

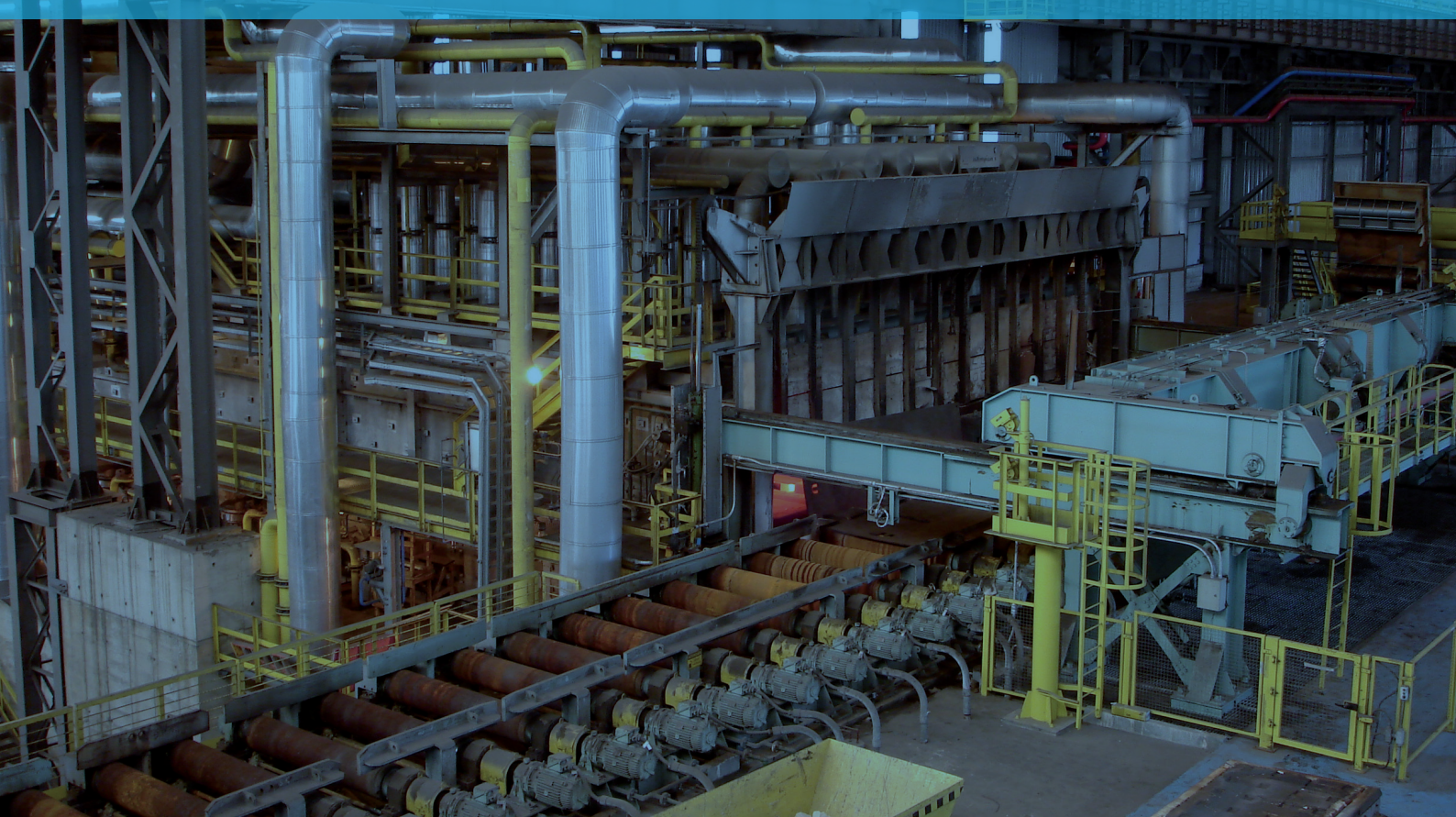
1º INVENTÁRIO DE EMISSÕES ANTRÓPICAS DE GASES DE EFEITO ESTUFA DIRETOS E INDIRETOS DO ESTADO DE SÃO PAULO

