

# Providências Previstas ou Tomadas para a Implementação da Convenção

## Comunicação Inicial do Brasil

### Parte III



*"O sertão vai virar mar,  
Dá no coração  
Um medo de que algum dia o mar  
Também vire sertão"*





|                                                                                                                                                              |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1 - Programas e Ações Relacionados ao Desenvolvimento Sustentável</b>                                                                                     | <b>171</b> |
| <b>1.1 - Programa Nacional do Álcool</b>                                                                                                                     | <b>171</b> |
| 1.1.1 - Histórico do Álcool como combustível                                                                                                                 | 171        |
| 1.1.2 - Evolução do Programa Nacional do Álcool                                                                                                              | 171        |
| 1.1.3 - Aspectos Econômicos do Proalcool                                                                                                                     | 174        |
| 1.1.4 - As externalidades do Proalcool                                                                                                                       | 175        |
| <b>1.2 - Programas de Conservação de Energia</b>                                                                                                             | <b>177</b> |
| 1.2.1 - Conservação de Energia no Brasil                                                                                                                     | 177        |
| 1.2.2 - Programas Governamentais de Conservação de Energia                                                                                                   | 177        |
| <b>1.3 - Contribuição da Geração Hidrelétrica para a Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa</b>                                                      | <b>182</b> |
| 1.3.1 - Evolução da Geração de Energia Elétrica                                                                                                              | 182        |
| 1.3.2 - Balanço Energético Nacional 1970-2000                                                                                                                | 183        |
| 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 | 183        |
| <b>1.4 - Situação e Perspectivas das Novas Fontes Renováveis de Energia no Brasil</b>                                                                        | <b>184</b> |
| 1.4.1 - Histórico recente das fontes de energia renováveis                                                                                                   | 184        |
| 1.4.2 - Arcabouço legal e regulatório                                                                                                                        | 184        |
| 1.4.3 - Uso Moderno da Biomassa e Co-Geração                                                                                                                 | 186        |
| 1.4.4 - Outras Novas Fontes de Energia Renováveis                                                                                                            | 189        |
| <b>1.5 - Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios - PRODEEM</b>                                                                        | <b>192</b> |
| <b>1.6 - Programa de Transporte Coletivo Movido a Hidrogênio</b>                                                                                             | <b>193</b> |
| <b>1.7 - Reciclagem</b>                                                                                                                                      | <b>193</b> |
| <b>1.8 - Indústria a Carvão Vegetal</b>                                                                                                                      | <b>194</b> |
| <b>2 - Programas e Ações que Contêm Medidas que Contribuem para Mitigar a Mudança do Clima e seus Efeitos Adversos</b>                                       | <b>199</b> |
| <b>2.1 - O Setor Elétrico Brasileiro</b>                                                                                                                     | <b>199</b> |
| <b>2.2 - Perspectivas do Gás Natural no Brasil e seu Papel na Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa</b>                                             | <b>200</b> |
| 2.2.1 - A Trajetória e a Participação do Gás Natural na Matriz Energética Brasileira                                                                         | 200        |
| 2.2.2 - Perspectivas de Utilização do Gás Natural                                                                                                            | 201        |
| 2.2.3 - Emissões de Gases de Efeito Estufa Provenientes de Termelétricas a Gás Natural em comparação com Termelétricas a Óleo Combustível                    | 202        |
| <b>2.3 - Programas da Petrobras para Melhorar o Aproveitamento do Gás Natural na Bacia de Campos</b>                                                         | <b>203</b> |
| <b>2.4 - Programas no Estado de São Paulo para Redução das Emissões Veiculares no Transporte Urbano</b>                                                      | <b>203</b> |
| <b>2.5 - O Papel da Energia Nuclear na Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil</b>                                                          | <b>203</b> |



# Sumário

## Parte III

|                                                                                                                                                                       |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>3 - Pesquisa e Observação Sistemática</b>                                                                                                                          | <b>207</b> |
| 3.1 - Programas Mundiais do Clima                                                                                                                                     | 207        |
| 3.2 - Programa Pirata                                                                                                                                                 | 208        |
| 3.3 - Experimento de Grande Escala da Biosfera - Atmosfera na Amazônia ( <i>Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia - LBA</i> )                       | 208        |
| 3.4 - Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil - PPG7                                                                                        | 209        |
| 3.5 - Modelos Regionais de Clima: Previsões de Prazo Estendido sobre a América do Sul Utilizando o Modelo Regional Eta                                                | 210        |
| 3.6 - Pesquisa em Glaciologia no Âmbito do Programa Antártico                                                                                                         | 210        |
| 3.7 - Modelo Simplificado de Mudança do Clima                                                                                                                         | 211        |
| <b>4 - Educação, treinamento e Conscientização Pública</b>                                                                                                            | <b>215</b> |
| 4.1 - Educação Ambiental                                                                                                                                              | 215        |
| 4.2 - Programas de Educação em Conservação de Energia Elétrica e Uso Racional de Derivados de Petróleo e Gás Natural                                                  | 216        |
| 4.2.1 - O PROCEL nas Escolas                                                                                                                                          | 216        |
| 4.2.2 - O CONPET na Escola                                                                                                                                            | 216        |
| 4.3 - Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas                                                                                                                         | 217        |
| 4.4 - Aumentando a Conscientização no Brasil sobre as Questões Relativas à Mudança do Clima                                                                           | 217        |
| 4.4.1 - <i>Homepage</i> Brasileira na Internet sobre Mudança do Clima                                                                                                 | 217        |
| 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 | 217        |
| 4.4.3 - Pesquisa de Conscientização sobre Mudança do Clima                                                                                                            | 218        |
| 4.4.4 - Outras Atividades                                                                                                                                             | 219        |
| <b>5 - Efeitos da Mudança Global do Clima nos Ecossistemas Marinhos e Terrestres</b>                                                                                  | <b>223</b> |
| 5.1 - Região Semi-árida                                                                                                                                               | 223        |
| 5.1.1 - Redução dos impactos negativos de eventos extremos                                                                                                            | 223        |
| 5.1.2 - Produção de Sal                                                                                                                                               | 223        |
| 5.2 - Zona Costeira                                                                                                                                                   | 223        |
| 5.2.1 - Efeitos do aumento do Nível do Mar                                                                                                                            | 223        |
| 5.3 - Branqueamento de Corais                                                                                                                                         | 224        |
| 5.4 - Enchentes                                                                                                                                                       | 225        |
| 5.4.1 - A cidade do Rio de Janeiro                                                                                                                                    | 225        |
| 5.4.2 - Enchentes no Pantanal                                                                                                                                         | 225        |
| 5.5 - Geadas                                                                                                                                                          | 226        |
| 5.5.1 - Plantações de Café                                                                                                                                            | 226        |
| 5.5.2 - Plantações de Laranja                                                                                                                                         | 226        |

## Providências Previstas ou Tomadas para a Implementação da Convenção



|                                                                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>5.6 - Saúde</b>                                                                                                      | <b>226</b> |
| <b>5.7 - Setor Elétrico</b>                                                                                             | <b>227</b> |
| <b>5.8 - Agricultura</b>                                                                                                | <b>227</b> |
| <b>5.9 - Prontidão para Desastres</b>                                                                                   | <b>228</b> |
| <b>5.10 - Modelagem Regional de Mudança Global do Clima</b>                                                             | <b>228</b> |
| <b>6 - Formação de Capacidade Nacional e Regional</b>                                                                   | <b>233</b> |
| <b>6.1 - Instituto Interamericano para Pesquisas em Mudanças Globais - IAI</b>                                          | <b>233</b> |
| <b>6.2 - Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima - IPCC</b>                                                    | <b>233</b> |
| <b>6.3 - Centro de Previsão de Tempo e Estudos do Clima - CPTEC / INPE</b>                                              | <b>234</b> |
| <b>7 - Integração das Questões sobre Mudança do Clima no Planejamento de Médio e de Longo Prazos</b>                    | <b>237</b> |
| <b>7.1 - Legislação Ambiental Brasileira</b>                                                                            | <b>237</b> |
| <b>7.2 - Agenda 21 Brasileira</b>                                                                                       | <b>238</b> |
| <b>7.3 - Programa de Pesquisa Brasileiro sobre Mudança do Clima - MCT</b>                                               | <b>239</b> |
| <b>7.4 - Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar - PRONAR</b>                                                  | <b>239</b> |
| <b>7.5 - Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE</b>                                 | <b>240</b> |
| <b>7.6 - Medidas contra o Desflorestamento na Região Amazônica</b>                                                      | <b>243</b> |
| 7.6.1 - Principais Causas do Desflorestamento                                                                           | 243        |
| 7.6.2 - Medidas contra o Desflorestamento                                                                               | 246        |
| 7.6.3 - Estratégia de Ação Política                                                                                     | 248        |
| <b>7.7 - Projeto de Estimativa do Desflorestamento Bruto da Amazônia Brasileira - PRODES</b>                            | <b>250</b> |
| 7.7.1 - Dados Levantados pelo PRODES                                                                                    | 250        |
| <b>7.8 - O Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC</b>                                                       | <b>252</b> |
| <b>7.9 - Prevenção de Incêndios e Queimadas</b>                                                                         | <b>257</b> |
| 7.9.1 - Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais - PREVFOGO                                     | 257        |
| 7.9.2 - Programa de Prevenção e Controle de Queimadas e Incêndios Florestais no Arco do Desflorestamento<br>- PROARCO   | 257        |
| 7.9.3 - Proibição da Queima na Colheita de Cana-de-açúcar                                                               | 258        |
| <b>7.10 - Cidades pela Proteção do Clima</b>                                                                            | <b>258</b> |
| <b>7.11 - Medidas de Caráter Financeiro e Tributário</b>                                                                | <b>259</b> |
| 7.11.1 - Uma Avaliação dos Incentivos Fiscais para o Florestamento/Reflorestamento - Fiset - F/R                        | 259        |
| 7.11.2 - Protocolo Verde                                                                                                | 259        |
| 7.11.3 - Responsabilidade ambiental dos bancos                                                                          | 260        |
| 7.11.4 - O ICMS Ecológico e aplicação dos princípios protetor-recebedor e não-poluidor-recebedor na gestão<br>ambiental | 260        |



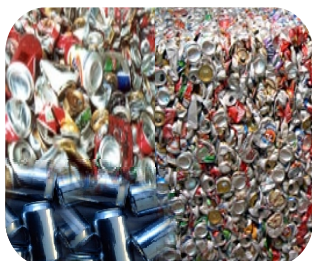
# Sumário

## Parte III

|                                                                                                                   |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.11.5 - Redução de emissões decorrente do incentivo fiscal para veículos com motores 1.000 cilindradas no Brasil | 261        |
| 7.11.6 - Crédito Rural: Restrições ao Infrator Ambiental                                                          | 261        |
| <b>Referências Bibliográficas</b>                                                                                 | <b>263</b> |
| <b>Bibliografia Adicional</b>                                                                                     | <b>265</b> |
| <b>Sites Consultados</b>                                                                                          | <b>273</b> |



## Programas e Ações Relacionadas ao Desenvolvimento Sustentável





## 1 PROGRAMAS E AÇÕES RELACIONADOS AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Alguns dos programas e ações de desenvolvimento sustentável estão relacionados ao uso de energias renováveis e à conservação e/ou eficiência energética. Esses programas contribuem para que o Brasil tenha uma matriz energética "limpa", com pequenas emissões de gases de efeito estufa no setor energético, para a estabilização das concentrações desses gases na atmosfera e para o desenvolvimento sustentável a longo prazo.

Dentre os programas relacionados com o desenvolvimento sustentável, destaca-se o Programa Nacional do Álcool - Proalcool, desenvolvido para diminuir a dependência externa do petróleo. De 1975 a 2000, foram produzidos cerca de 5,6 milhões de veículos a álcool hidratado. Além disso, o Proalcool permitiu a substituição, em até 25%<sup>1</sup>, a gasolina consumida por álcool anidro. Essa medida atingiu, nesse período, uma frota que chegou a ser superior a 10 milhões de veículos, e dessa forma impediu que fossem liberadas para a atmosfera cerca de 400 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>, evitou a importação de aproximadamente 550 milhões de barris de petróleo e gerou uma economia de divisas da ordem de 11,5 bilhões de dólares<sup>2</sup>.

Outros programas importantes visam combater o desperdício de energia e, de forma indireta, contribuem para prevenir emissões de gases de efeito estufa. Dentre esses programas, destacam-se o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL, criado em 1985; e o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e do Gás Natural - CONPET, criado em 1991. 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. Contribuem, ainda, para adiar investimentos em novas centrais elétricas ou refinarias de petróleo.

Em 2000, o Brasil produziu 322 TWh em centrais elétricas de serviço público, sendo mais de 90% de origem hidráulica. Por isso, o setor elétrico brasileiro assume características especiais, não só como um dos maiores produtores mundiais de energia hidrelétrica, como também pela alta participação da hidreletricidade na geração de energia elétrica.

Assim, a emissão de CO<sub>2</sub> 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 esta que pode ser modificada ou até mesmo revertida com os programas e ações relacionados ao desenvolvimento sustentável (novas fontes de energia renováveis e uso de carvão vegetal), abordados nesta seção.

### 1.1 Programa Nacional do Álcool

#### 1.1.1 Histórico do Álcool como Combustível

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 o final da década de 1960, sucederam-se diversas tentativas por parte da agroindústria sucroalcooleira para promover o álcool como combustível. No entanto, apenas em meados da década de 1970, com a queda do preço externo do açúcar e o aumento do preço do petróleo, criaram-se bases para uma intensificação do uso do álcool combustível.

Os choques do petróleo ocorridos na década de 1970, em especial o de 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 medidas 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; e
- Programa Nacional do Álcool - Proalcool.

No que diz respeito especificamente ao álcool combustível no Brasil, uma das medidas mais significativas foi a introdução do uso exclusivo do etanol como carburante. O consumo final energético do etanol variou de 580 milhões em 1975 a 10,6 bilhões de litros em 2000, tendo a produção atingido um volume máximo de 15,5 bilhões de litros em 1997.

Em 2000, o etanol, como combustível, era usado de duas maneiras no país: adicionado à gasolina pura, em teores da ordem de 22%<sup>3</sup> de álcool anidro formando a mistura gasool<sup>4</sup>; e como álcool puro, na forma de álcool hidratado, utilizado em veículos com motores desenvolvidos para o uso exclusivo de álcool hidratado como combustível.

O etanol 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 à da gasolina, o que resulta em menores emissões evaporativas.

#### 1.1.2 Evolução do Programa Nacional do Álcool

O Proalcool foi criado em 14 de novembro de 1975 pelo Decreto nº 76.593, com o objetivo de estimular a produção do etanol, visando o atendimento das necessidades dos mercados interno e externo e da política de combustíveis automotivos. De acordo com o decreto, a produção do etanol oriundo da cana-de-açúcar, da mandioca ou de qualquer outro insumo deveria ser incentivada por meio da expansão da oferta de matérias-primas.

A cana-de-açúcar tem o mais alto retorno para os agricultores por hectare plantado. O custo de produção do açúcar no país é um dos mais baixos do mundo, o que permite aos produtores brasileiros competir em condições altamente favoráveis no mercado internacional. Entretanto, tal mercado é volátil e apresenta grandes oscilações de preços. A produção mundial de açúcar em 2000 foi de 131 milhões de toneladas, sendo a participação brasileira de 1,3% (Base de Dados Estatísticos da FAO).

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

<sup>2</sup> Foi considerada a substituição de 1 litro de gasolina por 1 litro de álcool anidro ou 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 combustíveis. Foi considerado, ainda, o fator de emissão de 0,63 kg C por litro de gasolina (IPCC, 1997).

<sup>3</sup> Vide notas de rodapé 1 e 6.

<sup>4</sup> No Brasil, denomina-se usualmente como gasolina a mistura de gasolina pura e álcool anidro, conhecida internacionalmente como "gasool".

As etapas na produção do açúcar e do álcool diferem apenas a partir do uso do caldo tratado e cozido, que poderá ser fermentado para a produção de álcool ou destinado à cristalização do açúcar.

A decisão de produção de etanol a partir de cana-de-açúcar, além dos aspectos apontados, leva ainda em consideração as políticas governamentais. 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, até então com um grande peso na balança comercial externa. Naquele momento, o preço do açúcar no mercado internacional não remunerava adequadamente as exportações brasileiras, o que contribuiu para a implementação do programa do combustível alternativo.

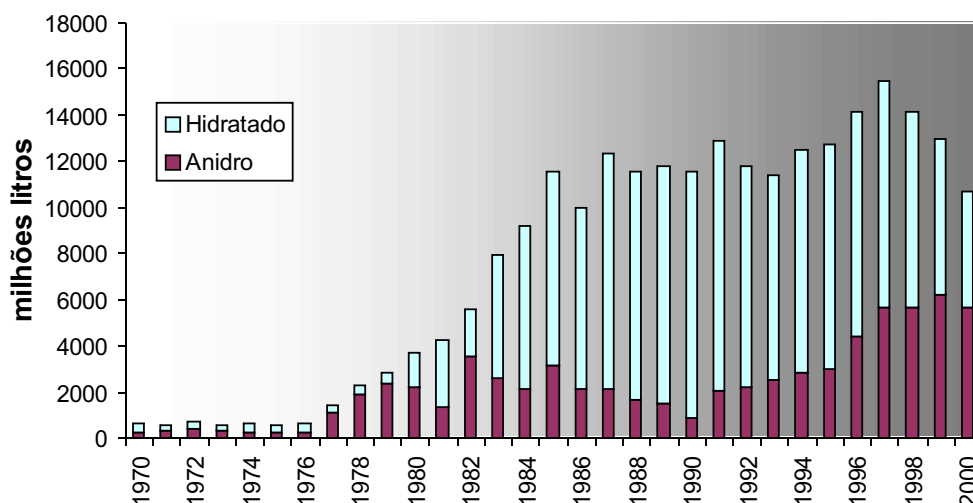
Num breve resumo do Proalcool, destacam-se quatro fases distintas:

### Fase Inicial (1975 a 1979)

O esforço foi dirigido sobretudo para a produção de álcool anidro para a mistura à gasolina. Nessa fase, o esforço principal coube às destilarias anexas. A produção alcooleira anual cresceu de 600 milhões de litros (1975-1976) para 3,4 bilhões de litros (1979-1980) (Figura 1.1). Os primeiros carros movidos exclusivamente a etanol surgiram em 1978.

Na fase de implementação do Proalcool foi estabelecido um mecanismo de fixação de preços que buscava tornar economicamente indiferente para os produtores, a produção de açúcar ou de álcool anidro. O Instituto do Açúcar e do Alcool era responsável pela fixação dos preços de ambos os produtos. Assim, foi estabelecida uma relação de paridade de preços entre o etanol 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, foram adotadas políticas de preços relativos entre o álcool hidratado combustível e a gasolina, nos postos de revenda, de forma a estimular o uso do combustível nacional e renovável.

**Figura 1.1 - Evolução da Produção de Etanol - 1970 a 2000**

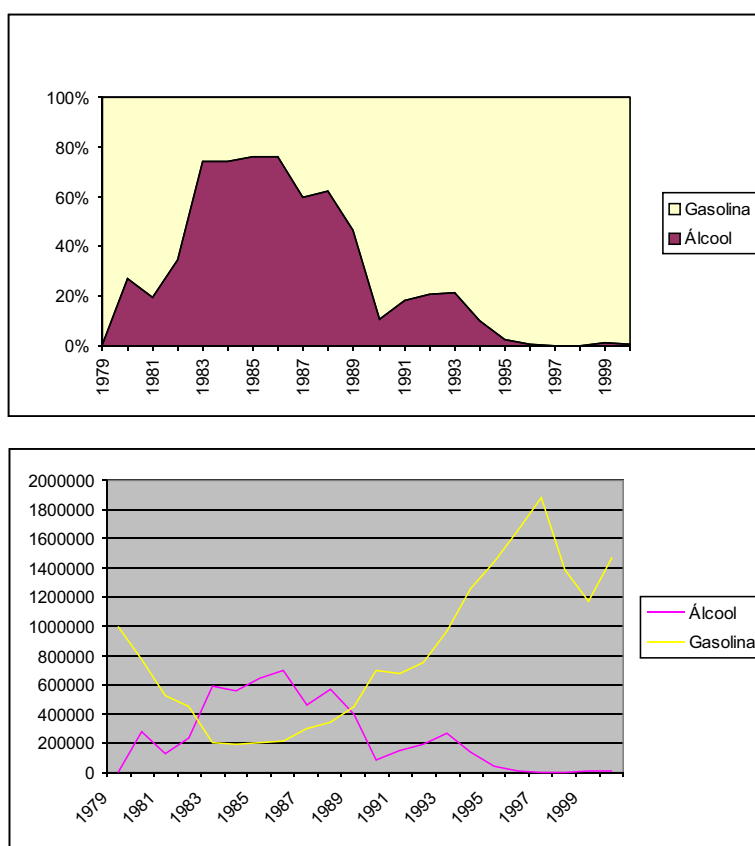


Fonte: Balanço Energético Nacional - BEN, 1986/1990/2001.

### Fase de Afirmação (1980 a 1986)

O segundo choque do petróleo (1979-1980) triplicou o preço do barril e as compras desse produto passaram a representar 46% da pauta de importações brasileiras em 1980. O Governo, então, resolveu adotar medidas para a plena implementação do Proalcool. Foram criados organismos como o Conselho Nacional do Alcool - CNAL e a Comissão Executiva Nacional do Alcool - CENAL para agilizar o programa. A produção alcooleira atingiu um pico de 12,3 bilhões de litros em 1986 e 1987 (Figura 1.1), superando em 15% a meta anual inicial do governo de 10,7 bilhões de litros para o final desta fase. A proporção de carros a etanol no total de automóveis de ciclo Otto (passageiros e de uso misto) produzidos no país passou de 0,46% em 1979 para 26,8% em 1980, atingindo um teto de 76,1% em 1986 (Figura 1.2).

**Figura 1.2 - Produção de veículos leves**



Fonte: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, 2001.



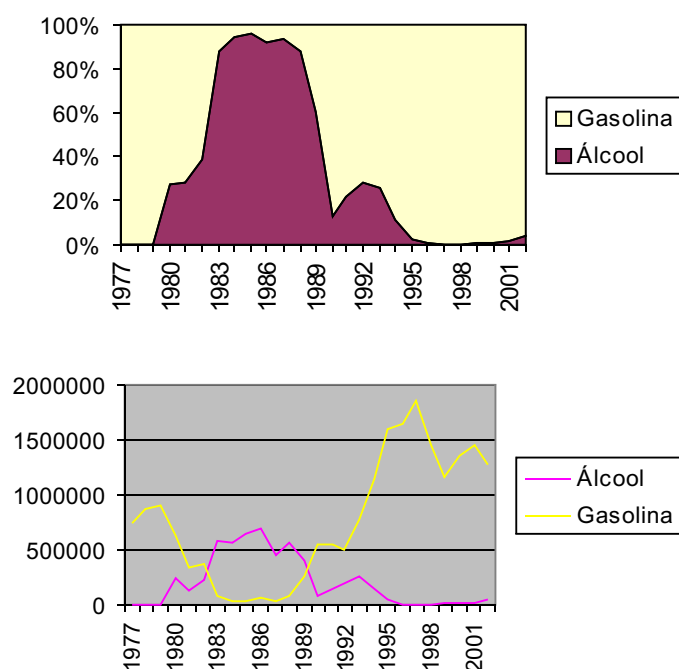
### Fase de Estagnação (1986 a 1995)

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 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 apoiar os programas energéticos alternativos, resultando num sensível decréscimo no volume de investimentos nos projetos de produção interna de energia.

A oferta de etanol não pôde acompanhar o crescimento descompassado da demanda. Em 1985, as vendas de carro a etanol atingiram níveis superiores a 95% das vendas totais de veículos de ciclo Otto para o mercado interno. A partir de então, os baixos preços do etanol fixados pelo Governo, devido à queda dos preços internacionais do petróleo, impediram a elevação da produção interna do produto. Contudo, para os consumidores continuou sendo atrativo o preço do etanol em relação ao da gasolina e a manutenção de menores impostos nos veículos a etanol se comparados aos a gasolina. Essa combinação de desestímulo à produção de etanol e de estímulo à sua demanda gerou a crise de abastecimento da entressafra 1989-1990. Vale ressaltar que, no período anterior à crise de abastecimento, houve desestímulo tanto à produção de álcool quanto à produção e à exportação de açúcar, que naquela época também tinham seus preços fixados pelo Governo. A produção anual de etanol manteve-se em níveis praticamente constantes, no período de 1985 a 1990, em torno de 12 bilhões de litros.

Apesar de seu caráter efêmero, a crise de abastecimento de etanol no fim dos anos 1980 afetou a credibilidade do Proalcool, 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 (Figura 1.3).

**Figura 1.3 - Vendas de Veículos Leves**



Fonte: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, 2001.

Devem-se destacar, ainda, outros motivos que também contribuíram para a redução da produção dos veículos a etanol. No final da década de 1980 e início da década de 1990, o preço internacional do barril de petróleo diminuiu sensivelmente. A essa realidade, que se manteve nos dez anos seguintes, somou-se a tendência de a indústria automobilística fabricar modelos e motores padronizados mundialmente, na versão a gasolina. No início da década de 1990, houve também a liberação das importações de veículos automotivos (gasolina e diesel) e a introdução da política de incentivos para veículos de até 1000 cilindradas (carro popular) que, até 1992, só contemplou veículos a gasolina.

A crise do abastecimento de etanol obrigou o país a realizar importações pontuais de etanol e metanol<sup>5</sup> para garantir o abastecimento do mercado ao longo da década de 1990.

### Fase de Redefinição (a partir de 1996)

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 demanda. Atualmente, o que se questiona é como o Brasil, sem a presença da gestão governamental no setor, encontrará mecanismos modernos de mercado que garantam o abastecimento dos diversos segmentos, sem ferir as normas do comércio internacional. 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, 2000), a produção de veículos a etanol manteve-se em 1% de 1998 a 2000. O estímulo dado ao 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 uso do etanol. A Medida Provisória nº 1.662 de 28 de maio de 1998 estabeleceu um percentual mínimo de 22% de álcool anidro na gasolina, podendo chegar até 24%<sup>6</sup>. Os produtores e centros de pesquisa têm também testado a adição de etanol ao óleo diesel.

Nesta fase não há incentivos ao etanol como combustível. Há um estímulo, de natureza regional, que compensa os custos mais elevados de produção na região Nordeste na fase agrícola<sup>7</sup>, relativamente aos estados mais eficientes, e uma compensação de frete para os produtores localizados nos estados mais distantes dos centros de consumo<sup>8</sup> (Mato Grosso e Mato Grosso do Sul). Este último, entretanto, é de natureza provisória, pois visa proporcionar apenas um tempo de ajustamento aos produtores que enfrentam uma desvantagem natural de 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 - OMC.

<sup>5</sup> Mistura MEG - 60% de álcool hidratado, 34% de metanol e 6% de gasolina.

<sup>6</sup> Essa medida provisória foi regulamentada pela Lei nº 10.203, de 26 de fevereiro de 2001.

<sup>7</sup> Portaria do Ministério da Fazenda de nº 275/98 e Resolução CIMA nº 5, de 10 de setembro de 1998.

<sup>8</sup> Portaria da Agência Nacional de Petróleo - ANP de nº 138/98.



#### 1.1.3 Aspectos Econômicos do Proalcool

##### **Redução dos Custos do Etanol**

A viabilidade econômica do etanol combustível está diretamente ligada à produtividade da lavoura da cana-de-açúcar e ao rendimento industrial do processo de produção. 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. Acredita-se que, de 1976 a 2000, os custos de produção do álcool carburante no Brasil reduziram-se em aproximadamente 50%, o que corresponde a uma taxa média anual de redução de custos na faixa de 2% a 3%.

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

- a partir de 1975, busca por maior produtividade industrial;
- a partir de 1981-1982, 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-de-açúcar (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 - o melhoramento genético da cana é feito pela Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo Ltda. - Copersucar<sup>9</sup> que detém o maior programa do mundo para estudos nessa área e atende 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 de variedades e aperfeiçoamento do manejo em geral;
- redução do consumo de combustíveis na colheita - a mecanização da colheita e o transporte de maior número de toneladas de cana por viagem proporcionaram uma redução de 50% no consumo de combustíveis na colheita entre 1991 e 1996;

<sup>9</sup> 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.

- 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; quando se adota a limpeza da cana a seco deixa-se de incorrer na perda de 1 a 2% do açúcar, levado pela água quando da lavagem da cana;
- redução da demanda por adubos artificiais - valorização do vinhoto como adubo orgânico, rico em fósforo e potássio.

##### **Na produção de etanol (fase industrial)**

Foram verificados significativos avanços tecnológicos, resultando em um aumento da produtividade média de conversão de cana-de-açúcar em etanol de 75 litros/t em 1985 para 85 litros/t em 1996, devido a vários fatores:

- extração do caldo - o índice de extração do caldo na moagem da cana elevou-se de 92% para 97%. Além disso, 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 etanol, de 1980 a 1995, o percentual de auto-suficiência em energia elétrica nas usinas, devido à utilização do bagaço nas caldeiras, passou de 60% à 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.

##### **Preço do Etanol**

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

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 na política energética do Governo:

- 1980 a 1983 - forte estímulo ao etanol - 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, fizeram 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 entre o álcool hidratado e a gasolina para o consumidor, diminuiu para 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 entre o álcool hidratado e a gasolina para o consumidor voltou a se elevar<sup>10</sup>. 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 debatido<sup>11</sup> 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, contribuiu para a 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 de redução de emissões.

#### 1.1.4 As Externalidades do Proalcool

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

#### Ambientais

**Eliminação do chumbo tetraetila da gasolina** - o Brasil foi o primeiro país do mundo a eliminar totalmente o chumbo tetraetila dos 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.

**Redução na poluição atmosférica dos centros urbanos** - segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, caso toda frota de carros do país fosse movida a etanol, a poluição atmosférica nos grandes centros diminuiria entre 20% e 40%. As emissões de 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 rodado, 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 7.5.4).

Um outro fator a ser considerado nos grandes centros urbanos refere-se à emissão significativa de SO<sub>x</sub>, 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 0,16 g/km e 0,43 g/km em 2000, fruto da redução do teor de enxofre nesses combustíveis — ainda é preocupante em função do aumento da frota (CETESB, 1993 e 2001). A queima de etanol não emite SO<sub>x</sub>, sendo esta mais uma vantagem ambiental desse combustível, muito embora

produza 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 da atmosfera um volume de CO<sub>2</sub> equivalente ao da queima do álcool e do bagaço. 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 CO<sub>2</sub> é da ordem de 2,46 t CO<sub>2</sub> equivalente por m<sup>3</sup> de etanol consumido.

O CO<sub>2</sub> que não foi emitido pela substituição da gasolina correspondeu a reduções médias anuais de 4 Mt C na década de 1980 e de 6,2 Mt C na década de 1990. A redução anual de CO<sub>2</sub> pela substituição da gasolina, no período entre 1975 a 2000, atingiu cerca de 110 MtC<sup>12</sup>.

**Tabela 1.1.1 - Fluxo de CO<sub>2</sub> equivalente na produção e consumo de etanol no Brasil**

| Gases                                                | Fluxo                                     |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                                      | (tCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> etanol) |
| CO <sub>2</sub> reduzido*                            | -2,71                                     |
| (substituição da gasolina)                           | -2,44                                     |
| (substituição do óleo combustível)                   | -0,27                                     |
| CO <sub>2</sub> liberado** (produção de cana/etanol) | 0,25                                      |
| <b>TOTAL LÍQUIDO</b>                                 | <b>-2,46</b>                              |

Fonte: Macedo, 1997.

Notas:

\* Média de CO<sub>2</sub> reduzido pela substituição da gasolina, seja por álcool anidro ou hidratado, e substituição do óleo combustível pelo bagaço de cana.

\*\* CO<sub>2</sub> equivalente das fases agrícola e industrial de produção da cana e do etanol<sup>13</sup>.

Ao contrário do etanol brasileiro, produzido à base de cana-de-açúcar e utilizando o bagaço da cana como fonte de energia no seu processo industrial de produção, o álcool produzido a base de grãos (destacadamente do milho) consome grandes volumes de insumos energéticos provenientes de combustíveis fósseis para a sua produção. Isso resulta em reduções de apenas 30 a 36% nas emissões de CO<sub>2</sub> nos veículos 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 a partir de cana-de-açúcar no Brasil (Wang et al., 1997).

<sup>10</sup> No período de 2000-2002, a diferença tem se situado na faixa de 35% a 50%, encontrando-se em 2002 em 50%.

<sup>11</sup> 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.

<sup>12</sup> Vide nota de rodapé 2.

<sup>13</sup> Durante as fases industrial e agrícola de produção de etanol são emitidos gases de efeito estufa como o CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, da ordem de 250 kg de CO<sub>2</sub> equivalente por m<sup>3</sup> de etanol produzido.

Entretanto, na queima das folhas da cana para colheita<sup>14</sup> ocorre liberação de CO<sub>2</sub>, embora essa não seja considerada pelos especialistas como uma emissão líquida, pois o carbono emitido foi previamente absorvido pela planta durante seu crescimento. Contudo, durante o processo de combustão, outros gases são produzidos (N<sub>2</sub>O e NO<sub>x</sub> durante a fase de combustão com chama, e CO e CH<sub>4</sub> sob condições de queima com predomínio de fumaça). No estado de São Paulo, há legislação estabelecendo a extinção gradativa da queima da cana para colheita, o que implica na crescente colheita de cana crua. Adicionalmente, está ocorrendo um esforço para o desenvolvimento de tecnologia para o corte mecânico dessa cana crua, que poderá ser impulsionado 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 Proalcool. Hoje, esse resíduo da produção de etanol transformou-se em uma vantagem econômico-ambiental para o produtor de cana, sendo agora devolvido ao solo como fertilizante, em quantidades controladas para não contaminar os lençóis freáticos.

