The background features a decorative graphic consisting of three overlapping circles in shades of blue, arranged in a triangular pattern. Two thin blue lines intersect at the top left corner, forming a large 'V' shape that frames the central text. The circles are positioned in the top right, middle right, and bottom right areas of the page.

**PROJEÇÃO DE CONSUMO DE
ENERGIA E ENERGÉTICOS E
DE EMISSÕES DE CO₂,
SÃO PAULO, 2008-2020**

**PROJEÇÃO DE CONSUMO DE ENERGIA E
ENERGÉTICOS E DE EMISSÕES DE CO₂,
SÃO PAULO, 2008-2020**

PROJEÇÃO DE CONSUMO DE ENERGIA E ENERGÉTICOS E DE EMISSÕES DE CO₂, SÃO PAULO, 2008-2020

SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Dilma Seli Pena

COORDENADORIA DE ENERGIA

Jean Cesare Negri

EQUIPE TÉCNICA

Francisco Nigro (coordenador)

José Luiz de Carra

Paulo Henrique Farias de Oliveira

Reinaldo Alves Almança

Ricardo Cantarani

Sérgio Nakamura

Sergio Goldbaum (coordenador)

São Paulo, junho de 2009



PROJEÇÃO DE CONSUMO DE ENERGIA E ENERGÉTICOS E DE EMISSÕES DE CO₂, SÃO PAULO, 2008-2020

Índice

Sumário Executivo.....	12
1. Introdução.....	14
2. Aspectos metodológicos.....	19
2.1. Método de projeção.....	19
2.2. Impacto da escassez de energia elétrica de 2001 sobre o consumo de energia em cada setor.....	19
2.3. Estimativa e Projeção da população até 2020.....	20
2.4. Produtos Internos Brutos setoriais para o Estado de São Paulo.....	20
2.5. Reflexos da Crise Financeira no Consumo de Energia do Estado de São Paulo.....	21
3. Consumo residencial de energia: estimativa e projeção.....	24
4. Consumo comercial e público de energia: estimativa e projeção.....	30
5. Consumo industrial de energia: estimativa e projeção.....	36
6. Consumo agropecuário de energia: estimativa e projeção.....	44
7. Consumo energia no setor de transportes em SP: estimativa e projeção.....	49
7.1 Consumo de combustível por motores Diesel.....	49
7.2. Consumo de combustível por motores Otto.....	51
7.3 Consumo de Querosene para Aviação (QAV).....	55
7.4 Consumo de Óleo Combustível no setor de transportes.....	57
7.5 Consumo de Eletricidade no setor de transportes.....	59
8. Consumo de energia no setor energético: estimativa e projeção.....	64
9. Consumo não energético de combustíveis.....	71
10. Consolidação: Projeção do consumo total de energia e de energéticos.....	75
11. Consumo dos Centros de Transformação.....	79
11.1 Consumo de Energéticos nas Refinarias.....	79



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

11.2	Consumo de Energéticos nas Coquearias.....	80
11.3	Consumo de Energia nas Carvoarias	81
11.4	Consumo de Energia nas Destilarias	82
11.5	Centrais Elétricas de Serviço Público.....	84
11.6	Centrais Elétricas de Auto-Produção.....	86
11.7	Perdas de Distribuição e Armazenagem	87
12.	Oferta Interna Bruta de Energia	90
13.	Emissões: Projeção das emissões de Dióxido de Carbono (CO ₂) provenientes do consumo de energia e de energéticos.....	92
14.	Considerações Finais.....	111
Anexo 1: Comparação entre a segmentação do setor industrial no “Balanço Energético” estadual e na “Pesquisa Industrial Mensal – Produção Física” do IBGE		
A.1.	Segmentação Balanço Energético	112
A.2.	Segmentação IBGE – Pesquisa Industrial Mensal, Produção Física (número índice, média 2002 = 100)	112
A.3.	Correspondência entre a segmentação da atividade industrial PIM-PF X Balanço Energético Estadual.....	113
Anexo 2: Estimativa e projeção da população do Estado de São Paulo até 2020.		
115		
Índice de Quadros		
Quadro 1:	Matriz Energética do Estado de São Paulo, 2006 a 2016.....	14
Quadro 2:	Método adotado para a projeção de consumo setorial de energéticos.....	19
Índice de Tabelas		
Tabela 1:	Síntese das variações percentuais do consumo de energéticos entre 2007 e 2020, 10 ⁹ kcal, Estado de São Paulo para taxa de crescimento do PIB = 3,5% a.a.	12
Tabela 2:	Emissões de CO ₂ (MtCO ₂ /ano), período 2007-2020	13
Tabela 3:	SP, Participação (%) de energéticos no Setor Transporte, 1994 - 2007.....	15
Tabela 4:	SP, Participação (%) de energéticos no Segmento Rodoviário, 1994 - 2007.....	15
Tabela 5:	SP, Consumo de Óleo Diesel, 10 ³ m ³ , 1994 – 2007	16
Tabela 6:	SP, Consumo de Gasolina, 10 ³ m ³ , 1994 – 2007.....	16
Tabela 7:	SP, Consumo de Álcool Anidro, 10 ³ m ³ , 1994 – 2007	16



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 8: SP, Consumo de Álcool Hidratado, 10 ³ m ³ , 1994 – 2007.....	16
Tabela 9: SP, Participação (%) de energéticos no Setor Industrial, 1994 - 2007.....	17
Tabela 10: SP, Participação (%) de energéticos nos segmentos industriais, 1994 - 2007...	17
Tabela 11: PIBs setoriais do Estado de São Paulo: Nova Série X Antiga	21
Tabela 12: Coeficientes de Theil das Projeções de Consumo	23
Tabela 13: Estimativa e projeção da população e de consumo residencial de energia.....	26
Tabela 14: SP, Estimativa e projeção da participação (%) dos energéticos no consumo de energia residencial, 2002 a 2020.....	28
Tabela 15: SP, Estimativa e projeção do consumo dos energéticos no consumo de energia residencial (10 ⁹ kcal), 2002 a 2020.....	29
Tabela 16: Estimativa e projeção do consumo comercial e público de energia.....	32
Tabela 17: SP, Estimativa e projeção do consumo dos energéticos nos setores comercial e público (10 ⁹ kcal), 2002 a 2020.....	34
Tabela 18: SP, Estimativa e projeção da participação (%) dos energéticos no consumo de energia dos setores comercial e público, 2002 a 2020	35
Tabela 19: Estimativa e projeção da população e do consumo industrial de energia.....	38
Tabela 20: Estimativa (2000 a 2007) e Projeção (2008-2020) da Produção de Cana de Açúcar (milhões toneladas)	41
Tabela 21: SP, Estimativa e projeção do consumo dos energéticos no setor industrial (10 ⁹ kcal), 2002 a 2020.....	42
Tabela 22: SP, Participação (%) do consumo dos energéticos no setor industrial, 2002 a 2020.....	43
Tabela 23: Estimativa e projeção da população e de consumo agropecuário de energia	46
Tabela 24: SP, Projeção do consumo dos energéticos no consumo agropecuário de energia (10 ⁹ kcal), 2002 a 2020.....	48
Tabela 25: Estimativa e projeção do PIB Total e do consumo de energia por motores diesel, 2000 a 2020.....	51
Tabela 26: Estimativa e projeção do PIB Total e do consumo de combustível por motores Otto, 2000 a 2020.....	53
Tabela 27: Estimativa e projeção da Participação (%) do consumo de combustível por motores Otto, 2005 a 2020	54
Tabela 28: Estimativa e projeção do consumo de gasolina, etanol e GNV, 2007 a 2020 ...	54
Tabela 29: Estimativa e projeção da população e de consumo de querosene para aviação (QAV), 2000 a 2020.....	56



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 30: Estimativa e projeção da população e do consumo de óleo combustível no setor de transportes, 2000 a 2020	58
Tabela 31: Estimativa e projeção da população e do consumo de eletricidade no setor de transportes (10^9 kcal), 2000 a 2020.....	61
Tabela 32: SP. Estimativa do consumo de energia no setor de transportes (10^9 kcal), 1980 a 2020.....	62
Tabela 33: SP, Participação (%) dos energéticos no consumo de energia no setor de transportes, 1980 a 2020.....	63
Tabela 34: Estimativa e projeção da população e do consumo do setor energético, 1995 a 2020.....	66
Tabela 35: SP, Projeção do consumo dos energéticos no setor energético (10^9 kcal), 2002 a 2020.....	68
Tabela 36: SP, Participação (%) dos energéticos no consumo de energia no setor energético, 2002 a 2020.....	69
Tabela 37: Estimativa e projeção da população e de consumo energético do setor não energético (10^9 kcal), 2000 a 2020.....	73
Tabela 38: SP, Projeção do consumo dos energéticos no setor não energético (10^9 kcal), 2002 a 2020.....	74
Tabela 39: SP, Consumo (1980-2007) e projeção de consumo de energia (2008-2020), por setor, 10^9 kcal.....	76
Tabela 40: SP, Consumo (1980-2007) e projeção de consumo de energia (2008-2020), por energéticos, 1980 a 2020, 10^9 kcal.....	77
Tabela 41: Crescimento Anual dos Combustíveis nas Refinarias, 2008 a 2020.....	79
Tabela 42: SP, Balanço Energético Projetado das Refinarias (10^9 kcal) – 2008 a 2020	80
Tabela 43: SP, Participação (%) Projetada da Produção de Energéticos nas Refinarias	80
Tabela 44: SP, Balanço Energético Projetado das Coquearias (10^9 kcal) – 2008 a 2020	81
Tabela 45: SP, Participação (%) Projetada da Produção de Energéticos nas Coquearias	81
Tabela 46: SP, Balanço Energético Projetado das Carvoarias (10^9 kcal) – 2008 a 2020	82
Tabela 47: SP, Participação (%) Projetada da Produção de Energéticos nas Carvoarias	82
Tabela 48: SP, Balanço Energético Projetado das Destilarias (10^9 kcal) – 2008 a 2020.....	83
Tabela 49: SP, Participação (%) Projetada da Produção de Energéticos nas Destilarias	84
Tabela 50: Consumo Projetado de Gás Natural para Geração Termelétrica (10^9 kcal), 2008 a 2020.....	84
Tabela 51: SP, Balanço Energético Projetado das Centrais Elétricas de Serviço Público (10^9 kcal) – 2008 a 2020.....	85



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 52: SP, Participação (%) Projetada dos Energéticos na Geração de Eletricidade nas Centrais Elétricas de Serviço Público, 2008 a 2020	85
Tabela 53: SP, Balanço Energético Projetado das Centrais Elétricas de Auto-Produção (10 ⁹ kcal) – 2008 a 2020.....	86
Tabela 54: SP, Participação (%) Projetada dos Energéticos na Geração de Eletricidade nas Centrais Elétricas de Auto-Produção, 2008 a 2020	87
Tabela 55: SP, Perdas Projetadas de Energia e Energéticos (10 ⁹ kcal) – 2008 a 2020	88
Tabela 56: SP, Participação (%) Projetada das Perdas de Energéticos, 2008 a 2020.....	89
Tabela 57: SP, Consolidação da Oferta Interna Bruta de Energia (10 ⁹ kcal) – 2008 a 2020.....	90
Tabela 58: Fatores de emissão dos energéticos recomendados pelo IPCC.....	94
Tabela 59: Coeficientes de Carbono Retido e Oxidado	95
Tabela 60: Exemplo do Processo de Cálculo das Emissões de CO ₂ do Setor Energia	96
Tabela 61: Segmentação da atividade industrial – Balanços energéticos	112
Tabela 62: Segmentação da atividade industrial – Pesquisa Industrial Mensal IBGE – Produção Física, julho de 2008.....	113
Tabela 63: Tentativa de correspondência entre segmentação Balanços X Segmentação IBGE.....	114
Tabela 64: SP, Estimativa e projeção da população estadual, 1980 – 2020	115

Índice de Gráficos

Gráfico 1: População SP estimada (até 2007) e projetada (até 2020) – IBGE.....	20
Gráfico 2: SP, Consumo de energia residencial (10 ⁹ kcal), 1980 a 2007	24
Gráfico 3: Regressão da função consumo residencial de energia, 1980 – 2007	25
Gráfico 4: Projeção do consumo de energia residencial de SP, (10 ⁹ kcal)	25
Gráfico 5: SP, Participação (%) de energéticos no consumo de energia residencial, 1980 a 2007.....	27
Gráfico 6: SP, Projeção do consumo de energéticos no consumo de energia residencial (10 ⁹ kcal), 2002-2020.....	28
Gráfico 7: SP, Consumo de energia comercial e público (10 ⁹ kcal), 1980 a 2007.....	30
Gráfico 8: Regressão da função consumo comercial e público de energia, 1986 – 2007....	31
Gráfico 9: Projeção do consumo de energia comercial e público de SP, (10 ⁹ kcal).....	31
Gráfico 10: SP, Participação (%) de energéticos no consumo comercial e público de energia, 1980 a 2007	33



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Gráfico 11: SP, Consumo industrial de energia (10^9 kcal), 1980 a 2007	36
Gráfico 12: Regressão da função consumo industrial de energia , 1991 – 2007.....	37
Gráfico 13: Projeção do consumo industrial total de energia de SP, (10^9 kcal).....	38
Gráfico 14: SP, Participação (%) de energéticos no consumo industrial de energia, 1980 a 2007.....	39
Gráfico 15: SP, Consumo agropecuário de energia (10^9 kcal), 1980 a 2007.....	44
Gráfico 16: Regressão da função consumo agropecuário de energia, 1986 – 2007.....	45
Gráfico 17: Projeção do consumo agropecuário de energia de SP, (10^9 kcal).....	45
Gráfico 18: SP, Participação (%) de energéticos no consumo agropecuário de energia, 1980 a 2007.....	47
Gráfico 19: SP, Consumo de energia por motores diesel (10^9 kcal), 1980 a 2008.....	49
Gráfico 20: Regressão do consumo de energia por motores diesel em função do PIB total, 1986 – 2007	50
Gráfico 21: SP, Projeção do consumo de energia por motores diesel (10^9 kcal), 1980 a 2020.....	50
Gráfico 22: SP, Consumo de combustível por motores Otto (10^9 kcal), 1980 a 2008.....	52
Gráfico 23: Regressão do consumo de energia por motores Otto em função do PIB total, 1986 – 2007	52
Gráfico 24: SP, Projeção do consumo de combustível por motores Otto (10^9 kcal), 1980 a 2020.....	53
Gráfico 25: SP, Consumo de querosene para aviação (10^9 kcal), 1980 a 2007	55
Gráfico 26: Regressão do consumo de querosene para aviação em função do lag, 1981 – 2007	55
Gráfico 27: SP, Projeção do consumo de querosene para aviação (10^9 kcal), 1980 a 2020.....	56
Gráfico 28: SP, Consumo de óleo combustível no setor de transportes (10^9 kcal), 1980 a 2007.....	57
Gráfico 29: Regressão do consumo de óleo combustível do setor de transporte em função do lag, 1981 – 2007.....	57
Gráfico 30: SP, Projeção do consumo de óleo combustível no setor de transportes (10^9 kcal), 1980 a 2020.....	58
Gráfico 31: SP, Consumo de eletricidade no setor de transportes (10^9 kcal), 1980 a 2007.....	59
Gráfico 32: Regressão do consumo de eletricidade no setor de transporte em função do lag, 1981 – 2007	59



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Gráfico 33: SP, Projeção do consumo de eletricidade no setor de transportes (10^9 kcal), 1980 a 2020.....	60
Gráfico 34: SP, Consumo de energia no setor energético (10^9 kcal), 1980 a 2007.....	64
Gráfico 35: Regressão da função consumo do setor energético (sem bagaço), 1981 – 2007	65
Gráfico 36: Projeção do consumo de energia do setor energético de SP (sem bagaço), (10^9 kcal), 1980 a 2020.....	65
Gráfico 37: SP, Participação (%) de energéticos no consumo do setor energético, 1980 a 2007.....	67
Gráfico 38: Projeção do consumo total de energia do setor energético de SP, (10^9 kcal), 1980 a 2020.....	70
Gráfico 39: SP, Consumo não energético de combustíveis (10^9 kcal), 1980 a 2007.....	71
Gráfico 40: Regressão do consumo de energia do setor não energético, 1986 – 2007.....	72
Gráfico 41: Projeção do consumo não energético de combustíveis de SP, (10^9 kcal), 1980 a 2020.....	72
Gráfico 42: SP, Participação (%) de energéticos no consumo não energético de combustíveis, 1980 a 2007	74
Gráfico 43: SP, Consumo e projeção de consumo de energia (10^9 kcal), 1980 a 2020.....	78
Gráfico 44: SP, Oferta Interna Bruta de Energia, Verificada (1980 a 2007) e Projetada (2008 a 2020), (10^9 kcal)	91
Gráfico 45: Estimativa das Emissões CO_2 per capita (tCO_2/hab) – São Paulo e Brasil, 2004-2007	93
Gráfico 46: Participação % dos Energéticos Não Renováveis nas Emissões de CO_2 , 1980 a 2020.....	98
Gráfico 47: Participação % da parcela não renovável de consumo dos Setores nas Emissões de CO_2 , 1980 a 2020	98
Gráfico 48: Projeção de Consumo Final Energético dos Setores (10^9 kcal), 1980 a 2020..	99
Gráfico 49: Projeção de Consumo Final Energético Acumulado dos Setores (10^9 kcal), 1980 a 2020.....	99
Gráfico 50: Projeção das Emissões de CO_2 por Setores ($MtCO_2$), 1980 a 2020.....	100
Gráfico 51: Projeção das Emissões de CO_2 Acumuladas por Setores ($MtCO_2$), 1980 a 2020.....	100
Gráfico 52: Projeção das Emissões de CO_2 por Energéticos ($MtCO_2$), 1980 a 2020.....	101
Gráfico 53: Projeção das Emissões de CO_2 por Energéticos Acumuladas ($MtCO_2$), 1980 a 2020.....	101



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Gráfico 54: SP, Emissão de CO ₂ por Oferta Interna Bruta Energética de Energia (tCO ₂ /tOE), 1980 a 2020.....	103
Gráfico 55: Emissão de CO ₂ por Consumo Final Energético (tCO ₂ /tOE), 1980 a 2020..	104
Gráfico 56: SP, Participação (%) dos Combustíveis Renováveis no Consumo Final Energético, 1980 a 2020	105
Gráfico 57: SP, Consumo e projeção de consumo de energia (10 ⁹ kcal), 1980 a 2020, para PIB = 1,5%.....	106
Gráfico 58: SP, Emissões de CO ₂ por OIB energética e por Consumo Final Energético, 1980 a 2020, para PIB = 1,5%	106
Gráfico 59: SP, Participação (%) dos Combustíveis Renováveis no Consumo Final Energético, 1980 a 2020, para PIB = 1,5%	107
Gráfico 60: SP, Consumo e projeção de consumo de energia (10 ⁹ kcal), 1980 a 2020, para PIB = 2,5%.....	107
Gráfico 61: SP, Emissões de CO ₂ por OIB energética e por Consumo Final Energético, 1980 a 2020, para PIB = 2,5%	108
Gráfico 62: SP, Participação (%) dos Combustíveis Renováveis no Consumo Final Energético, 1980 a 2020, para PIB = 2,5%	108
Gráfico 63: SP, Consumo e projeção de consumo de energia (10 ⁹ kcal), 1980 a 2020, para PIB = 4,5%.....	109
Gráfico 64: SP, Emissões de CO ₂ por OIB energética e por Consumo Final Energético, 1980 a 2020, para PIB = 4,5%	109
Gráfico 65: SP, Participação (%) dos Combustíveis Renováveis no Consumo Final Energético, 1980 a 2020, para PIB = 4,5%	110



Sumário Executivo

- O presente relatório desenvolve metodologia simples de séries de tempo para a projeção do consumo de energéticos no Estado de São Paulo até 2020, a partir dos dados de consumo de energéticos entre 1980 e 2007 (cuja fonte é o Balanço Energético do Estado de São Paulo, da Secretaria de Saneamento e Energia), da projeção da população estadual (feita pelo IBGE) e de demais dados setoriais.
- A aplicação da metodologia em cada setor de consumo energético (residencial, comercial e público, industrial, agropecuário, transportes e setor energético) permitiu a projeção do consumo de energia (em kcal) até 2020. A mesma metodologia foi utilizada para projetar o consumo não energético de combustíveis.
- Considerou-se os possíveis efeitos da crise financeira mundial, com reflexos na desaceleração da demanda e no consumo de energéticos para os anos 2009 e 2010.
- Para obter a projeção do consumo de cada energético, tomou-se por base a participação de cada energético em 2007, em cada setor, com variações tendenciais nos setores residenciais, comercial e público e industrial. Nesses setores, variações ad-hoc na participação de um ou outro combustível foram adotadas, segundo observação de tendência ou avaliação de especialistas.
- No setor de transporte, exclusivamente, a metodologia foi adaptada e aplicada diretamente a partir dos dados de consumo de energéticos dos segmentos constituintes (motores Diesel, motores Otto – gasolina, etanol e gás natural – querosene para aviação, óleo combustível e eletricidade). A aplicação de metodologia semelhante nos segmentos industriais não foi possível porque a segmentação da pesquisa industrial mensal – produção física (PIM-PF) do IBGE não é compatível com a segmentação do consumo energético industrial.
- A Tabela 1 a seguir sintetiza as variações do consumo de energético, entre 2007 e 2020, a partir das projeções do presente relatório.

Tabela 1: Síntese das variações percentuais do consumo de energéticos entre 2007 e 2020, 10⁹ kcal, Estado de São Paulo para taxa de crescimento do PIB = 3,5% a.a.

Energético	Gás Natural	Carvão Vapor	Lenha	Outras Fontes Primárias	Gás de Coqueria	Coque de Carvão Mineral	Eletricidade	Carvão Vegetal	Álcool Etílico	Bagaço de Cana
2007	43.743	216	8.784	9.245	2.560	11.709	113.154	1.258	35.385	113.776
2020	61.548	278	8.542	13.194	3.289	15.064	145.551	1.713	99.797	187.649
Var.% 07-20	40,7%	28,7%	-2,8%	42,7%	28,5%	28,7%	28,6%	36,2%	182,0%	64,9%

Energético	Derivados de Petróleo	Óleo Diesel	Óleo Combustível	Gasolina	GLP	Querosene	Gás de Refinaria	Outras Secundárias	Total
2007	199.731	84.812	11.912	42.434	19.658	17.501	8.743	14.671	539.561
2020	237.097	124.957	11.839	25.224	19.805	33.169	14.790	20.175	766.754
Var.% 07-20	18,7%	47,3%	-0,6%	-40,6%	0,7%	16,0%	69,2%	37,5%	42,1%

Fonte: SSE-SP



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

As projeções energéticas obtidas foram utilizadas para estimar a emissão de CO₂. A metodologia empregada foi a do IPCC-2006 (“2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”), a partir dos dados de consumo final energético utilizando o procedimento “*bottom-up*”.

A tabela 2 sintetiza as variações das emissões, no período 2007-2020, dos energéticos e dos principais setores emissores.

Tabela 2: Emissões de CO₂ (MtCO₂/ano), período 2007-2020

Energético	Carvão Vapor	Gás Natural	Óleo Diesel	Óleo Combustível	Gasolina	GLP	Querosene	Gás de Coqueria	Coque Carvão Mineral	Gás de Refinaria	Outros Energ. de Petróleo	Total
2007	0,08	9,76	25,00	3,67	11,69	4,93	5,00	0,68	5,04	2,10	3,94	71,90
2020	0,11	13,73	35,71	3,64	6,95	4,97	5,80	0,87	6,48	2,39	5,41	86,08
Var.% 07-20	28,6%	40,7%	42,8%	-0,6%	-40,5%	0,8%	16%	28,3%	28,6%	13,6%	37,5%	19,7%

Setor	Transporte	Industrial
2007	39,39	22,62
2020	45,22	29,05
Var.% 07-20	14,8%	28,4%

Fonte: SSE-SP

Observa-se que no período 2007-2020, com o bagaço de cana realocado entre os setores energéticos e industrial, haverá um aumento na emissão global de CO₂ proveniente do consumo energético de 19,7%. O setor de transporte, que representa em 2007 38,8% do consumo energético total e emite 54,8% do CO₂ total, deverá representar em 2020 33,9% do consumo energético (considerando o bagaço de cana realocado) e emitir 52,5% do CO₂ total. O setor industrial, corresponde em 2007 39,7% do consumo energético total e emite 31,5% do CO₂ total, deverá representar em 2020 37,8% do consumo energético e emitir 33,7% do CO₂ total.

Foram avaliados indicadores técnicos, econômicos e ambientais estabelecidos pela IEA (Agência Internacional de Energia). Foi observado que para o indicador representativo de eficiência ambiental (tCO₂/tOE) há um significativo ganho esperado para os próximos anos. Avalia-se que haverá uma redução, em 2020, de mais 20% em relação aos dados verificados em 1990, correspondendo a um aumento médio na eficiência de emissão de CO₂ resultante do uso de energéticos de 1% ao ano entre 1990 e 2020. A participação dos combustíveis renováveis deverá aumentar de 9,2%, isto é, de 52,2% em 2007 para 57,0% em 2020.



