acompanhar a evolução do desflorestamento bruto da Amazônia. A divulgação dos dados evidencia o continuado compromisso do governo federal em tratar essas informações com transparência.

A Amazônia abrange os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Mato Grosso, Rondônia, Roraima, Tocantins e parte do estado do Maranhão, correspondendo a uma área de aproximadamente 5 milhões de km². Desse total, as classes de fisionomia florestal estendem-se por cerca de 4 milhões de km².

As imagens de satélite, em composições coloridas na escala 1:250.000, permitem identificar alterações em áreas de floresta a partir de 6,25 hectares (0,0625 km²). A Amazônia é coberta por 229 dessas imagens que, visualmente interpretadas, fornecem os limites entre a área de floresta original e outros tipos de vegetação. A cada levantamento são delimitadas as áreas de novos desflorestamentos, que são decalcadas em papel vegetal (*overlays*), e sofrem uma rigorosa auditoria. Quando aprovados, os *overlays* são digitalizados, e a extensão e localização de cada área desflorestada são computadas com o uso de um Sistema de Informação Geográfica.

Para calcular a extensão das áreas alteradas, os dados digitais são convertidos para o formato apropriado (vetorial), utilizando um *software* especialmente desenvolvido para esse fim. Tal formato permite também a apresentação do desflorestamento em qualquer divisão geográfica, por exemplo, por grandes classes florestais ou municípios.

Cada levantamento envolve aproximadamente 50.000 homens-hora, 10.000 máquinas-hora e várias empresas nacionais especializadas em sensoriamento remoto, subcontratadas pela Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais - FUNCATE, associada ao INPE. Aos mais de 70 especialistas envolvidos diretamente no trabalho, soma-se uma equipe de 15 profissionais do INPE, que acompanham todas as fases do projeto, assegurando um rigoroso controle de qualidade.

O PRODES, além de fornecer estimativas da extensão e da taxa do desflorestamento bruto, indica geograficamente as áreas mais críticas. Por exemplo, em 1999, mais de 78% do desflorestamento bruto na Amazônia concentrou-se em 44 das 229 imagens do satélite Landsat. Adicionalmente, os dados do PRODES são sobrepostos ao mapa de vegetação (RADAM) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE para identificar os tipos florestais que vêm sofrendo processo de alteração. A distribuição dos novos desflorestamentos por classe de tamanho, também fornecida nesse estudo, é utilizada pelo IBAMA como um indicador das possíveis causas do desflorestamento na Amazônia.

7.7.2 - O USO DOS DADOS

As informações fornecidas pelo INPE permitem ao IBAMA e aos órgãos estaduais de Meio Ambiente realizar o levantamento das causas, da dinâmica e das conseqüências do processo de desflorestamento na Amazônia.

A estratégia de fiscalização integrada executada pelo IBAMA é baseada nos seguintes pontos:

- ? uso intensivo de sensores aerotransportados para identificação de corte seletivo de madeira;
- ? adoção de sistemas de comunicação via satélite, instalados nos veículos da fiscalização do IBAMA para a consulta de cadastros, possibilitando a verificação da documentação e a existência de irregularidades;
- ? identificação, difusão e aplicação de tecnologias para o uso sustentado da floresta, visando substituir práticas agrícolas e florestais agressivas ao meio ambiente.

Como resultado, é possível o controle na emissão de autos de infração, autorizações de transporte de produtos florestais e laudos de vistoria, além de permitir o acompanhamento do trabalho dos fiscais, uma vez que cada veículo é monitorado.

7.7.3 - DADOS LEVANTADOS PELO PRODES

Desflorestamento, para o propósito deste trabalho, é entendido como a conversão de áreas de fisionomia florestal primária por ações antropogênicas, para desenvolvimento de atividades agrosilvopastoris, detectada a partir de plataformas orbitais. O termo desflorestamento bruto indica que não foram deduzidas, no cálculo da extensão e da taxa, áreas em processo de sucessão secundária ou recomposição florestal.

Tabela 36 - Taxa média de desflorestamento bruto (km²/ano) de 1978 a 1999

Estados da Amazônia*	77/88*	88/89	89/90	90/91	91/92	92/94*	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99
ACRE	620	540	550	380	400	482	1208	433	358	536	441
AMAPÁ	60	130	250	410	36	-	9	-	18	30	-
AMAZONAS	1510	1180	520	980	799	370	2114	1023	589	670	720
MARANHÃO	2450	1420	1100	670	1135	372	1745	1061	409	1012	1230
MATO GROSSO	5140	5960	4020	2840	4674	6220	10391	6543	5271	6466	6963
PARÁ	6990	5750	4890	3780	3787	4284	7845	6135	4139	5829	5111
RONDÔNIA	2340	1430	1670	1110	2265	2595	4730	2432	1986	2041	2358
RORAIMA	290	630	150	420	281	240	220	214	184	223	220
TOCANTINS	1650	730	580	440	409	333	797	320	273	576	216
AMAZÔNIA	21130	17860	13810	11130	13786	14896	29059	18161	13227	17383	17259

Fonte: INPE, 2001.

* Média da década.

** Média do biênio.

No período de 1995 a 1997, a taxa de desflorestamento aumentou e depois diminuiu. Em 1995, o desflorestamento atingiu seu pico, com 29.059 km², contra a menor marca registrada na década, em 1991, de 11.130 km². Em 1997, o desflorestamento registrado foi de 13.037 km², a segunda menor taxa já registrada, confirmando uma tendência de queda iniciada em 1996, quando o índice caiu cerca

de 40%. No entanto, a taxa de desflorestamento voltou a crescer no período relativo aos anos de 1998 e 1999.

Tabela 37 - Taxa média de desflorestamento bruto (%/ano) de 1978 a 1999

Estados da Amazônia	77/88 **	88/89	89/90	90/91	91/92	92/94 ***	94/9 5	95/96	96/97	97/98	98/99
ACRE	0,42	0,39	0,39	0,28	0,29	0,35	0,86	0,31	0,26	0,40	0,33
AMAPÁ	0,06	0,12	0,23	0,37	0,03	-	0,01	-	0,02	0,03	-
AMAZONAS	0,10	0,08	0,04	0,07	0,06	0,03	0,14	0,07	0,04	0,05	0,05
MARANHÃO	1,79	1,30	1,03	0,63	1,07	0,35	3,21	2,01	0,40	0,99	1,21
MATO GROSSO	1,01	1,31	0,90	0,64	1,05	1,40	2,43	1,56	1,25	1,56	1,71
PARÁ	0,62	0,55	0,47	0,37	0,37	0,42	0,78	0,62	0,41	0,58	0,51
RONDÔNIA	1,11	0,78	0,91	0,62	1,27	1,46	2,75	1,45	1,18	1,23	1,44
RORAIMA	0,18	0,39	0,10	0,27	0,18	0,15	0,14	0,14	0,11	0,14	0,14
TOCANTINS	2,97	2,00	1,61	1,61	1,17	0,95	2,29	0,94	0,81	1,73	0,66
AMAZÔNIA	0,54	0,48	0,37	0,30	0,37	0,40	0,81	0,51	0,37	0,48	0,48

Fonte: INPE, 2001.

* relativo à área de fisionomia florestal remanescente.

** média da década.

*** média do biênio.

A superposição de mapas de desflorestamento a mapas de vegetação das áreas que estão sofrendo processo de ocupação indesejada mostra claramente que o avanço do desflorestamento está ocorrendo em uma região de vegetação em transição, ou seja, corresponde ao avanço da fronteira agrícola, principalmente nos estados do Mato Grosso, Pará, Rondônia e Maranhão. A extensão do desflorestamento bruto na região Amazônica, em 1999, correspondeu a 569.269 km².

O desflorestamento ocorre principalmente numa faixa denominada "arco de desflorestamento". Esse arco tem início no nordeste do estado do Pará, seguindo em direção ao sul, margeando a porção ocidental do estado do Maranhão, noroeste do estado de Tocantins, prosseguindo pelo norte do estado do Mato Grosso em direção ao estado de Rondônia, atravessando-o por inteiro no sentido leste-oeste até atingir o leste do estado do Acre.

Figura 1 - Desflorestamentos observados em 1999

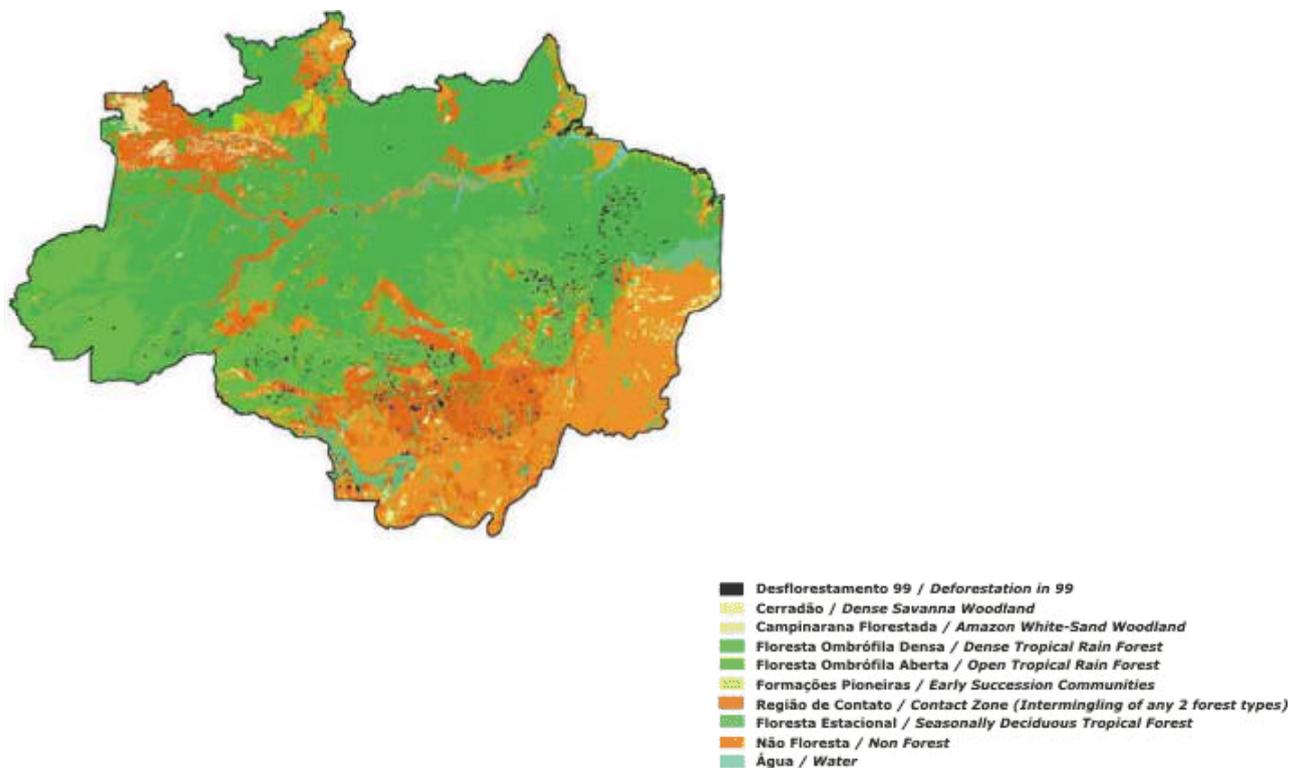


Tabela 38 - Extensão do desflorestamento bruto (km²) de janeiro de 1978 a agosto de 1999

Estados da Amazônia	jan/78	abr/88	ago/89	ago/90	ago/91	ago/92	ago/94	ago/95	ago/96	ago/97	ago/98	ago/99
ACRE	2500	8900	9800	10300	10700	11100	12064	13306	13742	14203	14714	15136
AMAPÁ	200	800	1000	1300	1700	1736	1736	1782	1782	1846	1962	1963
AMAZONAS	1700	19700	21700	22200	23200	23999	24739	26629	27434	28140	28866	29616
MARANHÃO	63900	90800	92300	93400	94100	95235	95979	97761	99338	99789	100590	102326
MATO GROSSO	20000	71500	79600	83600	86500	91174	103614	112150	119141	125023	131808	137610
PARÁ	56400	131500	139300	144200	148000	151787	160355	169007	176138	181225	188372	194619
RONDÔNIA	4200	30000	31800	33500	34600	36865	42055	46152	48648	50529	53275	55274
RORAIMA	100	2700	3600	3800	4200	4481	4961	5124	5361	5563	5791	6112
TOCANTINS	3200	21600	22300	22900	23400	23809	24475	25142	25483	25768	26404	26613
AMAZÔNIA BRASILEIRA*	152200	377500	401400	415200	426400	440186	469978	497055	517069	532086	551782	569269

Fonte: INPE, 2001.

* incluindo desflorestamento antigo.

Gráfico 8 - Evolução da taxa média do desflorestamento bruto na Amazônia (km² / ano)



Fonte: INPE, 2001.

* relativo à área de fisionomia florestal remanescente.

** dados de 1993 a 1994 referem-se às estimativas da taxa média do desflorestamento bruto para o período 1992-94

*** a taxa média do desflorestamento bruto para 2000 foi derivada de 49 cenas TM-Landsat daquele ano.

7.7.4 - INFORMATIZAÇÃO DOS DADOS LEVANTADOS PELO PRODES - PRODES DIGITAL

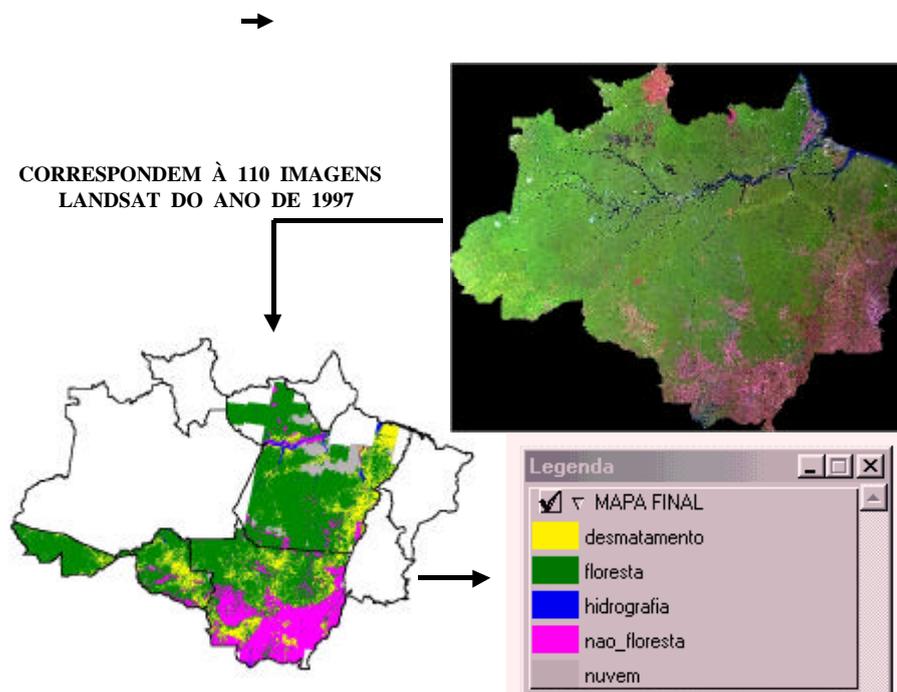
O procedimento metodológico desenvolvido no INPE viabilizou a criação do PRODES Digital, cujo objetivo é automatizar as operações do PRODES, consolidando uma base georreferenciada confiável e de fácil manuseio para o usuário.

Tal metodologia consiste na geração das imagens frações derivadas do modelo linear de mistura espectral, com o objetivo de reduzir a dimensionalidade dos dados a serem processados. A seguir, utiliza-se técnicas de segmentação de imagens sombra, seguida da classificação não supervisionada por regiões e edição matricial feita na tela do computador, para executar o mapeamento da extensão do desflorestamento bruto da Amazônia brasileira ocorrido até o ano de 1997. Com o desenvolvimento dessa metodologia foi possível conceber o Banco de Dados Digitais da Amazônia, que é uma fonte de informação crescente para a comunidade técnico-científica e/ou tomadores de decisão, envolvidos na elaboração de políticas, análises, planejamento e fiscalização dos recursos da região Amazônica, com fins de preservação e/ou de manejo auto-sustentado.

O PRODES Digital possibilita a apresentação de dados sobre desflorestamento bruto da Amazônia brasileira sobre uma base cartográfica georreferenciada, contendo a distribuição espacial das

atividades antrópicas na região. Além disso, possibilita a utilização de dados do desflorestamento bruto da Amazônia brasileira em cruzamentos ou integração com outras informações, bem como a implementação e a disponibilização à comunidade de usuários de um banco de dados digitais contendo diversas informações relevantes para a região.

Figura 2 - Mapa do desflorestamento bruto dos Estados do Acre, Rondônia, Mato Grosso e Pará para o ano base de 1997



7.8 - O SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO - SNUC

7.8.1 - SITUAÇÃO ATUAL

O Brasil é um dos países mais ricos do mundo em termos ambientais: possui em seu território aproximadamente 1/3 das florestas tropicais remanescentes e o maior sistema fluvial do planeta. Além disso, abriga a parte mais extensa do maior complexo de terras inundáveis – o Pantanal, a savana que contém a mais rica diversidade biológica – o Cerrado – e mais mangues que qualquer outro país. A flora brasileira representa 22% da flora mundial, com muitas espécies de flora e fauna que só ocorrem no país.

Mas apesar de o Brasil possuir uma das legislações ambientais mais rigorosas do mundo, essa não tem sido eficaz para combater a destruição, em muitas áreas, da flora e fauna brasileiras. Por essa razão, foram criadas as “Unidades de Conservação”, espaços destinados especificamente à proteção e conservação de amostras de cada tipo de flora e fauna existentes. A legislação relativa às unidades de conservação era fragmentada e esparsa. Em 18 de julho de 2000, após um longo processo legislativo,

foi aprovada a lei nº 9.985 que consolida e institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, constituído pelo conjunto das unidades de conservação federais, estaduais e municipais. Pode-se compreender como unidade de conservação o “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.”

O SNUC tem os seguintes objetivos:

- ? contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais;
- ? proteger as espécies ameaçadas de extinção no âmbito regional e nacional;
- ? contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais;
- ? promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais;
- ? promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento;
- ? proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica;
- ? proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural;
- ? proteger e recuperar recursos hídricos e relativos ao solo;
- ? recuperar ou restaurar ecossistemas degradados;
- ? proporcionar meios e incentivos para as atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental;
- ? valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica;
- ? favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico;
- ? proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente.

O Brasil dispõe de um quadro de Unidades de Conservação extenso. As linhas gerais de política de criação, valoração e utilização das Unidades de Conservação são traçadas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama, e tendo como órgãos executores o IBAMA e os órgãos estaduais e municipais responsáveis.

As Unidades de Conservação integrantes do SNUC dividem-se em dois grupos, com características específicas: unidades de proteção integral e unidades de uso sustentável. O objetivo básico das unidades de proteção integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceções previstas em lei. O grupo das unidades de proteção integral é composto pelas Estações Ecológicas - ESEC's, Reservas Biológicas - REBIO's, Parques Nacionais - PARNA's e Monumentos Naturais e Refúgios da Vida Silvestre. Já as unidades de uso sustentável, têm como objetivo básico compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais. As Áreas de proteção ambiental, Áreas de Relevante Interesse Ecológico - ARIE's, Florestas Nacionais - FLONA's, Reservas Extrativistas - RESEX's, Reservas da Fauna, Reservas de Desenvolvimento Sustentável e Reservas Particulares do Patrimônio Nacional - RPPN's constituem o grupo das unidades de uso sustentável.

Sem contar as reservas indígenas, as unidades de conservação federais no país são, ao todo, 226 unidades, com área total de 44.835.960,84 hectares, ou 448,35 mil km², que correspondem a 5,25% do território brasileiro.

Tabela 39 - Unidades de Conservação Federais por categoria

Categoria	N.º	Área (ha)	Total*	% país**
PROTEÇÃO INTEGRAL	Parques Nacionais	47	11.669.883,78	1,37
	Reservas Biológicas	24	2.984.401,23	0,35
Subtotal	Estações Ecológicas	28	3.694.311,67	0,43
	Proteção Integral	99	18.348.596,68	2,15
USO SUSTENTÁVEL	Áreas de Proteção Ambiental	28	6.473.193,04	0,76
	Florestas Nacionais - FLONA's	59	16.075.244,67	1,88
	Áreas de Relevante Interesse Ecológico	17	32.371,24	0,0
Subtotal	Reservas Extrativistas	23	3.906.555,22	0,46
	Uso Sustentável	127	26.487.364,17	3,10
Total	Unidades de Conservação Federais	226	44.835.960,84	5,25

Fonte: IBAMA, 2002.

* as sobreposições entre as Ucs foram processadas incluindo-as na categoria de maior restrição.

** baseia-se na malha municipal digital do Brasil de 1996, fornecida pelo IBGE; área continental do país, não inclui as ilhas oceânicas.

Há um grande número de Unidades de Conservação administradas pelos estados (451 unidades, em 1997), protegendo uma área total superior a 29,8 milhões de hectares. Algumas dessas unidades são grandes, como a Reserva de Desenvolvimento Sustentado de Amanã, com 2,35 milhões de hectares. Essa reserva se liga à Reserva de Desenvolvimento Sustentado de Mamirauá, ao PARNA de Jaú - AM, à ESEC de Anavilhanas, ao Parque Estadual do rio Negro e compõe, juntamente com essas áreas, um corredor contínuo de mais de 8.567.908 ha, área maior que a da Áustria e uma das maiores áreas florestais protegidas do planeta.

Tabela 40 - Unidades de Conservação Estaduais no Brasil por Unidades da Federação

UNIDADE FEDERAÇÃO REGIÃO*	DA UCS DE PROTEÇÃO / INTEGRAL		UCS DE USO SUSTENTÁVEL	
	Área (ha)	Número	Área (ha)	Número
CENTRO-OESTE	590.448	25	391.958	9
DF	15.737	7	71.256	4
GO	32.158	5	3.244	2
MS	765	3	-	0
MT	541.788	10	317.458	3
Nordeste	778.474	62	7.040.692	53
AL	892	2	19.700	2
BA	17.105	9	489.074	21
CE	59	1	33.119	4
MA	748.312	3	6.321.569	7
PB	2.647	4	-	0
PE	8.287	41	24.195	14
RN	1.172	2	1.880	1

SE	-	0	54.413	3
PI	-	0	96.742	1
Norte	3.293.759	16	13.081.345	41
AC	-	0	-	0
AM	2.320.012	4	5.831.191	7
AP	5.811	2	23.000	1
PA	24.897	1	6.009.711	3
RO	942.739	8	1.062.607	27
RR	-	0	-	0
TO	300	1	154.836	3
Sudeste	1.052.045	107	2.115.792	53
ES	10.334	10	26.729	6
MG	113.765	27	186.897	5
RJ	89.873	14	87.217	10
SP	838.163	56	1.824.949	32
Sul	254.327	57	1.156.402	28
RS	87.645	20	54.058	4
SC	108.524	7	1.100	1
PR	58.158	30	1.101.244	23
TOTAL	5.969.143	267	23.796.189	184

Fonte: Marino, M., 1997.