### Energéticas

**Balanco energético positivo** - uma das grandes vantagens do Proalcool encontra-se no fato de que a produção do etanol é feita com um consumo de energia bem 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 a 11,2 vezes.

**Potencial de co-geração<sup>15</sup> com uso dos subprodutos do etanol** - o uso do bagaço e, eventualmente, da palha da cana excedentes da produção de etanol representam 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 geração de energia elétrica excedente de até 50 kWh por tonelada de cana. 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 o 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/cm<sup>2</sup> de vapor. Levando-se em conta a produção brasileira de 300 milhões de toneladas de cana, que corresponde 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 1996-1997, o setor sucroalcooleiro foi responsável pela circulação anual de recursos monetários da ordem de US\$ 10,5 bilhões, o que correspondeu a uma contribuição anual sob a forma de

impostos federais, estaduais e municipais da ordem de US\$ 2,8 bilhões somente no setor<sup>16</sup>.

**Custos de produção decrescentes dos produtos da cana** - a valores constantes, o custo de produção do etanol baixou a uma taxa média anual de 2,85% entre 1976 e 1996. Estima-se que o custo tenha reduzido a uma taxa média anual de 2% entre 1996 e 2000.

O açúcar do Brasil, por sua vez, tem um dos mais baixos custos de produção do mundo o que permite aos produtores competir em condições favoráveis no mercado internacional.

### Sociais

**Geração de emprego e salários** - a agroindústria sucroalcooleira é uma das grandes geradoras de empregos na economia brasileira, 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.

**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.

**Melhoria das condições de saúde** - a redução de poluição do ar associada ao maior uso de etanol reduz adicionalmente os gastos públicos com saúde, em especial, nas grandes cidades.

### Estratégicas

**Alternativa ao petróleo** - o consumo crescente de petróleo no mundo, acrescido da forte concentração de reservas petrolíferas nos países do Golfo Pérsico, indica 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, pode fazer parte das opções energéticas para enfrentar situações de instabilidade no suprimento de petróleo.

### Tecnológicas

**Desenvolvimento da tecnologia do carro a etanol** - 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 etanol.

**Progressos técnicos na produção sucroalcooleira** - o esforço de universidades e centros de pesquisa, públicos e privados, levaram a uma notável evolução científica e

<sup>14</sup> 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.

<sup>15</sup> 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 (vide item 1.4.3).

<sup>16</sup> Na safra 2001-2002, o setor sucroalcooleiro foi responsável por um faturamento de 7,1 bilhões de dólares 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).



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 litros para 80 litros por tonelada de cana. A evolução na produção de cana levou à intensificação do uso de biotecnologias, de técnicas de conservação do solo, bem como melhorias nos ambientes e sistemas de produção.

**Qualidade do solo** - a princípio, o cultivo da cana-de-açúcar em uma mesma área, ano após ano, 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).

## 1.2 PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA

### 1.2.1 Conservação de Energia no Brasil

Existe um grande potencial de economia de energia no Brasil, tanto do lado da oferta quanto do lado da demanda de energia.

A relação entre economia de energia e redução de emissões não é linear, ou seja, uma possível redução do consumo energético não necessariamente acarretará uma redução, na mesma proporção, das emissões de gases de efeito estufa. Isso deve-se, principalmente, ao forte componente hidráulico na geração elétrica. No entanto, caso se verifique um aumento da geração das unidades térmicas a combustíveis fósseis, na economia de energia, acarretará efeitos consideráveis sobre as emissões.

### 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 Brasil (BEN, 1998), em 1994, esse índice era de 0,27 tep<sup>17</sup>/US\$ 1.000.

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 o 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 da gasolina pelo etanol para o setor dos transportes (*vide* item 1.1.1).

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, 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, 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 elétrico<sup>18</sup>.

Outras medidas de conservação e uso racional de energia<sup>19</sup>, 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

<sup>17</sup> Considerando que 1 MWh = 0,086 tep (tonelada equivalente de petróleo) e 1 tep = 10.000 Mcal, conforme metodologia adotada pela IEA/OCDE.

<sup>18</sup> 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.

<sup>19</sup> 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 serão obrigados a obedecer. A lei dispõe ainda que o Poder Executivo desenvolverá mecanismos que promovam a eficiência energética nas edificações construídas no país.

dessas medidas levou o Governo Federal a oferecer estímulos à conservação e à substituição do óleo combustível consumido na indústria, por meio do programa Conserve.

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. 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.

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 para uma atuação junto ao setor produtivo.

Em termos de economia de energia, observa-se que, no período 1981-1985, 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.

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 1981-1985, 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 1.2.1 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 1.2.1 - Economia Total de Derivados de Petróleo no período 1981 a 1985**

| Setores                | Conservação           | Substituição  | Total         |
|------------------------|-----------------------|---------------|---------------|
|                        | (10 <sup>3</sup> tep) |               |               |
| 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          |
| <b>Total</b>           | <b>373,9</b>          | <b>1381,2</b> | <b>1755,1</b> |

Fonte: Piccinini, 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 voltados 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 - EGTD<sup>20</sup>, 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 intensificação do uso 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 no desempenho 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.

<sup>20</sup> 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 ou por 6000 horas anuais.



Com a crescente utilização da eletricidade para fins térmicos no setor industrial, promovida pelo Conserve e EGD, 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 à 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. - Eletrobrás.

### 1.2.2.2 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 Energia - MME e do então Ministério da Indústria e Comércio - MIC.

O programa tinha o objetivo de combater o 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. 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.

Desde a 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.

Porém, no período 1990-1991, o PROCEL sofreu uma certa estagnação e somente em 1994 houve uma revitalização do Programa, com o objetivo de 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 revitalização 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 é prover condições para que o PROCEL atue como um órgão 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 determinou que parte dos recursos da Reserva Global de Reversão - RGR<sup>21</sup> devia ser alocada para a conservação de energia elétrica; a elaboração do Plano de Ações Prioritárias

da Eletrobrás, 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 Eletrobrás - Consel.

Com o novo enfoque, o PROCEL passou a atuar também na redução das perdas dos sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica; e sobretudo, na definição objetiva dos potenciais e das prioridades de conservação de energia elétrica a curto prazo, de modo a alavancar os objetivos de longo prazo do programa.

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: têm o objetivo 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 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 foi possibilitar que os diversos segmentos da sociedade brasileira tivessem acesso a informações a respeito da conservação da energia elétrica. Destacam-se o PROCEL nas Escolas (*vide* item 4.2.1), bem como 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 perante o mercado e o 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 de 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.

<sup>21</sup> 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.

- **Gestão de ponta:** 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:** visa preparar adequadamente os recursos humanos necessários aos objetivos de combate ao desperdício de energia a longo prazo. Assim, muitos cursos, bem como seminários e conferências, têm sido promovidos para consumidores industriais e comerciais, técnicos de concessionárias, organizações públicas, cobrindo diversos temas e contando com a participação de universidades, especialistas internacionais, entre outros.
- **Pesquisa e desenvolvimento tecnológico:** para suporte aos 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.

### 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 de 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.

Os indicadores da Tabela 1.2.2 mostram os resultados acumulados das ações do PROCEL nos períodos 1986 a 1995

**Tabela 1.2.2 - Resultados quantitativos do PROCEL**

| Indicadores                                         | 1986-1995 | 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 anual economizada e geração adicional (GWh) | 1.846     | 1.970 | 1.758 | 1.977 |
| Usina equivalente (MW)                              | 435       | 430   | 1.758 | 1.977 |
| Redução de carga de ponta (MW)                      | 322       | 293   | 415   | 460   |
| Investimento evitado (R\$ milhões)                  | 870       | 860   | 830   | 920   |

Fonte: Eletrobrás/PROCEL, 1998.

Como pode ser observado, no período 1986-1998, o PROCEL possibilitou uma economia de energia de 7.551 GWh, a um custo inferior a R\$ 395 milhões, frente a um investimento evitado de R\$ 3,48 bilhões na construção de usinas. Em outras palavras, para cada R\$ 1,00 aplicados no combate ao desperdício foram economizados R\$ 8,81.

### 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 Eletrobrás e em parceria com a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL<sup>22</sup>, 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.

### 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 ações que visam 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 termelétrica.

### 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, bem como comparar a eficiência energética desse setor no Brasil e nos países da Europa Ocidental. O projeto visa, ainda, 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.

<sup>22</sup> A Lei nº 9.427, de 26 dezembro de 1996, que institui a ANEEL, cita em seu artigo 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 artigo 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".



**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. Há 35 empresas no estado do Rio de Janeiro engajadas no projeto. Envolve projetos de demonstração para validar a metodologia e incentivar as empresas operadoras de ônibus a adotar 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 da Rodovia Fernão Dias, em Betim-MG, e que em 2000 já 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, o projeto 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 na qualificação profissional de motoristas e mecânicos. O projeto atua em 21 estados, com a participação de 14 entidades regionais (federações e sindicatos), já tendo realizado mais de 111 mil avaliações em 67 mil veículos. De acordo com essas avaliações, foram observadas reduções de até 14% no consumo específico de diesel nas frotas participantes do projeto, o que resultou na economia anual de combustível da ordem de 144 milhões de litros e 402 Gg CO<sub>2</sub> não emitidos para a atmosfera.

**Selo de eficiência energética** - instituído por decreto presidencial em 8 de dezembro de 1993, tem por objetivo dar distinção ao veículo leve, que, já etiquetado, apresente o melhor desempenho energético em sua categoria.

### Setor Industrial

**Fixação de índices de eficiência energética** - projeto de cooperação Brasil-UE para desenvolver índices para avaliação de eficiência energética na indústria e para facilitar a comparação relativa à eficiência energética com as indústrias da Europa Ocidental.

**Conservação de energia nos cursos profissionalizantes** - treinamento e difusão dos conceitos sobre conservação de energia e uso racional de combustíveis nos cursos profissionalizantes do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI, incluindo o 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.

### Setor Residencial e Comercial

**Revisão de normas técnicas** - projeto de revisão das normas técnicas para os testes de desempenho energético de fogões e aquecedores de água, a gás, de uso doméstico.

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

### 1.2.2.4 Ações das concessionárias estaduais

#### São Paulo

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 estado<sup>23</sup> 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. Embora uma série de ações já tenha sido implementada, ainda não estão disponíveis os resultados dos esforços em conservação de energia.

**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 evitar o desperdício de energia.

**Treinamento de várias categorias de profissionais no uso eficiente de energia** - diversos cursos e reuniões ocorrem 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 de empresas tipo Energy Saving Companies - ESCO** - é amplamente aceito que empresas tipo ESCOs sejam parceiras importantes para a difusão de tecnologias energeticamente eficientes.

#### Minas Gerais

A concessionária pública Centrais Elétricas de Minas Gerais - CEMIG 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 aquecedores solares associados a limitadores de corrente no 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 — intitulado "Tarifa Amarela" — está sendo implantado em outras concessionárias.

#### Outros estados

A partir do final dos anos 1990, a Companhia Elétrica do Ceará - COELCE demonstrou interesse em ações de conservação de energia e está envolvida em um grande

<sup>23</sup> Atualmente, com a privatização das empresas, estão sendo negociados novos patamares de cooperação no estado em concordância com as novas propostas da ANEEL.

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 também 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 de Gases de Efeito Estufa

### 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 em território brasileiro, definida como o escoamento anual médio dos rios que deságuam no oceano, é de 168.790 m<sup>3</sup>/s. Levando-se em consideração a vazão produzida na área da bacia Amazônica que se encontra em território estrangeiro, estimada em 89.000 m<sup>3</sup>/s, essa disponibilidade hídrica total atinge 257.790 m<sup>3</sup>/s.

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% estavam aproveitados em 2000.

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

**Tabela 1.3.1 - Brasil - Capacidade Geradora Instalada**

| Ano  | Hidro* | Total  | H / T |
|------|--------|--------|-------|
|      | (MW)   | (MW)   | (%)   |
| 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: MME, 2001.

\*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, teve início 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 iniciada a exploração das bacias do Parapanema e Iguazu. Na década de 1970, destacam-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.

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, proporcionados 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 de 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. Vários fatores contribuíram para isso:

- a elevação dos preços dos combustíveis, com a conseqüente renovada pressão das importações sobre a balança de pagamentos;
- a diminuição dos custos unitários de transmissão, valorizando potenciais mais afastados dos centros de consumo;
- 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.

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de energia hidrelétrica e sua matriz energética tem como característica marcante a excepcional participação da hidreletricidade na

geração de energia elétrica. Em 2000, foram produzidos, no Brasil, 347,7 TWh de eletricidade. Dessa produção, 88,5% foram de origem hidráulica. Do percentual restante, parcela significativa foi produzida a partir de biomassa (cerca de 3%) e de energia nuclear (cerca de 1,5%).

### 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 1.3.2 - Oferta por Fonte e Consumo Final de Eletricidade**

| Fonte                              | 1970        | 1980         | 1990         | 1999         | 2000         |
|------------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                    | (TWh)       |              |              |              |              |
| <b>Geração Total*</b>              | <b>45,7</b> | <b>139,3</b> | <b>222,8</b> | <b>332,3</b> | <b>347,7</b> |
| 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         |
| 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         |
| <b>Consumo Final</b>               | <b>39,6</b> | <b>122,7</b> | <b>217,7</b> | <b>314,7</b> | <b>331,6</b> |

Fonte: MME, 2001, exceto desagregação referente à geração térmica em 2000 (normalizada a partir de e&e Economia & Energia elaboração própria).

\* Inclui centrais elétricas de serviço público e autoprodutores.

A importação, indicada na Tabela 1.3.2, provém 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, principalmente, 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 se 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 na proporção de 40% de carvão e 60% de óleo combustível. A participação do carvão importado seria mais significativa, podendo-se admitir níveis mais baixos de emissão de SO<sub>2</sub> do que com o carvão nacional que foi empregado até hoje na termelétrica.

**II** - a partir de 1960, 75% da geração hidrelétrica verificada seria substituída por geração termelétrica na mesma proporção de 40% de carvão e 60% de óleo combustível. O nível de emissões poderia ser ainda mais atenuado se for considerada a hipótese adicional de que a energia nuclear aumentaria a sua participação, atingindo 10% do total da geração em 2000. Nesse caso, a geração termelétrica teria a seguinte composição: 35% de carvão, 52% de óleo combustível e 13% de nuclear.

Enquanto no Caso I o aumento das emissões totais de CO<sub>2</sub> do país seria de 29%, em 2000, no Caso II esse aumento alcançaria entre 62% e 71%, conforme se aumentasse, ou não, a participação nuclear. Estima-se que, de 1960 a 2000, a massa de CO<sub>2</sub> emitida, adicionalmente, teria sido de 1,6 x 10<sup>9</sup> t, no Caso I, e de 3,5 a 3,9 x 10<sup>9</sup> t, no Caso II. Já os índices de emissões, referentes à população e ao PIB, teriam as evoluções indicadas na Tabela 1.3.3.

**Tabela 1.3.3 - Comparação das emissões hipotéticas brasileiras de CO<sub>2</sub> com a população e o PIB**

| Comparação com a população   | 1970                       | 2000         |
|------------------------------|----------------------------|--------------|
|                              | (t/hab)                    |              |
| Verificado                   | 0,86                       | 1,83         |
| Caso I                       | 0,98                       | 2,35         |
| Caso II                      | 1,15                       | 2,97* a 3,14 |
| Comparação com o PIB de 2000 | (t / 10 <sup>3</sup> US\$) |              |
|                              | 1970                       | 2000         |
| Verificado                   | 0,37                       | 0,40         |
| Caso I                       | 0,42                       | 0,51         |
| Caso II                      | 0,49                       | 0,64* a 0,68 |

Fonte: PIB (PPP).

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

Observa-se na Tabela 1.3.3 que, embora as emissões de CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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, essas taxas de emissões por US\$ de PIB teriam apresentado valores substancialmente maiores, aproximando-se daqueles verificados nos países industrializados, apesar de ainda inferiores aos de outros países na América Latina.

Os níveis de emissão de gases de efeito estufa, 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 (hidrelétrica) também proporciona ao país sustentabilidade no seu desenvolvimento e maior autonomia de suprimento de energia.

Tendo em vista a magnitude do potencial que poderá ser aproveitado em condições economicamente competitivas com outras fontes e crescente conscientização quanto à necessidade de evitar a degradação ambiental, particularmente no tocante à mudança de clima, 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. 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 considerados 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, 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 caracteriza-se por ter 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 utilizando óleos vegetais. Espera-se que os incentivos institucionais e regulatórios introduzidos nos últimos anos reduzam o espaço ocupado pelos combustíveis fósseis, em benefício de fontes renováveis locais.

Considerando que uma parcela substancial dos projetos de energia renovável registrados na ANEEL possa ser implementada<sup>24</sup>, espera-se que uma parte da tendência delineada no Plano Decenal de Expansão do Setor Elétrico do MME possa ser revertida. Espera-se que essa matriz seja diversificada também pela inclusão de outras formas de biomassa, energia eólica e uma maior penetração das PCH. Espera-se, para os próximos dez anos, que essas fontes representem aproximadamente 5% da oferta nacional<sup>25</sup>. 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 seriam conectados à rede nacional.

##### 1.4.1 Histórico recente das fontes de energia renováveis

No Brasil, a utilização das novas formas de energias renováveis ganhou nova força após a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - Rio-92. Desde então, de acordo com dados da ANEEL, foram implantados mais de 12 MW<sup>26</sup> de sistemas fotovoltaicos e 21,4 MW 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 se 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 o MCT convocaram um "Encontro para Definição de Diretrizes para o Desenvolvimento de Energias Solar e Eólica no Brasil", onde foi discutida uma série de ações visando identificar mecanismos e propor mudanças de políticas governamentais que favoreçam 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 posteriormente 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, o país detém 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 deve-se, primordialmente, à introdução dos incentivos regulatórios, fazendo deslanchar um programa maciço pelo setor privado.

Uma consequência natural da introdução de alguns dos incentivos mencionados acima será a reversão da 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. Os resíduos agrícolas, excetuados os da cana-de-açúcar, representam uma disponibilidade energética da ordem de 37,5 milhões de tep anuais, praticamente não aproveitada, equivalente a 747 mil barris diários de petróleo.

##### 1.4.2 Arcabouço legal e regulatório

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

<sup>24</sup> 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. Banco de Informações de Geração da ANEEL.

<sup>25</sup> O Brasil, em 2002, propôs a "Brazilian Energy Initiative" no âmbito da Cúpula Mundial para o Desenvolvimento Sustentável Rio +10, em Joanesburgo, 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.

<sup>26</sup> Segundo a estimativa do Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos da Universidade de São Paulo.

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). Já o Decreto nº 2.003, de 10 de setembro de 1996, define e regulamenta a produção independente e a autoprodução de energia elétrica, modalidades importantes na geração de energia elétrica com fontes alternativas e renováveis.

Em 6 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 artigo 1º, da referida lei).

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. Tal reestruturação baseia-se essencialmente na introdução de competição nas etapas extremas da cadeia produtiva da energia elétrica (geração, comercialização e o livre acesso naquelas áreas, até então tidas como monopólios naturais), bem como na transmissão e na distribuição, ocasionando assim, maior transparência e oportunidades, inclusive para as fontes renováveis de energia.

Particularmente importantes foram os incentivos criados pela Lei nº 9.648<sup>27</sup>, 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, 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 Eletrobrás 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 Eletrobrás 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 pela ANEEL para cada projeto, 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 parágrafo 4º do artigo 11 da Lei nº 9.648, de 1998, e tendo em vista a compatibilidade das pequenas centrais hidrelétricas - PCH 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 regionais<sup>28</sup>.

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

<sup>27</sup> A Lei nº 9.648, de 27 de 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. Tal lei 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 artigo 11). A regulamentação desse dispositivo é feita pela Resolução ANEEL nº 245, de 11 de agosto de 1999.

<sup>28</sup> 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. O Proinfa tem apresentado uma evolução bastante dinâmica.



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% 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 da 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). 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 com 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. Contudo, 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 de energia elétrica.

A definição dos valores normativos - VN encontra-se 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 pagas pelos consumidores finais. Numa faixa de até 5% em torno dos 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\$/MWh<sup>29</sup>, 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

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 dos 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. 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

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 é uma alternativa bastante eficiente. Um dos aspectos positivos da utilização da biomassa para gerar eletricidade é que essa não contribui para o aquecimento global, uma vez que o carbono emitido na forma de CO<sub>2</sub> é absorvido 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 o Banco de Informações de Geração da ANEEL ([www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)), 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 2000-2009 estima o potencial técnico de co-geração nesses 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 1.150 MW, de acordo com o Banco de Informações de Geração da ANEEL. 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

<sup>29</sup> 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 <http://www.aneel.gov.br> (1 US\$ = R\$ 2,3758).



comunidades isoladas da Amazônia Legal a aproveitar a energia solar e o óleo vegetal. O projeto prevê o desenvolvimento de um sistema de geração de 115 kW, à base de óleo vegetal, que beneficiará 2.500 pessoas na Reserva Extrativista do Médio Juruá, em Carauari - AM. As oleaginosas nativas da Amazônia (andiroba, murumuru e buriti, entre outras) são um substituto natural do óleo diesel. A ANEEL escolheu as reservas de Rio Preto e Médio Juruá para a implementação dos projetos, 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 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 é 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. Os próximos municípios a abrigar usinas serão Pelotas, Camaquã e Mostardas.

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 (*vide* item 1.4.4.6). 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.

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 o álcool e a biomassa gaseificada como combustível, 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 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 Fundo Global para o Meio Ambiente (*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, deixando de ser produzidas, assim, as emissões de CO<sub>2</sub> pela utilização de geração térmica convencional a combustíveis fósseis.

#### 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 (*vide* item 1.1.4).

As usinas necessitam de pouca energia elétrica e mecânica, nos seus processos, com relação à térmica. Além disso, até recentemente, a legislação praticamente impossibilitava a venda de excedentes de energia. Por esses motivos, os sistemas de co-geração atuais convertem apenas cerca de 4%<sup>30</sup> 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 se 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 é apresentada na Tabela 1.4.1.

<sup>30</sup> 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).

**Tabela 1.4.1 - Co-geração em usinas: convencional e com gaseificação**

| Cenários                                                | Consumo no processo      |     | Energia Excedente 80% - Brasil <sup>(e)</sup> | Potência Efetiva - Brasil |                      |
|---------------------------------------------------------|--------------------------|-----|-----------------------------------------------|---------------------------|----------------------|
|                                                         | (kg. de vapor / t. cana) |     |                                               | Safr a <sup>(d)</sup>     | Anual <sup>(d)</sup> |
|                                                         | 500                      | 340 |                                               |                           |                      |
|                                                         | Energia                  |     |                                               |                           |                      |
|                                                         | (kWh/t.cana)             |     | (TWh)                                         | (GW)                      |                      |
| Co-geração, vapor (100% do bagaço) <sup>(a)</sup>       | 57                       | 69  | 13,6 – 16,6                                   | 3,1 – 3,8                 |                      |
| Co-geração, vapor (Bagaço + 25% palha) <sup>(a,b)</sup> | 88                       | 100 | 21,1 – 24,0                                   |                           | 2,4 – 2,7            |
| Co-geração, vapor (Bagaço + 40% palha) <sup>(a,b)</sup> | 115                      | 126 | 27,6 – 30,2                                   |                           | 3,1 – 3,4            |
| BIG-GT (parcial) (Bagaço + 40% palha) <sup>(a,c)</sup>  |                          | 167 | 40,0                                          |                           | 4,6                  |

Fonte: Macedo, 2001.

(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 ainda não disponível comercialmente.

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

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

(d) Operação somente na safra (4.400 h/ano) e anual (8.760 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).

- 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 referente a essa cana sem queimar, dependendo da rota de colheita.

O Centro de Tecnologia Copersucar - CTC iniciou, em julho de 1997, a execução de um projeto, coordenado pelo MCT, 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.

O Projeto BRA/96/G31 demonstrou um significativo potencial de impacto<sup>31</sup>, uma vez que o excedente da geração elétrica em usinas de açúcar/álcool pode ser aumentado em 5 vezes com o BIG-GT e os resíduos podem ser usados 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 (cenário de referência) e estipulou um cenário futuro, dependendo da rota da colheita (3 hipóteses / rotas) (Tabela 1.4.2):

**Tabela 1.4.2 - Diferenças na emissão de CO<sub>2</sub> entre a situação futura e de referência**

| Rotas      | Diesel usado na agricultura    | Substituição de combustível fóssil | Diferença na emissão total | Brasil: 300 x 10 <sup>6</sup> t. cana/ano  |
|------------|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|
|            | (kg CO <sub>2</sub> / t. cana) |                                    |                            | (10 <sup>6</sup> t. CO <sub>2</sub> / ano) |
| 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 1.4.2, verifica-se a redução hipotética de emissões de CO<sub>2</sub> 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-açúcar<sup>32</sup> e os resultados diferem dos valores médios gerais para a queima de resíduos indicados pelo IPCC (IPCC, 1997) (que são cerca de 4 a 5 vezes maiores). Valores do IPCC foram utilizados para estimar a redução de emissão de CH<sub>4</sub>, CO e NO<sub>x</sub> com colheita parcial (55%) da cana sem queima.

<sup>31</sup> O projeto foi avaliado em maio de 2002 e havia, então, concluído 97% das atividades previstas.

<sup>32</sup> 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.



**Tabela 1.4.3 - Redução na emissão de CH<sub>4</sub>, CO e NO<sub>x</sub> com colheita de 55% da cana sem queimar**

| Gases           | Diferença entre a situação de referência e futura | Fatores de emissão          |       | Impacto na emissão | Impacto na emissão Brasil: 300 x 10 <sup>6</sup> t. cana/ano |
|-----------------|---------------------------------------------------|-----------------------------|-------|--------------------|--------------------------------------------------------------|
|                 | (t. palha queimada / t. de cana)                  | (kg gás/ t. palha queimada) |       | (kg gás/t. cana)   | (t. gás/ano)                                                 |
| CH <sub>4</sub> | 0,056 - 0,125 = -0,069                            | IPCC:                       | 2,83  | -0,195             | -58.500                                                      |
|                 |                                                   | Túnel:                      | 0,41  | -0,028             | -8.500                                                       |
| CO              | 0,056 - 0,125 = -0,069                            | IPCC:                       | 59,5  | -4,10              | -1.230.000                                                   |
|                 |                                                   | Túnel:                      | 25,48 | -1,76              | -527.000                                                     |
| NO <sub>x</sub> | 0,056 - 0,125 = -0,069                            | IPCC:                       | 4,37  | -0,301             | -90.000                                                      |
|                 |                                                   | Túnel:                      | 1,40  | -0,097             | -29.000                                                      |

Fonte: Macedo, 1997 (tabela atualizada pelo autor em 2002).

#### 1.4.4 Outras Novas Fontes de Energia Renováveis

##### 1.4.4.1 Pequenas centrais hidrelétricas

De acordo com o Banco de Informações de Geração da ANEEL, há 205 PCH 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 MW<sup>33</sup>.

Medidas vêm sendo tomadas para atrair a participação privada para as hidrelétricas, com medidas regulatórias para agilização do processo e uma nova política de financiamento já implementada, com o BNDES passando a financiar até 80% dos custos. Há estimativas de que o potencial hidráulico remanescente possível de ser explorado por meio das PCH seja 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 12MWp<sup>34</sup> 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. De sua criação em 1994 até 1999, o programa havia atendido 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 era garantir luz para um milhão de novas propriedades e domicílios rurais.

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 tecnologia<sup>35</sup>.

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 1.050 kWh/kWp) atinge a cifra de 12,6 GWh/ano. Deve-se 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 1.300 e 1.700 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.

Foi submetido ao GEF o 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 Eletrobrás, 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 aos 30% verificado nos últimos anos.

##### 1.4.4.4 Energia Eólica

O Brasil tem 22 MW<sup>36</sup> 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

<sup>33</sup> Dados de 2002.

<sup>34</sup> Dados de 2002.

<sup>35</sup> Até o final de 2001 já se contabilizava 20 kW em sistemas conectados à rede elétrica.

<sup>36</sup> Dados de 2002, considerando os parques eólicos de Mucuripe-CE, com 2,4 MW de potência instalada e Bom Jardim da Serra - SC, com mais 0,6 MW de potência instalada.



de 143 GW, que pode se tornar uma alternativa importante para a diversificação do *mix* de geração de eletricidade no país. Embora nem todo esse potencial possa ser economicamente explorado, ainda existe um grande espaço de crescimento para o uso da energia eólica no Brasil<sup>37</sup>.

Boas oportunidades para o país 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 geração de ponta do sistema, uma vez que os ventos são, para toda as estações, mais intensos nesse período. Os desenvolvimentos mais importantes esperados em energia eólica no Brasil estão centrados nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraná.

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.

Em 1996, foi instalada no Brasil a primeira fábrica de aerogeradores. A empresa foi instalada para produzir aerogeradores de grande porte e seus componentes, para exportação e atendimento do mercado interno<sup>38</sup>.

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 Eletrobrás com a Reserva Global de Reversão - RGR<sup>39</sup>, 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. 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 cerca de apenas 2,6% das propriedades rurais são atendidas com energia elétrica (KALTNER, 1998) devido fundamentalmente à dispersão de pequenas comunidades localizadas longe dos centros geradores de energia elétrica e onde as linhas convencionais de transmissão de energia elétrica são inviáveis economicamente a geração de eletricidade a partir de óleos vegetais aparece 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 vêm sendo desenvolvidos por empresas e instituições brasileiras em direção ao uso energético dos óleos vegetais; mas, recentemente, um programa nacional de biocombustíveis está procurando aglutinar essas iniciativas.

#### Programa Brasileiro de Biocombustíveis - Probiodiesel

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

Em 1983, o governo brasileiro, motivado pela elevação dos preços de petróleo, determinou a implementação de um 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 milhã 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, indústrias 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.

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.

Posteriormente, o Probioamazon, programa gerenciado pelo Ministério de Desenvolvimento Agrário - MDA e Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT, foi implementado com perspectiva de produzir 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 balança de pagamentos e criando riqueza no interior.

Em 2000, a produção anual de veículos diesel no Brasil superou a barreira dos 100.000 veículos<sup>40</sup>. O óleo diesel é atualmente o derivado de petróleo mais consumido no Brasil. Considerando o perfil de produção nas refinarias brasileiras, uma fração crescente desse produto vem sendo importada, como mostra a Figura 1.4.

<sup>37</sup>A Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica - GCE, por meio da Resolução nº 24, de 05 de julho de 2001, criou 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 Eletrobrás, da energia produzida em 15 anos pelos parques eólicos instalados no âmbito do programa.

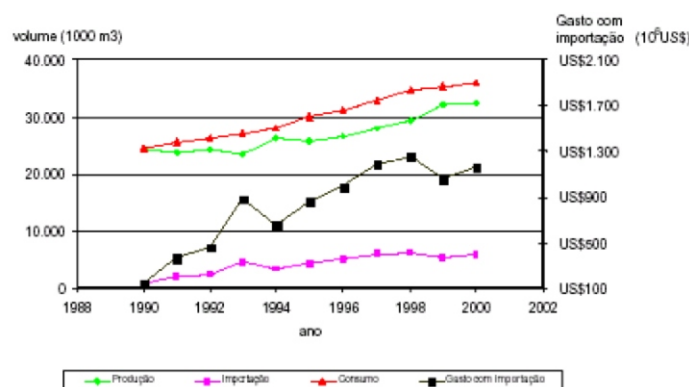
<sup>38</sup> Em fevereiro de 2002, a Wobben inaugurou sua filial no Estado do Ceará, no Complexo Industrial Portuário de Pecém. A capacidade de produção das unidades de Sorocaba e Pecém está prevista para atingir 600 MW ano a partir de 2003.

<sup>39</sup> Vide Lei nº 10.438, de abril de 2002. Vide nota de rodapé 28.

<sup>40</sup> Fundamentalmente, foram produzidos caminhões, comerciais leves e ônibus que, junto com os equipamentos agrícolas e de geração termelétrica em sistemas isolados, responderam pela demanda de aproximadamente 37 milhões de m³ de diesel em 2001.



**Figura 1.4 - Evolução da produção, demanda, importação e gasto com importação de óleo diesel**



Fonte: MME, 2001.

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.

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.

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 1.4.4.

**Tabela 1.4.4 - 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/ha)             |
| Dendê ( <i>Elaeis 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>Cocos nucifera</i> )                | Fruto          | 55-60            | 7 anos                       | 12                | 1,3-1,9            |
| Babaçu ( <i>Orbignyia martiana</i> )          | Amêndoa        | 66               | 7 anos                       | 12                | 0,1-0,3            |
| Girassol ( <i>Helianthus annuus</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 communis</i> )            | Grão           | 43-45            | Anual                        | 3                 | 0,5-0,9            |
| Amendoim ( <i>Orachis hypogaeae</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 hirsutum</i> )         | Grão           | 15               | Anual                        | 3                 | 0,1-0,2            |

Fonte: Nogueira, 2000.