1. Introdução

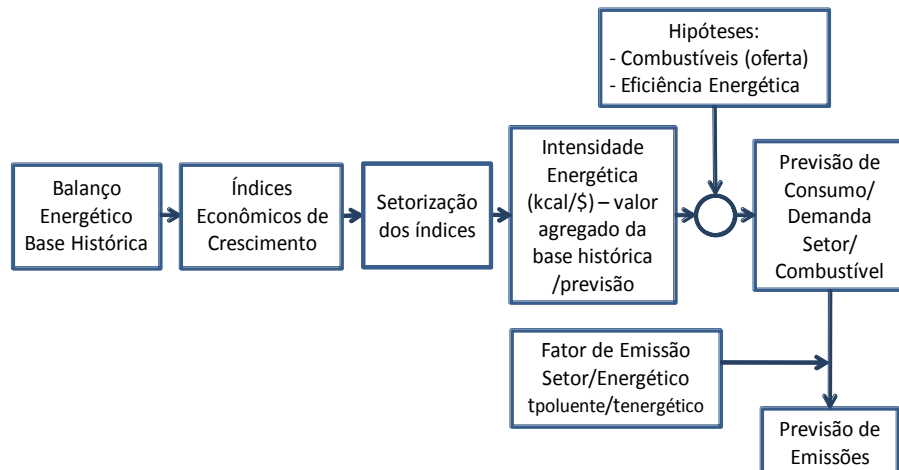
Qualquer trabalho que pretenda estabelecer cenários ou projeções de crescimento de uma sociedade num determinado período pré-estabelecido deve partir de uma modelagem técnico-econômica que leve em conta abordagens desagregadas e integradas de diversas fontes e usos de energéticos a partir de projeções econômicas desenvolvidas setorialmente, associadas com cenários sociais e ambientais adequados às características próprias da região abordada, sem esquecer suas especificidades e particularidades decorrentes.

Assim, o presente estudo tem por objetivo apresentar em termos gerais, algumas considerações sobre as sistemáticas e premissas adotadas na elaboração da Matriz Energética do Estado de São Paulo 2006 – 2016, a qual foi revista e expandida até 2020.

Vale lembrar que o documento citado acima foi desenvolvido tomando-se como base o ano 2004, período com disponibilidade de alguns energéticos de expressivo impacto sobre a matriz energética paulista, tais como o fornecimento de gás natural proveniente da Bolívia e o crescente consumo de álcool hidratado sobre a frota veicular nacional e paulista, em função principalmente da expansão dos veículos tipo flex-fuel e dos incentivos fiscais correspondentes.

O esquema básico sintetizado da Matriz Energética do Estado de São Paulo 2006 – 2016, revista e expandida até 2020, incluindo uma previsão de emissões a partir de fatores específicos de emissões sobre o consumo dos energéticos considerados, pode assim ser descrito, conforme Quadro 1:

Quadro 1: Matriz Energética do Estado de São Paulo, 2006 a 2016



Fonte: SSE-SP

Partindo-se da base histórica existente no Balanço Energético do Estado de São Paulo - BEESP 2008, procurou-se identificar os segmentos de consumo energético mais expressivos no período considerado, abertos por insumos energéticos e setores.

Nesse sentido, constatou-se que as tendências mais acentuadas de crescimento para os próximos 10 a 12 anos no Estado de São Paulo encontram-se concentradas nos setores de



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Transporte e Industrial, os quais representaram originalmente (sem realocação do bagaço) 27% e 40%¹ do consumo final paulista, respectivamente, em 2007.

Especificamente sobre o Setor Transporte (27% do consumo final paulista em 2007), e com destaque para o segmento de Transporte Rodoviário, nas Tabelas 3 e 4 são apresentadas as respectivas séries históricas de 1994 a 2007, correspondente à participação de cada um dos energéticos envolvidos:

Tabela 3: SP, Participação (%) de energéticos no Setor Transporte, 1994 - 2007

ENERGÉTICOS	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Gás Natural	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,6	1,1	2,0	2,2	2,5	2,9	2,9
Óleo Diesel	37,6	36,7	36,4	37,8	38,7	37,9	42,0	45,5	45,8	44,9	44,0	43,3	40,4	39,5
Óleo Combustível	5,1	4,3	4,5	5,5	5,8	5,9	5,7	4,0	3,6	3,6	3,5	3,0	3,1	2,5
Gasolina	28,2	28,9	30,0	30,1	30,8	30,6	30,2	30,7	28,7	27,9	26,8	27,1	26,5	24,4
Querosene	7,9	9,5	10,2	10,3	11,9	10,7	10,2	8,9	9,4	10,9	10,8	11,0	10,3	10,0
Eletricidade	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Álcool Etílico	20,6	20,0	18,4	15,8	12,3	14,3	11,2	9,9	11,1	10,3	12,3	12,7	16,4	20,3
Álcool Anidro	4,9	5,3	5,4	5,2	4,9	6,0	5,1	5,6	5,8	5,6	5,4	5,5	5,4	5,0
Álcool Hidratado	15,7	14,7	13,0	10,6	7,4	8,3	6,1	4,3	5,3	4,7	6,9	7,2	11,0	15,3
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: SSE-SP

Tabela 4: SP, Participação (%) de energéticos no Segmento Rodoviário, 1994 - 2007

ENERGÉTICOS	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Gás Natural	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,7	1,3	2,4	2,6	3,0	3,5	3,4
Óleo Diesel	41,7	41,1	41,3	43,8	45,9	44,4	49,0	51,0	51,6	51,5	50,6	49,6	46,0	44,5
Gasolina	33,5	34,7	36,3	36,8	38,5	37,7	36,9	36,5	33,9	33,6	32,1	32,3	31,1	28,4
Eletricidade	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Álcool Anidro	5,8	6,4	6,5	6,4	6,2	7,4	6,3	6,6	6,9	6,8	6,5	6,5	6,4	5,8
Álcool Hidratado	18,9	17,7	15,8	12,9	9,3	10,3	7,4	5,2	6,3	5,7	8,2	8,6	13,0	17,9
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: SSE-SP

O principal combustível utilizado no Setor Transporte tem sido o Óleo Diesel com cerca de 39,5% do total consumido pelo setor em 2007, seguido da Gasolina (24,4%), Álcool Etílico (20,3%) e Querosene (10,0%).

Entretanto, cada um desses combustíveis apresentou um comportamento particular ao longo dos últimos 5 anos. O Óleo Diesel descreveu uma trajetória de pequena queda até 2006, aumentando em 2007, enquanto que a Gasolina manteve uma certa estabilidade e o Álcool Etílico apresentou o maior crescimento no período.

¹ A energia correspondente ao bagaço da cana era originalmente alocada no segmento Alimentos & Bebidas do Setor Industrial, uma vez que o etanol era em grande parte considerado um subproduto do setor. Com a crescente importância da fração energética no setor sucroalcooleiro, optou-se por realocar parte do bagaço de cana no setor energético, respeitando a proporção da produção de álcool e açúcar. Este critério foi utilizado em todas as regressões e projeções deste documento. A participação do setor industrial com esta metodologia passa a ser 33% do consumo final paulista.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Em termos de consumo de combustíveis usuais no transporte por setor e segmento, as Tabelas 5 a 8 apresentam as séries históricas de 1994 a 2007, a seguir:

Tabela 5: SP, Consumo de Óleo Diesel, 10³ m³, 1994 – 2007

SETORES	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Consumo Final	6693	6983	7672	8457	8565	8760	8848	9126	9286	8944	9290	9285	9205	9790
Setor Energético	10	10	12	14	25	27	15	24	21	18	29	32	35	37
Comercial	86	85	40	40	42	42	42	43	46	65	60	31	30	32
Público	67	65	70	79	60	73	67	68	89	83	78	84	84	85
Agropecuário	964	1013	1100	1168	1085	1106	974	870	965	895	960	824	950	1010
Transportes	5344	5579	6215	6888	6976	7086	7348	7676	7745	7418	7602	7678	7378	7924
Rodoviário	4958	5185	5807	6465	6604	6700	6983	7202	7379	7067	7276	7360	7129	7680
Ferroviário	96	94	98	105	83	76	85	124	136	148	142	150	149	150
Hidroviário	290	300	310	318	289	310	280	350	230	203	184	168	100	94
Industrial	222	231	235	268	377	426	402	445	420	465	561	636	728	702

Fonte: SSE-SP

Tabela 6: SP, Consumo de Gasolina, 10³m³, 1994 – 2007

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Consumo Final	4457	4873	5704	6083	6189	6347	5875	5770	5407	5126	5148	5347	5370	5447
Agropecuário	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transportes	4457	4873	5704	6083	6189	6347	5875	5770	5407	5126	5148	5347	5370	5447
Rodoviário	4444	4857	5684	6056	6162	6321	5849	5742	5390	5116	5135	5330	5352	5436
Aéreo	13	16	20	27	27	26	26	28	17	10	13	17	18	11

Fonte: SSE-SP

Tabela 7: SP, Consumo de Álcool Anidro, 10³ m³, 1994 – 2007

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Consumo Final	1182	1377	1569	1618	1528	1905	1539	1605	1685	1597	1602	1664	1690	1717
Cons. Final Energético	1182	1377	1569	1618	1528	1905	1539	1605	1685	1597	1602	1664	1690	1717
Transportes	1182	1377	1569	1618	1528	1905	1539	1605	1685	1597	1602	1664	1690	1717
Rodoviário	1182	1377	1569	1618	1528	1905	1539	1605	1685	1597	1602	1664	1690	1717

Fonte: SSE-SP

Tabela 8: SP, Consumo de Álcool Hidratado, 10³ m³, 1994 – 2007

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Consumo Final	4406	4346	4342	3831	2808	2818	1912	1331	1624	1408	2149	2371	3711	5689
Cons. Final Não Energ.	362	343	343	387	400	32	19	16	13	15	21	63	96	144
Cons. Final Energético	4044	4003	3999	3444	2408	2786	1893	1315	1611	1393	2128	2308	3615	5545
Transportes	4044	4003	3999	3444	2408	2786	1893	1315	1611	1393	2128	2308	3615	5545
Rodoviário	4044	4003	3999	3444	2408	2786	1893	1315	1611	1393	2128	2308	3615	5545

Fonte: SSE-SP

Especificamente sobre o Setor Industrial (40% do consumo final paulista – sem realocação do bagaço), são apresentadas abaixo (Tabelas 9 e 10) as séries históricas de 1994 a 2007, correspondente participação de cada um dos energéticos e dos segmentos envolvidos:



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 9: SP, Participação (%) de energéticos no Setor Industrial, 1994 - 2007

ENERGÉTICOS	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Gás Natural	3,6	4,6	5,2	5,4	4,7	5,0	6,4	7,6	9,4	11,0	12,2	13,2	14,2	14,2
Carvão Vapor	0,6	0,7	0,7	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Lenha	4,1	3,8	3,7	3,5	3,2	3,2	3,6	3,4	3,3	3,0	2,8	2,8	2,6	2,5
Outras Primárias	3,5	3,7	3,8	3,8	3,2	3,4	4,1	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7	3,6
Óleo Diesel	1,3	1,3	1,3	1,4	1,8	2,0	2,0	2,1	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,3
Óleo Combustível	20,3	19,4	19,9	19,4	17,6	14,9	12,9	11,5	9,0	6,9	5,1	3,7	2,6	2,4
GLP	1,3	1,4	1,6	2,1	2,0	2,4	2,7	2,4	1,6	1,3	1,2	1,2	1,3	1,2
Nafta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Querosene	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
Gás Canalizado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gás de Refinaria	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4
Gás de Coqueria	1,6	1,6	1,6	1,5	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0
Coque de Carvão Mineral	9,8	8,7	8,4	7,9	7,3	6,3	6,2	5,5	5,3	6,4	5,4	4,9	4,6	4,5
Eletricidade	26,3	25,6	24,2	24,3	21,7	21,6	24,6	22,0	22,1	22,3	22,6	22,6	22,1	21,8
Carvão Vegetal	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4
Bagaço de Cana	23,2	24,9	25,7	26,5	33,0	35,0	28,5	34,5	36,5	36,4	38,0	38,3	38,5	39,9
Outros Secundários	3,1	3,1	2,9	3,0	2,9	3,7	6,2	4,6	4,6	4,8	4,7	5,1	5,8	5,7
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: SSE-SP

Tabela 10: SP, Participação (%) de energéticos nos segmentos industriais, 1994 - 2007

SETORES	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Cimento	2,9	3,0	3,1	2,9	4,0	3,7	4,6	4,0	4,0	3,6	3,4	3,5	3,5	3,3
Ferro Gusa e Aço	16,6	15,2	15,0	14,6	13,0	12,0	13,2	11,8	11,0	11,7	10,4	10,3	10,0	9,5
Ferro Ligas	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Mineração e Pelotiz.	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,4	0,4
Não Ferr./Out. Metal.	7,6	7,4	6,4	6,2	5,6	5,1	6,4	4,9	4,6	4,8	4,8	4,6	4,6	4,7
Química	9,3	9,3	9,4	8,9	8,3	9,1	9,5	8,7	8,4	7,9	7,5	8,2	7,7	7,6
Alimentos e Bebidas	31,9	32,8	34,0	34,6	40,1	42,1	36,7	41,7	43,3	42,3	43,7	44,0	44,1	45,6
Têxtil	3,7	3,4	2,9	2,7	2,3	2,6	2,9	2,5	2,3	2,1	2,0	2,2	2,2	2,1
Papel e Celulose	9,5	10,2	10,8	10,5	9,1	9,9	9,9	9,5	9,7	9,7	9,8	10,1	9,9	9,6
Cerâmica	3,4	3,6	3,5	3,7	2,6	3,3	3,6	3,5	3,9	3,6	3,5	4,1	4,0	3,9
Outros	14,2	14,2	14,0	15,0	14,0	11,2	12,1	12,5	11,9	13,3	13,9	12,0	13,3	13,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: SSE-SP

Considerando-se os valores dos últimos 5 anos relativos às tabelas acima, constata-se que os segmentos dentro do setor industrial que mais consumiram energéticos foram Alimentos e Bebidas, Ferro Gusa e Aço, Papel e Celulose e Outros da Indústria (que incluem os segmentos de vidro, eletro-eletrônicos, setor automobilístico e demais segmentos da indústria).

Com o objetivo estimar a emissão de poluentes no Estado de São Paulo, Secretaria de Meio Ambiente solicitou à Secretaria de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo que preparasse de forma expedita um estudo com a projeção do consumo estadual de energéticos até o ano de 2020.

Para efeito dessa projeção, o consumo de energéticos foi dividido em 7 setores:



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

- Residencial
- Comercial e Público
- Industrial
- Agropecuário
- Transportes
- Setor energético
- Setor não energético

O presente relatório apresenta as projeções e está dividido em 13 seções além desta Introdução. Na Seção 2, alguns aspectos metodológicos são discutidos. Nas Seções 3 a 9, são apresentadas as projeções de consumo de energéticos por setor. Na seção 10 é apresentada a consolidação e síntese das projeções de consumo. Nas Seções 11 e 12 são apresentadas projeções dos Centros de Transformação e da Oferta Interna Bruta de Energia, respectivamente. Na Seção 13 são apresentados alguns aspectos metodológicos, procedimentos, estimativas e projeções das Emissões de CO₂ provenientes do Setor Energético Paulista. Uma seção final sintetiza as conclusões.

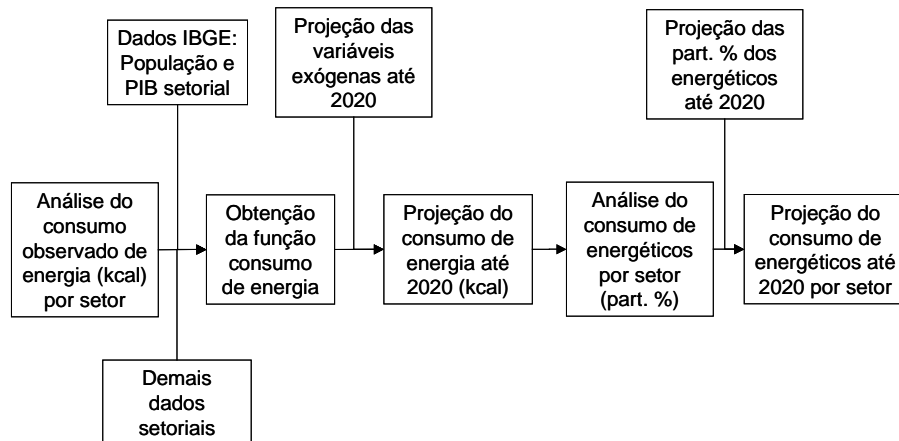


2. Aspectos metodológicos

2.1. Método de projeção

A projeção de consumo de energéticos em cada setor seguiu uma orientação metodológica comum, ainda que alguma variação fosse adotada em cada caso específico. Em linhas gerais, o método adotado para a projeção de consumo setorial de energéticos está apresentada no Quadro 2.

Quadro 2: Método adotado para a projeção de consumo setorial de energéticos



Fonte: SSE-SP

Em primeiro lugar, foram analisados os dados da série histórica do consumo de energia (incluindo todos os energéticos, em kcal) em cada um dos setores. Em um passo seguinte, foram coletados dados de consumo e estimativas de população do estado, do PIB setorial estadual (ambas disponíveis no IBGE) e de demais variáveis setoriais. A partir desses dados, estimou-se, por meio de regressão múltipla, a função consumo de energia em cada setor. A partir da função consumo obtida e de projeções das variáveis exógenas, projetamos o consumo de energia total em cada setor até 2020.

Em um segundo passo, foi analisada a evolução da participação de todos os energéticos em cada setor. Na maioria dos casos, a opção foi em congelar a participação dos energéticos observada nos últimos anos em cada setor para estimar, a partir da projeção de energia resultante do primeiro passo, o consumo de todos os energéticos em cada setor.

Em outros casos, após análise da evolução da participação dos energéticos em setores específicos, foram elaboradas premissas adicionais sobre essas participações até 2020.

2.2. Impacto da escassez de energia elétrica de 2001 sobre o consumo de energia em cada setor

Na análise do consumo observado de energia de vários setores verificou-se mudança permanente de comportamento a partir do ano de 2001, certamente como efeito das políticas de contenção de consumo decorrentes do racionamento de energia elétrica naquele ano.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

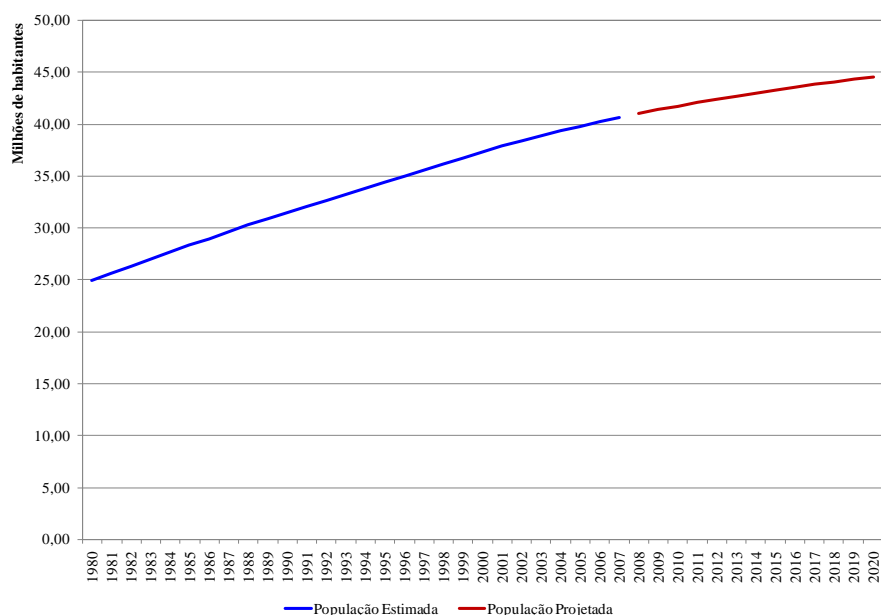
Para estimar o efeito do impacto permanente da escassez de energia elétrica no consumo de energia nos setores, incluiu-se na regressão uma variável independente qualitativa do tipo “dummy”, isto é, uma variável discreta que assume valor “zero” até o ano de 2001 e valor “um” a partir deste ano.

Na maioria das regressões, a variável mostrou-se estatisticamente significativa, mas uma análise mais detalhada do impacto do racionamento sobre o consumo em cada setor está apresentada nas seções seguintes.

2.3. Estimativa e Projeção da população até 2020

Em todas as projeções de consumo de energia foram utilizadas as estimativas e projeções da população realizadas pelo IBGE para o Estado de São Paulo. Como são informações comuns utilizadas nas seções seguintes, os dados do IBGE são apresentados abaixo, no Gráfico 1. Observa-se no Gráfico que o segmento de reta azul corresponde à estimativa de população do IBGE até julho de 2006, enquanto o segmento vermelho corresponde à projeção da população até 2020.

Gráfico 1: População SP estimada (até 2007) e projetada (até 2020) – IBGE



Fonte: SSE-SP, a partir de dados do IBGE

2.4. Produtos Internos Brutos setoriais para o Estado de São Paulo

A utilização dos PIBs setoriais na estimativa das funções consumo deparou-se com a dificuldade adicional de que as séries de contas nacionais e contas regionais do IBGE sofreram alteração metodológica e atualização de pesos em 2004. Não é possível concatenar a nova série com a série antiga em termos absolutos, mesmo que entre 2002 e 2004 as informações estivessem disponíveis tanto na série nova quanto na série antiga.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

A solução adotada foi aplicar o crescimento percentual da série nova no número índice dos PIBs setoriais estaduais da série antiga. As diferenças observadas nas variações percentuais são relativamente menores do que as diferenças observadas nos números absolutos. A Tabela 11 compara as duas séries em números índices (observa-se que as bases são diferentes, a antiga em 1985, a nova em 2002).

Tabela 11: PIBs setoriais do Estado de São Paulo: Nova Série X Antiga

	SÉRIE ANTIGA (1985 = 100)				SÉRIE NOVA (2002 = 100)			
	PIB AGROPEC	PIB SERVIÇOS	PIB INDÚSTRIA	TOTAL	PIB AGROPEC	PIB SERVIÇOS	PIB INDÚSTRIA	TOTAL
1986	73,09	110,95	106,37	106,93	-	-	-	-
1987	110,13	111,79	107,83	110,05	-	-	-	-
1988	104,89	109,31	109,65	109,35	-	-	-	-
1989	110,22	111,04	112,31	111,61	-	-	-	-
1990	113,44	100,72	110,16	105,68	-	-	-	-
1991	118,72	98,49	111,11	105,17	-	-	-	-
1992	122,55	93,73	110,06	102,54	-	-	-	-
1993	120,18	100,84	116,34	108,88	-	-	-	-
1994	118,05	108,04	122,86	115,35	-	-	-	-
1995	127,79	111,34	129,85	120,75	-	-	-	-
1996	141,10	112,95	133,55	123,94	-	-	-	-
1997	146,31	119,17	136,93	128,70	-	-	-	-
1998	142,81	117,89	139,14	129,11	-	-	-	-
1999	154,06	114,85	141,60	129,57	-	-	-	-
2000	149,62	120,54	146,37	134,37	-	-	-	-
2001	153,90	120,91	148,93	135,96	-	-	-	-
2002	165,32	120,37	150,42	137,07	100,00	100,00	100,00	100,00
2003	164,69	119,87	151,07	137,10	97,29	99,69	99,81	99,70
2004	174,51	130,63	157,90	146,13	103,85	107,77	104,56	105,56
2005	-	-	-	-	100,38	109,99	109,20	109,25
2006					100,06	112,30	114,04	113,22

Fonte: SSE-SP, a partir de dados do IBGE

2.5. Reflexos da Crise Financeira no Consumo de Energia do Estado de São Paulo

Como efeitos da crise financeira internacional, que deve apresentar reflexos na desaceleração da demanda e no consumo de energéticos para os anos 2009 e 2010, estimou-se que o consumo de energia em 2009, em relação a 2008, apresente:

- ✓ Crescimento nulo para o setor residencial;
- ✓ Crescimento nulo para o setor comercial e público;
- ✓ Redução de 10% para o diesel do setor de transportes;



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

- ✓ Redução de 5% para os Otto do setor de transportes;
- ✓ Redução de 10% para a querosene do setor de transportes;
- ✓ Redução de 8% do consumo de energéticos (excluindo bagaço) na indústria;

De 2010 em diante foram adotadas taxas de crescimento do PIB de 3,5% a.a..

As estimativas de impacto da crise financeira no consumo de energia baseiam-se nos dados disponíveis até março/2009, segundo avaliação de especialistas.