EMISSÕES NO SETOR DE ENERGIA: ABORDAGEM SETORIAL (BOTTOM-UP)

SUMÁRIO EXECUTIVO



SUMÁRIO EXECUTIVO



Sumário Executivo

A Política Estadual de Mudanças Climáticas

De acordo com a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), as mudanças climáticas estão relacionadas, direta ou indiretamente às atividades humanas que alteram a composição global da atmosfera além da variabilidade climática natural (IPCC, 2007). A Convenção do Clima foi adotada em 1992 e nos artigos 4º e 12º é apresentado o dever da elaboração de inventários periódicos pelas partes (país ou bloco de países signatários da Convenção), que devem incorporar as emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa (GEE) não controlados pelo Protocolo de Montreal. O Brasil como parte da convenção vem elaborando seus inventários periodicamente. Além das obrigações nacionais, observam-se no país iniciativas de governos estaduais e municipais relacionadas a essa questão global, como no Estado de São Paulo.

O Governo do Estado de São Paulo, por meio da Lei n. 13.798 de 09 de novembro de 2009 (SÃO PAULO, 2009a), instituiu a Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC), regulamentada pelo Decreto n. 55.947 de 24 de junho de 2010 (SÃO PAULO, 2010). No Artigo 6º dessa lei estão definidas as diretrizes para a elaboração, atualização e a publicação periódica de inventários de emissões e remoções antrópicas de GEE, discriminadas por fontes e sumidouros, com o emprego de métodos comparáveis nacional e internacionalmente. Na 1ª Comunicação Estadual (CETESB, 2011), ampliou-se o escopo legal, incluindo as emissões dos gases controlados pelo Protocolo de Montreal.

O Inventário

A 1ª Comunicação Estadual (CETESB, 2011) apresentou as emissões de GEE do Estado de São Paulo divididas em cinco principais setores: Energia; Processos Industriais e Uso de Produtos; Agropecuária; Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas; e

Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos.

O inventário de emissões de GEE por queima de combustíveis no Estado de São Paulo é parte integrante do Inventário Estadual do Setor de Energia, que inclui todas as emissões antrópicas de GEE devidas à produção, transformação e ao consumo de energia, incluindo tanto as emissões resultantes da queima de combustíveis, quanto às emissões de fugas na cadeia de produção, transformação, distribuição e consumo de energia. Os relatórios do Setor de Energia estão agrupados em dois subsetores distintos, de Queima de Combustíveis e Transportes, este último desmembrado em Aquaviário, Aéreo, Ferroviário e Rodoviário. Por sua vez, o inventário de emissões de GEE por queima de combustíveis foi dividido em duas abordagens distintas baseadas na metodologia do IPCC (1996): a abordagem de referência (top-down) e a abordagem setorial (bottom-up). O método top-down considera apenas a oferta de energia no Estado, sem o detalhamento sobre como essa energia é consumida para estimar as emissões de dióxido de carbono (CO₂). O método bottom-up identifica onde e como ocorrem as emissões em cada setor.

Estão incluídas as emissões de CO₂ por oxidação do carbono contido nos diferentes combustíveis durante a sua queima para geração de outras formas de energia, como energia elétrica, calorífica ou mecânica. São contabilizadas também as emissões de outros GEE durante o processo de combustão, como o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O), bem como o monóxido de carbono (CO), os óxidos de nitrogênio (NO_x) e os compostos orgânicos voláteis não metanos (NMVOC). As emissões de CO₂ dos combustíveis de biomassa como lenha, carvão vegetal, álcool e bagaço não foram incluídas nessa estimativa. De acordo com o IPCC (1996, 2000), as emissões dos combustíveis de origem renovável não geram emissões líquidas e as emissões associadas à parcela não renovável são incluídas no Setor Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas. As demais emissões de GEE dos combustíveis de biomassa são consideradas conforme recomenda o IPCC.

