



Cadernos de Educação Ambiental

MUDANÇAS CLIMÁTICAS

GLOBAIS NO ESTADO DE SÃO PAULO

Autores

Rafaela Di Fonzo Oliveira

João Wagner Silva Alves

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL
SÃO PAULO • 2011

15

15

Cadernos de Educação Ambiental

MUDANÇAS CLIMÁTICAS

GLOBAIS NO ESTADO DE SÃO PAULO

Autores

Rafaela Di Fonzo Oliveira

João Wagner Silva Alves

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL

SÃO PAULO - 2011

**Ficha Catalográfica preparada pela Biblioteca do
Centro de Referências de Educação Ambiental**

S24m São Paulo (Estado) . Secretaria do Meio Ambiente / CETESB.
Mudanças climáticas globais no Estado de São Paulo. Oliveira,
Rafaela di Fonzo; Alves, João Wagner Silva. - - São Paulo : SMA, 2011.
83p., 21 x 29,7 cm (Cadernos de Educação Ambiental,)

ISBN - 978-85-86624-83-4

1. Efeito estufa 2.Mudanças climáticas globais – Estado de São Paulo
3. Ações do Governo – Estado de São Paulo I. Título. II. Série.

CDU – 349.6

Catálogo na fonte: Lucia Marins – CRB 4908

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
Governador *Geraldo Alckmin*

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
Secretário *Bruno Covas*

COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL
Coordenadora *Nerea Massini*

Sobre a Série Cadernos de Educação Ambiental

A sociedade brasileira, crescentemente preocupada com as questões ecológicas, merece ser mais bem informada sobre a agenda ambiental. Afinal, o direito à informação pertence ao núcleo da democracia. Conhecimento é poder.

Cresce, assim, a importância da educação ambiental. A construção do amanhã exige novas atitudes da cidadania, embasadas nos ensinamentos da ecologia e do desenvolvimento sustentável. Com certeza, a melhor pedagogia se aplica às crianças, construtoras do futuro.

A Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, preocupada em transmitir, de forma adequada, os conhecimentos adquiridos na labuta sobre a agenda ambiental, cria essa inovadora série de publicações intitulada "Cadernos de Educação Ambiental". A linguagem escolhida, bem como o formato apresentado, visa atingir um público formado principalmente por professores de ensino fundamental e médio, ou seja, educadores de crianças e jovens.

Os "Cadernos de Educação Ambiental", face à sua proposta pedagógica, certamente vão interessar ao público mais amplo, formado por técnicos, militantes ambientalistas, comunicadores e divulgadores, interessados na temática do meio ambiente. Seus títulos pretendem ser referências de informação, sempre precisas e didáticas.

Os produtores de conteúdo são técnicos, especialistas, pesquisadores e gerentes dos órgãos vinculados à Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Os Cadernos de Educação Ambiental representam uma proposta educadora, uma ferramenta facilitadora, nessa difícil caminhada rumo à sociedade sustentável.

Títulos Publicados

- As águas subterrâneas do Estado de São Paulo
- Ecocidadão
- Unidades de Conservação da Natureza
- Biodiversidade
- Ecoturismo
- Resíduos Sólidos
- Mata Ciliar
- Desastres Naturais
- Habitação Sustentável
- Consumo Sustentável
- Etanol e Biodiesel
- Guia Pedagógico do Lixo
- Agricultura Sustentável
- Recursos Hídricos

Missão possível

O aquecimento global é responsável por drásticas mudanças no clima e, conseqüentemente, pelos mais variados impactos ambientais ocorridos no mundo. Restabelecer o equilíbrio do sistema climático para reverter esse cenário é um dos desafios mais significativos da sociedade atual.

A maior ameaça a este equilíbrio é a intensificação da emissão dos gases de efeito estufa (GEE). Sua contenção é tarefa indispensável, impondo-se a necessidade de criação e implementação de medidas de mitigação e adaptação.

Tema restrito, até pouco tempo, apenas aos ambientalistas, vem ganhando espaço em planos governamentais e empresariais, já que as mudanças climáticas não afetam apenas a geografia do planeta, mas também a economia, a sociedade, a saúde e a qualidade de vida da humanidade.

Por esta razão, as Conferências das Partes sobre o Clima, promovidas pelas Nações Unidas, em Copenhagen, 2009, e em Cancun, 2010, vêm debatendo o assunto na busca de um consenso mundial.

O Estado de São Paulo, de forma pioneira, está fazendo a sua parte elaborando políticas ambientais que favoreçam o progresso sustentável. É o caso da Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC), instituída pela Lei Estadual nº 13.798, de 2009, que estabelece o compromisso do Estado frente ao desafio das mudanças climáticas globais e estabelece a redução de 20% nas emissões de GEE.

No entanto, para atingir essa meta, o Poder Público também conta com a participação da sociedade civil e com a colaboração de educadores para divulgar a temática e ajudar a sociedade a restabelecer sua ligação com o ecossistema.

Em função disso, a Secretaria do Meio Ambiente lança este volume da série de Cadernos de Educação Ambiental sobre Mudanças Climáticas, visando despertar os educadores para o tema.

Nesta publicação, apresentamos as causas, características e conseqüências do aquecimento global, no mundo e no Estado de São Paulo, bem como propostas e medidas para sua contenção.

Esperamos que aproveite a sua leitura.

BRUNO COVAS

Secretário do Meio Ambiente

Historicamente, além do rigor no exercício do licenciamento e controle de aspectos ambientais tradicionais como: as emissões de efluentes líquidos, a geração e o descarte de resíduos sólidos e as emissões de poluentes atmosféricos, o Estado de São Paulo desempenha papel de liderança e pioneirismo, no âmbito nacional, na discussão dos temas ambientais mais recentes, como a proteção da Camada de Ozônio, o banimento dos Poluentes Orgânicos Persistentes ou a prevenção das mudanças climáticas globais.

O foco da atenção da sociedade sobre as mudanças climáticas globais, provocadas pelo acelerado aumento da concentração de GEE, na atmosfera, foi intensificado após a adoção da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC). Em 1992, o Governo Brasileiro, ao adotar a CQNUMC, como adotaram a maioria dos países de todo o planeta, comprometeu-se em elaborar periodicamente inventários de emissões de gases de efeito estufa (GEE). E, assim, iniciaram-se os trabalhos da SMA/CETESB a respeito desse tema.

Para tanto, foi criado o PROCLIMA, Programa Estadual de Mudanças Climáticas do Estado de São Paulo, pela Resolução SMA nº 22/95, de 08 de junho de 1995 e desde então, o Estado vem acumulando experiências e contribuições para a compreensão e discussão do tema, em nível estadual, nacional e fora do país.

Desde a criação do PROCLIMA, destaca-se a elaboração do “Inventário Nacional de Emissão de Metano pelos Resíduos, dos anos de 1990 a 1994”, publicado em julho de 1998, que hoje compõe a “1ª Comunicação Nacional sobre Mudanças Climáticas” e o “Inventário Nacional de Emissão de GEE pelo Tratamento dos Resíduos dos anos de 1990 a 2005”, que compõe a “2ª Comunicação Nacional sobre Mudanças Climáticas”. Além disso, o PROCLIMA coordena o “1º Inventário de GEE do Estado de São Paulo”, que reúne várias instituições de capital privado ou público, além de pesquisadores, representando seus centros de pesquisas e universidades.

Este 1º Inventário de GEE do Estado de São Paulo fará parte da “1ª Comunicação Estadual sobre Mudanças Climáticas”, prevista na Política Estadual de Mudanças Climáticas, instituída por meio da Lei nº. 13.798, de 09 de novembro de 2009, que incluirá informações sobre a vulnerabilidade e a adaptação às mudanças climáticas.

O volume 15 – “Mudanças Climáticas Globais no Estado de São Paulo”, da série de Cadernos de Educação Ambiental, da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, é mais uma importante contribuição para a compreensão do tema. Esse volume destaca as principais observações e impactos esperados em consequência das mudanças climáticas globais, no território do Estado de São Paulo, e é resultado de uma extensa revisão da literatura, onde foram compiladas pesquisas nacionais e internacionais, tentando reproduzir a informação em uma linguagem acessível ao leitor.

NEREA MASSINI

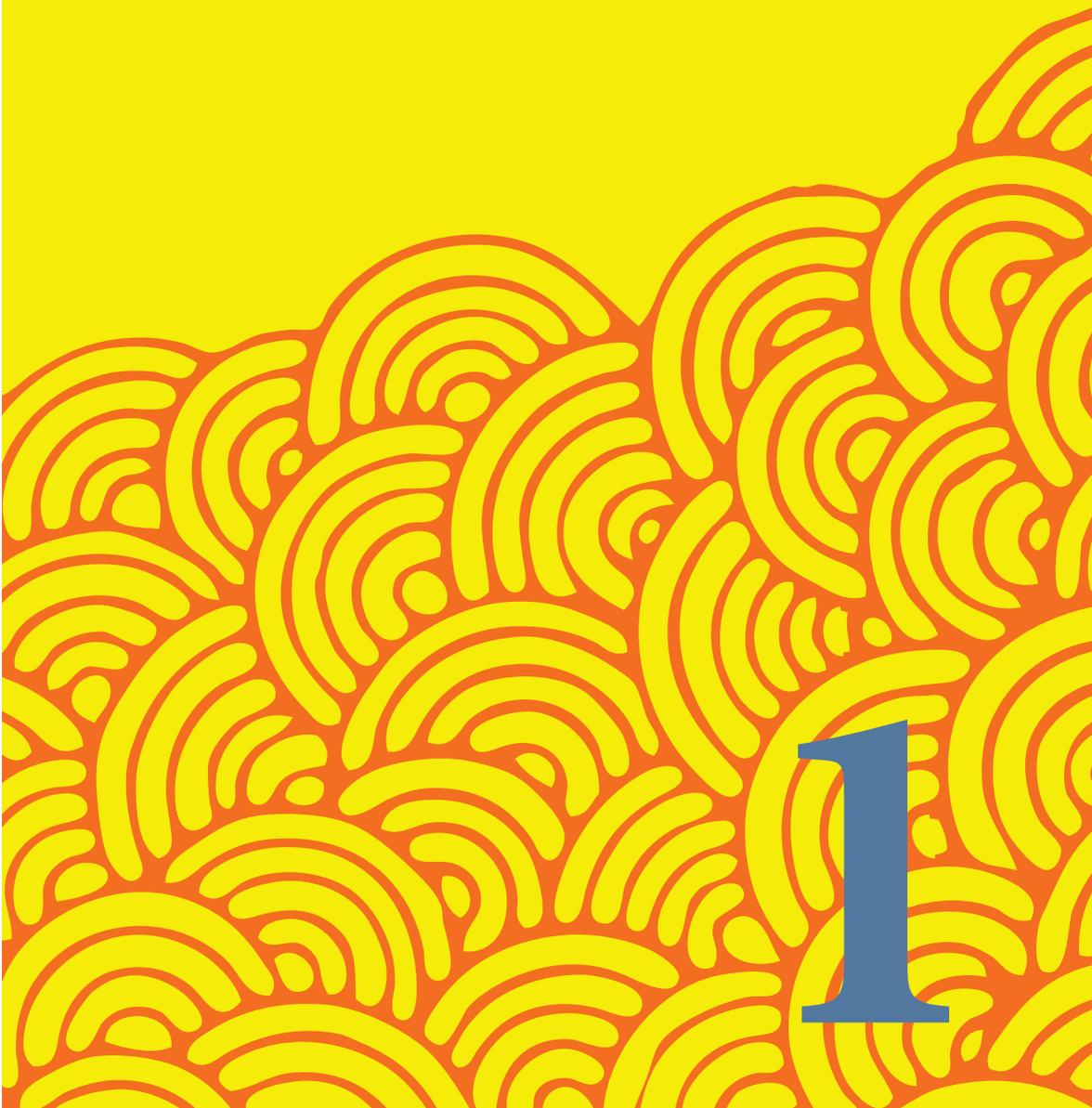
Coordenadora de Planejamento Ambiental

SUMÁRIO



1. INTRODUÇÃO	13
• EFEITO ESTUFA	14
• O AUMENTO DO EFEITO ESTUFA	15
• FONTES DE EMISSÃO DOS GEE	18
• SUMIDOUROS DOS GEE	20
• INVENTÁRIOS DE EMISSÕES DE GEE E AS EMISSÕES NO ESTADO DE SÃO PAULO	20
• CENÁRIOS DE EMISSÕES	23
• CENÁRIOS DOS IMPACTOS	25
• SETORES ESSENCIAIS AO COMBATE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	26
2. AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS NO ESTADO DE SÃO PAULO	29
• OBSERVAÇÕES E CENÁRIOS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO	31
• SISTEMAS SOCIOECONÔMICOS	33
• HIDROLOGIA	33
• AGRICULTURA	34
• FLORESTAS	36
• ECOSISTEMAS TERRESTRES	37
• ECOSISTEMAS OCEÂNICOS E ZONAS COSTEIRAS	38
• SAÚDE HUMANA	41
• ENERGIA, INDUSTRIAS E ASSENTAMENTOS HUMANOS	42
• EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS	44
• MITIGAÇÃO	46
• VULNERABILIDADE	49
• ADAPTAÇÃO	54
3. AÇÕES DO GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO	57
• ENERGIAS RENOVÁVEIS	58
• TRANSPORTES	59
• PROGRAMAS ESTADUAIS RELACIONADOS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	61
• PESQUISA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	62
• CONTROLE DA QUEIMA DA PALHA DA CANA-DE-AÇÚCAR	63
• RECUPERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL	64
• COMPRAS PÚBLICAS SUSTENTÁVEIS	66
• CONSTRUÇÃO CIVIL SUSTENTÁVEL	67
• CONTROLE DA VENDA DE MADEIRA ILEGAL E PROTEÇÃO DA AMAZÔNIA PELO ESTADO DE SÃO PAULO	68
• PLANEJAMENTO: CENÁRIOS E AVALIAÇÃO ESTRATÉGICA	68
• OUTRAS AÇÕES DO GOVERNO	69
4. CONCLUSÃO	71
5. REFERÊNCIAS	79

1. Introdução



1

1. INTRODUÇÃO

Efeito Estufa

O efeito estufa é um fenômeno natural, que mantém a temperatura média da Terra e viabiliza a existência de vida. Sem ele, o planeta seria coberto de gelo e estaria sujeito a variações bruscas de temperatura (Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República - NAE, 2005). O efeito estufa atua como uma cobertura, que retém parte da radiação solar absorvida pela Terra, na forma de energia térmica. Essa energia é redistribuída pela circulação atmosférica e oceânica e radiada para o espaço em comprimentos de onda mais longos (radiação infravermelha), que são, em parte, retidos pelos GEE (gases de efeito estufa).

Por outro lado, "efeito estufa" é a definição usada para descrever como a atmosfera da Terra atua como os painéis de vidro de uma estufa, onde as plantas crescem. O vapor d'água, o CO₂ e outros gases da atmosfera atuam como o vidro de uma estufa. O vidro é transparente à luz do Sol, portanto a luz passa e aquece as plantas e o interior da estufa. Entretanto, o vidro também isola a estufa, capturando o calor que se gera quando a radiação infravermelha é re-emitida. Da mesma maneira, a radiação infravermelha do Sol passa pela atmosfera da Terra; porém, o vapor d'água, o CO₂ e outros gases tendem a isolar a Terra, capturando o calor.

O efeito estufa natural contribui para a estabilidade da temperatura mundial e mantém a biosfera dentro de uma faixa de temperatura adequada à vida. A Terra absorve certa quantidade de calor e perde a mesma quantidade através da atmosfera; graças ao vapor d'água e ao CO₂ da atmosfera que mantêm a temperatura do meio ambiente mais alta do que seria sem o efeito estufa.

O aumento do efeito estufa

A partir do século XIX, com o advento da Revolução Industrial, o aumento progressivo do consumo de combustíveis fósseis, a intensificação no uso dos recursos naturais, os processos produtivos e agrícolas (cultura de arroz, fabricação e uso de fertilizantes, fabricação e uso de fluidos refrigerantes), o gerenciamento, muitas vezes inadequado, de resíduos, as alterações no uso da terra, bem como o desmatamento aumentaram a concentração dos GEEs na atmosfera.

Como se observa na figura abaixo, as atividades da economia podem ser associadas às emissões de GEEs, associadas ao aumento das concentrações atmosféricas destes gases, ao aumento do Potencial de Aquecimento Global da Atmosfera e, por fim, ao aumento da temperatura média do planeta, que provoca as mudanças climáticas. Os impactos ambientais mais evidentes no Estado de São Paulo são a intensificação e o aumento da frequência da ocorrência das enchentes e secas.