Vale ressaltar que para a obtenção da função regressão foram utilizados dados históricos de 1980 a 2006 e a projeção de consumo foi estabelecida a partir de 2008 utilizando dados de consumo disponíveis em 2007. Isto deve-se ao fato de que para 2007 ainda não estavam disponíveis dados de crescimento econômico (PIB setoriais) para o Estado de São Paulo. Esta condição foi aplicada para todos os setores de consumo analisados, com exceção do óleo diesel, no setor de transportes, o qual utilizou dados de consumo de 2007, pois sua função regressão utiliza o PIB total (conhecido para 2007).

Para efeito de confiabilidade das estimativas, foi estimado o intervalo de confiança da reta média projetada do consumo final, apresentada no capítulo 10. O intervalo de confiança indica que a reta média projetada estará dentro dos limites inferiores ou superiores com 95% de confiança.

Foi utilizado o coeficiente de desigualdade de Theil para avaliar a acurácia da previsão. A regra geral é, quanto mais próximo de zero estiver o coeficiente de Theil, melhor é a previsão, já que as diferenças entre os valores previstos e observados serão pequenas.

Os coeficientes de desigualdade de Theil obtidos das projeções são valores próximo de zero, logo as previsões estão satisfatórias. Os coeficientes mostrados na Tabela 12 são: U^C = Proporção da Correlação Imperfeita, U^M = Proporção do Viés de Médias e U^S = Proporção do Viés das Variâncias. Essas três proporções são as principais fontes do erro quadrático.

A Proporção da Correlação Imperfeita (U^C) mede o erro não sistêmico, e representa o erro remanescente após desvios dos valores médios contabilizados. A Proporção do Viés das Variâncias (U^S) indica a capacidade do modelo de reproduzir o grau de variabilidade na variável de interesse. A Proporção do Viés de Médias (U^M) é uma indicação do erro sistemático, uma vez que mede o grau em que os valores médios da série simulada e da série real (observada) se afastam uns dos outros.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 12: Coeficientes de Theil das Projeções de Consumo

	U = Coeficiente de Theil	U^M	U^S	U^C
Residencial	0,01807	0,000000	0,025231	0,974769
Comercial e Público	0,01284	0,001517	0,097948	0,900535
Agropecuário	0,02736	0,000625	0,069295	0,930080
Energético	0,03957	0,000000	0,046776	0,953224
Diesel	0,03166	0,000000	0,050404	0,949596
Gás e Álcool	0,06207	0,000000	0,040677	0,959323
Óleo Combustível	0,07122	0,000000	0,057719	0,942281
QAV	0,10470	0,002810	0,059576	0,937614
Eletricidade	0,02947	0,000000	0,064780	0,935220
Industrial	0,01392	0,000000	0,103441	0,896559
Não Energético	0,03112	0,000380	0,069193	0,930427

Neste ponto cabe a definição de alguns termos que serão utilizados ao longo de todo o trabalho. O coeficiente t-Student (significância dos coeficientes de regressão) é utilizado para verificar se os resultados amostrais são verdadeiros ou falsos para uma hipótese nula, ou seja, se cada variável utilizada é estatisticamente diferente de zero. A regra geral é: se o parâmetro t obtido na regressão for maior que 2, significa que a variável é estatisticamente diferente de zero e, portanto, significativa.

O coeficiente de determinação (R^2) é uma medida da “qualidade do ajustamento” da linha de regressão ajustada a um conjunto de dados, ou seja, ele indica quão “bem” uma linha de regressão amostral é adequada ao conjunto de dados. O intervalo de variação do R^2 é de 0 (correlação nula) a 1 (correlação “perfeita”), e quanto maior seu valor, melhor ajustada está a regressão a um conjunto de dados.

O coeficiente de significância geral (F) mede se os coeficientes parciais de uma regressão são, conjunta ou simultaneamente, diferentes de zero, ou seja, ele indica quanto o conjunto de variáveis é diferente de zero. A regra geral é: se o parâmetro F obtido na regressão for maior que 4, significa que o conjunto de variáveis é estatisticamente diferente de zero e, portanto, significativo.



3. Consumo residencial de energia: estimativa e projeção

A análise dos dados observados de consumo de energia residencial entre 1980 e 2007 mostra que o consumo é crescente, com exceção de anomalia observada em 2001, ano da escassez de energia elétrica.

Gráfico 2: SP, Consumo de energia residencial (10^9 kcal), 1980 a 2007

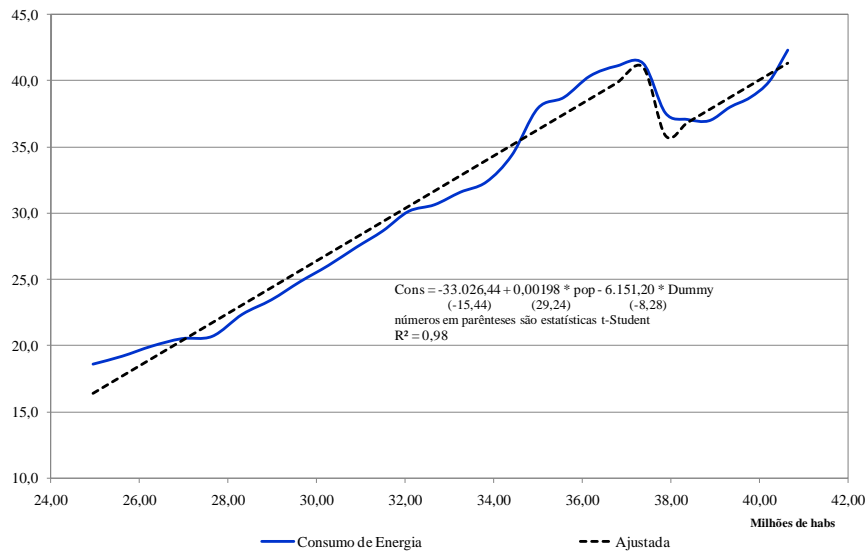


Fonte: SSE-SP

Para a obtenção da função consumo de energia residencial, regrediu-se o consumo residencial de energia contra duas variáveis: (i) a população estimada pelo IBGE, (ii) a variável qualitativa (“dummy”) referente ao ano de 2001, quando se observou escassez de oferta.



Gráfico 3: Regressão da função consumo residencial de energia, 1980 – 2007

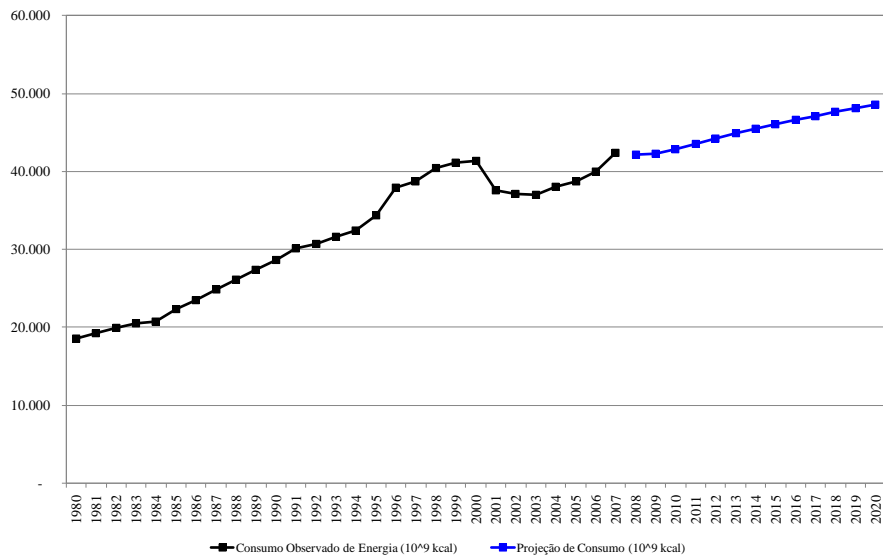


Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE

Os coeficientes da regressão apresentaram sinal esperado e mostram-se estatisticamente significantes. O Gráfico 3 compara o consumo residencial de energia observado com o consumo calculado a partir da função consumo de energia estimada (o R² é igual a 98%).

Utilizando-se o resultado da regressão e a projeção do IBGE para a população até 2020, obtém-se a projeção do consumo de energia residencial, conforme Gráfico 4 e Tabela 13 abaixo.

Gráfico 4: Projeção do consumo de energia residencial de SP, (10⁹ kcal)



Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 13: Estimativa e projeção da população e do consumo residencial de energia

Ano	População (Proj. 2007-2020, IBGE)	Consumo de Energia (10 ⁹ kcal), proj. a partir de 2008
1995	34.398.346	34.423
1996	34.982.145	37.958
1997	35.567.960	38.777
1998	36.157.494	40.397
1999	36.753.995	41.145
2000	37.356.424	41.354
2001	37.860.483	37.594
2002	38.358.115	37.109
2003	38.844.101	38.244
2004	39.315.471	39.077
2005	39.769.582	39.640
2006	40.204.428	40.728
2007	40.618.637	42.354
2008	41.011.634	42.128
2009	41.384.039	42.234
2010	41.737.337	42.866
2011	42.072.308	43.567
2012	42.390.043	44.231
2013	42.692.505	44.861
2014	42.981.429	45.461
2015	43.258.418	46.033
2016	43.525.062	46.582
2017	43.782.535	47.111
2018	44.031.674	47.622
2019	44.272.959	48.115
2020	44.506.843	48.594

Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE

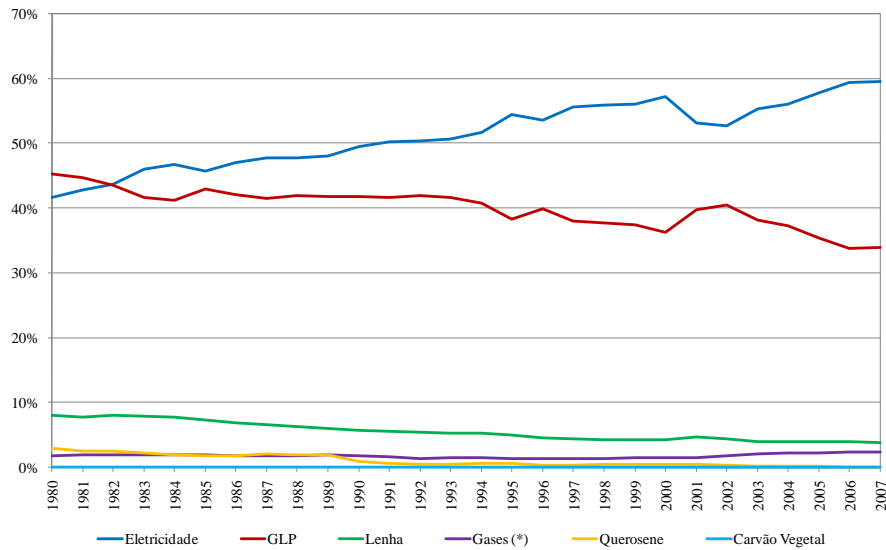
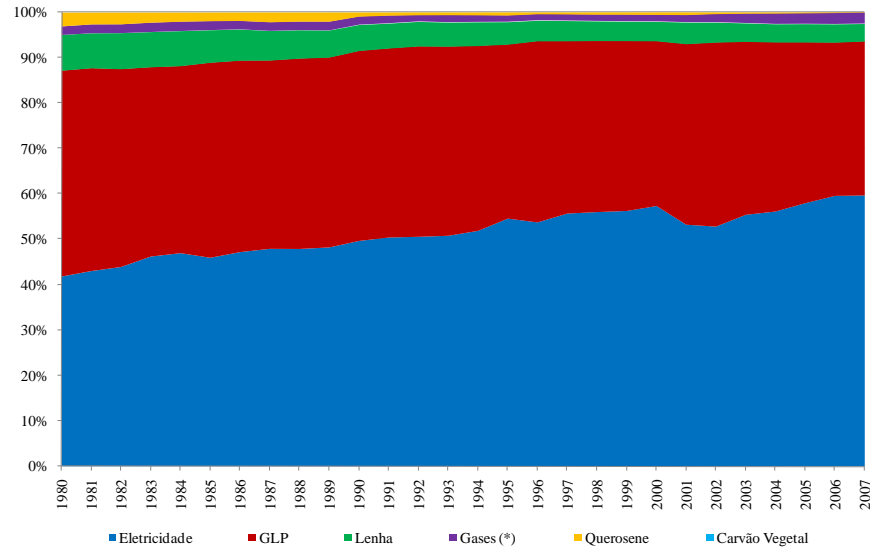
Vale destacar que em todas as tabelas os valores em preto referem-se ao consumo observado (real) enquanto que os em vermelho referem-se ao consumo projetado.

Os gráficos a seguir, por sua vez, apresentam a evolução da participação percentual dos energéticos no consumo de energia residencial, entre 1980 a 2007. O gráfico de cima apresenta as participações de forma cumulativa, enquanto o gráfico de baixo as apresenta de forma não cumulativa.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Gráfico 5: SP, Participação (%) de energéticos no consumo de energia residencial, 1980 a 2007



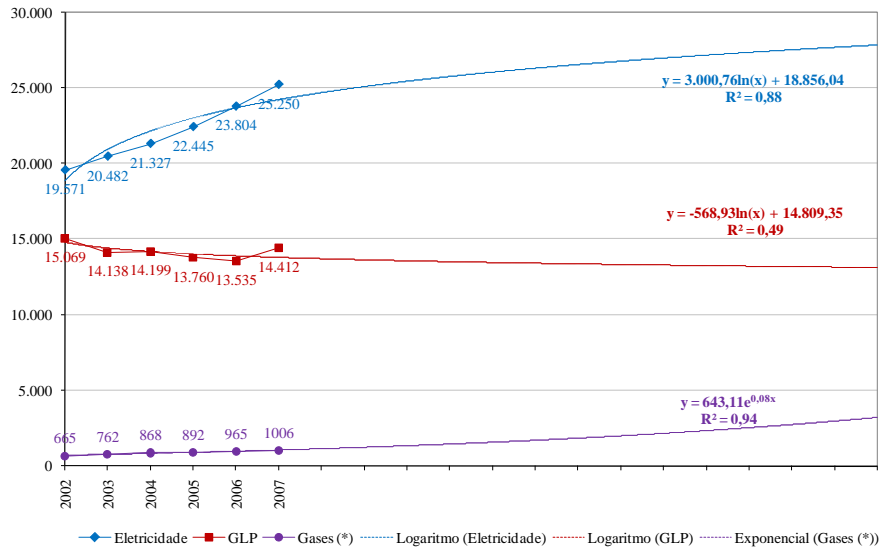
Fonte: SSE-SP (*) Gases incluem Gás Natural, Canalizado e de Refinaria

A análise da evolução da participação dos energéticos sugere que à exceção de eletricidade, GLP e Gás Natural, as demais participações percentuais encontram-se relativamente estáveis.

Com relação aos três energéticos discriminados acima, optou-se em projetar seus consumos até 2020 de forma tendencial (logarítmico para Eletricidade e GLP, exponencial para Gás Natural), conforme Gráfico 6.



Gráfico 6: SP, Projeção do consumo de energéticos no consumo de energia residencial (10⁹ kcal), 2002-2020



A partir dos resultados acima, e mantendo as participações percentuais dos demais energéticos constantes nos níveis observados em 2007, construiu-se a Tabela 14 abaixo, com a estimativa e a projeção da evolução da participação percentual de cada energético no consumo residencial de energia, de 2002 a 2020.

Tabela 14: SP, Estimativa e projeção da participação (%) dos energéticos no consumo de energia residencial, 2002 a 2020

Ano	Eletricidade	GLP	Lenha	Gás Natural	Querosene	Carvão Vegetal	Total
2002	52,74%	40,61%	4,45%	1,79%	0,37%	0,03%	100,00%
2003	53,56%	40,18%	3,96%	1,99%	0,28%	0,03%	100,00%
2004	54,58%	38,98%	3,94%	2,22%	0,25%	0,03%	100,00%
2005	56,62%	36,91%	3,98%	2,25%	0,21%	0,03%	100,00%
2006	58,45%	35,01%	4,00%	2,37%	0,14%	0,03%	100,00%
2007	59,62%	34,03%	3,89%	2,38%	0,06%	0,03%	100,00%
2008	59,92%	33,25%	4,00%	2,74%	0,06%	0,03%	100,00%
2009	60,28%	32,73%	3,96%	2,93%	0,06%	0,03%	100,00%
2010	60,57%	32,27%	3,92%	3,15%	0,06%	0,03%	100,00%
2011	60,79%	31,85%	3,89%	3,38%	0,06%	0,03%	100,00%
2012	60,96%	31,46%	3,86%	3,64%	0,06%	0,03%	100,00%
2013	61,08%	31,10%	3,83%	3,91%	0,06%	0,03%	100,00%
2014	61,16%	30,75%	3,80%	4,20%	0,06%	0,03%	100,00%
2015	61,21%	30,42%	3,77%	4,52%	0,06%	0,03%	100,00%
2016	61,21%	30,10%	3,74%	4,86%	0,06%	0,03%	100,00%
2017	61,19%	29,79%	3,71%	5,22%	0,06%	0,03%	100,00%
2018	61,13%	29,49%	3,68%	5,62%	0,06%	0,03%	100,00%
2019	61,03%	29,19%	3,66%	6,04%	0,06%	0,03%	100,00%
2020	60,91%	28,89%	3,63%	6,49%	0,05%	0,03%	100,00%

Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Finalmente, os percentuais obtidos acima foram aplicados à projeção de consumo de energia apresentada na Tabela 13. O resultado é apresentado na Tabela 15.

Tabela 15: SP, Estimativa e projeção do consumo dos energéticos no consumo de energia residencial (10⁹ kcal), 2002 a 2020

Ano	Eletricidade	GLP	Lenha	Gás Natural	Querosene	Carvão Vegetal	Total
2002	19.571,0	15.069,0	1.653,0	665,0	139,0	12,0	37.109,0
2003	20.482,0	15.367,0	1.515,0	762,0	106,0	12,0	38.244,0
2004	21.327,0	15.233,0	1.539,0	868,0	98,0	12,0	39.077,0
2005	22.445,0	14.631,0	1.578,0	892,0	82,0	12,0	39.640,0
2006	23.804,0	14.259,0	1.631,0	965,0	57,0	12,0	40.728,0
2007	25.250,0	14.412,0	1.649,0	1.006,0	25,0	12,0	42.354,0
2008	25.244,9	14.007,2	1.685,7	1.152,5	25,6	12,3	42.128,2
2009	25.459,9	13.823,9	1.672,9	1.239,3	25,4	12,2	42.233,5
2010	25.963,1	13.833,0	1.682,3	1.350,3	25,5	12,2	42.866,5
2011	26.484,0	13.875,8	1.695,0	1.474,1	25,7	12,3	43.566,9
2012	26.962,5	13.915,3	1.706,7	1.608,2	25,9	12,4	44.231,0
2013	27.401,7	13.950,1	1.717,3	1.753,3	26,0	12,5	44.860,9
2014	27.805,1	13.979,7	1.726,8	1.910,3	26,2	12,6	45.460,5
2015	28.175,4	14.003,8	1.735,2	2.079,9	26,3	12,6	46.033,3
2016	28.515,0	14.022,4	1.742,7	2.263,3	26,4	12,7	46.582,5
2017	28.826,0	14.035,4	1.749,1	2.461,4	26,5	12,7	47.111,1
2018	29.109,8	14.042,6	1.754,6	2.675,2	26,6	12,8	47.621,5
2019	29.367,1	14.043,8	1.759,1	2.906,0	26,7	12,8	48.115,4
2020	29.598,3	14.038,5	1.762,5	3.154,9	26,7	12,8	48.593,8

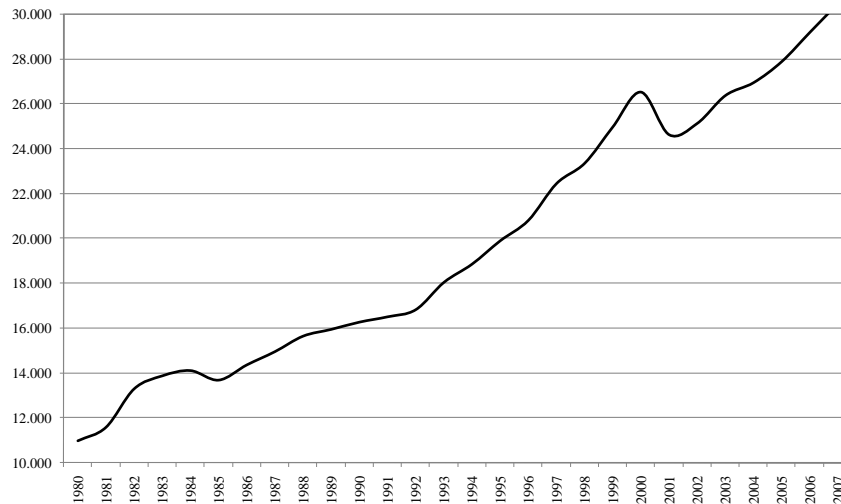
Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



4. Consumo comercial e público de energia: estimativa e projeção

O Gráfico 7 apresenta o consumo de energia dos setores comercial e público, entre 1980 e 2007. Da mesma forma que no caso da energia residencial, também se observa “quebra” na série em 2001, decorrente da crise de escassez de energia elétrica.

Gráfico 7: SP, Consumo de energia comercial e público (10⁹ kcal), 1980 a 2007

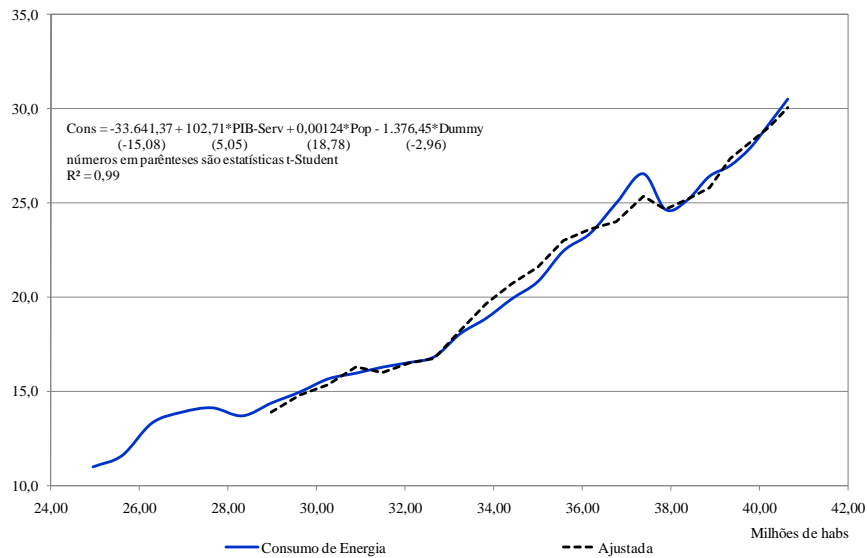


Fonte: SSE-SP

Para obter a função consumo de energia dos setores comercial e público, regressiu-se o consumo observado nos setores contra dados estaduais da população e do PIB do setor de serviços, além de variável *dummy* associada à escassez de oferta de 2001.



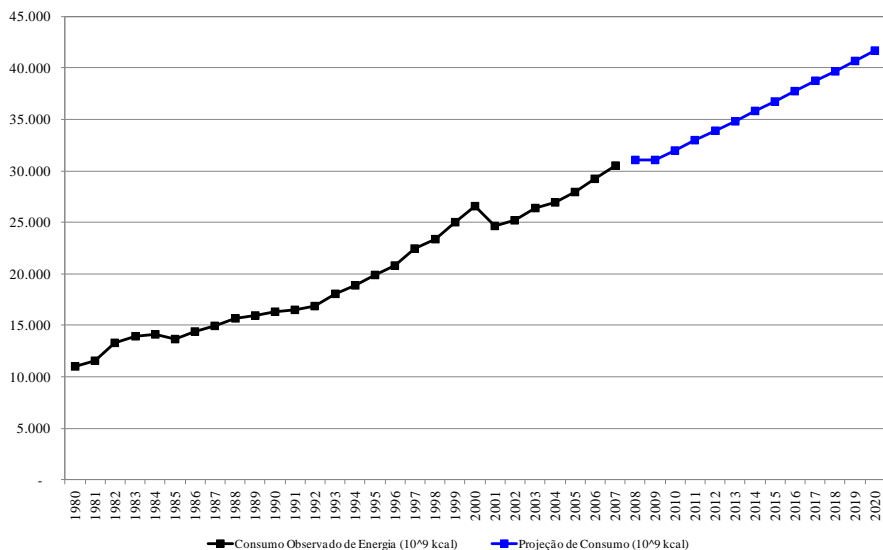
Gráfico 8: Regressão da função consumo comercial e público de energia, 1986 – 2007



Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE

O Gráfico 8 compara os dados observados (linha inteira) à reta ajustada pela função consumo, estimada (linha pontilhada). As variáveis independentes apresentaram sinal esperado e mostraram-se significativas a 1%. Além disso, o coeficiente de determinação (R^2) foi superior a 99%. Utilizando-se o resultado da regressão, a projeção da população e pressupondo que o PIB serviços crescerá 3,5% ao ano entre 2007 e 2020, estabilizando o consumo de 2009 em relação a 2008, obtém-se a projeção do consumo de energia, conforme gráfico e tabela abaixo.