A elaboração do presente inventário foi realizada pela CICLO AMBIENTAL com a supervisão da CETESB, dentro do “Projeto Apoio à Política Climática do Estado de São Paulo” sob a coordenação do PROCLIMA/CETESB, com o apoio da Embaixada Britânica do Brasil.

Estimativas

O inventário estadual seguiu as mesmas diretrizes do inventário nacional que foram o *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Guidelines 1996* (IPCC, 1996) o *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories - Good Practice Guidance 2000* (IPCC, 2000) o *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Guidelines 2006* (IPCC, 2006). As fontes de dados foram o Balanço Energético do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2009b), o Relatório de Qualidade do Ar 2009 (CETESB, 2010), uma versão preliminar da metodologia do 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários (BRASIL. MMA, 2011), respeitando os princípios de comparabilidade, completude, trans-

parência, consistência e acurácia preconizados pelo IPCC.

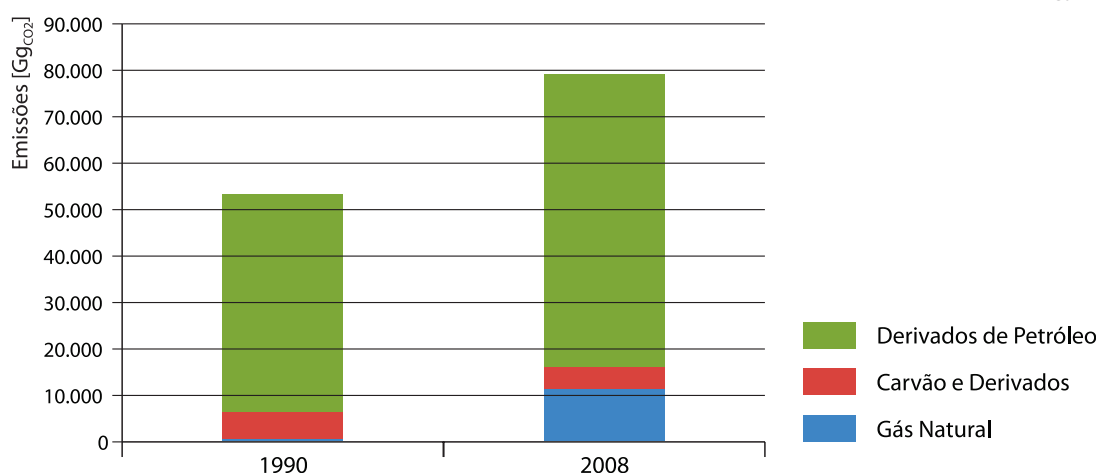
Este relatório apresenta as estimativas das emissões de CO₂, CH₄, CO, NO_x, N₂O e NMVOC, provenientes da queima de combustíveis no Estado de São Paulo no período de 1990 a 2008. A estimativa foi calculada com base na abordagem setorial (*Tier 1*), conforme descrito no IPCC (1996 e 2000).

O relatório é composto de duas partes. Na primeira são calculadas e analisadas as emissões setoriais de CO₂ e, na segunda parte, são calculadas e analisadas as emissões setoriais de outros gases não CO₂ que contribuem para o agravamento do efeito estufa¹.

Para um consumo final de energia de 51.364x10³ tOE² em 2008, as emissões foram de 79.691 Gg de CO₂, 36,7 Gg de CH₄, 3,5 Gg de N₂O, 548,6 Gg de NO_x, 866,73Gg de CO e 352,7 Gg de NMVOC.

Em termos de CO₂, em 2008 o combustível fóssil responsável pela maior quantidade de emissões de CO₂ foi o óleo diesel (28.140 Gg de CO₂) e o setor que mais emitiu foi o de transporte rodoviário (42.710 Gg de CO₂).

Gráfico 1 - Emissões de CO₂ pela queima de combustíveis fósseis, por tipo de combustível (Gg_{CO2})



Fonte: Ciclo Ambiental (2010)

Nota: Informações elaboradas pela Ciclo Ambiental para realização deste documento.