Figura 1 - Cadeia de eventos relacionados às mudanças climáticas. Fonte: AMBRIZZI, 2007.

A resposta da natureza às nossas intervenções é a necessidade de atingir um novo equilíbrio, que se manifesta por meio de fenômenos naturais de origem externa. Entre os principais fenômenos naturais que podem ser induzidos ou potencializados pelo ser humano estão os escorregamentos, as inundações e enchentes, a erosão e os colapsos e subsidências de solo.

Em áreas onde não há ocupação ou interesse humano, os fenômenos naturais não resultam em desastres naturais.

Na Tabela 1, estão os principais GEE, sua fórmula química, concentração atmosférica no período pré-industrial, concentração atmosférica em 2005, tempo de permanência na atmosfera (em anos), fontes de emissão e potencial de aquecimento global em relação ao CO₂.

Gases do efeito estufa	Fórmula química	Concentração pré-industrial	Concentração em 2005	Permanência na atmosfera (ano)	Fontes antropogênicas	Potencial de Aquecimento Global
Dióxido de carbono	CO ₂	278000 ppbv	379000 ppbv	Varável	Combustíveis, uso do solo, produção de cimento	1
Metano	CH ₄	715 ppbv	1774 ppbv	12,2-17,3	Combustíveis, cultura de arroz, lições, gado	21
Óxido Nítrico	N ₂ O	370 ppbv	319 ppbv	120	Fertilizantes, processo industriais	310
CFC-12	CCl ₂ F ₂	0	0,508 ppbv	102	Líquidos refrigerantes, espumas	6200-11000
HCFC-12	CHClF ₂	0	0,305 ppbv	12,1	Líquidos refrigerantes	1300-1400
Perfluorometano	CF ₄	0	0,070 ppbv	50.000	Produção de alumínio	6500
Hexafluoreto de enxofre	SF ₆	0	0,012 ppbv	3200	Fluidos Dielétricos	23000

Tabela 1 – Principais GEE. Fonte: IPCCa, 2007

Nos últimos cem anos, a temperatura média global aumentou cerca de 0,6°C e, recentemente, o fenômeno tem se acelerado. As temperaturas médias mais altas do planeta foram registradas nas últimas décadas do século XX e nos primeiros anos do século XXI. Tal aumento na temperatura propicia consequências e impactos globais relacionados ao aquecimento global e à mudança do clima.

A ameaça ao equilíbrio do sistema climático global, em decorrência da intensificação das emissões de GEE, representa um dos maiores desafios ambientais a serem enfrentados pela humanidade, visto que há a necessidade de se criar e implementar medidas de mitigação e adaptação.

Os estudos de vulnerabilidade, global e local, desenvolvidos mundialmente aferem que os sistemas ecológicos e socioambientais susceptíveis à mudança do clima necessitam de ações adaptativas, como forma de ajustarem-se aos fenômenos já existentes ou futuros.

As observações e previsões de emissões descritas neste estudo são baseadas no Relatório Especial do IPCC sobre Previsão de Emissões (SRES), publicado em 2000, e que fundamenta as metodologias das previsões e estimativas apresentadas nos relatórios de 2001 e 2007.

A mudança do clima apresenta-se de diversas formas, destacando-se o aquecimento global que é provocado pelo aumento da concentração de GEE na atmosfera terrestre. Além disso, como é possível observar na figura abaixo, os danos ambientais não são limitados a aspectos ambientais isolados, pois ocorre repercussão nos demais aspectos do meio.



Figura 2 - Relação entre os temas ambientais

O aumento das emissões antropogênicas de alguns GEE³, principalmente o CO₂, tem resultado na intensificação do efeito que naturalmente já se processa na atmosfera terrestre, impedindo a dissipação de parte do calor emitido pela superfície terrestre. A maior contribuição se deve às emissões antropogênicas de CO₂, que vêm ocorrendo a uma taxa superior à capacidade de absorção na natureza pelos ciclos do carbono.

O IPCC afirma, com até 90% de certeza, que a intensificação no aumento da concentração desses gases se deve às atividades humanas, principalmente pela queima de combustíveis fósseis. (IPCCa, 2007)

Estudos do IPCC apontam que a variação da temperatura na Antártica, durante os últimos 160 mil anos, que precedem o período Pré-Industrial, acompanha a concentração de CO₂. No entanto, não existem considerações sobre quais variáveis interferiram na congruência dos dados ao longo dos anos. (IPCC, 1994)

De acordo com os dados obtidos até 1990, nos últimos 100 anos a temperatura média global aumentou cerca de 0,3 a 0,6 °C, desde a Revolução Industrial e até o final deste século, estima-se um aumento na faixa de 2,0 a 4,5 °C (IPCCa, 2007), diferente da estimativa divulgada em 2001, que projetava um aumento de 1,4 a 5,8 °C, até 2100. (IPCCc, 2001)

Fontes de emissão dos GEE

As atividades humanas têm alterado as concentrações e a distribuição dos GEE e aerossóis na atmosfera, provocando mudanças no forçamento radioativo⁴ desses gases. Tal alteração afeta a reflexão/absorção da radiação solar ou a emissão/absorção da radiação terrestre ocasionando as variações climáticas.

3. O Protocolo de Quioto em seu Anexo A dispõe como os principais GEE de emissões ou remoções antrópicas, o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O), os hidrofluorcarbonos (HFCs), os perfluorcarbonos (PFCs) e o hexafluoreto de enxofre (SF₆).

4. Forçamento radioativo é a perturbação do balanço de energia do sistema superfície-troposfera, após permitir que a estratosfera reajuste-se a um estado de equilíbrio radioativo médio global. (IPCC, 1994), podendo ser classificado como positivo, quando tende a aquecer a superfície da terra, e negativo, quando a esfria.

A concentração de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera, responsável por mais da metade do aquecimento global, era de 278 ppmv (partes por milhão por volume), no período que antecede a Revolução Industrial (período pré-industrial), e passou para 379 ppmv, no ano de 2005 (IPCCA, 2007). O aumento da concentração de CO_2 na atmosfera se deve à queima de combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo e gás natural) nas atividades industriais e transportes, e às alterações no uso e ocupação da terra, ocasionadas principalmente pelos desmatamentos.

Além das quantidades de dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O) também apresentaram aumento, passando de cerca de 0,715 ppmv para 1,774 ppmv e de 0,270 ppmv para 0,319 ppmv, respectivamente no mesmo período. A justificativa para o aumento da concentração desses gases na atmosfera baseia-se no aumento do total de emissões (quantidade total de fontes naturais e antropogênicas) observadas no período.

O CH_4 (metano) ocorre naturalmente por meio da digestão anaeróbia da matéria orgânica, entretanto, a crescente concentração deste gás via ações antrópicas origina-se pela disposição de resíduos, tratamento anaeróbio de efluentes, queima da biomassa, processos agrícolas (rizicultura), pecuária (processos digestivos do gado) e os processos de extração de combustíveis minerais. Apesar de ter uma concentração menor que o CO_2 , o metano é mais potente do que o gás carbônico na retenção de calor.

O N_2O (óxido nitroso) é produzido naturalmente nos estuários e zonas costeiras (processos bacterianos para conversão de compostos em nutrientes), nas florestas tropicais e bactérias que vivem no solo. O aumento de sua concentração na atmosfera está relacionado à fertilização na agricultura e às atividades industriais, a exemplo da produção de ácido nítrico⁵ e adípico⁶.

5. Utilizado principalmente na produção de fertilizantes, na cadeia de produção do nylon e, especialmente concentrado, é utilizado na indústria de explosivos.

6. Matéria-prima básica para as cadeias de produção de poliamidas, poliuretanos base éster, plastificantes e intermediários químicos. Tem aplicações em sistemas de poliuretanos, sínteses orgânicas, polímeros e fibras têxteis de poliamida, lubrificantes, plastificantes, adesivos, tintas e resinas, espumas flexíveis e rígidas, aplicações alimentares e de detergentes.

A emissão destes gases está dividida em dois tipos: uma relacionada à energia, como a geração, transformação, utilização em processos industriais e transporte; e outra não-energética (mudanças de uso do solo, resíduos e agricultura). (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2009)

Sumidouros dos GEE

Os reservatórios naturais e sumidouros de GEE presentes na biosfera (plantas, solos e oceanos) possuem a propriedade de captar e reter tais gases presentes na atmosfera. Podem sofrer alterações quanto à sua capacidade quando afetados por ações antrópicas, como as queimadas e desmatamentos, quando se trata de florestas ou acidentes ambientais que contaminam o solo e oceanos.

Alguns sumidouros apresentam-se como neutralizadores ou compensadores de suas emissões, a exemplo do que ocorre nos processos de fotossíntese realizados pelos vegetais e fitoplânctons.

Inventários de emissões de GEE e as emissões no Estado de São Paulo

Métodos: Os métodos aprovados pela United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), para a elaboração de inventários nacionais, são elaborados por técnicos de todo o mundo e que compõem grupos de trabalhos específicos para tal. O Método Revisado de Elaboração de Inventários, de 1996, do IPCC e o Guia de Boas Práticas para Elaboração de Inventários de 2000, são aqueles aprovados pela UNFCCC, até 2010. O Método de Inventário de 2006, mais recente e completo, aguarda a aprovação para sua aplicação.

Além dos métodos, são importantes os fatores de emissão, que são oferecidos pelos métodos e pela base de dados⁷, criada também pelo IPCC, para apoiar, dar transparência e credibilidade ao processo de elaboração dos inventários nacionais. Finalmente, os dados de atividade de cada país complementam as informações necessárias para a elaboração de inventários.

Resultados: a seguir, é apresentado o resultado do primeiro inventário das emissões de GEE do Brasil. O Brasil como uma das Partes⁸ que compõem a UNFCCC, assumiu esse compromisso ao ratificar a Convenção adotada em 1992. Cada país, empregando o método do IPCC, estima as suas emissões de GEE. O que permite conhecer o total das emissões e como elas se dividem por tipo de GEE e por atividade da economia geradora de GEE.

Na figura abaixo, observa-se as emissões por tipo de GEE. De acordo com esse estudo 69% das emissões são de CO₂. Segundo o “Inventário Brasileiro das Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (informações gerais e valores preliminares), de 30 de novembro de 2009”, apesar do aumento global das emissões, essa distribuição não sofreu alterações no período do inventário, que se inicia em 1990 e vai até o ano de 2005.

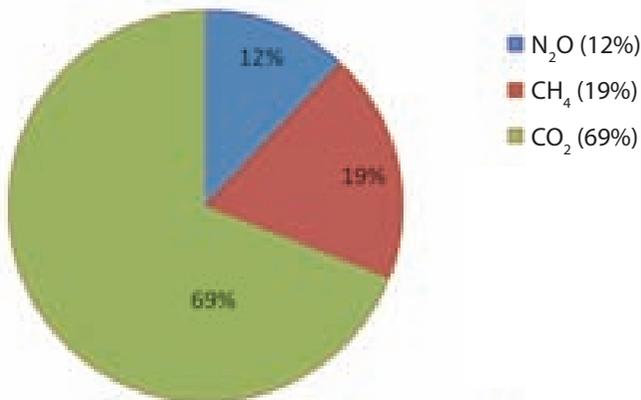


Figura 3 - Emissões (por tipo de GEE) do Brasil. Fonte: (MCT, 2007)

7. A base de dados criada pelo IPCC é o EFDB – Emission Factor Data Base

8. Partes são países signatários da UNFCCC

A figura a seguir mostra que 56,1% das emissões de GEE são devidas à mudança do uso da terra e que 25,3% são devidas às atividades de agropecuária. Isso totaliza 81,4% das emissões nacionais. Os demais 18,6% dividem-se entre a geração e o uso de recursos energéticos, as indústrias e o tratamento de resíduos. Essa distribuição exprime com relativa simplicidade quais são as atividades nacionais mais relevantes.

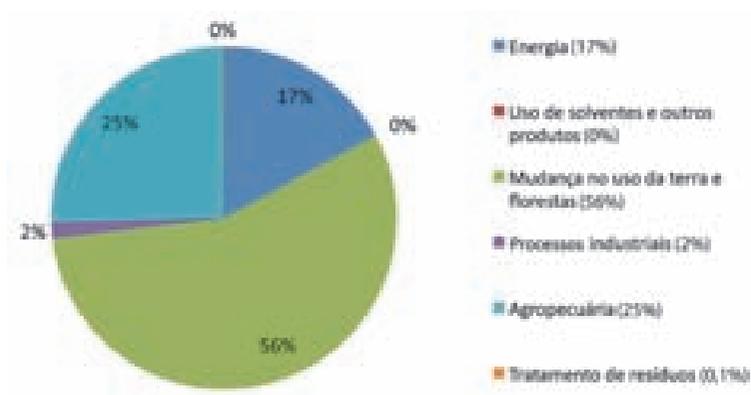


Figura 4 - Emissões (por tipo de atividade) do Brasil. Fonte: (MCT, 2007)

Por fim, a figura abaixo mostra que as mudanças no uso do solo correspondem a 75% das emissões de CO₂.

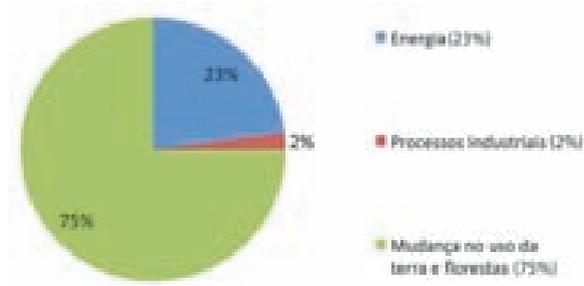


Figura 5 - Emissões de CO₂ (por tipo atividade) do Brasil. Fonte: (MCT, 2007)

Atualmente, de acordo com publicações não oficiais, o Brasil ocupa a 4ª posição no ranking dos países que são os maiores emissores de GEE, devido, principalmente, às alterações no uso da terra (desmatamento⁹ e queimadas).

O método do IPCC, empregado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) na elaboração do inventário nacional brasileiro de fontes e sumidouros de GEE, conforme define a UNFCCC, até o ano de 2010, não desagrega as emissões por estados. Tal informação permitiria definir, a partir dos dados do inventário nacional, as principais fontes de emissão de GEE no Estado de São Paulo. Apesar disso, acredita-se que as principais fontes neste Estado são aquelas devidas ao uso de combustíveis fósseis, como transportes e produção de energia.

Cenários de emissões

Os cenários de emissões de GEE são resultados de um conjunto de hipóteses que levam em conta os dados do presente e as possíveis situações do futuro. São determinados pelas estimativas das futuras variações no crescimento demográfico, no desenvolvimento socioeconômico e nas mudanças tecnológicas e ambientais desenvolvidas ao longo do tempo, nos diferentes enredos e cenários abordados nos estudos e pesquisas do IPCC.

Os cenários são baseados em avaliações das estimativas de emissões de GEE com referência na literatura, em modelos matemáticos aproximados e vários processos, que incluem diferentes aspectos para ampliar a estimativa e a avaliação do estudo proposto. (IPCC, 2000)

Ao todo, o IPCC considera cerca de 40 cenários desenvolvidos, com base nos seis modelos de emissão referenciados pelas subdivisões das famílias A1, A2, B1 e B2. Tais grupos são classificados como A1FI, A1T, A1B, A2, B1 e B2.

9. Mais de 600 mil km² de área florestal tropical brasileira já se encontra desmatada. (MARENGO, 2007)

Os grupos pertencentes à família A1 (A1FI, A1T e A1B) descrevem o futuro das emissões baseadas em um rápido crescimento econômico, aumento da população global até a metade do século e introdução de novas e mais eficientes tecnologias. Os três grupos são diferenciados por suas alternativas tecnológicas aplicadas ao sistema energético, bem como nos seus consumos energéticos, onde se descreve:

- A1FI: uso intensivo de fontes fósseis;
- A1B: uso balanceado de fontes de energia de diferentes fontes;
- A1T: uso predominante de fontes de energia não-fósseis.

Os grupos A2, B1 e B2 descrevem cenários distintos entre si, não havendo interface entre os mesmos. No cenário A2, há a descrição de um mundo heterogêneo, onde os padrões das identidades locais são mantidos, propiciando um crescimento contínuo da população, bem como da renda e do desenvolvimento tecnológico mais lento e fragmentado do que o observado em outros cenários.