O Probiodiesel tem como objetivos desenvolver as tecnologias de produção e o mercado de consumo de biocombustíveis; estabelecer uma rede nacional de biodiesel para congregar e harmonizar as ações de especialistas e entidades responsáveis pelo desenvolvimento desse 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 (dendê, mamona, babaçu e soja) 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 Brasil, considerando a oportunidade de se utilizar outros óleos vegetais típicos das diferentes regiões do país, poderá tornar-se gradualmente um importante produtor e consumidor de biodiesel sendo, ainda, o segundo produtor e exportador mundial de óleo de soja.

#### 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 agroindustriais.

Houve um início de aplicação de tecnologia, em 1979, nos aterros sanitários, 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.

O processo anaeróbico 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 podem formar 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 ocorre com o resíduo não digerido da cevada de cervejarias. Os lodos orgânicos podem também ser processados em secadores, resultando em pó peletizado, adequado para queima em maçaricos de caldeiras para geração de vapor ou termoelectricidade.

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

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.

O Prodeem visa atender as localidades isoladas não supridas de energia elétrica pela rede convencional<sup>41</sup>, obtendo essa energia de fontes renováveis locais, de modo a promover o desenvolvimento social e econômico dessas localidades.

O Prodeem, com a denominação de "Energias das Pequenas Comunidades", faz parte do Plano Plurianual 2000-03 - PPA do Governo Federal. 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, consequentemente, das relações existentes entre esses dois sistemas, enfocando prioritariamente o desenvolvimento dos potenciais de energia disponíveis e em desenvolvimento (como biomassa, eólica, solar, hidrocinéticas).

Sua atuação, quando direcionada 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. 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, agindo, assim, tanto na oferta quanto na demanda de energia.

O Prodeem envolve uma grande diversidade de parceiros (entidades públicas e privadas), distribuídos nas esferas federal, estadual e municipal. Atua, também, com o Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID, por meio dos fundos FUMIN e JSF, com a colaboração do PNUD<sup>42</sup>. Essa cooperação visa prioritariamente desenvolver modelos de negócios e linhas de micro créditos compatíveis com a problemática do Prodeem de Mercado. Para os próximos anos, espera-se a concretização da cooperação da *Japan International Cooperation Agency - JICA*<sup>43</sup>, já solicitada, objetivando o fortalecimento institucional do programa.

O grande desafio do programa é desenvolver um modelo de gestão que possa articular todos os agentes envolvidos nos três níveis de governo, mobilizando os recursos técnicos, financeiros e institucionais existentes. Além disso, busca-se 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 baixos índices de consumo dos usuários, o alto custo das instalações, 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, 3 milhões de estabelecimentos rurais, 58 mil escolas públicas e 3 mil comunidades indígenas.

O Prodeem tem os seguintes 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.

<sup>41</sup> Em 1995, de acordo com dados da Eletrobrás, das 5.835.779 propriedades rurais existentes no país, apenas 1.604.247 delas, ou seja, 27,5% do total, eram eletrificadas.

<sup>42</sup> O PNUD colocou à disposição do programa US\$ 7 milhões (fundo perdido), além de vários especialistas que atuam diretamente no problema.

<sup>43</sup> Encontra-se, também, em processo de aprovação dois financiamentos importantes, ou seja, US\$ 300 milhões solicitados ao *Japan Bank for International Cooperation*, e outro de assistência técnica, prestado pelo Banco Mundial, que serão aplicados diretamente na energização das comunidades.



**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 por meio de fontes renováveis descentralizadas, destinada a todos os consumidores.

**Base Tecnológica e Industrial:** promoção do 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

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 que usam hidrogênio têm emissão zero, se esse energético 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.

A hidreletricidade 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) nem sempre é possível, 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 de hidrogênio, com custos de abastecimento aceitáveis.

Pesquisas sobre a utilização de hidrogênio como combustível têm sido desenvolvidas em diversos países, concentrando-se, sobretudo, na sua utilização para transporte de massa nos grandes centros urbanos. As pilhas de hidrogênio são particularmente vantajosas para um veículo que opera a maior parte do tempo em condições de parada e partida, como os ônibus urbanos. Comandos de pilha de hidrogênio foram instalados com sucesso em uma série de ônibus urbanos e demonstrados em operação.

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. 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. 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 de hidrogênio pode ser economicamente acessível e pode

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 de hidrogênio, uma vez que já existe, no país, uma grande e moderna infra-estrutura de fabricação de ônibus e trem-bus. Os custos projetados do ciclo de vida dos ônibus de pilha de hidrogênio são completamente competitivos com os dos trem-bus, 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.

Em 1994, foi dado início ao Projeto Estratégia Ambiental para Energia: Ônibus de Célula Combustível de Hidrogênio para o Brasil (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 referido projeto, 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.

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 de a reciclagem não contribuir diretamente para a redução de emissões de gases de efeito estufa, tem reflexo na redução da produção de insumos e, consequentemente, 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 1.7.1 abaixo:

Tabela 1.7.1 - 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: site do CEMPRE.

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

O Programa Brasil Joga Limpo é um dos programas que integram o Plano Plurianual 2000-03 - PPA. Seus objetivos incluem reduzir a geração e 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, bem como 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 no consumo de materiais e de energia, bem como 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.

## 1.8 Indústria a Carvão Vegetal

O carvão vegetal é obtido a partir da madeira e da lenha<sup>44</sup>, 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 e 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 desflorestamento. No Brasil, essa prática ocorre 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 no Cerrado.

A partir de meados do século XX, iniciou-se uma preocupação em relação ao desflorestamento 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 dando origem, dessa maneira, às florestas plantadas.

Atualmente, os projetos de reflorestamento<sup>45</sup> suprem mais da metade das necessidades da indústria que utiliza o carvão vegetal como insumo básico, especificamente as siderúrgicas e as cimenteiras. De uma maneira geral, tem crescido a participação do carvão vegetal oriundo de florestas plantadas na indústria, contribuindo com 72% do total em 2000 (Tabela 1.8.1).

Tabela 1.8.1 - Consumo de carvão vegetal proveniente de reflorestamento

| Ano  | Consumo de carvão vegetal<br>(10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ) | Participação do reflorestamento | Carvão vegetal de reflorestamento<br>(10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ) | Emissões reduzidas<br>(10 <sup>3</sup> tC) |
|------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1990 | 33.636                                                         | 34,0%                           | 11.436                                                                 | 2.898                                      |
| 1991 | 29.224                                                         | 42,3%                           | 12.362                                                                 | 3.133                                      |
| 1992 | 26.828                                                         | 38,9%                           | 10.436                                                                 | 2.645                                      |
| 1993 | 28.840                                                         | 43,5%                           | 12.545                                                                 | 3.179                                      |
| 1994 | 29.432                                                         | 54,0%                           | 15.893                                                                 | 4.028                                      |
| 1995 | 27.352                                                         | 52,0%                           | 14.223                                                                 | 3.604                                      |
| 1996 | 25.344                                                         | 70,0%                           | 17.741                                                                 | 4.496                                      |
| 1997 | 24.256                                                         | 75,0%                           | 18.192                                                                 | 4.610                                      |
| 1998 | 21.924                                                         | 67,4%                           | 14.777                                                                 | 3.745                                      |
| 1999 | 22.240                                                         | 70,0%                           | 15.568                                                                 | 3.945                                      |
| 2000 | 22.600                                                         | 71,7%                           | 16.204                                                                 | 4.106                                      |

Fonte: MME, 2001 (consumo) e ABRACAVE, 2001 (reflorestamento).

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

O consumo de carvão vegetal ocorre principalmente na indústria metalúrgica (centrada na siderurgia) e na indústria cimenteira, sendo pulverizado nos demais setores (Tabela 1.8.2).

<sup>44</sup> Por definição, "madeira" é a parte lenhosa dos troncos e dos ramos das árvores. A "lenha" é a porção de ramos, achas ou fragmentos de troncos de árvores reservados para servirem de combustível.

<sup>45</sup> A principal tecnologia de reflorestamento é a da plantação de árvores de ciclo curto.



**Tabela 1.8.2 - Consumo de carvão vegetal nos principais setores da indústria**

| Setores                             | 1990                    | 1991  | 1992  | 1993  | 1994  | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  |
|-------------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                     | (1.000 m <sup>3</sup> ) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 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 |
| Ferroligas                          | 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   |
| Mineração 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     |
| Têxtil                              | 20                      | 20    | 12    | 12    | 8     | 4     | 8     | 8     | 8     | 0     | 0     |

Fonte: MME, 2001.

Massa específica do carvão vegetal 250kg/m<sup>3</sup>; MME, 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 sua substituição 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.

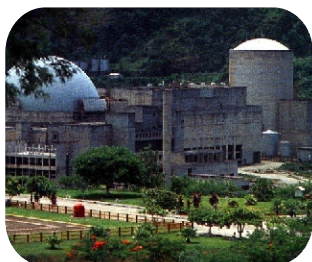
O Brasil é um dos poucos países que mantém o uso do carvão vegetal no processo de produção no setor metalúrgico, principalmente no setor siderúrgico e concentrado na indústria de ferro-gusa e aço. Em vários países, os processos siderúrgicos substituíram o carvão vegetal pelo carvão mineral.

Entretanto, o desenvolvimento e a difusão da tecnologia de florestas plantadas, bem como as condições favoráveis do clima no Brasil, proporcionam um período de plantio-colheita reduzido, o que torna econômico o uso de florestas plantadas, com ganhos para o setor industrial.

Como resultado, houve um aumento da participação do carvão vegetal produzido a partir de florestas plantadas no total do consumo industrial do carvão vegetal (*vide* Tabela 1.8.1). Assim, ao se utilizar uma fonte renovável de energia — o carvão vegetal originário de florestas plantadas — reduziu-se a emissão equivalente de coque de carvão mineral de cerca de 40 milhões de toneladas de carbono no setor industrial nesse período.



## **Programas e Ações que contêm Medidas que Contribuem para Mitigar a Mudança do Clima e seus Efeitos Adversos**





## 2 PROGRAMAS E AÇÕES QUE CONTÊM MEDIDAS QUE CONTRIBUEM PARA MITIGAR 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 apresentados 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 elétrico do país é necessária para que se possa esboçar suas perspectivas futuras e suas implicações nas emissões de gases de efeito estufa.

Dentre esses programas ou ações, 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 a redução de emissões veiculares no transporte urbano em São Paulo.

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.

Esta seção apresenta, ainda, o desenvolvimento da energia nuclear no Brasil, que 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 das usinas term nucleares também tem sido muito enfatizado nas últimas décadas, constituindo-se em grande preocupação dos movimentos ambientalistas. Por outro lado, as centrais nucleares não emitem gases de efeito estufa e, portanto, podem contribuir para mitigar a mudança do clima e seus efeitos adversos.

### 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 uma 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 particularmente 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, baseadas em novas tecnologias, que fossem construídas com menor custo e mais rapidamente que as hidrelétricas. Isso provocou mudanças consideráveis nas fontes geradoras 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, conforme mencionado anteriormente (*vide* item 1.3), 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%<sup>46</sup>. O restante (88,5%) da energia elétrica foi gerado a partir do potencial hidráulico.

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, elas 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 e das restrições ambientais.

<sup>46</sup> Desagregação referente à geração térmica em 2000 normalizado a partir de Patusco e e.e. Inclui centrais elétricas de serviço público e autoprodutores. *Vide* tabela 1.3.2.

Em 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<sup>47</sup>, 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 PPT, 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.

Com o desenvolvimento do uso energético do gás natural, combinado ao interesse privado na geração termelétrica, e a criação de um mercado consumidor, incluindo a distribuição urbana para uso doméstico, é esperado que a expansão das reservas nacionais 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 CO<sub>2</sub> por unidade de energia gerada.

O perfil tecnológico que se configurar típico nos projetos de geração térmica definirá 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 garantem um impacto reduzido sobre o meio ambiente.

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 (*vide* seção 1.4), bem como a energia nuclear (*vide* seção 2.5).

<sup>47</sup> 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.

## 2.2 Perspectivas do Gás Natural no Brasil e seu Papel na Redução 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 m<sup>3</sup>, como ilustra a Tabela 2.2.1, perfazendo um crescimento anual 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 m<sup>3</sup>.

A produção de gás natural no Brasil desenvolveu-se de forma semelhante, com uma dinâmica de crescimento anual expressivo de cerca de 20%, no período de 1980 a 1985, mas de apenas 7,8% 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 2.2.1 - Evolução das reservas provadas e da produção de gás natural no Brasil**

| Ano                                        | Reservas Provadas                 | Produção Anual                    | Reserva / Produção |
|--------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------|
|                                            | (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) | (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) | (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               |
| <b>Variação média anual de 1990 a 2000</b> | <b>2,5 % a.a.</b>                 | <b>7,8 % a.a.</b>                 | <b>-</b>           |

Fonte: PETROBRAS, 1998 e 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 1990-1997 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 2.2.2. Nota-se uma elevada taxa de queima em 1991, que, apesar de ter se reduzido ao longo da década, ainda permanece alta em 2000. Essas perdas devem-se, principalmente, ao gás associado ao petróleo, conforme mencionado anteriormente, 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 são associados, em 2000, apenas 19,1% do gás nacional era 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 (seção 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 2.2.2, e demandando investimentos em infra-estrutura e novas formas de escoamento da produção.

**Tabela 2.2.2 - Balanço de Gás Natural no Brasil**

|                                          | 1991                              | 2000          |
|------------------------------------------|-----------------------------------|---------------|
|                                          | (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ) |               |
| Importação <sup>1</sup>                  | -                                 | 2,211         |
| Produção                                 | 6,291                             | 13,328        |
| <b>Oferta Total</b>                      | <b>6,291</b>                      | <b>15,539</b> |
| Reinjeção                                | 1,141                             | 2,729         |
| Queimas e Perdas                         | 1,715                             | 2,370         |
| <b>Oferta Interna</b>                    | <b>3,435</b>                      | <b>10,440</b> |
| Consumo próprio (Petrobras) <sup>2</sup> | 708                               | 2,916         |
| LGN <sup>3</sup>                         | 332                               | 743           |
| Vendas                                   | 2,395                             | 6,572         |
| Ajustes                                  | -                                 | 208           |

Fontes: ANP e MME, 2001.

<sup>1</sup>Refere-se à importação da Bolívia.

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

<sup>3</sup>Líquido de gás natural - LGN. Parcela de gás natural que se liquefaz nas UPGNs.

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 de 1980 a 2000, só foi superada pela dinâmica de crescimento da produção de petróleo. Tal condição fez com que a participação do gás natural na produção de energia primária no país mais que duplicasse ao longo do período, 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 se deve ao elevado volume de reinjeção (20% da produção) e também das queimas/perdas (18% da produção).

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.

### 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 sua exploração. 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 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 privadas de serviço público, 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.



### Parte III

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 brasileiro<sup>48</sup>, 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% em 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 manufaturado 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 é menor a emissão de gases de efeito estufa provenientes da utilização do gás natural. 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 em Comparação com 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 qualidade do ar, em virtude das emissões de poluentes.

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 técnico-econômica 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 CO<sub>2</sub>, 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 estimadas 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.

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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>.

Outra característica importante do gás natural é a ausência de emissão de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) 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 de efeito estufa depende de um controle rigoroso de suas perdas, pois o metano (CH<sub>4</sub>), 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 (CO<sub>2</sub>).

<sup>48</sup> Comissão do Gás Natural, Portaria nº 9, de 16 de setembro de 1991, da Secretaria Nacional de Energia.

### 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 petrolífera 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 tem por objetivo aumentar a disponibilidade de gás no mercado, melhorar o aproveitamento do recurso energético e reduzir a emissão de poluentes<sup>49</sup>.

Com a implantação das ações em andamento, estima-se a redução da queima de gás, em cerca de 6,2 milhões de m<sup>3</sup>/d em 2001, para volumes da ordem de 3,4 milhões de m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/d em 2001 para 27,5 milhões m<sup>3</sup>/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, atinjam valores de *benchmark* em 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.

Da perspectiva da mudança global do clima, o Programa de Queima Zero é de especial importância, considerando que, entre 2002 e 2005, aproximadamente 15 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> deixarão de ser emitidas para a atmosfera, como resultado do programa.

### 2.4 Programas no Estado de São Paulo para Redução das Emissões Veiculares no Transporte Urbano

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. 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.

Em 1996, o governo do estado de São Paulo, por meio da Secretaria do Meio Ambiente - SMA, implementou uma política mais agressiva no combate à poluição atmosférica causada por fontes móveis, sobretudo veículos de passeio. Uma série de estratégias foi adotada 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 energéticas 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.

Dentre as ações, destaca-se a Operação Rodízio, realizada de 1995 a 1998, que 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. Reduções significativas de gases de efeito estufa também foram verificadas. 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.

### 2.5 O Papel da Energia Nuclear na Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil

No final de 2000, a capacidade instalada no país correspondia a 74.903 MW<sup>50</sup>, 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 3<sup>51</sup>, totalizando 3.275 MW).

A energia nuclear não emite diretamente gases de efeito estufa (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, 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 e outros). A utilização da energia nuclear também não emite gases ou partículas que provoquem *smog* nas cidades ou a destruição da camada de ozônio.

Embora seja a terceira maior fonte 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

<sup>49</sup> 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.

<sup>50</sup> Inclui 3.442 MW de autoprodutores.

<sup>51</sup> 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.



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 e do não equacionamento definitivo da disposição final dos rejeitos nucleares, 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. Sustentam, também, que soluções para a deposição final de resíduos radioativos de níveis baixo, médio e alto já existem e estão em uso em vários países.

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.

Os fatos mostram que desde que Angra 1 entrou em operação em 1984, até o fim de 2000, foram gerados aproximadamente 33.000 GWh de eletricidade de origem nuclear. No período de 1984 a 2000, as emissões reduzidas de CO<sub>2</sub>, utilizando as mesmas hipóteses de cenários da seção 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 CO<sub>2</sub> e no cenário II da ordem de 24 milhões de t de CO<sub>2</sub>. Essas emissões evitadas ainda aumentariam se a cadeia energética completa, da mineração/extração à queima de combustível, incluindo o transporte, fosse considerada.



## Pesquisa e Observação Sistemática





### 3 PESQUISA E OBSERVAÇÃO SISTEMÁTICA

Em conformidade com o artigo 4º, parágrafo 1º, alínea (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, a Rede Piloto de Pesquisa no Atlântico Tropical (*Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic - Pirata*), 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, este 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. Ela pretende promover uma mudança de paradigma ao definir um critério objetivo para avaliar a responsabilidade de cada país em causar a mudança do clima. Baseia-se nas contribuições históricas e diferenciadas de cada país ao aumento de temperatura da superfície terrestre, ocasionado por suas emissões de gases de efeito estufa de origem antrópica desde a Revolução Industrial.

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 Programas Mundiais do Clima

Várias iniciativas internacionais de pesquisa, geralmente realizadas sob os auspícios da Organização Meteorológica Mundial - OMM e do IPCC, são desenvolvidas em nível mundial. O Brasil participa, por meio delas, de um esforço global, para uma melhor compreensão da situação presente e as perspectivas futuras do clima no planeta, conforme apresentado a seguir:

**Tabela 3.1.1 - Participação do Brasil nos programas mundiais do clima em 2000**

| Programa / Projeto Internacional                            | Atividades                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Instituições / Responsáveis                                                  |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Monitoramento e Coleta de Dados Internacionais</b>       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                              |
| 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)<br>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<br>(J. Romaguera Trotte)                                       |
| <b>Programa Mundial de Pesquisa sobre o Clima</b>           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                              |
| 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)<br>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)<br>USP (P. Silva Dias)<br>UFPR (A. Grimm) |
| Processos Estratosféricos e Seu Papel sobre o Clima - SPARC | Concentrando-se na interação dos processos dinâmicos, radioativos e 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.                                                                                | INPE (V. Kirchoff)                                                           |
| Sistema de Estudo do Clima Ártico - ACSYS                   | Compreender as variações do Oceano Ártico e as mudanças que incluem os processos mar-gelo.                                                                                                                                                                                                                                               | INPE (A. Setzer)                                                             |

Continua

| Programa Internacional Geosfera-Biosfera                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                     |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Mudança Global em Ecossistemas Terrestres - GCTE                       | Entender como as mudanças globais vão afetar os ecossistemas terrestres.                                                                                                                                                                                                                                                                                    | INPA (N. 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 (P. 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 dos 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

A Rede Piloto de Pesquisa no Atlântico Tropical - Pirata (*Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic*), 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 ao Equador, até uma profundidade de 500 metros.

As bóias, conjuntamente com marégrafos e estações meteorológicas dotadas de Plataformas de Coletas de Dados - PCD, 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.

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 se juntar 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 posteriores ao TOGA - *Tropical Ocean Global Atmosphere* - (CLIVAR-GOALS), que fez o monitoramento do Oceano Pacífico, nas mesmas diretrizes, entre 1985 e 1994.

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 foi responsável pela instalação de sete bóias entre 1998 e 1999, dois marégrafos e estações meteorológicas situadas no Atol das Rocas e nos Arquipélagos de São Pedro e São Paulo, com 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 (*vide* <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.

O LBA combina novos instrumentos analíticos e experimentos inovadores e multidisciplinares em uma síntese que gerará novos conhecimentos no intuito de enfocar 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 no processo de formulação de políticas voltadas para o uso sustentável dos recursos naturais da região. Ademais, 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.

### 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 desflorestamento das florestas tropicais brasileiras aumentasse, o que refletia a crescente preocupação da comunidade internacional com o desflorestamento 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 milhões 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 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, contando com a participação do Banco Mundial, da União Européia - UE e de países doadores membros do G-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 apoia um amplo conjunto de projetos integrados que contribuem para a redução do desflorestamento 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, tem como objetivo 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, buscando 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 seis projetos (reservas extrativistas, proteção às terras e populações indígenas, apoio ao manejo florestal na Amazônia, corredores ecológicos, manejo de recursos naturais das várzeas, monitoramento e controle de desflorestamentos e queimadas).

**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, concluídos 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 (projeto de apoio ao monitoramento e análise; projeto de comercialização; projeto de gestão, monitoramento e políticas do programa piloto) que estão diretamente submetidos à Secretaria Executiva do 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, é um programa configurado para o continente sul-americano, com resolução de 80 km. No Brasil, é utilizado pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (vide item 6.3) - Eta/CPTEC do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - 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. Para a América do Sul, a resposta do modelo a sistemas sinóticos e subsinóticos é crucial, em particular para as regiões sul e sudeste, freqüentemente varridas por sistemas frontais e convectivos.

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 CO<sub>2</sub> 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 Pesquisa em Glaciologia no Âmbito do Programa Antártico

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, na 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.

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 de 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 pelo 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, assim como o transporte de pesquisadores. Essas últimas atividades contam ainda com a colaboração da Força Aérea Brasileira - FAB.

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.

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 no 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; e na análise química de amostras de neve e gelo para reconstruir a evolução do clima sul-americano ao longo dos últimos 2.000 anos.

O LAPAG realiza missões bianuais à Antártica. No verão austral de 1997-1998, 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.

### 3.7 Modelo Simplificado de Mudança do Clima

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, 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, buscando-se mudar a abordagem 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 mesmo tempo em que se reconhece que esse fenômeno 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 consequências 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 certa proporcionalidade em relação a ela.

Deve-se salientar 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. A sensibilidade climática a uma duplicação da concentração de dióxido de carbono está, hoje, numa mudança de temperatura entre 1,5 e 4,5 graus Celsius. Futuros aperfeiçoamentos, à medida que progressivamente diminuam 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 fundamental princípio da responsabilidade comum, mas diferenciada, a proposta brasileira proporciona um critério objetivo para a diferenciação das responsabilidades. É também 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 em 1990, quando foi iniciado o processo de negociação da Convenção<sup>52</sup>.

Usando essa abordagem simplificada, foi realizada uma avaliação da responsabilidade relativa dos países do Anexo I em contraposição à dos países não-Anexo I ao longo do período que se estende até 2200, levando-se em consideração a concentração estimada em 1990 atribuída a ambos os grupos de países. Dados históricos publicados sobre as emissões de CO<sub>2</sub> dos setores de energia e de cimento para cada país no período de 1950 a 1990 foram utilizados<sup>53</sup>, 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 de 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 no âmbito do Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima para considerar a proposta brasileira (*vide* <http://unfccc.int/issues/ccc.html>). Vários países também estabeleceram grupos de cientistas para analisar a nova abordagem proposta. Entretanto, muito trabalho ainda 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.

<sup>52</sup> 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.

<sup>53</sup> 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. *Vide site na Internet* <http://cdiac.esd.ornl.gov/>.

## Educação, Treinamento e Conscientização Pública





## 4 EDUCAÇÃO, TREINAMENTO E CONSCIENTIZAÇÃO PÚBLICA

Em conformidade com o artigo 4º, parágrafo 1º, alínea (i) da Convenção, “todas as Partes, levando em conta suas responsabilidades comuns mas diferenciadas e suas prioridades de desenvolvimento, objetivos e circunstâncias específicos, nacionais e regionais, 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 país foi o anfitrião da Cúpula da Terra em 1992, os brasileiros tiveram uma noção geral sobre as questões relativas ao aquecimento global e ao buraco na camada de ozônio. Contudo, em geral, as pessoas não estão a par da mudança do clima, tampouco, 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. As tentativas iniciais de mobilizar instituições e especialistas foram muito difíceis devido à falta de conhecimento sobre as obrigações brasileiras no âmbito da Convenção, legislação relacionada, custos e 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, que visam promover um amplo programa de educação ambiental. Também de grande importância são os programas PROCEL nas Escolas e CONPET nas Escolas, especialmente dirigidos para 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 em torno do tema mudança global do clima.

O site brasileiro sobre mudança do clima do Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT tem contribuído para o aumento da conscientização pública sobre o assunto, à medida que disponibiliza informações sobre todo o processo de negociação da Convenção, as principais referências sobre a ciência do clima e a preparação da Comunicação Nacional. Ademais, publicações em português (como a versão do texto oficial da Convenção e do Protocolo de Quioto), artigos de jornais e revistas, assim como 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

O artigo 225, parágrafo 1º, inciso 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 ações nesse sentido. 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.

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. De acordo com essa perspectiva, o objetivo é atingir, prioritariamente, três segmentos da sociedade:

- detentores do poder decisório nas organizações ou da capacidade de influir nas decisões que venham a afetar a questão ambiental;
- usuários de recursos naturais;
- atuantes nos meios de comunicação e comunicadores sociais em geral.

Embora a necessidade de reformular este programa, ele continua em vigor e deve ser adequado à Lei nº 9.795, de 1999, que criou a Política Nacional de Educação Ambiental.

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 a educação ambiental como um componente importante, 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 - PNEA 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 inseri-las na pauta dos diversos setores da sociedade, a PNEA institucionaliza a educação ambiental e legaliza seus princípios, transformando-a em objeto de políticas públicas, além de fornecer à sociedade um instrumento de cobrança para a promoção da educação ambiental. Finalmente, a PNEA legaliza a obrigatoriedade de trabalhar o tema ambiental de forma transversal, conforme foi proposto pelos Parâmetros e Diretrizes Curriculares Nacionais<sup>54</sup>.

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; apoiar os sistemas de ensino estaduais e municipais; e promover e ampliar as condições do aluno para o exercício da cidadania.

Para alcançar sua missão, a COEA, segundo orientações da PNEA, definiu duas linhas de ações prioritárias: projetos de educação ambiental no convívio escolar e inserção de temas do meio ambiente nas disciplinas do ensino fundamental.

<sup>54</sup>Durante um ano a Câmara Técnica de Educação Ambiental do CONAMA, 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.

## Outras Iniciativas

- Parâmetros Curriculares Nacionais do MEC: identifica a dimensão ambiental como um tema transversal e de abordagem interdisciplinar, ressaltando 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, no nível local e global.
- Projeto de Capacitação, Acompanhamento e Desenvolvimento de Educadores em Educação Ambiental: de responsabilidade da COEA 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.
- Fomentos a Projetos Integrados de Educação Ambiental: executada pelo Fundo Nacional do Meio Ambiente - FNMA, tem como objetivo apoiar projetos integrados que visem a conscientização e a educação comunitária, a capacitação e o treinamento visando a proteção e a conservação ambiental.

## 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

O PROCEL nas Escolas é uma ação desenvolvida pelo PROCEL (*vide* item 1.2.2.2) dirigida para as crianças e adolescentes, por meio de instituições de ensino.

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, que decidiu:

- capacitar os professores de nível fundamental e médio para trabalharem, com seus alunos, os aspectos do combate ao desperdício de eletricidade, incluindo o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI e o 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 de criar uma mudança de hábito na sua utilização.

Participam do PROCEL nas Escolas 24 estados da Federação e o Distrito Federal. Atualmente, realiza-se a sua expansão para todo o país. No início do programa, os trabalhos

de expansão tiveram como público-alvo as escolas públicas, devido à facilidade de 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 Eletrobrás/PROCEL e a Federação Interestadual de Escolas Particulares - FIEP.

**Tabela 4.2.1 - Resultados do PROCEL nas Escolas**

|                           | Alunos treinados   |
|---------------------------|--------------------|
| 1989-1994                 | 800.000            |
| 1995-1997                 | 791.375            |
| <b>Total</b>              | <b>1.591.375</b>   |
| Energia total economizada | 84 kWh/ano/aluno*  |
| 1997                      | 33,5 milhões kWh   |
| 1989-1997                 | 133,67 milhões kWh |

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

### 4.2.2 O CONPET na Escola

O CONPET na Escola é um projeto de educação, criado com o objetivo de transmitir ao professor informações e conhecimentos sobre petróleo, seus derivados e gás natural (*vide* item 1.2.2.3). O projeto também trabalha conceitos relativos ao uso racional desses energéticos, além de ampliar o universo de conhecimento do aluno, no sentido de conscientizá-lo sobre a importância das questões relacionadas à sociedade, à natureza e à preservação dos recursos naturais e do meio ambiente, estimulando-o a usar racionalmente esses recursos e, em particular, os derivados de petróleo e gás natural. O projeto é amplo e envolve os alunos de 1º e 2º graus das redes de ensino público e privado.

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.

O desenvolvimento dos trabalhos do projeto 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 4.2.2 abaixo:

**Tabela 4.2.2 - 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                |
| <b>TOTAL</b>       | <b>228</b> | <b>1.239</b> | <b>3.150</b> | <b>828.757</b> | <b>1.239</b>      |

### 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.

Assim, o FBMC tem por objetivo ser uma instância pública de debates sobre o tema, que visa conscientizar e mobilizar a sociedade para a discussão e posicionamento sobre os problemas decorrentes da mudança do clima, bem como sobre o MDL.

O Fórum conta com a participação de Ministros de Estado, bem como personalidades e representantes da sociedade civil, designadas pelo Presidente da República, com notório conhecimento, ou que sejam agentes com responsabilidade sobre mudança do clima.

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 na página <http://www.forumclimabr.org.br>.

### 4.4 Aumentando a Conscientização no Brasil sobre as Questões Relativas à Mudança do Clima

#### 4.4.1 Homepage 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 e inovadora 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 (<http://www.mct.gov.br/clima>) constitui, assim, uma ferramenta importante para a implementação dos compromissos brasileiros assumidos no âmbito da Convenção do Clima.

Refletindo todo o processo de preparação da Comunicação Nacional, o site reúne e disponibiliza toda a informação gerada por diversas instituições e especialistas envolvidos na preparação de inventários e documentos, incluindo as informações para contato de cada especialista responsável pela preparação de cada documento.

A divulgação pela Internet de todo o material produzido aumenta a qualidade e a confiabilidade do trabalho, assegurando transparência e possibilitando participação de especialistas não envolvidos diretamente no processo, mas que desejem fazer comentários e críticas.

Dessa forma, a página 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.

Também possibilita que textos importantes sejam disponibilizados para todo o Brasil em português, 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 sobre o tema. Além disso, aponta para informações existentes na Internet relacionadas à mudança do clima consideradas relevantes, contendo tanto informações para iniciantes quanto dados científicos bem detalhados (como os relatórios do IPCC).

Além de ser o local onde a informação é divulgada, a página na Internet 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 e informando como 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.

Como é desenvolvido em três línguas<sup>55</sup> — português, espanhol e inglês — o site brasileiro de mudança do clima extrapola o público do país. Sendo, também, dessa forma fonte de referência internacional, o que facilita 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 4.4.1 abaixo:

**Tabela 4.4.1 - Número de páginas na homepage do MCT em 2000**

|                   | Português | Inglês  | Espanhol | Total    |
|-------------------|-----------|---------|----------|----------|
| Número de Páginas | 992       | 952     | 976      | 2.920    |
| Tamanho (kb)      | 4.862,5   | 4.800,9 | 4.702,8  | 14.366,2 |

De forma geral, o uso da Internet tem contribuído para garantir a qualidade do trabalho, facilitando a conscientização pública, permitindo uma melhor disseminação das informações e um maior alcance da Convenção e sua implementação no Brasil. Esse esforço, contudo, não deixa de ter limitações, como a pequena disponibilidade de acesso à Internet no Brasil, atualmente restrita apenas a uma parcela da sociedade. No entanto, 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 do 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.

<sup>55</sup> 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, que está em fase de implementação.



Assim, seguindo um critério de identificação de prioridades, a versão e a publicação em português do texto oficial da Convenção era uma escolha natural como primeiro passo para a divulgação do tema no país. Em 1996, o texto foi traduzido e editado no Brasil pelos Ministérios da Ciência e Tecnologia - MCT e das Relações Exteriores - MRE. Com o apoio do Secretariado Permanente da Convenção, o texto em português foi publicado pela Unidade de Informações sobre Mudança do Clima - IUC do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - 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 MCT e MRE. Com o apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD, publicado com uma tiragem inicial de 3.000 exemplares.