- 1 O IPCC 1996 orienta o relato das emissões fugitivas para o setor de gás e petróleo, porém estas estimativas foram realizadas pela Petrobras, não sendo portanto descritas neste trabalho.
- 2 Somatório do consumo dos combustíveis fósseis com os oriundos da biomassa. Logo, este montante não contempla a energia hidráulica e a eletricidade.

Os combustíveis fósseis e setores que emitiram CO₂ em 1990 e 2008 encontram-se indicados nos Gráficos 1 e 2. O crescimento das emissões de CO₂ por combustíveis fósseis no período de 1990 a 2008 foi de 47%.

Os Gráficos 3 e 4 apresentam as emissões de gases não-CO₂, que contribuem para o efeito estufa, por parte dos vários tipos de combustíveis e setores, respectivamente, no ano de 2008. As emissões estão indicadas em termos percentuais para cada tipo de gás, para que possam ser comparadas.

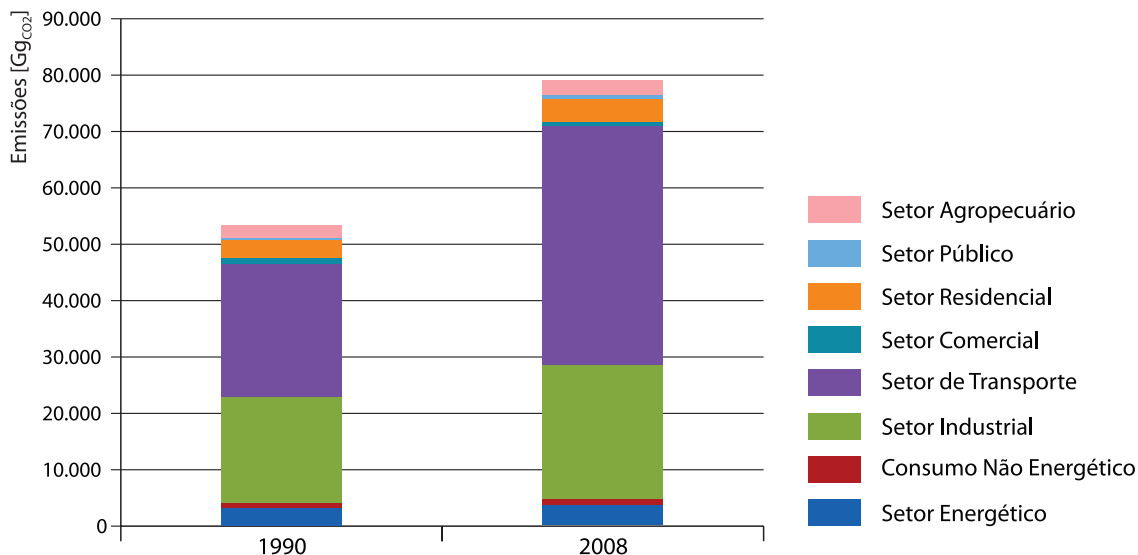
Pode-se observar, no Gráfico 3, que os maiores

percentuais de emissões de CH₄ e N₂O são produzidos pela queima de derivados da cana, enquanto que os maiores responsáveis pelas emissões de NO_x, CO e NMVOC são os derivados de petróleo.

Já o Gráfico 4 revela que o setor industrial é o maior responsável pelas emissões de CH₄ e N₂O, enquanto que o setor de transportes é o que produz mais emissões de NO_x, CO e NMVOC. As maiores emissões de CH₄ são causadas pelo setor industrial (52%), seguido pelo setor de transportes (26%).

Gráfico 2 - Emissões de CO₂ pela queima de combustíveis fósseis, por setor (GgCO₂)