No cenário B1, descreve-se um mundo convergente com o crescimento da população, que atinge seu pico na metade do século e decresce a seguir, como no cenário A1, mas com rápidas mudanças na estruturação econômica, com introdução de tecnologias limpas, com redução no consumo. Enfatiza a adoção de melhorias equitativas que envolvem sustentabilidade econômica, social e ambiental, mas sem adoção de iniciativas relacionadas ao clima.

Por fim, o cenário B2 apresenta maior ênfase no desenvolvimento de soluções locais para as questões que envolvem a sustentabilidade econômica, social e ambiental. Descreve, também, um crescimento contínuo da população, desenvolvimento tecnológico mais lento e diversificado do que o apresentado nos cenários B1 e A1 e níveis intermediários de desenvolvimento econômico.

Cenários dos impactos

Com base nas possíveis emissões dos diferentes cenários é possível fazer uma previsão média de aquecimento superficial para o intervalo de tempo de 2000 a 2100, para os seis cenários considerados pelo IPCC, em 2007: B1, A1T, B2, A1B, A2 e A1F1.

A partir do ano 2000, projetam-se as diferentes médias de acordo com os modelos e cenários utilizados para estimar a temperatura para o período de 2000 a 2100. A linha laranja representa a avaliação de um cenário no qual as concentrações de GEE foram mantidas constantes com base nos valores do ano 2000.

Os modelos utilizados para as projeções clima e circulação atmosfera-oceano, com base nos cenários B1, A1B e A2 para as décadas de 2020 a 2029 e 2090 a 2099 demonstram, além da tendência de aquecimento, o aumento da variação (desvio padrão) no comportamento climático. Sendo que haverá mais dias mais quentes e mais dias mais frios em relação às novas médias esperadas. Portanto, mesmo a previsão mais otimista (B1) indica a elevação da média da temperatura global em, aproximadamente, 2°C, enquanto que a previsão mais pessimista aponta para uma elevação de 4°C na média. Todavia, os mapas não deixam dúvida de que o aquecimento se dará mais intensamente nos continentes do que nos oceanos, que os pólos serão as áreas com maior aquecimento dentre os continentes e que, no Brasil, a região Amazônica será a que sofrerá maiores elevações de temperatura.

Outra incerteza dos cenários do IPCC reside na já provável impossibilidade de estabilização da concentração do CO₂ na atmosfera, pois na medida em que o sistema climático aquece, aumenta a ineficiência do ciclo do carbono, ou seja, uma maior concentração de CO₂ deverá permanecer na atmosfera. Desta forma, para que ocorresse a estabilização da concentração do CO₂ dentro do ciclo de realimentação clima-carbono, seria necessário que as emissões cumulativas ao longo do século XXI fossem reduzidas de, em média, 80% do total quantificado atualmente. (IPCCa, 2007)

Setores essenciais ao combate às mudanças climáticas

Nas discussões sobre combate às mudanças climáticas, principalmente nas convenções sobre o clima, cinco setores essenciais foram identificados: energia, indústria, agropecuária, mudança do uso do solo e florestas e resíduos.

O setor energético é um dos principais responsáveis mundiais pela emissão de gases causadores do efeito estufa. A emissão deste setor envolve eletricidade e aquecimento, manufatura e construção, transportes e consumo de combustível para a geração de energia.

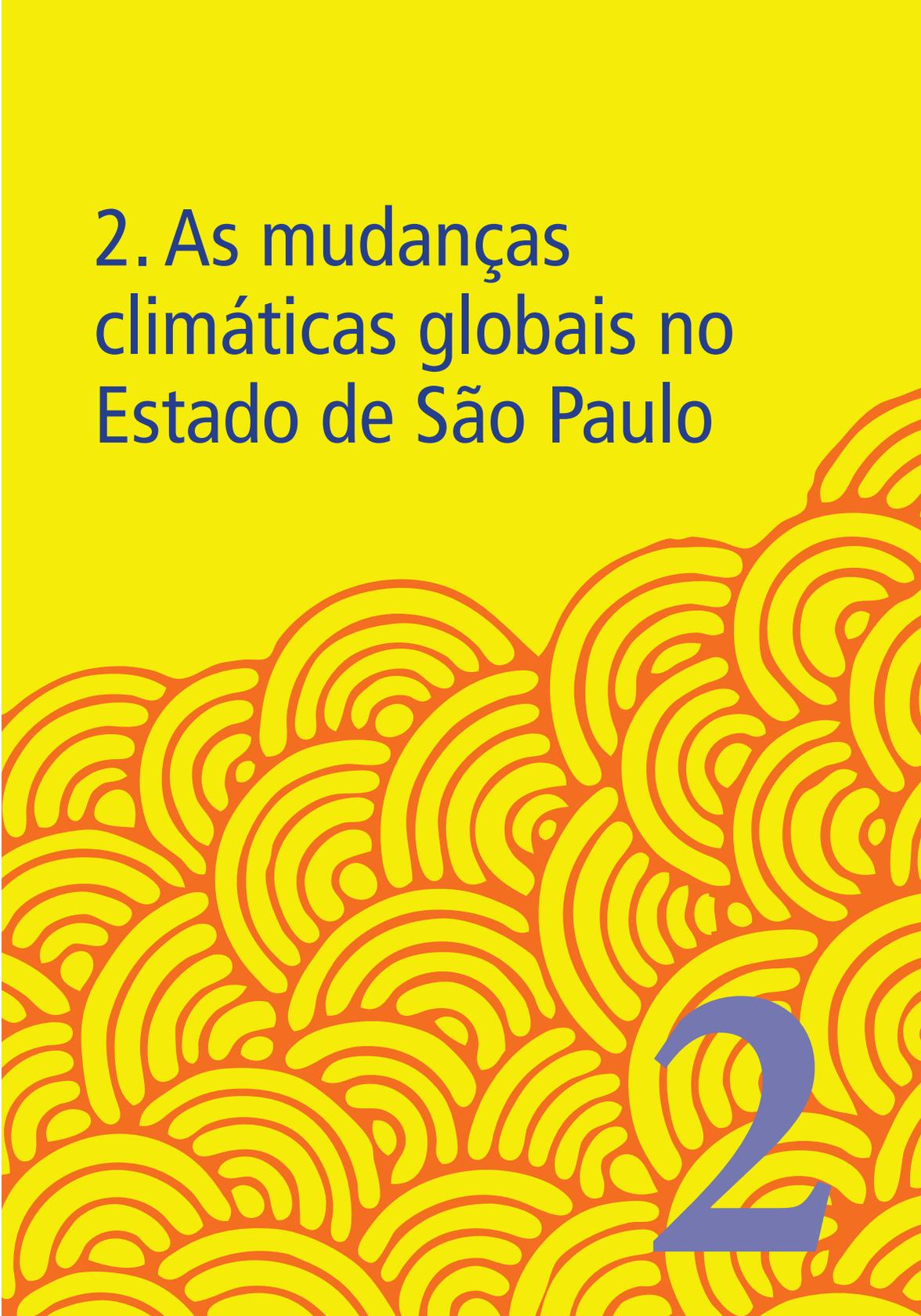
A produção industrial, principalmente a transformação de bens, também é um dos setores que resultam na emissão de altas quantidades de gases causadores do efeito estufa.

As diversas modalidades de uso do solo também causam emissão de gases do efeito estufa. A interação de ciclos bioquímicos, particularmente o de carbono, o de nutrientes e o hidrológico, que estão sujeitos a alterações em decorrência de atividades humanas. O carbono se encontra retido no solo, nos troncos e folhas e em compostos orgânicos em decomposição. Com a interferência do ser humano na terra são alterados os estoques de carbono. Dentre as modalidades, estão o desflorestamento, uso e ocupação do solo urbano, atividades florestais e agropecuárias. (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2009)

A agropecuária, além da influencia na mudança do uso do solo, também é uma atividade que gera a emissão de gases causadores do efeito estufa.

No que diz respeito aos resíduos sólidos, a degradação anaeróbia do resíduo em aterros contribui para o efeito estufa, em função da decomposição do resíduo por micro-organismos geradores de metano.

2. As mudanças climáticas globais no Estado de São Paulo



2

Os estudos desenvolvidos pelo IPCC para a América Latina apresentam os impactos, vulnerabilidades e possíveis adaptações para os países e para o Estado de São Paulo. Esses estudos estão de acordo com hipóteses a respeito do comportamento da precipitação, da temperatura, da circulação atmosférica e de eventos extremos.

As estimativas de condições climáticas futuras são baseadas em cenários de previsões de emissões aplicados às mudanças climáticas para as regiões em estudo. (IPCCb, 2007)

As evidências da variabilidade climática em larga escala no Brasil, incluindo o Estado de São Paulo, em escalas de tempo e nas alterações nos processos físicos e biológicos que aferem sobre determinada região geográfica. Em muitas regiões, essa variação está associada aos impactos socioeconômicos e ambientais que evidenciam a mudança do clima nas mesmas. (MARENGO *et al*, 2007)

Os efeitos da mudança do clima fornecem informações sobre as vulnerabilidades associadas aos meios físico, biológico e aos sistemas socioeconômicos e suas capacidades de adaptação frente aos impactos observados.

Em geral, as observações dos impactos mais sérios correlacionam-se com as previsões dos cenários de concentrações mais elevadas de GEE, uma vez que as maiores mudanças no clima são associadas à potencialidade dos impactos.

As publicações do IPCC, de 2007, para o Brasil e para o Estado de São Paulo, não apresentam referências ou indicações de impactos significativos, o que demonstra uma insuficiência de estudos e pesquisas sobre a vulnerabilidade do país às mudanças do clima.

No ano de 2007, com o objetivo de explicitar e disseminar os estudos e trabalhos sobre a temática, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e a CETESB, promoveram uma reunião de pesquisadores brasileiros da Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e Universidades

Federais de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. Neste evento, foram apresentados dados publicados pelos pesquisadores nacionais e são reproduzidos a seguir.

Observações e cenários para o Estado de São Paulo

As avaliações do IPCC indicam que os países em desenvolvimento estão entre os mais vulneráveis às mudanças do clima. No caso do Estado de São Paulo, com uma economia similar à de países desenvolvidos, ao mesmo tempo em que vive a realidade de países desenvolvidos, compartilha das dificuldades de crédito, preço mínimo, seguro e escoamento da produção agropecuária dos países em desenvolvimento.

Até o final do século XX, conforme as análises compiladas pelo IPCC, a temperatura média atmosférica no Brasil aumentou, aproximadamente, 0,75°C, tendo aumento nas temperaturas mínimas de até 1,4°C por década e uma variação entre 0,4 e 0,6°C nas temperaturas médias e máximas. (MARENGO, 2007). Nos últimos 10 anos, no Estado de São Paulo, observou-se um aumento da temperatura mínima em maior número de locais, sendo que o mesmo ocorreu com as temperaturas máximas.

De acordo com os cenários de previsões de emissões adotados pelo IPCC A2 (altas emissões) e B1 (baixas emissões), em 2100, a temperatura média atmosférica no país pode aumentar para 28,9 °C e 26,3 °C respectivamente, considerando a média de 1961 a 1990 de 25 °C. Este aumento corresponde globalmente a um aquecimento de 3,9 °C para o cenário de altas emissões e de 1,3 °C para o cenário de baixas emissões.,

O aumento da temperatura associado às mudanças climáticas indica que no Estado de São Paulo, assim como no Brasil, sistemas físicos, biológicos e a sociedade serão afetados. O fato é que são vulneráveis aos impactos provocados pelas alterações climáticas.

Indicadores constataam que a influência de tais alterações tem modificado o regime climático de algumas regiões, associando-os às populações diretamente afetadas nas áreas prejudicadas. (NOBRE *et al*, 2007)

De modo geral, algumas regiões do Brasil terão seus índices de temperatura e chuva aumentados; e, em outras, diminuídos. Estima-se, também, o aumento de desastres e eventos climáticos extremos, antes não observados em determinadas regiões do país, a exemplo de chuvas isoladas mais violentas, temporais mais frequentes e aumento das temperaturas diurnas e noturnas mais intensamente no inverno. (SALATI *et al*, 2007)

Os impactos regionais das mudanças do clima podem estar mais claros em sistemas físicos do que em sistemas biológicos, que estão sendo submetidos simultaneamente a muitas mudanças complexas, que não são relacionadas ao clima, incluindo fatores causais múltiplos como mudanças no uso da terra e o aumento da poluição. (IPCCa, 2001)

Entre os anos de 1975 e 1996, ocorreu um aumento do número de ciclones extratropicais intensos e anticiclones no Hemisfério Sul, o que sugere que tendência também seja de aumento para o século XXI.

Os estudos realizados pelo IPCC e pelas instituições nacionais como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Agência Nacional de Águas (ANA), Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Petróleo Brasileiro SA (PETROBRAS), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), além de outros estudos realizados por universidades e organizações não-governamentais indicam que as regiões situadas nos trópicos, como o Estado de São Paulo, são mais vulneráveis a variabilidade climática associada à precipitação e aos eventos sazonais relacionados ao aumento da temperatura. (MARENGO, 2007)

A variação na precipitação no Estado de São Paulo entre 1990 e 2000 teve uma redução em mm de chuva em comparação ao período de 1950 e 2000, de acordo com Dufek e Ambrizzi (2005).

No Estado de São Paulo, assim como no Brasil, as recentes mudanças climáticas, especialmente o aumento da temperatura previsto nos cenários A2 (mais pessimista) e B1 (mais otimista) afetam impactos no balanço hídrico, biodiversidade, extremos de chuva e seca, impactos na agricultura e na saúde humana. Nestas previsões, a maioria dos impactos é observada para ambos os cenários, o que varia é a extensão dos desastres.

Sistemas Socioeconômicos

De acordo com o IPCCa (2001), a evidência observada de impactos de mudanças regionais no clima dos sistemas socioeconômicos é muito mais escassa do que nos sistemas físicos e biológicos; e, metodologicamente, é muito mais difícil separar efeitos do clima de outros fatores, tais como a mudança tecnológica e o desenvolvimento econômico, dadas as complexidades destes sistemas.

As atividades socioeconômicas relacionadas à biodiversidade terrestre sofrerão diversos impactos, uma vez que a alteração da cadeia de atividades ambientais, que envolvem produção agrícola, controle de pragas, ecoturismo, entre outros, será diretamente afetada.

Hidrologia

Na Região Sudeste do Brasil, onde se localiza o Estado de São Paulo, há uma tendência ao aumento de chuvas intensas, mas irregulares, de até +120 mm/década. A irregularidade nas chuvas ocorrerá pela diminuição da umidade que circula da Amazônia, nos períodos mais secos para estas regiões. Entretanto, de modo geral, nos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro o índice pluviométrico tende a diminuir.

Estudos do IAC apontam (IAC, 2006 citado por PRELA, 2006) a deficiência hídrica anual observada na região de Campinas, SP, entre os anos de 1890 a 2005, vem aumentando. Destacam-se as severas secas, observadas em 1924, 1945 e 1964. Na década de 90, estas se tornaram mais frequentes, sem chegar à severidade observada nos casos citados.

As variações da evolução do clima sobre a vazão dos rios e recarga de aquíferos variam em função das precipitações projetadas, das propriedades físicas da região e da vegetação local (cobertura terrestre e uso do solo).

Cenários pessimistas (A2) relacionados à elevação da temperatura e associados às mudanças climáticas são aferidos para diferentes cidades do interior do Estado de São Paulo.

Estima-se uma tendência no aumento das vazões entre 2 e 30% nas bacias dos rios do Sudeste da América do Sul e na Bacia do Rio Paraná. Porém, as oscilações na temperatura da superfície do mar, nos oceanos Pacífico e Atlântico, sugerem associações entre vazões extremas e eventos climáticos oceânicos, a exemplo do El Niño.¹⁰ (MARENGO *et al*, 2007)

Agricultura

Os efeitos das alterações climáticas na agricultura estão associados ao aumento da temperatura, altas taxas de concentração de CO₂ na atmosfera e ao aumento na frequência de eventos climáticos extremos, que modificam os níveis de precipitação.

Os estudos desenvolvidos e publicados pelo IPCC, mapeando os impactos das mudanças climáticas na produtividade agrícola, apontam uma queda de 30% até 2080, na América Latina, afetando cerca de 50% das áreas aráveis, até 2050 devidos à salinização e à desertificação.