* Unidades da Federação e Regiões Brasileiras.

Um estudo do Fundo Nacional do Meio Ambiente - FNMA, incluindo Unidades de Conservação federais, estaduais e alguma municipais, revelou que, em termos de ecossistema, a Amazônia contém a maior extensão de áreas protegidas, embora, em termos percentuais, seja a Zona Costeira que abriga maior proporção de superfície coberta do bioma por Unidades de Conservação.

Tabela 41 - Unidades de Conservação Federais por Bioma

Biomias Brasileiros	Área do Bioma* (ha)	% do total	Proteção integral** (ha)	% do total	Uso sustentável** (há)	% do total
Amazônia	368.896.022,37	43,17	13.568.629,85	3,68	19.846.195,37	5,38
Caatinga	73.683.115,53	8,62	504.938,65	0,69	1.597.553,44	2,17
Campos Sulinos	17.137.704,54	2,01	50.992,75	0,30	317.015,82	1,85
Cerrado	196.776.092,28	23,03	2.638.266,86	1,34	1.467.786,66	0,75
Costeiro	5.056.768,47	0,59	322.675,01	6,38	316.060,62	6,25
Ecótonos Caatinga-Amazônia	14.458.259,63	1,69	6.659,04	0,05	1.064.640,06	7,36
Ecótonos Cerrado-Amazônia	41.400.717,92	4,84	5.678,78	0,01	36.127,02	0,09
Ecótonos Cerrado-Caatinga	11.510.813,00	1,35	383.732,97	3,33	15.527,72	0,13
Mata Atlântica	110.626.617,41	12,95	790.857,21	0,71	1.823.262,27	1,65
Pantanal	13.684.530,26	1,60	75.494,59	0,55		
Área não mapeada	1.310.194,36	0,15				
Totais	854.540.835,77	100	18.347.925,72	2,15	26.484.168,98	3,10

Fonte: IBAMA, 2002.

* segundo mapeamento elaborado pelo IBAMA/WWF na escala 1:5.000.000.000, sendo considerado apenas a área continental.

** as sobreposições entre as Ucs foram processadas incluindo-as na categoria de maior restrição.

Também nos municípios existem sistemas organizados de áreas protegidas, em geral vinculados às respectivas Secretarias de Meio Ambiente e com dotações nos respectivos orçamentos. Adicionalmente, muitas universidades e institutos de pesquisa estabelecem e protegem significativas áreas de Reservas Ecológicas/Florestais com finalidade científica/experimental, além de conservação. Como exemplos, podem ser citadas a reserva Florestal Adolfo Ducke, com 10.000 ha em Manaus, administrada pelo INPA e a RESEC do IBGE, com 1.260 ha, em Brasília, administrada pelo IBGE.

Algumas organizações privadas administram áreas protegidas com a finalidade de conservação, muitas delas vinculadas a turismo ecológico. Empresas mineradoras, energéticas e florestais, principalmente no ramo da celulose, possuem igualmente importantes reservas criadas como compensação ambiental ou voltadas para o desenvolvimento de técnicas de manejo. Empresas de papel e celulose, por exemplo, mantêm mais de 1.000.000 ha protegidos apenas na região da Mata Atlântica. Um dos exemplos desse tipo de área protegida é a Reserva Florestal de Linhares, da CVRD, com 21.787 ha, uma das maiores e mais importantes unidades na Mata Atlântica.

Várias ONG's conservacionistas mantêm importantes Reservas Particulares ou Santuários Ecológicos. Como exemplos, podem ser citadas a Estação Biológica de Caratinga, com 880 ha no leste do estado de Minas Gerais, administrada pela Fundação Biodiversitas, a reserva Natural Salto Morato, com 1.716 ha no leste do Estado do Paraná, administrada pela Fundação O Boticário de Proteção à Natureza - FBNP e a Rede de Santuários de Vila Silvestre, estabelecida pela Fundação Pró - Natureza - Funatura.

Outro avanço, nos últimos anos, foi a criação de RESEX's marinhas ao longo da costa brasileira. São reservas que abrangem apenas a parte aquática, sem exigir a solução de problemas fundiários na parte costeira (protegida pela legislação ordinária). Além dessas RESEX's, existem as unidades federais de conservação constituídas por ilhas oceânicas ou costeiras, assim como as outras que protegem praias, dunas recifes de corais, pastos marinhos, baías, estuários, lagunas com influência marinha, banhados, manguezais, restingas e marismas. Apesar dessas RESEX's marinhas, a conservação das zonas costeira e marinha ainda é precária.

7.8.2 - DIFICULDADES NA ADMINISTRAÇÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Embora o número de Unidades de Conservação seja expressivo, deve-se levar em consideração o fato de que a simples criação das mesmas, com o objetivo de proteger a biodiversidade, não garante que isso ocorra de fato. No Brasil, muitas dessas unidades apresentam problemas de implementação que inviabilizam sua função. Tal fato decorre da insuficiência dos recursos disponibilizados pela União para a manutenção dessas unidades, fazendo com que sejam necessários programas de cooperação internacional e co-gestões com organizações não-governamentais.

Um estudo desenvolvido pela WWF em 1999 revelou que dentre as 86 Unidades de Conservação analisadas, 47 estavam em situação precária, 32 foram consideradas como minimamente implementadas e somente 7 unidades foram classificadas como razoavelmente implementadas.

O principal problema enfrentado pela estratégia de proteção às Unidades de Conservação de proteção integral, naquela ocasião denominadas de uso indireto, tem sido o pequeno número de funcionários do IBAMA por área, que se traduz numa relação de um funcionário para 27.560 hectares, em média. Outros fatores limitantes são inacessibilidade às áreas, falta de meios de transporte e de equipamentos. Em pontos estratégicos, tem sido mobilizado o auxílio do Exército, das polícias estaduais e federal, das prefeituras e de organizações não-governamentais. Nas RESEX's e Reservas de Desenvolvimento Sustentado, têm sido mobilizados "fiscais colaboradores", assim como lideranças da própria

comunidade treinadas e credenciadas pelo IBAMA. A fiscalização nas unidades costeiras e marinhas tem sido dificultada pela não existência, no Brasil, de uma guarda costeira com atuação na área ambiental. Entretanto, a Marinha do Brasil frequentemente colabora com o IBAMA nesse sentido.

Espera-se que a lei nº 9.985, de 2000, ao atualizar e consolidar os princípios e diretrizes que balizam a aplicação das políticas públicas em relação à conservação da diversidade biológica *in situ*, em substituição ao conjunto de leis existentes sobre a matéria, promova a melhoria na administração das unidades de conservação.

De acordo com essa lei, os órgãos responsáveis pela administração das unidades de conservação podem receber recursos, inclusive taxas de visitação, ou doações de qualquer natureza, nacionais e internacionais, com ou sem encargos, provenientes de organizações privadas ou públicas ou de pessoas físicas que desejarem contribuir com a sua colaboração. Ademais, a administração dos recursos obtidos cabe ao órgão gestor da unidade, e esses serão utilizados exclusivamente na sua implementação, gestão e manutenção. Essa novidade em relação à gestão direta dos recursos por parte dos administradores das unidades de conservação foi bem recebida pelos ambientalistas.

As principais prioridades estabelecidas pelo IBAMA na área de Unidades de Conservação para os próximos anos são:

- ? fortalecimento institucional das organizações públicas e privadas responsáveis pelas áreas protegidas;
- ? avanços no monitoramento da diversidade biológica em unidades de Conservação;
- ? criação de novas áreas e implantação efetiva das já criadas;
- ? ampliação do número de Unidades de Conservação protegidas sob a forma de mosaicos;
- ? ampliação das terras de proteção no entorno das Unidades de Conservação;
- ? resolução dos problemas fundiários nas Unidades de Conservação de uso indireto;
- ? inserção das Unidades de Conservação nos planos de desenvolvimento regionais, estaduais e municipais;
- ? aumento e capacitação do quadro de funcionários;
- ? incentivo à educação ambiental;
- ? capacitação dos moradores das RESEX's para exploração sustentável dos recursos, auto-fiscalização e elaboração de planos de desenvolvimento;
- ? abertura de concessão privada para exploração sustentável de FLONA's;
- ? desenvolvimento regional para geração de emprego e renda;
- ? desenvolvimento do ecoturismo;
- ? ampliação dos recursos financeiros para as áreas de conservação.

Outro problema que se identifica é que o desmatamento e a ocupação da terra no entorno dos parques para exploração imobiliária e atividades agropecuárias convertem grande parte dessas unidades em “ilhas verdes” sob constante pressão externa, a despeito da legislação que prevê a existência do entorno – uma faixa de 10 km ao redor das Unidades de Conservação. Nessa “zona tampão”, definida em resolução do Conama, a ocupação humana e as atividades econômicas devem ser compatíveis com o papel das preservação da unidade, não oferecendo risco para sua integridade.

7.8.3 - COOPERAÇÃO INTERNACIONAL EM APOIO ÀS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

A principal fonte de recursos para as áreas protegidas está nos programas de empréstimos e cooperação internacional. Mas as Unidades de Conservação recebem também significativos recursos

da União para desapropriação de terras, manutenção e gestão, além da arrecadação direta de ingressos e concessões de vendas de produtos e subprodutos florestais.

O Programa Nacional de Meio Ambiente - PNMA, no seu componente Unidades de Conservação, constituiu a maior fonte de recursos para as Unidades de Conservação federais, no período de 1991 a 1996. Uma parcela da contrapartida brasileira para esse componente foi financiada por doação do banco alemão KFW.

Com recursos do Tesouro Nacional, do KFW e empréstimos do Banco Mundial, o PNMA financiou programas para Unidades de Conservação em vários estados. De 1991 a 1996, os valores aplicados pelo PNMA em Unidades de Conservação somaram US\$ 25,69 milhões.

Outro avanço foi a implementação e recuperação da infra-estrutura física e dos equipamentos das Unidades de Conservação, onde cerca de US\$12,6 milhões do PNMA foram investidos em 1996 e 1997, contribuindo para o manejo dessas unidades. Também merecem registros ações para promover levantamentos fundiários e demarcação de Unidades de Conservação, afim de viabilizar futuras desapropriações.

Outras agências e organizações internacionais, entre elas BID, Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional - USAID, WWF, governos da França e Canadá, têm repassado recursos diretamente para as ONG's que trabalham no entorno de Unidades de Conservação, em geral com programas de extensão rural, associativismo e educação ambiental.

7.8.4 - AS RESERVAS PARTICULARES DO PATRIMÔNIO NATURAL

Outro avanço importante na conservação da diversidade biológica no Brasil está acontecendo com a implantação das Reservas Particulares do Patrimônio Natural - RPPN's, áreas privadas, gravadas com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica - um tipo de reserva criado pelo decreto federal nº 98.914, de 31 de janeiro de 1990, e consolidado pela lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que experimentou forte expansão após 1992.

Em 1990, chegou-se ao modelo atual, em que as áreas consideradas RPPN's não são desmatadas e não há retirada de produtos extrativistas para que a área mantenha as características de banco genético, com proteção integral e perene. O decreto nº 1.922, de 5 de junho de 1996, estabeleceu regras para o reconhecimento das RPPN's. Tinham sido criadas 150 em todo o país até 1998, totalizando 341.057,34 ha, com áreas entre 1.000 e 104.000 hectares.

O proprietário pode transformar toda a área em RPPN, ou apenas parte dela. Para que uma área possa ser reconhecida como RPPN, ela precisa: ser significativa para a proteção da diversidade biológica, conter paisagens de grande beleza ou reunir condições que justifiquem ações de recuperação ambiental capazes de promover a conservação de ecossistemas frágeis ou ameaçados. Os proprietários de RPPN's, pessoas físicas ou jurídicas, usufruem de algumas vantagens: não pagam Imposto Territorial Rural - ITR na parte da propriedade que tenha essa destinação, têm prioridade para obter recursos do FNMA e têm proteção contra queimadas, caça e desmatamento.

Tabela 42 - RPPN's por Unidades da Federação

Unidades da Federação	N.º de RPPN's	Área (ha)
Amapá	1	46,75
Amazonas	5	104.222,96

Pará	1	2.000,00
Rondônia	1	623,24
Roraima	1	109,59
Tocantins	1	745
Total Região Norte	10	107.747,54
Alagoas	3	180,5
Bahia	15	9.821,59
Ceará	3	3.124,33
Maranhão	5	1054,04
Paraíba	4	5.580,65
Pernambuco	1	1.485,00
Piauí	1	27.458,00
Rio Grande do Norte	2	910,24
Total Região Nordeste	34	49.614,35
Distrito Federal	1	1,00
Goiás	15	13.306,60
Mato Grosso	6	82.040,79
Mato Grosso do Sul	9	49.533,35
Total Região Centro-Oeste	31	144.881,74
Minas Gerais	30	21.841,60
Rio de Janeiro	16	3.037,78
São Paulo	10	346,19
Total Região Sudeste	56	25.225,57
Paraná	4	2.272,35
Rio Grande do Sul	9	3.175,68
Santa Catarina	6	8.140,11
Total Região Sul	19	13.588,14
Total Brasil	150	341.057,34

Fonte: IBAMA-DIREC, 1998.

7.8.5 - TERRAS INDÍGENAS

No Brasil, as áreas indígenas são destinadas pela União ao usufruto exclusivo das comunidades indígenas que as habitam. De acordo com o art. 17 da lei nº 6.001 de 19 de dezembro de 1973 (Estatuto do Índio), reputam-se terras indígenas as áreas reservadas (reserva indígena; parque indígena e colônia agrícola indígena) e as terras de domínio das comunidades indígenas ou de silvícolas.

Concomitantemente, a portaria nº 1.060, de 05 de dezembro de 1994, da Fundação Nacional do Índio - FUNAI estipulou o nome de “terra indígena” para todo e qualquer território ocupado por índios.

Valendo-se dessa classificação, o Brasil possui uma extensão territorial de 97.624.245 ha de terras indígenas, correspondendo a 11,42% do território nacional. Existem 561 terras indígenas, classificadas

em registradas, homologadas, demarcadas, delimitadas e identificadas. O maior número encontra-se na região Norte, com 294 terras.

Essas áreas não são consideradas unidades de conservação, considerando que seu objetivo primário de manejo não é a proteção da diversidade biológica. No entanto, devido à extensão ocupada, são muito importantes no processo de proteção da riqueza biológica do país.

7.9 - PREVENÇÃO DE QUEIMADAS

7.9.1 - SISTEMA NACIONAL DE PREVENÇÃO E COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS - PREVFOGO

Em 10 de abril de 1989, o governo federal criou, por meio do decreto nº 97.635, o Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais - PREVFOGO, que atribui ao IBAMA, a competência de coordenar as ações necessárias à organização, à implementação e à operacionalização das atividades relacionadas à educação, à pesquisa, à prevenção, ao controle e ao combate aos incêndios florestais¹²⁸ e queimadas¹²⁹.

Em 1990, primeiro ano de atuação do PREVFOGO, foram definidas duas linhas distintas de atuação, uma de curto e outra de médio prazo.

A primeira teve como objetivo primordial estabelecer mecanismos emergenciais de proteção contra incêndios nas Unidades de Conservação da União mais sujeitas a esse tipo de ocorrência. Para tanto procurou-se dotá-las de infra-estrutura e meios para prevenção e combate aos incêndios florestais, bem como de recursos humanos capacitados para tais tarefas. Para atender a esse último aspecto, o IBAMA firmou convênios, inicialmente, com os Corpos de Bombeiros dos estados do Rio de Janeiro, Distrito Federal e Goiás. Em 1991, essas atividades foram ampliadas e, a cada ano, novas áreas protegidas e outros estados estão sendo atendidos pelo programa.

A segunda linha de atuação objetivou o desenvolvimento de trabalhos que permitiram desenhar a forma de organização e operação do sistema, cujas etapas estão sendo gradativamente implantadas e avaliadas.

7.9.1.1 - Estrutura do Programa

A estrutura do PREVFOGO é composta de 5 Programas: Prevenção, Controle, Combate, Pesquisa e Treinamento. Cada programa, por sua vez, é constituído por uma série de projetos.

? Programa de Prevenção: prevê ações que permitirão tanto antecipar a tomada de decisões sobre um eventual risco de ocorrência de incêndio quanto atuar diretamente sobre as potenciais causas dos incêndios.

¹²⁸ É todo fogo sem controle que incide sobre qualquer forma de vegetação, podendo tanto ser provocado pelo homem (intencional ou negligência) como, por fonte natural (raio).

¹²⁹ São práticas agropastoris ou florestais, onde o fogo é utilizado de forma controlada, atuando como um fator de produção.

- ? Programa de Controle às Queimadas e Incêndios Florestais: visa estabelecer um Sistema de Detecção de Focos (por satélite, aéreo e local) e um sistema de Autorização e Controle de Queimadas.
- ? Programa de Combate aos Incêndios Florestais: o objetivo é desenvolver uma sistemática que permita, uma vez identificado o foco, que ele seja contido dentro de limites bastante reduzidos, por meio do desenvolvimento de tecnologias apropriadas às nossas condições, da formação e capacitação de recursos humanos e do estabelecimento de planos e estratégias para combate aos incêndios florestais.
- ? Programa de Pesquisas: a necessidade e a urgência de se conhecer e dominar a questão do fogo em matas e campos fez com que o PREVFOGO considerasse a importância de coordenar um programa dessa natureza, que permitisse estabelecer indicadores de como manejar o fogo sob diferentes ecossistemas, por meio da avaliação do seu comportamento e dos impactos ambientais por ele provocados.
- ? Programa de Treinamento: tem como principal objetivo montar uma estrutura de capacitação de recursos humanos para atuar na área de incêndios florestais e queimadas, no contexto gerencial e operacional, de modo a oferecer a todas as agências que integram o sistema oportunidades para elevar o nível de conhecimento e habilidade de seu pessoal. Como se trata de uma iniciativa pioneira no Brasil, a estruturação desse programa tem se preocupado em contemplar desde a formação de treinadores até a definição de conteúdo programático, a elaboração de material didático e a estruturação física de alguns centros regionais de treinamento.

7.9.2 - PROGRAMA DE PREVENÇÃO E CONTROLE ÀS QUEIMADAS E AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PROGRAMA DE QUEIMADAS ARCO DO DESFLORESTAMENTO - PROARCO

7.9.2.1 - Queimadas e Incêndios na Floresta Amazônica

Ao longo dos anos 1980, os índices de desflorestamento da Amazônia chegaram a consumir mais de 21 mil km²/ano de floresta. Na esteira desses desmatamentos, foram identificadas as maiores queimadas e incêndios na região.

Nesse contexto, a combinação do excessivo número de queimadas em áreas desflorestadas da Amazônia com os efeitos adversos de *El Niño* poderá aumentar a susceptibilidade da cobertura vegetal da região ao fogo, especialmente em sua porção mais ao sul, correspondendo ao Arco de Desflorestamento.

Após o episódio dos incêndios florestais ocorridos no estado de Roraima, o governo federal reconheceu suas limitações para tratar de tais problemas isoladamente, sem o concurso de outras instâncias governamentais e não-governamentais.

De modo geral, o episódio mostrou que as instituições governamentais que atuavam no controle das queimadas e incêndios florestais não estavam suficientemente aparelhadas e capacitadas para exercerem um efetivo monitoramento e controle desses processos. Os programas existentes, tanto no âmbito federal quanto estadual, não se mostraram eficazes para o seu equacionamento, resultando em ações pontuais, descoordenadas e descontínuas, com pouca otimização de infra-estrutura e recursos financeiros, materiais e humanos.

7.9.2.2 - O PROARCO: Resposta ao Problema

A experiência de Roraima, a crescente exposição da floresta à ação do fogo e a expectativa do agravamento do quadro de sinistros, principalmente devido aos efeitos do *El Niño*, exigiam uma resposta imediata dos governos federal e estaduais, bem como da sociedade, na procura de soluções que minimizassem os problemas provocados pelas queimadas e incêndios florestais.

A resposta foi consubstanciada no Programa de Prevenção e Controle às Queimadas e aos Incêndios Florestais no Arco do Desflorestamento - PROARCO, lançado em maio de 1998 pelo IBAMA.

O escopo geral do PROARCO (www2.ibama.gov.br/proarco/index0.htm) é prevenir e combater a ocorrência de incêndios florestais em larga escala na Amazônia Legal, especialmente no “arco do desflorestamento” (vide item 7.7.3), identificado como uma área bastante alterada pela ação agropecuária, exploração florestal e outras intervenções e sujeito a catástrofes de grandes proporções.

Para tanto, o programa pretende promover a integração dos órgãos de diferentes esferas do governo e da sociedade na execução de ações de prevenção, fiscalização e controle das queimadas e combate aos incêndios florestais na região, descentralizando a execução das ações e definindo as responsabilidades do governo federal, dos estados e das prefeituras.

7.9.3 - PROIBIÇÃO DA QUEIMA NA COLHEITA DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE SÃO PAULO

O estado de São Paulo é o maior produtor de cana-de-açúcar do Brasil, com cerca de 3 milhões de hectares de seu território dedicados ao plantio dessa cultura, o que representa quase metade da área plantada de cana-de-açúcar do país. O estado apresenta alto grau de emprego de tecnologia de produção, constituindo o principal pólo sucroalcooleiro do país. No ano agrícola 1995-96, o plantio de cana-de-açúcar destacou-se como a principal lavoura temporária no estado, junto com a do milho.

A prática da despalha da cana-de-açúcar pela queima é corrente no estado, acompanhando exemplo de outras unidades da federação e de outros países do mundo. No entanto, essa prática vem sendo contestada por membros do Ministério Público estadual por meio de ações judiciais e pela ação das comunidades preocupadas com os efeitos dessa prática agrícola sobre a saúde, a segurança, o meio ambiente e a qualidade de vida nos meios urbanos próximos às plantações. É questionada também pelos técnicos de governo da área ambiental pelos seus danos ambientais, particularmente a poluição do ar, os riscos de incêndios e os desmatamentos.