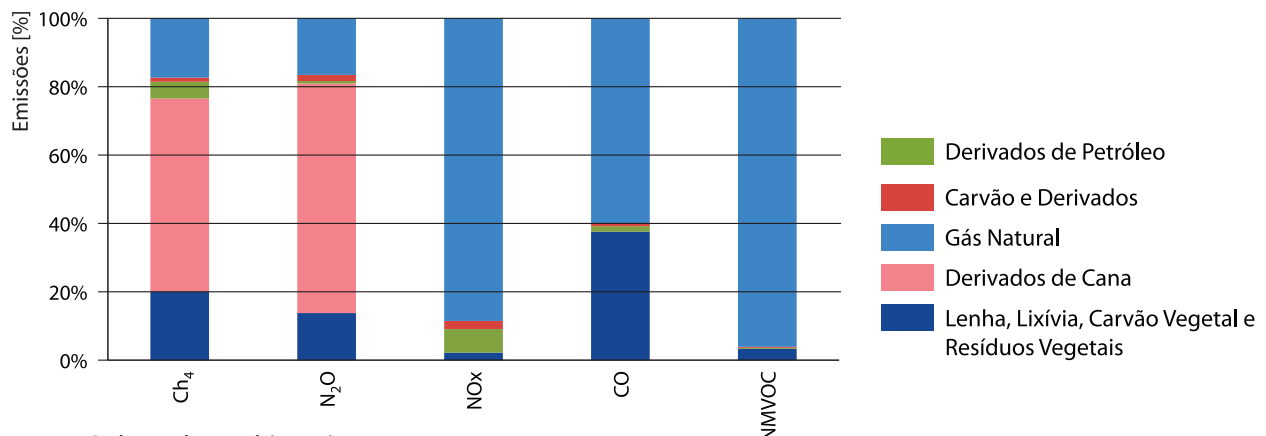
Emissões [GgCO₂]



Fonte: Ciclo Ambiental (2010)

Nota: Informações elaboradas pela Ciclo Ambiental para realização deste documento.

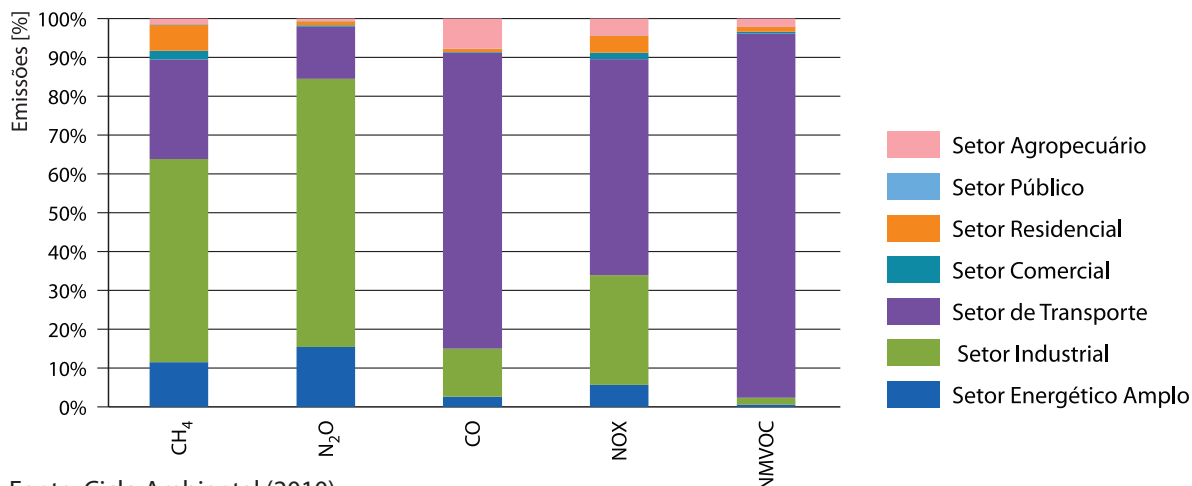
Gráfico 3 - Emissões dos gases não CO₂, pela queima de combustíveis em 2008, por tipo de combustível (%)



Fonte: Ciclo Ambiental (2010)

Nota: Informações elaboradas pela Ciclo Ambiental para realização deste documento.

Gráfico 4 - Emissões dos gases não CO₂, pela queima de combustíveis em 2008, por setor (%)



Fonte: Ciclo Ambiental (2010)

Nota: Informações elaboradas pela Ciclo Ambiental para realização deste documento.