Também já foram traduzidos e publicados o relatório da Segunda Avaliação do IPCC - Mudança do Clima 1995 e o relatório 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 (*vide* <http://www.mct.gov.br/clima>), 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

De março a julho de 1998, a Coordenação-Geral de Mudanças Globais do MCT realizou uma pesquisa para analisar e identificar as circunstâncias e as necessidades particulares do Brasil no tocante à conscientização sobre mudança do clima.

A pesquisa explorou o contexto onde deve ocorrer um aumento da conscientização, quais devem ser os públicos alvo, que tipo de mídia ou canais seriam os mais eficientes para atingi-los e quais seriam os possíveis parceiros em um programa de conscientização sobre mudança do clima.

Os principais itens e resultados 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. As respostas indicam um bom conhecimento geral, apesar da confusão entre destruição da camada de ozônio e questões relacionadas à mudança do clima.

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 de drogas ilegais. O resultado da pesquisa confirma a tese de que a mudança do clima não é

vista como um tema prioritário pelos entrevistados, ao se considerar a maior prioridade dada aos temas sociais do país.

Há uma divisão política clara de opinião: metade dos entrevistados se opõe e a outra é a favor da aceitação de compromissos de redução de emissões de gases de efeito estufa 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 também que o grupo de professores escolares apresenta média próxima aos grupos considerados mais prioritários. Os estudantes, de nível secundário ou de nível universitário, 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 consequências de nossa matriz energética — basicamente hidreletricidade — sobre os recursos hídricos nacionais e os efeitos de medidas de mitigação sobre o desenvolvimento desse setor.

**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 externa 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 expressou-se preocupação com os efeitos da mudança do clima somados às condições climáticas brasileiras, que representam a maior variabilidade interanual relativa do mundo.

**Biodiversidade:** 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 que preservem a biomassa e a diversidade biológica do país.

**Recursos Hídricos:** essa questão está intimamente relacionada às questões do setor energético, visto que a matriz energética brasileira consiste basicamente de hidreletricidade. Além disso, tem havido uma maior conscientização a respeito da gravidade da crise hídrica mundial e seus efeitos sobre a vida cotidiana. 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:** mais de 1 milhão de km<sup>2</sup> do território brasileiro sofre de um processo de desertificação e outros 100.000 km<sup>2</sup> encontram-se em condições graves. Além disso, a desertificação resultante de verões prolongados e secos pode 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 país. Além disso, o Brasil realizou dois eventos do IPCC (um sobre o artigo 2º 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, com o apoio do Governo Estadual). 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 superar as dificuldades metodológicas encontradas para o levantamento do Inventário Brasileiro de Emissões, tem despertado o interesse destes em promover eventos sobre o tema. Ademais, constata-se que o processo de regulamentação do MDL tem provocado grande interesse no empresariado e em associações de classe, que também têm 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 CQNUMC em resposta ao Mandato de Berlim, mais conhecidos como Proposta Brasileira (*vide* item 3.7). O processo de regulamentação do MDL, que teve sua origem na Proposta Brasileira, e suas implicações no cenário político-econômico brasileiro desperta cada vez mais o interesse da imprensa.

**Tabela 4.4.2 - Número de artigos em revistas e jornais de grande circulação no Brasil citando o problema do efeito estufa**

|                    | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|
| Número de citações | 11   | 20   | 300  | 240  | 306  | 473  |

Jornalistas especializados em questões ambientais e o espaço editorial dado a especialistas e cientistas brasileiros na mídia impressa têm ajudado consideravelmente na conscientização pública sobre mudança do clima.

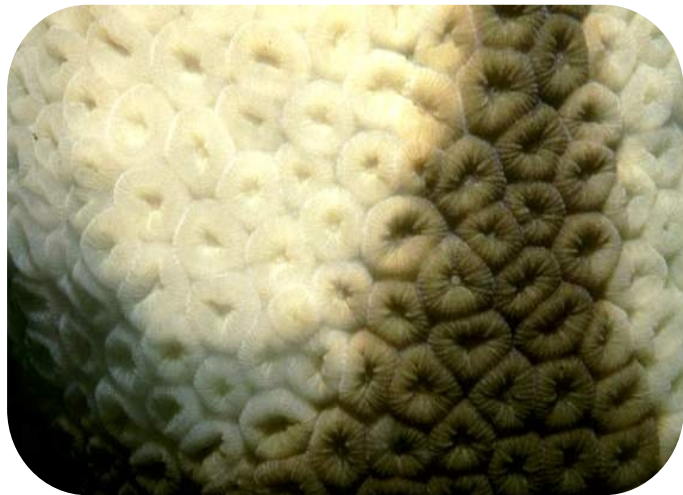
##### 4.4.4.4 Rádio, TV e Internet

Tal qual a imprensa escrita, outros veículos de comunicação têm acompanhado as questões relativas à mudança do clima. Várias emissoras de rádio e de TV, tanto em canais abertos como em canais por assinatura, têm veiculado programas abordando esse tema, incluindo debates e entrevistas, principalmente quando da realização de reuniões internacionais, por exemplo, Conferências das Partes da Convenção do Clima, ou eventos nacionais relacionados às mudanças globais. O MDL e seu processo de regulamentação são também assuntos de destaque relacionados ao tema.

Verifica-se igualmente uma grande divulgação de informações sobre mudança do clima na Internet, sendo que já existem vários sites especializados no assunto, além da página do MCT, de outros órgãos da administração pública, entidades ambientais, ONGs e agências de notícias.



# Efeitos da Mudança Global do Clima nos Ecossistemas Marinhos e Terrestres







## 5 EFEITOS DA MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA NOS ECOSISTEMAS MARINHOS E TERRESTRES

Devido às limitações, tanto humanas quanto financeiras, o Governo Brasileiro definiu como estratégia, no início das atividades de implementação da Convenção, dar ênfase aos estudos visando a preparação do Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas Líquidas de Gases de Efeito Estufa. A pequena bibliografia existente, sobre vulnerabilidade e adaptação aos efeitos da mudança do clima no Brasil, foi analisada neste documento. Em 2000, com a inclusão do tema de mudança do clima no Plano Plurianual - PPA, 2000-2003, foram iniciados estudos sobre vulnerabilidade à mudança do clima, dando-se ênfase à saúde, agricultura e branqueamento de corais.

O presente capítulo visa 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, identificando os efeitos adversos da seca no Nordeste, bem como em outras regiões do país.

Secas, inundações e geadas têm causado perdas de milhões de dólares e são responsáveis por um considerável número de mortes. O setor agrícola é o mais afetado pelas secas, mas outros setores, como a geração de energia hidrelétrica, também sofrem seus efeitos. Enchentes representam um grande problema em várias regiões, incluindo a Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Geadas são fenômenos que causam grande preocupação nas regiões Sul e Sudeste. Outros efeitos podem ser percebidos na zona costeira em virtude do aumento do nível do mar; efeitos na saúde, em especial a expansão da malária e da dengue.

A vulnerabilidade costeira deve ser considerada pelas autoridades municipais, estaduais e federais, sendo importante a implementação de uma abordagem preventiva quando da seleção de locais para a expansão urbana e a localização de indústrias. Uma avaliação das medidas possíveis de mitigação será importante para evitar os altos custos de proteger áreas afetadas ou de melhorar estruturas costeiras para um dado aumento do nível do mar.

A transmissão de várias doenças infecciosas é particularmente sensível às alterações climáticas, especialmente aquelas transmitidas por mosquitos, como, por exemplo, a malária. 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. Outros impactos na saúde podem ser secundários aos impactos da mudança do clima nos sistemas sociais e ecológicos, incluindo mudança na produção de alimentos, deslocamento de populações e problemas econômicos.

O Brasil é um país de dimensões continentais, 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 específica poderá ter diferentes características climáticas no futuro. O conhecimento atual das dimensões regionais da mudança global do clima, entretanto, é ainda muito fragmentado, devido à falta de cenários do clima no país.

Há, portanto, a necessidade de desenvolvimento de modelos de clima de longo prazo com resolução espacial adequada para análise regional, o que criará condições para a elaboração de cenários de futuros de mudança do clima com

diferentes concentrações de CO<sub>2</sub> na atmosfera e análise dos impactos dessa mudança sobre o Brasil.

### 5.1 Região Semi-árida

#### 5.1.1 Redução dos impactos negativos de eventos extremos

O *El Niño* Oscilação Sul - ENOS 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 ENOS e de maneira análoga na fase fria. As consequências englobam efeitos sócio-ambientais.

No nordeste do Brasil, onde muitas secas severas estão associadas à ocorrência do ENOS, previsões estatísticas e dinâmicas são usadas com sucesso para reduzir os impactos negativos desses eventos extremos.

Como exemplo, o governo do Ceará, por meio de ações nos setores agrícola e hídrico, tem demonstrado que é possível evitar êxodo populacional à medida que são criadas condições para a prática de agricultura de subsistência razoável, incentivando a produção agrícola e selecionando sementes mais resistentes à falta de água.

Torna-se claro que uma estratégia bem estabelecida deve ser adotada para que sejam produzidas informações climáticas, facilitando aos usuários o acesso às informações, agregando valor econômico e social no processo de decisão.

#### 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, dessa forma, 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 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, especialmente nas salinas que utilizam baixa tecnologia. Dois exemplos são os estados do Rio Grande do Norte e do Ceará. No primeiro, a produção foi baseada no capital e na capacidade empreendedora local, com baixa tecnologia. Já no segundo, a modernização da produção foi baseada no capital e espírito empreendedor atraídos do exterior, portanto com maior aporte de investimentos e tecnologia, gerando maior resistência dessa indústria 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 GOOS (*vide* item 3.1) da Comissão Intergovernamental Oceanográfica - IOC/UNESCO, localmente coordenado pela Diretoria de Hidrografia e Navegação - DHN da Marinha brasileira e que envolve diversos órgãos governamentais, universidades e companhias portuárias privadas. Dez marégrafos foram instalados no Brasil, inclusive três estações em ilhas oceânicas, estando todos ligados à rede geodésica nacional. Adicionalmente, uma rede de estações sobre marés nos portos que apoia as estações GOOS está sob análise, portanto, dados mais precisos sobre o nível relativo do mar poderão estar disponíveis para o Brasil no futuro.

#### 5.2.1.1 Consequências Potenciais de um Aumento do Nível do Mar

##### Região Norte

Problemas de salinização não têm sido identificados até o momento, mas a destruição em larga escala de manguezais na frente oceânica é relatada na Região 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, consequências econômicas importantes não são esperadas, uma vez que a densidade de ocupação humana é em geral baixa e habituada 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 ocorrerão 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 - MA e de Todos os Santos - BA.

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. Considerando 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 para muitas comunidades costeiras. O aumento da população e do nível do mar têm implicações importantes para esse recurso, podendo haver 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 da pequena interferência antrópica. 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

Na costa do Paraná foram verificados processos de erosão e de acumulação. Em Santa Catarina, a exposição de turfa na base da falésia, em contato com a berma da praia, indica uma tendência de longo prazo de retrogradação. Nas margens da Lagoa dos Patos - RS a erosão é interpretada como uma indicação do aumento relativo do nível do mar.

Intrusão salina nas lagoas costeiras traria consequências locais à pesca; no caso da Lagoa dos Patos, onde sua água também é utilizada para irrigação, o problema causaria maiores preocupações.

##### Outras implicações

As implicações gerais de um aumento do nível do mar nos manguezais, portos e terminais, bem como na ocupação humana do litoral brasileiro, já foram descritas anteriormente (*vide* Parte I, item 4.2).

É fundamental que 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

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 (1993-1994) de um fenômeno de branqueamento extensivo das espécies dos corais *Mussismilia hispida* e *Madracis decactis* na costa do estado de São Paulo, que foi relacionado a um aumento anormal da temperatura das águas oceânicas.

Em Abrolhos - BA, 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 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 costeiras. Durante esse evento, um outro *hot-spot* foi registrado na costa norte do estado da Bahia, sendo que em ambas localidades a temperatura da água atingiu cerca de 1°C acima da média anual observada nesses 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, mas após um ano todas as colônias tinham 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 variando 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, que afetam diretamente os ecossistemas tropicais, particularmente os recifes de corais.

A incidência e a severidade do fenômeno de branqueamento dos corais provocarão mudanças substanciais na estrutura das comunidades do ecossistema de recifes, que necessitarão ser 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 (vide item 7.3), do Plano Plurianual do Governo - PPA (Avança Brasil), foi firmado convênio entre o MCT, a Universidade Federal da Bahia - UFBA 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, 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 sobre os organismos fotossintetizantes 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 que servirão para um melhor entendimento sobre os processos responsáveis pelas alterações observadas na biota de recifes do Brasil, particularmente das áreas de recifes costeiras, mais rasas e mais susceptíveis às variações de 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 da falta de adequado manejo ambiental. Uma estratégia sustentável de longo prazo é necessária para reduzir significativamente os efeitos da mudança do clima.

A expansão não planejada das construções e falta de investimentos em infra-estrutura básica — tais como sistemas de drenagem, instalações de depósito de lixo e esgoto, estradas e construções — são responsáveis pelos impactos dos eventos meteorológicos extremos. Em seu estado original, a vegetação densa funcionava como uma excelente defesa contra a erosão e os desmoronamentos, no entanto, da cobertura verde original (Floresta Atlântica), pouco resta nos dias de hoje.

O Rio de Janeiro tem alta densidade populacional e sua taxa de urbanização é uma das maiores do Brasil. Uma parcela

muito pequena da população (menos de 5%) vive na zona rural. A maioria dos municípios da região metropolitana é completamente urbanizada. O êxodo rural, que começou no princípio do século XX, resultou em grande pobreza. O alto custo da terra e a falta de transporte público, gerou a ocupação de terras devolutas, em áreas sujeitas a enchentes ou em distritos afastados. 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 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 onde as enchentes resultam principalmente de práticas de uso da terra inadequadas 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).

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, pois submergem pastagens, reduzem as áreas secas de descanso para o gado e causam sérios problemas devido ao atraso da drenagem da água e aos mecanismos de evapotranspiração.

De forma geral predomina no Pantanal enchentes intermediárias. Elas são responsáveis pela deposição fértil nas áreas inundadas de matéria aluvial, que após várias utilizações, é carregada para o Rio Paraguai. As enchentes também são fator importante 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.

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, convertendo os terrenos mais



altos em pastagens, enquanto as cheias permanecem por causa da lenta drenagem. Assim, com enchentes mais rigorosas, haverá um desequilíbrio entre rebanho, pasto e lugares secos disponíveis.

Cheias excepcionais (acima de 6 metros) sempre causam perdas econômicas imprevisíveis, 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 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 alta das águas, buscando 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 e 23°C. O efeito da temperatura fora dessa amplitude dependerá do grau e da duração do desvio, assim como de outros fatores, como a umidade do solo, ventos e chuva.

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 ocorrer durante o período de floração, há uma perda de rendimento. Sob luz intensa e direta, a fotossíntese começa a ser inibida acima de 24°C e cessa 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.

A extensão do estrago causado pelo frio dependerá somente da intensidade; sendo que 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.

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 para o desenvolvimento da cultura da laranja 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, o 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. 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. É difícil precisar os efeitos das geadas, mas a medida que provocam reduções significativas na oferta, fazem com que o preço aumente. Contudo, não há exemplos envolvendo geadas no Brasil em relação à produção de laranja.

## 5.6 Saúde

Os eventos climáticos extremos (os temporais, as inundações e as secas) têm importante impacto na saúde da coletividade, quer ocasionando 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 e diminuindo a proteção à população.

O Brasil, pela sua localização geográfica e tamanho, é sujeito a fortes variações climáticas que conduzem a mudanças no meio ambiente, que favorece o surgimento de doenças infecciosas endêmicas sensíveis ao clima, tais como malária, dengue, cólera, leishmaniose (leishmaniose tegumentar e leishmaniose visceral), leptospirose e hantavirose. Os mecanismos de ação das variáveis climáticas podem ser diretos, tal como a criação de umidade ambiental favorável ao desenvolvimento e à dispersão de agentes infecciosos e vetores, e indiretos, como os processos de migração da população humana desencadeados pela seca e enchentes, 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 âmbito do Programa Mudanças Climáticas (*vide* item 7.3), do PPA, coordenada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT, prevê-se o desenvolvimento de estudos sobre vulnerabilidade e adaptação aos impactos das mudanças climáticas.

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 foi firmado para o desenvolvimento de uma análise da vulnerabilidade da população brasileira aos impactos das mudanças climáticas.

Tal convênio tem como objetivo geral um estudo retrospectivo sobre vulnerabilidade socioambiental da população quando submetida a eventos climáticos extremos e a endemias sensíveis às oscilações climáticas. O convênio visa, ainda, desenvolver um sistema de informações geográficas - SIG, a partir do qual pode-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 e à distribuição das doenças de forma heterogênea, é necessário um estudo de acordo com a realidade e as peculiaridades de cada região do país. Assim, foram selecionadas cinco doenças infecciosas endêmicas — malária, dengue, cólera, leptospirose e leishmaniose — por serem 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 e tempestades), 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 a 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 relacionados aos 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 que sua 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. Assim, 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, vulnerabilidade climática do setor elétrico

brasileiro, medidas mitigadoras para redução dos riscos de mudanças climáticas globais e 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, bem como 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

O setor agroindustrial representa 7,5% do PIB do Brasil (IBGE, 2000) e emprega mais de 18 milhões de pessoas (IBGE, 1996), o que demonstra 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, podendo-se citar três pesquisas recentes.

Usando modelos de circulação geral - GCM, um desses estudos (SIQUEIRA *et al.*, 1994), 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.

Uma análise de sensibilidade foi conduzida em cada sítio para avaliar o efeito de alterações graduais na temperatura (0, +2°C e +4°C), na pluviosidade (0, +20%, -20%) e no nível de concentração atmosférica de CO<sub>2</sub> (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 utilizados 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.

A partir dos resultados levantados, 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). Entretanto, 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 projetados 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.

Esse estudo também projetou cenários alternativos, 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. Essas técnicas ajudariam a mitigar os efeitos da mudança do clima sobre a produtividade das culturas estudadas, mas não o suficiente para compensar todas as perdas projetadas pelos cenários 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 CO<sub>2</sub> no desenvolvimento e na produtividade das culturas.

Sob um outro enfoque, estudos realizados (ALVES *et al.*, 1996), 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 e radiação solar) e edáficas (tipo de solo, declividade e textura) sobre a produtividade da terra e por seu preço. A partir disso, seria possível estimar os impactos de adaptações 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 1996 (MENDELSON, 1996), 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, a economia brasileira seria uma das mais afetadas em termos globais<sup>56</sup>.

### 5.9 Prontidão para Desastres

O monitoramento contínuo das condições do tempo por meio de radares, satélites, estações telemétricas e

detetores de raios é fundamental para a emissão de alertas, envolvendo vários fenômenos meteorológicos como chuvas intensas, vendavais e incidência de raios. 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, implantado em 29 de janeiro de 1997, 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 veio para preencher uma faixa de serviços que não era coberta pela atividade meteorológica disponível no estado até então.

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 (*vide* item 5.4.1), chuvas intensas, vendavais, granizos, incidência de raios, inundações e deslizamentos de terra, sobretudo nas áreas de risco das regiões metropolitana e serrana.

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 e temperaturas extremas).

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 e temperaturas extremas).

### 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, foram observadas algumas mudanças na circulação atmosférica regional do setor Atlântico que sugeririam mudanças sistemáticas de precipitação na Amazônia e nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil. Por exemplo, 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; 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 precipitação (IPCC, 2001). 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 é sabido se essas tendências negativas de longo prazo são manifestações naturais da variabilidade climática ou se são causadas por atividades antrópicas.

<sup>56</sup> 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 quanto a precipitação.



As projeções dos cenários da mudança do clima para o século XXI foram derivadas dos vários modelos do clima global utilizados pelo IPCC e discutidas por cientista para o Brasil (HULME *et al*, 1999). 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 significativa 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.

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, frio ou de calor e tempestades) podem ser identificados apenas 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. Há a necessidade de métodos de *downscaling* que possam ser aplicados aos cenários da mudança do clima a partir dos modelos globais, a fim de que se obtenham projeções mais detalhadas 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 climática na gestão e na operação dos recursos hídricos, nos ecossistemas naturais, nas atividades agrícolas e mesmo na saúde e disseminação de doenças.

Portanto, é de fundamental importância desenvolver capacidade de modelagem climática no Brasil, por meio da análise de modelos globais e regionais para cenários atuais e futuros da mudança do clima.

O Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE 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 apoiada pelo PPA, 2000-2003, no âmbito do Programa de Mudanças Climáticas (*vide* item 7.3).

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 por especialistas. Os modelos climáticos regionais apresentam uma resolução bem mais alta do que o modelo global 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 em relação à mudança climática e de como o país pode adaptar-se.

Os diferentes cenários da mudança do clima do IPCC estão disponíveis no Centro de Distribuição de Dados - DDC (*Data Distribution Centre*) 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 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 Avaliação de Impactos e Adaptação à Mudança do Clima - 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).

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 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). Esses métodos também refletiriam os mecanismos e os processos físicos da bacia e devem captar os aspectos regionais do clima de grande escala.

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 três do modelo climático acoplado global do Centro Hadley (HadCM3H, uma versão especial do HadCM3 com resolução horizontal mais alta), desenvolvido em 1998. 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 decorrente do fato de que se dispõe 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.

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 (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, S<sub>2</sub>O, entre outros), 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, 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, a circulação e a precipitação.

Está sendo testado atualmente a acoplagem entre os modelos Eta/CPTEC e HadCM3H. Espera-se que até a segunda metade de 2002 tenha-se 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, 38 níveis na vertical, em um *step* de tempo de 6 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 na página do CPTEC e em sites espelhos implementados pelo MCT 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 e da interpretação dos indicadores paleoclimáticos, utilizados como analogias ao que poderia ocorrer 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 vulnerabilidade, e para implementação de medidas de adaptação e de mitigação pelos respectivos tomadores de decisão no nível executivo dos governos estaduais e federal.



## Formação de Capacidade Nacional e Regional







## 6 FORMAÇÃO DE CAPACIDADE NACIONAL E REGIONAL

O Brasil tem necessidades especiais relativas à estrutura institucional para lidar com as questões relacionadas a mudança do clima. O desenvolvimento de recursos humanos é um dos principais objetivos que envolvem a formação de capacidade nacional e regional, considerando que esse tema é uma nova área de estudo e há poucos cursos especializados sobre o assunto principalmente em países em desenvolvimento.

Neste capítulo, são descritas as iniciativas de formação de capacitação nacional relacionadas com a mudança do clima (*vide* também item 7.3), em especial as atividades do Centro de Previsão do Tempo e Estudos de Clima - CPTEC/INPE, bem como a participação de cientistas brasileiros no processo do IPCC. No âmbito regional, destaca-se a criação do Instituto Interamericano para Pesquisas em Mudanças Globais - IAI, organização intergovernamental dedicada à pesquisa.

### 6.1 Instituto Interamericano para Pesquisas em Mudanças Globais - IAI

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 que deve ser abordado cientificamente como um problema global e regional, além de buscar medidas paliativas ou de mitigação no 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 sede no Brasil, 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, com uma agenda científica com prioridades bem definidas;
- apoiar as convenções e os protocolos internacionais (Mudança do Clima, Biodiversidade, Ozônio), contribuindo para elucidar as questões científicas e suas implicações políticas relacionadas a esses instrumentos, apoiando os interesses nacionais;
- apoiar a ampla cooperação internacional, contribuindo para os programas internacionais sobre mudanças globais, promovendo políticas de informação que assegurem acesso livre aos dados;
- apoiar os interesses dos países integrantes do IAI, e prover informações científicas que sirvam aos interesses dos governos federais, estaduais e locais, setores privados e públicos em geral.

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; e 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 formação de uma nova geração de cientistas, de acordo com uma ótica ambiental adequada; e ao compromisso de compreender cada vez mais o Sistema Terrestre.

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, também, para o desenvolvimento da agenda científica do Instituto. O IAI oferece treinamento e educação a estudantes por meio de bolsas de estudo e apoio a atividades de treinamento e educação.

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. 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.

### 6.2 Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima - IPCC

Em princípio, o IPCC é formado por cientistas escolhidos entre os 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 pequena. Como reflexo, cientistas brasileiros estão pouco representados nos três Grupos de Trabalho<sup>57</sup> constantes nos Relatórios de Avaliação.

No Primeiro Relatório de Avaliação do IPCC, de 1990, participaram apenas seis cientistas brasileiros como colaboradores, sendo quatro no Grupo I e dois no Grupo II. Em 1995, no Segundo Relatório de Avaliação do IPCC, cinco brasileiros participaram como autores (três no Grupo I e dois no Grupo II), além de seis como colaboradores (um no Grupo I, dois no Grupo II e três no Grupo III) e seis como revisores (um no Grupo I, dois no Grupo II e três no Grupo III). Para o Terceiro Relatório de Avaliação<sup>58</sup>, 12 cientistas brasileiros contribuíram como autores (três no Grupo I, três no Grupo II e seis no Grupo III), um como colaborador (Grupo II) e 10 como revisores (sendo dois no Grupo I, três no Grupo II e cinco 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. A participação desses cientistas é de grande importância, principalmente devido ao fato de terem um entendimento mais específico sobre processos (por exemplo, os relacionados à região Amazônica) e tecnologias (por exemplo, utilização do álcool combustível em veículos) importantes para os países em desenvolvimento.

### 6.3 Centro de Previsão de Tempo e Estudos do Clima - CPTEC / INPE

O Centro de Previsão do Tempo e Estudos do Clima - 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 oceânicas<sup>59</sup>.

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 Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, Ministério da Agricultura; do Departamento de Controle do Espaço Aéreo - DEPV, da Aeronáutica; Diretoria de Hidrografia e Navegação - DHN, da Marinha; centros estaduais de meteorologia; e 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 meteorológicas e hidrológicas foi implementada em 1996 em todo o país. As PCD 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.

Além das várias atividades do instituto que garantem a boa qualidade das previsões meteorológicas, 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, do 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 para a América do Sul, com uma resolução de até 40 km (*vide* item 5.10).

<sup>57</sup> 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.

<sup>58</sup> Divulgado em 2001.

<sup>59</sup> O modelo SX-3 vai ser substituído pelo novo supercomputador SX-6. 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.

## **Integração das Questões sobre Mudança do Clima no Planejamento de Médio e de Longo Prazos**







## 7 INTEGRAÇÃO DAS QUESTÕES SOBRE MUDANÇA DO CLIMA NO PLANEJAMENTO DE MÉDIO E DE LONGO PRAZOS

Sempre houve no Brasil uma preocupação em controlar a exploração das riquezas naturais do território. O que antes eram medidas meramente político-econômicas, com o decorrer do tempo, passaram a integrar questões relacionadas à preservação do meio ambiente. Atualmente, o país 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 é imprescindível 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 - Rio 92. No plano interno, no processo de elaboração da Agenda 21 brasileira, buscou-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 2000-2003, 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 nesta seção, 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, mas há também comprometimento dos estados e dos municípios.

Nacionalmente, 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 de esses programas estarem ligados ao combate da poluição local e não diretamente à mudança do clima, eles são aqui 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 contra o desflorestamento na região Amazônica. 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. O Programa de Prevenção e Controle de Queimadas e Incêndios Florestais no Arco do Desflorestamento - PROARCO visa prever e controlar as queimadas e incêndios florestais no arco do desflorestamento na Amazônia brasileira. Além disso, há um grande número de unidades de conservação no país, bem como outros programas de combate a incêndios e queimadas, com o objetivo de proteger e conservar a flora e

a fauna existentes, em consonância com o artigo 4º, parágrafo 1º, alínea (d) da Convenção.

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 era colonial, já havia normas específicas de tutela do território e de suas riquezas. O documento legal brasileiro mais antigo sobre 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 abastecimento, irrigação, navegação, usos industriais e geração de energia. Assim, desde a década de 1930 verificam-se instrumentos legais que estabelecem 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 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.

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.

O primeiro organismo oficial brasileiro voltado para a utilização racional dos recursos naturais e a preservação do meio ambiente, a Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA, foi criado no âmbito do Ministério do Interior em 1973. 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 Avaliação de Impacto Ambiental - AIA. Um dos elementos do processo de avaliação de impacto ambiental é o Estudo de Impacto Ambiental - EIA, posteriormente regulamentado. Trata-se da execução de tarefas técnicas e científicas destinadas a analisar as consequências da implantação no meio ambiente de um projeto, por métodos de AIA e técnicas de previsão de impactos ambientais. O resultado do estudo constitui o Relatório de Impacto do Meio Ambiente - RIMA, acessível ao público e custeado pelo proponente do projeto.

Em 1981, a publicação da Lei nº 6.938 sistematizou as leis específicas já existentes. Dispunha sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Estabeleceu o licenciamento ambiental como instrumento dessa política e conexões entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental. Além disso, a lei criou 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 Federal promulgada em 1988 representou significativo progresso para a 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 artigo 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.

Além das medidas e providências que incumbem ao Poder Público tomar, a Constituição Federal impõe condutas àqueles que possam direta ou indiretamente gerar danos ao meio ambiente. 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 matogrossense 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 de a 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.

Houve importante alteração do Código Florestal, por meio da Medida Provisória nº 1.511, de 26 de julho de 1996, que dá nova redação ao artigo 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 artigo 44 do Código Florestal dispõe que nessas regiões a exploração a corte raso só é permitida desde que permaneça com cobertura arbórea de 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 então<sup>60</sup>.

Outro importante avanço legal que cabe ser ressaltado é a Lei nº 9.605 sancionada em 12 de fevereiro de 1998, 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 dispõe sobre as sanções penais e administrativas às condutas e às atividades lesivas ao meio ambiente, e consolida a legislação ambiental, com a tipificação dos crimes e das infrações ambientais e com 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 (vide item 7.8) está na 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.

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.

## 7.2 Agenda 21 Brasileira

Considerando-se a importância de cada sociedade estabelecer suas prioridades de desenvolvimento, os países signatários dos acordos resultantes da Rio 92 assumiram o compromisso de elaborar e implementar suas respectivas Agendas 21.

No Brasil, no início de 1997, buscou-se a instalação de uma comissão 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 República, a coordenação dos vários órgãos e entidades governamentais comprometidos diretamente com a elaboração da 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 pelo Secretário de Coordenação da Câmara de Políticas Setoriais e por um representante de cada um dos seguintes órgãos governamentais: MPOG, MRE, MCT, a Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República - SAE e do Secretário de Coordenação da Câmara de Políticas Setoriais.

<sup>60</sup> A Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, também altera significativamente os artigos 1º, 4º, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal, bem como altera o artigo 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, ressaltadas as situadas em área de preservação permanente, assim como aquelas não sujeitas ao regime de utilização limitada ou objeto de legislação específica, são susceptíveis 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.

Além desses órgãos governamentais, pretendeu-se que a CPDS fosse paritária, sendo assim, composta por cinco representantes da sociedade civil organizada.

Um intenso processo de discussão forneceu subsídios importantes para que a CPDS estabelecesse a metodologia para a elaboração da Agenda 21 Nacional, definindo as premissas e os temas prioritários para o país.

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 foi realizado um encontro 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 (*vide* <http://www.mma.gov.br>)<sup>61</sup>.

### 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 Plano Plurianual - PPA do Governo Federal (2000-2003), 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. 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 do PPA tem 6 ações:

**Ação 1 - Desenvolvimento de estudos sobre a vulnerabilidade e adaptação aos impactos das mudanças climáticas:** tem por objetivo iniciar um processo de estudos sobre vulnerabilidade e adaptação aos impactos das mudanças climáticas nos setores de agropecuária, campos, florestas, recursos hídricos, recursos costeiros, saúde humana, espécies da fauna e da flora e pesca.

**Ação 2 - Desenvolvimento de modelos de prospecção para acompanhamento das mudanças climáticas:** visa iniciar um processo de estudos e pesquisas científicas com observações sistemáticas e o desenvolvimento de sistemas de informação climática com a finalidade de reduzir incertezas quanto às causas, efeitos, magnitude e evolução no tempo da mudança do clima e quanto às consequências econômicas e sociais de diversas estratégias de resposta.

**Ação 3 - Elaboração do inventário nacional de emissões antrópicas de gases de efeito estufa:** tem por finalidade contribuir para a elaboração periódica do

Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa e para a realização de pesquisas sobre fatores de emissão e níveis de atividade nos setores de energia, indústria, uso de solventes, agropecuária, mudança no uso da terra e floresta e tratamento de resíduos.

**Ação 4 - Implantação de sistema de monitoração de emissões de gases de efeito estufa:** visa iniciar um processo de estabelecimento de sistemas permanentes de monitoração de emissões desses gases.

**Ação 5 - Sistema de informação sobre efeito estufa:** tem por objetivo o aperfeiçoamento e a manutenção de sistemas de informações existentes sobre o efeito estufa e ações governamentais voltadas para seu equacionamento, bem como a organização de campanhas de educação, conscientização e divulgação sobre o tema.

**Ação 6 - Desenvolvimento de estudos sobre a mitigação da mudança do clima:** essa ação oferece apoio ao desenvolvimento de estudos de avaliação para a criação de um plano nacional de mitigação da mudança do clima, contendo medidas e políticas nos setores de energia, indústria, agropecuária, florestas e tratamento de resíduos, a fim de implementar uma estratégia nacional para a avaliação das melhores oportunidades em termos da análise de custo/benefício.