Deve-se reconhecer, no entanto, que a colheita mecânica da cana-de-açúcar vem crescendo nos últimos anos, e apresenta alguns benefícios de ordem ambiental. No sistema de colheita mecânica, a palha deixa de ser queimada, evitando emissões de poluentes atmosféricos, e as folhas secas, ponteiros e folhas verdes cortadas são lançados sobre a superfície do solo, formando uma camada de material que, ao degradar-se, constitui fonte de nutrientes para o solo e para a cultura da cana-de-açúcar, ou ainda é utilizada para a geração de energia.

O governo do estado de São Paulo tem adotado medidas desde meados da década de 1990 para procurar conter os problemas resultantes da queima da palha, uma das questões ambientais mais sérias do estado, sem prejudicar a produção agrícola e os empregos gerados no setor. Tem sido marcante a pressão de usineiros que alegam dificuldades econômicas em adotar métodos menos poluentes para o corte da cana-de-açúcar, o que tem gerado discussões e negociações permanentes de novos prazos para a eliminação gradual da despalha pela queima. Existe também um outro fator complicador no processo de eliminação gradual da despalha pela queima e sua substituição pela mecanização agrícola, que é o

aumento do desemprego rural, com a eventual demissão de mão-de-obra empregada na colheita da cana-de-açúcar.

Em 1998, foi editada uma resolução conjunta nº 01/98 entre a Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento e do Meio Ambiente, regulamentando a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar, estabelecendo a obrigatoriedade da apresentação de planos, critérios, prazos e relatórios de eliminação de queimadas, dentre outras medidas.

Posteriormente, em 1999, retomaram-se as discussões no âmbito da Câmara do Setor Sucroalcooleiro do Estado de São Paulo, visando nova negociação dos termos de um regulamento que se consubstanciou no decreto estadual nº 42.056, de 1997, que foi incapaz de atender uma série de reivindicações.

No ano 2000, a Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo aprovou uma lei que definiu procedimentos, proibições, regras de execução e medidas de precaução a serem obedecidas quando do emprego do fogo em práticas agrícolas, pastoris e florestais (lei nº 10.547, de 2 de maio de 2000), conhecida pelo nome de "Lei das Queimadas". Tal lei não estabelecia um cronograma claro para a eliminação das queimadas, nem tampouco definia sanções claras para os que não as cumprissem. Assim, novas medidas legais estão sendo tomadas no sentido de regulamentar o processo de proibição de queimada da cana-de-açúcar no estado¹³⁰.

7.10 - PROGRAMA ESTADUAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS - PROCLIMA - SP

A principal razão para a criação do PROCLIMA pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo, em 1995, foi a constatação de que um processo de crescimento econômico e demográfico contínuo, que atendesse às necessidades de desenvolvimento do estado de São Paulo, implicaria no aumento de consumo de energia em atividades industriais e agrícolas, provocando um aumento líquido das emissões de gases de efeito estufa.

Considerou-se que São Paulo, sendo responsável por 40% do PIB e 44% do produto industrial do país¹³¹, teria a responsabilidade de tomar medidas que adaptassem sua economia às implicações das mudanças climáticas globais.

Outro pressuposto do programa é que o estado de São Paulo seja também responsável pelo cumprimento das obrigações assumidas pelo governo brasileiro no âmbito da Convenção sobre Mudança do Clima.

Os objetivos gerais do Programa são:

¹³⁰ A lei nº 10.547 foi regulamentada por meio do decreto nº 45.869, de 22 de junho de 2001, que dispõe, dentre outras coisas que: "o emprego do fogo, como método despalhador e facilitador do corte da cana-de-açúcar, deve ser eliminado de forma gradativa, não podendo a redução, a cada período de cinco anos, ser inferior a 25% da área de cada unidade agroindustrial ou propriedade não vinculada a unidade agroindustrial, (...)". O decreto estabelece ainda que a partir do ano 2001 não se efetuará a queima da palha da cana-de-açúcar em percentual correspondente a 25% das áreas mecanizáveis e 13,35% das áreas não-mecanizáveis. O cumprimento desses dispositivos, dentre vários outros, foi considerado difícil pelos produtores de cana. Um novo projeto de lei, cujo cumprimento é considerado mais factível pelos produtores rurais, ao mesmo tempo em que atenderia às exigências dos órgãos ambientais, está em tramitação na Assembléia Legislativa do Estado.

¹³¹ Estima-se que as emissões de CO₂ do setor energético do Estado de São Paulo correspondam a 40% dessas emissões no país.

- ? elaboração de inventários das emissões antrópicas por fontes e dos sumidouros de todos os gases de efeito estufa no estado, não controlados pelo Protocolo de Montreal;
- ? formulação e aplicação de programas que contenham medidas orientadas a controlar ações antrópicas causadoras de mudança do clima;
- ? promoção do desenvolvimento e a aplicação de práticas e processos que controlem, reduzam ou previnam as emissões antrópicas em alguns setores pertinentes, entre eles, energia, transporte, indústria, agricultura, pecuária e gestão de resíduos;
- ? promoção do intercâmbio de informação pertinente, de ordem científica, tecnológica, técnica, socioeconômica e jurídica sobre o clima e as mudanças climáticas, e sobre as consequências econômicas e sociais de algumas estratégias de resposta;
- ? promoção da educação, da capacitação e da sensibilização da população em relação à problemática do clima;
- ? fomento ao conhecimento da problemática pelos institutos de pesquisa e universidades, estabelecendo uma ampla rede de cooperação nacional e internacional, bem como informação e orientação da população sobre práticas e comportamentos positivos;
- ? promoção de medidas e iniciativas, em nível estadual, decorrentes das obrigações assumidas pelo país, em função da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima.

O programa foi desenvolvido a partir de uma coordenação, sediada na CETESB, particularmente na Diretoria de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia. Dentre as atividades promovidas no âmbito do programa, e coordenadas diretamente pelo Gabinete do Secretário ou pela Diretoria de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia da CETESB, podem ser elencadas as especificadas a seguir.

Os objetivos e premissas do PROCLIMA, bem como os exemplos de atividades desenvolvidas no âmbito do programa, constituem importantes exemplos a serem seguidos por outros estados da federação, no intuito de se promover a implementação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e de princípios de proteção ambiental consagrados em diferentes normas ambientais nacionais e internacionais.

7.11 - CIDADES PELA PROTEÇÃO DO CLIMA

A campanha “Cidades pela Proteção do Clima” - CCP (*Cities for Climate Protection Campaign*) é uma iniciativa do Conselho Internacional para as Iniciativas Ambientais Locais - ICLEI (*International Council for Local Environmental Initiatives*), lançada em junho de 1991. Trata-se de uma campanha internacional para mobilizar ações do governo local em prol da redução das emissões de gases de efeito estufa e dar força de expressão internacional coletiva aos governos municipais frente aos governos nacionais e à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

Um dos objetivos da campanha é coordenar iniciativas e prover assistência técnica e material educativo às municipalidades para o desenvolvimento da capacidade local para compreender e implementar os “Planos Locais de Ação” que possam reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Para isso, um dos objetivos centrais da campanha é desenvolver e manter uma estrutura que encoraje os participantes da campanha a monitorar, quantificar e relatar seus resultados ao ICLEI e aos seus governos nacionais.

Até 30 de junho de 1997, a CCP já havia recrutado 174 governos locais, representando uma população de 100 milhões de pessoas em todo o mundo. As emissões urbanas de CO₂ dessas cidades contribuem com cerca de 5% do total global de emissões.

Embora países em desenvolvimento não tenham firmado compromissos no sentido de estabelecer metas de redução de emissões de gases de efeito estufa, de acordo com o Protocolo de Quioto, as cidades desses países podem e estão convidadas a aderir a essa campanha e tomar iniciativas para reduzir suas emissões.

No Brasil, seis cidades brasileiras, onde concentram-se cerca de mais de 9,3 milhões de habitantes, aderiram à essa campanha: Rio de Janeiro - RJ, Volta Redonda - RJ, Niterói - RJ, Betim - MG, Goiânia - GO e Porto Alegre - RS. Cada qual formalizou sua adesão à campanha, mediante a assinatura de uma resolução do governo municipal, comprometendo-se a seguir as diretrizes básicas definidas pelo ICLEI para a participação, desenvolvendo projetos para a otimização e a eficácia na redução de emissões de gases do efeito estufa, sendo que muitas delas já estão tomando medidas locais para tanto.

Por exemplo, a cidade do Rio de Janeiro, por meio de sua Secretaria do Meio Ambiente, vem procurando se adequar à iniciativa, por meio das seguintes atividades e programas: elaboração de critérios para o uso e ocupação do solo e planos de gestão nas unidades de conservação; controle e fiscalização sistemática de atividades modificadoras do meio ambiente; cadastro das atividades potencialmente poluidoras; consumo eficiente de energia; desenvolvimento e investimento em transportes alternativos; programa cicloviário; tratamento adequado de resíduos e reciclagem; controle da qualidade do ar; preservação e recuperação da cobertura vegetal; estruturação do sistema de informações ambientais; conscientização e comprometimento da população com as questões ambientais.

Quadro 5 - Outras iniciativas ambientais urbanas

Outras cidades no Brasil estão desenvolvendo atividades e programas ambientais, embora fora do âmbito da CCP, que também consideram a redução ou limitação de gases de efeito estufa em suas justificativas.

A Prefeitura do Município de São Paulo, por meio da SMMA, também está negociando sua adesão à campanha da CCP, mas já apresenta, em seu Sistema de Planejamento Estratégico e Gestão, diversos planos, programas e projetos que visam a melhoria, a preservação e a conservação da qualidade ambiental. Como exemplos, pode-se citar o Programa de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso - I/M-SP; o Programa do Gás Natural; o Programa Um Milhão de Árvores; e o Projeto de Implantação de Ciclovias.

Curitiba tem demonstrado tradicionalmente uma preocupação dirigida ao ordenamento do espaço urbano, aspecto que se reflete nas questões ambientais gerais. O Sistema de Transporte Coletivo experimenta o biodiesel, resultado da composição de produtos tradicionais com elementos não poluentes e o álcool, valorizado enquanto combustível alternativo em algumas linhas de transporte. Além disso, a cidade conta com uma política de criação de espaços alternativo ao uso de automotores, como a rede de ciclovias; monitoramento da qualidade do ar; Lei de Zoneamento e Uso do Solo; políticas de destinação de resíduos sólidos; projetos de separação de lixo; e programas de educação ambiental.

Várias cidades do Brasil, de pequeno e médio porte, em todas as regiões, têm demonstrado seu compromisso com a preservação do meio ambiente e muitas delas têm buscado elaborar planos de ação (Agenda 21 locais, etc.) para tal fim.

7.12 - MEDIDAS DE CARÁTER FINANCEIRO E TRIBUTÁRIO

7.12.1 - UMA AVALIAÇÃO DOS INCENTIVOS FISCAIS DO Fiset - FLORESTAMENTO/REFLORESTAMENTO

A partir de meados da década de 1960, a política florestal brasileira concentrou seus recursos na atividade reflorestadora e na silviindústria, em detrimento das demais áreas de atuação de responsabilidade do IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, criado em 1967.

7.12.1.1 - Os incentivos

Em 2 de setembro de 1966, a lei nº 5.106 introduziu os Incentivos Fiscais ao Reflorestamento, beneficiando pessoas físicas e jurídicas contribuintes do Imposto de Renda que optassem por destinar parte de seus recursos devidos ao Fisco para a atividade reflorestadora. No primeiro caso, a pessoa física podia abater de sua renda bruta todas as aplicações realizadas na atividade, até o limite de 50% dessa renda; as pessoas jurídicas podiam deduzir o valor das despesas no seu imposto a pagar, até o limite de 50% desse.

Pelo decreto-lei nº 1.134 de 16 de novembro de 1970, a pessoa jurídica poderia, ao invés de deduzir as despesas feitas do valor de seu imposto devido, descontar até 50% desse imposto para a aplicação (a partir do exercício financeiro seguinte) em empreendimentos florestais, cujos projetos fossem aprovados previamente pelo IBDF.

Em 12 de dezembro de 1974, o decreto-lei nº 1.376 possibilitou uma nova modalidade de gestão para aqueles recursos, por meio do estabelecimento de Fundos, não somente para o reflorestamento, mas também para outras atividades, como pesca e turismo.

Com a criação do fundo de incentivos fiscais para o florestamento/reflorestamento (Fiset-F/R), o IBDF passava a ter maior responsabilidade pela administração dos incentivos e sua aplicação. Deve-se ressaltar também que os incentivos não se basearam em recursos gerados pelos próprios projetos, pois incidiam na fase inicial dos mesmos, tornando-os muito atrativos às potenciais empresas reflorestadoras.

7.12.1.2 - Resultados positivos

Após vinte anos de vigência, o Fiset-F/R foi extinto pela lei nº 7.714, de 29 de dezembro de 1988. Também o IBDF foi extinto e suas atribuições passaram ao IBAMA, criado em 1989. Apesar de tantas distorções ocorridas na implementação do Fiset-F/R, podemos enumerar alguns pontos positivos, decorrentes do funcionamento programa:

- ? foram plantados 7,2 milhões de hectares (a maior floresta plantada do planeta), apesar de que 15% desse total foi perdido pela utilização de áreas inadequadas ou pela falta de mercado;
- ? foram criados 1,6 milhões de empregos diretos fixos;
- ? houve geração de riqueza da ordem de 4,7 % do PIB;

- ? o país é o quarto maior exportador de papel e o terceiro maior exportador de celulose (de acordo com dados de 1998);
- ? foram conservados 2,3 milhões de hectares de florestas nativas, constituindo o maior corredor ecológico da Mata Atlântica;
- ? alcançou-se um nível de US\$ 13 bilhões de exportações/ano;
- ? os impostos arrecadados alcançaram US\$ 4,5 bilhões;
- ? desenvolveu-se uma tecnologia de fomento às empresas do setor fazendeiro florestal.

7.12.1.3 - Resultados negativos

Se, antes dos incentivos, o reflorestamento estava restrito a poucas empresas, com o Fiset-F/R foram implantados maciços florestais em larga escala durante os vinte anos em que os incentivos foram concedidos. Mas apesar de relativo sucesso, que incluiu substituição de importações, contribuição nas exportações e avanços na área de biotecnologia, o programa foi criticado por diversos segmentos da sociedade quanto aos custos sociais envolvidos, causadores de graves distorções.

Informações fornecidas por relatórios do próprio IBDF indicaram grandes disparidades encontradas entre o custo efetivo (de mercado) de implantação e manutenção de empreendimentos florestais incentivados e o custo pago pelo IBDF, o que evidenciava a ineficiência nos procedimentos adotados na aprovação de projetos e no pagamento dos custos dos empreendimentos. Boa parte da capitalização do setor e de seu avanço deve estar ligada a essa diferença. Desse modo, o programa teria deixado de contribuir para a redução dos déficits públicos.

Por outro lado, o processo de seleção de projetos no IBDF era muito simplista, apenas colocando um patamar no lado dos custos. A análise era totalmente precária do ponto de vista metodológico e deficiente em relação aos objetivos que uma agência de desenvolvimento deveria perseguir.

Também o acompanhamento dos projetos feito pelo IBDF foi inadequado. Restringiu-se à verificação de sua execução física, tornando difícil sua correção, em tempo hábil, no caso de erros de implementação. Não havia acompanhamento dos projetos após sua implantação e manutenção de período incentivado.

Segundo o Tribunal de Contas da União - TCU, 50% dos plantios efetuados no âmbito desse programa em todo o país, estavam com época de corte vencida e eram antieconômicos por falta de mercado consumidor ou pelos elevados custos de transportes, devido à distância dos centros de consumo.

A legislação dos incentivos foi precariamente instrumentalizada, no que se referia à penalização de desvios, má aplicação dos recursos, perdas etc. e, quando obrigava o beneficiado à devolução dos incentivos, não previa a atualização monetária desses recursos. A equipe do TCU encontrou perdas estimadas em 15% dos investimentos florestais, motivadas por causas eventuais, desvios de recursos ou abandono dos projetos. Houve morosidade do IBDF em promover a execução das empresas faltosas ou omissas, bem como insucesso nas tentativas de natureza administrativa ou judiciais adotadas.

Contudo, não se desconhece a contribuição que a atividade do reflorestamento incentivado tenha prestado à conservação ambiental, mas nos moldes em que os incentivos foram conduzidos em seus 20 anos, ocorreram fatos ambientalmente prejudiciais, como a permissão de que florestas nativas fossem derrubadas para serem substituídas por reflorestamento homogêneo. Esse tipo de subsídio implícito à remoção de florestas naturais foi um fato muito criticado e apontado como economicamente ineficiente.

Deve-se ressaltar que, nos dias de hoje, um incentivo do tipo do Fiset dificilmente seria uma alternativa considerada pelo governo brasileiro, considerando que esse se baseou em renúncia fiscal e que durante os vinte anos em que os incentivos foram concedidos gastou-se US\$ 6 bilhões para estimular a atividade florestadora.

7.12.2 - PROTOCOLO VERDE

Em 1995, o governo federal lançou o programa “Protocolo Verde”, com a finalidade de induzir a incorporação da variável ambiental, como critério indispensável ao desenvolvimento sustentável, no processo de análise para a concessão do crédito oficial e de benefícios fiscais.

Os dois objetivos originais do Protocolo são: priorizar a alocação de recursos públicos, por meio de operações de crédito ou benefícios fiscais, em projetos que apresentem maior capacidade de auto-sustentação socioambiental; e evitar o uso desses recursos em projetos que contribuam para aumentar o passivo ambiental do Brasil.

O decreto de 29 de maio de 1995 instituiu o Grupo de Trabalho que elaborou as linhas de atuação do Protocolo Verde, culminando com a assinatura da “Carta de Princípios para o Desenvolvimento Sustentável”¹³², pelos cinco bancos federais (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, Banco do Brasil, Caixa Econômica Federal, Banco do Nordeste do Brasil e Banco da Amazônia).

No cumprimento da Carta, para desenvolver as propostas do Protocolo Verde, os bancos federais signatários, em conjunto com os Ministérios do Meio Ambiente, da Fazenda, do Planejamento e da Agricultura, e o Banco Central, integraram um Grupo de Trabalho coordenado pela Câmara de Recursos Naturais da Casa Civil da Presidência da República, tendo a FINEP sido incorporada posteriormente.

Esse grupo identificou algumas prioridades entre as diretrizes do documento inicial do Protocolo Verde, a serem executadas em conjunto ou individualmente, de acordo com o mandato de cada instituição envolvida. Nestas prioridades, destacaram-se três grupos básicos de temas:

- ? definir critérios e preparar instrumentos para a análise da variável ambiental na alocação de crédito;
- ? identificar necessidades de melhorar o sistema de licenciamento ambiental e de eventuais alterações no arcabouço da legislação e das regulações ambientais;
- ? buscar novas fontes e mecanismos para incrementar a disponibilidade de fundos para projetos ambientais.

As maiores dificuldades encontradas para o atendimento dos temas citados, sobretudo na efetiva incorporação das propostas do Protocolo Verde no cotidiano das operações de crédito dos bancos federais, decorrem das necessidades tanto de rever alguns conceitos estruturais relativos à forma de produção e ao tipo de consumo na nossa sociedade, quanto de mudar procedimentos e posicionamentos do Estado e de suas instituições financeiras. Entretanto, essas novas formas de atuar são cada dia mais justificáveis, uma vez que a questão ambiental vai deixando de ser tratada como

¹³² A citada “Carta”, ao listar os Princípios Gerais do Desenvolvimento Sustentável, dispõe, entre outros, que o setor bancário deve privilegiar de forma crescente o financiamento de projetos que não sejam agressivos ao meio ambiente ou aqueles que apresentem características de sustentabilidade; que os riscos ambientais devem ser considerados nas análises e nas condições de financiamento; e que a gestão ambiental requer a adoção de práticas que antecipem e previnam degradações do meio ambiente.

uma externalidade no cenário econômico/financeiro e vai tomando novos contornos, tanto nos projetos governamentais como nos empreendimentos privados e nas relações comerciais (vide item 7.12.5).

O Protocolo Verde alcançou resultados principalmente no que concerne à conscientização e ao aparelhamento das instituições financeiras federais envolvidas; à adequação institucional dos mecanismos de licenciamento; ao esforço de identificação de recursos externos privados direcionados ao meio ambiente; ao desenho de projetos e programas, em conjunto com os bancos, voltados para o desenvolvimento sustentável e para o abatimento de passivos ambientais; e, em particular, à racionalização do uso de agrotóxicos.

7.12.3 - O ICMS ECOLÓGICO E APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS PROTETOR-RECEBEDOR E NÃO-POLUIDOR-RECEBEDOR NA GESTÃO AMBIENTAL

7.12.3.1 - O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS dos estados

O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS constitui uma parcela significativa da receita dos estados brasileiros e é também uma fonte importante de recursos para os municípios. O artigo 158 da Constituição Federal estipula que 25% dos recursos provenientes do ICMS em cada estado devem ser repassados aos seus municípios; desses 25%, 75% dos recursos devem ser distribuídos de acordo com o valor agregado gerado por cada município e os 25% restantes, segundo critérios estabelecidos pelos próprios estados.

Nos últimos anos, a distribuição desses últimos 25% incorporou, em alguns estados, uma nova categoria que estimula os municípios a manterem áreas de conservação e a desenvolverem práticas ambientais corretas, como o tratamento de lixo e de esgoto.

Essa categoria vem sendo comumente conhecida como “ICMS Ecológico” e destina-se a compensar aquelas municipalidades que abrem mão de gerar produtos e serviços ao município para que a sociedade possa usufruir dos recursos e serviços ambientais em seu território. É um ótimo incentivo para que os municípios não abandonem essas atividades ambientalmente corretas por não serem devidamente recompensados pelos recursos do ICMS (que anteriormente quase só privilegiava a atividade econômica) e para que outros, principalmente aqueles que não foram agraciados pela natureza com áreas de preservação naturais, criem reservas e empreendam atividades ecológicas.

Para citar um exemplo, o município de Piraquara, no Paraná, que possui 90% de seu território integrando mananciais de abastecimento para Curitiba e os restantes 10% destinados à unidades de conservação, recebe 82% de recursos de seu ICMS devido aos critérios ambientais do ICMS ecológico. Em Minas Gerais, o município de Marliéria teve um aumento de 2.131% no repasse do ICMS entre 1995 e 1998.

Segundo a WWF, que realizou um estudo amplo sobre o assunto, a adoção do ICMS Ecológico é a primeira experiência de inclusão do critério ambiental na redistribuição dos impostos. Alguns estados brasileiros já aplicam o ICMS Ecológico com bastante sucesso, enquanto outros ainda estão desenvolvendo os instrumentos legais para sua aplicação.

Destaca-se como pioneiro na aplicação do ICMS Ecológico o estado do Paraná, seguido por São Paulo, Minas Gerais, Rondônia, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul. Contudo, cada estado estabelece seus critérios de distribuição de acordo com características específicas da região, o que contribui para legitimar a aplicação do ICMS ecológico em áreas com características ambientais distintas.