Perfil das emissões antrópicas líquidas do Estado de São Paulo para o Setor de Energia em 2005

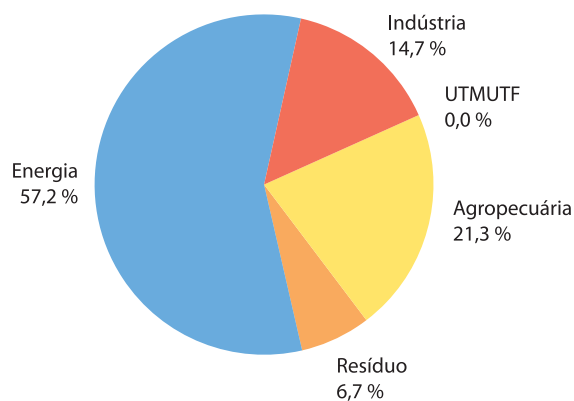
A análise das emissões antrópicas líquidas em nível nacional e estadual permitem identificar o perfil dessas emissões e dos setores onde as ações de mitigação de GEE podem se concentrar. Os gráficos a seguir apresentam as contribuições dos setores nas comunicações Nacional e da Estadual: Energia; Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos; Processos Industriais e Uso de Produtos; Agropecuária; e Uso

da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas para o ano de 2005.

O Gráfico 5 mostra que as emissões de São Paulo, em decorrência das atividades desenvolvidas no Estado, concentram-se no Setor de Energia. Por outro lado, as emissões do Brasil, conforme o Gráfico 6, demonstram um país com grande extensão territorial e florestal e sérios problemas de contenção do desmatamento, por isto as maiores emissões em 2005 eram provenientes do Setor de Uso da Terra Mudança do Uso da Terra e Floresta³.

Gráfico 5 - Emissões de GEE no Estado de São Paulo em 2005

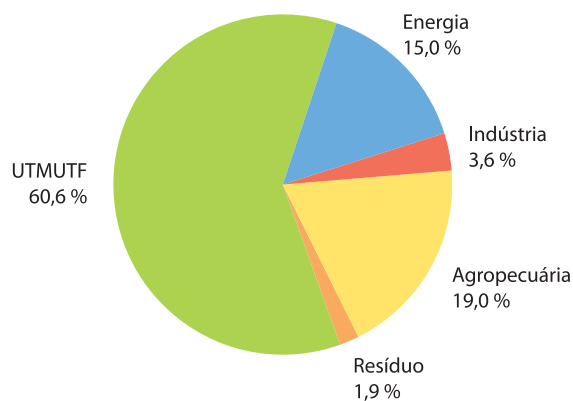
Estado de São Paulo



Fonte: CETESB (2011)

Gráfico 6 - Emissões de GEE no Brasil em 2005

Brasil



3 Foram reproduzidas neste sumário as informação acerca das emissões nacionais de uso da terra, mudanças de uso da terra e florestas, mais recentes disponíveis na época de publicação deste documento.

Observa-se que a contribuição do Setor de Energia para as emissões estaduais totais foi de aproximadamente 57,2% em 2005, enquanto a contribuição para as emissões nacionais giraram em torno de 15%.

Conclusões e Recomendações

A abordagem setorial realizada neste trabalho permite estimar as emissões de CO₂ e outros gases que causam efeitos estufa em um nível mais desagregado, possibilitando a identificação dos setores com maiores emissões.

As emissões de CO₂ oriundas da queima de combustíveis fósseis no Estado de São Paulo, no ano de 2008, foram estimadas em 79.690 Gg. Estas emissões cresceram 47% no período de 1990 a 2008.

O combustível que apresentou a maior participação nas emissões de CO₂ foi o óleo diesel (35% em 2008), com aumento de 75,5% ao longo do período de 1990 a 2008. Dentre os setores que mais contribuíram para o aumento das emissões de CO₂, merece destaque o de transportes (55% em 2008), sendo que o segmento rodoviário foi responsável por 82% das emissões totais desse setor.

Embora as emissões fósseis de CO₂ tenham aumentado em 47%, neste mesmo período, as emissões decorrentes do uso de combustíveis derivados da biomassa energética cresceram 126%. Isto mostra uma participação crescente destes últimos na matriz energética paulista.