10. O fenômeno El Niño é caracterizado pelo fluxo de aquecimento da água associado com a flutuação e circulação da pressão da superfície intertropical nos oceanos Índico e Pacífico, chamado de Oscilação Sul. Possui grande impacto no vento, na temperatura da superfície do mar e nos padrões de precipitação no Pacífico Tropical.

No Brasil, as pesquisas simulando aumentos na temperatura entre 1 e 5,8 °C (projeção do IPCC, em 2007) identificaram riscos agroclimáticos em culturas como feijão, soja, algodão, arroz, milho e cana-de-açúcar, com reduções consideráveis em todas as culturas. (ASSAD, 2007)

O zoneamento agroclimático da cana-de-açúcar para o Estado de São Paulo, elaborado pela EMBRAPA, indica que variação da temperatura e da disponibilidade hídrica são condicionantes para áreas aptas à produção e expansão. Considerando um cenário de aumento de 3°C, grande parte do Estado de São Paulo estaria apta ao cultivo da cana-de-açúcar. Já com um aumento de 5 °C, a deficiência hídrica restringiria o cultivo principalmente no oeste paulista. (ASSAD, 2007)

O zoneamento agroclimático do milho, em solo médio, no Estado de São Paulo, foi elaborado com base nas condições atuais, com +1°C, com +3°C e com +5,8°C, sendo que todas as situações de elevação de temperatura contam com 15% de elevação na precipitação. Os dois últimos cenários, com +3°C e com +5,8°C, apontam para uma diminuição considerável das áreas aptas à cultura de milho. Já no cenário de +1°C, a área apta ao cultivo praticamente não se altera quando comparado à condição atual. (ASSAD, 2007)

As vulnerabilidades associadas à produção de café demonstram aumento na perda de aptidão de áreas antes cultiváveis devido à elevação da temperatura, especificamente no Sul-Sudeste. (ASSAD, 2007)

No Estado de São Paulo, as áreas aptas para cultivo do café diminuirão cerca de 10% para a condição de menor temperatura. Para as previsões de maior aumento, as áreas cultiváveis ficarão restritas a apenas 1,1%. Fenômeno semelhante ocorrerá em Minas Gerais e em Goiás, no Centro-Oeste, se tornará inviável a produção de tal cultura. (AMBRIZZI *et al*, 2007)

Abaixo, a Tabela 2 resume as áreas em km² de cultivo de café nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Goiás; e a estimativa de redução destas de acordo com a variação de temperatura prevista para os cenários futuros.

Variação Temperatura	São Paulo	Minas Gerais	Paraná	Goiás	Total	
	Km ²					%
Atual	248.209	586.528	199.315	340.087	1.374.139	
	188.887	445.174	140.317	130.593	904.971	65,8
+1,0°C	145.202	332.561	173.005	47.952	698.720	50,1
+3,0°C	75.455	139.007	132.945	34.009	381.414	27,7
+5,8°C	8.439	15.249	50.227	0	73.915	5,4

Tabela 2 – Áreas de café e estimativa de redução. Fonte: ASSAD, 2007.

Florestas

As evidências sugerem que os impactos esperados nas florestas, frente à mudança climática, segundo os pesquisadores do NAE, estejam relacionados:

- Às alterações nas taxas de crescimento, podendo aumentar ou diminuir de acordo com o clima atual, ser ou não um fator limitante de crescimento;
- A problemas quanto à regeneração de algumas espécies, devido à elevação da temperatura e no regime de queima de biomassa; graças ao aumento da frequência e extensão de incêndios devido ao aumento da temperatura e da redução da umidade;
- À degradação e perdas florestais provocadas pelas alterações fisiológicas e quantitativas nas espécies de insetos, correlacionadas aos problemas da saúde humana.

No Estado de São Paulo, a área coberta por florestas nativas caiu de 85%, em 1500, para 13%, em 2000. Cerca de 60% dos remanescentes de floresta nativa estão na Serra do Mar e no Vale do Ribeira. Destes, 50% estão em parques estaduais. (JOLLY, 2007)

Sobre a Amazônia, a interferência na circulação atmosférica (regime de ventos) e as alterações nos ciclos de precipitação elevada correlacionadas às áreas de temperatura elevada, como é o caso da região tropical, onde a Amazônia está inserida, distribui a energia resultante destas interações para as altitudes mais elevadas, transportando umidade para o Estado de São Paulo.

Desta forma, as alterações geradas na conexão climática entre a Amazônia e o Brasil Central e as anomalias ocorridas na Europa e em outros locais do hemisfério sul são evidenciadas pelas modificações na transposição do calor gerado na região. Assim, pode-se prever que futuros impactos, principalmente na precipitação e no transporte de água na Bacia do Prata¹¹, afetarão a hidrologia dos países que a compõem. (DIAS, 2007)

Ecosistemas terrestres

Os ecossistemas terrestres estão sujeitos a inúmeras conturbações, como as mudanças no uso do solo, ciclagem de nutrientes, poluição, uso agrícola, introdução de novas espécies (exóticas ou geneticamente modificadas), além da variabilidade climática natural, a qual está predisposta.

A ecologia prediz diferentes tipos de impactos e adaptações dos ecossistemas em relação à mudança do clima. Isso reflete, também, nas respostas que as espécies de plantas e animais enfrentarão, de acordo com as alterações estruturais e dinâmicas, das quais serão acometidas, que incluem migrações, alterações físicas e biológicas de nichos ecológicos, evoluções genéticas, redução no número de espécies ou extinção, mudanças na reprodução, entre outros. (IPCCc, 2001)

Os impactos das mudanças climáticas estão diretamente ligados à distribuição das espécies e aos seus nichos ecológicos, o que possibilita uma avaliação do impacto que espécies vegetais e animais têm sobre o clima.

11. A Bacia do Prata ou Platina é constituída pelas sub-bacias dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai, drenando áreas do Brasil, Argentina, Paraguai, Uruguai e Bolívia. Apresenta o maior aproveitamento hidrelétrico do Brasil e abriga as Usinas de Itaipu e Porto Primavera.

As espécies ameaçadas de extinção são mais vulneráveis às pressões e impactos que a mudança no clima pode trazer, outrora, sem adaptação as espécies que atualmente já se encontram criticamente ameaçadas poderão extinguir-se nas próximas décadas. (NAE, 2005)

Ecosistemas oceânicos e zonas costeiras

Em zonas costeiras e em ecossistemas oceânicos há uma evidência das mudanças nos sistemas físicos e biológicos associada com as tendências regionais do clima, especialmente relacionados ao aumento da temperatura atmosférica. Entretanto, separar das questões de ecossistemas oceânicos a variabilidade causada por fenômenos climáticos extremos, como o El Niño, das mudanças climáticas regionais é um desafio. (IPCCb, 2001)

Os impactos globais nos sistemas físicos de zonas costeiras relacionam-se às tendências de aquecimento regional e incluem associações com o derretimento das geleiras, elevação dos níveis dos mares em consequência da expansão térmica da água e erosão na costa litorânea.

Segundo o IPCCa (2007), na Tabela 3, observações feitas de 1961 a 2003 demonstram que os oceanos têm absorvido mais de 80% do calor acrescido ao sistema climático. Estas constatações apontam um aumento do nível do mar, do século XIX para o século XX. Entre 1961 a 2003, o nível do mar global aumentou em média 1,8 mm, por ano. De 1993 a 2003 o aumento calculado foi de 3,1 mm por ano, o que evidencia uma taxa mais rápida de aumento do que no período analisado anteriormente. Estima-se que o aumento do nível do mar até o final deste século varie de 9 a 88 cm, de acordo com variações no aumento da temperatura nos cenários previstos. (IPCCa, 2007)

Fontes de elevação do nível do mar	1961 a 2003	1993 a 2003
Expansão térmica	0,42 ± 0,12	1,60 ± 0,50
Geleiras e calotas de gelo	0,50 ± 0,18	0,77 ± 0,22
Mantos de gelo da Groenlândia	0,05 ± 0,12	0,21 ± 0,07
Mantos de gelo da Antártica	0,14 ± 0,41	0,21 ± 0,35
Soma das contribuições individuais do clima à elevação do nível do mar	1,10 ± 0,50	2,80 ± 0,70
Total da elevação do nível do mar observada	1,80 ± 0,50	3,10 ± 0,70
Diferença (Observada menos a Soma das contribuições do clima estimadas)	0,70 ± 0,70	0,30 ± 1,00

Tabela 3 – Taxa de elevação do nível do mar (mm/ano). Fonte: IPCCa, 2007.

Nos últimos 50 anos, foi observada uma tendência de aumento no nível do mar brasileiro de 40cm/século ou 4mm/ano. Variáveis como a expansão térmica provocada pelo aquecimento global e pelo aumento na intensidade dos ventos. Estes aumentos podem provocar uma elevação de até 20mm na água da costa brasileira, principalmente nas capitais Rio de Janeiro, Fortaleza, Recife, Salvador e Belém. (MARENGO *et al*, 2007)

As mais antigas medições do nível do mar na costa do Estado de São Paulo indicam um aumento de até 40mm nos anos entre 1950 e 2000. (MESQUITA, 2007)

Atualmente, como se observa na Tabela 4, cerca de 25% da população brasileira vive na zona costeira e, de acordo com o IPCCa (2007), estima-se que o aumento do nível dos oceanos varia entre 18 a 59 centímetros, chegando até a 1,4 metro com o degelo da Groenlândia e da Antártica, até o final do século.

Desta forma, esta população torna-se ameaçada e, dependendo da intensidade e magnitude das áreas afetadas, o número de refugiados ambientais pelos efeitos da elevação do nível do mar na costa brasileira incidirá sobre o aumento da migração para as metrópoles do país, ocasionando problemas relacionados à infraestrutura e economia.

Caso	Mudanças de temperatura (°C em 2090-2099 relativa a 1980-1999) ^a		Elevação do nível do mar (m em 2090-2099 relativa a 1980-1999)
	Melhor Estimativa	Faixa provável	Faixa com base em modelo excluindo-se as futuras mudanças dinâmicas rápidas no fluxo de gelo
Concentrações constantes do ano 2000 ^b	0,6	0,3 - 0,9	NA
Cenário B1	1,8	1,1 - 2,9	0,18 - 0,38
Cenário A1T	2,4	1,4 - 3,8	0,20 - 0,45
Cenário B2	2,4	1,4 - 3,8	0,20 - 0,43
Cenário A1B	2,8	1,7 - 4,4	0,21 - 0,48
Cenário A1F1	3,4	2,0 - 5,4	0,23 - 0,51
Cenário B	4,0	2,4 - 6,4	0,26 - 0,59

Observações da tabela

^a – Essas estimativas são avaliadas a partir de uma hierarquia de modelos que abrangem um modelo climático simples, vários EMICs (Earth Models of Intermediate Complexity – Modelos do Sistema Terrestre de Complexidade Intermediária) e um grande número de AOGCMs (Atmosphere – Ocean Global Circulation Models – Modelos de Circulação Geral da Atmosfera – Oceano).

^b – A composição constante do ano 2000 é derivada apenas a partir das AOGCMs.

Tabela 4 - Aquecimento global e da elevação do nível do mar. Fonte: IPCCa, 2007

No Estado de São Paulo, a tendência do aumento do nível do mar afetará a zona costeira do estado, incluindo as áreas de mangue, que serão submersas e a intrusão salina nos recursos de água doce, o que provocará a extinção de inúmeras espécies que se utilizam destes habitats para desenvolvimento e reprodução.

As projeções também indicam que, com o aumento das concentrações atmosféricas de CO₂, conseqüentemente, ocorrerá um aumento na acidificação do oceano, o que ao longo do século XXI reduzirá o pH da superfície oceânica entre 0,14 e 0,35. (IPCCa, 2007)

Nos recifes de corais do estado de São Paulo, ainda não há evidências científicas que correlacionem o aquecimento global ao fenômeno de branqueamento.¹² Porém na década de 90 observou-se a ocorrência do fenômeno associado ao aumento da temperatura da água pelo El Niño. (MARENGO *et al*, 2007)

As mudanças na circulação atmosférica associadas às alterações na temperatura das correntes marítimas contribuirão para o aumento da frequência e intensidade de ressacas na costa brasileira. No litoral do Estado de São Paulo, os processos erosivos apresentam-se de forma localizada, como resultado da interação da posição geográfica, com a interação da dinâmica dos sistemas costeiros internos à costa e pela intensidade das ondas geradas pelos sistemas meteorológicos. Entretanto, com a variação climática, há maior vulnerabilidade ao aumento da ocorrência destes processos devido às mudanças climáticas.

12. O branqueamento de corais: ocorre quando as algas que compõem estes organismos são expelidas em resposta a algum estresse, que pode ser causado por poluição, sedimentação ou ciclos de aquecimento natural das águas oceânicas.

Saúde humana

As tendências nos climas regionais afetam diretamente a saúde das populações que residem nas áreas vulneráveis às mudanças climáticas. Tais tendências refletem os efeitos das mudanças no clima e mostram que as causas dos impactos à saúde estão atreladas a diferentes contextos, como condições socioeconômicas, demográficas e ambientais.



Figura 6.1 - Impactos das mudanças climáticas na saúde humana

No Brasil, assim como no Estado de São Paulo, os problemas na saúde pública associados às consequências do aquecimento global relacionam-se, principalmente, às alterações na distribuição de doenças e ao aumento de epidemias, como resultados do aumento na poluição do ar, maior número de enchentes, deslizamentos, aumento de temperatura, mudanças no ciclo da água e nos ecossistemas.

A vulnerabilidade associada a eventos climáticos extremos e seus efeitos, principalmente aqueles associados ao El Niño, demonstram que doenças como malária, dengue, cólera, febre amarela, encefalite e outras infecções de veiculação hídrica serão severamente intensificadas, assim como o aumento da mortalidade em razão deste aumento.

Os problemas de saúde pública também podem aumentar nas regiões com grandes aglomerações urbanas, como a Região Metropolitana de São Paulo, Campinas e Santos, em decorrência da ocupação desordenada do solo, da alta densidade populacional, dos problemas de infraestrutura e saneamento, potencializando a expansão de agentes de doenças infecciosas e a distribuição de vetores, devido ao aumento de temperatura.

Energia, indústrias e assentamentos humanos

Segundo o IPCCb (2007), as associações entre os impactos relacionados à energia, às indústrias e aos assentamentos humanos variam em função do local e escala dos impactos. Conclui-se que os maiores efeitos negativos estão relacionados à maior mudança do clima.

A população com menos recursos financeiros tende a ser mais vulnerável e tem menor capacidade de adaptação aos impactos das mudanças climáticas, além de ser mais dependente dos recursos (água e alimentos) diretamente ligados à sensibilidade climática.

Globalmente, o IPCCb (2007) projeta para estes setores uma série de impactos, dentre os quais pode-se associar aos que ocorrerão no Brasil e no Estado de São Paulo:

- Redução da demanda de energia para aquecimento, devido à frequência de dias e noites mais quentes;
- Aumento da demanda por refrigeração;
- Queda na qualidade do ar nas cidades;
- Efeitos no turismo de inverno, relacionado às áreas suscetíveis à elevação de temperatura;
- Redução na qualidade de vida dos habitantes das áreas mais quentes, que não possuem acomodações adequadas;
- Maior impacto nos idosos, bebês e pobres, com a maior incidência de ondas de calor;
- Com o aumento da precipitação e inundações: ruptura e deslocamento de assentamentos humanos, baixas econômicas no comércio, alterações e problemas no sistema de transporte e impactos nas infraestruturas urbanas e rurais;
- Com o aumento da temperatura e seca: falta de água para abastecimento dos assentamentos e indústrias, redução no potencial de geração de energia elétrica e aumento na migração populacional;
- Com o aumento da frequência de eventos climáticos extremos: danos econômicos, ambientais e sociais nas áreas afetadas por inundações e ventos fortes, retirada da cobertura de riscos em áreas vulneráveis pelas seguradoras privadas e aumento na migração populacional;
- Com o aumento do nível do mar: elevação nos custos para proteção das zonas costeiras, em oposição aos custos para realocação do uso da terra, impactos e adaptação na infraestrutura e migração populacional.

Em escala global, a geração de energia, que atualmente utiliza tecnologias que contribuem em larga escala para a intensificação na concentração de CO₂, graças à matriz energética adotada empregando petróleo, gás natural e carvão mineral, necessitaria ter suas emissões atuais reduzidas em, no mínimo, 60% para que, até 2050, as concentrações atmosféricas se estabilizem em níveis inferiores a 550 ppm (STERN, 2006).