Tabela 43 - ICMS Ecológico nas Unidades da Federação

Estado	Ano de aprovação da lei do ICMS Ecológico	% do ICMS dos municípios distribuída por critérios ambientais	Crítérios de distribuição
Paraná	1991 (Lei Complementar Estadual n 59/91)	5%	50% - municípios que possuem áreas de conservação em seus limites; 50% - municípios que possuem áreas protetoras de mananciais de abastecimento em seus limites
São Paulo	1993 (Lei Complementar Estadual n 8.510/93).	0,5%	Municípios com áreas destinadas à proteção ambiental, mas criadas e sob a responsabilidade do estado.
Minas Gerais	1995 (Lei Complementar Estadual n 12.040/95)	Aplicada de forma gradual: 0,33% em 1996, 0,66 em 1997 e 1% a partir de 1998.	50% - municípios que possuem unidades de conservação em seus limites; 50% - municípios que possuem sistemas de tratamento de resíduos sólidos ou de esgotos sanitários que atendam a certa proporção da população
Rondônia	1996 (Lei Complementar Estadual n 147/96)	5%	Unidades de conservação e outros espaços especialmente protegidos.
Rio Grande do Sul	1993 (Lei Estadual), mas o ICMS Ecológico só entrou em vigor em 1999.)	2,57%	Municípios que possuem mananciais de abastecimento e unidades de conservação.
Mato Grosso do Sul	1994 (Lei Complementar n 077 de 07/12/94).	5%	Municípios que possuem unidades de conservação.

7.12.3.2 - Os princípios de gestão ambiental na aplicação do ICMS Ecológico

A gestão ambiental nos países em que existe abundância de recursos aplica o princípio “usuário-poluidor-pagador”, que ainda não é comum em países de escassez financeira. Em situações de pobreza, é mais eficaz subverter esse conceito e aplicar o princípio “protetor-recebedor”, pois, nesses países, a disposição a receber é mais alta do que a disposição a pagar. Aqueles que limpam recebem; aqueles que permanecem sujando o ambiente, perdem dinheiro para os que limpam¹³³.

A adoção desse sistema “protetor-recebedor” depende da existência de um governo comprometido em reduzir as desigualdades entre cidades pobres e ricas, bem como a pressão demográfica sobre as

¹³³ Andrés Ribeiro, M., 1999. “Sobre o Princípio Protetor-Recebedor”, Revista Eco 21, Rio de Janeiro, pp. 43-48.

grandes cidades, interessado em promover cidades de pequeno e médio porte, e sensível ambientalmente para a ecologização das políticas públicas, o saneamento e a saúde.

Nesse contexto, em maior ou menor intensidade e dependendo da legislação específica de cada estado, o ICMS Ecológico representa um mecanismo de transferência de recursos para os municípios que “investem” na conservação do ambiente, por meio da manutenção de reservas ambientais ou mananciais sob seu território, seguindo o princípio “protetor-recebedor”, e para os municípios que empreendem atividades ambientalmente saudáveis, como o saneamento, seguindo o princípio “não-poluidor-recebedor”.

O princípio “protetor-recebedor” recompensa aquele que preserva um recurso de interesse coletivo e público. Esse princípio é análogo àquele adotado para recompensar os proprietários de imóveis com valor histórico, tombados pelo patrimônio cultural, permitindo-lhes transferir o direito de construir para outro local, não penalizando esses proprietários. Caso não sejam adotadas tais compensações, a intenção de proteger poderia gerar o fenômeno inverso, ou seja, a aceleração de destruição do bem natural que se deseja preservar.

A maioria dos estados que instituiu o ICMS segue mais o princípio “protetor-recebedor”, por meio da compensação financeira e aumento da alíquota do ICMS a municípios que tenham parte de seus territórios ocupada por unidades de conservação — áreas de proteção ambiental, parques, estações ecológicas, etc.— ou que invistam na proteção de mananciais, por meio de unidades de conservação, como visto na tabela 43.

Considerando o princípio “não-poluidor-recebedor”, somente Minas Gerais dá incentivos econômicos a municípios que investem no saneamento. Cidades que operam estações de tratamento de água e esgoto para no mínimo 50% de sua população, ou que servem ao menos 70% dos habitantes com sistema de disposição de resíduos sólidos, recebem parcela adicional do imposto¹³⁴.

Três meses depois de receberem a licença ambiental para operar o aterro sanitário, usina de lixo ou estação de tratamento de esgoto, os municípios começam a receber os recursos adicionais. Eles têm autonomia no uso desses e vários os aplicam no saneamento e na criação de parques, de modo que sua participação cresça ainda mais. O incentivo promove a competição entre os municípios e valoriza o exemplo daqueles que alcançaram resultados. Para usufruir dos benefícios do ICMS, os municípios precisam investir, fazer o dever de casa, agir tecnicamente e abandonar expectativas de conseguir recursos sem realizar previamente seu trabalho¹³⁵. Precisam dispor de pessoal técnico qualificado para elaborar projetos, implementá-los, colocar em funcionamento aterros, usinas, estações de tratamento.

Em Minas Gerais, nenhum município se beneficiou da lei no primeiro ano; no segundo ano, um município; e seis, no terceiro ano; beneficiando cerca de 20% da população do, o que atesta o estímulo positivo da lei do ICMS. Muitos outros municípios estão investindo recursos próprios na expectativa de retorno pelo investimento. A cada ano, com mais municípios se beneficiando, a parte de cada um diminuirá progressivamente, mas até então o incentivo seletivo terá alcançado seu objetivo, promovendo investimentos em matéria ambiental.

O ICMS ecológico induz os governos locais a investirem em ações que produzirão resultados mais eficazes que a simples penalização aos governos locais que não tratam os efluentes urbanos pelos quais são responsáveis, por exemplo. Trata-se de um incentivo positivo e de regulação não-coercitiva.

¹³⁴ Idem.

¹³⁵ Ibidem.

7.12.4 - REDUÇÃO DE EMISSÕES DECORRENTE DO INCENTIVO FISCAL PARA VEÍCULOS COM MOTORES 1.000 CILINDRADAS NO BRASIL

Em 1993, introduziu-se no Brasil um incentivo fiscal para estimular a produção de automóveis com motores pequenos (1.000 cilindradas¹³⁶). O corte no Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI tinha como objetivo encorajar a produção de automóveis mais eficientes que fossem acessíveis aos setores da população com renda mais baixa. Até 2000, cerca de 64% das vendas domésticas de automóveis novos consistiram de automóveis com motores de 1.000 cilindradas, conforme mostra a tabela 44.

Tabela 44 - Vendas, Economia de Combustível e IPI sobre Automóveis no Brasil, com base em Veículos com Motores de 1.000 Cilindradas e Outros Veículos Motorizados

1000 cc.				Todos os Outros			
Anos	Vendas (número de veículos)	Economia de Combustível (km/l)	IPI (%)	Vendas (número de veículos)	Economia de Combustível (km/l)	IPI (%)	% Vendas (1.000cc /total)
1992	92.573	8	14,0	504.391	8	31,0	15,5
1993	241.964	9	0,1	661.864	8	25,0	26,8
1994	447.867	10	0,1	679.806	8	25,0	39,7
1995	595.845	10	8,0	811.228	8	25,0	42,3
1996	701.440	10	8,0	704.105	8	25,0	49,9
1997	871.873	10	13,0	697.854	8	30,0	55,5
1998	702.927	12	8,0	508.958	8	25,0	58,0
1999	605.635	12	7,0	406.212	9	20,0	59,9
2000	754.419	12	10,0	422.355	9	25,0	64,1

Fonte: Base de dados fornecida por ANFAVEA (2001), GEIPOT (2001) e Carsale (2001).

Como os automóveis com motores de 1.000 cilindradas apresentam um consumo específico mais baixo do que os valores médios para os veículos equipados com motores mais potentes, a redução do IPI também ocasionou a redução das emissões de carbono. Nessa análise, supõe-se que, na ausência desse incentivo fiscal, a renovação da frota seria baseada em carros com consumo equivalente à média dos automóveis mais potentes para cada ano a partir de 1993, o que equivale a supor que carros com motores de 1.000 cilindradas no Brasil foram comprados por uma parcela da população que adquiriu anteriormente automóveis mais potentes. Em outras palavras, supõe-se que os incentivos fiscais não estimularam a compra de carros que poderia não ter ocorrido caso contrário; apenas mudou o tipo de automóvel adquirido. De acordo com a curva de sucateamento para veículos leves no Brasil, também se considera que todos os automóveis produzidos a partir de 1993 ainda estão em uso, embora se adote que a distância anual percorrida por carros mais velhos é inferior à percorrida por modelos mais novos.

A estimativa das emissões evitadas de carbono no período de 1993 a 2000, em razão das medidas aqui analisadas, baseou-se no número total de automóveis com motores de 1.000 cilindradas vendidos a partir de 1993, a distância média percorrida pelos veículos e suas diferentes economias de combustível, definidas conforme mostrado na tabela 44, com os últimos parâmetros variando de acordo com o ano em que o veículo foi fabricado. A redução total de emissões evitadas estimada para o período entre 1993 e 2000 é de 6,1 milhões tC¹³⁷.

¹³⁶ Veículos com motores de 1 litro ou 1.000 centímetros cúbicos (cc).

¹³⁷ Adotando uma média de 22% de álcool anidro misturado à gasolina.

7.12.5 - RESPONSABILIDADE AMBIENTAL DOS BANCOS

Conforme mencionado anteriormente, o artigo 225 da Constituição Federal de 1998 atribui ao Poder Público e à coletividade o dever de preservar o meio ambiente ecologicamente equilibrado para as presentes e futuras gerações. Os bancos públicos e privados não podem estar excluídos do conceito de “coletividade”.

Ademais, no Brasil, há vários dispositivos legais que procuram determinar diretrizes para os bancos públicos e privados em suas ações no tocante ao meio ambiente.

A Lei da Política Nacional de Meio Ambiente em seus artigos 3º, 12º e 14º, traz dispositivos que, aplicados às instituições financeiras, em amplo sentido, eleva o financiamento e o crédito ao nível de instrumentos de controle ambiental. Os financiamentos, principalmente aqueles de incentivo governamental, deverão incorporar a componente ambiental quando de seu deferimento, a partir da realização de estudos de impacto ambiental prévios à análise dos projetos e ao deferimento do crédito, tal como já vinha ocorrendo no âmbito do Banco Mundial.

Compreendem-se como entidades de financiamento não só os bancos tradicionais, mas também as cooperativas, autarquias, sociedades de economia mista, bancos múltiplos e de investimento, e até fundos de pensão, enfim, todas aquelas instituições que possam, em sentido amplo, encaixar-se na expressão "entidades ou órgãos de financiamento e incentivo governamental". Assim, os bancos poderiam ficar inseridos nos deveres de indenização de reparar os danos ambientais causados, responsabilidade essa qualificada como objetiva.

A Lei de Crimes Ambientais - lei nº 9.605, de 1998, trouxe vários dispositivos com impacto direto na consideração da responsabilidade ambiental dos bancos, destacando os artigos 2º, 3º e 4º.

Tal lei, consagrando a responsabilidade penal da pessoa jurídica, sustenta que as pessoas jurídicas serão responsabilizadas administrativa, civil e penalmente nos casos em que a infração seja cometida por decisão de seu representante legal ou contratual, ou de seu órgão colegiado, no interesse ou no benefício da sua entidade. A responsabilidade das pessoas jurídicas não exclui a das pessoas físicas, autoras, co-autoras ou partícipes do mesmo fato.

É possível entender a figura da gestão temerária ambiental quando se combina o artigo 4º, da lei nº 7.492, de 1986, com o artigo 12, da lei nº 6.938, de 1981. O artigo 12, da lei nº 6.938, de 1981, prevê claramente que as entidades de financiamento e incentivo governamental condicionarão a aprovação dos benefícios - financiamento e incentivo governamental - ao cumprimento do licenciamento ambiental e aos padrões, normas e critérios do Conama. Além disso, a Constituição Federal, em seu artigo 225, §3º, sustenta que as condutas e atividades lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

Em outras palavras, ao gerir temerariamente a instituição financeira, deferindo crédito sem a observância do licenciamento ambiental ou dos padrões do Conama, o administrador da instituição financeira estaria causando prejuízos à sua empresa, uma vez que essa poderá vir a ser condenada a ressarcir os eventuais prejuízos financeiros em face do meio ambiente; mais que isso, o administrador está-se colocando em condições de igualdade ao poluidor que pratica o crime de poluição e pode expor a vida alheia a perigo. O seu crime pode ser visto, também, pelo aspecto de dano ao meio ambiente que é patrimônio de todos, bem comum do povo (artigo 225, *caput*, da Constituição Federal).

No caso de incentivos fiscais, há outra vertente a ser ressaltada, uma vez que tais incentivos são parte do tributo que está sendo reduzido, a que a sociedade está renunciando, para se fomentar determinada atividade num certo local. Assim, o próprio imposto estaria sendo usado para causar dano ao meio ambiente.

Cabe também ressaltar que a responsabilização das instituições internacionais de crédito é medida alcançável por meio dos atos de Direito Internacional Público, além de fortalecida pelos dispositivos legais internos. Mas é certo que os danos causados por financiadores internacionais não podem estar fora do alcance da jurisdição do país, nem os atos de seus funcionários.

7.12.6 - CRÉDITO RURAL: RESTRIÇÕES AO INFRATOR AMBIENTAL

Em se tratando do setor rural, mais complexa e delicada torna-se a necessária simbiose entre o setor produtivo e o financeiro, tendo em vista tanto os riscos da atividade, facilmente influenciada por fatores exógenos, quanto pelas intempéries absolutamente imprevisíveis, ou pelas oscilações de preços nos mercados interno e externo.

A imprevisibilidade da colheita, o longo ciclo produtivo e a ocorrência de preços incapazes de possibilitar o retorno do investimento, são fatores que mantêm, nas nações modernas, um sistema de subvenções específico para a atividade primária, apesar de a tendência político-ideológica apontar para a eliminação dos subsídios às atividades dos setores industrial e de serviços. Assim, mesmo com a evolução dos objetivos consagrados no antigo acordo GATT¹³⁸, a atividade primária, sobretudo agrícola, continua a ser largamente subvencionada pelos governos: o *farm credit system* norte-americano e a Política Agrícola Comum da Comunidade Européia são alguns exemplos de tais práticas.

A legislação brasileira prevê, como principal forma de compensar os problemas estruturais da atividade, uma política creditícia diferenciada ao setor, com linhas de crédito lastreadas em recursos oriundos de alocações institucionais¹³⁹, ou mesmo de recursos do tesouro.

O art 2º da lei nº 4.829, de 1967, define Crédito Rural como “(...) o suprimento de recursos financeiros por entidades públicas e estabelecimento de créditos particulares a produtores rurais ou a suas cooperativas, para a aplicação exclusiva em atividades que se enquadrem nos objetivos da legislação em vigor.”

Um fator de suma importância, sobretudo numa atividade de altíssimo impacto ambiental¹⁴⁰ como a agropecuária, é a adequação da atividade rural do proponente/beneficiário, às exigências ambientais emanadas da lei e das autoridades competentes. Não se pode admitir que o infrator ambiental seja beneficiado com empréstimos do Sistema Nacional de Crédito Rural.

¹³⁸ Vale notar que o Acordo Geral de Tarifas e Comércio - GATT – não incluía em sua pauta de proibições subvenções à atividade primária, sendo essa, portanto, plenamente aceitável à luz do Direito Internacional. Contudo, o *Agriculture Agreement*, formulado já sob os auspícios da OMC, estabeleceu bilateralmente metas e prazos para a redução do volume de recursos destinados ao subvencionamento do setor primário.

¹³⁹ Tais recursos são classificados como: recursos obrigatórios, consistentes em percentual sobre o depósito compulsório dos bancos, liberado pelo Banco Central para aplicação em Crédito Rural; recursos vinculados, que são os oriundos de operações rurais, inclusive multas, juros e amortizações de operações de Crédito Rural; recursos de caderneta de poupança rural, instituto criado pelo legislador para a captação de recursos para o fomento das carteiras rurais; recursos de fundos, programas e linhas e específicas, e recursos livres das instituições financeiras. Todas as alocações, entretanto, são previstas em lei ou determinadas pelo Conselho Monetário Nacional.

¹⁴⁰ Organizações não governamentais têm concluído que a atividade agropastoril, que pratica essencialmente o “corte raso” e insiste na prática das “queimadas”, apresenta maior potencial danoso que as próprias madeireiras, uma vez que essa atividade concentra-se na extração de espécimes florais determinadas e com espessura mínima, tendendo a “poupar” espécimes menores.

Nesse sentido, a lei nº 6.938, de 1981, que dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação diz, em seu art. 14, que sem prejuízo das penalidades definidas pela legislação federal, estadual e municipal, o não-cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção dos inconvenientes e danos causados pela degradação da qualidade ambiental sujeitará os transgressores: (...) II - à perda ou restrição de incentivos e benefícios fiscais concedidos pelo Poder Público; III - à perda ou suspensão de participação em linhas de financiamento em estabelecimentos oficiais de crédito; IV - à suspensão de sua atividade.”

A aplicação do art. 14, III da lei nº 6.938, de 1981, com a efetiva suspensão dos infratores ambientais de toda linha de crédito ou benefício¹⁴¹ pertinente ao Sistema Nacional de Crédito Rural, pode vir a ser um – senão o maior – fator de coerção para o alcance da eficácia das normas ambientais, posto que, como acima mencionado, o setor rural ainda é fundamentalmente dependente do crédito subvencionado.

Em relação a medidas de caráter tributário que favorece o manejo e a reposição florestal no setor rural, incluindo mecanismos de política florestal no cálculo do imposto sobre a terra, também deve ser considerada a lei nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, que regulamenta o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, já analisada anteriormente (vide item 7.6.2.3).

¹⁴¹ Entre tais benefícios pode-se incluir aqueles previstos na lei nº 9.138, de 1995, e nas resoluções nº 2238 e 2279 ambas do CMN, bem como todos as formas de alongamento, prorrogação de dívidas, descontos, refinanciamento, etc.

Lista de Siglas e Abreviaturas

a.a – ao ano

AAE – Agência para Aplicação de Energia

ABC – Agência Brasileira de Cooperação

ABEER – Associação Brasileira de Energia Renovável e Eficiência Energética

ABIOVE – Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais

ABRACAVE – Associação Brasileira de Florestas Renováveis

ABRACOS (*Anglo-Brazilian Amazonian Climate Observation Study*) – Estudo Anglo-Brasileiro de Observação do Clima da Amazônia

ABRASCO – Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva

AC – Acre

ACSYS (*Arctic Climate System Study*) – Estudo do Sistema do Clima Ártico

AEP-102 – Derivado de soja e biodegradável

AGBM (*Ad Hoc Group on the Berlin Mandate*) – Grupo Ad Hoc sobre o Mandato de Berlim

AIA – Avaliação de Impacto Ambiental

AIACC (*Assessment of Impacts and Adaptation to Climate Change*) – Avaliação de Impactos e Adaptação à Mudança do Clima

AIDS (*Acquired Immune Deficiency Syndrome*) – Síndrome da Imunodeficiência Adquirida

AL – Alagoas

AM – Amazonas

AMA – Projeto de Apoio ao Monitoramento de Análise

ANA – Agência Nacional de Águas

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

ANFAVEA – Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores

ANP – Agência Nacional do Petróleo

AP – Amapá

APA – Áreas de Proteção Ambiental

APAEB – Associação de Pequenos Produtores do Estado da Bahia

APINE – Associação dos Produtores Independentes de Energia

ARIE – Áreas de Relevante Interesse Ecológico

ARGOS (*Advanced Research and Global Observation Satellite*) – Satélite de Pesquisa Avançada e Observação Global

ASTM (*American Society for Testing Materials*) – Sociedade Americana para Ensaio de Materiais

bar – barril

BA – Bahia

BCB – Banco Central do Brasil

bep – barril equivalente de petróleo

BEN – Balanço Energético Nacional

BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento

BIG-GT (*Biomass Integrated Gasification - Gas Turbine*) – Gasificação Integrada de Biomassa - Turbina a Gás

BIRD – Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento - Banco Mundial

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social.