O bagaço de cana é o combustível derivado da biomassa com maior participação nas emissões de CO₂, com uma contribuição, em 2008, de 36%, contra 18% do óleo diesel. Contudo, este CO₂ é considerado biogênico, isto é, por ter sido absorvido da atmosfera durante o crescimento da planta originária da biomassa, a sua emissão não é contabilizada para fins de efeito estufa.

É importante lembrar que não foram estimadas as emissões de CO, NO_x e NMVOC para os derivados de cana, apesar de seu consumo ter sido registrado. Este fato pode alterar os dados de emissão de gases não CO₂ para o

Estado de São Paulo.

Em relação aos outros gases de efeito estufa, todos eles apresentaram aumento em 2008, em relação ao ano de 1990.

Por fim, a dificuldade de obter dados rastreáveis e consolidados pelos setores foi uma constante no decorrer do trabalho. Em função disto, foram utilizados apenas os dados default do IPCC (1996), os quais talvez não sejam os mais adequados para o Estado de São Paulo, haja vista a participação significativa e crescente dos combustíveis oriundos da biomassa.

Referências

BRASIL. MMA. **1º Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários**: Relatório final. Brasília, DF, 2011. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/estruturas/163/_publicacao/163_publicacao27072011055200.pdf>. Acesso em: fev. 2016.

CETESB. **Relatório de qualidade do ar no estado de São Paulo 2009**. São Paulo, 2010. 290 p. Disponível em: < <http://ar.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-relatorios/>>. Acesso em: fev. 2016.

CETESB. **1º Inventário de emissões antrópicas de gases de efeito estufa diretos e indiretos do Estado de São Paulo**: Comunicação Estadual. São Paulo, 2011. Disponível em: < http://inventariogeesp.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/30/2014/01/Primeiro_Inventario_GEE_WEB_Segunda-Edicao-v1.pdf>. Acesso em: fev. 2016.

IPCC. **2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories**. Hayama: IGES, 2006. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>>. Acesso em: fev. 2016.

_____. **Good practice guidance and uncertainty management in national greenhouse gas inventories**. Hayama, JP, 2000. Disponível em: < <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/>>. Acesso em: fev. 2016.

_____. **Climate change 2007**: synthesis report. Geneva, Switzerland, 2007, 104 p. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_full_report.pdf>. Acesso em: fev. 2016.

_____. **Revised 1996 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories**. Reporting Instructions (Volume 1). Bracknell, OECD, IEA, 1996. Disponível em: < <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs4.html>>. Acesso em: fev. 2016.

SÃO PAULO (Estado). Lei Estadual n. 13.798, de 9 de novembro de 2009. Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas - PEMC. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, Poder Executivo. São Paulo, v. 119, n. 209, 10 nov. 2009a, Seção 1, p. 1-4. Disponível em: < <http://dobuscadireta.imprensaoficial.com.br/default.aspx?DataPublicacao=20091110&Caderno=DOE-I&NumeroPagina=1>>. Acesso em: fev. 2016.

_____. SSE. **Balço energético do Estado de São Paulo 2009**: ano base 2008. São Paulo, 2009b. (Série Informações Energéticas, 2). Disponível em: < <http://www.energia.sp.gov.br/a2sitebox/arquivos/documentos/43.pdf>>. Acesso em: fev. 2016.

_____. Decreto n. 55.947, de 24 de junho de 2010. Regulamenta a Lei n. 13.798, de 9 de novembro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Mudanças Climáticas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, Poder Executivo. São Paulo, vol. 120, n. 119, 25 jun. 2010, Seção 1, p. 1-5. Disponível em: < <http://dobuscadireta.imprensaoficial.com.br/default.aspx?DataPublicacao=20100625&Caderno=DOE-I&NumeroPagina=1>>. Acesso em: fev. 2016.

Credito de Fotos

- Acervo Cetesb
- Omar de Almeida Cardoso

Apoio



Embaixada Britânica
Brasília

Realização



GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO
Secretaria do Meio Ambiente