Gráfico 9: Projeção do consumo de energia comercial e público de SP, (10^9 kcal)



Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 16: Estimativa e projeção do PIB serviços, da população e do consumo comercial e público de energia

	PIB Serviços SP (1985 = 100)	População (Projeção 2007 – 2020, IBGE)	Consumo de Energia (10 ⁹ kcal), proj. a partir de 2008
1995	111	34.398.346	19.919
1996	113	34.982.145	20.829
1997	119	35.567.960	22.470
1998	118	36.157.494	23.375
1999	115	36.753.995	24.996
2000	121	37.356.424	26.547
2001	121	37.860.483	24.647
2002	120	38.358.115	25.154
2003	120	38.844.101	26.396
2004	130	39.315.471	26.969
2005	132	39.769.582	27.908
2006	135	40.204.428	29.213
2007	140	40.618.637	30.504
2008	145	41.011.634	31.039
2009	145	41.384.039	31.064
2010	150	41.737.337	32.014
2011	155	42.072.308	32.960
2012	161	42.390.043	33.905
2013	166	42.692.505	34.850
2014	172	42.981.429	35.800
2015	178	43.258.418	36.756
2016	184	43.525.062	37.721
2017	191	43.782.535	38.698
2018	197	44.031.674	39.687
2019	204	44.272.959	40.692
2020	211	44.506.843	41.712

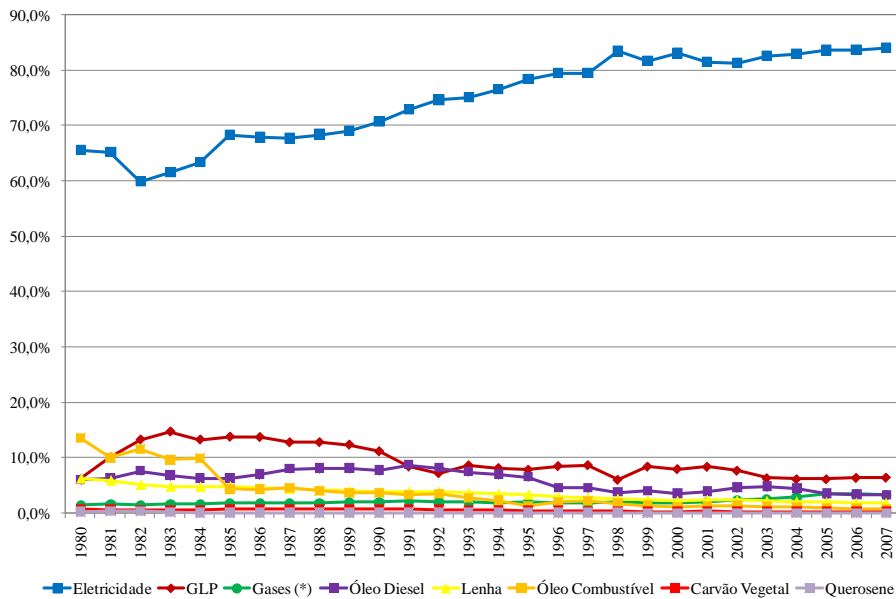
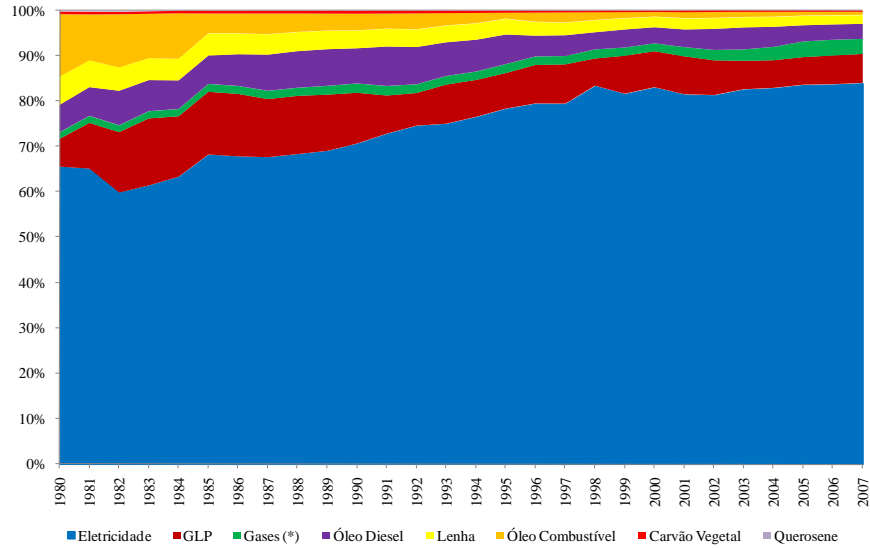
Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE

As figuras do Gráfico 10 apresentam a evolução da participação percentual dos energéticos no consumo comercial e público de energia. O primeiro gráfico no alto apresenta esta evolução de forma acumulada, o segundo apresenta as participações percentuais de cada energético. A partir dos dados verificados em 2007, a tabela explicita modificações ad hoc nestas participações percentuais. Assumiu-se a premissa de que as participações percentuais dos energéticos observadas em 2007 foram mantidas constantes, com exceção de Eletricidade (cujas participações percentuais devem aumentar) e GLP (diminuir). Por simplicidade optou-se em aplicar diferencial anual de 0,2% para Eletricidade (soma) e GLP (subtração). Com esta modificação, a participação percentual de Eletricidade em 2020 atingiu 86,69%, e de GLP 3,78%.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Gráfico 10: SP, Participação (%) de energéticos no consumo comercial e público de energia, 1980 a 2007



	Part. % 2007	Correção anual da part. % a partir de 2008	Part. Final % em 2020
Eletricidade	84,09%	+ 0,2%	86,69%
GLP	6,38%	- 0,2%	3,78%
Gases (*)	3,32%		3,32%
Óleo Diesel	3,32%		3,32%
Lenha	1,88%		1,88%
Óleo Combustível	0,72%		0,72%
Carvão Vegetal	0,28%		0,28%
Querosene	0,0%		0,0%
Total	100,0%		100,0%

Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE (*) Gases incluem gás natural, canalizado e de refinaria



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Aplicando essas participações na série projetada de consumo comercial e público de energia apresentada na Tabela 16 obtêm-se as projeções de consumos de energéticos e as respectivas participações nos setores comercial e público, conforme Tabelas 17 e 18, respectivamente.

Tabela 17: SP, Estimativa e projeção do consumo dos energéticos dos setores comercial e público (10⁹ kcal), 2002 a 2020

Ano	Eletricidade	GLP	Gás Natural	Óleo Diesel	Lenha	Óleo Comb.	Carvão Vegetal	Querosene	Total
2002	20.478,0	1.924,0	576,0	1.169,0	590,0	334,0	83,0	-	25.154,0
2003	21.825,0	1.655,0	665,0	1.282,0	585,0	305,0	79,0	-	26.396,0
2004	22.381,0	1.643,0	795,0	1.196,0	579,0	296,0	79,0	-	26.969,0
2005	23.355,0	1.698,0	965,0	997,0	574,0	238,0	81,0	-	27.908,0
2006	24.479,0	1.850,0	1.014,0	988,0	569,0	229,0	84,0	-	29.213,0
2007	25.650,0	1.947,0	1.014,0	1.013,0	574,0	220,0	86,0	-	30.504,0
2008	26.162,0	1.919,1	1.031,8	1.030,8	584,1	223,9	87,5	-	31.039,0
2009	26.244,8	1.858,5	1.032,6	1.031,6	584,5	224,0	87,6	-	31.063,6
2010	27.111,7	1.851,3	1.064,2	1.063,1	602,4	230,9	90,3	-	32.013,9
2011	27.979,1	1.840,1	1.095,7	1.094,6	620,2	237,7	92,9	-	32.960,3
2012	28.848,7	1.825,0	1.127,0	1.125,9	638,0	244,5	95,6	-	33.904,8
2013	29.722,9	1.806,2	1.158,5	1.157,3	655,8	251,3	98,3	-	34.850,3
2014	30.604,3	1.783,8	1.190,0	1.188,9	673,7	258,2	100,9	-	35.799,8
2015	31.495,0	1.757,9	1.221,8	1.220,6	691,6	265,1	103,6	-	36.755,8
2016	32.397,5	1.728,7	1.253,9	1.252,7	709,8	272,1	106,3	-	37.721,0
2017	33.313,7	1.696,0	1.286,4	1.285,1	728,2	279,1	109,1	-	38.697,5
2018	34.245,1	1.660,0	1.319,3	1.318,0	746,8	286,2	111,9	-	39.687,3
2019	35.193,1	1.620,7	1.352,7	1.351,3	765,7	293,5	114,7	-	40.691,6
2020	36.159,0	1.577,9	1.386,6	1.385,2	784,9	300,8	117,6	-	41.711,9

Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 18: SP, Estimativa e projeção da participação (%) dos energéticos no consumo de energia dos setores comercial e público, 2002 a 2020

Ano	Eletricidade	GLP	Gás Natural	Óleo Diesel	Lenha	Óleo Comb.	Carvão Vegetal	Querosene	Total
2002	81,4%	7,6%	2,3%	4,6%	2,3%	1,3%	0,3%	0,0%	100,0%
2003	82,7%	6,3%	2,5%	4,9%	2,2%	1,2%	0,3%	0,0%	100,0%
2004	83,0%	6,1%	2,9%	4,4%	2,1%	1,1%	0,3%	0,0%	100,0%
2005	83,7%	6,1%	3,5%	3,6%	2,1%	0,9%	0,3%	0,0%	100,0%
2006	83,8%	6,3%	3,5%	3,4%	1,9%	0,8%	0,3%	0,0%	100,0%
2007	84,1%	6,4%	3,3%	3,3%	1,9%	0,7%	0,3%	0,0%	100,0%
2008	84,3%	6,2%	3,3%	3,3%	1,9%	0,7%	0,3%	0,0%	100,0%
2009	84,5%	6,0%	3,3%	3,3%	1,9%	0,7%	0,3%	0,0%	100,0%
2010	84,7%	5,8%	3,3%	3,3%	1,9%	0,7%	0,3%	0,0%	100,0%
2011	84,9%	5,6%	3,3%	3,3%	1,9%	0,7%	0,3%	0,0%	100,0%
2012	85,1%	5,4%	3,3%	3,3%	1,9%	0,7%	0,3%	0,0%	100,0%
2013	85,3%	5,2%	3,3%	3,3%	1,9%	0,7%	0,3%	0,0%	100,0%
2014	85,5%	5,0%	3,3%	3,3%	1,9%	0,7%	0,3%	0,0%	100,0%
2015	85,7%	4,8%	3,3%	3,3%	1,9%	0,7%	0,3%	0,0%	100,0%
2016	85,9%	4,6%	3,3%	3,3%	1,9%	0,7%	0,3%	0,0%	100,0%
2017	86,1%	4,4%	3,3%	3,3%	1,9%	0,7%	0,3%	0,0%	100,0%
2018	86,3%	4,2%	3,3%	3,3%	1,9%	0,7%	0,3%	0,0%	100,0%
2019	86,5%	4,0%	3,3%	3,3%	1,9%	0,7%	0,3%	0,0%	100,0%
2020	86,7%	3,8%	3,3%	3,3%	1,9%	0,7%	0,3%	0,0%	100,0%

Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE

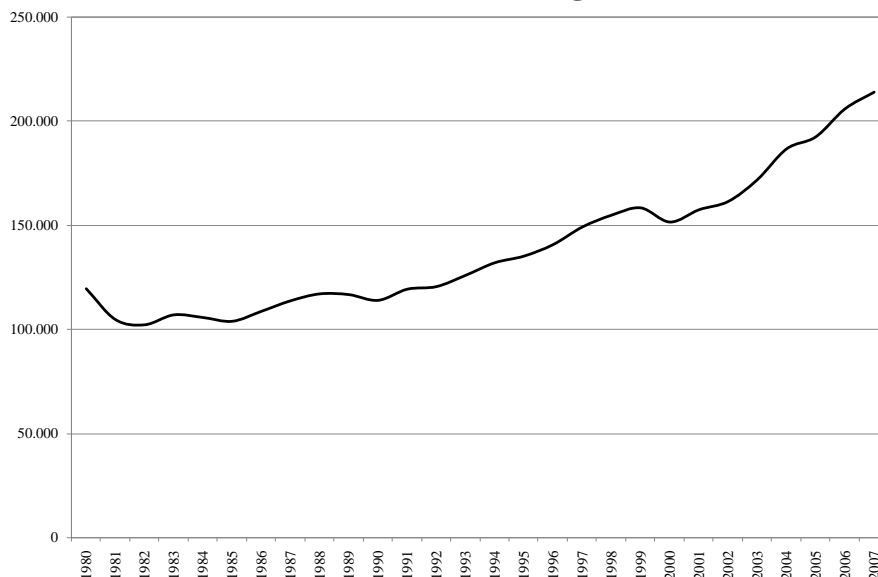


5. Consumo industrial de energia: estimativa e projeção

Inicialmente, o bagaço de cana foi realocado entre os setores energético e industrial, de forma a refletir o consumo real de açúcar e álcool entre estes setores, na mesma proporção em que o álcool e o açúcar são produzidos nas destilarias. O consumo de açúcar foi computado no segmento de alimentos e bebidas do setor industrial – não energéticos, enquanto que o álcool no setor energético.

O Gráfico 11 apresenta o consumo de energia pelo setor industrial com o bagaço de cana realocado, entre 1980 e 2007. Da mesma forma que nos casos anteriores, também se observa “quebra” na série, mas o ano da “quebra” é 2000 (ao invés de 2001), quando o consumo de bagaço de cana diminuiu significativamente.

Gráfico 11: SP, Consumo industrial de energia (10^9 kcal), 1980 a 2007



Fonte: SSE-SP

Assim, para obtermos a função consumo de energia do setor industrial, regressiu-se o consumo observado no setor industrial paulista, excluindo o bagaço de cana, contra dados estaduais da população e da produção física da indústria geral², além de variável dummy associada ao ano de 2000.

A opção de projetar o consumo de bagaço externamente e depois adicioná-lo à projeção de consumo dos demais energéticos do setor industrial possibilita maior grau de liberdade,

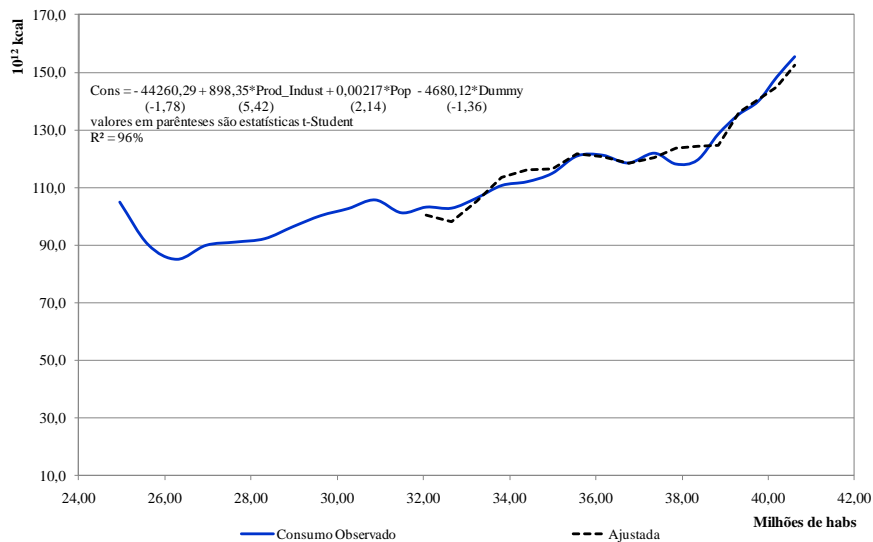
² Trata-se da Pesquisa Industrial Mensal – Produção Física (PIM-PF) para o Estado de São Paulo, divulgado pelo IBGE. Os dados mensais foram agregados anualmente pela média. Os resultados obtidos com a série de PIB industrial foram qualitativamente piores.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

uma vez que devido à representatividade deste combustível naquele setor, incluí-lo na regressão compromete os resultados e um crescimento atípico pode ocasionar retração da participação dos demais energéticos neste setor.

Gráfico 12: Regressão da função consumo industrial de energia (sem bagaço), 1991 – 2007



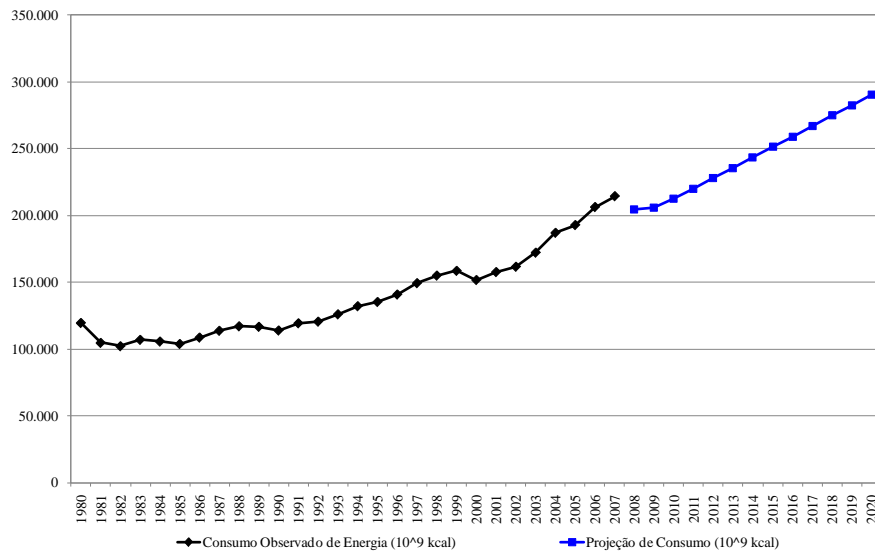
Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE

O Gráfico 12 compara os dados observados (linha inteira) à reta ajustada pela função consumo estimada (linha pontilhada) do consumo do setor industrial excluindo o bagaço de cana. A regressão apresenta R² alto (96%), e os coeficientes relativos à população e à dummy são significativos. Utilizando-se o resultado da regressão, a projeção da população e a pressuposição de que a produção física da indústria crescerá 3,5% ao ano entre 2007 e 2020, reduzindo o consumo de energéticos (excluindo o bagaço) de 8%, e acrescentando-se a parcela do bagaço de cana, projetada a parte, proporcionalmente ao açúcar produzido, obtém-se a projeção do consumo total de energia, conforme Gráfico 13 e Tabela 19 abaixo.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Gráfico 13: Projeção do consumo industrial total de energia de SP, (10⁹ kcal)



Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE

Tabela 19: Estimativa e projeção da produção física industrial, da população e do consumo industrial de energia

	Indústria Geral – Produção Física SP (IBGE, 2002 = 100)	População 2007 – 2020, IBGE)	Consumo de Energia (10 ⁹ kcal), proj. a partir de 2008
1995	95	34.398.346	135.314
1996	94	34.982.145	140.852
1997	99	35.567.960	149.306
1998	96	36.157.494	154.979
1999	92	36.753.995	158.502
2000	98	37.356.424	151.688
2001	101	37.860.483	157.604
2002	100	38.358.115	161.578
2003	99	38.844.101	172.074
2004	111	39.315.471	186.845
2005	115	39.769.582	192.636
2006	119	40.204.428	206.063
2007	126	40.618.637	214.120
2008	130	41.011.634	204.285
2009	131	41.384.039	205.682
2010	135	41.737.337	212.430
2011	140	42.072.308	220.130
2012	145	42.390.043	227.869
2013	150	42.692.505	235.642
2014	155	42.981.429	243.445
2015	160	43.258.418	251.269
2016	166	43.525.062	259.102
2017	172	43.782.535	266.929
2018	178	44.031.674	274.727
2019	184	44.272.959	282.469
2020	191	44.506.843	290.121

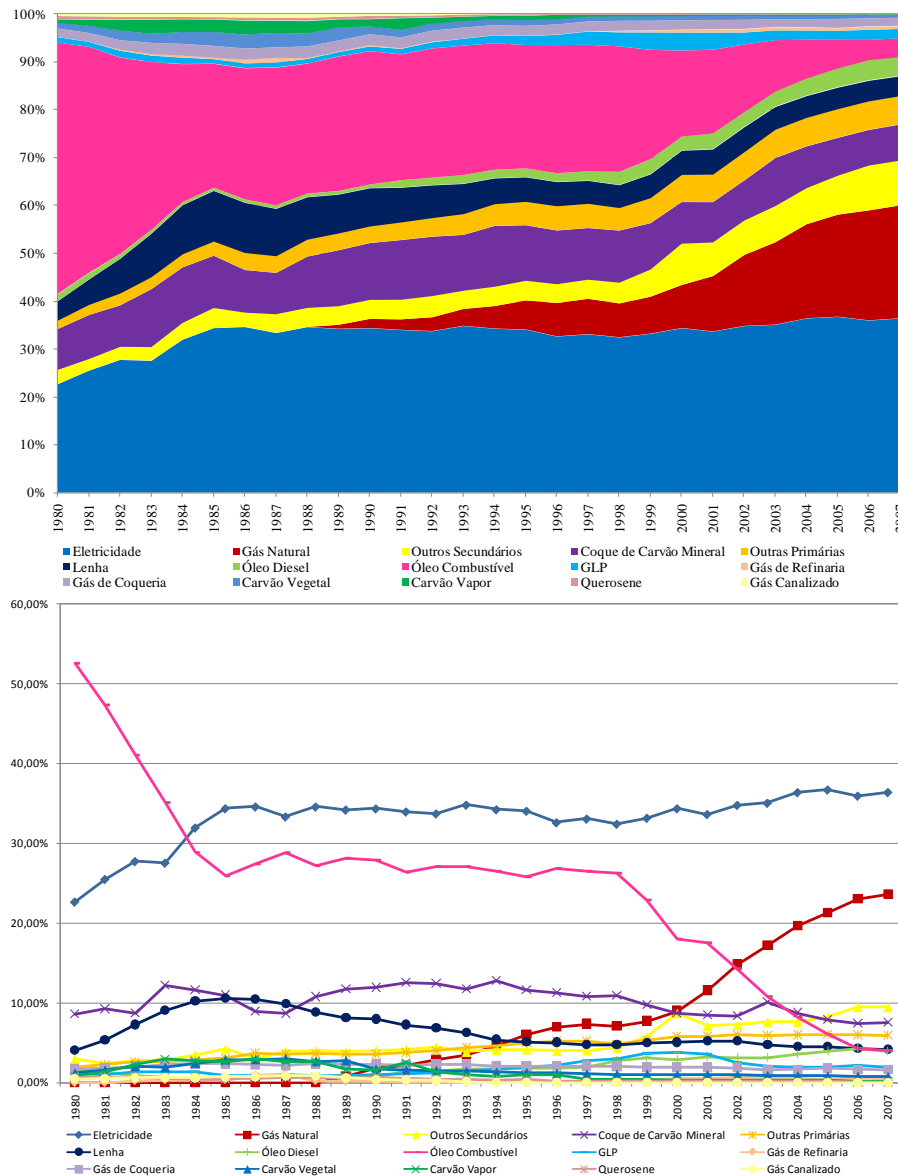
Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Analisando a evolução da participação dos energéticos na figura do Gráfico 14, observa-se substituição do óleo combustível pelo gás natural ao longo dos últimos anos e demais participações relativamente constantes. A tabela associada a esta figura indica, a partir dos dados de 2007, as premissas adotadas para a participação dos energéticos no setor industrial.