BR – Brasil

BRAMS (*Brazilian Regional Atmospheric Modelling System*) – Sistema Brasileiro de Modelagem Atmosférica Regional

C – carbono

°C – graus celsius

CAP (*Climate Awareness Program*) – Programa de Conscientização sobre o Clima

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CBCME – Comitê Brasileiro do Conselho Mundial de Energia

Versão Preliminar – Favor não citar e não fazer referência

CCC – Conta de Consumo de Combustíveis
CCP (*Cities for Climate Protection Campaign*) – Campanha Cidades em Favor da Proteção do Clima
cc – centímetro cúbico
CC (*climate change*) – mudança do clima
CDE – Conta de Desenvolvimento Energético
CDM (*Clean Development Mechanism*) – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
CE – Ceará
CEEE – Companhia Estadual de Energia Elétrica
CEFET – Centros Federais de Educação Tecnológica
CELESC – Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.
CELPA – Centrais Elétricas do Pará S.A.
CEMIG – Centrais Elétricas de Minas Gerais
CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem
CENAL – Comissão Nacional do Alcool
CENBIO – Centro de Referência em Biomassa
CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CEPLAC – Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
CERPCH – Centro de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas
CESP – Companhia Energética de São Paulo
CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
Cf – Conforme
CGDE – Companhia Geral de Distribuição Elétrica
GCE – Câmara de Gestão de Crise de Energia Elétrica
CH₄ – metano
CHESF – Companhia Hidrelétrica do São Francisco
CHO – Aldeídos
CIDE – Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico
CIEL – Companhia de Incineração e Energia Elétrica
CIMA – Conselho Interministerial do Açúcar e do Alcool
CIRM – Comissão Interministerial para os Recursos do Mar
CLIMA – Pesquisas na Área de Clima
CLIVAR (*Research Program on Climate Variability and Predictability for 21st Century*) – Programa de Pesquisa sobre Variabilidade e Previsibilidade Climática para o Século 21
cm² – centímetro quadrado
CMN – Conselho Monetário Nacional
CNAL – Conselho Nacional do Alcool
CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNP – Conselho Nacional do Petróleo
CNPE – Conselho Nacional de Planejamento Energético
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CO – monóxido de carbono
CO₂ – dióxido de carbono
CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
COEA – Coordenação de Educação Ambiental do MEC
COELBA – Companhia Elétrica da Bahia
COELCE – Companhia Elétrica do Ceará
COLA (*Center for Ocean-Land-Atmosphere Interactions*) – Centro para Estudos das Interações Oceano-Terra-Atmosfera
COMGAS – Companhia de Gás de São Paulo
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONPET – Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural
CONSEL – Comitê de Conservação e Uso Racional de Energia Elétrica das Empresas do Sistema Eletrobras

CONSERVE – Programa de Uso Eficiente da Energia
CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito
COPPE – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia
COPEL – Companhia Elétrica do Paraná
COPERSUCAR – Cooperativa dos Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo
CP (*Conference of the Parties*) – Conferência das Partes
CPDS – Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 21 Nacional
CPFL – Companhia Paulista de Força e Luz
CPTEC – Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do INPE
CPRM – Serviço Geológico do Brasil
CRESESB – Centro de Referência em Energia Solar e Eólica
CTA – Centro Técnico Aeroespacial
CTB – Código de Trânsito Brasileiro
CTC – Centro de Tecnologia Copersucar
CTNBio – Comissão Técnica Nacional de Biossegurança
CT-Petro – Plano Nacional de Ciência e Tecnologia do Setor Petróleo e Gás Natural
CVM – Comissão de Valores Mobiliários
CVRD – Companhia Vale do Rio Doce
d – dia
4DDA (*Four Dimensional Data Assimilation Scheme*) – Rotina de Assimilação de Dados em 4-Dimensões
DEPV – Departamento de Controle do Espaço Aéreo
DENPASA – Dendê do Pará S.A.
DETRAN – Departamento Nacional de Trânsito
DF – Distrito Federal
DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha
DIREC – Diretoria de Ecossistemas do IBAMA
DNDE – Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético do MME
E & E – Economia e Energia (ONG)
ECOMAT – Ecológica Mato Grosso S.A.
EFEI – Escola de Engenharia de Itajubá
EGTD – Energia Garantida por Tempo Determinado
EIA – Estudo de Impacto Ambiental
ELETROBRAS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
ELETRONORTE – Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.
ELETRONUCLEAR – Eletrobras Termonuclear S.A.
ELETROPAULO – Eletricidade de São Paulo S.A.
ELN – Eletronorte
EMATER – Empresas de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMTU – Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos
ENOS – El Niño Oscilação Sul
ENSINOP – Ensino Público de Segundo Grau
ENSO (*El Niño Southern Oscillation*) – El Niño Oscilação Sul
ES – Espírito Santo
ESCO's (*Energy Saving Companies*) – Empresas de Serviços de Conservação de Energia
ESE/HB (*Environmental Strategy for Energy: Hydrogen Fuel Cells Buses for Brazil*) – Estratégia Ambiental para a Energia: Ônibus de Célula Combustível de Hidrogênio para o Brasil
ESEC – Estações Ecológicas
ETA – ? (letra grega)
EUA – Estados Unidos da América
FAB – Força Aérea Brasileira

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FAPEX – Fundação de Apoio à Pesquisa e Extensão
FAO (*Food and Agriculture Organisation*) – Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação
FBDS – Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável
FBMC – Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas
FBPN – Fundação O Boticário de Proteção à Natureza
FCCC (*Framework Convention on Climate Change*) – Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima
FETRANSPOR – Federação de Transportes de Passageiros Urbanos do Estado do Rio de Janeiro
FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente
FIEP – Federação Interestadual de Escolas Particulares
FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos
FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz
FIPAI/USP – Fundação de Incremento à Pesquisa e Aperfeiçoamento Industrial da Universidade de São Paulo
FISET – Fundo de Investimentos Setoriais
FLONA's – Florestas Nacionais
FLORAM – Programa de Pesquisa em Florestação no Brasil
FNDCT – Fundo Nacional de Desenvolvimento de Ciência e Tecnologia
FNMA – Fundo Nacional do Meio Ambiente
FUJB – Fundação Universitária José Bonifácio
FUMIN – Fundo Multilateral de Investimentos
FUNAI – Fundação Nacional do Índio
FUNATURA – Fundação Pró-Natureza
FUNATURA – Rede de Santuários de Vida Silvestre, estabelecida pela Fundação Pró-Natureza
FUNCAMP – Fundação de Desenvolvimento da Unicamp
FUNCATE – Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais
FUP – Frete de Uniformização de Preços
FURNAS – Furnas Centrais Elétricas S.A.
g – grama
G-7 – Grupo dos Sete
G77 – Grupos dos 77
GAIM (*Global Analysis, Integracion, and Modelling*) – Análise Global, Interpretação e Modelagem
GATT (*General Agreement on Tariffs and Trade*) – Acordo Geral de Tarifas e Comércio
GCE – Gestão da Crise de Energia Elétrica
GCM's (*general circulation models*) – modelos de circulação geral
GCOS (*Global Climate Observing System*) – Sistema de Observação do Clima Global
GCTE (*Global Change and Terrestrial Ecosystems*) – Mudança Global e Ecossistemas Terrestres
GEF (*Global Environment Facility*) – Fundo Global para o Meio Ambiente
GEWEX (*Global Energy and Water Cycle Experiment*) – Experimento dos Ciclos Globais de Água e Energia
GFDL (*Geophysical Fluid Dynamic Laboratory*) – Laboratório Geofísico de Dinâmica Fluida
GISS (*Goddard Institute for Space Studies*) – Instituto Goddard de Estudos Espaciais
GL – Gay-Lussac
GLOSS (*The Global Sea Level Observing System*) – Sistema de Observação Global do Nível do Mar
GLP – gás liquefeito de petróleo
GNL – gás natural líquido
GNV – gás natural veicular
GO – Goiás
GOALS (*Global Ocean-Atmosphere-Land System*) – Sistema Global Oceano-Terra-Atmosfera
GOOS (*Global Ocean Observing System*) – Sistema de Observação Oceânica Global
GTZ (*Deutsche Gesellschaft für Technicshe Zusammenarbeit*) – Cooperação Técnica Alemã
GW – gigawatt

Versão Preliminar – Favor não citar e não fazer referência

GWh – gigawatt hora
H₂SO₄ – ácido sulfúrico
h – hora
ha – hectare
HC – hidrocarboneto
HIV (*Human Immunodeficiency Virus*) – Vírus da Imunodeficiência Humana
HNO₃ – ácido nítrico
IAA – Instituto do Açúcar e do Alcool
IAI – Instituto Interamericano para Pesquisas em Mudanças Globais
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
IBDF – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBOPE – Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística
IBSNAT (*International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer*) – Rede Internacional de Sites de Referência para a Transferência de Tecnologia.
ICLEI (*International Council for Local Environmental Initiatives*) – Conselho Internacional para as Iniciativas Ambientais Locais
ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
ICSU – Conselho Internacional das Uniões Científicas
IDER – Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Energias Renováveis
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
IF/USP – Instituto de Física/Universidade de São Paulo
IEA (*International Energy Agency*) – Agência Internacional de Energia
IEA/USP – Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo
IGAC (*International Global Atmospheric Chemistry*) – Química Atmosférica Global Internacional
IGBP (*International Geosphere-Biosphere Program*) – Programa Internacional da Geosfera-Biosfera
IHDP (*International Human Dimensions of Global Environmental Change Program*) – Programa Internacional das Dimensões Humanas da Mudança Ambiental Global
I/M – Inspeção e Manutenção de Veículos
INB – Indústrias Nucleares do Brasil
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
INPA – Instituto Nacional de Pesquisa na Amazônia
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
INPE/CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do INPE
INT – Instituto Nacional de Tecnologia
IOC – Comissão Intergovernamental Oceanográfica
IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) – Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPI – Imposto sobre Produtos Industrializados
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo
ISER – Instituto de Estudos da Religião
ISO (*International Organization for Standardization*) – Organização Internacional de Normatização
ITR – Imposto Territorial Rural
IUC (*Information Units for Conventions*) – Unidades de Informação para Convenções
JICA (*Japan International Cooperation Agency*) – Agência de Cooperação Internacional do Japão
JSF (*Japan Special Fund*) – Fundo Especial do Japão
KB – quilobite
kcal – quilocaloria
KfW – *Kreditanstalt für Wiederaufbau*
kg – quilograma
kgf – quilograma-força

kJ – quilo Joule
km – quilômetro
km² – quilômetro quadrado
ktep – quilo-tonelada equivalente de petróleo
kW – quilowatt
kWh – quilowatt-hora
kWp – quilowatt - pico
l – litro
LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento
LAPAG – Laboratório de Pesquisas Antárticas e Glaciológicas
LBA (*Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia*) – Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia
LFC – lâmpadas compactas fluorescentes
LGN – líquido de gás natural
LSF/USP - Laboratório de Sistemas Fotovoltáicos da Universidade de São Paulo
m³ – metro cúbico
MA – Maranhão
MAA – média aritmética anual
MAST – Museu de Astronomia e Ciências Afins
MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia
MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário
MDL (*CDM - Clean Development Mechanism*) – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MEC – Ministério da Educação e do Desporto
MEG – mistura de metanol, etanol e gasolina
MERCOSUL – Mercado Comum do Cone Sul
METVIEW – Sistema de Informática para Meteorologia
MGA – média geométrica anual
MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MIC – Ministério da Indústria e Comércio
MINC – Ministério da Cultura
MJ – Ministério da Justiça
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MME – Ministério de Minas e Energia
MP – material particulado
MPO – Ministério de Planejamento e Orçamento
MPOG – Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
MRE – Ministério das Relações Exteriores
MS – matéria seca
MS – Mato Grosso do Sul
MT – Mato Grosso
MW – megawatt
MWh – megawatt hora
N – Norte
NASA (*National Aeronautics & Space Administration*) – Administração Nacional Atmosférica e Oceânica dos EUA
NCEP (*National Center for Environmental Prediction - USA*) – Centro Nacional para a Previsão Ambiental - EUA
nd – não disponível
N₂O – óxido nitroso
NO₂ – dióxido de nitrogênio
NO_x – óxido de nitrogênio
NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) – Administração Nacional Atmosférica e Oceânica dos EUA

NUCLEN – Nuclebrás Engenharia
NUCLEP – Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A.
OCDE – Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento da Europa
OECF (*Overseas Economic Cooperation Fund of Japan*) – Fundo Ultramarino de Cooperação Econômica do Japão
OEMA – Órgãos Executivos Estaduais e Municipais de Meio Ambiente
OMC – Organização Mundial do Comércio
OMM – Organização Meteorológica Mundial
ONG's – Organizações Não-Governamentais
OVEG – Programa Nacional de Energia de Óleos Vegetais
PA – Pará
PAGES (*Past Global Changes*) – Mudanças Globais Passadas
PARNA's – Parques Nacionais
Pb – chumbo
PB – Paraíba
PCD's – Plataformas de Coletas de Dados
PCH – pequena central hidrelétrica
PCPV – Planos de Controle da Poluição por Veículos em Uso
PCS – poder calorífico superior
P & D – Pesquisa e Desenvolvimento
PD/A – Projetos Demonstrativos Tipo A
PDEG – Plano Diretor do Escoamento de Gás
PD/I – Projetos Demonstrativos Indígenas
PE – Pernambuco
PEMFC (*proton exchange membrane fuel cells*) – célula de combustível com membrana para troca de prótons
PET – polietileno tereftalato
PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A.
PI – Piauí
PIB – Produto Interno Bruto
PIN – Programa de Integração Nacional
PIRATA (*Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic*) – Rede Piloto de Pesquisa no Atlântico Tropical
PM (*particulated material*) – material particulado
PMAGS – Programa de Mudanças Ambientais Globais em Saúde
PME – Programa de Mobilização Energética
PNCE – Programa Nacional de Centrais Elétricas
PNEA – Política Nacional de Educação Ambiental
PNMA – Programa Nacional de Meio Ambiente
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
POAG – Plano de Otimização de Gás
POLAMAZÔNIA – Programas de Pólos Agropecuários e Agrominerais na Amazônia
POLANTAR – Política Nacional para Assuntos Antárticos
PPA – Plano Plurianual
PPG7 – Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil
ppm – partes por milhão
PPT – Plano Prioritário de Geração Termelétrica
PQZ – Projeto Queima Zero
PR – Paraná
PRECIS (*Providing Regional Climates for Impacts Studies*) - Fornecendo Climas Regionais para Estudos de Impactos
PREVFOGO – Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais

PROÁLCOOL – Programa Nacional do Álcool
PROANTAR – Programa Antártico Brasileiro
PROARCO – Programa de Prevenção e Controle de Queimadas e Incêndios Florestais na Amazônia Legal
PROBEM – Programa Brasileiro de Ecologia Molecular para o Uso Sustentável da Biodiversidade da Amazônia
PROBIOAMAZON – Programa de Produção de Biomassa Energética em Assentamentos do Incria na Amazônia, Energia Limpa e Desenvolvimento Local Integrado
PROBIODIESEL – Programa Brasileiro de Biocombustíveis
PROCEL – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica
PROCLIMA-SP – Programa Estadual de Mudanças Climáticas Globais de São Paulo
PROCONVE – Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores
PRODEEM – Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios
PRODES – Projeto de Estimativa do Desflorestamento Bruto da Amazônia Brasileira
PROECOTUR – Programa de Desenvolvimento do Ecoturismo na Amazônia Legal
PROEÓLICA – Programa Emergencial de Energia Eólica
PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
PRONAR – Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar
PRONEA – Programa Nacional de Educação Ambiental
PROTERRA – Programa de Redistribuição de Terras e Estímulos à Agroindústria do Norte e Nordeste
PTS – partículas totais em suspensão
RA – receita operacional anual
RADAM – Radar na Amazônia
RAMS (*Regional Atmospheric Modelling System*) – Sistema de Modelagem Atmosférica Regional
RCHO – formaldeído + acetaldeído
REBIO – Reservas Biológicas
Reluz – Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente
RESEC – Reservas Ecológicas
RESEX – Reservas Extrativistas
Rio 92 – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
RGR – Reserva Global de Reversão
RJ – Rio de Janeiro
RMSP – Região Metropolitana de São Paulo
RN – Rio Grande do Norte
RO – Rondônia
RPPN – Reservas Particulares de Patrimônio Natural
RS – Rio Grande do Sul
RR – Roraima
S – Sul
s – segundo
SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SAE – Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República
SBSTA (*Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice*) – Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico da Convenção
SC – Santa Catarina
SCAR (*Scientific Committee on Antarctic Research*) – Comitê Científico de Pesquisa Antártica
SCD – Satélite de Coleta de Dados
SE – Sergipe
SEAIN – Secretaria de Assuntos Internacionais
SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SEF – Secretaria de Educação Fundamental do MEC
SEMA – Secretaria Especial do Meio Ambiente
SENAC – Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SIESE – Sistema de Informações Empresariais do Setor de Energia Elétrica
SIG – Sistema de Informações Geográficas
SIGAME – Sistema Integrado de Gaseificação de Madeira para Geração de Eletricidade
SIMERJ – Sistema de Meteorologia do Estado do Rio de Janeiro
SIMGE – Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais
SIMEGO – Sistema Meteorológico do Estado de Goiás
SIMEPAR – Sistema Meteorológico do Paraná
SINEPE – Sindicato dos Estabelecimentos Particulares de Ensino
SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente
SMA – Secretaria do Meio Ambiente
SMMA – Secretaria Municipal do Meio Ambiente - São Paulo
SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SP – São Paulo
SPARC (*Stratospheric Processes And their Role in Climate*) – Processos Estratosféricos e seu Papel no Clima
SPE (*Society of Petroleum Engineers*) – Sociedade de Engenheiros do Petróleo
SPRING – Sistema de Informação Geográfica e Processamento de Imagens
SO_x – óxidos de enxofre
SOYGRO (*Soybean Crop Growth Simulation Model*) – Modelo de Simulação do Crescimento da Cultura de Soja
ssp – espécies
st – metro cúbico estéreo
START – Sistema de Mudança Global para Análise, Pesquisa e Treinamento
SUDAM – Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia
SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
SUDEPE – Superintendência da Pesca
SUDHEVEA – Superintendência da Borracha
SUFRAMA – Superintendência da Zona Franca de Manaus
t – tonelada
TCA – Tratado de Cooperação Amazônica
TCU – Tribunal de Contas da União
TECPAR – Instituto de Tecnologia do Paraná
TEMPO – Área de Pesquisa em Tempo
Tep – tonelada equivalente de petróleo
TO – Tocantins
TOGA (*Tropical Ocean Global Atmosphere*) – Experimento Oceano Tropical e Atmosfera Global
TOVS (*TIROS Operational Vertical Sounder*) – Sonda Vertical Operacional TIROS
TSM – Temperatura da Superfície do Mar
TWh – terawatt-hora
UCS – Unidades de Conservação
UE – União Européia
Uerj – Universidade Estadual do Rio de Janeiro
UFF – Universidade Federal Fluminense
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
UFPA – Universidade Federal do Pará
UFPB – Universidade Federal da Paraíba
UFPR – Universidade Federal do Paraná
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UFV – Universidade Federal de Vitória
UK (*United Kingdom*) – Reino Unido

Versão Preliminar – Favor não citar e não fazer referência

UKMO (*United Kingdom Meteorological Office*) – Escritório Meteorológico do Reino Unido
UNESCO (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*) – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNESP – Universidade Estadual Paulista
UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*) – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
UNICAMP – Universidade de Campinas
UNICEF (*United Nations Children’s Fund*) – Fundo das Nações Unidas para a Infância e Adolescência
UNIDO (*United Nations Industrial Development Organization*) – Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial
UNISOL – Fundação de Apoio Institucional Rio Solimões
UPGN – Unidades de Processamento de Gás Natural
U₃O₈ – urânio
US\$ – dólar norte-americano
USA (*United States of America*) – Estados Unidos da América
USAID (*United States Agency for International Development*) – Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional
USGA – Usina Serro Grande de Alagoas
USP – Universidade de São Paulo
VN - valor normativo
W (*West*) – Oeste
WAM (*Wave Model*) – Modelo de onda
WBP (*Brazilian Wood Biomass Program*) – Programa Brasileiro de Biomassa de Madeira
WCRP (*World Climate Research Program*) – Programa Mundial de Pesquisa do Clima
WSP (*World Petroleum Congress*) – Congresso Mundial de Petróleo
WWF (*World Wildlife Fund*) – Fundo Mundial para a Natureza

Referência Bibliográfica – Capítulo 1.

- ALUCCI, M. *Economia de energia elétrica em edifícios comerciais*. In: Anais do Simpósio Nacional de Conservação de Energia nas Edificações. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade São Paulo, junho, 1989.
- ARAÚJO, J. L. *et al. Rational Energy Use in Brazil: Policies, Programs, Results*. Relatório final. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1992.
- ARAÚJO, J.L.; CASSIOLATO, J. E.; SILVA, D. *Difusão de Tecnologias Eficientes no Brasil*. Rio de Janeiro: Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1997.
- ARAÚJO, M. *A Produção de Energia, a Criação de Empregos e as Relações Capital-Trabalho - Posição da Federação dos Trabalhadores nas Indústrias de Alimentação e Afins do Estado de São Paulo - FETIAESP*. In: Anais do Seminário: *O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 132-136, 1996.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES - ANFAVEA. *Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira*. São Paulo: 1996.
- AUDINET, P. *Politique Publique et Economie de l'Innovation - Une Comparaison Brésil-Inde de l'Utilisation Industrielle de la Canne à Sucre*. Tese de Doutorado EHESS, Paris: 1995.
- AZEVEDO, J. L. *Genética e Melhoramento de Fungos na Biotecnologia*. In: Revista Bio Tecnologia - Ciência e Desenvolvimento, Ano 1, nº 1, maio, p. 12-15, 1997.
- BAJAY, S. V. *Proposta, à ANEEL, de uma Metodologia de Obtenção de Tarifas para o Fornecimento de Energia Elétrica, à Guisa de Reserva, para Autoprodutores*. Campinas: Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético da UNICAMP, 1999.
- BALDWIN, S.; JOHANSSON, T.; BODLUND, B.; WILLIAMS, R. (eds). *Efficient End-Use and New Technologies and Their Planning Implications*. Lund: Lund University Press, 1989.
- BASSEGIO, N. *Estratégias de alta performance para sistemas frigoríficos*. São Paulo: 1990.
- BATTAGLINI, F.; OLIVEIRA, R. *Proposta de otimização do aquecimento de água para uso doméstico*. In: Anais do V Congresso Brasileiro de Energia, Vol 2, COPPE/ UFRJ, Rio de Janeiro, Novembro, p. 672-681, 1990.
- BEHRENS, A. *Uma Avaliação do Programa Conserve/Indústria*. Rio de Janeiro: IPEA, 1985.
- BERG, R. *Combustível de Biomassa: Produção e Tecnologia - Pesquisas da Fundação Sueca para o Desenvolvimento do Etanol*. In: Anais do Seminário: *O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 110-113, 1996a.
- _____. *Políticas em Relação à Produção e ao Uso de Energia em Desenvolvimento Sustentado - Fundação Sueca para o Desenvolvimento do Etanol*. In: Anais do Seminário: *O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 53-54, 1996b.
- BERTACHINI, U. M. *Economia de 30 a 50% com sistema de refrigeração alternativo*. Gazeta Mercantil, 13 de Novembro, p.16, 1989b.
- BITTENCOURT, G. 1997. *FHC anuncia retomada do Programa do Álcool*, In: Gazeta Mercantil, 24/06/1997.
- BÖHM, G. M. *Etanol e Gasolina: Impactos Ambientais e na Saúde - Produção e Uso - Pesquisas da CETESB*. In: Anais do Seminário: *O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 70-71, 1996.