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 (*vide* <http://www.mct.gov.br/clima>).

### 7.4 Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar - PRONAR

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. Dessa 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 nº 05 do Conama, 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, de uma 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 dar prioridade à alocação de recursos e direcionar as ações.

O primeiro dispositivo legal decorrente do PRONAR foi a resolução do Conama nº 03, de 28 de junho de 1990, que estabeleceu os novos padrões nacionais de qualidade do ar:

<sup>61</sup> 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.

**Tabela 7.4.1 - Padrões nacionais de qualidade do ar - Resolução Conama nº 3, de 28/06/1990**

| Poluente                             | Tempo de Amostragem | Padrão Primário              | Padrão Secundário            | Método de Medição              |
|--------------------------------------|---------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
|                                      |                     | ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |                                |
| Partículas totais em suspensão – PTS | 24 horas*           | 240                          | 150                          | Amostrador de grandes volumes  |
|                                      | MGA                 | 80                           | 60                           |                                |
| Fumaça                               | 24 horas*           | 150                          | 100                          | Refletância                    |
|                                      | MAA                 | 60                           | 40                           |                                |
| Partículas inaláveis                 | 24 horas*           | 150                          | 150                          | Separação inercial / filtração |
|                                      | MAA                 | 50                           | 50                           |                                |
| Dióxido de enxofre                   | 24 horas*           | 365                          | 100                          | Pararosalínica                 |
|                                      | MAA                 | 80                           | 40                           |                                |
| Monóxido de carbono                  | 1 hora*             | 40.000 (35 ppm)              | 40.000 (35 ppm)              | Infravermelho não-dispersivo   |
|                                      | 8 horas*            | 10.000 (9 ppm)               | 10.000 (9 ppm)               |                                |
| Ozônio                               | 1 hora*             | 160                          | 160                          | Quimiluminiscência             |
| Dióxido de nitrogênio                | 1 hora              | 320                          | 190                          | Quimiluminiscência             |
|                                      | MAA                 | 100                          | 100                          |                                |

\* Não deve ser excedido mais de uma vez ao ano.

MGA - média geométrica anual.

MAA - média aritmética anual.

Outro avanço dessa resolução foi o estabelecimento de critérios nacionais para elaboração de plano de emergência para episódios agudos de poluição do ar, antes existentes apenas no estado de São Paulo.

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. Atualmente, o IBAMA planeja retomar tal programa.

Espera-se que a Lei de Crimes Ambientais, com a qual se presume 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 aqueles relativos à poluição e outros crimes ambientais.

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 em um instrumento eficaz de controle da poluição atmosférica.

## 7.5 Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores - 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 veículos comerciais leves aumentou de 10.325.000 em 1990 para 12.726.000 em 1995<sup>62</sup>, o que implica, a princípio, num aumento dos poluentes emitidos por veículos automotores.

Procurando mitigar os níveis de emissão de poluentes por veículos automotores, promover a melhoria de características técnicas dos combustíveis líquidos colocados à disposição da frota nacional 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 aos limites máximos. 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.

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

<sup>62</sup> Já calculada a taxa de sucateamento (FERNANDES, 2002).

comerciais, categoria subdividida em veículos com massa para ensaio até 1.700 kg e acima de 1.700 kg (*pick-ups* e *vans*); e veículos pesados, com massa total acima de 3.856 kg (ônibus e caminhões).

#### 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 de 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 (*vide* item 1.1).

Quanto aos veículos leves de passageiros, o controle de emissão foi escalonado em três fases, estabelecidas segundo a Resolução do Conama nº 18/1986, sendo que as duas primeiras já foram cumpridas. A fase I, de 1988 a 1991, preocupou-se cada vez mais 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 dos 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, implementada a partir de 1997, caracteriza-se por induzir 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 7.5.1).

**Tabela 7.5.1 - 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 (NO <sub>x</sub> 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.

A Resolução do Conama nº 15, de 13 de dezembro de 1995, preocupa-se com os veículos comerciais leves (*vans* e *pick-ups*). Com o aumento significativo desses veículos no Brasil, fixaram-se para eles limites máximos de emissões conforme Tabela 7.5.2.

**Tabela 7.5.2 - Limites para emissões de veículos leves comerciais - 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 |
|                                         | (g/km)                                     |                                                 |
| Monóxido de carbono (CO)                | 2,0                                        | 6,2                                             |
| Hidrocarbonetos (HC)                    | 0,3                                        | 0,5                                             |
| Óxidos de nitrogênio (NO <sub>x</sub> ) | 0,6                                        | 1,4                                             |
| Material particulado (MP**)             | 0,128                                      | 0,16                                            |
| Aldeídos (CHO*)                         | 0,03                                       | 0,06                                            |

\* exceto para veículos com motores do ciclo diesel

\*\* exceto para veículos com motores do ciclo Otto

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 do Conama nº 18/1986 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 utilizam, conforme a Tabela 7.5.3.

**Tabela 7.5.3 - Limites para emissões de veículos pesados**

|          | CO      | HC   | NO <sub>x</sub> | Fumaça | Partículas  |
|----------|---------|------|-----------------|--------|-------------|
|          | (g/kWh) |      |                 | (k)*   | (g/kWh)*    |
| 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** |
| FASE IV  | 4,0     | 1,1  | 7,0             | —      | 0,15        |

\*Aplicável somente para motores de ciclo diesel.

\*\*0,7 g/kWh para motores até 85 kW e 0,4 g/kWh para motores com mais de 85 kW.

Tal qual para 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 a 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 7.5.3. A partir de 1º de janeiro de 1996, o mesmo se aplicou 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 deveriam atender aos limites da fase III. Ficou fixado que somente a partir de 1º de janeiro de 2002 todos os motores destinados a veículos pesados deveriam atender aos limites da fase IV. Para os ônibus urbanos as datas estabelecidas em relação às fases III e IV foram antecipadas em dois anos.

A partir do ano 2002 dois tipos de óleo diesel serão autorizados no Brasil: o comum e o metropolitano, sendo 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.

Tendo alcançado grandes conquistas, o Proconve tem como meta administrar e atualizar, sempre que pertinente, a legislação existente<sup>63</sup>. Discussões nesse sentido estão adiantadas com as entidades representativas de classes, para atualizar em 2005 os limites de emissão tanto para os veículos leves quanto para os veículos pesados.

O sucesso do programa pode ser verificado na comparação entre os limites impostos na Tabela 7.5.1 e os resultados alcançados na Tabela 7.5.4 onde, principalmente devido 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 a zero para o Governo, e atingindo satisfatoriamente as suas metas, o programa é considerado um dos mais bem elaborados para o controle de emissão de fontes móveis em países em desenvolvimento. Além disso, é certamente um dos mais bem sucedidos programas ambientais já implementados no país, tendo sido, inclusive, adotado pelo Mercosul.

**Tabela 7.5.4 - Fatores médios de emissão de veículos leves novos**

| Ano / Modelo | Combustível | Poluente* |      |                 |        |                                      |
|--------------|-------------|-----------|------|-----------------|--------|--------------------------------------|
|              |             | CO        | HC   | NO <sub>x</sub> | CHO    | Emissões evaporativas de combustível |
|              |             | (g/km)    |      |                 |        | (g/teste)                            |
| Pré 1980     | Gasolina    | 54        | 4,7  | 1,2             | 0,05   | nd                                   |
| 1980-83      | Gasolina C  | 33        | 3    | 1,4             | 0,05   | nd                                   |
|              | Etanol      | 18        | 1,6  | 1               | 0,16   | nd                                   |
| 1984-85      | Gasolina C  | 28        | 2,4  | 1,6             | 0,05   | 23                                   |
|              | Etanol      | 16,9      | 1,6  | 1,2             | 0,18   | 10                                   |
| 1986-87      | Gasolina C  | 22        | 2    | 1,9             | 0,04   | 23                                   |
|              | Etanol      | 16        | 1,6  | 1,8             | 0,11   | 10                                   |
| 1988         | Gasolina C  | 18,5      | 1,7  | 1,8             | 0,04   | 23                                   |
|              | Etanol      | 13,3      | 1,7  | 1,4             | 0,11   | 10                                   |
| 1989         | Gasolina C  | 15,2      | 1,6  | 1,6             | 0,04   | 23                                   |
|              | Etanol      | 12,8      | 1,6  | 1,1             | 0,11   | 10                                   |
| 1990         | Gasolina C  | 13,3      | 1,4  | 1,4             | 0,04   | 2,7                                  |
|              | Etanol      | 10,8      | 1,3  | 1,2             | 0,11   | 1,8                                  |
| 1991         | Gasolina C  | 11,5      | 1,3  | 1,3             | 0,04   | 2,7                                  |
|              | Etanol      | 8,4       | 1,1  | 1               | 0,11   | 1,8                                  |
| 1992         | Gasolina C  | 6,2       | 0,6  | 0,6             | 0,013  | 2                                    |
|              | Etanol      | 3,6       | 0,6  | 0,5             | 0,035  | 0,9                                  |
| 1993         | Gasolina C  | 6,3       | 0,6  | 0,8             | 0,022  | 1,7                                  |
|              | Etanol      | 4,2       | 0,7  | 0,6             | 0,040  | 1,1                                  |
| 1994         | Gasolina C  | 6         | 0,6  | 0,7             | 0,036  | 1,6                                  |
|              | Etanol      | 4,6       | 0,7  | 0,7             | 0,042  | 0,9                                  |
| 1995         | Gasolina C  | 4,7       | 0,6  | 0,6             | 0,025  | 1,6                                  |
|              | Etanol      | 4,6       | 0,7  | 0,7             | 0,042  | 0,9                                  |
| 1996         | Gasolina C  | 3,8       | 0,4  | 0,5             | 0,019  | 1,2                                  |
|              | Etanol      | 3,9       | 0,6  | 0,7             | 0,040  | 0,8                                  |
| 1997         | Gasolina C  | 1,2       | 0,2  | 0,3             | 0,007  | 1                                    |
|              | Etanol      | 0,9       | 0,3  | 0,3             | 0,0012 | 1,1                                  |
| 1998         | Gasolina C  | 0,79      | 0,14 | 0,23            | 0,004  | 0,81                                 |
|              | Etanol      | 0,67      | 0,19 | 0,24            | 0,0014 | 1,33                                 |
| 1999         | Gasolina C  | 0,74      | 0,14 | 0,23            | 0,004  | 0,79                                 |
|              | Etanol      | 0,6       | 0,17 | 0,22            | 0,013  | 1,64                                 |
| 2000         | Gasolina C  | 0,73      | 0,13 | 0,21            | 0,004  | 0,73                                 |
|              | Etanol      | 0,63      | 0,18 | 0,21            | 0,014  | 1,35                                 |

Fonte: Cetesb, 2001.

\*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.

<sup>63</sup> Adicionalmente, vale a pena citar a Resolução do Conama 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. 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.



## Outras Considerações

### 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 os aspectos acima apresentados e 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.

### 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 Otto<sup>64</sup> e 160.000 km para veículos de ciclo diesel, ou cinco anos de uso, prevalecendo o que ocorrer primeiro. Para ter direito a essa 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.

Em 1993, o Conama criou e regulamentou os Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso, batizados de Programas de I/M. Esses programas seriam implantados pelos Órgãos Executivos Estaduais e Municipais de Meio Ambiente - OEMA, conforme as diretrizes e regulamentos gerais estabelecidos no 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, que 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 908/1995, 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 no processo de licenciamento anual de veículos onde já houvesse sido implantada a inspeção de emissão de poluentes e ruído.

O importante e o objetivo principal das inspeções é fazer com que o proprietário entenda o conceito da correta manutenção do seu veículo, e que dela depende a sua segurança e a dos outros e, ainda, a qualidade do ar. Por isso, os serviços de inspeção devem ser baratos, eficientes e de boa qualidade.

Os programas de I/M, além 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, principalmente entre as décadas de 1960 e 1980, cujas metas estavam mais centradas nas necessidades do país do 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 da esgotabilidade de recursos, assim como a concessão de incentivos fiscais e creditícios 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 (EGLER, 1998).

O desflorestamento na região da Amazônia brasileira, causado pelos fatores acima mencionados teve início na década de 1970, quando foram iniciados os programas de colonização agrícola na região Norte, apoiados no Programa de Integração Nacional - PIN, no Programa de Redistribuição de Terras e Estímulos à Agroindústria do Norte e Nordeste - PROTERRA<sup>65</sup> e nos Programas de Pólos Agropecuários e Agrominerais na Amazônia - POLAMAZÔNIA<sup>66</sup>.

<sup>64</sup> 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.

<sup>65</sup> O PIN e o PROTERRA faziam parte da política de integração nacional das regiões Norte e Nordeste, estabelecida no I Plano Nacional de Desenvolvimento (1972-1974). 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 a 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.

De modo geral, os objetivos dos grandes projetos de desenvolvimento da Amazônia concentraram-se no incremento da produção/extração intensiva de 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 na atração de empresas do setor privado que fossem capazes de implantar estruturas produtivas competitivas e inovadoras de tecnologias na região Norte.

As grandes fazendas de gado, os projetos de colonização agrícola 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 desflorestamento na Amazônia. Cabe ressaltar que muitas dessas políticas foram reduzidas ou eliminadas nos últimos anos.

Até mesmo a geração e a distribuição de eletricidade, 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 energointensivas 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, não deram a devida importância às 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. Na década de 1990, verificou-se que a participação da região Norte no PIB nacional continuava inferior a 5%.

#### 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. A partir de 1970, verificou-se uma grande expansão agrícola e pecuária na Amazônia, a qual pode estar relacionada às taxas de desflorestamento. Tal expansão foi impulsionada pela pressão populacional crescente. 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.

<sup>66</sup> O POLAMAZÔNIA visava a promoção do aproveitamento integrado das potencialidades agropecuárias, florestais e minerais em projetos localizados em 15 áreas selecionadas e especialmente distribuídas na Amazônia Legal.

As culturas agrícolas (mandioca, cana-de-açúcar, milho, batata, tabaco, arroz, soja, trigo e outros) e a pecuária extensiva, requerem grandes áreas de terra. Além de fatores de desflorestamento na região, podem 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 limitados. Mesmo assim, 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 sendo desenvolvida há mais de 300 anos. Entretanto, era realizada de forma artesanal, com a extração de poucas espécies, 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. Para atender a essa demanda, 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 florestas 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), tem 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 região. 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 e a legislação nacional tem procurado reforçar essa opção.

Manejo florestal sustentável é definido no artigo 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<sup>67</sup>". 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 artigo 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”.

Assim, procurou-se regulamentar a exploração da floresta e das 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 ao Sudeste. Deve-se ainda considerar que há poucos centros de capacitação técnica e trabalhadores qualificados para tal atividade na Amazônia.

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: falhas de mercado relacionadas à indefinição dos direitos de propriedade que, combinada com a abundância de terras, florestas, recursos minerais entre outros, leva à superutilização dos mesmos; 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 no nível local e nacional.

### 7.6.1.3 Distribuição Fundiária e Questões Macroeconômicas

Diretamente relacionado com o problema das atividades primárias na Amazônia está o problema da distribuição fundiária. 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 promova a reforma agrária e, consequentemente, 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 36% na região Norte, chegando a 56% em 1978, e representando 47% em 1992 (INCRA, 1996).

A Constituição Federal de 1988 procurou estabelecer os fundamentos para mudar esse padrão. A Constituição dispõe

que a propriedade atenderá à sua função social (artigo 5º, inciso XXIII) e em seu artigo 184, que “compete à União desapropriar por interesse social, para fins de reforma agrária, o imóvel rural que não esteja cumprindo sua função social”. A norma que contém o princípio da função social da propriedade incide imediatamente, ou seja, é de aplicabilidade imediata, mas ainda é um tema que suscita dúvidas. A Constituição ainda dispõe, em seu artigo 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.

Esses fatores resultaram em aumento na taxa de desflorestamento para um recorde histórico no período 1994-1995: 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 1978-1989, 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 país<sup>67</sup>. A operação ilegal<sup>68</sup> de serrarias estrangeiras ocorre devido à dificuldade do IBAMA em supervisionar a implementação de planos de manejo florestal e promover a devida fiscalização numa área de 2,3 milhões km².

<sup>67</sup> Tal artigo está em conformidade com o artigo 4º, parágrafo 1º, alínea d da Convenção 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.”

<sup>68</sup> 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 ONGs, como a Fundação Mundial para a Natureza - WWF.

<sup>69</sup> 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 esses 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 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.

## 7.6.2 Medidas contra o Desflorestamento

### 7.6.2.1 Medidas Legais

O levantamento de dados para um relatório produzido pela SAE<sup>70</sup> e a taxa anual de desflorestamento bruto publicada pelo INPE (*vide* item 7.7) forneceram dados que conscientizaram o governo e o impeliram a adotar ações para reverter tal cenário<sup>71</sup>. 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<sup>72</sup>. 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 Provisória nº 1.511, de 26 de julho de 1996, que, entre outras providências, dá nova redação ao artigo 44 da Lei nº 4.771<sup>73</sup>, de 15 de setembro de 1965, como anteriormente explicado no item 7.1. Além do mais, foram estabelecidas três ações básicas para reduzir a taxa de desflorestamento: proibiu-se novas conversões de áreas florestadas em sistemas agrícolas; 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; 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 desflorestamento é a Lei de Crimes Ambientais, de nº 9.605, sancionada em 12 de fevereiro de 1998, abordada anteriormente (*vide* item 7.1). 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.

### 7.6.2.2 Medidas Administrativas

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, de capacitação e de monitoramento da região amazônica.

É fundamental o desenvolvimento de um sistema mais efetivo de fiscalização do desflorestamento na região amazônica, de forma que envolva ações que tornem a exploração e a utilização dos recursos naturais 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 com o aumento de oficiais do IBAMA *in loco*. O esquema anterior mostrou-se 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 totalmente efetivo, mas parece ser a única alternativa operacional para a imensa e inabitada área da região amazônica.

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 do desflorestamento 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.

<sup>70</sup> Vide nota de rodapé 68.

<sup>71</sup> 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.

<sup>72</sup> Essa moratória foi prorrogada até o ano de 2001 para a exploração do mogno.

<sup>73</sup> A Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, também altera significativamente os artigos 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 60.



### A Experiência do Mato Grosso

O estado do Mato Grosso faz parte da chamada Amazônia Legal. Em sua superfície de 906.068.078 km<sup>2</sup>, há três ecorregiões distintas: floresta (52%), cerrado (41%) e pantanal (7%). Na década de 1990, foram observados no estado elevados índices de desflorestamentos ilegais, o que levou as autoridades estaduais a buscarem soluções criativas.

A partir de 1998, iniciaram negociações para que a Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEMA, órgão responsável pela política ambiental no estado do Mato Grosso, passasse a atuar, em parceria com o IBAMA, no controle de desflorestamentos 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 do Meio Ambiente, o IBAMA e o governo do estado do 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 desflorestamento como principal objetivo de suas ações, tendo a sociedade civil como participante do processo, mobilizando proprietários rurais, orientando-os para um melhor aproveitamento de suas terras, em consonância com as determinações da legislação ambiental vigente. Foi, assim, criado e implementado o Sistema de Controle Ambiental em Propriedades Rurais, que tem alcançado uma significativa redução de áreas desflorestadas, ao conjugar instrumentos tradicionais de fiscalização, licenciamento e monitoramento, apoiados pela tecnologia da informação<sup>74</sup>.

As propriedades rurais do Mato Grosso precisam ter o Licenciamento Ambiental Único - LAU. Para obtê-lo, o proprietário deve entregar 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 desflorestou 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. Atualmente, o LAU de propriedades rurais no estado vem gerando um aumento de receita para a instituição, que investe na manutenção do modelo implantado<sup>75</sup>.

Os resultados revelam uma redução de áreas desflorestadas e queimadas, por meio de controle preciso do que vem ocorrendo nas propriedades rurais. Em um ano, houve redução de 32% na taxa de desflorestamento e 53% no número de queimadas.

### 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 7.11.2) e os incentivos para o manejo sustentável nas áreas especiais protegidas de uso indireto, conhecidas como Florestas Nacionais - FLONA.

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 artigo 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 antigo sistema de financiamento público foi 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

<sup>74</sup> Esse processo de controle ambiental é dinâmico e interativo. Nesse 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.

<sup>75</sup> 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 dessa 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.

preocupações ambientais forem verdadeiramente institucionalizadas nas práticas financeiras, as instituições financeiras nacionais podem representar um instrumento efetivo para o cumprimento da legislação e dos programas ambientais. Essa estratégia tem atingido relativo sucesso entre as 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. 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. O intuito básico é aumentar a área sob o controle do Estado na região amazônica, reservando-a para fins de florestamento e promovendo seu uso de forma sustentável.

Os projetos das FLONA representam, 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 podem tornar-se áreas de fomento à pesquisa de novas técnicas de manejo florestal que institutos de pesquisa e ONGs 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 devem representar uma primeira iniciativa para a efetiva implementação do Pacote Amazônico.

De acordo com o IBAMA, há 59 florestas nacionais, o que corresponde a mais de 16 milhões de hectares. 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 é a Lei nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, que regulamenta o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR (*vide* item 7.11.6). 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, localizada na zona rural.

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 (*vide* item 7.8).

### 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 por meio da elaboração de agendas positivas: como ouvir todos os segmentos envolvidos com o problema, identificar propostas e negociar soluções em busca de consenso.

A elaboração de uma agenda positiva pressupõe que problemas como desflorestamentos 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 baseadas em diretrizes políticas.

Nesse sentido, o MMA fixou, em 1999, cinco diretrizes para combater o desflorestamento na Amazônia<sup>76</sup>:

- 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;
- 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 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 assegurem 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. E tem como objetivos específicos promover a gestão ambiental descentralizada; implementar atividades de desenvolvimento sustentável como alternativa ao desflorestamento; e valorizar os serviços ambientais oferecidos pela floresta amazônica e pelas populações extrativistas.

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 consequências 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 desflorestamento, 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, do MMA, entre 1999 e 2003, envolve os seguintes programas: Programa de Desenvolvimento do Ecoturismo da Amazônia Legal - Turismo Verde (Proecotur); Programa Brasileiro de Ecologia Molecular para o Uso Sustentável da Biodiversidade da Amazônia - Proben/Amazônia; Expansão e Consolidação de um Sistema de Áreas Protegidas; Programa Amazônia Solidária. E finalmente o Programa Nacional de Florestas, o qual merece destaque.

<sup>76</sup> De acordo com o discurso de posse do Ministro José Sarney Filho, ao assumir o cargo no início de 1999.



### 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 na Tabela 7.6.1.

Para todas as ações, 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 ONGs ambientalistas e sociais.

**Tabela 7.6.1 - Linhas temáticas e respectivas metas do Programa Nacional de Florestas**

| Linhas Temáticas                                                         | Metas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Expansão da 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 FLONA na Amazônia Legal, até o ano 2010, sendo 10 milhões de hectares, até 2003;<br>- assegurar que as FLONA atuais e futuras possam suprir, no mínimo, 10% da demanda de madeira em tora, oriunda da Amazônia, até o ano 2003;<br>- aumentar para 1,5 milhão de hectares as FLONA e as florestas estaduais e municipais no Nordeste, até 2010, para o abastecimento da demanda por lenha, produtos não-madeireiros e de uso rural na região;<br>- 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;<br>- reduzir as queimadas, os incêndios florestais e a extração predatória de produtos madeireiros e não-madeireiros;<br>- revisar os instrumentos normativos que concedem a autorização de desflorestamento;<br>- apoiar os processos de descentralização das atividades de monitoramento, controle e fiscalização.                                                                                                                                             |
| Populações tradicionais e indígenas                                      | - 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                                | - aumentar em 50% a produtividade nas pequenas e médias propriedades florestais, em 10 anos;<br>- viabilizar técnicas operacionais de redução de custos de recuperação de áreas alteradas e restauração de áreas de preservação permanente;<br>- apoiar os projetos e atividades de utilização dos resíduos das indústrias madeireiras;<br>- diminuir em 30% a geração de resíduos em serrarias.                                                                                                                                                           |
| Serviços ambientais das florestas                                        | - restaurar 100 mil hectares/ano de florestas de preservação permanente, em áreas prioritárias de bacias hidrográficas selecionadas;<br>- criar mecanismos para captação de recursos financeiros, internos e externos, para a proteção, recuperação e restauração de áreas de preservação permanente.                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Fortalecimento institucional e de extensão florestal                     | - realizar estudos visando subsidiar o processo de aprimoramento da gestão florestal;<br>- criar um fundo de desenvolvimento florestal, com dotação orçamentária de R\$ 100 milhões/ano;<br>- realizar cursos de atualização profissional e melhorar a estrutura física das instituições florestais;<br>- criar ou consolidar programas de extensão florestal nos estados, Distrito Federal e municípios;<br>- instituir programa para valorizar o manejo florestal sustentável.                                                                           |
| Modernização da indústria de base florestal                              | - melhorar a eficiência no processamento de madeira em tora para cerca de 50% a 60% até 2003;<br>- agregar valor a 40% da produção de madeira processada até 2003;<br>- capacitar cerca de 10% da mão-de-obra utilizada pela indústria de base florestal até 2003.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Mercado e comércio de produtos florestais                                | - incrementar as exportações de madeira de origem sustentável de menos de 5% para, no mínimo, 30% até 2010;<br>- 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;<br>- manter a posição de liderança do setor de papel e celulose nos mercados internos e externo.                                                                                                                                                     |

## 7.7 Projeto de Estimativa do Desflorestamento Bruto da Amazônia Brasileira - PRODES

O Projeto de Estimativa do Desflorestamento Bruto da Amazônia Brasileira - PRODES (*vide* <http://www.obt.inpe.br/prodes/>) 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 brasileira abrange os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e parte dos estados do Mato Grosso e do Maranhão, correspondendo a uma área de aproximadamente 5 milhões de km<sup>2</sup>. Desse total, as classes de fisionomia florestal estendem-se por cerca de 4 milhões de km<sup>2</sup>.

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. A Amazônia é coberta por 229 dessas imagens que 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 a localização de cada área desflorestada são computadas com o uso de um SIG.

O procedimento metodológico desenvolvido no INPE viabilizou a criação do PRODES Digital, cujo objetivo é automatizar as operações do projeto, consolidando uma base georreferenciada confiável e de fácil manuseio para o usuário.

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 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.

As informações fornecidas pelo INPE permitem ao IBAMA e aos órgãos estaduais de meio ambiente realizar o levantamento das causas, da dinâmica e das consequências 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 de 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.

### 7.7.1 Dados Levantados pelo PRODES

Desflorestamento é entendido como a conversão de áreas de fisionomia florestal primária por ações antrópicas, para desenvolvimento de atividades agrosilvopastoris, detectada a partir de plataformas orbitais para fins do PRODES. 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 7.7.1 - Taxa média de desflorestamento bruto de 1978 a 1999 (km<sup>2</sup>/ano)**

| Estados da Amazônia Brasileira* | 77/88*       | 88/89        | 89/90        | 90/91        | 91/92        | 92/94**      | 94/95        | 95/96        | 96/97        | 97/98        | 98/99        |
|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| (km <sup>2</sup> /ano)          |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 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          |
| <b>TOTAL Amazônia</b>           | <b>21130</b> | <b>17860</b> | <b>13810</b> | <b>11130</b> | <b>13786</b> | <b>14896</b> | <b>29059</b> | <b>18161</b> | <b>13227</b> | <b>17383</b> | <b>17259</b> |

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 km<sup>2</sup>, em oposição a menor marca registrada na década, em 1991, de 11.130 km<sup>2</sup>. Em 1997, o desflorestamento registrado foi de 13.037 km<sup>2</sup>, 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 7.7.2 - Taxa média de desflorestamento bruto de 1978 a 1999 (%)**

| Estados da Amazônia Brasileira* | 77/88*      | 88/89       | 89/90       | 90/91       | 91/92       | 92/94**     | 94/95       | 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        |
| <b>TOTAL Amazônia</b>           | <b>0,54</b> | <b>0,48</b> | <b>0,37</b> | <b>0,30</b> | <b>0,37</b> | <b>0,40</b> | <b>0,81</b> | <b>0,51</b> | <b>0,37</b> | <b>0,48</b> | <b>0,48</b> |

Fonte: INPE, 2001.

Desflorestamento bruto relativo à área de fisionomia florestal remanescente.

\* média da década.

\*\* média do biênio.

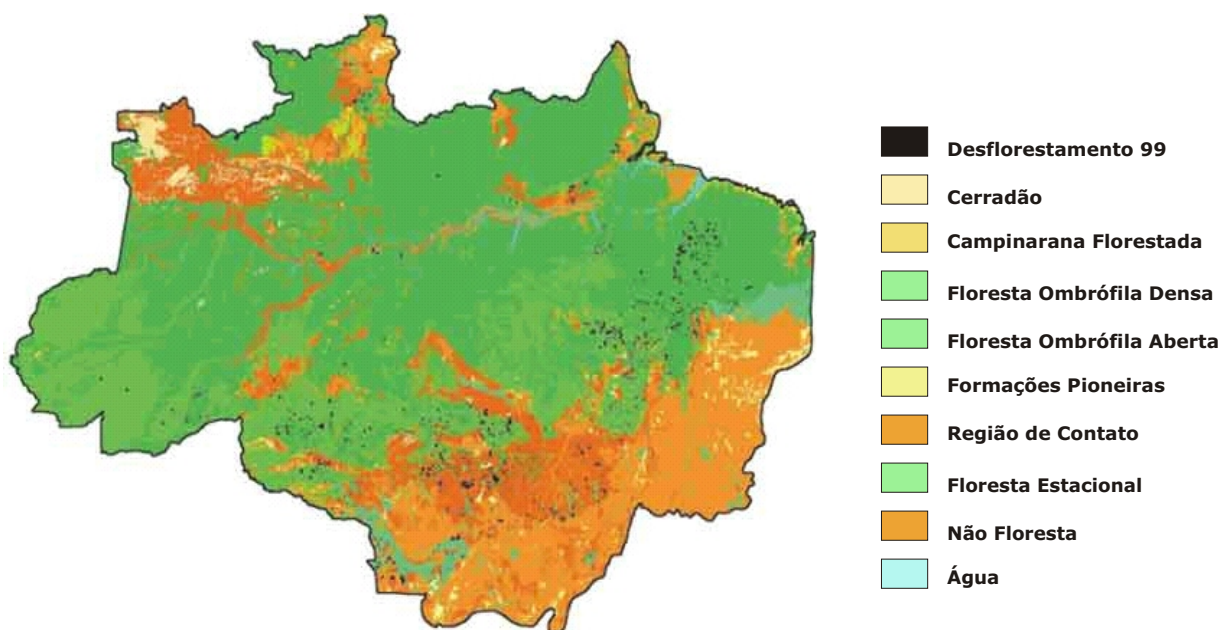
vegetação em transição, ou seja, corresponde ao avanço da fronteira agrícola, principalmente nos estados do Mato Grosso, Rondônia, Maranhão, Pará e Tocantins. A extensão do desflorestamento bruto na região amazônica, em 1999, correspondeu a 569.269 km<sup>2</sup>.

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,

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

atravessando-o por inteiro no sentido leste-oeste até atingir o leste do estado do Acre.

**Figura 7.1 - Desflorestamentos observados em 1999**



**Tabela 7.7.3 - Extensão do desflorestamento bruto de janeiro de 1978 a agosto de 1999**

| Estados da Amazônia Brasileira | jan/78             | abr/88        | ago/89        | ago/90        | ago/91        | ago/92        | ago/94        | ago/95        | ago/96        | ago/97        | ago/98        | ago/99        |
|--------------------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                | (km <sup>2</sup> ) |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| 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         |
| <b>TOTAL AMAZÔNIA *</b>        | <b>152200</b>      | <b>377500</b> | <b>401400</b> | <b>415200</b> | <b>426400</b> | <b>440186</b> | <b>469978</b> | <b>497055</b> | <b>517069</b> | <b>532086</b> | <b>551782</b> | <b>569269</b> |

Fonte: INPE, 2001.

\* incluindo desflorestamento antigo.

## 7.8 O Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC

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 e há, no território nacional, muitas espécies de flora e fauna que são endógenas.

Apesar de possuir uma das legislações ambientais mais avançadas do mundo (*vide* item 7.1), há dificuldades 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 à 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 Conama, 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, Reservas Biológicas - REBIO, Parques Nacionais - PARNA 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. Áreas de Proteção Ambiental - APA, Áreas de Relevante Interesse Ecológico - ARIE, FLONA, Reservas Extrativistas - RESEX, Reservas da Fauna, Reservas de Desenvolvimento Sustentável e Reservas Particulares do Patrimônio Nacional - RPPN constituem o grupo das unidades de uso sustentável.

Sem contar as reservas indígenas<sup>77</sup>, 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 km<sup>2</sup>, que correspondem a 5,25% do território brasileiro.