Gráfico 14: SP, Participação (%) de energéticos no consumo industrial de energia, 1980 a 2007





GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Energético	Part % 2007	Correção a partir de 2008
Bagaço de Cana	40,04%	
Eleticidade	21,81%	
Gás Natural	14,16%	0,0015
Outros Secundários	5,66%	0,0005
Coque de Carvão Mineral	4,51%	
Outras Primárias	3,56%	0,0005
Lenha	2,48%	-0,0010
Óleo Diesel	2,35%	
Óleo Combustível	2,38%	-0,0015

Energético	Part % 2007	Correção a partir de 2008
GLP	1,19%	
Gás de Coqueria	0,98%	
Carvão Vegetal	0,45%	
Gás de Refinaria	0,35%	
Carvão Vapor	0,08%	
Querosene	0,01%	
Nafta	0,00%	
Gás Canalizado	0,00%	

Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE

Para fins de projeção, assumiu-se que as participações percentuais dos energéticos no setor industrial observadas em 2007 permanecerão constantes, com exceção de gás natural (aumento de 0,15% ao ano até 2020), outros secundários (aumento de 0,05%), outras primárias (aumento de 0,05%), lenha (redução de 0,10% ao ano), óleo combustível (redução de 0,15% ao ano). Efetuou-se a projeção de consumo do bagaço de cana considerando que a produção de cana na safra 2008/2009 crescerá 12% em relação à de 2007/08 e que a de 2009/10 aumentará 6% em relação a do ano anterior. Adotou-se ainda, que a safra 2010/11 terá crescimento de 4% em relação a safra de 2009/2010 e que da safra de 2011/12 em diante o crescimento da produção de cana será de 15 milhões de toneladas/ano. A Tabela 20 apresenta a projeção da produção de cana para o período 2008-2020.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 20: Estimativa (2000 a 2007) e Projeção (2008-2020) da produção de cana de açúcar (milhões toneladas)

Safra	Produção de Cana (milhões toneladas)	Energia Primária da Cana (10 ⁹ kcal)
00/01	148.256.436	135.951
01/02	176.574.250	161.919
02/03	192.486.643	176.510
03/04	207.810.964	190.563
04/05	230.280.444	211.167
05/06	243.767.347	223.535
06/07	263.870.142	241.969
07/08	296.313.957	271.720
08/09	331.871.632	304.326
09/10	351.783.930	322.586
10/11	365.855.287	335.489
11/12	380.855.287	349.244
12/13	395.855.287	362.999
13/14	410.855.287	376.754
14/15	425.855.287	390.509
15/16	440.855.287	404.264
16/17	455.855.287	418.019
17/18	470.855.287	431.774
18/19	485.855.287	445.529
19/20	500.855.287	459.284
20/21	515.855.287	473.039

Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP

Após a separação das quantidades de bagaço que serão alocadas no consumo do setor energético e no industrial, em função da proporção de açúcar e álcool produzidos, a parcela de bagaço que irá produzir açúcar foi adicionada ao consumo do setor industrial. A Tabela 21 apresenta o consumo dos energéticos no setor industrial e a Tabela 22 apresenta as participações dos energéticos no consumo final energético do setor industrial.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 21: SP, Estimativa e projeção do consumo dos energéticos no setor industrial (10⁹ kcal), 2002 a 2020

Ano	Bagaço de Cana	Eletricidade	Gás Natural	Outros Secundários	Coque de Carvão Mineral	Outras Primárias	Lenha	Óleo Diesel	Óleo Combustível	GLP	Gás de Refinaria	Gás de Coqueria	Carvão Vegetal	Carvão Vapor	Querosene	Total
2000	29.715,4	41.875,0	10.967,0	10.576,0	10.633,0	6.976,0	6.163,0	3.481,0	21.954,0	4.619,0	677,0	2.354,0	1.171,0	364,0	163,0	151.688,4
2001	39.408,2	39.733,0	13.667,0	8.357,0	9.977,0	6.860,0	6.186,0	3.855,0	20.694,0	4.267,0	736,0	2.266,0	1.156,0	336,0	106,0	157.604,2
2002	42.029,9	41.566,0	17.715,0	8.639,0	10.032,0	7.112,0	6.222,0	3.639,0	16.958,0	3.049,0	813,0	2.218,0	1.126,0	344,0	115,0	161.577,9
2003	43.455,4	45.060,0	22.160,0	9.780,0	12.952,0	7.634,0	6.098,0	4.029,0	13.847,0	2.666,0	852,0	2.020,0	1.094,0	296,0	131,0	172.074,4
2004	51.456,3	49.230,0	26.636,0	10.266,0	11.841,0	8.103,0	6.142,0	4.860,0	11.015,0	2.630,0	845,0	2.248,0	1.135,0	324,0	114,0	186.845,3
2005	52.646,0	51.377,0	29.864,0	11.477,0	11.096,0	8.407,0	6.270,0	5.511,0	8.421,0	2.678,0	723,0	2.561,0	1.142,0	332,0	131,0	192.636,0
2006	57.563,5	53.353,0	34.163,0	14.016,0	11.061,0	8.879,0	6.371,0	6.308,0	6.294,0	3.165,0	968,0	2.446,0	1.146,0	232,0	98,0	206.063,5
2007	58.582,0	56.575,0	36.719,0	14.671,0	11.709,0	9.245,0	6.435,0	6.083,0	6.179,0	3.086,0	910,0	2.534,0	1.160,0	216,0	16,0	214.120,0
2008	64.230,4	57.239,5	37.386,3	14.922,0	11.846,5	9.432,3	6.353,2	6.154,4	6.015,5	3.122,2	920,7	2.563,8	1.173,6	218,5	16,2	221.595,2
2009	61.257,4	52.532,6	34.528,6	13.767,1	10.872,4	8.728,8	5.686,4	5.648,4	5.304,2	2.865,5	845,0	2.352,9	1.077,1	200,6	14,9	205.681,8
2010	63.545,2	54.155,0	35.818,3	14.266,8	11.208,1	9.072,9	5.713,1	5.822,8	5.244,7	2.954,0	871,1	2.425,6	1.110,4	206,8	15,3	212.430,0
2011	66.688,3	55.812,6	37.144,8	14.780,2	11.551,2	9.427,3	5.734,5	6.001,0	5.175,1	3.044,4	897,7	2.499,9	1.144,4	213,1	15,8	220.130,2
2012	69.766,0	57.507,8	38.510,2	15.308,1	11.902,1	9.792,7	5.750,6	6.183,3	5.095,1	3.136,9	925,0	2.575,8	1.179,1	219,6	16,3	227.868,5
2013	72.766,9	59.243,8	39.917,0	15.851,7	12.261,3	10.169,7	5.761,3	6.369,9	5.004,6	3.231,6	952,9	2.653,5	1.214,7	226,2	16,8	235.642,0
2014	75.676,9	61.023,5	41.367,8	16.411,8	12.629,7	10.559,1	5.766,6	6.561,3	4.903,3	3.328,7	981,6	2.733,3	1.251,2	233,0	17,3	243.445,0
2015	78.479,4	62.850,1	42.865,2	16.989,4	13.007,7	10.961,6	5.766,4	6.757,7	4.790,9	3.428,3	1.010,9	2.815,1	1.288,7	240,0	17,8	251.269,1
2016	81.154,1	64.726,5	44.411,9	17.585,6	13.396,1	11.377,8	5.760,6	6.959,5	4.667,0	3.530,6	1.041,1	2.899,1	1.327,1	247,1	18,3	259.102,4
2017	83.677,2	66.655,5	46.010,3	18.201,3	13.795,3	11.808,5	5.749,1	7.166,9	4.531,2	3.635,9	1.072,1	2.985,5	1.366,7	254,5	18,9	266.928,8
2018	86.019,8	68.639,8	47.663,1	18.837,5	14.206,0	12.254,4	5.731,5	7.380,2	4.383,0	3.744,1	1.104,1	3.074,4	1.407,4	262,1	19,4	274.726,8
2019	88.147,7	70.681,9	49.372,6	19.495,1	14.628,6	12.716,2	5.707,7	7.599,8	4.221,9	3.855,5	1.136,9	3.165,8	1.449,2	269,9	20,0	282.468,9
2020	90.019,7	72.784,3	51.141,4	20.175,1	15.063,8	13.194,4	5.677,4	7.825,8	4.047,4	3.970,2	1.170,7	3.260,0	1.492,4	277,9	20,6	290.121,0

Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 22: SP, Participação (%) do consumo dos energéticos no setor industrial, 2002 a 2020

Ano	Bagaço de Cana	Eletricidade	Gás Natural	Outros Secundários	Coque de Carvão Mineral	Outras Primárias	Lenha	Óleo Diesel	Óleo Combustível	GLP	Gás de Refinaria	Gás de Coqueria	Carvão Vegetal	Carvão Vapor	Querosene	Total
2000	19,59%	27,61%	7,23%	6,97%	7,01%	4,60%	4,06%	2,29%	14,47%	3,05%	0,45%	1,55%	0,77%	0,24%	0,11%	100,00%
2001	25,00%	25,21%	8,67%	5,30%	6,33%	4,35%	3,93%	2,45%	13,13%	2,71%	0,47%	1,44%	0,73%	0,21%	0,07%	100,00%
2002	26,01%	25,73%	10,96%	5,35%	6,21%	4,40%	3,85%	2,25%	10,50%	1,89%	0,50%	1,37%	0,70%	0,21%	0,07%	100,00%
2003	25,25%	26,19%	12,88%	5,68%	7,53%	4,44%	3,54%	2,34%	8,05%	1,55%	0,50%	1,17%	0,64%	0,17%	0,08%	100,00%
2004	27,54%	26,35%	14,26%	5,49%	6,34%	4,34%	3,29%	2,60%	5,90%	1,41%	0,45%	1,20%	0,61%	0,17%	0,06%	100,00%
2005	27,33%	26,67%	15,50%	5,96%	5,76%	4,36%	3,25%	2,86%	4,37%	1,39%	0,38%	1,33%	0,59%	0,17%	0,07%	100,00%
2006	27,93%	25,89%	16,58%	6,80%	5,37%	4,31%	3,09%	3,06%	3,05%	1,54%	0,47%	1,19%	0,56%	0,11%	0,05%	100,00%
2007	27,36%	26,42%	17,15%	6,85%	5,47%	4,32%	3,01%	2,84%	2,89%	1,44%	0,42%	1,18%	0,54%	0,10%	0,01%	100,00%
2008	28,99%	25,83%	16,87%	6,73%	5,35%	4,26%	2,87%	2,78%	2,71%	1,41%	0,42%	1,16%	0,53%	0,10%	0,01%	100,00%
2009	29,78%	25,54%	16,79%	6,69%	5,29%	4,24%	2,76%	2,75%	2,58%	1,39%	0,41%	1,14%	0,52%	0,10%	0,01%	100,00%
2010	29,91%	25,49%	16,86%	6,72%	5,28%	4,27%	2,69%	2,74%	2,47%	1,39%	0,41%	1,14%	0,52%	0,10%	0,01%	100,00%
2011	30,29%	25,35%	16,87%	6,71%	5,25%	4,28%	2,61%	2,73%	2,35%	1,38%	0,41%	1,14%	0,52%	0,10%	0,01%	100,00%
2012	30,62%	25,24%	16,90%	6,72%	5,22%	4,30%	2,52%	2,71%	2,24%	1,38%	0,41%	1,13%	0,52%	0,10%	0,01%	100,00%
2013	30,88%	25,14%	16,94%	6,73%	5,20%	4,32%	2,44%	2,70%	2,12%	1,37%	0,40%	1,13%	0,52%	0,10%	0,01%	100,00%
2014	31,09%	25,07%	16,99%	6,74%	5,19%	4,34%	2,37%	2,70%	2,01%	1,37%	0,40%	1,12%	0,51%	0,10%	0,01%	100,00%
2015	31,23%	25,01%	17,06%	6,76%	5,18%	4,36%	2,29%	2,69%	1,91%	1,36%	0,40%	1,12%	0,51%	0,10%	0,01%	100,00%
2016	31,32%	24,98%	17,14%	6,79%	5,17%	4,39%	2,22%	2,69%	1,80%	1,36%	0,40%	1,12%	0,51%	0,10%	0,01%	100,00%
2017	31,35%	24,97%	17,24%	6,82%	5,17%	4,42%	2,15%	2,68%	1,70%	1,36%	0,40%	1,12%	0,51%	0,10%	0,01%	100,00%
2018	31,31%	24,98%	17,35%	6,86%	5,17%	4,46%	2,09%	2,69%	1,60%	1,36%	0,40%	1,12%	0,51%	0,10%	0,01%	100,00%
2019	31,21%	25,02%	17,48%	6,90%	5,18%	4,50%	2,02%	2,69%	1,49%	1,36%	0,40%	1,12%	0,51%	0,10%	0,01%	100,00%
2020	31,03%	25,09%	17,63%	6,95%	5,19%	4,55%	1,96%	2,70%	1,40%	1,37%	0,40%	1,12%	0,51%	0,10%	0,01%	100,00%

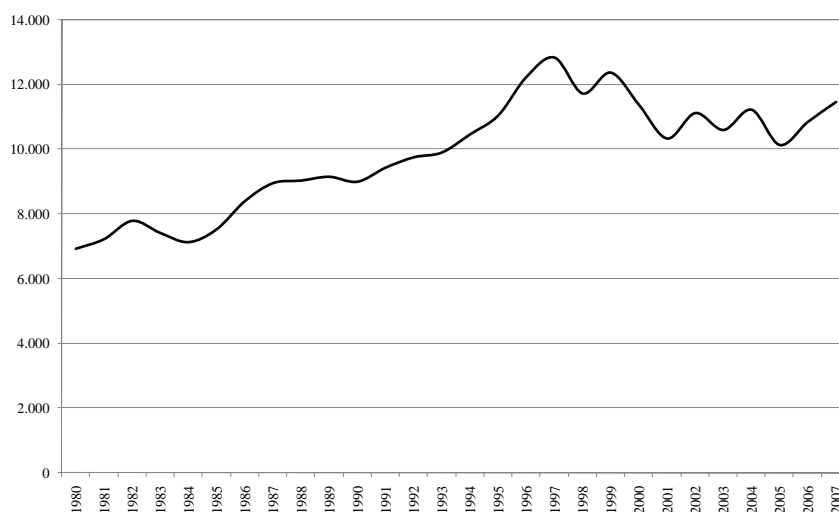
Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



6. Consumo agropecuário de energia: estimativa e projeção

Ao contrário dos setores anteriores, o consumo de energia pelo setor agropecuário mostrou-se oscilante a partir de 1998, e aparentemente não há impacto sensível decorrente da crise de escassez de energia de 2001.

Gráfico 15: SP, Consumo agropecuário de energia (10⁹ kcal), 1980 a 2007

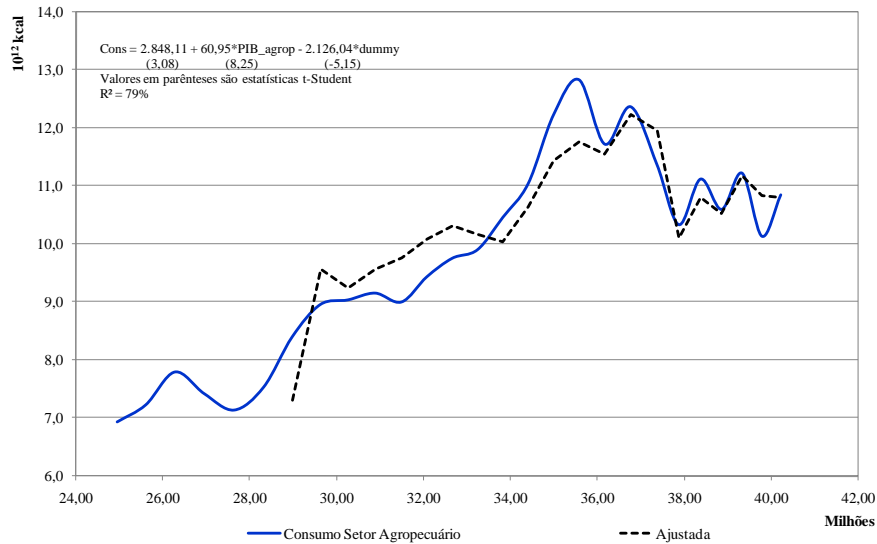


Fonte: SSE-SP

Regrediu-se o consumo de energia no setor agropecuário contra o PIB agropecuário estadual e uma “dummy” para o ano de 2001. Tentativas de incluir outras variáveis como população, área plantada e/ou colhida em SP não apresentaram resultados satisfatórios. O resultado da regressão proposta está no Gráfico 16 (o R^2 é de 79%).



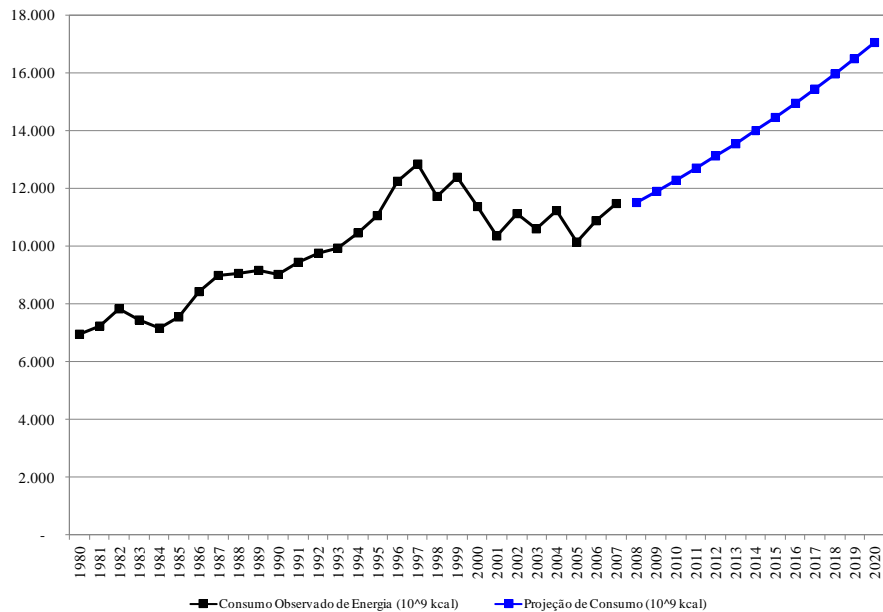
Gráfico 16: Regressão da função consumo agropecuário de energia, 1986 – 2007



Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE

Apesar das limitações do modelo, o consumo de energia foi projetado conforme a função consumo obtida, indicando tendência sistemática de alta, sem a captura de oscilações observadas nos últimos anos, pressupondo-se aumento do PIB agropecuário de 3,5% anual. Os resultados estão no Gráfico 17 e na Tabela 23 a seguir.

Gráfico 17: Projeção do consumo agropecuário de energia de SP, (10⁹ kcal)



Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 23: Estimativa e projeção do PIB agropecuário, da população e do consumo agropecuário de energia

Ano	PIB Agropecuário SP (1985 = 100)	População (Projeção 2007 – 2020, IBGE)	Consumo de Energia (10 ⁹ kcal), proj. a partir de 2008
1995	128	34.398.346	11.042
1996	141	34.982.145	12.229
1997	146	35.567.960	12.828
1998	143	36.157.494	11.720
1999	154	36.753.995	12.364
2000	150	37.356.424	11.370
2001	154	37.860.483	10.333
2002	165	38.358.115	11.118
2003	161	38.844.101	10.596
2004	172	39.315.471	11.220
2005	166	39.769.582	10.134
2006	165	40.204.428	10.847
2007	171	40.618.637	11.460
2008	177	41.011.634	11.521
2009	183	41.384.039	11.899
2010	190	41.737.337	12.291
2011	196	42.072.308	12.696
2012	203	42.390.043	13.115
2013	210	42.692.505	13.548
2014	218	42.981.429	13.997
2015	225	43.258.418	14.462
2016	233	43.525.062	14.943
2017	242	43.782.535	15.441
2018	250	44.031.674	15.956
2019	259	44.272.959	16.489
2020	268	44.506.843	17.041

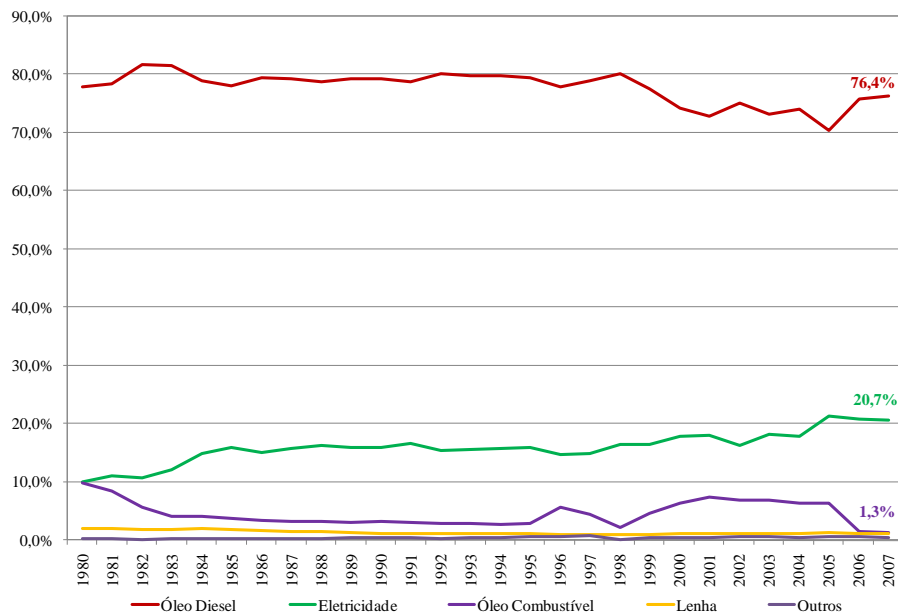
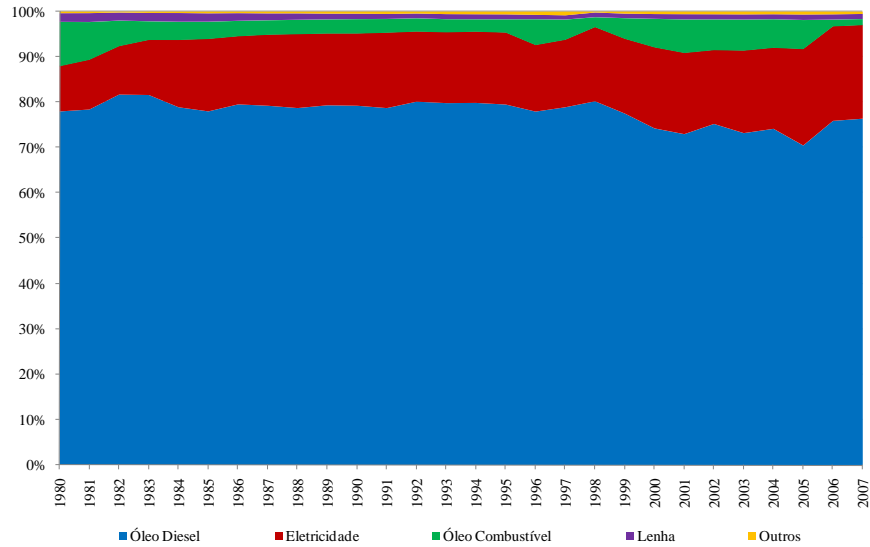
Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE

A partir da análise das figuras do Gráfico 18, optou-se em considerar a participação dos energéticos constantes nos níveis observados em 2007, com pequenas variações: óleo diesel 75%, eletricidade 20%, óleo combustível 3%, Lenha 1% e outros 1%.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Gráfico 18: SP, Participação (%) de energéticos no consumo agropecuário de energia, 1980 a 2007



Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE

Aplicando-se aquelas participações percentuais dos energéticos assumidas às projeções apresentadas na Tabela 23, obtêm-se estimativas e projeções do consumo agropecuário de energéticos entre 2002 e 2020, conforme Tabela 24.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 24: SP, Projeção do consumo dos energéticos no consumo agropecuário de energia (10⁹ kcal), 2002 a 2020

Ano	Óleo Diesel	Elettricidade	Óleo Combustível	Lenha	Outros	Total
2002	8.360,0	1.821,0	753,0	123,0	61,0	11.118,0
2003	7.753,0	1.938,0	725,0	119,0	61,0	10.596,0
2004	8.316,0	2.016,0	706,0	121,0	61,0	11.220,0
2005	7.138,0	2.165,0	649,0	121,0	61,0	10.134,0
2006	8.230,0	2.270,0	162,0	124,0	61,0	10.847,0
2007	8.595,0	2.292,0	343,8	114,6	114,6	11.460,0
2008	8.641,1	2.304,3	345,6	115,2	115,2	11.521,5
2009	8.924,6	2.379,9	357,0	119,0	119,0	11.899,4
2010	9.218,0	2.458,1	368,7	122,9	122,9	12.290,7
2011	9.521,7	2.539,1	380,9	127,0	127,0	12.695,6
2012	9.836,0	2.622,9	393,4	131,1	131,1	13.114,6
2013	10.161,3	2.709,7	406,5	135,5	135,5	13.548,4
2014	10.498,0	2.799,5	419,9	140,0	140,0	13.997,3
2015	10.846,4	2.892,4	433,9	144,6	144,6	14.461,9
2016	11.207,1	2.988,6	448,3	149,4	149,4	14.942,8
2017	11.580,4	3.088,1	463,2	154,4	154,4	15.440,5
2018	11.966,8	3.191,1	478,7	159,6	159,6	15.955,7
2019	12.366,6	3.297,8	494,7	164,9	164,9	16.488,9
2020	12.780,5	3.408,1	511,2	170,4	170,4	17.040,7

Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



7. Consumo energia no setor de transportes em SP: estimativa e projeção

Por sua complexidade e relevância, o setor de transportes foi analisado de forma desagregada. O grupo de autoveículos (automóveis de passageiros, comerciais leves, ônibus e caminhões) foi separado em dois subgrupos:

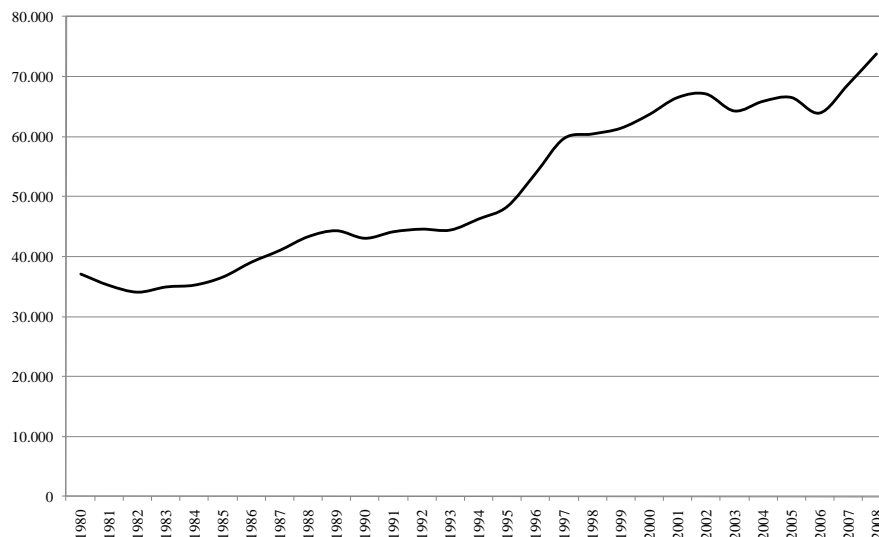
- (i) Motores Diesel
- (ii) Motores Otto, incluindo gasolina, etanol e gás natural veicular (GNV).