- BRANCO, G. M. *Etanol e Gasolina: Impactos Ambientais e na Saúde - Produção e Uso*. In: Anais do Seminário: O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 59-60, 1996.
- BRAUDEL, F. *O Mediterrâneo e o Mundo Mediterrâneo - Vol. I*. Rio de Janeiro: Martins Fonte Editora Ltda., 1983.
- BRITTO, R. *Pronunciamento sobre o Álcool*. In: Anais do Seminário: O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 31-32, 1996.
- CAIRES, M. I. *Desenvolvimento e Caracterização de Matrizes a Base de SiC, NbC e ZrSiO₄ para Células a Combustível de Ácido Fosfórico*. Dissertação de Mestrado. São Carlos: Escola de Engenharia, Instituto de Física e Instituto de Química de São Carlos/USP, 1996.
- CANAMBRA ENGINEERING CONSULTANTS. *Relatório Preliminar*, 1963
- _____. *Relatório Síntese da região Centro-Sul*, 1967
- _____. *Relatório Síntese da Região Sul*, 1969.
- CARPENTIERI, E.; HOLLANDA, J. B.; BEITH, J. W. *Floresta energética: uma nova opção*. Recife: CHESF, 1994.
- CARVALHO, L. C. C. *Combustíveis Renováveis e Mercado*. In: Anais do Seminário: O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 123-124, 1996.
- _____. *Proálcool: Viabilidade e Perspectivas*. São Paulo: União Nacional das Indústrias Canavieiras - UNICA, mimeo. 1997
- CASTELLI, B. *Os Estados Unidos e o Etanol*. In: Anais do Seminário: O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 38-43, 1996.
- CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A - Eletrobras. *Resultados do PROCEL 1996: Economia de Energia e Redução de Demanda na Ponta*. Rio de Janeiro: Eletrobras, 1997.
- _____. *Revisão das metas de conservação de energia elétrica*. Rio de Janeiro: Departamento de Utilização Energia, 1989a.
- _____. *Sinopse de informações sócio-econômicas e de energia elétrica*. Rio de Janeiro: Departamento de Utilização Energia Elétrica, 1989b.
- CENTRO DE REFERÊNCIA DE PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS - CERPCH. *Status of Small Hydro Power Plants in Brazil*. Relatório elaborado para Winrock International/USAID, 1999.
- CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM BIOMASSA. *Medidas mitigadoras para a redução na emissão de gases de efeito estufa na geração termelétrica – Tecnologias para a redução de emissões*. Relatório 1 – Versão Final. CENBIO/ANEEL, fevereiro 2000.
- COMPANHIA HIDRELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO - CHESF. *Biomassa florestal - uma alternativa para geração de eletricidade na região nordeste do Brasil*. Recife: CHESF, 1991.
- COOPERS & LYBRAND. *Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro: Relatório da Etapa IV – Sumário Executivo*, 1997.
- COPPE/UFRJ; FASE. *Declaração da Casa da Ciência*. In: *Seminário Proálcool: Crise e Alternativas para um Desenvolvimento Sustentável*, 1997.
- CORTEZ, L. et al. *Principais produtos da agroindústria canvieira e sua valorização*. In: *Revista Brasileira de Energia*, Vol. 2, nº 2, p. 111-146, 1992.

- DADDARIO, H. *et al.* *O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 8-26, 1996.
- DE MORAES, C.; GAMBIRASIO, G.; LIMA, L. *Conservação de energia elétrica - Motores elétricos e sistemas de acionamento*. São Paulo: Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico de Engenharia, 1985.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE COMBUSTÍVEIS - DNC. *Anuário Estatístico - 1995*. Brasília: Ministério das Minas e Energia, 1996.
- DINIZ, M. F.; FERREIRA, L. T. *Governo Brasileiro Apoiar o Desenvolvimento da Biotecnologia - Entrevista com Marco Maciel* In: Revista Bio Tecnologia - Ciência e Desenvolvimento, Ano 1, nº 1, p. 3-6, maio, 1997.
- DINNEN, R. *Políticas em Relação à Produção e ao Uso de Energia em Desenvolvimento Sustentado - Associação Nacional de Combustíveis Renováveis dos EUA*. In: Anais do Seminário: *O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 47-52, 1996.
- DÖBEREINER, J. *A Importância da Fixação de Nitrogênio para a Agricultura Sustentável*. In: Revista Bio Tecnologia - Ciência e Desenvolvimento, Ano 1, nº 1, Encarte Especial, p. 2-3, maio, 1997.
- DORNELLES, F. *Pronunciamento sobre o Álcool*. In: Anais do Seminário: *O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 32-35, 1996.
- DOS SANTOS, M. A. *A contribuição da biomassa ao abatimento das emissões de carbono no sistema energético: dimensionamento e análise do caso brasileiro*. Tese de Mestrado. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro/COPPE/PPE, 1993.
- ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE - EPRI. *Impact of Advanced Power Semiconductor Systems on Utilities and Industry*. EPRI EM-2112. Palo Alto: 1981.
- ELLIOTT, P.; BOOTH, R. *Brazilian Biomass Power Demonstration Project*. Londres: 1993.
- FERNANDES, E. S. L. & COELHO, S.T. (org). *Etanol: Solução ou problema?* In: Seminário Perspectivas do Álcool Combustível no Brasil. São Paulo: 1995.
- FILIPPO, G.; NUNES, M. *O chuveiro elétrico e a conservação de energia*. São Paulo, nº 44, setembro, 1988.
- FREITAS, M. A. V.; CAETANO, M. M.; CECCHI, J. C. *A Produção e Consumo da Biomassa Energética no Estado do Rio de Janeiro - O Caso do Setor Sucroalcooleiro*. In: Seminário Proálcool: Crise e Alternativas para um Desenvolvimento Sustentável, p. 31, 1997.
- FREITAS, M. A. V.; CECCHI, J. C.; PINGUELLI ROSA, L. *Biomassa Energética no Brasil: Situação do Setor Sucroalcooleiro*. In: VII Congresso Brasileiro de Energia, Vol. II, p. 949-962, 1996.
- FREITAS, M. A. V.; PINGUELLI ROSA, L. *Proálcool: Crise e Alternativas para um Desenvolvimento Sustentável*. In: Seminário Proálcool: Crise e Alternativas para um Desenvolvimento Sustentável, p. 23, 1997.
- FURTADO, C. *Formação Econômica do Brasil*. Rio de Janeiro: 1959.
- GANDER, E. S. & Marcelino, L. H. *Plantas Transgênicas*. In: Revista Bio Tecnologia - Ciência e Desenvolvimento, Ano 1, nº 1, p. 34-37, maio, 1997.
- GARCEZ, N. *Conservação de Energia em iluminação pública*. In: Simpósio Brasileiro de Conservação de Energia em Iluminação. São Paulo: 1989.

- GELLER, H. *O Uso Eficiente da Eletricidade - Uma estratégia para desenvolvimento do Brasil*. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Eficiência Energética - INEE, 1994.
- _____. *Efficient Electricity Use: A Development Strategy for Brazil*. Washington: American Council for an Energy-Efficient Economy, 1991.
- GELLER, H. S.; JANNUZZI, M.; SCHAEFFER, R.; TOLMASQUIM, M.T. *The Efficient Use of Electricity in Brazil: Progress and Opportunities*. Washington: American Council for an Energy-Efficient Economy, 1997a.
- GELLER, H. S.; LEONELLI, P.; ABREU, R.M.; ARAÚJO, I. *Energy-Efficient Lighting in Brazil: Market Evolution, Electricity Savings, and Public Policies*. Washington: American Council for an Energy-Efficient Economy, 1997b.
- GOLDEMBERG, J.; MACEDO, I. C. *The Brazilian Alcohol Program – an overview*, Energy for Sustainable Development. Vol. 1, nº 1, p. 17-22. 1994.
- GRAÇA, G. *Household Energy Consumption in Brazil: Evolution and Forecast*. International Workshop on Long-Term Energy Scenarios and Policy Options for the Developing Countries. Berkeley: 1989.
- GRAÇA, G.; BARGHINI, A. *Uso de eletricidade no setor residencial da cidade de São Paulo*. São Paulo: Companhia Energética de São Paulo, 1985.
- GRUPO COORDENADOR DO PLANEJAMENTO DOS SISTEMAS ELÉTRICOS – GCPS. *Plano Decenal de Expansão 2000/2009*, Eletrobrás, 1999.
- _____. *Plano Decenal de Expansão 1999/2008*, Eletrobrás, 2000.
- GUIMARÃES, E. *Sistemas de ar condicionado*. In: *Anais do Seminário de Conservação de Energia no Condicionamento Ambiental*. Rio de Janeiro: Light Serviços de Eletricidade S.A., 1987.
- HENRIQUES JR., M. *Uso de Energia na Indústria Energo-Intensiva Brasileira: Indicadores de Eficiência e Potencial de Economia de Energia*. Tese de mestrado. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1995.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Anuário Estatístico do Brasil - 1994*. Rio de Janeiro: FIBGE, 1994.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE SIDERURGIA - IBS. *Anuário estatístico*. Rio de Janeiro: IBS, 1997.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA. *Energy Policies of IEA Countries: 1998 Review*, 1998.
- JANNUZZI, G. M. *Brazilian Utilities: Households in Focus*. IAEEL Newsletter 3 (6) 6-7, 1994.
- JANNUZZI, G. M.; DOS SANTOS, V. F. *The costs and benefits of a residential lighting program in Brazil*. Energy for Sustainable Development p. 52, Vol II, nº 6, Março, 1996.
- JANNUZZI, G. M.; SCHIPPER, L. *Electricity Conservation in the Brazilian Household Sector*. Berkeley: Lawrence Berkeley Laboratory, 1990.
- JEANROY, A. *Etanol e o Desenvolvimento de Bio-combustíveis na França e na Comunidade Européia*. In: *Anais do Seminário: O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 101-103, 1996.
- JENKINS, B. *Atmospheric pollutant emission factor from open burning of sugar cane by wind tunnel simulation*. Final Report. Davis, CA: University of California, 1994.
- JOHNSON, J. *Combustíveis Renováveis e Mercado - Posição do Governo de Wisconsin – EUA*. In: *Anais do Seminário: O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 124-127, 1996a.

- _____. *Posição do Governo de Wisconsin - Estados Unidos sobre o Etanol*. In: Anais do Seminário: *O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 44-45, 1996b.
- JORGE WILHEM CONSULTORES ASSOCIADOS - JWCA. *Consumo de energia nos setores do comércio e serviços*. São Paulo, 1988.
- KALTNER, F. J. *Produção de Energia Elétrica à partir de Óleos Vegetais, o projeto Vila Boa Esperança*. 1998.
- LAMBERTS, R.; LOMARDO, L. L. B.; AGUIAR, J. C.; THOME, M. R. V. *Eficiência Energética em Edificações: Estado da Arte*. Rio de Janeiro: PROCEL/ELETRONBRAS, 1996.
- LEITE, R. C. C. *Políticas em Relação à Produção e ao Uso de Energia em Desenvolvimento Sustentado – UNICAMP*. In: Anais do Seminário: *O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 55-57, 1996.
- LEONELLI, P. A. *Efficient Lighting in Brazil*. In: *Proceedings of the 3rd European Conference on Energy-Efficiency Lighting*. Newcastle/Tyne, 1995.
- LINS, M. P. E.; SILVA, A. C. M. *Conditional Demand Analysis for Estimating Regional Variation in Appliance Specific Electricity Consumption for Brazilian Household Sector*. In: *Proceedings of the 1996 European-Latin American Forum on Energy Research*, 1996.
- LOBOSCO, O. *Estado da arte de motores elétricos no Brasil e no mundo*. In: Anais do I Seminário de Motores Elétricos. São Paulo: Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica, 1989.
- LONGO, C. A. *Etanol e Gasolina: Questões Econômicas e Sociais - Pesquisas da Associação dos Produtores de Álcool do Estado do Paraná*. In: Anais do Seminário: *O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília, Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 92-101, 1996.
- MACEDO, I. C. *Combustível de Biomassa: Produção e Tecnologia - Pesquisas da COPERSUCAR*. In: Anais do Seminário: *O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 114-121, 1996.
- _____. *Greenhouse Gas Emissions and Avoided Emissions in the Production and Utilization of Sugar Cane, Sugar, and Ethanol in Brazil: 1990-1994*. Piracicaba: Centro de Tecnologia da Copersucar, 1997.
- MACEDO, I. C.; KOLLER, H. W. *Balanço de Energia na Produção de Cana de açúcar e Álcool nas Usinas Cooperadas*: 1996. Piracicaba: Centro de Tecnologia da Copersucar, 1997.
- MADUREIRA, R. G. *Avaliação Econômica de Tecnologia Solar para Conservação de Energia Elétrica em Aquecimento de Água Residencial*. Tese de mestrado. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP, 1995.
- MAGALHÃES, J. P. A. *et al. Proálcool - Uma avaliação Global*. Rio de Janeiro: Assesores Técnicos Ltda - ASTEL, 1991.
- MARANHÃO, G. *A Produção de Energia, a Criação de Empregos e as Relações Capital-Trabalho - Posição da Federação dos Plantadores de Cana do Brasil - FEPLANA*. In: Anais do Seminário: *O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 136-137, 1996.
- MILLER, P.; ETO, J.; GELLER H. *The Potential for Electricity Conservation in New York State*. Washington: American Council for an Energy-Efficient Economy, 1989.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCT. *Energia Elétrica de Biomassa: MCT/PNUD e Copersucar vão investir R\$ 7,3 milhões*. Brasília: MCT, 1997.

- _____. *Emissões de Gases de Efeito Estufa Provenientes da Queima da Cana-de-Açúcar*. In *home page* do MCT, 1998.
- _____. *Energia Elétrica de Biomassa: MCT/PNUD e Copersucar vão investir R\$ 7,3 milhões*. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, junho, 1997, mimeo.
- MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E TURISMO - MICT. *Importância do Álcool para o país*. In *home-page* do MICT, 1997.
- MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - MME. *Balanco Energético Nacional*. Brasília: 1995.
- _____. *Balanco Energético Nacional*. Brasília: 1996.
- _____. *Balanco Energético Nacional*. Brasília: 1997.
- _____. *Balanco Energético Nacional*. Brasília: 1999.
- _____. *Balanco Energético Nacional*. Brasília: 2000.
- _____. *Balanco Energético Nacional*. Brasília: 2001.
- _____. *Tratamento da Cana de Açúcar e seus Sub Produtos na Metodologia do Balanco Energético Nacional - NT COBEN 03/88*, Brasília: 1988.
- MIRAGLIA, S. G. El K.; CONCEIÇÃO, G. M. de S.; SALDIVA, P. H. N. e STRAMBI, O. *Analysis of the impact of fuel consumption on mortality rates in São Paulo*. In: SUCHAROV, L. e BIDINI, G. *Urban Transpor and the Environment for the 21st Century III*. Southampton, Boston: Computational Mechanics Publications, p. 435-444, 1997.
- MOREIRA, J.R. *Estudo de Financiamento de Geladeiras*. Rio de Janeiro: Light S.A., 1997.
- MOREIRA, J.R.; CORRÊA, F.; FREITAS, M. A. V. *Plano Nacional de Energias Renováveis – Biomassa*. In: *III Encontro para o Desenvolvimento das Energias Renováveis - Solar Eólica, Biomassa e PCH's no Brasil*, Foro Permanente das Energias Renováveis. Ministério da Ciência e Tecnologia, 1996.
- MOREIRA, J. R.; MOREIRA J. G. S. *Energy Conservation in Brazil - Paper apresentado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia*, Brasília: 1998.
- NASTARI, P. *Combustíveis Renováveis e Mercado - Pesquisas da Fundação Getúlio Vargas*. In: *Anais do Seminário: O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 128-130, 1996.
- OLIVEIRA, A.; ALMEIDA, E. L. *Innovation and Energy Conservation: Electric Motors in Brazil*. Rio de Janeiro: Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1995.
- PAIXÃO, M. J. P. *No Coração do Canavial: Estudo Crítico da Evolução do Complexo Agro-Industrial sucroalcooleiro e das Relações de Trabalho na Lavoura Canavieira*. Tese de Mestrado. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1994.
- _____. *Os Vinte Anos do Proálcool: As Controvérsias de um Programa Energético de Biomassa*". FASE Série: Brasil: Sustentabilidade e Democracia, n° 3. Rio de Janeiro: março, 1997.
- PETROBRAS. *Projeto Economizar – Projeto Exemplo para o Brasil*. Rio de Janeiro, 2001.
- POOLE, D. C.; GELLER, H. *The Emerging ESCO Industry in Brazil*. Washington: American Council for an Energy-Efficient Economy - ACEEE, 1997.
- QUIJANO, J. C. M. *Coordenação de Preços e Ressarcimento*. Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, 1998.
- RASOVSKY, E. M. *Álcool - Destilarias*. Coleção Canavieira, n° 12. Rio de Janeiro: Instituto do Açúcar e do Álcool, 1979.

- RIBEIRO, C. M. *et al.* *Tecnologia fotovoltaica: uma alternativa real para eletrificação rural no Brasil*. VIII Congresso Brasileiro de Energia, p. 1501-1525. Rio de Janeiro, 1999.
- RIBEIRO, D. *O povo brasileiro - A formação e o sentido do Brasil*. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
- RIBEMBOIM, J. (org.). *Mudando os Padrões de Consumo: textos para o século XXI*. Brasília: Ibama/MMA, 1997.
- RICCI, M. *Etanol e Gasolina: Impactos Ambientais e na Saúde - Produção e Uso - Pesquisas da General Motors do Brasil*. In: Anais do Seminário: *O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 66-69, 1996.
- RODRIGUES, A.; LIZARDO, J. A. *Limites ao papel do álcool na política energética*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1985.
- ROIZENBLATT, I. *Sistemas de Iluminação Eficiente*. In: *Seminário Internacional em Estratégias para Conservação de Eletricidade no Brasil*. Rio de Janeiro: Eletrobras, 1994.
- ROSA, L. P. *Energia Racional*. Rio de Janeiro: Jornal O Globo, 28/06/97, p. 6, 1997.
- SCHELEDER, E. M.; MANCINI. *O Mercado Invisível*. Brasília: Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético/Ministério de Minas e Energia, 1998.
- SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (CEMEE/SECTEC-RJ). *Balanço Energético Estadual - 1980-1995*. Rio de Janeiro, 1997.
- SILVA, L. L. *Etanol e Gasolina: Impactos Ambientais e na Saúde - Produção e Uso - Pesquisas do IPT*. In: Anais do Seminário: *O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 60-63, 1996.
- SOARES, G. A.; HERSZTBERG, I.; AROUCA, M. C. *Avaliação Econômica da Utilização de Motores Elétricos Industriais de Indução de Alto Rendimento*. In: Anais do VII Congresso Brasileiro de Energia. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, p. 2059-2073, 1996.
- SOARES, J. A.; TABOSA, R. P. *Motores Elétricos: Uma Análise Comparativa de Mercado e Eficiência*. In: Anais do VII Congresso Brasileiro de Energia. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, p. 2019-2028, 1996.
- SWARCS, A. *Etanol e Gasolina: Impactos Ambientais e na Saúde - Produção e Uso - Pesquisas da CETESB*. In: Anais do Seminário: *O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 72-77, 1996.
- TETTI, L. *Etanol e Gasolina: Questões Econômicas e Sociais*. In: Anais do Seminário: *O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 80-83, 1996.
- TOLMASQUIN, M. T.; SZKLO, A. S. (coords). *A Matriz Energética Brasileira na Virada do Milênio*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ; ENERGE, 2000.
- VASCONCELOS, E. C.; BECHTLUFFT, P. C. T. *Conservação de energia na indústria de ferroligas em Minas Gerais*. In: *Balancos energéticos globais e utilidades*. Belo Horizonte: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, p. 1-14, 1992.
- WALKER, R. *Combustível de Biomassa: Produção e Tecnologia - Pesquisas da SWAN Biomass Company*. In: Anais do Seminário: *O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 106-110, 1996a.
- _____. *Etanol e Gasolina: Questões Econômicas e Sociais - Pesquisas da SWAN Biomass Company*. In: Anais do Seminário: *O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 88-91, 1996b.

- WALTER, A. C. S. *O Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Eletricidade a Partir de Subprodutos da Cana*. UNICAMP, 1997, mimeo.
- WANG, Michael *et al.* *Fuel-Cycle Energy Use and Greenhouse Gas Emissions of Fuel Ethanol Produced from U.S. Midwest Corn*. Center for Transportation Research Argonne National Laboratory, 1997.
- WEHRMAN, C. L. *Etanol e Gasolina: Impactos Ambientais e na Saúde - Produção e Uso - Pesquisas da Associação Nacional dos Plantadores do Milho dos EUA*. In: *Anais do Seminário: O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 63-65, 1996a.
- WEHRMAN, L. *Etanol e Gasolina: Questões Econômicas e Sociais - Pesquisas da Associação Nacional dos Plantadores do Milho dos EUA*. In: *Anais do Seminário: O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 83-87, 1996b.
- WINROCK INTERNATIONAL. *Trade Guide on Renewable Energy in Brazil*, REPSO. Brazil, 1999.
- ZALTZMAN, C., PIMENTEL, G.; ACCIOLY, M. I.; CORDEIRO, M. L. R.; COSTA, S. R. A *Aplicação do Conceito e dos Instrumentos de Marketing aos Projetos do Procel*. Nota técnica. Rio de Janeiro: PROCEL, 1997.
- ZYLBERSTAJN, D.; COELHO, S. T. *Potencial de Geração de Energia Elétrica nas Usinas de Açúcar e Álcool brasileira, através da Gaseificação da Cana e Emprego de Turbina a Gás*. In: *Revista Brasileira de Energia*, Vol.2, p. 53-72, 1992.

Sites consultados:

- Associação Brasileira do Alumínio – <http://www.abal.org.br>
- Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro – <http://www.abividro.org.br>
- Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL – <http://aneel.gov.br>
- _____. *Informe do Setor Elétrico*. Dezembro, 1999. <http://www.aneel.gov.br>
- Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores - ANFAVEA. *Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira*, 2002 – <http://www.anfavea.com.br>
- Compromisso Empresarial para a Reciclagem – <http://www.cempre.org.br>
- Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT. *Emissões de Gases de Efeito Estufa Provenientes da Queima da Cana-de-Açúcar*, 1998 – <http://www.mct.gov.br/clima>
- Programa Brasileiro de Reciclagem – <http://www.reciclagem.ibict.br>

Referencias Bibliográficas – Capítulo 2.

- AGÊNCIA DOS ESTADOS UNIDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INTERNACIONAL - USAID. *Caracterização dos Aterros de Lixo no Brasil para Aproveitamento de Gás: Sumário Executivo*. 1997.
- ALVES, J. W. S. e VIEIRA, S. M M., com CETESB. *Inventário Nacional de emissões de metano pelo manejo de resíduos*. São Paulo: CETESB, 1998.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES - ANFAVEA. *Anuário Estatístico da Indústria Automotiva*. São Paulo, 1997.
- COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO - CET. *Boletim da Prefeitura de São Paulo*. São Paulo, 1996.
- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES. *Gás Natural: Reservas, Produção e Consumo*. In: *Cadernos de Infra-Estrutura: Fatos – Estratégias*, 1997.
- BRASIL ENERGIA. Número 210, maio, 1998.
- CECCHI, J. C., SCHECHTMAN, R. *Impactos Macroeconômicos Decorrentes da Expansão do Sistema Elétrico em Termelétricas: Efeitos da Importação de Tecnologia e de Combustíveis*. ENERGE, nº 9, vol. II, 1996.
- COMPANHIA DE GÁS DE SÃO PAULO - COMGÁS. *Relatório: Inventário sobre Gases de Efeito Estufa – Gás Metano – Sistemas de Distribuição de Gás Natural no Brasil*. Paper para o MCT, 1997.
- COMPANHIA PAULISTA DE TRENS METROPOLITANOS - CPTM. *Relatório Anual*. São Paulo: CPTM/Governo do Estado de São Paulo, 1997.
- DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT, TRANSPORT AND THE REGIONS - DETR. *A New Deal for Transport: Better for Everyone - The Government's White Paper on the Future of Transport* Norwich: Her Majesty's Stationery Office - HMSO. 1998.
- DIÁRIO OFICIAL, vários.
- ELETOBRAS. *Plano Decenal de Expansão - 1997/2006*. GCPS, 1997.
- _____. *Plano 2015 – Plano Nacional de Energia Elétrica 1993-2015*. Rio de Janeiro: abril de 1994.
- EUROPEAN CONFERENCE OF MINISTERS OF TRANSPORT - ECMT and ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. *Transport Policy and the Environment*. Paris, 1990.
- FACULDADE DE ESTUDOS SÓCIO-POLÍTICOS DE SÃO PAULO - FESPSP. *Estudo de Impacto Ambiental do Rodo Anel – Trecho Oeste em São Paulo*. São Paulo: FESP/DERSA, 1997.
- GAZETA MERCANTIL. *Panorama Setorial do Setor de Gás Natural*, 1998.
- GOODWIN, P. *Opening address* -.UCL. London: University College London (unpublished paper), 1997.
- HABITAT. *An Urbanizing World: Global Report on Human Settlements*. Oxford: Oxford University Press, 1996.
- HOUGHTON, J. *Global Warming - The Complete Briefing*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994-1997.