O Brasil e o Estado de São Paulo possuem matriz de geração de eletricidade baseada em hidroeletricidade, considerada mais limpa pela contribuição menor ao efeito estufa¹³. Porém, o impacto socioambiental nas áreas de instalação das hidroelétricas no país, devido às extensas áreas alagadas e às perdas de biodiversidade vegetal e animal, impulsionam a adesão de novas fontes de energia mais limpas, renováveis e com menor impacto ambiental.

Eventos climáticos extremos

Definem-se como eventos climáticos extremos as anomalias em relação à climatologia em diferentes escalas de tempo, que variam de dias a milênios, tendo como relevantes considerações espaciais e temporais. (MARENGO *et al*, 2007)

A maioria dos impactos relacionados aos eventos climáticos extremos é caracterizada quando tais impactos atingem algum nível crítico e afetam o desempenho ou comportamento de um sistema físico ou biológico. (IPCCa, 2001)

As avaliações da ocorrência de eventos extremos são norteadas por uma série de incertezas, visto que há um número limitado de dados históricos para basear as estatísticas e probabilidade de frequência dos mesmos.

Segundo os cenários brasileiros, aponta-se maior frequência e intensidade nos eventos extremos de curta duração, associados ao

13. As hidrelétricas contribuem para o efeito estufa, pois há liberação de CO₂ pela decomposição acima da água de árvores mortas e de CH₄ da decomposição da vegetação inicial e das macrofitas, sendo mais altas durante os primeiros anos depois do enchimento de um reservatório. (FEARNSIDE, 2004)

aquecimento global como: secas, chuvas intensas, ondas de frio ou de calor, vendavais, furacões, inundações e ressacas. (MARENGO *et al*, 2007)

Conseqüentemente, haverá o aumento da vulnerabilidade dos impactos na população, nos setores econômicos e na biodiversidade, na medida em que a variabilidade climática e a ocorrência de eventos climáticos, antes não observados, se intensificarem.

No Brasil e no Estado de São Paulo, tem-se observado uma tendência maior de noites e dias quentes, atingindo um percentual de 35% no início deste século, contra 5% na década de 1950. Enquanto as tendências de dias e noites frios apresentam decréscimo de frequência, variando de 25 a 30% na década de 1970 e atingindo variação de 5 a 10%, entre 2001 e 2002. (MARENGO *et al*, 2007)

Um período extremo de seca nas regiões Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste, durante o verão de 2001, reduziu o nível dos reservatórios a, aproximadamente, apenas 5% da capacidade total de armazenamento de água, gerando uma crise energética e econômica (o “Apagão”) com o racionamento e cortes de energia, ocasionados pela baixa produtividade das hidrelétricas que suprem a demanda destas regiões e que atingiu, principalmente, as cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Fortaleza e Brasília. (MARENGO *et al*, 2007)

Eventos climáticos como o furacão Catarina, que atingiu a costa sul do Brasil em março de 2004, e considerado possivelmente como o primeiro furacão do Atlântico Sul, também são possíveis efeitos do aquecimento global. Entretanto, ainda existem incertezas no meio científico quanto à confiabilidade na associação do aumento da frequência e na intensidade dos furacões estarem relacionadas às mudanças climáticas. (MARENGO *et al*, 2007)

O furacão Catarina foi formado a partir da combinação das altas temperaturas na superfície do Atlântico Sul subtropical e da associação com uma situação meteorológica chamada de bloqueio atmosférico intenso na média-alta troposfera, onde os ventos são mais fracos em

altitude. Na região de formação do Catarina, houve uma concentração de alta pressão estacionária, que propiciou a condição para a formação do furacão com o desvio dos ventos mais intensos para o sul e a formação de ventos moderados na média e alta troposfera.

Projeções feitas para o cenário pessimista A2 indicam que, para a segunda metade do século XXI, com o aumento da temperatura nas águas dos oceanos há maior probabilidade de desenvolvimento de ciclones extratropicais¹⁴ no Atlântico Sul, nas regiões próximas à formação do Catarina.

Anomalias climáticas destes tipos no país também estão condicionadas as ocorrências do fenômeno El Niño; entretanto, nos registros recentes, a associação entre o aumento exacerbado da temperatura do ar e do oceano à alteração na circulação atmosférica são as causas mais favoráveis para a formação destes eventos.

Mitigação

A mitigação consiste na adoção de medidas para evitar ou reduzir as emissões de GEE por meio da implementação de políticas e instrumentos que fomentem a promoção do desenvolvimento sustentável, mudanças nos processos produtivos e no setor energético, com a adoção de tecnologias mais limpas e eficientes.

Atualmente, a concentração do CO₂ é de, aproximadamente, 430ppm e, até 2030, com a adoção de medidas de mitigação macroeconômicas de menor custo, que destinem anualmente cerca de 1% do PIB (Produto Interno Bruto)¹⁵ global, esta concentração pode estabilizar entre 445 a 535 ppm. (IPCC, 2007)

14. Ciclones extratropicais são sistemas de ar de baixa pressão, que retiram sua energia das diferenças de temperatura entre as várias camadas da atmosfera. Possuem diâmetro da ordem de milhares de quilômetros e têm seus ventos mais fortes próximos à tropopausa, camada da atmosfera a mais ou menos 12 km da superfície. (INPE)

15. Indicador da macroeconomia para mensurar a atividade econômica de uma região. É quantificado pela soma em valores monetários de todos os bens e serviços finais produzidos em uma determinada região e período de tempo.

Os custos de mitigação dependem de investimentos de recursos financeiros, onde, entre outros aspectos, são considerados os custos de implementação e transação, distribuição dos impactos, avaliação de diferentes GEE, os benefícios da mudança do clima evitada, as alterações no uso da terra e análise dos impactos e benefícios que não são quantificáveis monetariamente.

Segundo o IPCCc (2007), o “potencial de mitigação”, conceito desenvolvido para avaliar a escala das reduções de GEE que podem ser feitas em relação às linhas de base das emissões, relaciona-se com o preço do carbono (tCO_2 equivalente evitada ou reduzida) e diferenciado dentro dos estudos de potencial de mercado e potencial econômico, onde:

- Potencial de mercado: baseados nos custos e taxas de desconto privadas, que refletem a perspectiva dos consumidores e empresas, são utilizados para informar o potencial de mitigação perante as políticas e barreiras existentes;
- Potencial econômico: contabiliza os custos e benefícios sociais e as taxas de descontos sociais, que refletem os pontos de vista da sociedade e possuem taxas mais baixas que as dos investidores privados. Ao ser estimado, geralmente, é maior que o potencial de mercado, pois demonstra o que se pode alcançar com a adoção de novas políticas para remover barreiras e com a inserção dos custos e benefícios sociais.

Ao que se refere às opções para a mitigação das emissões brasileiras e do Estado de São Paulo, a associação entre ações políticas e deliberativas sobre as possíveis soluções ou estratégias que devem ser adotadas para evitar as consequências da variabilidade climática, inserem-se:

a. *No suprimento:*

- Substituição de combustível: de combustíveis fósseis para biocombustíveis (cana-de-açúcar, soja, mamona, etc.) ou renováveis;
- Aumento na eficiência energética com adoção de tecnologias mais limpas;
- Intensificação no uso de energias alternativas de fontes renováveis (biomassa, eólica ou solar);
- Sumidouros de carbono;

b. *Na demanda:*

- Transporte;
- Em construções comerciais e industriais;
- Em processos industriais.

c. *No uso da terra, mudanças no uso da terra e florestas:*

- Florestamento, reflorestamento e redução da taxa de desflorestamento;
- Melhoria no manejo de florestas e áreas agricultáveis;

d. *Na gestão de resíduos.*

Algumas estratégias de mitigação podem beneficiar os setores que são mais vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas, a exemplo da redução nos problemas de saúde e da produtividade de alimentos; redução dos impactos ambientais negativos (emissão de poluentes atmosféricos, contaminação do solo e aquíferos); proteção, manutenção e aumento da cobertura vegetal; incentivo à redução da cobrança de impostos ao utilizar-se de práticas tecnológicas e sustentáveis que mitiguem a emissão de GEE, entre outros.

De acordo com Schaeffer (2007), economicamente, sobre um cenário mais otimista, destinar 3% do PIB global, até 2030, para a mitigação e adaptação com o desenvolvimento de tecnologias que visem à redução de emissões, evitará o enfrentamento de danos ambientais, sociais e econômicos mais graves sem agravar ou alterar a economia local de forma considerável, conforme a figura abaixo:

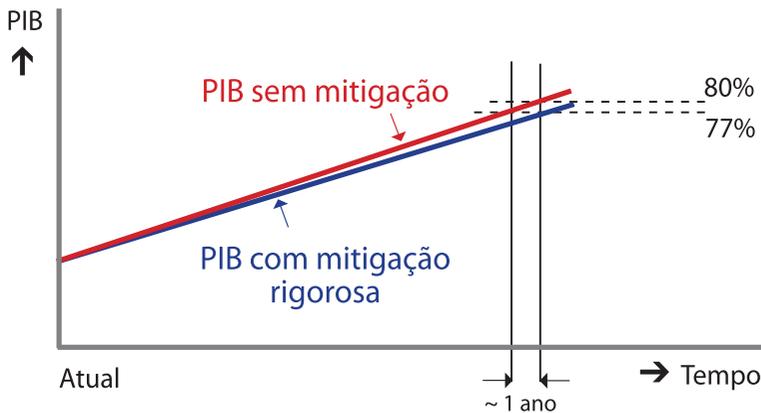


Figura 7 - Alterações no PIB. Fonte: SCHAEFFER, 2007.
Obs.: Valores de referência sugeridos.

Vulnerabilidade

A metodologia de estudo das vulnerabilidades associadas às mudanças climáticas leva em conta as alterações de temperatura mínima, média e máxima, ao longo do tempo, e o aumento das concentrações de GEE na atmosfera.

A presença de fatores causais múltiplos também fomenta as análises das mudanças regionais e os impactos. Os estudos procuram analisar a junção de diversos fatores para explicitar, quando possível, as contribuições naturais ou antropogênicas nas conclusões das associações nas técnicas e amostragem dos estudos. (IPCCa, 2001)

A vulnerabilidade¹⁶ dos sistemas e os possíveis impactos observados estão diretamente ligados às estratégias de adaptação ou mitigação que deverão ser implementadas a curto, médio e longo prazo para enfrentar os efeitos das mudanças do clima.

O desenvolvimento destas estratégias está diretamente ligado aos cenários de previsões utilizados, pois a necessidade de prever-se a trajetória futura das emissões de GEE depende de ações socioambientais e econômicas, além de representarem imperfeitamente as ações e reações da natureza frente às emissões projetadas.

No início de 2007, em muitas regiões, a frequência e intensidade das chuvas provocaram uma série de danos como enchentes, deslizamentos, desmoronamentos, aumento de doenças de veiculação hídrica, déficit nas produções agrícolas, entre outras, servindo como ressalva a inquestionável vulnerabilidade à questão climática.

É essencial a adoção de medidas para desenvolver a capacidade de adaptação nas regiões que serão afetadas pela mudança do clima, assim como minimizar os impactos e os custos das estratégias a serem desenvolvidas. A instauração da questão da alteração climática deve ser inserida nas políticas ambientais e de desenvolvimento, de forma que a vulnerabilidade de cada região seja avaliada e integrada a uma proposta de adaptação aos problemas.

Para tanto, o desenvolvimento de pesquisas e a proposição de soluções por órgãos governamentais e privados, universidades e organizações não governamentais especializadas, nos temas que têm predisposição de ser inseridos no contexto dos estudos e trabalhos sobre adaptação e mitigação, necessitam ser incentivados e acelerados frente à rapidez dos acontecimentos e, conseqüentemente, frente às perdas sociais, econômicas e ambientais agregadas.

16. O IPCC define vulnerabilidade como "o grau de suscetibilidade de um sistema aos efeitos adversos da mudança climática, ou sua incapacidade de administrar esses efeitos, incluindo variabilidade climática ou extremos (...)". IPCC, 2001.

Segundo os relatórios do IPCC publicados em 2007, há evidências crescentes que a adaptação das atividades humanas às mudanças climáticas já está sendo implementada desde a apresentação dos últimos relatórios, em 2001, a exemplo de projetos de infraestrutura de defesa costeira em ilhas nos países onde há um alto grau de certeza da ocorrência de impactos com a elevação do nível do mar, além da adoção de políticas e estratégias para a gestão dos recursos hídricos e das ondas de calor em países europeus.

Entretanto, segundo Nobre (2007):

“Estudos recentes indicam que, ao contrário da maioria das atividades humanas, ecossistemas naturais não apresentam grande capacidade de adaptação (ou bem-sucedida migração em resposta) à magnitude das mudanças climáticas, se estas ocorrerem no curto intervalo de décadas. Estes podem normalmente migrar ou se adaptar a mudanças climáticas que ocorram na escala de muitos séculos a milênios. A seguir, são descritas medidas de adaptação e redução de vulnerabilidade que podem ser adotadas:

i. Agricultura

- Melhoramento genético com o desenvolvimento de variedades resistentes a altas temperaturas, secas e inundações;
- Introdução de novas culturas;
- Utilização de técnicas que otimizem e utilizem sequestro de carbono no solo, aliadas à agricultura sustentável.

ii. Florestas

- Redução do desmatamento para diminuir as emissões de GEE.
Aumento do florestamento e reflorestamento.

iii. Biodiversidade

- Desenvolvimento de estudos das vulnerabilidades e impactos aplicados aos cenários e modelos existentes para determinado tipo de espécie, para criação de um acervo de dados biológicos precisos;
- Informatização dos sistemas; desenvolvimento científico e tecnológico que permitirá a adoção de padrões e avanços na troca de informações globais.

iv. Zonas costeiras

- Estabelecimento de limites cartográficos entre partes territoriais emersas e oceânicas;
- Fazer projeções de níveis extremos de variação do nível do mar ao longo do tempo, em toda a costa brasileira;
- Realização de medições sistemáticas anuais da variação do nível do mar.

v. Energia

- Eficiência energética;
- Energias renováveis;
- Avanços técnicos, econômicos e regulatórios para o desenvolvimento de captura e armazenamento geológico e carbono.

vi. Transportes

- Adoção de medidas de eficiência técnica;
- Uso de biocombustíveis;
- Alterações nas tecnologias e modelos utilizados;
- Aumento da eficiência no setor de aviação.
- Co-benefícios: redução nos tráfego, saúde associada à qualidade do ar e segurança energética.

vii. Edificações

- Eficiência energética com redução nos custos;
- Melhoria nos sistemas de iluminação e resfriamento;
- Reformulação nas tecnologias de eletrodomésticos, de modo a torná-los mais eficientes com menos consumo de energia.

viii. Indústrias

- Implementação de indústrias energo-eficientes, ou seja, que adotem medidas de maior eficiência energética;
- Desenvolvimento de produtos eco-eficientes;
- Busca por certificações ambientais acerca de seus processos produtivos;
- Elaboração de inventários de emissão de GEE e incentivos a medidas de redução de emissões.

ix. Resíduos

- Tratamento e disposição adequada;
- Minimização de resíduos, reutilização e reciclagem;
- Recuperação e uso energético do biogás." (NOBRE, 2007)

Também são consideradas estratégias de adaptação o aprimoramento nos estudos e desenvolvimento de tecnologias pela geo-engenharia, a exemplo da fertilização dos oceanos e bloqueio de parte da radiação solar incidente na Terra.

Adaptação

As possíveis respostas de adaptação existentes envolvem uma observação sistemática, que permeia desde novas tecnologias, implantação de gestão e políticas, até mudanças comportamentais.

A adaptação aos impactos das mudanças climáticas, em alguns casos, é a única resposta possível e adequada de como enfrentar o problema, uma vez que as emissões de GEE no século anterior estimam um aquecimento inevitável da temperatura. Mesmo com a estabilização da concentração atmosférica destes gases, o aumento da temperatura ainda não seria evitado. (STERN, 2006)

Algumas das tecnologias e estratégias já são usuais, entretanto, para a maior parte há uma série de fatores que determinam a viabilidade de implantação ou, até mesmo, a possível eficácia na redução das emissões, que se terá ao longo do tempo. Além disso, barreiras ambientais, econômicas, sociais e comportamentais podem inviabilizar as medidas de adaptação.