**Tabela 7.8.1 - Unidades de Conservação Federais por categoria**

| Categoria         |                                         | Nº         | Área total*          | país**      |
|-------------------|-----------------------------------------|------------|----------------------|-------------|
|                   |                                         |            | (ha)                 | (%)         |
| Proteção integral | Parques Nacionais                       | 47         | 11.669.883,78        | 1,37        |
|                   | Reservas Biológicas                     | 24         | 2.984.401,23         | 0,35        |
|                   | Estações Ecológicas                     | 28         | 3.694.311,67         | 0,43        |
| Subtotal          | Proteção Integral                       | 99         | 18.348.596,68        | 2,15        |
| Uso sustentável   | Áreas de Proteção Ambiental - APA       | 28         | 6.473.193,04         | 0,76        |
|                   | Florestas Nacionais - FLONA             | 59         | 16.075.244,67        | 1,88        |
|                   | Áreas de Relevante Interesse Ecológico  | 17         | 32.371,24            | 0,0         |
|                   | Reservas Extrativistas                  | 23         | 3.906.555,22         | 0,46        |
| Subtotal          | Uso Sustentável                         | 127        | 26.487.364,17        | 3,10        |
| <b>TOTAL</b>      | <b>UNIDADES DE CONSERVAÇÃO FEDERAIS</b> | <b>226</b> | <b>44.835.960,84</b> | <b>5,25</b> |

Fonte: IBAMA, 1997 (atualizado pelo IBAMA-DIREC em 2002).

\* As sobreposições entre as unidades de conservação 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 bem extensas, como a Reserva de Desenvolvimento Sustentado de Amanã - AM, com 2,35 milhões de hectares. Essa reserva se liga à Reserva de Desenvolvimento Sustentado de Mamirauá, ao Parque Nacional de Jaú, à Estação Ecológica de Anavilhanas e ao Parque Estadual do rio Negro, compondo, juntamente com essas áreas, um corredor contínuo no estado do Amazonas de mais de 8.567.908 ha.

<sup>77</sup> Com um total de 586 áreas, as terras indígenas ocupam uma extensão total de 105.091.977 há, representando 12,3% da área continental do país (IBAMA, 2002).



**Tabela 7.8.2 Unidades de Conservação estaduais no Brasil por estado**

| Estado / Região* | UCs de proteção integral |        | UCs de uso sustentável |        |
|------------------|--------------------------|--------|------------------------|--------|
|                  | Área                     | Número | Área                   | Número |
|                  | (ha)                     |        | (ha)                   |        |
| 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          | 1.052.135                | 107    | 2.125.792              | 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, 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 do bioma coberta por unidades de conservação.

**Tabela 7.8.3 - Unidades de Conservação federais por bioma**

| Biomas Brasileiros         | Área do Bioma*        | Participação do total | Proteção integral**  | Participação do total | Uso sustentável**    | Participação do total |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
|                            | (ha)                  | (%)                   | (ha)                 | (%)                   | (ha)                 | (%)                   |
| 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                  |                      |                       |                      |                       |
| <b>TOTAIS</b>              | <b>854.540.835,77</b> | <b>100</b>            | <b>18.347.925,72</b> | <b>2,15</b>           | <b>26.484.168,98</b> | <b>3,10</b>           |

Fonte: Marino, 1997 (atualizado pelo IBAMA-DIREC em 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 e experimental, além de conservação.

Algumas organizações privadas administram áreas protegidas com a finalidade de conservação, muitas delas vinculadas ao 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. Além disso, várias ONGs conservacionistas mantêm importantes reservas particulares ou santuários ecológicos.

Outro avanço verificado nos últimos anos, foi a criação de RESEX 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, existem as unidades federais de conservação constituídas por ilhas oceânicas ou costeiras, assim como outras que protegem praias, dunas, recifes de corais, pastos marinhos, baías, estuários, lagunas com influência marinha, banhados, manguezais, restingas e marismas<sup>78</sup>. Apesar da existência dessas RESEX, a conservação das zonas costeira e marinha ainda é precária.

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. Muitas dessas unidades apresentam problemas de implementação que inviabilizam sua função. Tal fato decorre da insuficiência dos recursos disponibilizados pela União, 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 entre as 86 unidades de conservação analisadas, 47 estavam em situação precária, 32 foram consideradas como minimamente implementadas e somente 7 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, numa relação de um funcionário para 27.560 hectares, em média. Outros fatores limitantes são a inacessibilidade às áreas e a falta de meios de transporte e de equipamentos. Em pontos estratégicos, foi mobilizado o auxílio do Exército, das polícias estaduais e federal, das prefeituras e de organizações não-governamentais. Nas RESEX 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 de uma guarda costeira com atuação na área ambiental. Entretanto, a Marinha do Brasil frequentemente colabora com o IBAMA na fiscalização.

Outro problema que se identifica é que o desflorestamento 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, o que contradiz a legislação que prevê a existência de 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

<sup>78</sup> Terrenos alagadiços à beira do mar ou rio.

devem ser compatíveis com o papel de preservação da unidade, não oferecendo risco para sua integridade.

Espera-se que a Lei nº 9.985 de 2000 promova a melhoria na administração das unidades de conservação ao atualizar e consolidar os princípios e diretrizes que equilibram a aplicação das políticas públicas em relação à conservação da diversidade biológica *in situ*, em substituição ao conjunto de leis existentes sobre a matéria.

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.

Outro avanço importante na conservação da diversidade biológica no Brasil é a implantação das Reservas Particulares do Patrimônio Natural - RPPN, áreas privadas, gravadas com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica. A RPPN é um tipo de reserva criada pelo Decreto Federal nº 98.914, de 31 de janeiro de 1990, que experimentou forte expansão após 1992 e foi consolidado pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.

Desde 1990 as áreas consideradas RPPN não podem ser desflorestadas e nem pode haver 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. Tinham sido criadas 150 em todo o país até 1998 com áreas entre 1.000 e 104.000 hectares, totalizando 341.057,34 ha.

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, 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 desflorestamento.

**Tabela 7.8.4 - RPPN por estado**

| Estado / Região     | Nº de RPPN | 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               |
| <b>Norte</b>        | <b>10</b>  | <b>107.747,54</b> |
| Alagoas             | 3          | 180,5             |
| Bahia               | 15         | 9.821,59          |
| Ceará               | 3          | 3.124,33          |
| Maranhão            | 5          | 1.054,04          |
| Paraíba             | 4          | 5.580,65          |
| Pernambuco          | 1          | 1.485,00          |
| Piauí               | 1          | 27.458,00         |
| Rio Grande do Norte | 2          | 910,24            |
| <b>Nordeste</b>     | <b>34</b>  | <b>49.614,35</b>  |
| Distrito Federal    | 1          | 1,00              |
| Goias               | 15         | 13.306,60         |
| Mato Grosso         | 6          | 82.040,79         |
| Mato Grosso do Sul  | 9          | 49.533,35         |
| <b>Centro-Oeste</b> | <b>31</b>  | <b>144.881,74</b> |
| Minas Gerais        | 30         | 21.841,60         |
| Rio de Janeiro      | 16         | 3.037,78          |
| São Paulo           | 10         | 346,19            |
| <b>Sudeste</b>      | <b>56</b>  | <b>25.225,57</b>  |
| Paraná              | 4          | 2.272,35          |
| Rio Grande do Sul   | 9          | 3.175,68          |
| Santa Catarina      | 6          | 8.140,11          |
| <b>Sul</b>          | <b>19</b>  | <b>13.588,14</b>  |
| <b>BRASIL</b>       | <b>150</b> | <b>341.057,34</b> |

Fonte: IBAMA-DIREC, 1998 (Atualizado pelo IBAMA-DIREC em 2002).



As áreas indígenas são destinadas pela União ao usufruto exclusivo das comunidades indígenas que as habitam. De acordo com o artigo 17 da Lei nº 6.001, o Estatuto do Índio, de 19 de dezembro de 1973, 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 5 de dezembro de 1994, da Fundação Nacional do Índio - FUNAI, estipulou o nome "terra indígena" para todo e qualquer território ocupado por indígenas.

Valendo-se dessa classificação, o Brasil possui uma extensão territorial de 105.091.977 ha de terras indígenas, correspondendo a 12,3% do território nacional. Existem 586 terras indígenas<sup>79</sup>, classificadas em registradas, homologadas, demarcadas, delimitadas e identificadas, sendo que 98% delas estão localizadas na Amazônia Legal (IBAMA, 2002).

Essas áreas não são consideradas unidades de conservação, já que seu objetivo primário de manejo não é a proteção da diversidade biológica. No entanto, devido à sua extensão, são muito importantes no processo de proteção da riqueza biológica do país.

Somando-se as terras indígenas às unidades de conservação federais e estaduais, o percentual de áreas protegidas, com diferentes graus de proteção, sobe para 20,78% do território nacional, sendo que a Amazônia Legal concentra 94% das terras abrangidas (IBAMA, 2002).

## 7.9 Prevenção de Incêndios e 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, implementação e operacionalização das atividades relacionadas à educação, pesquisa, prevenção, controle e combate aos incêndios florestais<sup>80</sup> e queimadas<sup>81</sup>.

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 infraestrutura 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 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 de operação do sistema.

O decreto que criou o PREVFOGO foi revogado pelo Decreto Federal nº 2.661, de 8 de julho de 1998, o qual regulamentou o parágrafo único do artigo 27 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (Código Florestal), mediante o estabelecimento de normas de precaução relativas ao emprego do fogo em práticas agropastoris e florestais, e dá outras providências. No entanto, o PREVFOGO foi mantido por esse novo decreto, cabendo-lhe ainda, desenvolver e difundir técnicas de manejo controlado do fogo, capacitar recursos humanos para difusão das respectivas técnicas e para conscientizar a população sobre os riscos do emprego inadequado do fogo. De acordo com esse novo instrumento legal, entende-se como incêndio florestal o fogo não controlado em floresta ou qualquer outra forma de vegetação.

Ainda de acordo com esse decreto, é vedado o emprego do fogo nas florestas e demais formas de vegetação — bem como para queima pura e simples de aparas de madeira, resíduos florestais e material lenhoso, quando seu aproveitamento for economicamente viável — em faixas definidas em torno de certas áreas, como linhas de transmissão, distribuição e subestação de energia elétrica, unidades de conservação, rodovias, aglomerados urbanos, entre outras.

Observadas certas normas e condições legais, é permitido o emprego do fogo em práticas agropastoris e florestais, mediante "queima controlada", a qual depende de obtenção de autorização prévia. Considera-se queima controlada o emprego do fogo como fator de produção e manejo em atividades agropastoris ou florestais, e para fins de pesquisa científica e tecnológica, em áreas com limites físicos previamente definidos.

### 7.9.2 Programa de Prevenção e Controle de Queimadas e Incêndios Florestais no Arco do Desflorestamento - PROARCO

Nos anos 1980, os índices de desflorestamento da Amazônia chegaram a consumir mais de 21 mil km<sup>2</sup>/ano. 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 do *El Niño* poderá aumentar a susceptibilidade da cobertura vegetal ao fogo, especialmente em sua porção fronteira, 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 apoio de outras instâncias governamentais e não-governamentais. De modo geral, o episódio mostrou que as instituições governamentais que atuavam no controle das queimadas e dos incêndios florestais não estavam suficientemente aparelhadas e capacitadas para exercerem um efetivo monitoramento e controle desses processos.

O Programa de Prevenção e Controle de Queimadas e Incêndios Florestais no Arco do Desflorestamento - PROARCO, lançado em maio de 1998 pelo IBAMA, veio como resposta à busca de alternativas.

O objetivo geral do PROARCO (*vide* <http://www2.ibama.gov.br/proarco/>) é prevenir e combater a ocorrência de incêndios florestais em larga escala na Amazônia Legal, especialmente no arco de desflorestamento.

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

<sup>79</sup> Vide nota de rodapé 77.

<sup>80</sup> É todo fogo sem controle que incide sobre qualquer forma de vegetação, podendo tanto ser provocado pelo homem (intencional ou negligência) quanto por fonte natural (raio).

<sup>81</sup> São práticas agropastoris ou florestais, onde o fogo é utilizado de forma controlada, atuando como um fator de produção.

responsabilidades do Governo Federal, dos estados e das prefeituras.

### 7.9.3 Proibição da Queima na Colheita de Cana-de-açúcar

O Decreto Federal nº 2.661, de 8 de julho de 1998, analisado no item 7.9.1, também dispõe sobre a redução gradativa do emprego do fogo como método despalhador e facilitador do corte de cana-de-açúcar em lavouras superiores a cento e cinquenta hectares, passíveis de mecanização da colheita. A redução não poderá ser inferior a um quarto da área mecanizável de cada unidade agroindustrial ou propriedade não vinculada a unidade agroindustrial, a cada período de cinco anos, contados da data de publicação do decreto.

A cada cinco anos, contados da data de publicação desse decreto, será realizada, pelos órgãos competentes, avaliação das consequências sócio-econômicas decorrentes da proibição do emprego do fogo para promover os ajustes necessários nas medidas impostas, à luz da evolução tecnológica na colheita de cana-de-açúcar.

No estado de São Paulo, por meio de legislação estadual, procurou-se estabelecer prazos ainda menores para a redução da queima na colheita de cana, incluindo inclusive áreas não-mecanizáveis. O estado de São Paulo é o maior e mais moderno produtor de cana-de-açúcar do Brasil, com cerca de 3 milhões de hectares dedicados ao plantio dessa cultura, o que representa quase metade da área plantada de cana-de-açúcar do país.

Entretanto, a prática da despalha da cana pela queima é corrente, como em outros estados. Essa prática vem sendo contestada por membros do Ministério Público estadual por meio de ações judiciais e pela ação das comunidades preocupadas com seus efeitos sobre saúde, segurança, meio ambiente e qualidade de vida nos meios urbanos próximos às plantações. É questionada também pelos técnicos de governo pelos seus danos ambientais, particularmente a poluição do ar, os riscos de incêndios e os desflorestamentos.

Deve-se reconhecer, no entanto, que a colheita mecânica da cana vem crescendo nos últimos anos e apresenta alguns benefícios ambientais. Nesse sistema, a palha deixa de ser queimada, evitando emissões de poluentes atmosféricos, e as folhas secas, ponteiros e folhas verdes cortadas são lançadas sobre o solo, formando uma camada de material que, ao degradar-se, constitui fonte de nutrientes para o solo e para a cultura da cana, ou ainda é utilizada para a geração de energia. Contudo, a mecanização gera a pressão de usineiros que alegam dificuldades econômicas em adotar essa tecnologia, e o aumento do desemprego rural.

Em 1998, foi editada a Resolução Conjunta nº 01/1998 entre as Secretarias Estaduais 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, entre outras medidas.

No ano seguinte, foram retomadas as discussões no âmbito da Câmara do Setor Sucroalcooleiro do estado de São Paulo, visando nova negociação dos termos do Decreto Estadual nº 42.056, de 1997, o qual foi incapaz de atender uma série de reivindicações.

A Assembléia Legislativa do estado de São Paulo aprovou a Lei nº 10.547, de 2 de maio de 2000, que definiu procedimentos, proibições, regras de execução e medidas de precaução a serem obedecidas na utilização do fogo em práticas agrícolas, pastoris e florestais. A chamada Lei das Queimadas não estabelecia um cronograma claro para a eliminação do fogo nessas práticas, nem tampouco definia

sanções. Assim, novas medidas legais estão sendo tomadas para regulamentar o processo de proibição de queimada da cana no estado<sup>82</sup>.

## 7.10 Cidades pela Proteção do Clima

Cidades pela Proteção do Clima - CCP (*Cities for Climate Protection Campaign*) é uma campanha do Conselho Internacional para as Iniciativas Ambientais Locais - ICLEI (*International Council for Local Environmental Initiatives*), lançada em junho de 1991. Trata-se de uma iniciativa internacional para mobilizar ações de governos locais 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.

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 o problema e implementar os Planos Locais de Ação que possam reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Para isso, a campanha visa desenvolver e manter uma estrutura que encoraje os seus participantes 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 CO<sub>2</sub> dessas cidades contribuem com cerca de 5% do total global de emissões.

Embora países em desenvolvimento não tenham compromissos no Protocolo de Quioto de estabelecer metas de redução de emissões de gases de efeito estufa, as cidades desses países podem e estão convidadas a aderir a essa campanha e tomar iniciativas para reduzir suas emissões.

Seis cidades brasileiras, onde se concentram mais de 9,3 milhões de habitantes, aderiram à essa campanha: Rio de Janeiro, Volta Redonda, Niterói, Betim, Goiânia e Porto Alegre. 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, visando a redução de emissões de gases de efeito estufa.

A cidade do Rio de Janeiro, por meio de sua Secretaria do Meio Ambiente, vem procurando se adequar à iniciativa, desenvolvendo as 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

<sup>82</sup> A Lei nº 10.547 foi regulamentada por meio do Decreto nº 45.869, de 22 de junho de 2001, que dispõe, entre 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, entre 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. Em 2002, houve a promulgação da Lei Estadual nº 11.241, de 19 de setembro, que dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas.



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 busca de comprometimento da população com as questões ambientais.

### Outras iniciativas ambientais urbanas

Outras cidades no Brasil estão desenvolvendo atividades e programas ambientais similares, embora fora do âmbito da CCP.

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, podem ser citados 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 combustíveis convencionais com elementos não poluentes e o etanol. Além disso, a cidade conta com uma política de criação de espaços alternativos ao uso de automotores, como a rede de ciclovias; um monitoramento da qualidade do ar; uma política de destinação de resíduos sólidos; com projetos de separação de lixo; e programas de educação ambiental.

Cidades 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, como Agenda 21 locais.

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 (FISF-F/R), o IBDF passou a ter maior responsabilidade pela administração dos incentivos e sua aplicação. Deve-se ressaltar também que os incentivos não se baseavam em recursos gerados pelos próprios projetos, pois estes se encontravam na fase inicial, tornando-os atrativos às potenciais empresas reflorestadoras.

Após vinte anos de vigência, o FISF-F/R foi extinto pela Lei nº 7.714, de 29 de dezembro de 1988. O IBDF também e suas atribuições passaram ao IBAMA. Apesar de distorções ocorridas na implementação do FISF-F/R, pode-se enumerar alguns pontos positivos, decorrentes do funcionamento do programa:

- foram plantados 7,2 milhões de ha, apesar de 15% desse total ter sido perdido pela utilização de áreas inadequadas ou pela falta de mercado;
- foram criados 1,6 milhão de empregos diretos fixos;
- houve geração de riqueza de aproximadamente 4,7% do PIB;
- o país passou a ser o quarto maior exportador de papel e o terceiro maior exportador de celulose (1998);
- alcançou-se um nível de US\$ 13 bilhões de exportações/ano;
- foram conservados 2,3 milhões de ha de florestas nativas, constituindo o maior corredor ecológico da Mata Atlântica;
- os impostos arrecadados alcançaram US\$ 4,5 bilhões;
- desenvolveu-se uma tecnologia de fomento às empresas do setor fazendeiro florestal.

Apesar do relativo sucesso, que incluiu substituição de importações, contribuição nas exportações e avanços na área de biotecnologia, o programa foi criticado quanto aos custos sociais envolvidos.

Informações dos relatórios do IBDF indicaram disparidades entre o custo efetivo (de mercado) de implantação e manutenção de empreendimentos florestais incentivados e o custo pago por esse instituto, o que evidenciou a ineficiência nos procedimentos adotados na aprovação de projetos e no pagamento dos custos dos empreendimentos.

Deve-se ressaltar que, atualmente, um incentivo do tipo FISF-F/R dificilmente seria uma alternativa adotada pelo governo brasileiro, considerando que esse se baseou em renúncia fiscal e que durante os vinte anos em que os incentivos foram concedidos gastaram-se US\$ 6 bilhões para estimular a atividade florestadora.

### 7.11.2 Protocolo Verde

O Governo Federal lançou, em 1995, o programa Protocolo Verde, com a finalidade de incorporar a variável ambiental, como critério indispensável ao desenvolvimento sustentável, no processo de análise para a concessão de crédito oficial e de benefícios fiscais.

## 7.11 Medidas de Caráter Financeiro e Tributário

### 7.11.1 Uma Avaliação dos Incentivos Fiscais para o Florestamento/Reflorestamento - FISF - F/R

A partir de meados de 1960, a política florestal brasileira concentrou seus recursos na atividade reflorestadora e na indústria de silvicultura, em detrimento das demais áreas de atuação de responsabilidade do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF, criado em 1967.

A Lei nº 5.106, de 2 de setembro de 1966, introduziu incentivos fiscais para o florestamento e o reflorestamento, beneficiando pessoas físicas e jurídicas que optassem por destinar parte de seus impostos devidos ao Fisco para a atividade reflorestadora. Pessoas físicas podiam abater de sua renda bruta todas as aplicações realizadas na atividade, até o limite de 50%; as pessoas jurídicas podiam deduzir o valor das despesas no seu imposto a pagar até o limite de 50%.

Pelo Decreto-Lei nº 1.134, de 16 de novembro de 1970, pessoas jurídicas poderiam, ao invés de deduzir as despesas de seu imposto, descontar até 50% dele para aplicação, a partir do exercício financeiro seguinte, em empreendimentos florestais, cujos projetos fossem aprovados previamente

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.

Foi instituído o Grupo de Trabalho, por meio do decreto de 29 de maio de 1995, que elaborou as linhas de atuação do Protocolo Verde, culminando com a assinatura da Carta de Princípios para o Desenvolvimento Sustentável<sup>83</sup> 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, os bancos federais signatários, em conjunto com MMA, MF, MPOG e MAPA, além do Banco Central, integraram um Grupo de Trabalho coordenado pela Câmara de Recursos Naturais da Casa Civil da Presidência da República, tendo sido a FINEP incorporada posteriormente.

As maiores dificuldades encontradas para o atendimento das prioridades identificadas, 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 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 7.11.3).

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.

### 7.11.3 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 gerações presentes e futuras.

Nesse sentido, o Brasil conta com vários dispositivos legais que determinam diretrizes para os bancos públicos e privados em suas ações sobre meio ambiente.

A Lei da Política Nacional de Meio Ambiente, em seus artigos 3º, 12 e 14, 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 de incentivo governamental (*vide* item 7.11.2), 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 ser consideradas entidades ou órgãos de financiamento e incentivo governamental. Assim, os bancos têm o dever de indenizar o reparo dos danos ambientais (ADAMI, 1993).

A Lei de Crimes Ambientais, trouxe vários dispositivos que têm impacto direto na responsabilidade ambiental dos bancos, destacando os artigos 2º, 3º e 4º. Tal lei 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.

### 7.11.4 O ICMS Ecológico e aplicação dos princípios protetor-recebedor e não-poluidor-recebedor na gestão ambiental

O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS constitui uma parcela significativa da receita dos estados brasileiros e 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, 75% 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 usualmente conhecida como ICMS Ecológico e destina-se a compensar aquelas municipalidades que abrem mão de gerar produtos e serviços para que a sociedade possa usufruir dos recursos e serviços ambientais em seu território.

Segundo a WWF, que realizou um amplo estudo sobre o assunto, a adoção do ICMS Ecológico é a primeira experiência de inclusão do critério ambiental na redistribuição dos impostos. Alguns estados 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, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rondônia, 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.

Geralmente, a gestão ambiental nos países em que existe abundância de recursos financeiros 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 (RIBEIRO, 1999).

<sup>83</sup> 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.



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 grandes cidades; interessado em promover cidades de pequeno e médio porte; e, atento para a integração da ecologia nas políticas públicas.

Nesse contexto, 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. 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.

O ICMS Ecológico induz os governos locais a investirem em ações que produzirão resultados ambientais significativos, o que é muito mais eficaz do que a simples penalização. Trata-se, portanto, de um incentivo positivo e de regulação não-coercitiva.

### 7.11.5 Redução de emissões decorrente do incentivo fiscal para veículos com motores 1.000 cilindradas no Brasil

Em 1993, foi introduzido no Brasil um incentivo fiscal para estimular a produção de automóveis com motores pequenos ( $\leq 1000$  cilindradas<sup>84</sup>). O corte no Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI tinha como objetivo encorajar a produção de automóveis mais eficientes acessíveis aos setores da população com renda mais baixa. Até 2000, 64% das vendas domésticas de automóveis novos consistiram desses automóveis, conforme mostra a Tabela 7.11.1.

**Tabela 7.11.1 - Vendas, economia de combustível e IPI sobre automóveis no Brasil**

| Ano  | 1000 cc       |                         |      | Todos os outros |                         |      | Participação de 1000 cc no total |
|------|---------------|-------------------------|------|-----------------|-------------------------|------|----------------------------------|
|      | Vendas        | Economia de combustível | IPI  | Vendas          | Economia de combustível | IPI  |                                  |
|      | (n° veículos) | (km/l)                  | (%)  | (n° veículos)   | (km/l)                  | (%)  |                                  |
| 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), site do GEIPOT e site do Carsale.

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 provocou 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, o que equivale dizer que carros com motores de 1.000 cilindradas foram comprados por uma parcela da população que adquiria automóveis mais potentes. Em outras palavras, os incentivos fiscais não estimularam a compra de carros; apenas mudou o tipo de automóvel adquirido.

A estimativa das emissões reduzidas de CO<sub>2</sub> 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 7.11.1, com os últimos parâmetros variando de acordo com o ano em que o veículo foi fabricado. Assim, a redução total de emissões reduzidas estimada para o período entre 1993 e 2000 é de 22,3 milhões t CO<sub>2</sub><sup>85</sup>.

### 7.11.6 Crédito Rural: Restrições ao Infrator Ambiental

O setor rural é uma atividade de risco, facilmente influenciada por fatores exógenos, intempéries imprevisíveis ou oscilações de preços nos mercados interno e externo, o que faz necessário o vínculo entre o setor produtivo e o financeiro (WILDMANN, 2001).

<sup>84</sup> Veículos com motores de 1 litro ou 1.000 centímetros cúbicos (cc).

<sup>85</sup> Adotando uma média de 22% de álcool anidro misturado à gasolina.



A legislação brasileira prevê, como principal forma de compensar os problemas estruturais da atividade agrícola, uma política creditícia diferenciada ao setor, com linhas de crédito lastreadas em recursos oriundos de alocações institucionais<sup>86</sup>, ou mesmo de recursos do tesouro.

O artigo 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 alto impacto ambiental<sup>87</sup> 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.

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 artigo 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."

Em relação às medidas de caráter tributário que favorecem 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 ITR, já analisada anteriormente (*vide* item 7.6.2.3).

<sup>86</sup> 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 específicas, e recursos livres das instituições financeiras. Todas as alocações, entretanto, são previstas em lei ou determinadas pelo Conselho Monetário Nacional.

<sup>87</sup> 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 esta atividade concentra-se na extração de espécimes florais determinadas e com espessura mínima, tendendo a "poupar" espécimes menores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRACAVE ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTAS RENOVÁVEIS, 2001. *Anuário Estatístico*. Belo Horizonte.
- ADAMI, H., 1993. *Bancos e Desenvolvimento Sustentável*. Boletim Legislativo ADCOAS, n. 32, p. 5. Rio de Janeiro, novembro.
- ALVES, D. C. O e EVENSON, R. E., 1996. *Global warming impacts on Brazilian agriculture: estimates of the Ricardian Model*. In: *Conference on environmetrics in Brazil*. São Paulo: IME-USP, p. B30-B31.
- ANFAVEA - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES, 1996. *Anuário Estatístico da Indústria Automotórica Brasileira*. São Paulo.
- \_\_\_\_\_, 1997. *Anuário Estatístico da Indústria Automotórica*. São Paulo.
- \_\_\_\_\_, 2000. *Anuário Estatístico da Indústria Automotórica*. São Paulo.
- \_\_\_\_\_, 2001. *Anuário Estatístico da Indústria Automotórica*. São Paulo.
- BNDES - BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 1997. *Gás Natural: Reservas, Produção e Consumo*. In: *Cadernos de Infra-Estrutura: Fatos - Estratégias*.
- CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA EM SANEAMENTO AMBIENTAL, 1988. *PROCOP - Programa de Controle de Poluição*. São Paulo.
- \_\_\_\_\_, 1993. *Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo 1992*. São Paulo.
- \_\_\_\_\_, 1995. *Controle de Poluição Ambiental*. Legislação Estadual. Estado de São Paulo. Atualização até setembro de 1995. São Paulo.
- \_\_\_\_\_, 1999. *O Novo PROCOP: Financiando a Produção + Limpa*. Folheto explicativo. São Paulo.
- \_\_\_\_\_, 2001. *Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo 2000*. São Paulo.
- \_\_\_\_\_, [?]. *Relatório de atividades da divisão de questões globais da CETESB, referentes aos programas PROZONESP e PROCLIMA, nos anos de 1996 a 1998*. São Paulo.
- \_\_\_\_\_, [?]. *Casos de Sucesso. Prevenção à Poluição*. São Paulo.
- EGLER, I., 1998. *Implementation of the Biodiversity Convention in Brazil*. Tese de doutorado. Norwich: School of Environmental Sciences, University of East Anglia, 517 p.
- ELETOBRÁS - CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A e PROCEL - Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, 1998. *Resultados do PROCEL 1997 Economia de Energia e Redução na Ponta*.
- FERNANDES, E. et al, 2002. *Transporte Rodoviário - Veículos Leves*. In: *Emissão de Gases de Efeito Estufa no Setor Energético por Fontes Móveis - Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões de Gases de Efeito Estufa*. Brasília: MCT.
- HULME, M. e SHEAR N., 1999. *Cenários e alterações climáticas para o Brasil*. Norwich: Climate Research Unit.
- IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS, 1997. *Relatório Nacional do Brasil, 2ª Versão*. In: *Congresso Latino-Americano de Parques Nacionais e Outras Áreas Protegidas*, 1. Brasília.
- \_\_\_\_\_, 2002. *GEO Brasil 2002 Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil*. Brasília: IBAMA.
- IBAMA-DIREC, 1998. In: MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL, 1998. *Primeiro Relatório Nacional para a Conservação sobre Diversidade Biológica*. Brasília.
- IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1996. *Censo Agropecuário 1995-1996*.
- \_\_\_\_\_, 2000. *Anuário Estatístico do Brasil*.
- INCRA - INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA, 1996. *Atlas Fundiário Brasileiro*. Rio de Janeiro.
- INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2000. *Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite 1998-1999 / Monitoring of the Brazilian Amazonian Forest by Sattellite 1998-1999*. São José dos Campos: INPE/MCT.
- \_\_\_\_\_, 2001. *Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite 1999-2000 / Monitoring of the Brazilian Amazonian Forest by Sattellite 1999-2000*. São José dos Campos: INPE/MCT.
- IPCC/OECD/IEA - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT e INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 1997. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Bracknell.
- IPCC/UNEP/WMO - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME e WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 1990. *Strategies for Adaptation to Sea Level Rise*. Report of the Coastal Zone Management Subgroup. Intergovernmental Panel on Climate Change, Response Strategies Working Group. Rijkswaterstaat, 122 p.
- \_\_\_\_\_, 1992. *Climate Change 1992*. The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Report Prepared for IPCC by Working Group I. Cambridge: Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_, 1995. *Climate Change 1995*. Summary for Policymakers and Technical Summary of the Working Group I Report. Cambridge: Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_, 1996. *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.
- \_\_\_\_\_, 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.
- KALTNER, F. J., 1998. *Produção de Energia Elétrica a partir de Óleos Vegetais*, o projeto Vila Boa Esperança.
- MACEDO, I. C., 1996. *Combustível de Biomassa: Produção e Tecnologia - Pesquisas da Copersucar*. In: Anais do Seminário: *O Alcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 114-121.
- \_\_\_\_\_, 1997. *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.
- \_\_\_\_\_, 2001. *Geração de energia elétrica a partir de biomassa no Brasil: situação atual, oportunidades e desenvolvimento*. Brasília: CGEE/CTEnerg.
- MACEDO, I. C.; KOLLER, H. W., 1997. *Balanço de Energia na Produção de Cana de açúcar e Alcool nas Usinas Cooperadas*. 1996. Piracicaba: Centro de Tecnologia da Copersucar.



- MARINO, M., 1997. *Levantamento da Localização e Representatividade das Áreas Naturais Protegidas no Brasil*. Brasília: PNMA.
- MENDELSON, R., 1996. *Estimating the market impacts of global warming in Brazil*. In: *Conference on environmental metrics in Brazil. Abstracts*. São Paulo: IME,-USP, p. 63.
- MCT - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1997. *Energia Elétrica de Biomassa: MCT/PNUD e Copersucar vão investir R\$ 7,3 milhões*. Brasília.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL, 1996. *Perfil dos Estados Litorâneos do Brasil: Subsídios à Implantação do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro*. Brasília.
- \_\_\_\_\_, 1998a. *Primeiro Relatório Nacional para a Conservação sobre Diversidade Biológica*. Brasília.
- \_\_\_\_\_, 1998b. *Agenda 21 - o caso do Brasil: perguntas e respostas*. Brasília.
- MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 1988. *Tratamento da Cana de Açúcar e seus Sub Produtos na Metodologia do Balanço Energético Nacional - NT COBEN 03/88*. Brasília.
- \_\_\_\_\_, 1995. *Balanço Energético Nacional*. Brasília.
- \_\_\_\_\_, 1996. *Balanço Energético Nacional*. Brasília.
- \_\_\_\_\_, 1997. *Balanço Energético Nacional*. Brasília.
- \_\_\_\_\_, 1998. *Relatório de Gestão do Ministério de Minas e Energia Período 1995/1998*. Área de Energia. Brasília.
- \_\_\_\_\_, 1998. *Balanço Energético Nacional*. Brasília.
- \_\_\_\_\_, 1999. *Balanço Energético Nacional*. Brasília.
- \_\_\_\_\_, 1999. *Sumário das Estatísticas de Energia Elétrica para o Brasil*. Brasília: SIESE.
- \_\_\_\_\_, 1999. *Plano Decenal de Expansão - 1999-2008*. Brasília: Eletrobrás.
- \_\_\_\_\_, 2000. *Balanço Energético Nacional*. Brasília.
- \_\_\_\_\_, 2001. *Balanço Energético Nacional*. Brasília.
- MOREIRA, J. R.; MOREIRA J. G. S. *Energy Conservation in Brazil* - Paper apresentado pelo MCT. Brasília, 1998.
- NOGUEIRA, L. A. H. et al, 2000. *Dendroenergia: fundamentos e aplicações*. Brasília: ANEEL, p. 43.
- PETROBRAS, 1998. *Balanço Energético do Setor Petróleo Base de Dados: 1997*. SERPLAN.
- \_\_\_\_\_, 2001. *Projeto Economizar* Projeto Exemplo para o Brasil. Rio de Janeiro.
- PICCININI, M., 1994. *Conservação de energia na indústria; as políticas adotadas na época da crise energética*. Revista do BNDES. Rio de Janeiro.
- QUIJANO, J. C. M., 1998. *Coordenação de Preços e Ressarcimento*. Rio de Janeiro: ANP.
- RIBEIRO, M. A., 1999. *Sobre o Princípio Protetor-Recebedor*. Revista Eco 21. Rio de Janeiro, p. 43-48, outubro-novembro.
- SIQUEIRA, O. J. F.; FARIAS, J. R. B; SANS, L. M. A., 1994. *Potential effects of global climate change for brazilian agriculture: applied simulation studies for wheat, maize and soybeans*. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.2, p. 115-129. Santa Maria.
- WANG, M. et al, 1997. *Fuel-Cycle Energy Use and Greenhouse Gas Emissions of Fuel Ethanol Produced from U.S. Midwest Corn*. Center for Transportation Research Argonne National Laboratory.
- WILDMANN, I., 2001. *Crédito Rural: teoria, prática, legislação e jurisprudência*. Belo Horizonte: Del Rey.