- INTERNATIONAL NUCLEAR SOCIETIES COUNCIL, AMERICAN NUCLEAR SOCIETY. *A vision for the second fifty years of nuclear energy: Vision and strategies*. La Grange Park, USA, 1966.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Comparison of energy sources in terms of their full-energy-chain emission factors of greenhouse gases*. Proceedings of an IAEA Advisory Group meeting/Workshop realizado em Pequim, China 4 a 7 de outubro de 1994. IAEA-TECDOC-892. Viena, julho de 1996.
- IPCC, UNEP e WMO. *Climate Change 1995. The Science of Climate Change - Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, p 596, 1996.
- _____. *Climate Change 1995. Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific – Technical Analyses - Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- JACOBS, J. *The Death and Life of Great American Cities*. New York: Penguin Books, 1961.
- LAMB, H. H. *Climate, History and the Modern World*. Second Edition. London: Routledge, 1995.
- MABEY, N. *et all. Argument in the greenhouse*. London: Routledge, 1997.
- MATOS, C. de. *Prospection, research and mining and milling of uranium in Brazil*. Rio de Janeiro: Indústrias Nucleares do Brasil S.A., 1996.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME. *Plano Decenal de Expansão - 1999-2008*. Brasil: Eletrobrás, 1999.
- _____. *Balanco Energético Nacional*. Brasília, 1998.
- _____. *Sumário das Estatísticas de Energia Elétrica para o Brasil*. Brasília: SIESE, 1999.
- _____. *Relatório de Gestão do Ministério de Minas e Energia Período 1995/1998*. Área de Energia, 1998.
- O'RIORDAN, T. *Environmental Science for Environmental Management - Singapore* Longman Group Ltd. 1995.
- OLIVEIRA, A. de. (coord.). *Cogeração no Estado do Rio de Janeiro: Oportunidades e Desafios*. Relatório Final, IEI/UFRJ, abril de 1995.
- OXFORD. *Environment 1996-1997*. Oxford: Oxford University Press.
- PAN AMERICAN. *Cenários de Demanda de Gás Natural - 2005/2030*. 1998.
- PATERNÓ, N. T. e COMGÁS. *Inventário sobre Gases de Efeito Estufa – Gás Metano*. Documento apresentado em Conferência do Instituto Brasileiro de Petróleo - IBP, no Rio de Janeiro, de 5 a 8 de outubro de 1998. Rio de Janeiro: IPB e COMGÁS, 1998.
- PETROBRAS. *Balanco Energético do Setor Petróleo – Base de Dados: 1997*. SERPLAN, 1998.
- PONTES, J. A. *Francisco Prestes Maia, o Político que não Gostava de Política*. In: *Cidade A Saga da Metrópole e seu Inventor - Cem Anos de Prestes Maia*. Revista do Departamento do Patrimônio Histórico, Secretaria Municipal de Cultura Ano III, nº 4. São Paulo: DPH, 1996.
- REDDY, A. K. N., *et all. Energy After Rio – Prospects and Challenges, Executive Summary*. PNUD, 1997.
- ROSA, L. P., *et all. O Gás Natural na América Latina, no Brasil e no Estado do Rio de Janeiro – Algumas Considerações*. ENERGE, nº 8, 1995.

- ROSA, L. P.; SCHECHTMAN, R. *Avaliação de Custos Ambientais da Geração Termelétrica: Inserção de Variáveis Ambientais no Planejamento da Expansão do Setor Elétrico*. ENERGE, nº 9, vol. II, 1996.
- ROLNIK, R. *A Cidade e a Lei - Legislação, Política Urbana e Territórios na Cidade de São Paulo*. São Paulo: FAPESP Studio Nobel, 1997.
- SALDIVA, P.; *et all. Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children*. In: São Paulo, Brazil: a preliminary report. Environ Res: 65, p. 218-225, 1994.
- _____. *Air pollution and mortality in elderly people: a time series study in São Paulo*. In: Archives of Environmental Health 50, p. 159-163, 1995.
- SÃO PAULO TRANSPORTE S.A. - SPTRANS. *Programa de Qualidade do Transporte Urbano - Cidade de São Paulo*. São Paulo: SPTrans e Transurb, 1997.
- SEADE. *Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados*. São Paulo: SEADE, 1994.
- SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - CEMEE/SECTEC-RJ. *Balanco Energético Estadual - 1980-1995*. Rio de Janeiro, 1997.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE - SEAM e CENTRO DE ESTUDOS DE CULTURA CONTEMPORÂNEA - CEDEC – GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Debatendo a Poluição do Ar*. São Paulo: CEDEC, 1997.
- _____. *Operação Rodízio 95 – Do Exercício à Cidadania*. São Paulo: SMA/CETESB, 1996.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE - SEAM, GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *A Educação pelo Rodízio*. São Paulo: SMA/CETESB, 1997.
- _____. *Operação Rodízio 96 – No Caminho Certo*. São Paulo: SMA/CETESB, 1997.
- _____. *Do Rio às Ruas São Paulo*. São Paulo: SMA/CETESB, 1997.
- _____. *Por um transporte sustentável - documento de discussão pública*. Série Documentos Ambientais. São Paulo: São Paulo: SMA/CETESB, 1997.
- _____. *Relatório da Operação Rodízio 97*. São Paulo: SMA/CETESB, 1998.
- _____. *Relatório da Operação Rodízio 98*. São Paulo: SMA/CETESB, 1999.
- SOUZA, J. A. M. de. *Energia nuclear para la proteccion del medio ambiente*. Comision Federal de Electricidad. México, 1993.
- _____. *Os rejeitos provenientes de aplicações pacíficas da energia nuclear e o seu gerenciamento*. Eletronuclear. Brasil, 1998.
- _____. *The past and future role of nuclear power in reducing greenhouse gas emissions in Brazil*. International Joint Meeting "the role of nuclear power to mitigate climate change". Sociedad Nuclear Mexicana. Latin American Section of ANS. Federation Lationoamericana de Sociedades de Proteccion Radiologica. Sociedad Mexicana de Seguridad Radiologica. Acapulco, 18 a 21 de julho de 1999.
- SPITALNIK, J.; LEPECKI W.; SOUZA J.A.M. de. *Sustainable energy supply: the case of Brazil*. 17th Congress of the World Energy Council. Houston, 13 a 18 de setembro de 1998.
- SPOSITO, E. S. *O Planejamento da Demanda por Energia Elétrica: Necessidades e Possibilidades de Execução*. COPPE, M.Sc., 1991.
- VASCONCELLOS, E. *Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas*. São Paulo: Editoras Unidas, 1996.
- WHITELEGG, J. *Transport for a Sustainable Future - The case for Europe*. London: Belhaven Press, 1993.

- _____. *Critical Mass - Transport, Environment and Society in the Twenty-first Century*. London: Pluto Press and WWF, 1997.
- WILES, R. and SAVITZ, J. *Particle Pollution and Sudden Infant Death Syndrome - SIDS*. Policy Memorandum of the Environmental Working Group, mentioned in internal unpublished paper of the SMA/ São Paulo, 1997.
- WINROCK INTERNATIONAL. *Trade Guide on Renewable Energy in Brazil*, REPSO. Brazil, 1999.
- WORLD BANK com ONURSAL, B. e GAUTAM, S. *Vehicular Air Pollution – Experiences from Seven Latin American Urban Centers*. Technical paper n° 373. Washington D.C.: The World Bank, 1997.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO e UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP. *Urban Air Pollution in Megacities of the World*. Oxford Blackwell Publishers, 1992.
- WORLD RESOURCES INSTITUTE. *A Guide to the Global Environment – The Urban Environment 1996-1997*. Oxford: Oxford University Press, 1997.

Sites consultados:

- Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL – <http://www.aneel.gov.br>
- Agência de Proteção Ambiental Americana sobre metano e programas do governo - EPA – <http://epa.gov/methane/>
- Banco Mundial – <http://www.worldbank.org/>
- Companhia de Energia de São Paulo – <http://www.cesp.com.br>
- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB – <http://www.cetesb.sp.gov.br>
- Companhia de Gás de São Paulo - Comgás – <http://www.comgas.com.br>
- Department for the Environment, Transport and the Regions - DETR – United Kingdom (Ministério do Meio Ambiente, Transporte e Interior do Governo Britânico) – <http://www.detr.gov.uk>
- Grupos de trabalho temáticos na União Européia (DGXI sobre transportes) – <http://europa.eu.int>
- Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática - IPCC – <http://ipcc.ch>
- Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento – <http://www.oecd.org>
- Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática – <http://www.unfccc.int>
- Programa das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente - PNUMA – <http://www.unep.org>
- Secretaria Estadual do Meio Ambiente, Governo do Estado de São Paulo – <http://www.ambiente.sp.gov.br>

Referências Bibliográficas – Capítulo 3.

- BLACK, T. L. *The new NMC Mesoscale Eta Model: Description and Forecast examples*. Weather and Forecasting, 9, p. 265-278, 1994.
- CHOU, S. C. *Regional Eta Model*. In: Climanálise. Edição Comemorativa de 10 anos. Cachoeira Paulista: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 1996.
- CHOU, S. C.; NUNES, A. M. B.; and CAVALCANTI, I. F. A. *Extended range forecasts over South America using the regional Eta*. New Brunswick: Journal of Geophysical Research, 105, 10147-10160, 2000.
- JANJIC, Z. I. *Forward-backward scheme modified to prevent two-grid interval noise and its application in sigma coordinate models*. Contrib. Atmos Phys., 52, p. 69-84, 1979.
- _____. *Nonlinear advection schemes and energy cascade on semi-staggered grids*. Monthly Weather Review, 112, 1234-1245, 1984.
- _____. *The step-mountain eta coordinate model: Further developments of the convection, viscous sublayer, and turbulence closure schemes*. Monthly Weather Review, 122, p. 927-945, 1994.
- MADRONICH, S. *UV radiation in the natural and perturbed atmosphere*. In UV-B Radiation and Ozone Depletion. Edited by M. Tevini, Lewis, Boca Raton, Fla, 1993.
- MCKINLAY, A. F. and DIFFEY, B. L. *A reference action spectrum for ultraviolet-induced erythema in human-skin*. In: Passchler and Bosnjakovic. *Human exposure to ultraviolet radiation: Risks and regulation*. Amsterdã: Elsevier, 1987.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCT. *Boletim Informativo do Subprograma de Ciência e Tecnologia do PPG-7*. Brasília: MCT, 1997-1998.
- _____. *Subprograma de Ciência e Tecnologia PPG-7. Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais no Brasil: Manual Operativo*. Brasília, 1995.
- _____. *Subprograma de Ciência e Tecnologia PPG-7. Relatório 1997*. Brasília, 1998.
- PROPOSTA BRASILEIRA. FCCC/AGBM/1997/Misc1/Add3.
- TANAJURA, C. A. S. *Modeling and analysis of the South American Summer Climate*. PhD Thesis. University of Maryland, U.S.A., 1996.
- THE LARGE SCALE BIOSPHERE-ATMOSPHERE EXPERIMENT IN AMAZONIA – LBA. *Concise experimental plan*. The LBA Science Planning Group. Brazil, 1996.

Sites Consultados:

- Rede Piloto de Pesquisa no Atlântico Tropical - PIRATA – <http://www.pmel.noaa.gov/pirata>
- Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais do Brasil - PPG-7 – <http://www.mct.gov.br/prog/ppg7/Default.htm>
- [United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC – http://unfccc.int](http://unfccc.int)

Referências Bibliográficas – Capítulo 4.

COSTITUIÇÃO FEDERAL DA REPÚBLICA DO BRASIL, 1998.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO - MEC. *PRONEA – Programa Nacional de Educação Ambiental*. Brasília, 1997.

_____. *Educação Ambiental*. Brasília, 1997.

Sites consultados:

Coordenação de Educação Ambiental - COEA – <http://www.mec.gov.br/sef/ambiental/default.shtm>

Educação Ambiental – Documentos de Referência – <http://www.mec.gov.br/sef/ambiental/docrefer.shtm>

Educação Ambiental – Ações - <http://www.mec.gov.br/sef/ambiental/acoes.shtm>

Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas – <http://www.forumclimabr.org.br>

Ministério da Ciência e Tecnologia – Convenção sobre Mudança do Clima – <http://www.mct.gov.br/clima>

Ministério da Educação – Educação Ambiental – <http://www.mec.gov.br/sef/ambiental/default.shtm>

Política Nacional de Educação Ambiental – <http://www.mec.gov.br/sef/ambiental/pnea.shtm>

Programa das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente - PNUMA – <http://www.unep.org>

Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL – <http://www.eletrabras.gov.br/procel/>

Referências Bibliográficas – Capítulo 5.

- ALVES, D.C.O e EVENSON, R.E. *Global warming impacts on brazilian agriculture: estimates of the Ricardian Model. In: Conference on environmetrics in Brazil.* São Paulo: IME-USP. p. B30-B31. 1996.
- ANGULO, R. J. *Variações na Configuração da Linha de Costa do Paraná nas Últimas Quatro Décadas.* II Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. Rio de Janeiro, 10-16 de julho de 1989.
- ARGENTO, M.S.F. *The Paraíba do Sul retrogradation and the Atafona environmental impact.* In: NEVES, C.F. e MAGOON, O.T.(eds.). *Coastline of Brazil.* Nova Iorque: American Society of Civil Engineers, pp.267-277, 1989.
- AUBREY, D.G.; EMERY, K.O. e UCHUPI, E. *Changing coastal levels of South America and the Caribbean region from tide gauge records.* Tectonophysics, 154, 269-284, 1988.
- BANDEIRA Jr., A. N.; PETRI, S. e SUGUIO, K. *Projeto Rio Doce.* Petróleo Brasileiro S.A.: Relatório interno, 203 p., 1975.
- BRAGA, R. A. P. *Avaliação de impactos ambientais na zona estuarina de Suape.* Relatório nº 1 Laboratório de Ecologia, Departamento de Biologia Geral. Universidade Federal de Pernambuco: 108p., 1989.
- BRAGARD, A. S. *A influência da elevação do nível do mar sobre os processos litorâneos em Recife.* Monografia. Departamento de Hidráulica e Saneamento. Universidade Federal do Rio de Janeiro: 95p., 1991.
- CARTER, D.J.T. e DRAPER, L. *Has the Northeast Atlantic become rougher?* Nature, 332, 494, 1988.
- CASTRO, C. B. e Pires, D. O. *A bleach event on a Brazilian coral reef.* In: Revista Brasileira de Oceanografia 47(1):87-90. São Paulo: USP, 1999.
- CONSULPLAN ENGENHARIA. *Plano de Desenvolvimento Portuário de Curto e Médio Prazo: Complexo Industrial de Suape.* Relatório Final. 3 volumes, 1989.
- CGIAR. *CGIAR Mid-Term Meeting 1998: preliminar end-of-meeting report.* 1998.
- COTTON, W. R.; PIELKE, R.A. *Human impacts on weather and climate.* Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 288 p.
- CRUZ, O.; COUTINHO, P. DA N.; DUARTE, G.M.; GOMES, A.M.B. e MUEHE, D. *Brasil.* In: BIRD, E.C.F. e SHWARTZ, M.L. (eds.), *The World's Coastline.* Nova Iorque: Van Nostrand Reinhold Co., pp.85-91, 1985.
- DEAN, R.G. *Equilibrium beach profiles: characteristics and applications.* Journal of Coastal Research, 7(1), 53-84, 1991.
- DELIBRIAS, C.C. e LABOREL, J. *Recent variations of the sea level along the Brazilian coast.* Quaternaria XIV, 45-49, 1971.
- DIAS, G.T.M. *O complexo deltaico do Rio Paraíba do Sul.* IV Simpósio Quaternário no Brasil. Publicação Especial, 2, 58-74. Rio de Janeiro, 1981.
- DIAS, G.T.M. e GORINI, M.A. *Morfologia e dinâmica da evolução do delta atual do rio Paraíba do Sul.* Anais da V Semana de Geologia. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1979.

- DIAS, G.T.M. e SILVA, C.G. *Geologia de depósitos arenosos costeiros emersos - exemplos ao longo do litoral fluminense*. In: DE LACERDA, L.D.; DE ARAUJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R. e TURCQ, B.(eds.), *Restingas: Origem, Estrutura, Processo*. Niterói: CEUFF, p. 47-60, 1984.
- DOMINGUEZ, J.M.L. *Ontogeny of a strand-plain: Evolving concepts on the evolution of the Doce river beach-ridge plain (East coast of Brazil)*. International Symposium on Global Changes in South America during the Quaternary: Past-Present-Future. *Special Publication No 1* pp. 235-240. São Paulo, 8-12 de maio, 1989.
- DOMINGUEZ, J. M. L.; MARTIN, L. ; BITTENCOURT, A. C. S. P.; FERREIRA, Y. DE A. e FLEXOR, J. M. *Sobre a validade da utilização do termo delta para designar planícies costeiras associadas às desembocaduras dos grandes rios brasileiros*. 32º Congresso Brasileiro de Geologia, Vol 2 (Breves Comunicações): 92 Salvador, 1982.
- EUROPEAN COMMISSION. *Climate change and agriculture in Europe - assessment of impacts and adaptations: Summary report*. Luxembourg, 37p., 1997.
- FRANZINELLI, E. *Contribuição à geologia da costa do Estado do Pará (entre a baía de Curaça e Maíau)*. In SUGUIO, K.; DE MEIS, M.R.M. e TESSLER, M.G.(eds.). *Atas IV Simpósio do Quaternário no Brasil*. Rio de Janeiro, 27-31 de julho, pp. 305-322, 1982.
- FLORES, M. X., SILVA, J. De S. *Projeto Embrapa II: do projeto de pesquisa ao desenvolvimento sócio-econômico no contexto do mercado*. Brasília: EMBRAPA-SEA. 55p. (EMBRAPA-SEA. Documentos, 8), 1992.
- GODWIN, D.; RITCHIE, J.; SINGH, U. e HUNT, L. *A user's guide to CERES whcat – v2.10*. International Fertilizer Development Center. USA: Muscle Shoals, 1989.
- GOMES, F. C. Jr. *Interferências sobre a migração de ilhas-barreira na região da Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina*. Anais I Congresso Associação Brasileira para Estudos do Quaternário. Porto Alegre, 6-12 de julho, p. 277-295, 1987.
- GUSMÃO, L. A. B.; CASSAR, J. C. M. e NEVES, C. F. *The Northern Coast of the State of Rio de Janeiro. Proceedings Coastal Zone 93*. Nova Iorque: American Society of Civil Engineers, p. 106-120, 1993.
- HADDAD, P. R. *Apêndice técnico: a competitividade do agronegócio: estudo de Cluster*. In: HADDAD, P. R. org. *A competitividade do agronegócio e o desenvolvimento regional no Brasil: estudos de Clusters*. Brasília: CNPq/Embrapa. p. 23-35, 1999.
- HANSEN, J.; RUSSELL, G.; RIND, D.; STONE, P.; LACIS, A.; LEBEDEFF, S.; RUEDY, R.; TRAVIS. *Efficient Three-Dimensional Global Models for Climate Studies: Models I and II*. Monthly Weather Review, v. 3, n. 4, 1983.
- HARARI, J. e CAMARGO, R. *Tides and mean sea level in Recife (PE)- 8° 3.3' S 34° 51.9' W - 1946 to 1988*. Boletim do Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo, 1994.
- HERTZ, R. *Manguezais do Brasil*. Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo, 54 p., 1991.
- HOGBEN, N. e LUMB, F. E. *Ocean Wave Statistics*. National Physics Laboratory, Ministry of Technology. London., 1967.
- IPCC. *Strategies for Adaptation to Sea Level Rise*. Report of the Coastal Zone Management Subgroup. Intergovernmental Panel on Climate Change, Response Strategies Working Group, Rijkswaterstaat, Holanda, 122p, 1990.
- JANK, M. S. e Viégas, I. F. P. *A OMC e o Agronegócio: o desafio da rodada do milênio*. Preços Agrícolas, out. Piracicaba: Esalq. p. 3-10, 1999.
- JONES, C. A., KINIRY, J. R. eds. *CERES-Mayze: A simulation model of maize growth and development*. College Station: Texas A&M University Press, 1986.