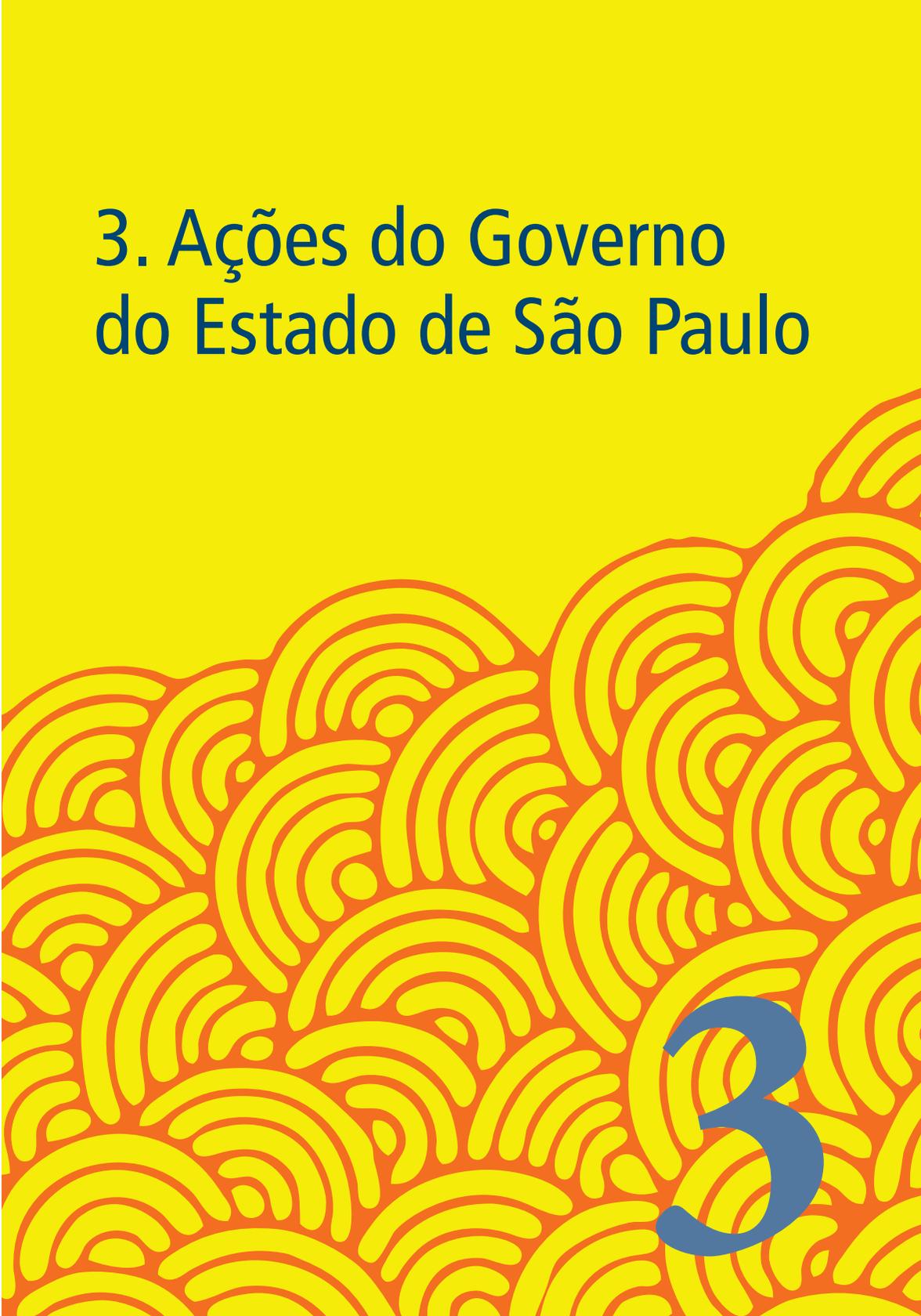
Fatores não relacionados ao clima podem aumentar a vulnerabilidade e também reduzir a capacidade de adaptação à mudança do clima, por causa da alocação de recursos e outras necessidades, como riscos climáticos atuais, acesso desigual a recursos, alimentos, tendências econômicas, conflitos sociais e incidências de doenças. (IPCCb, 2007)

Estimar o potencial das mudanças climáticas tem como finalidade analisar a vulnerabilidade e os riscos frente a essas alterações, definir critérios e a capacidade adaptativa aos impactos. Um exemplo claro é a agravante dos extremos climáticos, como as enchentes causadas pelo aumento da frequência de chuvas intensas e vendavais, que podem gerar graves consequências econômicas e sociais.

Segundo Stern (2006), os elementos de uma política global eficaz, que atenda a demanda de adaptação, envolvem:

- Fixação do preço do carbono mediante impostos, do comércio ou de regulamentos;
- Política de apoio à inovação e a utilização de tecnologias de baixo carbono;
- Ação para remover as barreiras à eficácia energética; e
- Informar, educar e persuadir a população sobre o que podem fazer para contribuir com as respostas às alterações climáticas.

3. Ações do Governo do Estado de São Paulo



3

Energias Renováveis

Energias renováveis são inexauríveis, inesgotáveis, por definição e são uma das melhores formas de mitigar emissões de gases de efeito estufa. São Paulo é uma referência mundial em energias renováveis, especialmente por conta do etanol da cana-de-açúcar e da hidroeletricidade.

A frota “flex” roda quase que exclusivamente com esse combustível. O parque gerador de energia elétrica estadual é predominante hidroelétrico, com forte expansão da termogeração a bagaço. Essas tecnologias são fortes indutores de estratégias de mitigação de emissões de gases, que causam o aumento do efeito estufa. O uso de álcool (etanol) misturado com a gasolina (formando o “gasool”) já gerou uma economia de 6,8 milhões de toneladas de dióxido de carbono (tCO₂) nas emissões do Estado de São Paulo, em 2003. O uso do etanol, cujo preço é menor que o da gasolina, também diminuiu o custo do combustível ao consumidor e reduziu a poluição atmosférica local, nas regiões onde o combustível é usado, especialmente em termos de material particulado e enxofre. Durante o período de 1980 a 2007, as emissões evitadas no Estado de São Paulo pelo uso de etanol chegaram a 108 milhões de tCO₂¹⁷. No transporte público, está em estudo a utilização do álcool como combustível. Além disso, é forte em São Paulo a presença da eletricidade gerada por bagaço de cana: São Paulo possui cerca de 12% de sua capacidade instalada com esse combustível. São 1,7 GW de capacidade instalada (em 146 usinas), podendo atingir 2,2 GW em 2013, com a atual tecnologia e até 4,9 GW com a recuperação da palha. Outra prática no campo da energia é a conversão do lixo em energia.

Em 2007, São Paulo produziu quase 1 milhão de toneladas de emissões de metano, provindas de resíduos sólidos municipais e tratamento de esgotos, o que representa, aproximadamente, 2% das emissões totais do Brasil. Isso equivale a uma média de 11kg CH₄ por pessoa, por ano. Embora os serviços de coleta de lixo alcancem 95 % da população das regiões urbanas, há ainda a disposição inadequada do lixo em áreas abertas,

17. Balanço Energético do Estado de São Paulo, www.energia.sp.gov.br.

agravando, assim, as emissões de metano provindas da sua decomposição. O reaproveitamento do metano dos aterros sanitários pode gerar energia elétrica, reduzindo a demanda por fontes fósseis, convertendo o metano em gás carbônico e contribuindo para mitigar o aquecimento global. Se o estado atingir o potencial total na geração de energia retirada dos lixões, isso representará uma redução de emissões de, aproximadamente, 12 milhões de tCO₂ equivalente, com uma potência de 0,3 GW.

O Mecanismo para o Desenvolvimento Limpo - MDL possibilita aportar recursos pela venda de créditos de carbono. Um desses projetos, o Aterro Bandeirantes, tem potência instalada de 20 MW, podendo gerar uma economia de 16 milhões de tCO₂, entre 2004 e 2024. Para apoiar a bioenergia, o Governo paulista criou, em 2007, uma Comissão Especial para priorizar investimentos e balizar políticas públicas de transporte, desenvolvimento, meio ambiente e pesquisa tecnológica¹⁸.

Transportes

Na Região Metropolitana de São Paulo foi implantado um Programa Integrado de Transportes Urbanos (PITU), projetado para aumentar a mobilidade e a proporção de uso dos transportes públicos, como ônibus, trem e metrô¹⁹. A política de transportes segue um planejamento contínuo e de longo prazo e todo o conjunto é consolidado no Plano de Transportes do Estado de São Paulo, visando um sistema de transportes integrado, que possa aumentar a mobilidade, acessibilidade e economia de combustível. Os projetos visam o equilíbrio social, ambiental e econômico do transporte sustentável, garantindo qualidade²⁰. O Plano de Expansão do Transporte Metropolitano é o maior projeto de transporte público já realizado no

18. Secretaria de Desenvolvimento, 2008, Bioenergia no Estado de São Paulo, http://www.desenvolvimento.sp.gov.br/noticias/files/livro_bioenergia.pdf

19. Secretaria de Transportes Metropolitanos, 2009, PITU, <http://www.pitu.stm.sp.gov.br/>

20. Secretaria de Transportes Metropolitanos, 2009, PDDT, <http://www.transportes.sp.gov.br/v20/pddt.asp>

Brasil: até 2010, o Governo do Estado de São Paulo investirá R\$ 20 bilhões no transporte metropolitano sobre trilhos. Um dos principais objetivos é quadruplicar o número de linhas com qualidade de metrô, dos atuais 61,3 km para 240 km, sendo 160 km de linhas da CPTM.

Um mecanismo importante de transporte no Estado são as hidrovias e ferrovias. O sistema hidroviário Tietê-Paraná possui 2.400 km de vias navegáveis de Piracicaba e Conchas (ambos em São Paulo) até Goiás e Minas Gerais (ao norte) e Mato Grosso do Sul, Paraná e Paraguai (ao sul), transformando este modal em uma alternativa econômica e ambiental para o transporte de cargas²¹.

Rodovias de qualidade reduzem o tempo gasto em viagens e o consumo de combustível, em relação a estradas mal conservadas. Hoje, a malha rodoviária do Estado possui 22 mil km e o investimento em rodovias é uma das prioridades do Governo. O Rodoanel Mário Covas vem sendo e será uma importante obra de infraestrutura para o Estado. Construído em torno da Região Metropolitana de São Paulo, com o objetivo de aliviar o intenso tráfego, sobretudo de caminhões, terá um importante papel para as questões climáticas. Hoje, mais de 1,1 milhão de veículos chegam à cidade de São Paulo todos os dias, vindos de vários pontos do país. Desses veículos, 300 mil estão de passagem e, entre eles, 19 mil caminhões. A obra vai evitar que esses veículos pesados, bem como automóveis de passagem, transitem por dentro da cidade, diminuindo os congestionamentos e reduzindo a emissão de gases causadores do efeito estufa. No total, terá 175 km de extensão. O trecho oeste já está concluído e o trecho sul está em fase de construção²². Outra ação importante é a recuperação de 15 mil km de estradas vicinais, por meio dos Programas Pró-Vicinais e de Pavimentação²³.

21. Secretaria de Transportes Metropolitanos, 2009, Hidrovia, <http://www.transportes.sp.gov.br/v20/hidrovia.asp>

22. Secretaria dos Transportes, 2009, Rodoanel, <http://www.transportes.sp.gov.br/v20/rodoanel.asp>

23. Governo do Estado de São Paulo, 2009, Pró-Vicinais, <http://www.saopaulo.sp.gov.br/acoes/rodovias/pro-vicinais/>

Programas estaduais relacionados às mudanças climáticas

Desde 1995, São Paulo tem o PROCLIMA - Programa Estadual de Mudanças Climáticas - coordenado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), com o enfoque na disseminação de informações e na capacitação de agentes para boas práticas de redução e prevenção de emissões de gases de efeito estufa. Apoiado por diversas entidades nacionais e internacionais, o PROCLIMA realiza fóruns de debates (ao vivo e virtuais), seminários, "workshops", além da publicação de informativos²⁴. Mais de 12.000 pessoas recebem informações frequentes sobre legislação ambiental, treinamentos, eventos realizados sobre os temas em destaque²⁵. Dentro do PROCLIMA, o Programa Biogás (2007) visa o fomento da recuperação e uso energético do biogás gerado pela decomposição, em aterros, da matéria orgânica dos resíduos e do tratamento de efluentes. Uma das prioridades deste programa é a criação de uma rede nacional de inventários de gases de efeito estufa, no setor de resíduos, estando sob a coordenação da CETESB a parte que trata do metano gerado por resíduos sólidos e estações de tratamento de efluentes. O Programa Biogás é um programa de computador que avalia a viabilidade da recuperação e uso energético do biogás de estações de tratamento anaeróbio de esgotos e de aterros sanitários²⁶.

Além disso, o PROCLIMA executa trabalhos conjuntos com o Governo Federal e o IPCC, principalmente nas áreas de inventários e aprimoramento de metodologias e atua na divulgação e na implementação dos acordos internacionais relativos ao tema²⁷. Especialistas da CETESB e da SMA (Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo) compõem o conjunto

24. http://homologa.ambiente.sp.gov.br/proclima/cursos_seminarios/cursos.asp

<http://www.ambiente.sp.gov.br/prozonesp/albeventos/albeventos.htm>

25. Acesso à informações para participar das nossas listas eletrônicas: ozonio@cetesbnet.sp.gov.br

<http://br.groups.yahoo.com/group/rededeinventario/>

<http://www.ambiente.sp.gov.br/prozonesp/default.asp>

26. <http://homologa.ambiente.sp.gov.br/biogas/software.asp>

27. Cetesb, 2009, PROCLIMA, <http://www.ambiente.sp.gov.br/proclima/default.asp>

de profissionais e instituições que apóiam a produção científica do IPCC e participaram ativamente nos grupos de trabalho do Painel, nos setores de Energia e Resíduos. O PROCLIMA, coordenado pela CETESB e o projeto “Biogás” já contaram com o apoio do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) e do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), para participar na Comunicação Nacional Brasileira à Convenção das Nações Unidas para Mudanças Climáticas (nome em português da UNFCCC), da qual o país é signatário. Além deles, o Banco Mundial e o governo britânico já fizeram parcerias com a CETESB para o desenvolvimento de projetos relacionados ao apoio às ações de mitigação das emissões de gases de efeito estufa.

Pesquisa científica e tecnológica

Em 2007, a pesquisa paulista definiu como linha específica de atuação o aquecimento global, focando em estudos dos efeitos das mudanças climáticas e dos poluentes aéreos sobre os seres vivos. Quando se pensa na conservação e no manejo de biomas com elevada biodiversidade, como a Mata Atlântica e o Cerrado, entender como as diferentes espécies vegetais respondem às mudanças climáticas é de extrema relevância, colaborando para a definição de estratégias para a mitigação dos impactos causados pelas crescentes concentrações de gás carbônico na atmosfera.

O conhecimento científico desse tema é prioridade nos projetos de diversas instituições de pesquisa. A FAPESP, pelo Programa FAPESP de Pesquisa em Bioenergia (BIOEN), tem estimulado e articulado atividades de pesquisa e desenvolvimento utilizando laboratórios acadêmicos e industriais para promover o avanço do conhecimento e sua aplicação em áreas relacionadas à produção de Bioenergia no Brasil²⁸. O Programa

28. FAPESP, 2009, <http://www.fapesp.br/materia/3254/pesquisa-para-inovacao/programa-fapesp-de-pesquisa-em-bioenergia-bioen.htm>

de Pesquisas em Caracterização, Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade do Estado de São Paulo (Biota-FAPESP), desde 1999, vem trabalhando para conhecer, mapear e analisar a biodiversidade do Estado de São Paulo, incluindo a fauna, a flora e os micro-organismos, além de avaliar as possibilidades de exploração sustentável de plantas ou de animais com potencial econômico, subsidiando a formulação de políticas de conservação dos remanescentes florestais. Aproximadamente 160 pesquisadores, entre biólogos, agrônomos, engenheiros florestais, entre outros, de universidades públicas e privadas e de institutos de pesquisa participaram deste processo. Este trabalho resultou na elaboração de 27 (vinte e sete) mapas temáticos e três mapas-síntese para estabelecer a conectividade de remanescentes florestais, permitindo, assim, o fluxo gênico e o incremento da biodiversidade, associada à conservação da cobertura vegetal²⁹.