## BIBLIOGRAFIA ADICIONAL

- ADAMI, H., 1992. *Bancos e Ecologia*. Opinião. Jornal O Globo, n. 56. Rio de Janeiro, maio.
- \_\_\_\_\_, 1992. *O Papel Fundamental do Advogado na Interpretação da Legislação Ambiental*. Revista Eco-Rio. René Capriles, n. 7, p. 49. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 1993. *O BB e o Meio Ambiente*. Projeto apresentado ao Banco do Brasil S.A. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 1995. *O Banco Mundial e o Protocolo Verde*. Revista Eco-Rio. René Capriles, n. 22, p. 46. Rio de Janeiro.
- ALUCCI, M., 1989. *Economia de energia elétrica em edifícios comerciais*. In: *Anais do Simpósio Nacional de Conservação de Energia nas Edificações*. São Paulo: Escola Politécnica, USP, junho.
- ALVES, J. W. S. e VIEIRA, S. M. M. com CETESB, 1998. *Inventário Nacional de emissões de metano pelo manejo de resíduos*. São Paulo: CETESB.
- ANGULO, R. J., 1989. *Variações na Configuração da Linha de Costa do Paraná nas Últimas Quatro Décadas*. In: *II Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário*. Rio de Janeiro, 10-16 de julho.
- ARAÚJO, J. L. et al., 1992. *Rational Energy Use in Brazil: Policies, Programs, Results*. Relatório final. Rio de Janeiro: UFRJ.
- ARAÚJO, J. L.; CASSIOLATO, J. E.; SILVA, D., 1997. *Difusão de Tecnologias Eficientes no Brasil*. Rio de Janeiro: Instituto de Economia, UFRJ.
- ARAÚJO, M., 1996. *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.
- ARGENTO, M. S. F., 1989. *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, p. 267-277.
- AUBREY, D. G.; EMERY, K. O.; UCHUPI, E., 1988. *Changing coastal levels of South America and the Caribbean region from tide gauge records*. Tectonophysics, 154, p. 269-284.
- AUDINET, P., 1995. *Politique Publique et Economie de l'Innovation - Une Comparaison Brésil-Inde de l'Utilisation Industrielle de la Canne à Sucre*. Tese de doutorado. Paris: EHESS.
- AZEVEDO, J. L., 1997. *Genética e Melhoramento de Fungos na Biotecnologia*. Revista Bio Tecnologia - Ciência e Desenvolvimento, ano 1, n. 1, p. 12-15, maio.
- BAJAY, S. V., 1999. *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, UNICAMP.
- BALDWIN, S.; JOHANSSON, T.; BODLUND, B.; WILLIAMS, R. (Eds.), 1989. *Efficient End-Use and New Technologies and Their Planning Implications*. Lund: Lund University Press.
- BANDEIRA JÚNIOR, A. N.; PETRI, S.; SUGUIO, K., 1975. *Projeto Rio Doce*. Petróleo Brasileiro S.A. Relatório interno, 203 p.
- BASSEGIO, N., 1990. *Estratégias de alta performance para sistemas frigoríficos*. São Paulo.
- BATTAGLINI, F. e OLIVEIRA, R., 1990. *Proposta de otimização do aquecimento de água para uso doméstico*. In: *Anais do V Congresso Brasileiro de Energia*, v. 2. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, p. 672-681, novembro.
- BEHRENS, A., 1985. *Uma Avaliação do Programa Conserve/Indústria*. Rio de Janeiro: IPEA.
- BERG, R., 1996a. *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.
- \_\_\_\_\_, 1996b. *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.
- BERTACHINI, U. M., 1989. *Economia de 30 a 50% com sistema de refrigeração alternativo*. Gazeta Mercantil, p. 16, 13 de novembro.
- BITTENCOURT, G., 1997. *FHC anuncia retomada do Programa do Álcool*. Gazeta Mercantil, 24 de junho.
- BLACK, T. L., 1994. *The new NMC Mesoscale Eta Model: Description and Forecast examples*. Weather and Forecasting, 9, p. 265-278.
- BÖHM, G. M., 1996. *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.
- BRAGA, R. A. P., 1989. *Avaliação de impactos ambientais na zona estuarina de Suape*. Relatório n. 1. Recife: Laboratório de Ecologia, Departamento de Biologia Geral, UFPE, 108 p.
- BRAGARD, A. S., 1991. *A influência da elevação do nível do mar sobre os processos litorâneos em Recife*. Monografia. Rio de Janeiro: Departamento de Hidráulica e Saneamento, UFRJ, 95 p.
- BRANCO, G. M., 1996. *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.
- BRASIL, 1998. *Constituição Federal da República do Brasil*. BRASIL ENERGIA, 1998. n. 210, maio.
- BRAUDEL, F., 1983. *O Mediterrâneo e o Mundo Mediterrâneo - Volume I*. Rio de Janeiro: Martins Fonte Editora Ltda.
- BRITTO, R., 1996. *Pronunciamento sobre o Álcool*. In: *Anais do Seminário: O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 31-32.
- BRUCE, J.; HOESUNG LEE; HAITES, E. (Eds.), 1996. *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: Cambridge University Press.
- BRUCK, E. C.; FREIRE, A. M. V.; LIMA, M. F., 1995. *Unidades de Conservação no Brasil: cadastramento e vegetação 1991-1994*. Relatório síntese. Brasília: IBAMA.
- CAIRES, M. I., 1996. *Desenvolvimento e Caracterização de Matrizes a Base de SiC, NbC e ZrSiO<sub>4</sub> 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.
- CÂMARA PAULISTA DO SETOR SUCROALCOOLEIRO, 1997. *Proposta de Acordo sobre Queima da Cana-de-açúcar*. Março.
- CANAMBRA Engineering Consultants, 1963. *Relatório Preliminar*.
- \_\_\_\_\_, 1967. *Relatório síntese da região Centro-Sul*.
- \_\_\_\_\_, 1969. *Relatório Síntese da Região Sul*.
- CARPENTIERI, E.; HOLLANDA, J. B.; BEITH, J. W., 1994. *Floresta energética: uma nova opção*. Recife: CHESF.
- CARTER, D. J. T. e DRAPER, L., 1988. *Has the Northeast Atlantic become rougher?* Nature, 332, 494.
- CARVALHO, L. C. C., 1996. *Combustíveis Renováveis e*

- Mercado. In: Anais do Seminário: *O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 123-124.
- \_\_\_\_\_, 1997. *Proálcool: Viabilidade e Perspectivas*. São Paulo: ÚNICA.
- CASTELLI, B., 1996. *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.
- CASTRO, C. B. e Pires, D. O., 1999. *A bleach event on a Brazilian coral reef*. Revista Brasileira de Oceanografia 47(1): p. 87-90. São Paulo: USP.
- CECCHI, J. C., SCHECHTMAN, R., 1996. *Impactos Macroeconômicos Decorrentes da Expansão do Sistema Elétrico em Termelétricas: Efeitos da Importação de Tecnologia e de Combustíveis*. Rio de Janeiro: ENERGE, n. 9, v. II.
- CENBIO - CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM BIOMASSA, 2000. *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. Brasília: CENBIO/ANEEL, fevereiro.
- CERPCH - CENTRO DE REFERÊNCIA DE PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS, 1999. *Status of Small Hydro Power Plants in Brazil*. Relatório elaborado para Winrock International/USAID.
- CET - COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO, 1996. *Boletim da Prefeitura de São Paulo*. São Paulo.
- CGIAR - CONSULTIVE GROUP ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH, 1998. *CGIAR Mid-Term Meeting 1998: preliminar end-of-meeting report*.
- CHESF - COMPANHIA HIDRELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO, 1991. *Biomassa florestal* - uma alternativa para geração de eletricidade na região nordeste do Brasil. Recife: CHESF.
- CHOU, S. C., 1996. *Regional Eta Model*. In: Climanálise. Edição Comemorativa de 10 anos. Cachoeira Paulista: INPE.
- CHOU, S. C.; NUNES, A. M. B.; CAVALCANTI, I. F. A., 2000. *Extended range forecasts over South America using the regional Eta*. New Brunswick: Journal of Geophysical Research, 105, p. 10147-10160.
- COMGÁS - COMPANHIA DE GÁS DE SÃO PAULO, 1997. *Relatório: Inventário sobre Gases de Efeito Estufa Gás Metano* Sistemas de Distribuição de Gás Natural no Brasil. Paper para o MCT. São Paulo.
- CONSULPLAN ENGENHARIA, 1989. *Plano de Desenvolvimento Portuário de Curto e Médio Prazo: Complexo Industrial de Suape*. Relatório Final, 3 v. Rio de Janeiro.
- COOPERS & LYBRAND, 1997. *Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro: Relatório da Etapa IV* Sumário Executivo.
- COPPE - INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA - UFRJ e FASE - FEDERAÇÃO DE ÓRGÃOS PARA ASSISTÊNCIA SOCIAL E EDUCACIONAL, 1997. *Declaração da Casa da Ciência*. In: *Seminário Proálcool: Crise e Alternativas para um Desenvolvimento Sustentável*.
- CORTEZ, L. et al., 1992. *Principais produtos da agroindústria canavieira e sua valorização*. Revista Brasileira de Energia, v. 2, n. 2, p. 111-146.
- COSTA, E. A., 1999. *Usinas terceirizam colheita da cana*. São Paulo: Gazeta Mercantil, Caderno Agribusiness; 14, 15 e 16 de maio.
- COTTON, W. R. e PIELKE, R. A., 1995. *Human impacts on weather and climate*. Cambridge: Cambridge University Press, 288 p.
- CPTM - COMPANHIA PAULISTA DE TRENS METROPOLITANOS, 1997. *Relatório Anual*. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo.
- CRUZ, O.; COUTINHO, P. DA N.; DUARTE, G. M.; GOMES, A. M. B.; MUEHE, D. *Brasil*. In: BIRD, E. C. F. e SHWARTZ, M. L. (Eds.), 1985. *The World's Coastline*. Nova Iorque: Van Nostrand Reinhold Co., p. 85-91.
- DADDARIO, H. et al., 1996. *O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 8-26.
- DEAN, R.G., 1991. *Equilibrium beach profiles: characteristics and applications*. Journal of Coastal Research, 7(1), p. 53-84.
- DELIBRIAS, C.C. e LABOREL, J., 1971. *Recent variations of the sea level along the Brazilian coast*. Quaternaria XIV, p. 45-49.
- DE MORAES, C.; GAMBIRASIO, G.; LIMA, L., 1985. *Conservação de energia elétrica* - Motores elétricos e sistemas de acionamento. São Paulo: Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico de Engenharia.
- DETR - DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT, TRANSPORT AND THE REGIONS, 1998. *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.
- DIAS, B. F. S., 1993. *Áreas Protegidas no Cerrado Brasileiro*. Brasília: MMA.
- DIAS, G. T. M., 1981. *O complexo deltaico do Rio Paraíba do Sul*. In: *IV Simpósio Quaternário no Brasil*. Publicação Especial, 2, p. 58-74. Rio de Janeiro.
- DIAS, G. T. M. e GORINI, M. A., 1979. *Morfologia e dinâmica da evolução do delta atual do rio Paraíba do Sul*. In: *Anais da V Semana de Geologia*. Rio de Janeiro: UFRJ.
- DIAS, G. T. M. e SILVA, C. G., 1984. *Geologia de depósitos arenosos costeiros emersos* - exemplos ao longo do litoral fluminense. In: LACERDA, L. D.; ARAUJO, D. S. D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (Eds.). *Restingas: Origem, Estrutura, Processo*. Niterói: CEUFF, p. 47-60.
- DINIZ, M. F. e FERREIRA, L. T., 1997. *Governo Brasileiro Apoiar o Desenvolvimento da Biotecnologia* - Entrevista com Marco Maciel. Revista Bio Tecnologia - Ciência e Desenvolvimento, ano 1, n. 1, p. 3-6, maio.
- DINNEN, R., 1996. *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.
- DNC - DEPARTAMENTO NACIONAL DE COMBUSTÍVEIS, 1996. *Anuário Estatístico - 1995*. Brasília: MME.
- DÖBEREINER, J., 1997. *A Importância da Fixação de Nitrogênio para a Agricultura Sustentável*. Revista Bio Tecnologia - Ciência e Desenvolvimento, ano 1, n. 1, Encarte Especial, p. 2-3, maio.
- DOMINGUEZ, J. M. L., 1989. *Ontogeny of a strand-plain: Evolving concepts on the evolution of the Doce river beach-ridge plain (East coast of Brazil)*. In: *International Symposium on Global Changes in South America during the Quaternary: Past-Present-Future. Special Publication*. São Paulo, n. 1, p. 235-240, 8-12 de maio.
- DOMINGUEZ, J. M. L.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; FERREIRA, Y. A.; FLEXOR, J. M., 1982. *Sobre a validade da utilização do termo delta para designar planícies costeiras associadas às desembocaduras dos grandes rios brasileiros*. In: *32º Congresso Brasileiro de Geologia*, Volume 2 (Breves Comunicações): 92. Salvador.
- DORNELLES, F., 1996. *Pronunciamento sobre o Álcool*. In: Anais do Seminário: *O Álcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 32-35.
- DOS SANTOS, M. A., 1993. *A contribuição da biomassa ao abatimento das emissões de carbono no sistema energético: dimensionamento e análise do caso brasileiro*. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE/PPE.
- ECMT - EUROPEAN CONFERENCE OF MINISTERS OF TRANSPORT e OECD - ORGANISATION FOR

- ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, 1990. *Transport Policy and the Environment*. Paris.
- ELETRONBRÁS - CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A., 1989a. *Revisão das metas de conservação de energia elétrica*. Rio de Janeiro: Departamento de Utilização Energia.
- \_\_\_\_\_, 1989b. *Sinopse de informações sócio-econômicas e de energia elétrica*. Rio de Janeiro: Departamento de Utilização Energia Elétrica.
- \_\_\_\_\_, 1994. *Plano 2015* Plano Nacional de Energia Elétrica 1993-2015. Rio de Janeiro, abril.
- \_\_\_\_\_, 1997a. *Resultados do PROCEL 1996*: Economia de Energia e Redução de Demanda na Ponta. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 1997b. *Plano Decenal de Expansão - 1997/2006*. GCPS.
- ELLIOTT, P. e BOOTH, R., 1993. *Brazilian Biomass Power Demonstration Project*. Londres.
- EPRI - ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, 1981. *Impact of Advanced Power Semiconductor Systems on Utilities and Industry*. Palo Alto: EPRI EM-2112.
- EUROPEAN COMMISSION, 1997. *Climate change and agriculture in Europe - assessment of impacts and adaptations: Summary report*. Luxembourg, 37 p.
- FERNANDES, E. S. L. e COELHO, S.T. (Org.), 1995. *Etanol: Solução ou problema?* In: *Seminário Perspectivas do Alcool Combustível no Brasil*. São Paulo.
- FESP/SP - FACULDADE DE ESTUDOS SÓCIO-POLÍTICOS DE SÃO PAULO, 1997. *Estudo de Impacto Ambiental do Rodo Anel* Trecho Oeste em São Paulo. São Paulo: FESP/DERSA.
- FILIPPO, G. e NUNES, M., 1988. *O chuveiro elétrico e a conservação de energia*. São Paulo, n. 44, setembro.
- FLORES, M. X. e SILVA, J. S., 1992. *Projeto Embrapa II: do projeto de pesquisa ao desenvolvimento sócio-econômico no contexto do mercado*. Brasília: EMBRAPA-SEA, 55 p. (EMBRAPA-SEA. Documentos, 8).
- FRANZINELLI, E., 1982. *Contribuição à geologia da costa do Estado do Pará* (entre a baía de Curaça e Maíau). In: SUGUIO, K.; MEIS, M. R. M.; TESSLER, M. G. (Eds.). *Atas IV Simpósio do Quaternário no Brasil*. Rio de Janeiro, p. 305-322, 27 a 31 de julho.
- FREITAS, M. A. V.; CAETANO, M. M.; CECCHI, J. C., 1997. *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.
- FREITAS, M. A. V.; CECCHI, J. C.; PINGUELLI ROSA, L., 1996. *Biomassa Energética no Brasil: Situação do Setor Sucroalcooleiro*. In: *VII Congresso Brasileiro de Energia*. v. II, p. 949-962.
- FREITAS, M. A. V.; PINGUELLI ROSA, L., 1997. *Proálcool: Crise e Alternativas para um Desenvolvimento Sustentável*. In: *Seminário Proálcool: Crise e Alternativas para um Desenvolvimento Sustentável*, p. 23.
- FURTADO, C., 1959. *Formação Econômica do Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Nacional.
- GANDER, E. S. e MARCELINO, L. H., 1997. *Plantas Transgênicas*. Revista Bio Tecnologia - Ciência e Desenvolvimento, ano 1, n. 1, p. 34-37, maio.
- GARCEZ, N., 1989. *Conservação de Energia em iluminação pública*. In: *Simpósio Brasileiro de Conservação de Energia em Iluminação*. São Paulo.
- GAZETA MERCANTIL, 1998. *Panorama Setorial do Setor de Gás Natural*.
- GCPS - GRUPO COORDENADOR DO PLANEJAMENTO DOS SISTEMAS ELÉTRICOS, 1999. *Plano Decenal de Expansão 2000/2009*. Eletrobrás.
- \_\_\_\_\_, 2000. *Plano Decenal de Expansão 1999/2008*. Eletrobrás.
- GELLER, H., 1994. *O Uso Eficiente da Eletricidade - Uma estratégia para desenvolvimento do Brasil*. Rio de Janeiro: INEE.
- \_\_\_\_\_, 1991. *Efficient Electricity Use: A Development Strategy for Brazil*. Washington: American Council for an Energy-Efficient Economy.
- GELLER, H. S.; JANNUZZI, M.; SCHAEFFER, R.; TOLMASQUIM, M.T., 1997. *The Efficient Use of Electricity in Brazil: Progress and Opportunities*. Washington, D. C.: American Council for an Energy-Efficient Economy.
- GELLER, H. S.; LEONELLI, P.; ABREU, R. M.; ARAÚJO, I., 1997. *Energy-Efficient Lighting in Brazil: Market Evolution, Electricity Savings, and Public Policies*. Washington: American Council for an Energy-Efficient Economy.
- GODWIN, D.; RITCHIE, J.; SINGH, U.; HUNT, L., 1989. *A user's guide to CERES wheat* v. 2.10. Muscle Shoals: International Fertilizer Development Center.
- GOLDEMBERG, J. e MACEDO, I. C., 1994. *The Brazilian Alcohol Program* an overview. Energy for Sustainable Development. v. 1, n. 1, p. 17-22.
- GOMES, F. C. JÚNIOR, 1987. *Interferências sobre a migração de ilhas-barreira na região da Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina*. In: *Anais I Congresso Associação Brasileira para Estudos do Quaternário*. Porto Alegre, p. 277-295, 6 a 12 de julho.
- GOODWIN, P., 1997. *Opening address*. UCL. London: University College London (unpublished paper)
- GRAÇA, G., 1989. *Household Energy Consumption in Brazil: Evolution and Forecast*. International Workshop on Long-Term Energy Scenarios and Policy Options for the Developing Countries. Berkeley.
- GRAÇA, G.; BARGHINI, A., 1985. *Uso de eletricidade no setor residencial da cidade de São Paulo*. São Paulo: Companhia Energética de São Paulo.
- GUIMARÃES, E., 1987. *Sistemas de ar condicionado*. In: *Anais do Seminário de Conservação de Energia no Condicionamento Ambiental*. Rio de Janeiro: Light Serviços de Eletricidade S.A.
- GUSMÃO, L. A. B.; CASSAR, J. C. M.; NEVES, C. F., 1993. *The Northern Coast of the State of Rio de Janeiro. Proceedings Coastal Zone 93*. Nova Iorque: American Society of Civil Engineers, p. 106-120.
- HABITAT, 1996. *An Urbanizing World: Global Report on Human Settlements*. Oxford: Oxford University Press.
- HADDAD, P. R., 1999. *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.
- HANSEN, J.; RUSSELL, G.; RIND, D.; STONE, P.; LACIS, A.; LEBEDEFF, S.; RUEDY, R.; TRAVIS, 1983. *Efficient Three-Dimensional Global Models for Climate Studies: Models I and II*. Monthly Weather Review, v. 3, n. 4.
- HARARI, J. e CAMARGO, R., 1994. *Tides and mean sea level in Recife (PE) - 8° 3.3' S 34° 51.9' W - 1946 to 1988*. Boletim do Instituto Oceanográfico. São Paulo: USP.
- HENRIQUES JÚNIOR, M., 1995. *Uso de Energia na Indústria Energo-Intensiva Brasileira: Indicadores de Eficiência e Potencial de Economia de Energia*. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ.
- HERTZ, R., 1991. *Manguezais do Brasil*. Instituto Oceanográfico. São Paulo: USP, 54 p.
- HOGGEN, N. e LUMB, F. E., 1967. *Ocean Wave Statistics*. London: National Physics Laboratory, Ministry of Technology.
- HOUGHTON, J., 1994-1997. *Global Warming - The Complete Briefing*. Cambridge: Cambridge University Press.
- HOUGHTON, J. J.; MEIRA FILHO, L. G.; CALLANDER, B. A.; NARRIS, N.; KATTENBERG, A.; MASKELL, K. (Eds.), 1996. *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.
- HOUGHTON, J. T.; DING, Y.; GRIGGS, D. J.; NOGUER, M.; VAN DER LINDEN, P. J.; DAI, X.; MASKELL, K.; JOHNSON, C. A. (Eds.), 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- HOUGHTON, J. T.; JENKINS, G. J.; EPHRAUMS, J. J. (Eds.), 1990. *Climate Change Scientific Assessment of Climate Change*. Report Prepared for IPCC by Working Group I. Cambridge: Cambridge University Press.
- IAEA - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 1996. *Comparison of energy sources in terms of their full-energy-chain emission factors of greenhouse gases*. Workshop realizado em Pequim, China de 4 a 7 de outubro de 1994. Viena: IAEA-TECDOC-892, julho.
- IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1994. *Anuário Estatístico do Brasil - 1994*. Rio de Janeiro.
- IBS - INSTITUTO BRASILEIRO DE SIDERURGIA, 1997. *Anuário estatístico*. Rio de Janeiro.
- ICLEI - THE INTERNATIONAL COUNCIL FOR LOCAL ENVIRONMENTAL INITIATIVES, 1997. *Local Government Implementation of Climate Protection: Interim Report*. Julho.
- \_\_\_\_\_, 1997. *Local Government Implementation of Climate Protection*. Report to the United Nations Conference of the Parties. Dezembro.
- \_\_\_\_\_, 1997. *Local Government Implementation of Climate Protection*. Case Studies. Dezembro.
- IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 1998. *Energy Policies of IEA Countries: 1998 Review*.
- INTERNATIONAL NUCLEAR SOCIETIES COUNCIL, AMERICAN NUCLEAR SOCIETY, 1966. *A vision for the second fifty years of nuclear energy: Vision and strategies*. La Grange Park.
- IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2000. *Sumário para formuladores de Políticas*. Sumário Técnico do Grupo de Trabalho I. Brasília: MCT. (tradução autorizada pelo IPCC).
- JACOBS, J., 1961. *The Death and Life of Great American Cities*. Nova Iorque: Penguin Books.
- JANJIC, Z. I., 1979. *Forward-backward scheme modified to prevent two-grid interval noise and its application in sigma coordinate models*. Contrib. Atmos. Phys., 52, p. 69-84.
- \_\_\_\_\_, 1984. *Nonlinear advection schemes and energy cascade on semi-staggered grids*. Monthly Weather Review, 112, p. 1234-1245.
- \_\_\_\_\_, 1994. *The step-mountain eta coordinate model: Further developments of the convection, viscous sublayer, and turbulence closure schemes*. Monthly Weather Review, 122, p. 927-945.
- JANK, M. S. e VIÉGAS, I. F. P., 1999. *A OMC e o Agronegócio: o desafio da rodada do milênio*. Preços Agrícolas. Piracicaba: Esalq, p. 3-10.
- JANNUZZI, G. M., 1994. *Brazilian Utilities: Households in Focus*. IAEEL Newsletter 3 (6) 6-7.
- JANNUZZI, G. M. e SANTOS, V. F., 1996. *The costs and benefits of a residential lighting program in Brazil*. Energy for Sustainable Development, p. 52, v. II, n. 6, março.
- JANNUZZI, G. M. e SCHIPPER, L., 1990. *Electricity Conservation in the Brazilian Household Sector*. Berkeley: Lawrence Berkeley Laboratory.
- JEANROY, A., 1996. *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.
- JENKINS, B., 1994. *Atmospheric pollutant emission factor from open burning of sugar cane by wind tunnel simulation*. Final Report. Davis, CA: University of California.
- JOHNSON, J., 1996a. *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.
- \_\_\_\_\_, 1996b. *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.
- JONES, C. A. e KINIRY, J. R. (Eds.), 1986. *CERES-Mayze: A simulation model of maize growth and development*. College Station: Texas A&M University Press.
- JONES, J. W.; BOOTE, K. J.; JAGTAP, S. S.; HOOGENBOOM, G.; WILKERSON, G. G. *SOYPROG*, 1988. v. 5.41: *soybean crop growth simulation model user's guide*. Florida Agr. Exp. Sta. Journal n. 8304, IFAS. University of Florida.
- JONES, J. W.; JAGTAP, S. S.; HOOGENBOOM, G.; TSUJI, G. Y., 1990. *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.
- JONES, J. W.; PICKERING, N. B.; ROSENZWEIG, C.; BOOTE, K. J., 1987. *Simulated impacts of global change on crops*. Gainesville: University of Florida, p.411-434 (Technical Bulletin, n. 100).
- JWCA - JORGE WILHEM CONSULTORES ASSOCIADOS, 1988. *Consumo de energia nos setores do comércio e serviços*. São Paulo.
- KEMPF, M.; MABESOONE, J. M.; TINOCO, I. M., 1970. *Estudo da plataforma continental da área do Recife; I- Generalidades sobre o fundo*. Trabalhos Oceanográficos. Recife: UFPE, 37(53), p. 341-344.
- LAMB, H. H., 1995. *Climate, History and the Modern World*. Second Edition. London: Routledge.
- LAMBERTS, R.; LOMARDO, L. L. B.; AGUIAR, J. C.; THOME, M. R. V., 1996. *Eficiência Energética em Edificações: Estado da Arte*. Rio de Janeiro: PROCEL/Eletróbrás.
- LBA - THE LARGE SCALE BIOSPHERE-ATMOSPHERE EXPERIMENT IN AMAZONIA, 1996. *Concise experimental plan*. The LBA Science Planning Group. Manaus.
- LEÃO, Z.; KIKUCHI, R.; TESTA, V.; TELLES M.; PEREIRA, J.; DUTRA, L.; SAMPAIO C., 1999. *First coral reef assessment in the southern hemisphere applying the AGRRA rapid protocol* (Caramuanas reef, Bahia, Brazil). In: Intern conference on Scientific Aspects of Coral Reef Assessment, Monitoring and Restoration. Abstracts. Fort Lauderdale, p.122-123.
- LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P.; TESTA, V., 2001. *Corals and Coral Reefs of Brazil*. In: CORTÊS, J. (Ed.). *Latin America Coral Reefs*. Amsterdã: Elsevier Publisher.
- LEITE, R. C. C., 1996. *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.
- LEMO DE SÁ, R. M. e FERREIRA, L. (Coords.), 1999. *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.
- LEONELLI, P. A., 1995. *Efficient Lighting in Brazil*. In: *Proceedings of the 3rd European Conference on Energy-Efficiency Lighting*. Newcastle/Tyne.
- LESSA, G. C., 1990. *Hidráulica e Sedimentação do Canal de Itajuru-Laguna de Araruama (RJ)*. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro: Departamento de Geografia, UFRJ, 90 p.