- JONES, J. W.; PICKERING, N. B.; ROSENZWEIG, C. e BOOTE, K. J. *Simulated impacts of global change on crops*. Gainesville: University of Florida, p.411-434 (Technical Bulletin, n.100), 1987.
- JONES, J. W.; BOOTE, K. J.; JAGTAP, S. S.; HOOGENBOOM, G. e WILKERSON, G. G. *SOYGRO v.5.41: soybean crop growth simulation model user's guide*. Florida Agr. Exp. Sta. Journal No. 8304, IFAS. Univ. of Florida, 1988.
- JONES, J. W.; JAGTAP, S. S.; HOOGENBOOM, G. e TSUJI, G. Y. *The structure and function of DSSAT*. In: International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer. Proceedings of the IBSNAT Symposium: Decision Support System for Agrotechnology Transfer. Honolulu: University of Hawaii, 1990.
- KEMPF, M.; MABESOONE, J. M., e TINOCO, I. M. *Estudo da plataforma continental da área do Recife; I-Generalidades sobre o fundo*. Trabalhos Oceanográficos. Universidade Federal de Pernambuco, 37(53), 341-344, 1970.
- LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P. e TESTA, V. *Corals and Coral Reefs of Brazil*. In: J. Cortês (Ed.) Latin America Coral Reefs. Amsterdam: Elsevier Publisher, 2001.
- LEÃO, Z.; KIKUCHI, R.; TESTA, V.; TELLES M.; PEREIRA, J.; DUTRA, L e SAMPAIO C. *First coral reef assessment in the southern hemisphere applying the AGRRA rapid protocol* (Caramuanas reef, Bahia, Brazil). Intern conference on Scientific Aspects of Coral Reef Assessment, Monitoring and Restoration p.122-123. Abstracts. Florida: Fort Lauderdale, 1999.
- LESSA, G. C. *Hidráulica e Sedimentação do Canal de Itajuru-Laguna de Araruama (RJ)*. Tese de Mestrado, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 90p., 1990.
- MABESOONE, J. M. *Origin and age of the sand-stone reefs of Pernambuco (Northeastern Brazil)*. Journal of Sedimentary Petrology, 34, 715-726, 1964.
- MABESOONE, J. M. e COUTINHO, P. N. *Litoral and shallow marine geology of Northern and Northeastern Brazil*. Trabalhos Oceanográficos. Universidade Federal de Pernambuco, 12, 1-214, 1970.
- MAGALHÃES, Antônio R. e GLANTZ, Michael H. (eds). *Socioeconomic Impacts of Climate variations and Policy Responses in Brazil*. Brasília: Esquel Brazil Foundation, 1992.
- MAGNO, E. A. C. *Carta Geomorfológica da Ilha de Itamaracá*. Tese de Mestrado. Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, 109p., 1989.
- MANABE, S. e WETHERALD, R. *Large-scale changes of soil wetness induced by an increase in atmospheric carbon dioxide*. Journal of Atmospheric Science, 44: 1601-1613, 1987.
- MARQUES, R. C. C. *Geomorfologia e Evolução da Região Costeira do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba*. Tese de Mestrado, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 152p., 1987.
- MARTINS, A. *Estado atual das obras de proteção da orla litorânea do Município de Olinda*. Relatório INPH 113/85 - Olinda 930/01. Instituto de Pesquisas Hidroviárias, PORTOBRÁS, 24p., 1985.
- MARTIN, L. e SUGUIO, K. *Excursion route along the Brazilian coast between Santos (State of São Paulo) and Campos (North of State of Rio de Janeiro)*. International Symposium on Global Changes in South America during the Quaternary. Special Publication 2. São Paulo, 8-12 de maio de 1989. 136p.

- MARTINS, L. R. e VILLWOCK, J. A. *Eastern South America Quaternary coastal and marine geology: A synthesis*. Em: *Quaternary Coastal Geology of West Africa and South America*. INQUA-ASEQUA Symposium, Dakar, abril 1986, pp.28-96, 1987.
- MENDELSON, R. *Estimating the market impacts of global warming in Brazil*. In: Conference on environmental metrics in Brazil, 1996. São Paulo, SP. *Abstracts...* São Paulo: IME-USP. p. 63, 1996.
- MENEZES, J. L. M. *Atlas Histórico e Cartográfico do Recife*. Fundação Joaquim Nabuco: Massangana, 110p., 1988.
- MESQUITA, A. R. e HARARI, J. *Tides and tide gauges of Ubatuba and Cananéia*. Relatório Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo, 1983.
- MESQUITA, A. R. e LEITE, J. B. A. *Sobre a variabilidade do nível médio do mar na costa sudeste do Brasil*. I Encontro Regional de Geofísica. São José dos Campos, 27-29 de novembro, 1985.
- MIGOTTO, A. E. *Anthozoan bleaching on the southeastern coast of Brazil in the summer of 1994*. Intern. Conference on Coelenterate Biology, 6. The Netherlands: Proceedings ICCB, p. 329-335, 1997.
- MUEHE, D. *Evidências de recuo dos cordões litorâneos em direção ao continente no litoral do Rio de Janeiro*. In: DE LACERDA, L.D.; DE ARAÚJO D.S.D; CERQUEIRA, R. e TURCQ, B (eds.), *Restingas: Origem, Estrutura, Processos*. Niterói: CEUFF, pp. 75-80, 1984.
- MUEHE, D. e ALBINO, J. *Erosão e recuperação de um pontal arenoso-Macaé (RJ)*. 37 Congresso Brasileiro de Geologia São Paulo. Resumos, Volume 1, pp. 188., 1992.
- MUEHE, D. e CARUSO Jr., F. *Batimetria e algumas considerações sobre a evolução geológica da Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina*. Geosul, 7(iv), 32-44, 1989.
- MUEHE, D. e CORREA, C. H. T. *The coastline between Rio de Janeiro and Cabo Frio*. In: NEVES, C.F. e MAGOON, O.T. (eds.), *Coastline of Brazil*. Nova Iorque: American Society of Civil Engineers, pp. 110-123, 1989.
- MUEHE, D. e NEVES, C. F. *Potential impacts of sea level rise on the coast of Brasil*. In: TITUS, J.G. (ed.), *Changing Climate and the Coast*. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency, pp. 311-340, 1990.
- MUEHE, D. e NEVES, C. F. *The implications of sea-level rise on the Brazilian Coast: A preliminary assessment*. *Journal of Coastal Research*. Special Issue No.14, This Volume, 1994.
- NEVES, C. F.; MUEHE, D. e FIALHO, G. O. M. *Coastal management and sea level rise in Recife, Brazil*. Proceedings Coastal Zone 91. New York: American Society of Civil Engineers, pp. 2801-2815, 1991.
- NEVES, C. F. e HANSEN, C. M. P. *Management and engineering at Araruama Lagoon, Brazil*. Proceedings Coastal Zone 93. Nova Iorque: American Society of Civil Engineers, pp. 2383-2397, 1993.
- NEVES, C. F. e MUEHE, D. *Potential impacts of sea-level rise on the Metropolitan Region of Recife, Brazil*. *Journal of Coastal Research*, Special Issue No.14. Este Volume, 1994.
- NEVES, S. C. *Variação da Maré Meteorológica no Litoral Sudeste do Brasil: 1965-1986*. Tese de Mestrado. Programa de Engenharia Oceânica, COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 80p., 1992.
- NICHOLLS, R. J.; LEATHERMAN, S. P.; DENNIS, K.C. e VOLONTÉ, C.R. *Impacts and responses to sea level rise: Qualitative assessments*. *Journal of Coastal Research*, Special Issue No.14, This Volume, 1994.

- NITROUER, C. A.; KUEHL, S. A.; RHINE, J. M.; FIGUEIREDO, A. G.; FARIA, L. E. C.; DIAS, G. T. M.; SILVA, M. A. M.; ALLISON, M. A.; PACIONI, T. D.; SEGALL, M.P.; UNDERKOFFLER, E.C. e BORGES, H.V. *Sedimentology and stratigraphy of the Amazon continental shelf*. Oceanography, abril de 1991, pp.33-38.
- NOU, E. A. V.; BEZERRA, L. M. de M. e DANTAS, M. *Geomorfologia*. In: Projeto Radam Brasil. Levantamento de Recursos Naturais V.30, Folhas SC 24/25, Aracaju/Recife. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro, pp. 377-443, 1983.
- NUNES, T. de A. N.; RAMOS, V. L de S. e DILLINGER, A. M. S. *Geomorfologia*. In: Projeto Radam Brasil. Levantamento de Recursos Naturais V.24, Folha SD 24, Salvador. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro, pp. 193-276., 1981.
- OTTMANN, F. *Estudo topográfico e sedimentológico de um perfil da praia de Piedade*. Trabalhos do Instituto de Biologia Marítima e Oceanografia. Universidade de Recife, 1, 19-37, 1959.
- PIRAZOLLI, P. A. *Secular trends of relative sea-level (RSL) changes indicated by tide-gauge records*. Journal of Coastal Research, Special Issue N.º 1, 1-26, 1986.
- PORTOBRÁS, 1986. *Plano de Desenvolvimento Portuário 1987-1996: Portos de Recife e Suape*. Vol. A, 210p.
- PRATES, M.; GATTO, L. C. S. e COSTA, M. I. P. *Geomorfologia*. In: Projeto Radam Brasil. Levantamento de Recursos Naturais V.23, Folhas SB 24/25, Jaguaribe/Natal. Ministério das Minas e Energia. Rio de Janeiro, pp.301-348, 1981.
- PROUST, M. T.; LINTIER, M. e BARTHES, B. *Evolution cotière en Guyane Française: La Zone de Sinnamary*. 35 Congresso Brasileiro de Geologia e 7 Congresso Latinoamericano de Geologia. Abstracts. Belém, 6-13 de novembro de 1988, pp. 406.
- RODRIGUES DA SILVA, R. *Estudo mineralógico das areias do litoral pernambucano*. Publicação do Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco, NS 7, 127, 1959.
- ROJAS, L. B. I.; TOLEDO, L. M (orgs). *Espaço & Doença – Um olhar sobre o Amazonas*. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1998.
- ROSENZWEIG, C e IGLESIAS, A (eds.). *Implications of climate change for international agriculture: crop modeling study*. Washington: EPA (EPA 230-B-94-003), July, 1994.
- ROSENZWEIG, C; HILLEL, D. *Climate change and the global harvest- potential impacts of the greenhouse effect on agriculture*. New York: Oxford Press, 336p., 1998.
- SANGUI, A.; ALVES, D. C.; EVENSON, R; MENDELSON, R. *Global warming impacts on brazilian agriculture: estimates of the ricardian model*. Economia Aplicada, v. 1, n .1. p. 7-33. 1997.
- SANT'ANNA, E. M. e WHATELY, M. H. *Distribuição dos manguezais do Brasil*. Revista Brasileira de Geografia, 43(1), 47-63, 1981.
- SILVA, G. N. *Variação do Nível Médio do Mar: Causas, Conseqüências e Metodologia de Análise*. Tese de Mestrado. Programa de Engenharia Oceânica, COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 93p., 1992.
- SILVA, G. N. e NEVES, C. F. *Variação do Nível Médio do Mar na Ilha Fiscal entre 1965 e 1986*. Anais IX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos e 5 Simpósio Brasileiro de Hidráulica e Recursos Hídricos, 11-14 de novembro de 1991, Rio de Janeiro. Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH). Volume 3, pp. 568-577., 1991.
- SILVEIRA, J. D. da. *Morfologia do litoral*. In: DE AZEVEDO, A.(ed.), *Brasil a terra e o homem*. São Paulo: Cia. Editora Nacional, pp. 253-305, 1964.

- SIQUEIRA, O. J. F.; DE FARIAS, J. R. B.; SANS, L. M. A. *Potential effects of global climate change for brazilian agriculture: applied simulation studies for wheat, maize and soybeans*. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.2, p. 115-129, 1994.
- SUGUIO, K. e MARTIN, L. *Brazilian coastline Quaternary formations -The State of São Paulo and Bahia littoral zone evolutive schemes*. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 48 (Suplemento). pp. 325-334., 1976.
- SUGUIO, K. e MARTIN, L. *Progress in research on Quaternary sea-level changes and coastal evolution in Brazil*. Proceedings Symposium on Holocene Sea-Level Fluctuations, Magnitude and Causes, 1981, Dept. Geology, USC: 166-181., 1981.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L., BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FLEXOR, J. M. e DE AZEVEDO, A. E. G. *Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira*. Revista Brasileira de Geociências, 15 (4), 273-286, 1985.
- ROSA, L. P. (coord). *Emissões de Gases de Efeito Estufa Derivados de Reservatórios Hidrelétricos – Monitoramento e Treinamento de Técnicos do Setor Elétrico Brasileiro*. Relatório Final. Projeto PPE 1406 – ANEEL/MCT/PNUD. COPPE/UFRJ e COPPETEC, 2002.
- TITUS, J.(ed.) *Changing Climate and the Coast*. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency, 2 Volumes, 396p e 508p., 1990.
- TOMAZELLI, L. J. e VILLWOCK, A. *Brasil: evidências de uma provável tendência contemporânea de elevação do nível relativo do mar*. II Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. Rio de Janeiro, 10-16 de julho de 1989.
- VALENTINI, E. e NEVES, C. F. *Projeto Litoral Rio*. Anais X Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Gramado, 7-12 de novembro de 1993, Volume 2, pp.1-10.
- VALENTINI, E. e ROSMAN, P. C. C. *Erosão costeira em Fortaleza*. Revista Brasileira de Engenharia - Caderno de Recursos Hídricos, 10(1), 19-36, 1993.
- VOLONTE, C. R. e NICHOLLS, R. J. *Sea-level rise and Uruguay: Potential impacts and responses*. Journal of Coastal Research, Special Issue No.14. Este Volume, 1994.
- WARRICK, R. A. e OERLEMANS, H. *Sea-level rise*. In: HOUGHTON, J. T.; JENKINS, G. J. e EPHRAMUS, J. J.(eds.), *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 257-281., 1990.
- WIEGEL, R. *Oceanographical Engineering*. New Jersey: Prentice Hall, 532p., 1964.
- WILSON, C. A., Mitchell, J. F. B. *A doubled CO₂ climate sensitivity experiment with a global model including a simple ocean*. Journal of Geophysical Research, v. 92, p. 13315-13343, 1987.

Sites Consultados

- Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPETC/INPE – Previsão do Tempo – <http://www.cpetc.inpe.br/%7Eprodutos/shtml/portal/>
- Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPETC/INPE – Geadas – <http://www.cpetc.inpe.br/geada/>
- Sistema de Meteorologia do Estado do Rio de Janeiro – SIMERJ – <http://www.simerj.rj.gov.br>
- Sistema Meteorológico do Paraná – SIMEPAR – <http://www.simepar.br>
- Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado de Goiás – SIMEGO –

Versão Preliminar – Favor não citar e não fazer referência

<http://www.simego.sectec.go.gov.br>

Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais – SIMGE –
<http://www.2xr.com.br/simge>

Referências Bibliográficas – Capítulo 6.

- BRUCE, J.; HOESUNG LEE and HAITES, E. (Eds). *Climate Change 1995*. Economic and Social Dimensions of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 1996.
- HOUGHTON, J. J.; MEIRA FILHO, L. G.; CALLANDER, B. A.; NARRIS, N.; KATTENBERG, A.; and MASKELL, K. (Eds). *Climate Change 1995*. The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 1996.
- HOUGHTON, J. T.; DING, Y.; GRIGGS, D. J.; NOGUER, M.; VAN DER LINDEN, P. J.; DAI, X., MASKELL, K. and JOHNSON, C. A. (Eds). *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2001.
- HOUGHTON, J. T.; JENKINS, G. J. and EPHRAUMS, J. J. (Eds). *Climate Change – Scientific Assessment of Climate Change*. Report Prepared for IPCC by Working Group I. Cambridge University Press, 1990.
- MCCARTHY, J. J.; CANZIANI, O. F.; LEARY, N. A.; DOKKEN, D. J. and WHITE, K. S. (Eds). *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2001.
- METZ, B.; DAVIDSON, O.; SWART, R. and PAN, J. *Climate Change 2001: Mitigation*. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2001.
- MgC TEGART, W. J.; SHELDON, G.W. and GRIFFITHS, D. C. *Climate Change – The IPCC Impacts Assessment*. Report Prepared for IPCC by Working Group II. Canberra: Australia Government Publish Service, 1990.
- INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. *Climate Change 1995*. Summary for Policymakers and Technical Summary of the Working Group I Report. Cambridge University Press, 1995.
- PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA - IPCC. Sumário para formuladores de Políticas. Sumário Técnico do Grupo de Trabalho I. Brasília: MCT, 2000. (tradução autorizada pelo IPCC).
- WATSON, R. T.; ZINYOWERA, M. C.; MOSS, R. H. and DOKKEN, D. J. (Eds). *Climate Change 1995*. Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 1996.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION - WMO and UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP. *Climate Change – The IPCC Reponse Strategies*. Report Prepared for IPCC by Working Group III. Island Press, 1990.

Sites Consultados:

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE – <http://www.cptec.inpe.br>

Versão Preliminar – Favor não citar e não fazer referência

Instituto Interamericano para Pesquisas em Mudanças Globais - IAI – <http://www.iai.int>

Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima - IPCC – <http://www.ipcc.ch>

Referências Bibliográficas – Capítulo 7.

- ADAMI, H. *Bancos e Desenvolvimento Sustentável*. Boletim Legislativo ADCOAS. Rio de Janeiro, nº 32, p. 5, nov. 1993.
- _____. *Bancos e Ecologia*. Rio de Janeiro: Jornal O Globo, nº 56, Opinião, maio 1992.
- _____. *O Banco Mundial e o Protocolo Verde*. Revista Eco-Rio. Rio de Janeiro: René Capriles, nº 22, p. 46, 1995.
- _____. *O BB e o Meio Ambiente*. Projeto apresentado ao Banco do Brasil S.A. Rio de Janeiro, 1993.
- _____. *O Papel Fundamental do Advogado na Interpretação da Legislação Ambiental*. Revista Eco-Rio. Rio de Janeiro: René Capriles, nº 7, p. 49, 1992.
- BRASIL. *Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal*. Perfil dos Estados Litorâneos do Brasil: Subsídios à Implantação do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro. Brasília, 1996.
- BRUCK, E. C.; FREIRE, A. M. V. e LIMA, M. F. *Unidades de Conservação no Brasil: cadastramento e vegetação 1991-1994*. Relatório Síntese. Brasília: IBAMA, 1995.
- CÂMARA PAULISTA DO SETOR SUCROALCOOLEIRO. *Proposta de Acordo sobre Queima da Cana-de-açúcar*. Março de 1997.
- CETESB. *Controle de Poluição Ambiental*. Legislação Estadual. Estado de São Paulo. Atualização até setembro de 1995.
- _____. *O Novo PROCOP: Financiando a Produção + Limpa*. Folheto explicativo. 1999.
- _____. *PROCOP - Programa de Controle de Poluição*. Documento da Cetesb, 1988.
- _____. *Casos de Sucesso. Prevenção à Poluição*. Documento, sem data.
- _____. *Relatório de atividades da divisão de questões globais da CETESB, referentes aos programas PROZONESP e PROCLIMA, nos anos de 1996 a 1998*.
- Contraproposta de Acordo sobre Queima da Cana-de-açúcar, do Ministério Público do Estado de São Paulo, Federação dos Empregados Rurais Assalariados do Estado de São Paulo (Feraesp), Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Catanduva e de representante do Movimento Ecológico na Câmara Paulista do Setor Sucroalcooleiro, junho de 1997
- COSTA, E. A. *Usinas terceirizam colheita da cana*. São Paulo: Gazeta Mercantil, Caderno Agribusiness, 14, 15 e 16 de maio de 1999.
- DIAS, B. F. S. *Áreas Protegidas no Cerrado Brasileiro*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. (inédito).
- GOLDEMBERG, J. e MOREIRA, J. R. *Estudo sobre o Programa do Alcool*. Consulta na internet: <http://www.mct.gov.br/clima>.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE - IBAMA – Diretoria de Ecossistemas DIREC.
- _____. *Relatório Nacional do Brasil, 2.a Versão*. In: Congresso Latino-Americano de Parques Nacionais e Outras Áreas Protegidas, 1. Brasília, 1997.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Censo Agropecuário 1995-1996*. Número 19, Estado de São Paulo, IBGE.
- INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA - INCRA. *Atlas Fundiário Brasileiro*, 1996.

- LEMOS DE SÁ, R. M.; FERREIRA, L. (coords). *Áreas Protegidas ou Espaços Ameaçados: O Grau de Implementação e a vulnerabilidade das Unidades de Conservação federais Brasileiras de Uso Indireto. Série Técnica Volume III.* Brasília: WWF Brasil, 1999.
- MARINO, M. *Levantamento da Localização e Representatividade das Áreas Naturais Protegidas no Brasil.* Brasília: PNMA, 1997.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL. *Agenda 21 - o caso do Brasil: perguntas e respostas.* Brasília: MMA, 1998.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL. *Primeiro Relatório Nacional para a Conservação sobre Diversidade Biológica.* Brasília: MMA, 1998.
- RIBEIRO, M. A. *Ecologizar: Pensando o Ambiente Humano.* Belo Horizonte: Rona Editora, 1998.
- _____. *Sobre o Princípio Protetor-Recebedor.* In: Revista Eco 21, p. 43 a 48, Rio de Janeiro, outubro-novembro, 1999.
- RYLANDS, A. B. *The Status of Conservation Areas in the Brazilian Amazon.* Washington: World Wildlife Fund – WWF, 1991.
- RYLANDS, A. B., PINTO, L. P. S. *Diagnóstico Ambiental da Amazônia Legal – Conservação da Biodiversidade na Amazônia Brasileira: uma Análise do Sistema de Unidades de Conservação.* Belo Horizonte: Conservation International do Brasil, 1995.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE - SEAM, GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Repensando a SMA.* Documento da SMA/SP, 1995.
- _____. *Convenção sobre Mudança do Clima.* Coleção Entendendo o Meio Ambiente, Vol. VI. São Paulo, 1997.
- SILVA, J. A. da. *Curso de Direito Constitucional Positivo.* São Paulo: Malheiros, 1999.
- THE INTERNATIONAL COUNCIL FOR LOCAL ENVIRONMENTAL INITIATIVES – ICLEI. *Local Government Implementation of Climate Protection: Interim Report.* July, 1997.
- _____. *Local Government Implementation of Climate Protection.* Report to the United Nations Conference of the Parties. December, 1997.
- _____. *Local Government Implementation of Climate Protection.* Case Studies. December, 1997.
- UNIÃO CANAVIEIRA DE SÃO PAULO – ÚNICA. *Contraproposta de Acordo sobre Queima da Cana-de-açúcar.* UNICA, julho de 1997
- WILDMANN, Igor. *Crédito Rural: teoria, prática, legislação e jurisprudência.* Belo Horizonte: Del Rey, 2001.
- _____. Igor. *Crédito Rural: aspectos jurídicos de um sistema de subvenção econômica.* Belo Horizonte: Faculdade de Direito da UFMG, 1999.
- WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. *Our Common Future.* New York: Oxford University, 1990.
- WORLD CONSERVATION MONITORING CENTRE. 1992 *Protected Areas of the World: a Review of National Systems – Federal Republic of Brazil.* 1997.
- WWF-Brasil e ISER. *Desenvolvimento e Conservação do Meio Ambiente.* Pesquisa de Opinião com Lideranças e a População da Amazônia. Brasília: WWF-Brasil, 2001.

Sites consultados:

Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – SEADE. Boletim de Acompanhamento da Demanda da Força de Trabalho Agrícola no Estado de São Paulo e no Brasil – <http://www.seade.gov.br>

Ministério do Meio Ambiente – MMA – Agenda 21 – <http://www.mma.gov.br/por/se/agen21/capa/>

Projeto de Estimativa do Desflorestamento Bruto da Amazônia Brasileira – PRODES – <http://www.dpi.inpe.br/prodes.home>

Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE – <http://www.ibama.gov.br/proconve/home.htm>

Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais – PREVFOGO – <http://www.prevfogo.hpg.ig.com.br>