Os demais combustíveis (Querosene para Aviação – QAV, Óleo Combustível e Eletricidade) foram analisados em separado.

7.1 Consumo de combustível por motores Diesel

Dados de consumo de óleo diesel apontam relativa estagnação do consumo a partir de 2000, conforme Gráfico 19. Os dados de 2008 são preliminares, fonte ANP, e mostram aumento significativo do consumo.

Gráfico 19: SP, Consumo de energia por motores diesel (10^9 kcal), 1980 a 2008



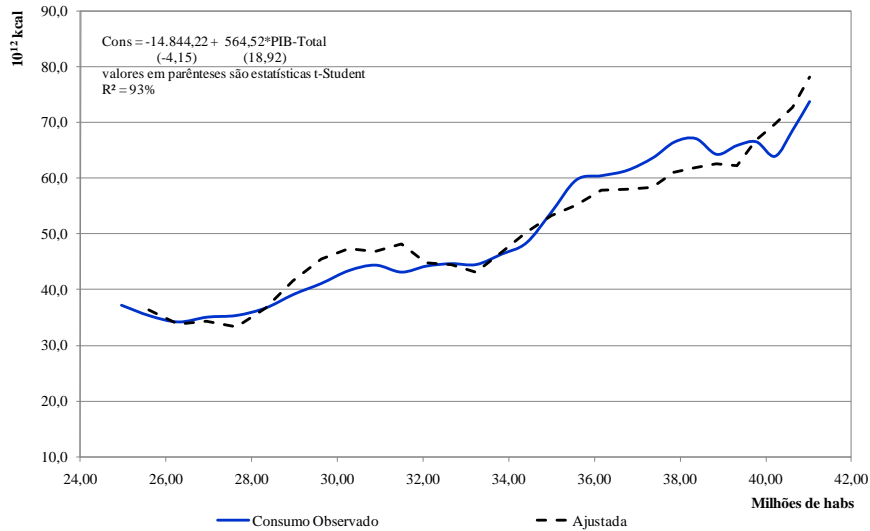
Fonte: SSE-SP, ANP

Optou-se por um modelo no qual o consumo do combustível depende do PIB total. As tentativas de incluir dados sobre, a frota de caminhões ou do comportamento do PIB ou do PIB industrial não apresentaram resultados satisfatórios. Apesar da inclusão de dados da população apresentarem bons resultados, o desvio padrão da curva projetada sofreu aumento substancial, e por isso optou-se em não incluí-la no modelo. Os coeficientes obtidos no modelo simplificado apresentam sinal esperado com coeficiente de correlação (R^2) de 93% e o coeficiente de significância geral (estatística F) de 358. Utilizando-se o



resultado da regressão (apresentado no Gráfico 20) e a projeção da população do IBGE, obtém-se a projeção do consumo de energia, conforme Gráfico 21 e Tabela 25 a seguir.

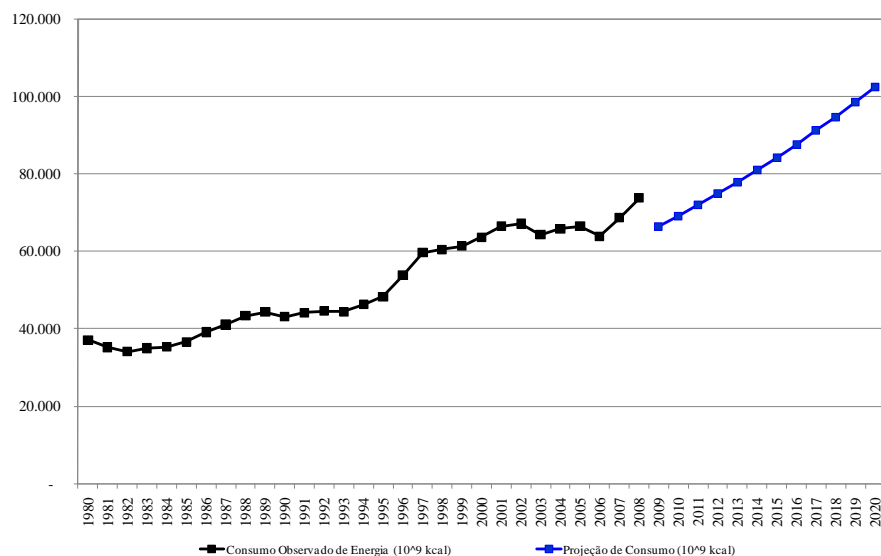
Gráfico 20: Regressão do consumo de energia por motores diesel em função do PIB total, 1986 – 2007



Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE

Utilizando-se o resultado da regressão e pressupondo-se diminuição do consumo em 2009 de 10% em relação a 2008, obtém-se a projeção do consumo de energia, conforme mostrado a seguir.

Gráfico 21: SP, Projeção do consumo de energia por motores diesel (10⁹ kcal), 1980 a 2020



Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 25: Estimativa e projeção do PIB Total e do consumo de energia por motores diesel, 2000 a 2020

Ano	PIB Total SP	Consumo de Energia (10 ⁹ kcal), proj. a partir de 2008
2000	134	63.656
2001	136	66.497
2002	137	67.094
2003	137	64.262
2004	145	65.856
2005	150	66.514
2006	155	63.916
2007	165	68.645
2008	170	73.774
2009	171	66.310
2010	177	69.055
2011	183	71.895
2012	189	74.835
2013	196	77.877
2014	203	81.027
2015	210	84.286
2016	217	87.659
2017	225	91.151
2018	233	94.765
2019	241	98.505
2020	249	102.376

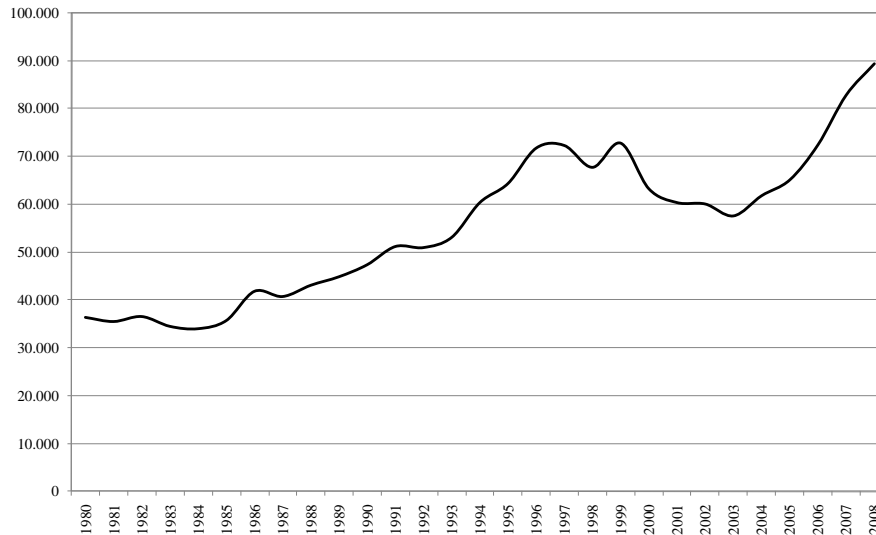
Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE

7.2. Consumo de combustível por motores Otto

O consumo de gasolina, etanol e gás natural foram agregados na categoria de motores Otto. Dados de consumo de combustível por automóveis desta categoria apontam redução do consumo entre 1998 e 2003, conforme Gráfico 22. Neste gráfico, além dos dados da SSE-SP foram incluídos os dados estimados de consumo desses combustíveis em 2008, pela ANP, quando se observa forte aumento.



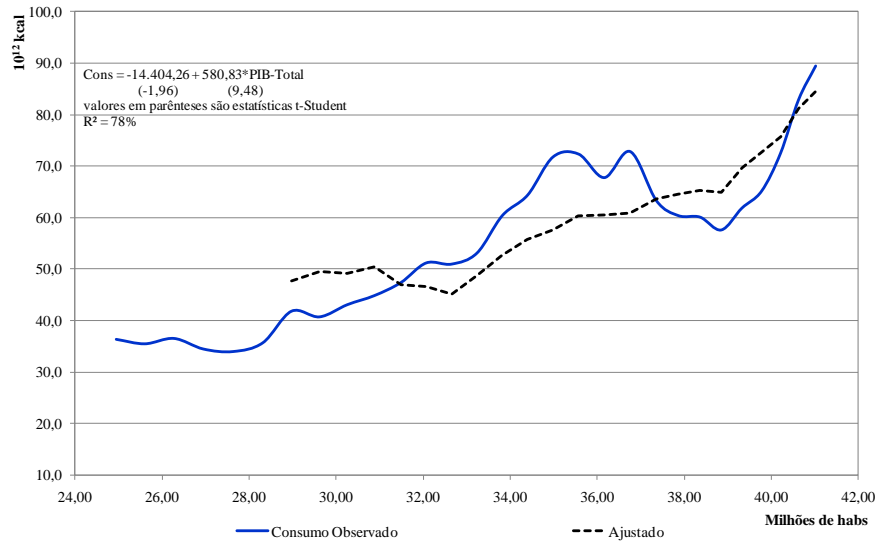
Gráfico 22: SP, Consumo de combustível por motores Otto (10^9 kcal), 1980 a 2008



Fonte: SSE-SP

Optou-se por um modelo de consumo do combustível que inclui a evolução do PIB total (crescendo a 3,5% ao ano a partir de 2010). As tentativas de incluir dados sobre a frota de automóveis e população não apresentaram resultados satisfatórios. Os coeficientes obtidos no modelo apresentam sinal esperado e são significativos a 1%, R^2 de 78% e F de 89. A curva projetada é apresentada no Gráfico 23.

Gráfico 23: Regressão do consumo de energia por motores Otto em função do PIB total, 1986 – 2007



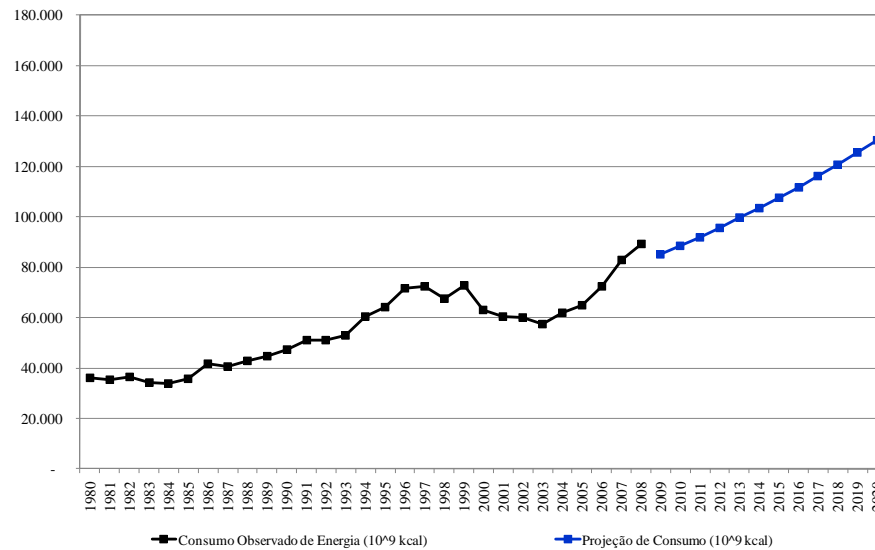
Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Utilizando-se o resultado da regressão e a projeção da população, e pressupondo-se diminuição do consumo em 2009 de 5% em relação a 2008, obtém-se a projeção do consumo de energia, conforme Gráfico 24 e Tabela 26 a seguir.

Gráfico 24: SP, Projeção do consumo de combustível por motores Otto (10⁹ kcal), 1980 a 2020



Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE

Tabela 26: Estimativa e projeção do PIB Total e do consumo de combustível por motores Otto, 2000 a 2020

Ano	PIB Total SP	Consumo de Energia (10 ⁹ kcal), proj. a partir de 2008
2000	134	63.190
2001	136	60.313
2002	137	60.020
2003	137	57.529
2004	145	61.758
2005	150	65.073
2006	155	72.423
2007	165	82.843
2008	170	89.418
2009	171	84.964
2010	177	88.424
2011	183	92.006
2012	189	95.713
2013	196	99.549
2014	203	103.520
2015	210	107.629
2016	217	111.883
2017	225	116.285
2018	233	120.842
2019	241	125.558
2020	249	130.439

Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

A evolução da composição da frota de automóveis no Estado de São Paulo, por combustível na frota de automóveis de motor Otto até 2020 encontra-se na Tabela 27 a seguir.

Tabela 27: Estimativa e projeção da Participação (%) do consumo de combustível por motores Otto, 2005 a 2020

Ano	Gasolina A	Etanol	GNV
2005	63,0%	31,1%	6,0%
2006	57,1%	36,9%	5,9%
2007	50,9%	43,3%	5,8%
2008	45,5%	48,9%	5,6%
2009	40,1%	54,3%	5,6%
2010	37,2%	57,2%	5,6%
2011	34,7%	59,7%	5,6%
2012	32,2%	62,3%	5,5%
2013	29,9%	64,7%	5,4%
2014	27,8%	66,9%	5,3%
2015	25,9%	68,9%	5,2%
2016	24,2%	70,7%	5,1%
2017	22,7%	72,3%	4,9%
2018	21,4%	73,8%	4,8%
2019	20,3%	75,1%	4,6%
2020	19,3%	76,2%	4,5%

Fonte: Nigro (2008)

Multiplicando-se a projeção do total de energia demandada por automóveis Otto pelas participações projetadas, obtém-se a projeção das demandas de combustíveis utilizados nos motores Otto, conforme Tabela 28.

Tabela 28: Estimativa e projeção do consumo de gasolina, etanol e GNV, 2007 a 2020

Ano	Gasolina A	Etanol	GNV
2007	42.192,8	35.870,6	4.779,4
2008	40.663,8	43.703,9	5.049,9
2009	34.062,3	46.176,6	4.725,3
2010	32.917,2	50.554,8	4.952,5
2011	31.891,7	54.967,7	5.146,4
2012	30.819,7	59.596,6	5.296,2
2013	29.755,0	64.379,0	5.415,0
2014	28.762,9	69.241,0	5.515,8
2015	27.867,3	74.160,1	5.601,9
2016	27.082,7	79.124,8	5.675,5
2017	26.419,8	84.127,5	5.738,0
2018	25.886,5	89.164,2	5.791,1
2019	25.487,3	94.234,2	5.836,3
2020	25.224,4	99.339,8	5.874,6

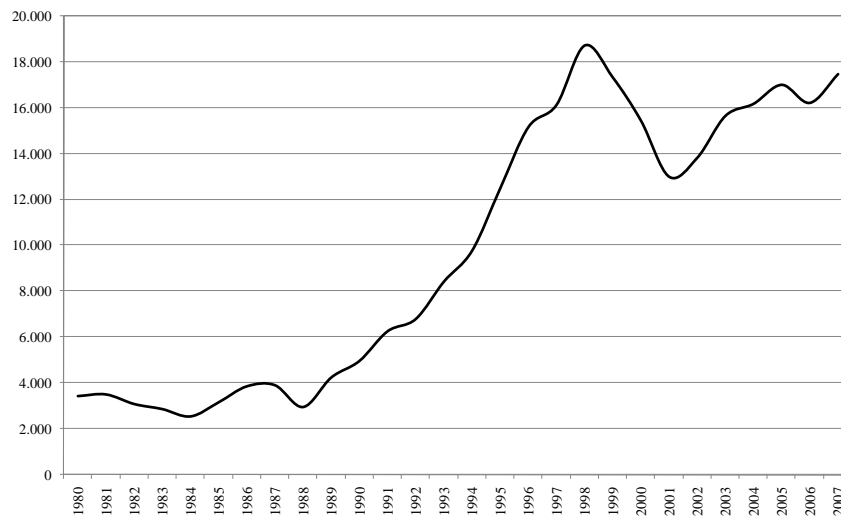
Fonte: SSE-SP e Nigro (2008)



7.3 Consumo de Querosene para Aviação (QAV)

Dados de consumo de QAV apontam reversão do consumo entre 1998 e 2001, conforme Gráfico 25.

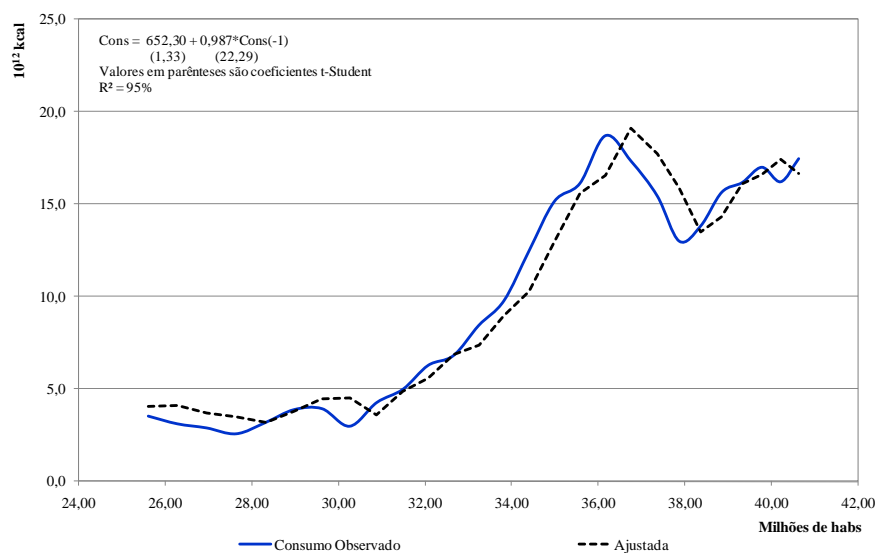
Gráfico 25: SP, Consumo de querosene para aviação (10⁹ kcal), 1980 a 2007



Fonte: SSE-SP

Para representar o consumo de QAV, optou-se por um modelo simplificado, no qual o consumo do combustível depende apenas do consumo observado no período anterior. Os coeficientes obtidos no modelo simplificado apresentam sinal esperado e são significativos a 1%, com R² de 95% e estatística F de 497.

Gráfico 26: Regressão do consumo de querosene para aviação em função do lag, 1981 – 2007



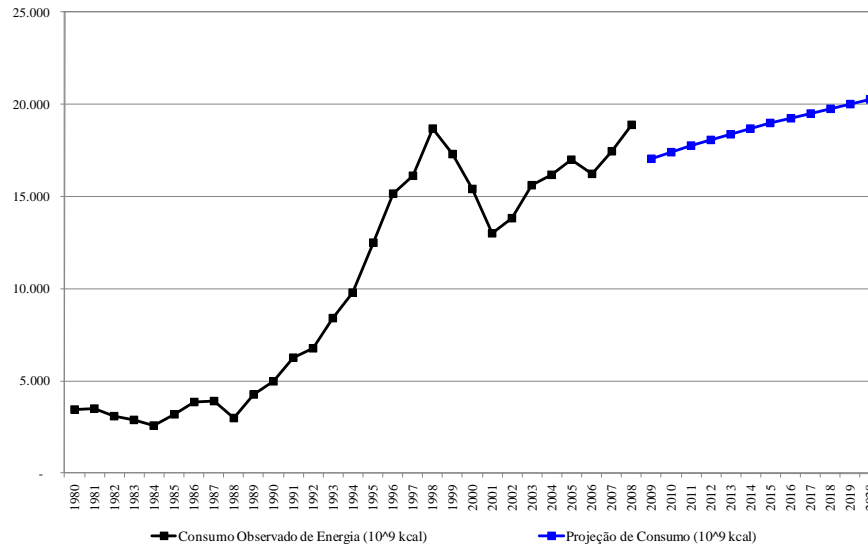
Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Utilizando-se o resultado da regressão, obtém-se a projeção do consumo de energia (com redução em 2009 de 10% em relação a 2008), conforme Gráfico 27 e Tabela 29 a seguir.

Gráfico 27: SP, Projeção do consumo de querosene para aviação (10⁹ kcal), 1980 a 2020



Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE

Tabela 29: Estimativa e projeção da população e de consumo de querosene para aviação (QAV), 2000 a 2020

Ano	População (Projeção 2007 – 2020, IBGE)	Consumo de energia(10 ⁹ kcal), proj. a partir de 2008
2000	37.113.899	15.431
2001	37.645.298	12.993
2002	38.177.742	13.819
2003	38.709.320	15.644
2004	39.239.386	16.168
2005	39.767.285	16.994
2006	40.291.587	16.209
2007	41.661.330	17.460
2008	42.261.876	18.877
2009	42.854.334	17.065
2010	43.438.162	17.426
2011	44.011.645	17.768
2012	44.573.458	18.093
2013	45.124.260	18.402
2014	45.664.658	18.697
2015	46.194.759	18.980
2016	46.715.061	19.253
2017	47.226.123	19.516
2018	47.728.490	19.770
2019	48.222.482	20.017
2020	48.708.660	20.256

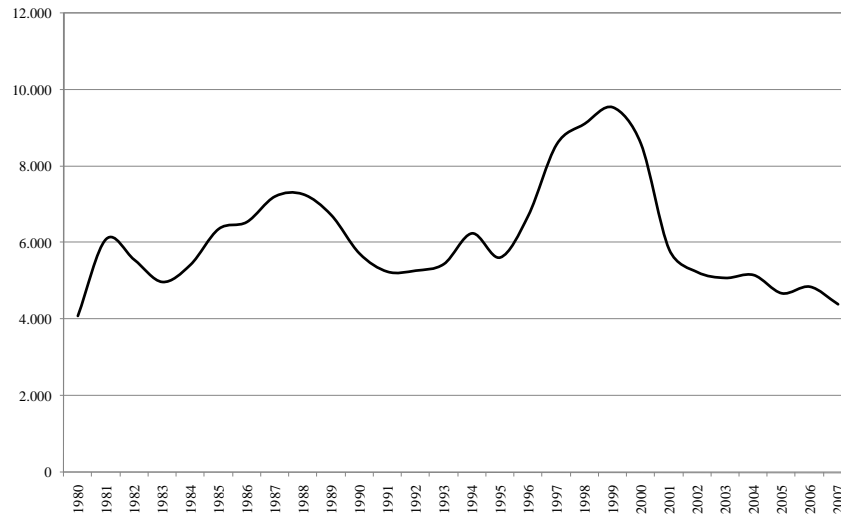
Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



7.4 Consumo de Óleo Combustível no setor de transportes

Dados de consumo de Óleo Combustível no setor de transportes apontam oscilação do consumo de energia nos últimos anos, conforme Gráfico 28 abaixo.

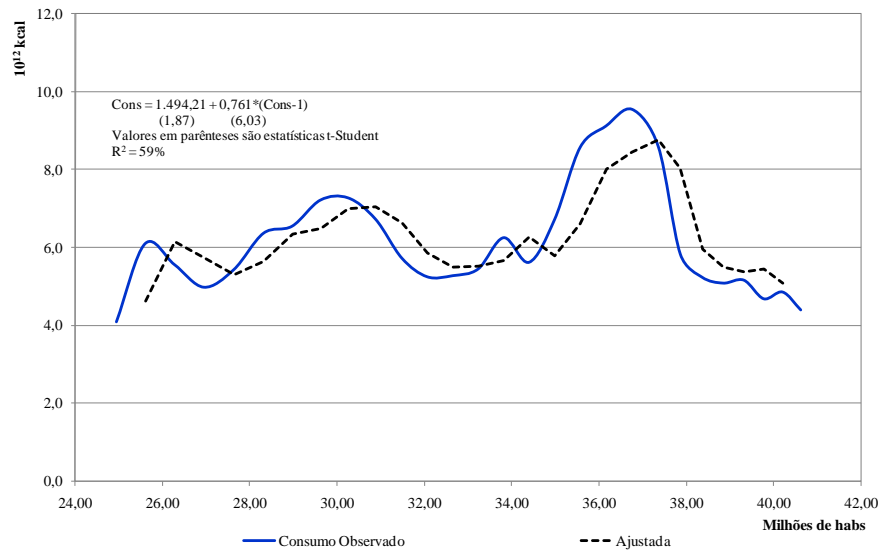
Gráfico 28: SP, Consumo de óleo combustível no setor de transportes (10⁹ kcal), 1980 a 2007



Fonte: SSE-SP

Para representar o consumo de Óleo Combustível no setor de transportes, optou-se por um modelo simplificado, no qual o consumo do combustível depende apenas do consumo observado no período anterior. Os coeficientes obtidos no modelo simplificado apresentam sinal esperado e são significativos a 10%, com R^2 de 59% e estatística F de 36.