- LINS, M. P. E. e SILVA, A. C. M., 1996. *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*.
- LOBOSCO, O., 1989. *Estado da arte de motores elétricos no Brasil e no mundo*. In: *Anais do I Seminário de Motores Elétricos*. São Paulo: ABINEE.
- MABESOONE, J. M., 1964. *Origin and age of the sand-stone reefs of Pernambuco (Northeastern Brazil)*. *Journal of Sedimentary Petrology*, 34, p. 715-726.
- MABESOONE, J. M. e COUTINHO, P. N., 1970. *Litoral and shallow marine geology of Northern and Northeastern Brazil*. *Trabalhos Oceanográficos*. Recife: UFPE, 12, p. 1-214.
- MABEY, N. et al, 1997. *Argument in the greenhouse*. London: Routledge.
- MADRONICH, S., 1993. *UV radiation in the natural and perturbed atmosphere*. In: *UV-B Radiation and Ozone Depletion*. Edited by M. Tevini, Lewis. Boca Raton.
- MADUREIRA, R. G., 1995. *Avaliação Econômica de Tecnologia Solar para Conservação de Energia Elétrica em Aquecimento de Água Residencial*. Dissertação de mestrado. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP.
- MAGALHÃES, A. R. e GLANTZ, M. H. (Eds.), 1992. *Socioeconomic Impacts of Climate variations and Policy Responses in Brazil*. Brasília: Esquel Brazil Foundation.
- MAGALHÃES, J. P. A. et al, 1991. *Proálcool - Uma avaliação Global*. Rio de Janeiro: Assessores Técnicos Ltda - ASTEL.
- MAGNO, E. A. C., 1989. *Carta Geomorfológica da Ilha de Itamaracá*. Dissertação de mestrado. Recife: Departamento de Ciências Geográficas, UFPE, 109 p.
- MANABE, S. e WETHERALD, R., 1987. *Large-scale changes of soil wetness induced by an increase in atmospheric carbon dioxide*. *Journal of Atmospheric Science*, 44: p. 1601-1613.
- MARANHÃO, G., 1996. *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.
- MARQUES, R. C. C., 1987. *Geomorfologia e Evolução da Região Costeira do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba*. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro: Departamento de Geografia, UFRJ, 152 p.
- MARTIN, L. e SUGUIO, K., 1989. *Excursion route along the Brazilian coast between Santos (State of São Paulo) and Campos (North of State of Rio de Janeiro)*. In: *International Symposium on Global Changes in South America during the Quaternary*. Special Publication 2. São Paulo, 136 p., 8-12 de maio.
- MARTINS, A., 1985. *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, 24 p.
- MARTINS, L. R. e VILLWOCK, J. A., 1987. *Eastern South America Quaternary coastal and marine geology: A synthesis*. In: *Quaternary Coastal Geology of West Africa and South America*. Dakar: INQUA-ASEQUA Symposium, p. 28-96, abril 1986.
- MATOS, C., 1996. *Prospection, research and mining and milling of uranium in Brazil*. Rio de Janeiro: Indústrias Nucleares do Brasil S.A.
- MCCARTHY, J. J.; CANZIANI, O. F.; LEARY, N. A.; DOKKEN, D. J.; WHITE, K. S. (Eds.), 2001. *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: Cambridge University Press.
- MCKINLAY, A. F. e DIFFEY, B. L., 1987. *A reference action spectrum for ultraviolet-induced erythema in human-skin*. In: PASSCHLER e BOSNAJOKOVIC. *Human exposure to ultraviolet radiation: Risks and regulation*. Amsterdã: Elsevier.
- MCT - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1995. *Subprograma de Ciência e Tecnologia PPG-7. Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais no Brasil: Manual Operativo*. Brasília.
- \_\_\_\_\_, 1997. *Energia Elétrica de Biomassa: MCT/PNUD e Copersucar vão investir R\$ 7,3 milhões*. Brasília.
- \_\_\_\_\_, 1997-1998. *Boletim Informativo do Subprograma de Ciência e Tecnologia do PPG-7*. Brasília.
- \_\_\_\_\_, 1998. *Subprograma de Ciência e Tecnologia PPG-7. Relatório 1997*. Brasília.
- MEC - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO, 1997. *PRONEA Programa Nacional de Educação Ambiental*. Brasília.
- \_\_\_\_\_, 1997. *Educação Ambiental*. Brasília.
- MENEZES, J. L. M., 1988. *Atlas Histórico e Cartográfico do Recife*. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 110 p.
- MESQUITA, A. R. e HARARI, J., 1983. *Tides and tide gauges of Ubatuba and Cananéia*. Relatório Instituto Oceanográfico. São Paulo: USP.
- MESQUITA, A. R. e LEITE, J. B. A., 1985. *Sobre a variabilidade do nível médio do mar na costa sudeste do Brasil*. In: *I Encontro Regional de Geofísica*. São José dos Campos, 27 a 29 de novembro.
- METZ, B.; DAVIDSON, O.; SWART, R.; PAN, J., 2001. *Climate Change 2001: Mitigation*. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.
- MGC TEGART, W. J.; SHELDON, G.W.; GRIFFITHS, D. C., 1990. *Climate Change The IPCC Impacts Assessment*. Report Prepared for IPCC by Working Group II. Canberra: Australia Government Publish Service.
- MICT - MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E TURISMO, 1997. *Importância do Álcool para o país*. Brasília.
- MIGOTTO, A. E., 1997. *Anthozoan bleaching on the southeastern coast of Brazil in the summer of 1994*. Intern. In: *Conference on Coelenterate Biology*, 6. Holanda: Proceedings ICCB, p. 329-335.
- MILLER, P.; ETO, J.; GELLER H., 1989. *The Potential for Electricity Conservation in New York State*. Washington, D. C.: American Council for an Energy-Efficient Economy.
- MIRAGLIA, S. G. E. K.; CONCEIÇÃO, G. M. S.; SALDIVA, P. H. N.; STRAMBI, O., 1997. *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 21<sup>st</sup> Century III*. Southampton, Boston: Computational Mechanics Publications, p. 435-444.
- MOREIRA, J. R., 1997. *Estudo de Financiamento de Geladeiras*. Rio de Janeiro: Light S.A.
- MOREIRA, J.R.; CORRÊA, F.; FREITAS, M. A. V., 1996. *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. Brasília: MCT.
- MUEHE, D., 1984. *Evidências de recuo dos cordões litorâneos em direção ao continente no litoral do Rio de Janeiro*. In: LACERDA, L.D.; ARAÚJO D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (Eds.). *Restingas: Origem, Estrutura, Processos*. Niterói: CEUFF, p. 75-80.
- MUEHE, D. e ALBINO, J., 1992. *Erosão e recuperação de um pontal arenoso-Macaé (RJ)*. In: *37 Congresso*

- Brasileiro de Geologia São Paulo. Resumos, v.1, p. 188
- MUEHE, D. e CARUSO JUNIOR., F., 1989. *Batimetria e algumas considerações sobre a evolução geológica da Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina*. Geosul, 7(iv), p. 32-44.
- MUEHE, D. e CORREA, C. H. T., 1989. *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, p. 110-123.
- MUEHE, D. e NEVES, C. F., 1990. *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, p. 311-340.
- \_\_\_\_\_, 1994. *The implications of sea-level rise on the Brazilian Coast: A preliminary assessment*. Journal of Coastal Research, Special Issue n. 14.
- NASTARI, P., 1996. *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.
- NEVES, C. F. e HANSEN, C. M. P., 1993. *Management and engineering at Araruama Lagoon, Brazil*. Proceedings Coastal Zone 93. Nova Iorque: American Society of Civil Engineers, p. 2383-2397.
- NEVES, C. F. e MUEHE, D., 1994. *Potential impacts of sea-level rise on the Metropolitan Region of Recife, Brazil*. Journal of Coastal Research, Special Issue n. 14.
- NEVES, C. F.; MUEHE, D.; FIALHO, G. O. M., 1991. *Coastal management and sea level rise in Recife, Brazil*. Proceedings Coastal Zone 91. Nova Iorque: American Society of Civil Engineers, p. 2801-2815.
- NEVES FILHO, S. C., 1992. *Variação da Maré Meteorológica no Litoral Sudeste do Brasil: 1965-1986*. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro: Programa de Engenharia Oceânica, COPPE, UFRJ, 80 p.
- NICHOLLS, R. J.; LEATHERMAN, S. P.; DENNIS, K.C.; VOLONTÉ, C.R., 1994. *Impacts and responses to sea level rise: Qualitative assessments*. Journal of Coastal Research, Special Issue n. 14.
- 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.; BORGES, H. V., 1991. *Sedimentology and stratigraphy of the Amazon continental shelf*. Oceanography, p.33-38, abril.
- NOU, E. A. V.; BEZERRA, L. M. M.; DANTAS, M., 1983. *Geomorfologia*. In: *Projeto Radam Brasil*. Levantamento de Recursos Naturais v.30, folhas SC 24/25, Aracaju/Recife. Rio de Janeiro: MME, p. 377-443.
- NUNES, T. A. N.; RAMOS, V. L. S.; DILLINGER, A. M. S., 1981. *Geomorfologia*. In: *Projeto Radam Brasil*. Levantamento de Recursos Naturais v.24, folha SD 24, Salvador. Rio de Janeiro: MME, p. 193-276.
- OLIVEIRA, A. (Coord.), 1995. *Cogeração no Estado do Rio de Janeiro: Oportunidades e Desafios*. Relatório Final. Rio de Janeiro: IEI/UFRJ, abril.
- OLIVEIRA, A. e ALMEIDA, E. L., 1995. *Innovation and Energy Conservation: Electric Motors in Brazil*. Rio de Janeiro: Instituto de Economia, UFRJ.
- O'RIORDAN, T., 1995. *Environmental Science for Environmental Management*. Singapore Longman Group Ltd.
- OTTMANN, F., 1959. *Estudo topográfico e sedimentológico de um perfil da praia de Piedade*. Trabalhos do Instituto de Biologia Marítima e Oceanografia. Recife: Universidade do Recife, 1, p. 19-37
- OXFORD, [?]. *Environment 1996-1997*. Oxford: Oxford University Press.
- PAIXÃO, M. J. P., 1994. *No Coração do Canavial: Estudo Crítico da Evolução do Complexo Agro-Industrial Sucroalcooleiro e das Relações de Trabalho na Lavoura Canavieira*. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ.
- \_\_\_\_\_, 1997. *Os Vinte Anos do Proálcool: As Controvérsias de um Programa Energético de Biomassa*. In: FASE Série: *Brasil: Sustentabilidade e Democracia*, n. 3. Rio de Janeiro, março.
- PAN AMERICAN, 1998. *Cenários de Demanda de Gás Natural - 2005/2030*.
- PATERNO, N. T. e COMGÁS, 1998. *Inventário sobre Gases de Efeito Estufa Gás Metano*. In: *Conferência do Instituto Brasileiro de Petróleo - IBP*, no Rio de Janeiro, de 5 a 8 de outubro de 1998. Rio de Janeiro: IPB/COMGÁS.
- PIRAZOLLI, P. A., 1986. *Secular trends of relative sea-level (RSL) changes indicated by tide-gauge records*. Journal of Coastal Research, Special Issue n. 1, p. 1-26.
- PONTES, J. A., 1996. *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, n. 4. São Paulo: DPH.
- POOLE, D. C. e GELLER, H., 1997. *The Emerging ESCO Industry in Brazil*. Washington: American Council for an Energy-Efficient Economy ACEEE
- PORTOBRÁS, 1986. *Plano de Desenvolvimento Portuário 1987-1996: Portos de Recife e Suape*. v. A, 210p.
- PRATES, M.; GATTO, L. C. S.; COSTA, M. I. P., 1981. *Geomorfologia*. In: *Projeto Radam Brasil*. Levantamento de Recursos Naturais v. 23, folhas SB 24/25, Jaguaribe/Natal. Rio de Janeiro: MME, p.301-348.
- PROUST, M. T.; LINTIER, M.; BARTHES, B., 1988. *Evolution cotière en Guyane Française: La Zone de Sinnamary*. In: *35 Congresso Brasileiro de Geologia e 7 Congresso Latinoamericano de Geologia*. Abstracts. Belém, p. 406, 6 a 13 de novembro.
- RASOVSKY, E. M., 1979. *Álcool - Destilarias*. Coleção Canavieira, n. 12. Rio de Janeiro: Instituto do Açúcar e do Alcool.
- REDDY, A. K. N. et al, 1997. *Energy After Rio Prospects and Challenges*. Executive Summary. PNUD.
- RIBEIRO, C. M. et al, 1999. *Tecnologia fotovoltaica: uma alternativa real para eletrificação rural no Brasil*. In: *VIII Congresso Brasileiro de Energia*. Rio de Janeiro, p. 1501-1525.
- RIBEIRO, D., 1996. *O povo brasileiro - A formação e o sentido do Brasil*. São Paulo: Companhia das Letras.
- RIBEIRO, M. A., 1998. *Ecologizar: Pensando o Ambiente Humano*. Belo Horizonte: Rona Editora.
- RIBEMBOIM, J. (Org.), 1997. *Mudando os Padrões de Consumo: textos para o século XXI*. Brasília: IBAMA/MMA.
- RICCI, M., 1996. *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.
- RODRIGUES, A. e LIZARDO, J. A., 1985. *Limites ao papel do álcool na política energética*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ.
- RODRIGUES DA SILVA, R., 1959. *Estudo mineralógico das areias do litoral pernambucano*. Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco, NS 7, 127.
- ROIZENBLATT, I., 1994. *Sistemas de Iluminação Eficiente*. In: *Seminário Internacional em Estratégias para Conservação de Eletricidade no Brasil*. Rio de Janeiro: Eletrobrás.
- ROJAS, L. B. I. e TOLEDO, L. M. (Orgs.), 1998. *Espaço & Doença Um olhar sobre o Amazonas*. Rio de Janeiro: FIOCRUZ.
- ROLNIK, R., 1997. *A Cidade e a Lei - Legislação, Política Urbana e Territórios na Cidade de São Paulo*. São Paulo: FAPESP Studio Nobel.



- ROSA, L. P., 1997. *Energia Racional*. Jornal O Globo. Rio de Janeiro, p. 6, 28 junho.
- \_\_\_\_\_, (Coord.), 2002. *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. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ e COPPETEC.
- ROSA, L. P. et al, 1995. *O Gás Natural na América Latina, no Brasil e no Estado do Rio de Janeiro*. Algumas Considerações. ENERGE, n. 8.
- ROSA, L. P. e SCHECHTMAN, R., 1996. *Avaliação de Custos Ambientais da Geração Termelétrica*: Inserção de Variáveis Ambientais no Planejamento da Expansão do Setor Elétrico. Rio de Janeiro: ENERGE, n. 9, v. II.
- ROSENZWEIG, C e HILLEL, D., 1998. *Climate change and the global harvest- potential impacts of the greenhouse effect on agriculture*. New York: Oxford Press, 336 p.
- ROSENZWEIG, C. e IGLESIAS, A (Eds.), 1994. *Implications of climate change for international agriculture: crop modeling study*. Washington: EPA (EPA 230-B-94-003), junho.
- RYLANDS, A. B., 1991. *The Status of Conservation Areas in the Brazilian Amazon*. Washington: World Wildlife Fund WWF.
- RYLANDS, A. B. e PINTO, L. P. S., 1995. *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.
- SALDIVA, P. et al, 1994. *Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children*. A preliminary report. São Paulo, Environ Res: 65, p. 218-225.
- SALDIVA, P., 1995. *Air pollution and mortality in elderly people: a time series study in São Paulo*. In: Archives of Environmental Health 50, p. 159-163.
- SANGUI, A.; ALVES, D. C.; EVENSON, R; MENDELSON, R., 1997. *Global warming impacts on brazilian agriculture: estimates of the ricardian model*. Economia Aplicada, v. 1, n. 1. p. 7-33.
- SANT'ANNA, E. M. e WHATELY, M. H., 1981. *Distribuição dos manguezais do Brasil*. Revista Brasileira de Geografia, 43(1), p. 47-63.
- SCHELEDER, E. M. e MANCINI, E., 1998. *O Mercado Invisível*. Brasília: Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético/MME.
- SECTEC/RJ - SECRETARIA DO ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1997. *Balanco Energético Estadual - 1980-1995*. Rio de Janeiro: CEMEE/ SECTEC.
- SILVA, G. N., 1992. *Variação do Nível Médio do Mar: Causas, Consequências e Metodologia de Análise*. Dissertação de mestrado. Programa de Engenharia Oceânica, COPPE. Rio de Janeiro: UFRJ, 93 p.
- SILVA, G. N. e NEVES, C. F., 1991. *Variação do Nível Médio do Mar na Ilha Fiscal entre 1965 e 1986*. In: *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), v. 3.
- SILVA, J. A., 1999. *Curso de Direito Constitucional Positivo*. São Paulo: Malheiros.
- SILVA, L. L., 1996. *Etanol e Gasolina: Impactos Ambientais e na Saúde - Produção e Uso - Pesquisas do IPT*. In: *Anais do Seminário: O Alcool e a Nova Ordem Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 60-63.
- SILVEIRA, J. D., 1964. *Morfologia do litoral*. In: DE AZEVEDO, A.(Ed.). *Brasil a terra e o homem*. São Paulo: Cia. Editora Nacional, p. 253-305.
- SMA/SP - SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1995. *Repensando a SMA*. São Paulo.
- \_\_\_\_\_, 1997. *A Educação pelo Rodízio*. São Paulo: SMA/CETESB.
- \_\_\_\_\_, 1997. *Convenção sobre Mudança do Clima*. Coleção Entendendo o Meio Ambiente, v. VI. São Paulo.
- \_\_\_\_\_, 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: SMA/CETESB.
- \_\_\_\_\_, 1998. *Relatório da Operação Rodízio 97*. São Paulo: SMA/CETESB.
- \_\_\_\_\_, 1999. *Relatório da Operação Rodízio 98*. São Paulo: SMA/CETESB.
- SMA/SP - SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE e CEDEC - CENTRO DE ESTUDOS DE CULTURA CONTEMPORÂNEA GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1996. *Operação Rodízio 95 Do Exercício à Cidadania*. São Paulo: SMA/CETESB.
- \_\_\_\_\_, 1997. *Debatendo a Poluição do Ar*. São Paulo: CEDEC.
- SOARES, G. A.; HERSZTBERG, I.; AROUCA, M. C., 1996. *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.
- SOARES, J. A. e TABOSA, R. P., 1996. *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.
- SOUZA, J. A. M., 1993. *Energia nuclear para la proteccion del medio ambiente*. Comision Federal de Electricidad - México.
- \_\_\_\_\_, 1998. *Os rejeitos provenientes de aplicações pacíficas da energia nuclear e o seu gerenciamento*. Eletronuclear.
- \_\_\_\_\_, 1999. *The past and future role of nuclear power in reducing greenhouse gas emissions in Brazil*. In: 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.
- SPITALNIK, J.; LEPECKI W.; SOUZA J. A. M., 1998. *Sustainable energy supply: the case of Brazil*. In: *17<sup>th</sup> Congress of the World Energy Council*. Houston, 13 a 18 de setembro.
- SPOSITO, E. S., 1991. *O Planejamento da Demanda por Energia Elétrica: Necessidades e Possibilidades de Execução*. Rio de Janeiro: COPPE, M.Sc.
- SPTRANS - SÃO PAULO TRANSPORTE S.A., 1997. *Programa de Qualidade do Transporte Urbano* - Cidade de São Paulo. São Paulo: SPTrans e Transurb.
- SUGUIO, K. e MARTIN, L., 1976. *Brazilian coastline Quaternary formations* - The State of São Paulo and Bahia littoral zone evolutive schemes. In: *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 48 (Suplemento). p. 325-334.
- \_\_\_\_\_, 1981. *Progress in research on Quaternary sea-level changes and coastal evolution in Brazil*. In: *Proceedings Symposium on Holocene Sea-Level Fluctuations, Magnitude and Causes*. Los Angeles: Dept. Geology, USC, p. 166-181.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S .P.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FLEXOR, J. M.; AZEVEDO, A. E. G., 1985. *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), p. 273-286.
- SWARCS, A., 1996. *Etanol e Gasolina: Impactos Ambientais e na Saúde - Produção e Uso - Pesquisas da CETESB*. In: *Anais do Seminário: O Alcool e a Nova Ordem*

- Econômica Mundial*. Brasília: Frente Parlamentar Sucroalcooleira, p. 72-77.
- TANAJURA, C. A. S., 1996. *Modeling and analysis of the South American Summer Climate*. Tese de doutorado. University of Maryland.
- TETTI, L., 1996. *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.
- TITUS, J. (Ed.), 1990. *Changing Climate and the Coast*. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency, 2 v., 396 p. e 508 p.
- TOLMASQUIN, M. T. e SZKLO, A. S. (Coords.), 2000. *A Matriz Energética Brasileira na Virada do Milênio*. Rio de Janeiro: COPPE, UFRJ, ENERGE.
- TOMAZELLI, L. J. e VILLWOCK, A., 1989. *Brasil: evidências de uma provável tendência contemporânea de elevação do nível relativo do mar*. In: *II Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário*. Rio de Janeiro, 10-16 de julho. ÚNICA - UNIÃO CANAVIEIRA DE SÃO PAULO, 1997. *Contraproposta de Acordo sobre Queima da Cana-de-açúcar*. Julho.
- UNFCCC/AGBM/1997/Misc.1/Add. 3, 1997. *Proposed Elements of a Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*, submitted in May of 1997 in Response to the Berlin Mandate, 30<sup>th</sup> May 1997, p. 3-57.
- USAID - AGÊNCIA DOS ESTADOS UNIDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INTERNACIONAL, 1997. *Caracterização dos Aterros de Lixo no Brasil para Aproveitamento de Gás*. Sumário Executivo.
- VALENTINI, E. e NEVES, C. F., 1993. *Projeto Litoral Rio*. In: *Anais X Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Gramado, v. 2, p.1-10, 7 a 12 de novembro.
- VALENTINI, E. e ROSMAN, P. C. C., 1993. *Erosão costeira em Fortaleza*. Revista Brasileira de Engenharia - Caderno de Recursos Hídricos, 10(1), p. 19-36.
- VASCONCELLOS, E., 1996. *Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas*. São Paulo: Editoras Unidas.
- VASCONCELOS, E. C. e BECHTLUFFT, P. C. T., 1992. *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.
- VOLONTE, C. R. e NICHOLLS, R. J., 1994. *Sea-level rise and Uruguay: Potential impacts and responses*. Journal of Coastal Research, Special Issue n. 14.
- WALKER, R., 1996a. *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.
- \_\_\_\_\_, 1996b. *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..
- WALTER, A. C. S., 1997. *O Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Eletricidade a Partir de Subprodutos da Cana*. Campinas: UNICAMP, mimeo.
- WARRICK, R. A. e OERLEMANS, H., 1990. *Sea-level rise*. In: HOUGHTON, J. T.; JENKINS, G. J.; EPHRAMUS, J. J. (Eds.). *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 257-281.
- WATSON, R. T.; ZINYOWERA, M. C.; MOSS, R. H.; DOKKEN, D. J. (Eds.), 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.
- WCMC - WORLD CONSERVATION MONITORING CENTRE, 1997. *Protected Areas of the World: a Review of National Systems* Federal Republic of Brazil.
- WEHRMAN, C. L., 1996a. *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.
- WEHRMAN, L., 1996b. *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.
- WHITELEGG, J., 1993. *Transport for a Sustainable Future - The case for Europe*. London: Belhaven Press.
- \_\_\_\_\_, 1997. *Critical Mass - Transport, Environment and Society in the Twenty-first Century*. London: Pluto Press and WWF.
- WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION e UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 1992. *Urban Air Pollution in Megacities of the World*. Oxford Blackwell Publishers.
- WIEGEL, R., 1964. *Oceanographical Engineering*. New Jersey: Prentice Hall, 532 p.
- WILDMANN, I., 1999. *Crédito Rural: aspectos jurídicos de um sistema de subvenção econômica*. Belo Horizonte: Faculdade de Direito da UFMG.
- WILES, R. e SAVITZ, J., 1997. *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.
- WILSON, C. A. e MITCHELL, J. F. B., 1987. *A doubled CO<sub>2</sub> climate sensitivity experiment with a global model including a simple ocean*. Journal of Geophysical Research, v. 92, p. 13315-13343.
- WINROCK INTERNATIONAL, 1999. *Trade Guide on Renewable Energy in Brazil*, REPSO.
- WMO - WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION e UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 1990. *Climate Change The IPCC Reponse Strategies*. Report Prepared for IPCC by Working Group III. Island Press.
- WORLD BANK com ONURSAL, B. e GAUTAM, S., 1997. *Vehicular Air Pollution Experiences from Seven Latin American Urban Centers*. Technical paper n. 373. Washington, D.C.: World Bank.
- WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. *Our Common Future*. New York: Oxford University, 1990.
- WRI - WORLD RESOURCES INSTITUTE, 1997. *A Guide to the Global Environment The Urban Environment 1996-1997*. Oxford: Oxford University Press.
- WWF - WORLD WILDLIFE FUND/Brasil e ISER - INSTITUTO DE ESTUDOS DA RELIGIÃO, 2001. *Desenvolvimento e Conservação do Meio Ambiente*. Pesquisa de Opinião com Lideranças e a População da Amazônia. Brasília: WWF-Brasil.
- ZALTZMAN, C., PIMENTEL, G.; ACCIOLY, M. I.; CORDEIRO, M. L. R.; COSTA, S. R., 1997. *A Aplicação do Conceito e dos Instrumentos de Marketing aos Projetos do Procel*. Nota técnica. Rio de Janeiro: PROCEL.
- ZYLBERSTAJN, D. e COELHO, S. T., 1992. *Potencial de Geração de Energia Elétrica nas Usinas de Açúcar e Álcool brasileira, através da Gaseificação da Cana e Emprego de Turbina a Gás*. Revista Brasileira de Energia, v. 2, p. 53-72.

## SITES CONSULTADOS

ABAL - Associação Brasileira do Alumínio. *Site Oficial da ABAL*. Disponível em: <<http://www.abal.org.br>>. Acesso em: 06 a 08 ago. 2002.

ABIVIDRO - Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro. *Site Oficial da Abividro*. Disponível em: <<http://www.abividro.org.br>>. Acesso em: 26 e 27 abr. 2002.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. *Site Oficial da ANEEL*. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 11 a 14 nov. 2002.

\_\_\_\_\_. *Informe do Setor Elétrico*. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 03 a 07 dez. 2002.

\_\_\_\_\_. *Banco de Informações de Geração*. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 21 e 22 ago. 2002.

ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. *Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira*, 2002. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br>>. Acesso em: 27 nov. 2002.

BANCO MUNDIAL. *Site oficial do Banco Mundial*. Disponível em: <<http://www.worldbank.org>>. Acesso em: 04, 05, 06, 21, 22 a 25 jun. 2002.

C A R S A L E . Disponível em: <<http://carsale.uol.com.br/ind.shtml>>. Acesso em: 03 dez. 2002.

CDIAC - Carbon Dioxide Information Analysis Center. *Site Oficial CDIAC*. Disponível em: <<http://cdiac.esd.ornl.gov/>>. Acesso em: 22 e 23 mar. 2002.

CEMPRE - Compromisso Empresarial para a Reciclagem. *Site oficial do CEMPRE*. Disponível em: <<http://www.cempre.org.br>>. Acesso em: 18 set. 2002.

CESPE - Companhia de Energia de São Paulo. *Site Oficial da CESPE*. Disponível em: <<http://www.cesp.com.br>>. Acesso em: 24 e 25 mai. 2002.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. *Site Oficial da CETESB*. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 11, 17 e 30 out. 2002.

COMGÁS - Companhia de Gás de São Paulo. *Site Oficial da Comgás*. Disponível em: <<http://www.comgas.com.br>>. Acesso em: 10 jul. 2002.

CPTEC/INPE - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br>>. Acesso em: 15 a 19 jan.; 23 a 24 jul.; e 05 dez. 2002.

\_\_\_\_\_. *Previsão do Tempo*. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/%7Eprodutos/shtml/portal/>>. Acesso em: 15 a 19 jan.; 23 a 24 jul.; e 05 dez. 2002.

\_\_\_\_\_. *Geadas*. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/geada/>>. Acesso em: 12 a 13 mar e 18 dez. 2002.

DETR - Department for the Environment, Transport and the Regions - United Kingdom. *Site do Ministério do Meio Ambiente, Transporte e Interior do Governo Britânico*. Disponível em: <<http://www.detr.gov.uk>>. Acesso em: 31 out. 2002.

EPA - United States Environment Protection Agency. *Site da Agência de Proteção Ambiental Americana: Metano e Programas do Governo*. Disponível em: <<http://epa.gov/methane/>>. Acesso em: 19 e 26 fev. 2002.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United States. *Base de dados estatísticos da Organização das*

*Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação*. Disponível em: <[http://www.fao.org/waicent/portal/statistics\\_em.asp](http://www.fao.org/waicent/portal/statistics_em.asp)>. Acesso em: 10, 11, 18 e 19 out. 2002.

FBMC - Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas. *Site Oficial do FBMC*. Disponível em: <<http://www.forumclimabr.org.br>>. Acesso em: 17 out. 2002.

GEIPOT - EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES. *Site Oficial do GEIPOT*. Disponível em: <<http://www.geipot.gov.br>>. Acesso em: 25 out. 2002.

Grupos de trabalho temáticos na União Européia (DGXI sobre transportes) Disponível em: <<http://europa.eu.int>>. Acesso em: 04 nov. 2002.

IAI - Instituto Interamericano para Pesquisas em Mudanças Globais. *Site Oficial do IAI*. Disponível em: <<http://www.iai.int>>. Acesso em: 14 mai. 2002.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. *Site Oficial do Ibama*. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: 27 a 31 ago; 03 a 07 set. 2002.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. *Site oficial do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima*. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch>>. Acesso em: 01 fev.; 20 a 23 ago. 2002.

LBA - Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia. *Site do Experimento de Grande Escala da Biosfera - Atmosfera na Amazônia*. Disponível em: <<http://lba.cptec.inpe.br/lba/index.html>>. Acesso em: 29 out. 2002.

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia. *Site sobre Mudança do Clima*. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/clima>>. Acesso em: 08 mai.; 11 junh e 25 jul. 2002.

\_\_\_\_\_. 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>

MEC - Ministério da Educação. *Site da Coordenação de Educação Ambiental - COEA*. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/sef/ambiental/default.shtm>>. Acesso em: 04 set. 2002.

\_\_\_\_\_. *Educação Ambiental Documentos de Referência*. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/sef/ambiental/docrefer.shtm>>. Acesso em: 09 set. 2002.

\_\_\_\_\_. *Educação Ambiental Ações*. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/sef/ambiental/acoes.shtm>>. Acesso em: 27 set. 2002.

\_\_\_\_\_. *Política Nacional de Educação Ambiental*. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/sef/ambiental/pnea.shtm>>. Acesso em: 30 ago. 2002.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. *Site Oficial do MMA*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 21 a 25 mai; 11 a 13 jun.; 08 a 10 out.; e 27 a 30 nov. 2002.

\_\_\_\_\_. *Agenda 21*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/por/se/agen21/capa/>>. Acesso em: 15 ago. 2002.

MME - Ministério das Minas e Energia. *Site Oficial do MME*. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 23 a 25 jul.; 13 ago.; 05 a 09 nov. 2002.

\_\_\_\_\_. *Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica*. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/Proinfa/default.asp>>. Acesso em: 21 jun. 2002.

OECD - Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento. *Site Oficial da OECD*. Disponível em: <<http://www.oecd.org>>. Acesso em: 20 fev. 2002.

PIRATA - Rede Piloto de Pesquisa no Atlântico Tropical PIRATA. *Site oficial do programa*. Disponível em:



- <<http://www.pmel.noaa.gov/pirata>>. Acesso em: 04 mar. 2002.
- PNUMA - Programa das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente. Site oficial do PNUMA. Disponível em: <<http://www.unep.org>>. Acesso em: 15 ago. 2002.
- PPG-7 - Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais do Brasil. Site Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/prog/ppg7/Default.htm>>. Acesso em: 20 a 22 fev. 2002.
- PREVFOGO - Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais. *Site Oficial do Prevfogo*. Disponível em: <<http://www.prevfogo.hpg.ig.com.br>>. Acesso em: 27 e 28 jun. 2002.
- PROARCO - Programa de Prevenção e Controle de Queimadas e Incêndios Florestais na Amazônia Legal. Disponível em: <<http://www2.ibama.gov.br/proarco/>>. Acesso em: 23 jul. 2002.
- PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Site Oficial do Procel. Disponível em: <<http://www.eletrobras.gov.br/procel/>>. Acesso em: 10 abr. 2002.
- PROCONVE - Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores. Site Oficial do Proconve: Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/proconve/home.htm>>. Acesso em: 18 a 19 set. 2002.
- PRODES - Projeto de Estimativa do Desflorestamento Bruto da Amazônia Brasileira. Site oficial do PRODES. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/>>. Acesso em: 16 mai e 24 out. 2002.
- Programa Brasileiro de Reciclagem. Disponível em: <<http://www.reciclagem.ibict.br>>. Acesso em: 16 abr. 2002.
- SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. Boletim de Acompanhamento da Demanda da Força de Trabalho Agrícola no Estado de São Paulo e no Brasil. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br>>. Acesso em: 29, 30 e 31 jan. 2002.
- SEMA/SP - Secretaria Estadual do Meio Ambiente, Governo do Estado de São Paulo. *Site Oficial da SEMA/SP*. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br>>. Acesso em: 16 a 19 out. 2002.
- SIMEGO - Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado de Goiás. *Site Oficial do SIMEGO*. Disponível em: <<http://www.simego.sectec.go.gov.br>>. Acesso em: 12 set. 2002.
- SIMEPAR - Sistema Meteorológico do Paraná. *Site Oficial do SIMEPAR*. Disponível em: <<http://www.simepar.br>>. Acesso em: 10 set. 2002.
- SIMERJ - Sistema de Meteorologia do Estado do Rio de Janeiro. *Site Oficial do SIMERJ*. Disponível em: <<http://www.simerj.rj.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2002.
- SIMGE - Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais. *Site Oficial do SIMGE*. Disponível em: <<http://www.2xr.com.br/simge>>. Acesso em: 16 set. 2002.
- UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change. *Site Oficial da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. Disponível em: <<http://unfccc.int>>. Acesso em: 15 fev.; 02 a 04 mai.; 06 jul.; 24 out.; 20 nov. 2002.

# Agradecimentos

**E**xpressamos nossa mais profunda gratidão ao Prof. José Israel Vargas, Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, de 1992 a 1999, por compartilhar conosco seus conhecimentos e suas idéias sobre as questões da mudança do clima e por sua incessante orientação e seu constante incentivo, ao Dr. Luiz Gylvan Meira Filho, pela coordenação, desde seu início em 1994 até 2002, e orientação de todo o trabalho da Comunicação Nacional para a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

Estendemos nosso agradecimento ao Prof. Luiz Carlos Bresser Pereira, Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, de janeiro a julho de 1999, ao Embaixador Ronaldo Mota Sardenberg, Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, de agosto de 1999 a 2002. Agradecemos, ainda, ao Dr. Roberto Amaral, Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, de janeiro de 2003 a janeiro de 2004.

Agradecemos à equipe administrativa do GEF e do PNUD e do U.S. Country Studies e, em particular algumas pessoas muito especiais sem as quais a realização deste trabalho não teria sido possível: Emma Torres, Richard Hosier, Vesa Rutanen e Rose Diegues, todos do PNUD/Nova York à época; Cristina Montenegro, por seu apoio e incentivo em todos os momentos, quando então na função, e Carlos Castro, ambos do escritório do PNUD no Brasil; e Jack Fitzgerald e Robert K. Dixon, do U.S. Country Studies Program, que propiciaram o encaminhamento dos estudos no âmbito do programa então existente. A todas essas pessoas, por sua liderança neste processo, nosso mais sincero agradecimento.

**A realização deste trabalho contou, parcialmente, com o apoio financeiro e administrativo do:**

**Fundo Global para o Meio Ambiente - GEF Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD**

**Projeto BRA/95/G31**

SCN Quadra 02 Bloco A - Ed. Corporate Center 7º Andar  
70712-901 - Brasília - DF  
Telefone: 61-329-2000  
Fax: 61-329-2099  
e-mail: registry@undp.org.br  
<http://www.undp.org.br>

**U.S. Country Studies Program**

PO-2, Room GP-196  
1000 Independence Avenue, SW  
Washington, D.C. 20585 USA  
Telefone: (1 202) 426-1628  
Fax: (1 202) 426-1540/1551  
e-mail: csmt@igc.apc.org  
html <http://www.gcric.org/CSP/Webpage.html>

**Programa Plurianual de Atividades do Governo Federal (2000-2003); (2004)**

Programa Mudanças Climáticas

**O trabalho contou ainda com o apoio financeiro de:**

**Centrais Elétricas Brasileiras S.A.**

**Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA**

**Os trechos das músicas utilizados nesta publicação foram gentilmente cedidos por:**

Obra: "Futuros Amantes" de Chico Buarque  
By 1984 Marola Edições Musicais LTDA - 100%  
Todos os Direitos Reservados

"Sabiá" (Tom Jobim/Chico Buarque)  
Direitos Reservados à Jobim Music e Grupo Editorial Arlequim

"Sobradinho"  
(Sá-Guarabyra)  
© 1997 - Sigem Globo de Edições Musicais LTDA