Controle da queima da palha da cana-de-açúcar

No interior do Estado de São Paulo, a questão das queimadas é trabalhada em parceria com o setor sucroalcooleiro, com a meta de reduzir a queima da cana-de-açúcar, associada à produção do etanol sustentável, também uma fonte de energia renovável. O Brasil é o maior exportador mundial de açúcar e etanol. São cerca de 400 usinas processadoras, mais de mil indústrias de suporte, 70 mil fornecedores de cana-de-açúcar e geração de quase um milhão de empregos diretos. O faturamento do setor sucroenergético, em 2007-2008, foi de R\$ 42 bilhões e as exportações superaram US\$ 6 bilhões (quinto lugar no ranking nacional). O setor situa-se hoje na quarta posição entre os maiores investidores do país: entre 2005 e 2008, foram US\$ 20 bilhões e nos próximos quatro anos estão previstos

29. Biota-Fapesp, 2009, <http://www.biota.org.br/>

investimentos adicionais de mais de US\$ 30 bilhões. Hoje, a cana-de-açúcar ocupa uma área de 4,8 milhões de hectares no território paulista, representando 36% do Valor de Produção Agropecuária do Estado³⁰. Dos R\$ 31,8 bilhões da produção agropecuária, na safra 2007/2008 do Estado, cerca de R\$ 24 bilhões são da produção da cana-de-açúcar.

A atuação do Governo do Estado foi a proposição do Protocolo Agroambiental do setor Sucroalcooleiro, com diretrizes técnicas ambientais a serem implementadas pelas Unidades Agroindustriais aderentes, sendo muitas delas mais restritivas que a legislação ambiental aplicável no Estado de São Paulo³¹. Com a adesão de 90% do parque industrial paulista, os resultados da mobilização do setor sucroalcooleiro podem ser avaliados na safra 2007/2008, onde apesar de um aumento de 548 mil hectares na área colhida, houve uma diminuição de 109 mil hectares na área queimada e um aumento de 657 mil hectares de cana crua colhida. Na safra 2008/2009, houve uma diminuição de 25 mil hectares queimados, atingindo um total de 49%, em relação à área total, sem queima, que no início de 2007 era equivalente a 34%.

Recuperação da cobertura vegetal

As plantas absorvem o carbono atmosférico por meio da fotossíntese, transformando-o em biomassa e, desse modo, sequestrando carbono. Os resultados obtidos nos estudos sugerem que o sequestro de carbono é maior quando uma floresta é regenerada (com um grande conjunto de espécies) do que se cada uma das espécies for cultivada separadamente. Esta constatação é muito importante, pois indica que basta seguirmos o caminho que a natureza nos mostra, para que possamos colaborar e

30. Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 2008

31. Secretaria do Meio Ambiente, 2009, Projeto Etanol Verde, <http://www.ambiente.sp.gov.br/etanolverde>

32. Potenciais de seqüestro de carbono (acúmulo de biomassa no corpo da planta) de espécies pioneiras, secundárias iniciais e secundárias tardias na Mata Atlântica (adaptado de Buckeridge, M.S., Aidar, M.P.M., Silva, E.A. e Martinez, C.A. 2008. Respostas de Plantas às Mudanças Climáticas Globais. In: Marcos Silveira Buckeridge. (Org.). *Biologia & Mudanças Climáticas no Brasil*. 1 ed. São Carlos: Rima Editora, p. 77-91.)

intensificar o combate ao efeito estufa³². Nesse sentido, há diversas ações em curso, focadas na redução do desmatamento e na ampliação da cobertura vegetal. Os resultados de desmatamento e as autorizações de supressão de vegetação, somados ao de recuperação de mata ciliar, mostram que o Estado de São Paulo está invertendo a curva, com recuperação da cobertura vegetal estadual.

São Paulo conta com fragmentos florestais significativos de sua flora original, que somam 3,5 milhões de hectares, correspondendo a 13,94%³³ de sua superfície. Cerca de 25% desta área está protegida na forma de Unidade de Conservação administrada pelo poder público, estando o restante sob domínio do setor privado³⁴.

Some-se a isso o potencial de reflorestamento no Estado, de até 1 milhão de hectares de matas ciliares. Se esse potencial for atingindo inteiramente, isso reduzirá as emissões dos gases causadores do efeito estufa em 180 milhões de tCO₂, num período de 20 anos, por meio do sequestro de carbono, e, ao mesmo tempo, propiciará benefícios de preservação dos ecossistemas desses mananciais, melhorando a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos. Em parceria com o Banco Mundial e o GEF – Fundo Mundial para o Meio Ambiente, está em fase de implementação o Programa de Recuperação de Mata Ciliar, formulado a partir de iniciativas existentes para a recuperação de áreas agrícolas, que visa à restauração da vegetação ciliar como uma estratégia para a restauração das funções, estabilidade e serviços dos ecossistemas, incluindo o sequestro de carbono e o controle do carreamento de sedimentos e consequente assoreamento de corpos d'água³⁵.

Atuando paralelamente com os setores econômicos, a Secretaria do Meio Ambiente trabalha com o objetivo de proteger e recuperar a cobertura vegetal em áreas privadas. E para contabilizar as áreas

33. Inventário Florestal, 2009, www.if.sp.gov.br

34. Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo, Governo do Estado de São Paulo, 2008.

35. Secretaria do Meio Ambiente, 2009, Projeto Mata Ciliar, <http://www.ambiente.sp.gov.br/mataciliar>

interditadas e em recuperação de mata ciliar, foi instituído o cadastro das áreas ciliares do Estado. A meta era atingir, até 2010, 400 mil hectares. Em 2008, foram cadastrados e comprometidos 240 mil hectares, sendo 140 mil do setor sucroalcooleiro, resultado do Protocolo Agroambiental. Os proprietários rurais, com áreas maiores que 2 mil ha, se comprometeram com a recuperação de 57 mil ha, as empresas hidroelétricas com 21,5 mil hectares e o setor de papel e celulose com 21 mil hectares. Esses são avanços importantes numa atuação conjunta com os setores econômicos. Estes dados mostram-se mais significativos ainda quando comparados com os dados autorizados de supressão de vegetação do Estado de São Paulo.

Compras públicas sustentáveis

O consumo desenfreado é uma das principais causas da degradação ambiental. Contudo, apesar de tal percepção já ser bastante generalizada, são necessários instrumentos para utilizar o poder de compra dos agentes econômicos como forma de preservação do meio ambiente, de respeito à qualidade de vida individual e coletiva e de desenvolvimento justo da sociedade. O Estado de São Paulo, por meio de mudanças na legislação e de parcerias com os municípios, está utilizando seu poder de compra por meio de um processo de sustentabilidade em suas compras e contratações. Dentre as normas aplicáveis às licitações, o Decreto nº. 50.170/2005 instituiu o Selo Socioambiental, a ser concedido a determinados materiais e serviços que atenderem a, pelo menos, um dos critérios socioambientais, dentre eles, a economia no consumo de água (como em torneiras de fechamento automático) e de energia (aparelhos e eletrodomésticos que contenham o Selo PROCEL). Foi publicado, ainda, o Decreto Estadual nº. 53.336/2008, que criou o “Programa Estadual de Contratações Públicas Sustentáveis”, que

capacitará servidores envolvidos nos processos de compras e contratações dos órgãos e entidades governamentais, indicando-se aos mesmos os caminhos a serem observados para a implementação da sustentabilidade nos processos de aquisição de bens e contratação de serviços, mediante a inclusão de critérios socioambientais nos editais.

Construção civil sustentável

Numa atuação conjunta com os principais órgãos e instituições atrelados à construção civil, a partir de 2008 foram feitos acordos visando à construção sustentável, que ocorre a partir da otimização da iluminação e da ventilação natural, do uso preferencial de energias renováveis e da utilização de equipamentos projetados para consumir menos e que permitem a redução do consumo de energia. Os principais agentes que hoje estão trabalhando neste sentido são a CDHU - Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano, além de outras obras públicas, o SECOVI - Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais de São Paulo, SINDUSCON - Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo. O Protocolo da Construção Civil Sustentável, assinado pelo Governo do Estado e pelo setor produtivo, uniu esforços dos envolvidos numa agenda sustentável a partir da definição de critérios socioambientais desde a concepção de projetos até a implementação dos mesmos. O foco deste trabalho é atuar tanto na diminuição do consumo de recursos naturais como a geração de resíduos e emissão de gases causadores do efeito estufa. Consoante a esta atuação, o Estado busca reconhecer as melhores práticas de mercado e divulgá-las, capacitando o corpo técnico de engenheiros e arquitetos para as obras e serviços de engenharia.

Controle da venda de madeira ilegal e proteção da Amazônia pelo Estado de São Paulo

Visando a redução do consumo de madeira, São Paulo foi o primeiro Estado não amazônico a adotar medidas em defesa da floresta. Uma ação importante foi a intensificação da vigilância na entrada de madeira ilegal da Amazônia, cercando as rodovias, em operações da Polícia Militar Ambiental, e fiscalizando as madeireiras que comercializam no atacado, exigindo-se o cumprimento da legislação ambiental. Em 2008, foi instituído o CadMadeira - Cadastro Estadual da Madeireiras Paulistas, que atesta com um selo verde - Madeira Legal - as empresas que comercializam legalmente a madeira de origem Amazônica, divulgando-as para a sociedade, com o objetivo de incentivar o consumo sustentável. A partir de junho de 2009, o próprio governo, ao consumir madeira nativa, deverá consultar se a empresa está legalizada no CadMadeira³⁶.

Planejamento: cenários e avaliação estratégica

Não basta mudar de atitude com relação ao que já é conhecido, é necessário atuar com planejamento, antecipando-se às mudanças que estão por vir. Como instrumento de planejamento, a elaboração de cenários ambientais para o ano de 2020 é fundamental para romper com cenários hostis e buscar o investimento naquelas que repercutam em cenários desejáveis. Tal prospecção é possível à partir da análise do comportamento de diversas variáveis: população, urbanização e principais atividades econômicas potencialmente poluidoras sobre os recursos hídricos, o ar, a biodiversidade, os recursos naturais e geradores de resíduos sólidos, visando analisar a influência do aquecimento global sobre o meio ambiente paulista, permitindo a proposição de políticas públicas de mitigação e adaptação, e, desta forma, subsidiando os Planos Plurianuais e a Política de

36. Secretaria do Meio Ambiente, 2009, CadMadeira, www.ambiente.sp.gov.br

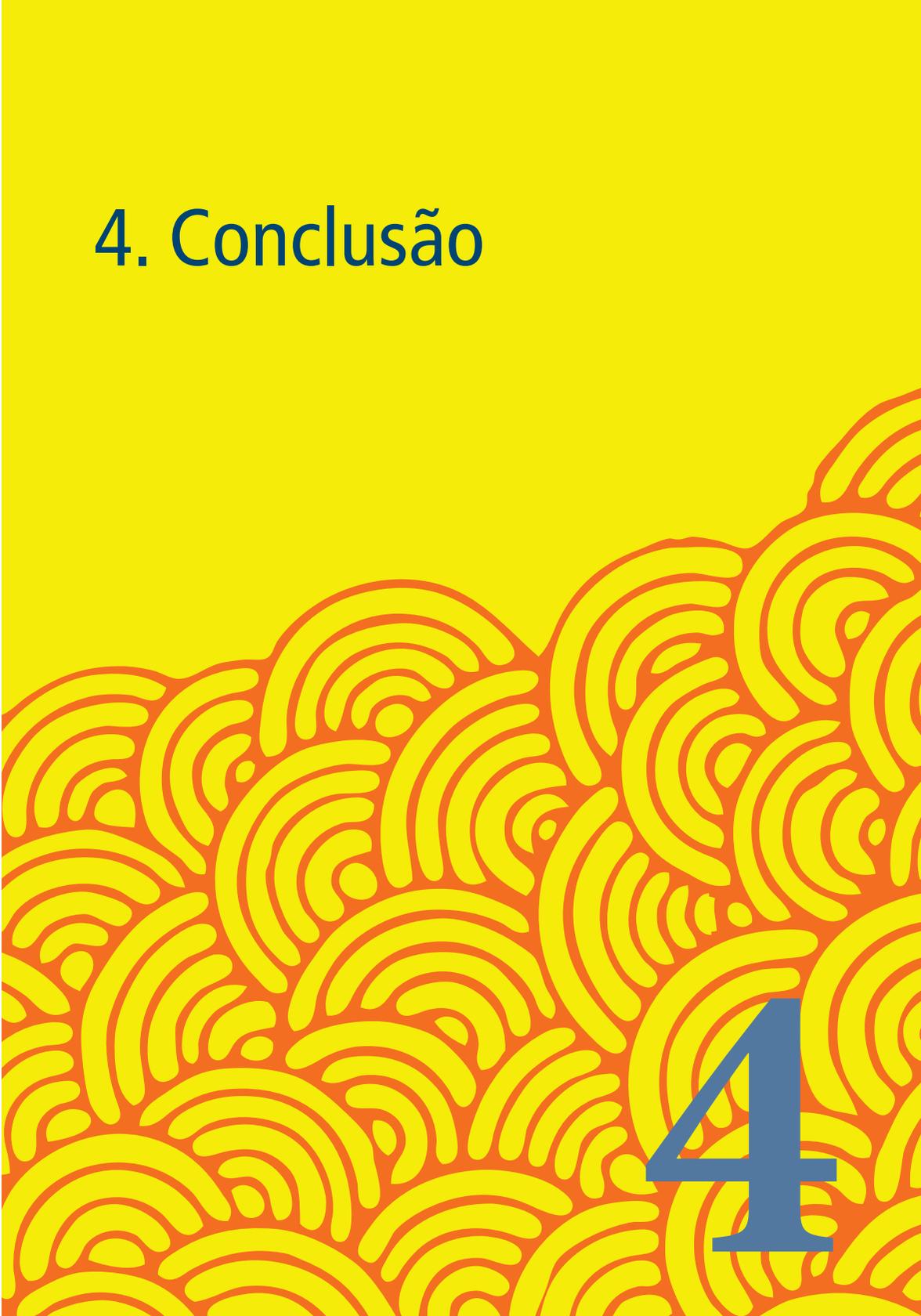
Mudanças Climáticas no Estado. Este trabalho contou com a participação de mais de 5.200 pessoas, dentre elas professores, doutores e mestres, além de especialistas da área ambiental.

Outro instrumento de planejamento que foi definido na estratégia de trabalho é a Avaliação Ambiental Estratégica - AAE de política, planos e programas - PPP, com o objetivo de planejar, segundo critérios socioambientais – e não meramente econômicos. Como produto deste trabalho, tem-se o subsídio ao empreendedor, seja o setor privado ou o próprio Estado, de elementos na condução dos trabalhos de licenciamento ambiental. Mas, o grande fruto deste trabalho são as recomendações ao empreendedor, ao governo estadual e às prefeituras municipais na adoção de políticas que mitiguem e compensem os impactos cumulativos e sinérgicos oriundos do objeto em estudo. Hoje, está em andamento a AAE das atividades relacionadas à exploração do petróleo na camada pré-sal e, como área de influência direta, estuda-se o litoral paulista, as atividades portuárias, a indústria naval e “offshore”, bem como suas respectivas cadeias produtivas. A próxima etapa é a avaliação do setor de transportes e da matriz energética.

Outras ações do Governo

Estão em curso duas novas proposições com reflexos climáticos diretos e indiretos: a inspeção ambiental veicular estadual, que colabora para a redução da poluição atmosférica nos grandes centros urbanos, e a proposição de uma política estadual de pagamento por serviços ambientais, com o objetivo de incentivar a manutenção e a ampliação da oferta de serviços ecossistêmicos, devendo ser implementada por meio de Programas Estaduais ou Municipais, nas modalidades “proteção, conservação e melhoria da qualidade e da disponibilidade de recursos hídricos” e “conservação da biodiversidade e da paisagem e sequestro de carbono”.

4. Conclusão



4

Todos serão afetados pelas alterações climáticas. Entretanto, os mais vulneráveis – os residentes em países subdesenvolvidos e as populações mais pobres – serão os primeiros a sofrer e com maior intensidade, embora tenham sido os menores contribuintes para as causas das mudanças do clima. Os países desenvolvidos, maiores responsáveis pelas alterações climáticas, são os que possuem maior capacidade de adaptação e de se proteger do problema.

O desafio de lidar com a mudança do clima realça uma importante questão de equidade, onde as responsabilidades são comuns, porém diferenciadas e a demanda que gere as estratégias de desenvolvimento a curto, médio e longo prazo dos países não deve limitar as aspirações de desenvolvimento para as nações mais pobres.

As mudanças climáticas afetarão os elementos básicos da vida da população do Estado de São Paulo – acesso à água, produção de alimentos, saúde e ambiente. Os impactos atingirão milhares de pessoas, que poderão sofrer com a escassez na produção de alimentos, falta de água, inundações costeiras e enchentes, à medida que o aquecimento global se intensifica.

O Estado de São Paulo é vulnerável às mudanças do clima e, portanto, é essencial uma ação rápida e rigorosa. Os resultados apresentados nos últimos relatórios do IPCC e as pesquisas brasileiras mostram que ainda não há uma idéia exata de quais são as mudanças climáticas mais significativas para o país e que este não as monitora da forma que deveria. Mesmo com os estudos desenvolvidos até o momento, são poucas as considerações reais sobre os impactos regionais, se comparados às pesquisas, levantamentos e monitoramentos realizados no resto do mundo.

Visto que as alterações climáticas são uma questão global, há a necessidade de uma resposta internacional baseada em esforços e ações nacionais, regionais e internacionais. As ações deverão ser fundamentadas numa visão partilhada dos objetivos a atingir em longo prazo e num acordo sobre as perspectivas futuras, que acelerarão as ações nas próximas décadas.

Há a necessidade de integração das questões associadas às mudanças climáticas, nas políticas ambientais e de desenvolvimento, de modo que as ações governamentais ajudem a enfrentar o problema e avaliar a vulnerabilidade regional e nacional. Além disso, propor medidas rigorosas de mitigação das emissões e adaptação aos impactos, objetivando desenvolver soluções, resistência aos problemas e a minimização dos custos.

Os custos para a adoção de medidas de mitigação e adaptação não estão sendo divididos entre os setores em ações de cooperação ou investimento internacional. Mesmo sendo as nações desenvolvidas os maiores contribuintes para o problema, com suas altas taxas de emissão ao longo dos anos, os países em desenvolvimento e, no caso, o Brasil, não devem deixar de implementar ações para conter as mudanças e os impactos previstos.

Para o Estado de São Paulo, a adoção de tecnologias de baixa emissão, atrelada aos projetos de contenção do desmatamento, aumento e conservação da cobertura vegetal, criam oportunidades para a abertura de novos mercados econômicos e inserção do país nos já existentes (Mecanismos de Flexibilização) dentro do contexto climático, sem desestruturar as metas de desenvolvimento econômico e social do país.

Dentre os resultados e objetivos nacionais sobre a formulação de estratégias que tratem da vulnerabilidade e adaptação aos impactos das mudanças do clima, deve-se incluir:

- Definição das necessidades futuras e aprofundamentos de temas e questões que concernem ao tema;
- Elaboração de temas prioritários nacionais, com caráter participativo e envolvimento dos “stakeholders”;
- Proposição de políticas públicas que considerem a visão sistêmica da área de mudança do clima;

- Identificação de oportunidades de desenvolvimento econômico e social para o país, associadas ao MDL e demais disposições do Protocolo de Quioto;
- Implementação das Políticas Nacional e Estadual de Mudança do Clima.

Os estudos sobre a vulnerabilidade climática brasileira devem concentrar-se nas atividades mais sensíveis aos aumentos da temperatura e seus impactos: gerenciamento de recursos hídricos, ecossistemas, atividades agrícolas e propagação de doenças, onde deverão ser abordadas as possíveis mudanças na frequência de ocorrência de extremos climáticos, como secas, tempestades severas e inundações. A interdisciplinaridade nos estudos se faz necessária a fim de que se possam desenhar estratégias, tanto de mitigação quanto de adaptação, eficazes para enfrentar mudanças adversas do clima.

A questão da vulnerabilidade e adaptação deve ser tratada de maneira pragmática, inclusive com o desenvolvimento de modelos que levem em conta as necessidades dos países em desenvolvimento. É crucial a participação de técnicos e cientistas, bem como o fortalecimento das instituições e centros de pesquisa do país.

Na agricultura, os estudos sobre adaptação devem ser intensificados, bem como a disseminação de práticas agrícolas sustentáveis com o aumento da produtividade e a redução na emissão de GEE nas regiões que já estão sofrendo com as anomalias climáticas. Nas áreas condicionadas aos impactos mais severos, a expansão da agricultura deve ser estruturada sobre novas diretrizes no zoneamento agrícola, que otimizem a ocupação de áreas já desmatadas, não ameaçando novos biomas.

Os planos e ações de combate à desertificação no Semi-Árido devem ser implementados e integrados à Política Nacional de Mudanças Climáticas, sendo esta atrelada a outras para que haja investimento em infraestrutura, saneamento e subsídios agrícolas.

Os investimentos e a infraestrutura do sistema de saúde necessitam atentar para a tendência no aumento de doenças infecto-contagiosas, bem como a redistribuição geográfica de doenças ocasionadas pelas temperaturas extremas ou chuvas intensas.

A migração populacional, em consequência dos impactos causados pela variação climática, poderá transformar milhares de habitantes em “refugiados do clima” até a metade deste século, devido à elevação do nível do mar nas zonas costeiras, aos extremos de seca e inundações no país.

O Estado de São Paulo deve intensificar os esforços para enfrentar os impactos das mudanças climáticas e, para tanto, deve investir e incentivar as pesquisas sobre vulnerabilidade, medidas de adaptação e disseminação do conhecimento. Informar, educar e persuadir a população sobre o que cada um pode fazer para contribuir com as respostas às alterações climáticas e informá-la sobre as causas e consequências do aquecimento global deve estar presente nas metas das novas políticas ambientais e sociais que permeiam o problema.

Para o Estado de São Paulo, a implantação destes elementos em suas políticas de adaptação pode fomentar o financiamento intra e internacional, com vistas a apoiar o melhoramento da informação regional sobre os impactos das mudanças climáticas, além de:

- Incentivar a pesquisa a curto, médio e longo prazo;
- Desenvolver tecnologias agrícolas, de infraestrutura, de energia, no setor de transportes, indústrias e na comunicação;
- Aprimorar os modelos de previsão climática hoje utilizados;
- Inserir medidas de adaptação no planejamento do uso da terra e nos projetos de infraestrutura;
- Inserir medidas de redução da vulnerabilidade nas estratégias de redução dos riscos e desastres, entre outros.

O acesso e a disseminação de informação sobre o que está acontecendo e as previsões futuras a respeito da variabilidade climática, em conjunto com a promoção de programas educativos e treinamentos podem desempenhar um papel positivo nas mudanças comportamentais, no estilo de vida e padrões de consumo da população brasileira, o que pode vir a contribuir com uma economia de baixo uso de carbono sustentável.

O planejamento urbano direcionado à gestão da demanda de transporte e ao fornecimento de informações e técnicas educacionais pode auxiliar na mitigação dos GEE com a redução no uso de automóveis e a otimização no trajeto de deslocamento.

A criação de políticas e instrumentos para a mitigação e adaptação da mudança do clima, pelo governo, diante das circunstâncias nacionais, devem determinar a integração de políticas climáticas com políticas mais amplas e de desenvolvimento, além de impor regulamentações, padrões e taxas para que tais políticas sejam implementadas.

Deve-se propor a criação de mecanismos financeiros que viabilizem e incentivem acordos, para que as medidas propostas sejam efetivas e que corroborem para a mudança comportamental, institucional, política e desenvolvimento do país.

5. Referências



5

REFERÊNCIAS

AMBRIZZI, T., ROCHA, R., MARENGO J, A. I. PISNITCHENKO, L. ALVES, FERNADEZ, J. P. **Cenários regionalizados de clima no Brasil para o Século XXI: Projeções de clima usando três modelos regionais. Relatório 3**, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS – SBF, DIRETORIA DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – DCBio Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade – Sub projeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Brasília, 2007.

ARTAXO, Paulo. A Amazônia e as Mudanças Globais. **Ciência Hoje**, 224. 20-25. 2006.

ASSAD, Eduardo D. **Mudanças Climáticas e Zoneamento Agrícola**. Embrapa Informática Agropecuária. Palestra proferida no seminário “Impactos das Mudanças Climáticas e Cenários no Estado de São Paulo” realizado pela SMA/ CETESB em junho de 2007. São Paulo: 2007.

BIDERMAN, Rachel. **Introdução à mudança climática global: desafios atuais e futuros**. São Paulo: IPAM e Observatório do Clima, 2004.

(CETESB) Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Apresenta imagens e informações sobre mudanças climáticas**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/proclima>>. Acesso em 20 março 2007.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. A **Agenda 21**. Brasília: Senado Federal, Secretaria de Edições Técnicas, 1996. 585 p. ISBN: 85-7018-129-9.

CONVENÇÃO SOBRE MUDANÇA DO CLIMA. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia. DIAS, Pedro L. S. **Mudanças Climáticas: incertezas científicas, riscos e oportunidades.** Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo – IAG/USP. Palestra proferida no seminário “Mudanças Climáticas: São Paulo e o relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC)” realizado pela SMA/CETESB em fevereiro de 2007. São Paulo: 2007.

FEARNSIDE, Philip M. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams: Controversies provide a springboard for rethinking a supposedly “clean” energy source. **Climatic Change** (no prelo), 2004.

(FBMC) FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Mudanças Climáticas – Guia de Informação.** Brasília: Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, 2002. _____ . **Protocolo de Kyoto: O Brasil em Apoio ao Planeta.** Brasília: Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, 2001. _____ . **Os Acordos de Marraqueche.** Brasília: Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, 2002.

FONSECA, Á. O. L.; GAZANI, F. H. R.; SANTOS, S. V. A.; **Mudanças Climáticas/ Efeito Estufa, Implementação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no Brasil.** (Monografia) Especialização em Direito Ambiental - Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. 170p.

GOLDEMBERG, José. **Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1998.

(IPCC) INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 1994: Radioactive Forcing of Climate Change and na Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios.** IPCC, 1994.

_____ a. **Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.**

Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, 2001.

_____ b. **Climate Change 2001: Mitigation.** Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, 2001.

_____ c. **Climate Change 2001: Synthesis Report.** Contribution of Working Group I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, 2001.

_____ a. **Climate Change 2007: The Physical Science Basics.** Summary for Policymakers. Working Group I Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report. IPCC, 2007.

_____ b. **Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.** Summary for Policymakers. Working Group II Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report. IPCC, 2007.

_____ c. **Climate Change 2007: Mitigation.** Summary for Policymakers. Working Group III Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report. IPCC, 2007.

_____. **Climate Change and Biodiversity.** IPCC Technical Paper V. IPCC, 2002.

_____. **Special Reports: Emissions Scenarios.** Summary for Policymakers. A Special Reports of IPCC Working Group III to the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, 2000.

_____. **Mudança do Clima 1995: A Ciência da Mudança do Clima.** Sumário para Formuladores de Políticas e Sumário Técnico do Relatório do Grupo de Trabalho I - produzido a partir do relatório detalhado do Grupo I do IPCC. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000.

_____. **Freshwater resources and their management. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change,** by Kundzewicz, Z.W., L.J. Mata, N.W. Arnell, P. Döll, P. Kabat, B. Jiménez, K.A. Miller, T. Oki, Z. Sen and I.A. Shiklomanov; M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 173-210.

MANZONI, Mario. **Critérios de Sustentabilidade para Projetos de MDL no Brasil**. São Paulo: IPAM e Observatório do Clima, 2004.

MARENGO, José A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: MMA, 2006. 212 p. Série Biodiversidade, v. 26. ISBN 85-7738-038-6

MARENGO José A. **Caracterização do clima no Século XX e Cenários Climáticos no Brasil e na América do Sul para o Século XXI derivados dos Modelos Globais de Clima do IPCC, Relatório 1**, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS – SBF, DIRETORIA DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – DCBio Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade - Sub projeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Brasília, 2007.

MARENGO, J. A., ALVES, L., VALVERDE, M., ROCHA, R., LABORBE, R. **Eventos extremos em cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul para o Século XXI: Projeções de clima futuro usando três modelos regionais. Relatório 5**. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS – SBF, DIRETORIA DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – DCBio Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade - Sub projeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Brasília, 2007.

MARENGO, José A.; NOBRE, Carlos A.; SALATI, Enéas. **Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade. Sub projeto: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Sumário Técnico**. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE

- MMA, SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS – SBF, DIRETORIA DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – DCBio Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade - Sub projeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Brasília, 2007.

MESQUITA, Afranio R. **Nível do Mar no Estado de São Paulo**. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo - IO/USP. Palestra proferida no seminário “Impactos das Mudanças Climáticas e Cenários no Estado de São Paulo” realizado pela SMA/CETESB em junho de 2007. São Paulo: 2007.

(MCT) MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Apresenta informações sobre Mudança do Clima**. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/clima>>. Acesso em 30 jan. 2006.

(NAE) NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Mudança do Clima**, Vol. I: Negociações internacionais sobre a mudança de clima; vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança de clima. Cadernos NAE, Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica. NAE-SECOM 2005. Brasília, 250 p.

NOBRE, C. A, SALAZAR, L. F. OYAMA, M., E. **Mudanças Climáticas e Alterações nos Biomas da América do Sul até 2100. Relatório 6**, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS – SBF, DIRETORIA DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – DCBio Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade – Sub projeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Brasília, 2007.

OBREGON, G., MARENGO J, A. **Caracterização do clima do Século XX no Brasil: Tendências de chuvas e temperaturas médias e extremas. Relatório 2**, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS – SBF, DIRETORIA DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – DCBio Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade - Sub projeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Brasília, 2007.

PRELA, A., Palestra apresentada pela professora em seminário de ocorrido em 21 de novembro de 2006, em Assis, SP.

PROTOCOLO DE QUIOTO à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia.

SALATI, E., CAMPANHOL, T., VILLA NOVA, N. **Tendências das Variações Climáticas para o Brasil no Século XX e Balanços Hídricos para Cenários Climáticos para o Século XXI. Relatório 4**, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS – SBF, DIRETORIA DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – DCBio Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade – Sub projeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Brasília, 2007.

SALDIVA, Paulo H. N., BRAGA, Alfério L. F. **Impactos das Mudanças Climáticas na Saúde Humana**. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – FM/ USP. Palestra proferida no seminário “Impactos das Mudanças Climáticas e Cenários no Estado de São Paulo” realizado pela SMA/CETESB em junho de 2007. São Paulo: 2007.

SANQUETTA, Carlos Roberto e ZILIO, Marco A. **Carbono: Ciência e Mercado Global**. Curitiba, Brasil: Universidade Federal do Paraná e Instituto EcoPlan, 2004.

SCHAEFFER, Roberto. **Mitigação das Mudanças Climáticas: Resultados do Relatório III do IPCC**. Programa de Planejamento Energético da Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE/UFRJ. Palestra proferida no seminário “Impactos das Mudanças Climáticas e Cenários no Estado de São Paulo” realizado pela SMA/CETESB em junho de 2007. São Paulo: 2007.

STERN, Nicholas. **Stern Review Report on the Economics of Climate Change. The Stern Review**. Cambridge University, UK, 2006. 712 p. ISBN-13: 9780521700801

(UNFCCC) UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. **Apresenta informações sobre a Convenção-Quadro sobre Mudanças Climáticas**. Disponível em: <www.unfccc.int>. Acesso em 30 nov. 2006. _____ . Kyoto Protocol Reference Manual on Accounting of Emissions and Assigned Amounts. UNFCCC, 2007.

(WHO) WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Climate Change and Human Health: risks and responses**. Geneva, 2003.

FICHA TÉCNICA

Cadernos de Educação Ambiental

Coordenação Geral

Maria de Lourdes Rocha Freire

Caderno Mudanças Climáticas

Autoria

Rafaela Di Fonzo Oliveira

João Wagner Silva Alves

Colaboração Técnica

Ana Paula Yoshimochi

Marta Pereira Militão da Silva

Roberta Buendia Sabbagh

Marina Balestero dos Santos

Oswaldo Lucon

Revisão de Texto

Denise Scabin Pereira

Projeto Gráfico

Vera Severo

Diagramação

QU4TRO ARQUITETOS

CTP, Impressão e Acabamento

Imprensa Oficial do Estado de São Paulo

Secretaria do Estado do Meio Ambiente

Av. Prof. Frederico Hermann Jr. 345

São Paulo 05459 900 São Paulo

tel. 11 3133 3000

www.ambiente.sp.gov.br

Disque Ambiente 0800 11 3560

978-85-86624-81-0



9 788586 624568

SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE



GOVERNO DE
SÃO PAULO