Gráfico 29: Regressão do consumo de óleo combustível do setor de transporte em função do lag, 1981 – 2007



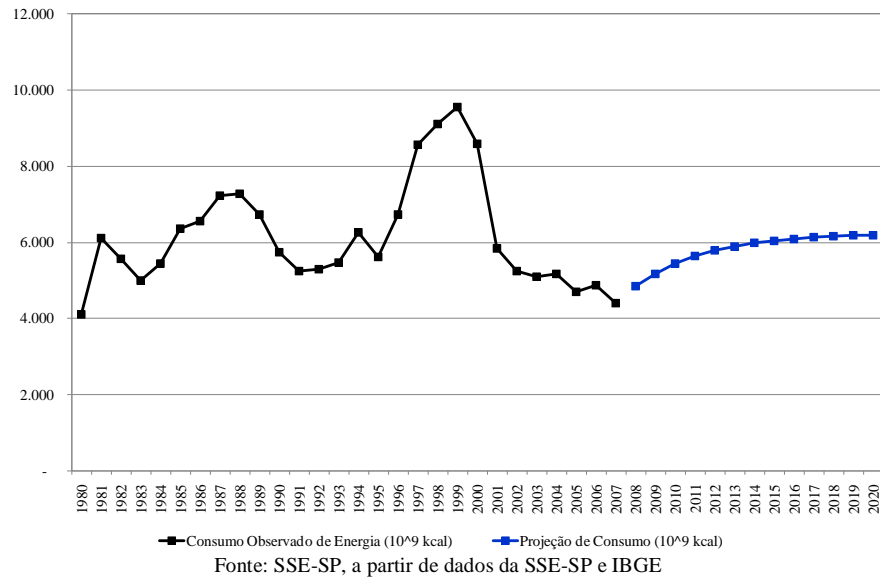
Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Utilizando-se o resultado da regressão e a projeção da população do IBGE, obtém-se a projeção do consumo de energia, conforme Gráfico 30 e Tabela 30 a seguir.

Gráfico 30: SP, Projeção do consumo de óleo combustível no setor de transportes (10⁹ kcal), 1980 a 2020



Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE

Tabela 30: Estimativa e projeção da população e do consumo de óleo combustível no setor de transportes, 2000 a 2020

Ano	População (Projeção 2007 – 2020, IBGE)	Consumo de Energia (10 ⁹ kcal), proj. a partir de 2008
2000	37.113.899	8.593
2001	37.645.298	5.837
2002	38.177.742	5.245
2003	38.709.320	5.093
2004	39.239.386	5.169
2005	39.767.285	4.692
2006	40.291.587	4.864
2007	41.661.330	4.406
2008	42.261.876	4.847
2009	42.854.334	5.182
2010	43.438.162	5.437
2011	44.011.645	5.631
2012	44.573.458	5.778
2013	45.124.260	5.891
2014	45.664.658	5.976
2015	46.194.759	6.041
2016	46.715.061	6.091
2017	47.226.123	6.128
2018	47.728.490	6.157
2019	48.222.482	6.179
2020	48.708.660	6.195

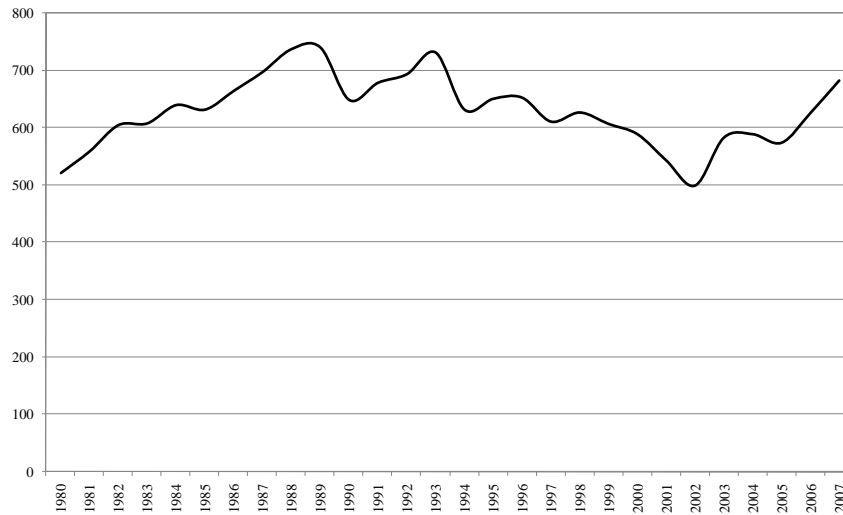
Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



7.5 Consumo de Eletricidade no setor de transportes

Dados de consumo de Eletricidade no setor de transportes apontam forte redução do consumo a partir de 1996, conforme Gráfico 31 a seguir.

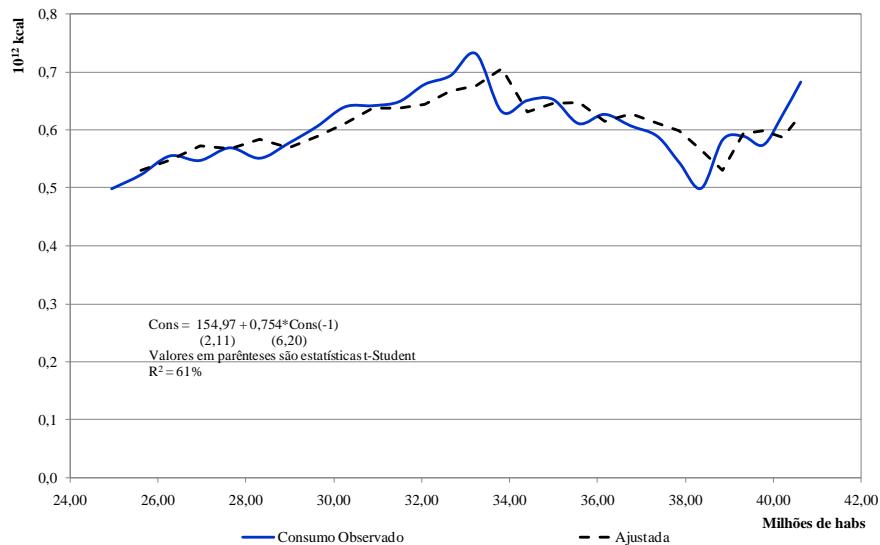
Gráfico 31: SP, Consumo de eletricidade no setor de transportes (10⁹ kcal), 1980 a 2007



Fonte: SSE-SP

Para representar o consumo de Eletricidade no setor de transportes, optou-se por um modelo simplificado, no qual o consumo do energético depende apenas do consumo observado no período anterior (o consumo em t-1).

Gráfico 32: Regressão do consumo de eletricidade no setor de transporte em função do lag, 1981 – 2007



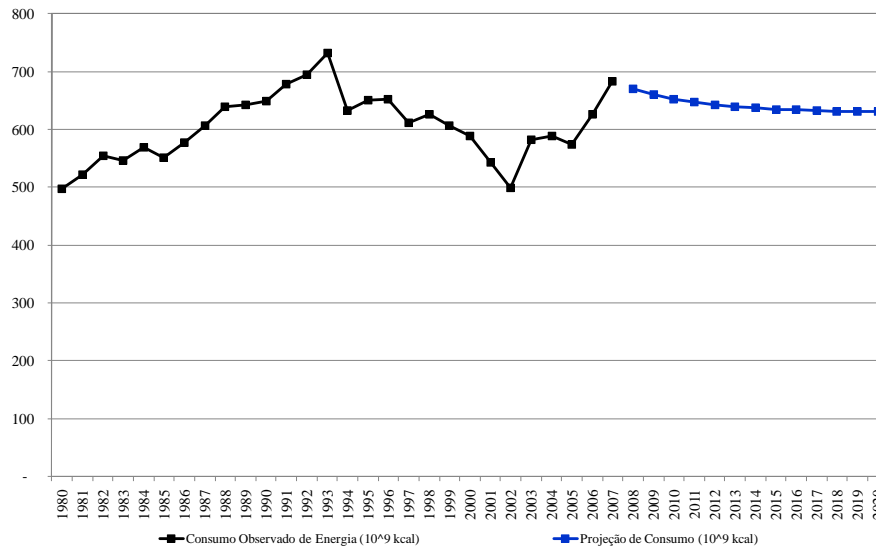
Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

O coeficiente obtido no modelo simplificado apresenta sinal esperado e é significativo a 1%, com R^2 de 61% e estatística F de 39. Utilizando-se o resultado da regressão, obtém-se a projeção do consumo de energia, que deve se estabilizar em torno de 630×10^9 kcal, conforme Gráfico 33 e Tabela 31 a seguir.

Gráfico 33: SP, Projeção do consumo de eletricidade no setor de transportes (10^9 kcal), 1980 a 2020



Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 31: Estimativa e projeção da população e do consumo de eletricidade no setor de transportes (10⁹ kcal), 2000 a 2020

Ano	População (Projeção 2007 – 2020, IBGE)	Consumo de Energia (10 ⁹ kcal), proj. a partir de 2008
2000	37.113.899	589
2001	37.645.298	543
2002	38.177.742	499
2003	38.709.320	583
2004	39.239.386	589
2005	39.767.285	574
2006	40.291.587	626
2007	41.661.330	683
2008	42.261.876	670
2009	42.854.334	660
2010	43.438.162	652
2011	44.011.645	647
2012	44.573.458	643
2013	45.124.260	639
2014	45.664.658	637
2015	46.194.759	635
2016	46.715.061	634
2017	47.226.123	633
2018	47.728.490	632
2019	48.222.482	631
2020	48.708.660	631

Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE

As Tabelas 32 e 33 apresentam a totalização do consumo de energia, desagregado por energético e a participação percentual de cada energético no consumo final do setor de transportes, respectivamente.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

**Tabela 32: SP. Estimativa do consumo de energia no setor de transportes (10⁹ kcal),
1980 a 2020**

	Gás Natural	Óleo Diesel	Óleo Combustível	Gasolina	Querosene	Elettricidade	Álcool Etílico	Total
1980	0	35.977	4.101	31.348	3.445	498	6.082	81.451
1981	0	34.713	6.104	30.710	3.518	522	5.219	80.786
1982	0	33.968	5.570	29.128	3.101	555	7.477	79.799
1983	0	34.799	4.988	24.648	2.880	547	9.938	77.800
1984	0	35.059	5.437	21.790	2.561	569	12.350	77.766
1985	0	36.342	6.371	21.268	3.175	551	14.637	82.344
1986	0	38.741	6.552	23.621	3.870	577	18.476	91.837
1987	0	40.907	7.220	21.790	3.919	606	19.008	93.450
1988	0	43.194	7.277	21.073	2.970	640	22.089	97.243
1989	0	44.250	6.734	23.238	4.255	642	21.636	100.755
1990	0	42.994	5.732	25.225	4.975	649	22.169	101.744
1991	0	44.130	5.255	28.045	6.267	679	23.112	107.488
1992	24	44.589	5.284	28.295	6.799	694	22.592	108.277
1993	89	44.450	5.456	28.730	8.427	732	24.215	112.099
1994	154	46.295	6.257	34.721	9.769	632	25.451	123.279
1995	122	48.331	5.627	37.962	12.486	651	26.240	131.419
1996	105	53.841	6.724	44.436	15.153	653	27.193	148.105
1997	114	59.671	8.574	47.388	16.119	611	24.769	157.246
1998	162	60.433	9.118	48.214	18.704	627	19.327	156.585
1999	260	61.386	9.547	49.445	17.313	607	23.055	161.613
2000	519	63.656	8.593	45.768	15.431	589	16.903	151.459
2001	908	66.497	5.837	44.950	12.993	543	14.455	146.183
2002	1.614	67.094	5.245	42.122	13.819	499	16.284	146.677
2003	2.806	64.262	5.093	39.933	15.644	583	14.790	143.111
2004	3.301	65.856	5.169	40.104	16.168	589	18.353	149.540
2005	3.885	66.514	4.692	41.654	16.994	574	19.534	153.847
2006	4.631	63.916	4.864	41.834	16.209	626	25.958	158.038
2007	5.004	68.645	4.406	42.434	17.460	683	35.385	174.017
2008	5.050	73.774	4.847	40.664	18.877	670	43.704	187.585
2009	4.725	66.310	5.182	34.062	17.065	660	46.177	174.181
2010	4.952	69.055	5.437	32.917	17.426	652	50.555	180.994
2011	5.146	71.895	5.631	31.892	17.768	647	54.968	187.946
2012	5.296	74.835	5.778	30.820	18.093	643	59.597	195.061
2013	5.415	77.877	5.891	29.755	18.402	639	64.379	202.358
2014	5.516	81.027	5.976	28.763	18.697	637	69.241	209.856
2015	5.602	84.286	6.041	27.867	18.980	635	74.160	217.572
2016	5.675	87.659	6.091	27.083	19.253	634	79.125	225.519
2017	5.738	91.151	6.128	26.420	19.516	633	84.128	233.713
2018	5.791	94.765	6.157	25.886	19.770	632	89.164	242.166
2019	5.836	98.505	6.179	25.487	20.017	631	94.234	250.890
2020	5.875	102.376	6.195	25.224	20.256	631	99.340	259.897

Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 33: SP, Participação (%) dos energéticos no consumo de energia no setor de transportes, 1980 a 2020

	Gás Natural	Óleo Diesel	Óleo Combustível	Gasolina	Querosene	Eletricidade	Álcool Etílico	Total
1980	0,0%	44,2%	5,0%	38,5%	4,2%	0,6%	7,5%	100%
1981	0,0%	43,0%	7,6%	38,0%	4,4%	0,6%	6,5%	100%
1982	0,0%	42,6%	7,0%	36,5%	3,9%	0,7%	9,4%	100%
1983	0,0%	44,7%	6,4%	31,7%	3,7%	0,7%	12,8%	100%
1984	0,0%	45,1%	7,0%	28,0%	3,3%	0,7%	15,9%	100%
1985	0,0%	44,1%	7,7%	25,8%	3,9%	0,7%	17,8%	100%
1986	0,0%	42,2%	7,1%	25,7%	4,2%	0,6%	20,1%	100%
1987	0,0%	43,8%	7,7%	23,3%	4,2%	0,6%	20,3%	100%
1988	0,0%	44,4%	7,5%	21,7%	3,1%	0,7%	22,7%	100%
1989	0,0%	43,9%	6,7%	23,1%	4,2%	0,6%	21,5%	100%
1990	0,0%	42,3%	5,6%	24,8%	4,9%	0,6%	21,8%	100%
1991	0,0%	41,1%	4,9%	26,1%	5,8%	0,6%	21,5%	100%
1992	0,0%	41,2%	4,9%	26,1%	6,3%	0,6%	20,9%	100%
1993	0,1%	39,7%	4,9%	25,6%	7,5%	0,7%	21,6%	100%
1994	0,1%	37,6%	5,1%	28,2%	7,9%	0,5%	20,6%	100%
1995	0,1%	36,8%	4,3%	28,9%	9,5%	0,5%	20,0%	100%
1996	0,1%	36,4%	4,5%	30,0%	10,2%	0,4%	18,4%	100%
1997	0,1%	37,9%	5,5%	30,1%	10,3%	0,4%	15,8%	100%
1998	0,1%	38,6%	5,8%	30,8%	11,9%	0,4%	12,3%	100%
1999	0,2%	38,0%	5,9%	30,6%	10,7%	0,4%	14,3%	100%
2000	0,3%	42,0%	5,7%	30,2%	10,2%	0,4%	11,2%	100%
2001	0,6%	45,5%	4,0%	30,7%	8,9%	0,4%	9,9%	100%
2002	1,1%	45,7%	3,6%	28,7%	9,4%	0,3%	11,1%	100%
2003	2,0%	44,9%	3,6%	27,9%	10,9%	0,4%	10,3%	100%
2004	2,2%	44,0%	3,5%	26,8%	10,8%	0,4%	12,3%	100%
2005	2,5%	43,2%	3,0%	27,1%	11,0%	0,4%	12,7%	100%
2006	2,9%	40,4%	3,1%	26,5%	10,3%	0,4%	16,4%	100%
2007	2,9%	39,4%	2,5%	24,4%	10,0%	0,4%	20,3%	100%
2008	2,7%	39,3%	2,6%	21,7%	10,1%	0,4%	23,3%	100%
2009	2,7%	38,1%	3,0%	19,6%	9,8%	0,4%	26,5%	100%
2010	2,7%	38,2%	3,0%	18,2%	9,6%	0,4%	27,9%	100%
2011	2,7%	38,3%	3,0%	17,0%	9,5%	0,3%	29,2%	100%
2012	2,7%	38,4%	3,0%	15,8%	9,3%	0,3%	30,6%	100%
2013	2,7%	38,5%	2,9%	14,7%	9,1%	0,3%	31,8%	100%
2014	2,6%	38,6%	2,8%	13,7%	8,9%	0,3%	33,0%	100%
2015	2,6%	38,7%	2,8%	12,8%	8,7%	0,3%	34,1%	100%
2016	2,5%	38,9%	2,7%	12,0%	8,5%	0,3%	35,1%	100%
2017	2,5%	39,0%	2,6%	11,3%	8,4%	0,3%	36,0%	100%
2018	2,4%	39,1%	2,5%	10,7%	8,2%	0,3%	36,8%	100%
2019	2,3%	39,3%	2,5%	10,2%	8,0%	0,3%	37,6%	100%
2020	2,3%	39,4%	2,4%	9,7%	7,8%	0,2%	38,2%	100%

Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



8. Consumo de energia no setor energético: estimativa e projeção

Após apresentar forte redução desde 1997, o consumo de energia do setor energético (isto é, a energia utilizada para a produção de combustíveis), excluindo-se o bagaço de cana, projetado a parte, parece ter-se estabilizado a partir de 2005 em torno de 12 trilhões de kcal/ano, conforme Gráfico 34.

Gráfico 34: SP, Consumo de energia no setor energético (10⁹ kcal), 1980 a 2007

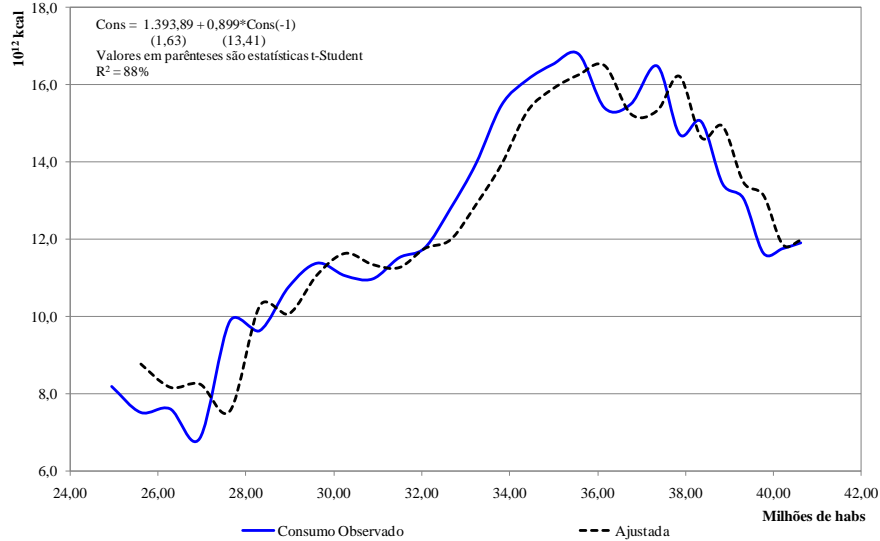


Fonte: SSE-SP

O comportamento irregular do consumo de energia pelo setor energético motivou a adoção de modelo auto-regressivo simples (*random walk*), no qual se regride a variável explicada apenas contra o consumo observado no período anterior. Tentativas de incluir outras variáveis como população ou PIB industrial estadual não apresentaram resultados satisfatórios. Similarmente ao método adotado no setor industrial, o consumo de bagaço foi remanejado e excluído da regressão. Os resultados da regressão e da projeção, sem considerar o bagaço de cana, estão nos Gráficos 35 e 36 ($R^2 = 88\%$, $F = 180$) e na Tabela 34.

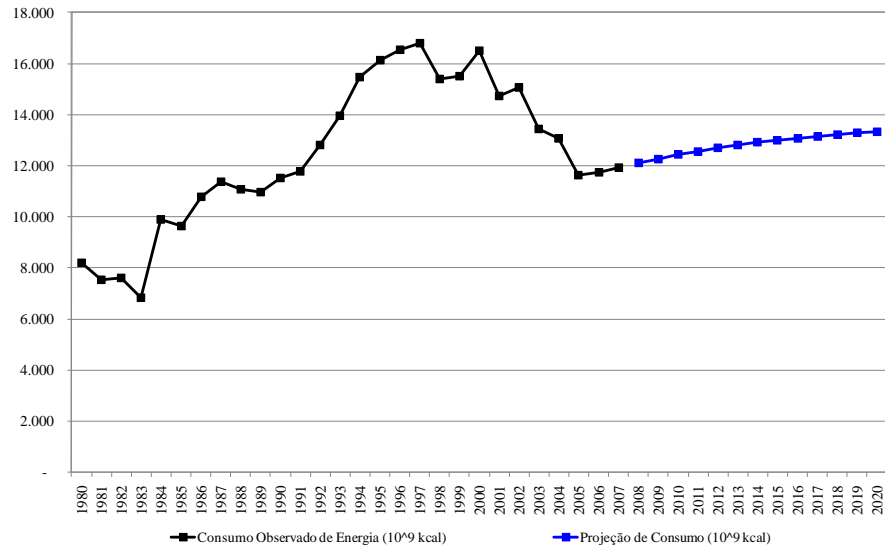


Gráfico 35: Regressão da função consumo do setor energético (sem bagaço),
1981 – 2007



Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP

Gráfico 36: Projeção do consumo de energia do setor energético de SP (sem bagaço),
(10⁹ kcal), 1980 a 2020



Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 34: Estimativa e projeção da população e do consumo do setor energético, 1995 a 2020

Ano	População (Projeção 2007 – 2020, IBGE)	Consumo de Energia (10 ⁹ kcal), proj. a partir de 2008
1995	34.398.346	50.899
1996	34.982.145	55.828
1997	35.567.960	58.099
1998	36.157.494	58.347
1999	36.753.995	50.142
2000	37.356.424	43.321
2001	37.860.483	45.786
2002	38.358.115	46.094
2003	38.844.101	47.931
2004	39.315.471	51.726
2005	39.769.582	54.032
2006	40.204.428	55.640
2007	40.618.637	67.106
2008	41.011.634	73.428
2009	41.384.039	78.669
2010	41.737.337	70.066
2011	42.072.308	74.593
2012	42.390.043	79.038
2013	42.692.505	83.390
2014	42.981.429	87.632
2015	43.258.418	91.745
2016	43.525.062	95.707
2017	43.782.535	99.490
2018	44.031.674	103.060
2019	44.272.959	106.377
2020	44.506.843	109.393

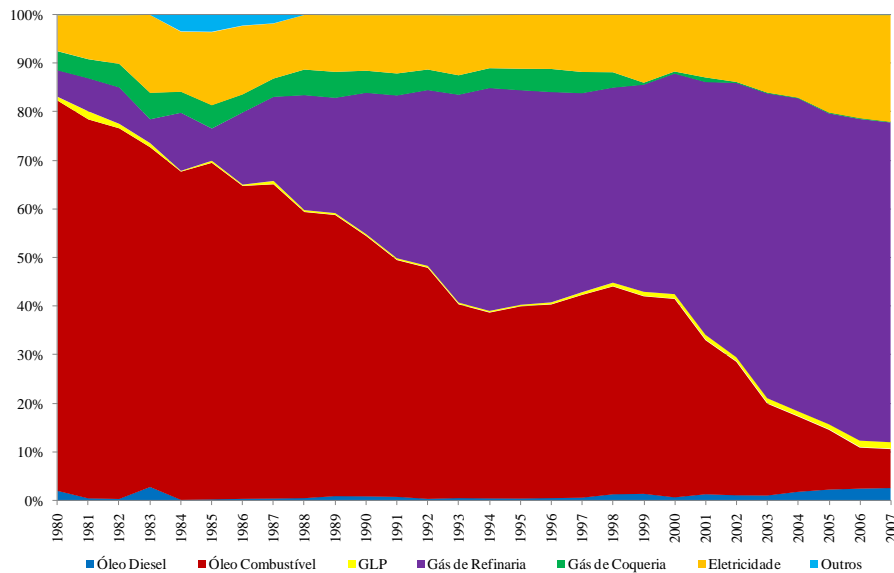
Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE

A partir da análise do Gráfico 37, optou-se em considerar a participação dos energéticos constantes, com exceção do bagaço de cana que foi projetado externamente, nos níveis observados em 2007.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Gráfico 37: SP, Participação (%) de energéticos no consumo do setor energético, 1980 a 2007



Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP

Aplicando-se as participações percentuais de 2007 constantes dos energéticos às projeções apresentadas na Tabela 34 e incluindo a parcela do bagaço de cana proporcionalmente à produção de álcool, obtêm-se as projeções e a participação percentual dos energéticos do consumo de energia do setor energético entre 2002 e 2020, conforme Tabelas 35 e 36, respectivamente.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

**Tabela 35: SP, Projeção do consumo dos energéticos no setor energético (10⁹ kcal),
2002 a 2020**

Ano	Bagaço de Cana	Óleo Diesel	Óleo Combustível	GLP	Gás de Refinaria	Gás de Coqueria	Eletricidade	Outros	Total
2000	26.828,6	130,0	6.724,0	152,0	7.491,0	79,0	1.916,0	0,0	43.320,6
2001	31.060,8	208,0	4.664,0	152,0	7.665,0	145,0	1.891,0	0,0	45.785,8
2002	31.044,1	182,0	4.130,0	128,0	8.498,0	40,0	2.072,0	0,0	46.094,1
2003	34.494,6	156,0	2.537,0	140,0	8.427,0	31,0	2.145,0	0,0	47.930,6
2004	38.662,7	251,0	2.022,0	128,0	8.414,0	26,0	2.222,0	0,0	51.725,7
2005	42.388,0	277,0	1.431,0	122,0	7.446,0	31,0	2.337,0	0,0	54.032,0
2006	43.877,5	303,0	992,0	158,0	7.781,0	31,0	2.497,0	0,0	55.639,5
2007	55.194,0	321,0	954,0	158,0	7.833,0	26,0	2.620,0	0,0	67.106,0
2008	61.324,5	326,2	969,3	160,5	7.958,9	26,4	2.662,1	0,0	73.428,0
2009	66.393,5	330,8	983,1	162,8	8.072,1	26,8	2.700,0	0,0	78.669,2
2010	57.635,5	335,0	995,5	164,9	8.173,9	27,1	2.734,0	0,0	70.065,9
2011	62.023,1	338,7	1.006,7	166,7	8.265,4	27,4	2.764,6	0,0	74.592,6
2012	66.343,6	342,1	1.016,7	168,4	8.347,7	27,7	2.792,1	0,0	79.038,3
2013	70.582,7	345,1	1.025,7	169,9	8.421,6	28,0	2.816,9	0,0	83.389,9
2014	74.723,6	347,8	1.033,8	171,2	8.488,1	28,2	2.839,1	0,0	87.631,9
2015	78.746,1	350,3	1.041,1	172,4	8.547,9	28,4	2.859,1	0,0	91.745,3
2016	82.626,2	352,5	1.047,6	173,5	8.601,7	28,6	2.877,1	0,0	95.707,1
2017	86.335,3	354,5	1.053,5	174,5	8.650,0	28,7	2.893,3	0,0	99.489,7
2018	89.839,2	356,3	1.058,8	175,4	8.693,4	28,9	2.907,8	0,0	103.059,7
2019	93.097,1	357,9	1.063,6	176,1	8.732,5	29,0	2.920,9	0,0	106.377,0
2020	96.060,1	359,3	1.067,8	176,9	8.767,6	29,1	2.932,6	0,0	109.393,4

Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 36: SP, Participação (%) dos energéticos no consumo de energia no setor energético, 2002 a 2020

Ano	Bagaço de Cana	Óleo Diesel	Óleo Combustível	GLP	Gás de Refinaria	Gás de Coqueria	Eletricidade	Outros	Total
2000	61,9%	0,3%	15,5%	0,4%	17,3%	0,2%	4,4%	0,0%	100,0%
2001	67,8%	0,5%	10,2%	0,3%	16,7%	0,3%	4,1%	0,0%	100,0%
2002	67,3%	0,4%	9,0%	0,3%	18,4%	0,1%	4,5%	0,0%	100,0%
2003	72,0%	0,3%	5,3%	0,3%	17,6%	0,1%	4,5%	0,0%	100,0%
2004	74,7%	0,5%	3,9%	0,2%	16,3%	0,1%	4,3%	0,0%	100,0%
2005	78,4%	0,5%	2,6%	0,2%	13,8%	0,1%	4,3%	0,0%	100,0%
2006	78,9%	0,5%	1,8%	0,3%	14,0%	0,1%	4,5%	0,0%	100,0%
2007	82,2%	0,5%	1,4%	0,2%	11,7%	0,0%	3,9%	0,0%	100,0%
2008	83,5%	0,4%	1,3%	0,2%	10,8%	0,0%	3,6%	0,0%	100,0%
2009	84,4%	0,4%	1,2%	0,2%	10,3%	0,0%	3,4%	0,0%	100,0%
2010	82,3%	0,5%	1,4%	0,2%	11,7%	0,0%	3,9%	0,0%	100,0%
2011	83,1%	0,5%	1,3%	0,2%	11,1%	0,0%	3,7%	0,0%	100,0%
2012	83,9%	0,4%	1,3%	0,2%	10,6%	0,0%	3,5%	0,0%	100,0%
2013	84,6%	0,4%	1,2%	0,2%	10,1%	0,0%	3,4%	0,0%	100,0%
2014	85,3%	0,4%	1,2%	0,2%	9,7%	0,0%	3,2%	0,0%	100,0%
2015	85,8%	0,4%	1,1%	0,2%	9,3%	0,0%	3,1%	0,0%	100,0%
2016	86,3%	0,4%	1,1%	0,2%	9,0%	0,0%	3,0%	0,0%	100,0%
2017	86,8%	0,4%	1,1%	0,2%	8,7%	0,0%	2,9%	0,0%	100,0%
2018	87,2%	0,3%	1,0%	0,2%	8,4%	0,0%	2,8%	0,0%	100,0%
2019	87,5%	0,3%	1,0%	0,2%	8,2%	0,0%	2,7%	0,0%	100,0%
2020	87,8%	0,3%	1,0%	0,2%	8,0%	0,0%	2,7%	0,0%	100,0%

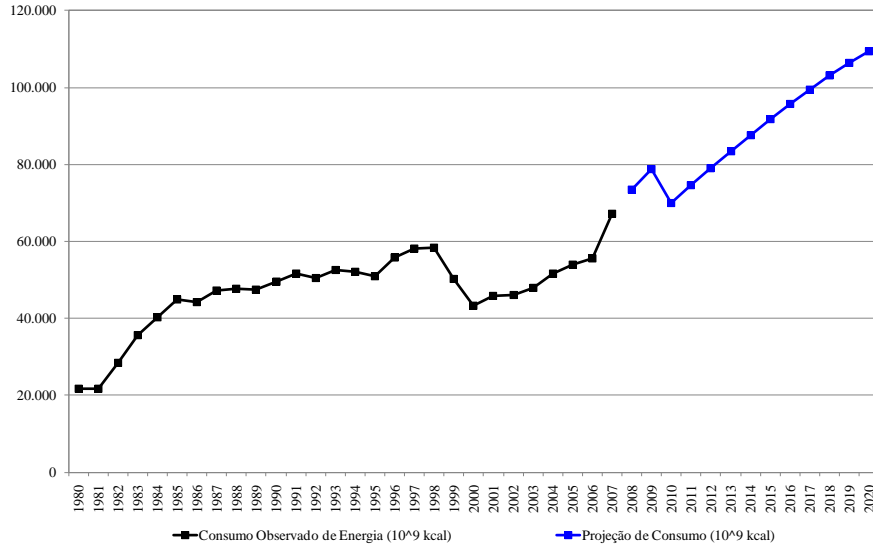
Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE

O Gráfico 38 apresenta a projeção do consumo total de energia do setor energético (incluindo a parcela do bagaço de cana) a partir da consolidação dos dados contidos na Tabela 35.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Gráfico 38: Projeção do consumo total de energia do setor energético de SP, (10⁹ kcal), 1980 a 2020



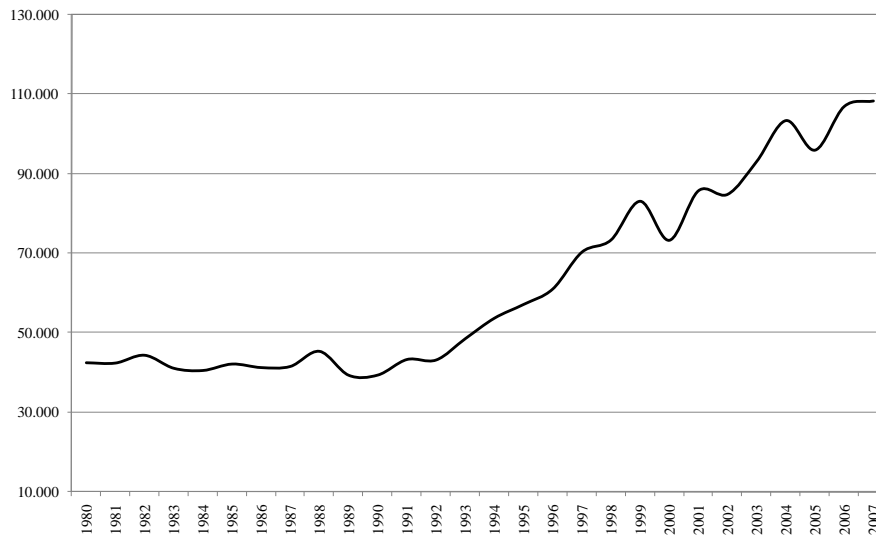
Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP



9. Consumo não energético de combustíveis

O consumo não energético de combustíveis era estável em torno de 43 trilhões de kcal/ano até início da década de 90, quando começou a aumentar, conforme Gráfico 39.

Gráfico 39: SP, Consumo não energético de combustíveis (10⁹ kcal), 1980 a 2007



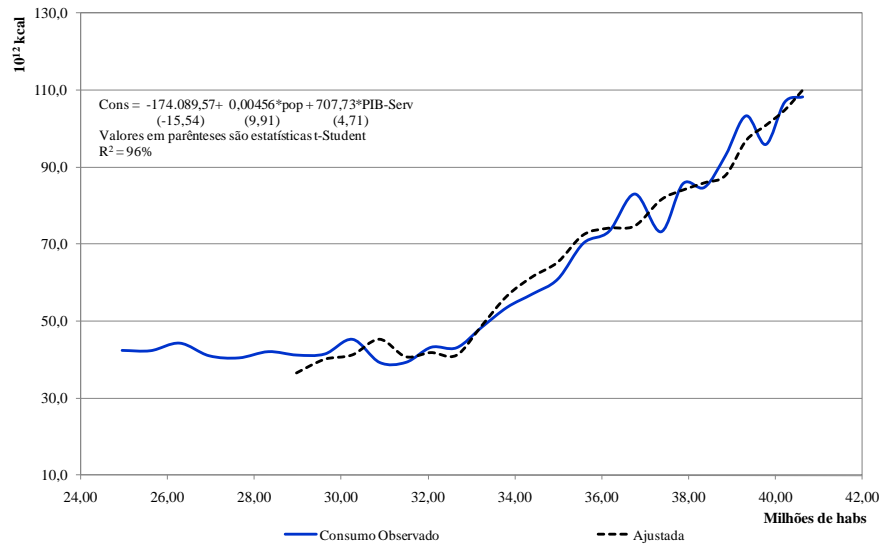
Fonte: SSE-SP

O modelo proposto para o consumo não energético de combustíveis abrange apenas as variáveis população e o PIB serviços como parâmetros. Tentativas de incluir outras variáveis como produção física industrial ou consumo observado no período anterior não apresentaram resultados satisfatórios. Os resultados da regressão e da projeção estão nos Gráficos 40 e 41 ($R^2 = 96\%$, $F = 243$) e na Tabela 37.



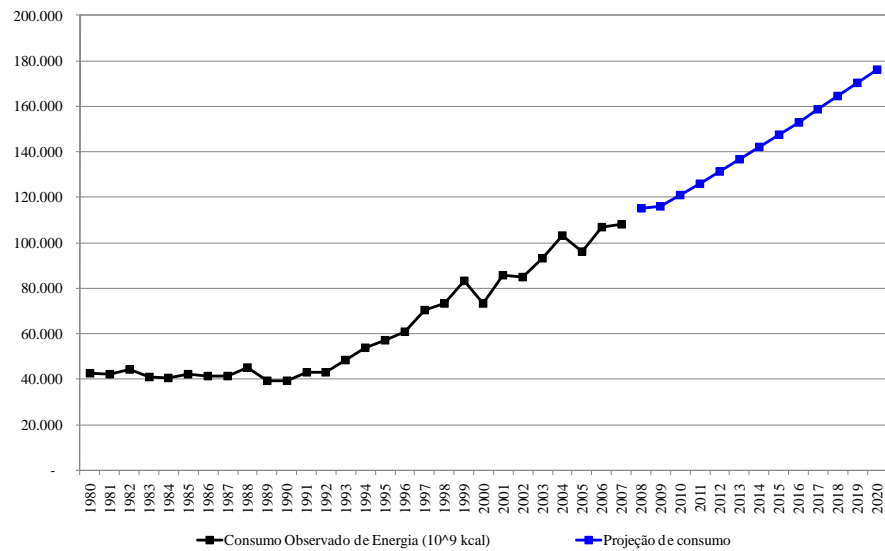
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Gráfico 40: Regressão do consumo de energia do setor não energético, 1986 – 2007



Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP

Gráfico 41: Projeção do consumo não energético de combustíveis de SP, (10⁹ kcal), 1980 a 2020



Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 37: Estimativa e projeção da população e do consumo energético do setor não energético (10⁹ kcal), 2000 a 2020

Ano	População (Projeção 2007 – 2020, IBGE)	Consumo de Energia (10 ⁹ kcal), proj. a partir de 2008
2000	37.356.424	73.252
2001	37.860.483	85.726
2002	38.358.115	84.816
2003	38.844.101	93.128
2004	39.315.471	103.381
2005	39.769.582	95.944
2006	40.204.428	106.937
2007	40.618.637	108.316
2008	41.011.634	115.396
2009	41.384.039	115.854
2010	41.737.337	120.964
2011	42.072.308	126.119
2012	42.390.043	131.327
2013	42.692.505	136.603
2014	42.981.429	141.957
2015	43.258.418	147.402
2016	43.525.062	152.950
2017	43.782.535	158.611
2018	44.031.674	164.395
2019	44.272.959	170.308
2020	44.506.843	176.359

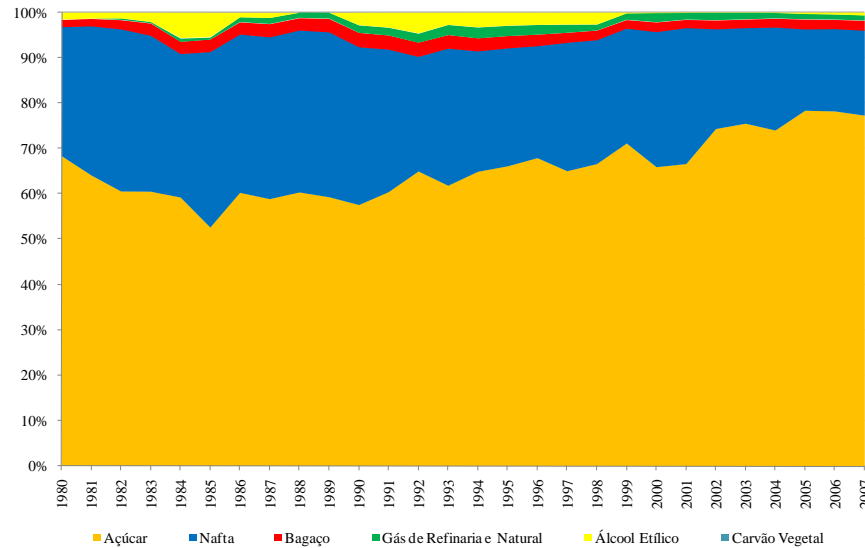
Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE

A partir da análise da participação de cada energético no consumo, apresentada no Gráfico 42, optou-se em considerar a participação dos energéticos constantes nos níveis observados em 2007, ou seja, açúcar representa 77,2% do consumo do setor não energético, nafta 18,8%, bagaço 2,2%, gás de refinaria 1,1%, álcool etílico 0,6% e carvão vegetal 0,01%.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Gráfico 42: SP, Participação (%) de energéticos no consumo não energético de combustíveis, 1980 a 2007



Aplicando-se as participações percentuais constantes dos energéticos às projeções apresentadas na Tabela 37, obtêm-se estimativas e projeções do consumo não energético de combustíveis entre 2002 e 2020, conforme Tabela 38.

Tabela 38: SP, Projeção do consumo dos energéticos no setor não energético (10⁹ kcal), 2002 a 2020

Ano	Nafta	Gás de Refinaria	Bagaço	Álcool Etílico	Carvão Vegetal	Açúcar	Total
2002	18.707,0	1.368,0	1.653,0	63,0	12,0	63.013,0	84.816,0
2003	19.694,0	1.310,0	1.759,0	72,0	12,0	70.281,0	93.128,0
2004	23.546,0	1.245,0	2.004,0	101,0	12,0	76.473,0	103.381,0
2005	17.271,0	1.116,0	2.097,0	303,0	15,0	75.142,0	95.944,0
2006	19.495,0	1.194,0	2.180,0	462,0	15,0	83.591,0	106.937,0
2007	19.746,4	1.209,4	2.208,1	468,0	15,2	84.668,9	108.316,0
2008	21.703,6	1.272,0	2.533,4	738,3	16,0	89.132,7	115.396,1
2009	21.789,7	1.277,1	2.543,5	741,2	16,0	89.486,2	115.853,7
2010	22.750,8	1.333,4	2.655,7	773,9	16,8	93.433,4	120.964,0
2011	23.720,3	1.390,2	2.768,8	806,9	17,5	97.415,0	126.118,9
2012	24.700,0	1.447,7	2.883,2	840,2	18,2	101.438,1	131.327,3
2013	25.692,1	1.505,8	2.999,0	874,0	18,9	105.512,7	136.602,6
2014	26.699,1	1.564,8	3.116,6	908,2	19,7	109.648,4	141.956,9
2015	27.723,3	1.624,9	3.236,1	943,1	20,4	113.854,3	147.402,0
2016	28.766,7	1.686,0	3.357,9	978,6	21,2	118.139,6	152.950,0
2017	29.831,5	1.748,4	3.482,2	1.014,8	22,0	122.512,4	158.611,2
2018	30.919,2	1.812,2	3.609,2	1.051,8	22,8	126.979,5	164.394,6
2019	32.031,4	1.877,4	3.739,0	1.089,6	23,6	131.547,0	170.307,9
2020	33.169,4	1.944,1	3.871,8	1.128,3	24,4	136.220,7	176.358,8

Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP e IBGE



10. Consolidação: Projeção do consumo total de energia e de energéticos

As Tabelas 39 e 40 apresentam os dados consolidados de consumo de energia por setor e de energéticos, respectivamente. Os dados em vermelho são estimativas, e em azul são agregações. Por fim, o Gráfico 41 mostra a evolução e a projeção do consumo total de energia no Estado de São Paulo, entre 1980 e 2020.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 39: SP, Consumo (1980-2007) e projeção de consumo de energia (2008-2020), por setor, 10⁹ kcal

	Consumo Final	Cons. Final Não Energ.	Cons. Final Energético	Setor Energético	Residencial	Comercial e Público	Agropecuário	Transportes	Industrial
1980	301.867	42.434	259.433	21.774	18.610	11.004	6.935	81.474	119.636
1981	287.847	42.356	245.491	21.808	19.208	11.608	7.229	80.823	104.815
1982	296.096	44.319	251.777	28.536	19.971	13.321	7.795	79.849	102.305
1983	303.452	41.043	262.409	35.609	20.535	13.900	7.422	77.861	107.082
1984	306.339	40.485	265.854	40.224	20.708	14.134	7.139	77.837	105.812
1985	317.133	42.106	275.027	44.992	22.378	13.709	7.534	82.425	103.989
1986	332.377	41.217	291.160	44.200	23.472	14.387	8.400	91.925	108.776
1987	344.983	41.505	303.478	47.326	24.842	14.979	8.957	93.542	113.832
1988	358.342	45.304	313.038	47.762	26.066	15.670	9.037	97.341	117.162
1989	356.966	39.286	317.680	47.456	27.430	15.971	9.154	100.854	116.815
1990	358.821	39.335	319.486	49.606	28.684	16.294	9.001	101.845	114.056
1991	378.000	43.252	334.748	51.613	30.162	16.531	9.434	107.592	119.416
1992	379.943	43.124	336.819	50.518	30.663	16.848	9.754	108.383	120.653
1993	399.023	48.486	350.537	52.667	31.610	18.066	9.902	112.211	126.081
1994	423.046	53.652	369.394	52.172	32.374	18.879	10.460	123.385	132.124
1995	440.287	57.110	383.177	50.899	34.423	19.919	11.042	131.580	135.314
1996	476.954	60.987	415.967	55.828	37.958	20.829	12.229	148.271	140.852
1997	509.106	70.265	438.841	58.099	38.777	22.470	12.828	157.361	149.306
1998	518.389	73.335	445.054	58.347	40.397	23.375	11.720	156.236	154.979
1999	531.534	83.074	448.460	50.142	41.145	24.996	12.364	161.311	158.502
2000	498.588	73.252	425.336	43.321	41.354	26.547	11.370	151.056	151.688
2001	507.499	85.726	421.773	45.786	37.594	24.647	10.333	145.809	157.604
2002	512.210	84.816	427.394	46.094	37.109	25.154	11.118	146.341	161.578
2003	529.836	93.128	436.708	47.931	37.015	26.396	10.596	142.696	172.074
2004	567.306	103.381	463.925	51.726	38.043	26.969	11.220	149.122	186.845
2005	572.867	95.944	476.923	54.032	38.769	27.908	10.134	153.444	192.636
2006	606.287	106.937	499.350	55.640	40.004	29.213	10.847	157.583	206.063
2007	647.877	108.316	539.561	67.106	42.354	30.504	11.460	174.017	214.120
2008	682.692	115.396	567.296	73.428	42.128	31.039	11.521	187.584	221.595
2009	659.580	115.854	543.727	78.669	42.234	31.064	11.899	174.179	205.682
2010	671.623	120.964	550.659	70.066	42.866	32.014	12.291	180.992	212.430
2011	698.008	126.119	571.889	74.593	43.567	32.960	12.696	187.944	220.130
2012	724.542	131.327	593.215	79.038	44.231	33.905	13.115	195.058	227.869
2013	751.249	136.603	614.646	83.390	44.861	34.850	13.548	202.355	235.642
2014	778.144	141.957	636.187	87.632	45.461	35.800	13.997	209.853	243.445
2015	805.236	147.402	657.834	91.745	46.033	36.756	14.462	217.568	251.269
2016	832.522	152.950	679.571	95.707	46.582	37.721	14.943	225.516	259.102
2017	859.988	158.611	701.377	99.490	47.111	38.698	15.441	233.709	266.929
2018	887.608	164.395	723.213	103.060	47.622	39.687	15.956	242.162	274.727
2019	915.336	170.308	745.028	106.377	48.115	40.692	16.489	250.886	282.469
2020	943.113	176.359	766.754	109.393	48.594	41.712	17.041	259.893	290.121
Variação Percentual 2007-2020	46%	63%	42%	63%	15%	37%	49%	49%	35%

Fonte: SSE-SP



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 40: SP, Consumo (1980-2007) e projeção de consumo de energia (2008-2020), por energéticos, 1980 a 2020, 10⁹ kcal

	Gás Natural	Carvão Vapor	Lenha	Outras Fontes Primárias	Gás de Coqueria	Coque de Carvão Mineral	Eletricidade	Carvão Vegetal	Álcool Etílico	Bagaço de Cana	Derivados de Petróleo	Óleo Diesel	Óleo Combustível	Gasolina	Gás Liquefeito de Petr.	Nafta	Querosene	Gás Canalizado	Gás de Refinaria	Outras Secundárias	Não Energéticos	Total Observado
1980	-	856	6.567	1.972	2.148	8.984	40.569	1.312	6.082	28.270	162.673	43.732	67.970	31.348	10.369	12.086	4.771	971	452	3.060	42.434	259.433
1981	-	1.164	7.110	2.001	1.945	8.328	40.816	1.485	5.219	28.924	148.499	42.337	56.317	30.710	10.802	13.942	4.679	1.015	516	2.123	42.356	245.491
1982	-	1.924	8.602	2.194	2.033	7.390	42.513	1.792	7.477	38.171	139.681	42.156	48.248	29.128	11.758	15.857	4.222	1.103	793	2.273	44.319	251.777
1983	-	2.656	10.573	2.316	2.459	10.923	45.375	1.809	9.938	45.938	130.422	42.638	42.963	24.648	11.874	14.126	3.904	1.193	672	2.530	41.043	262.409
1984	-	2.452	11.750	2.567	2.636	10.598	50.669	2.343	12.687	45.102	125.050	42.120	40.045	21.790	11.655	12.815	3.428	1.244	1.620	3.148	40.485	265.854
1985	-	2.432	12.175	2.812	2.702	10.095	54.600	2.753	14.974	47.110	125.374	43.638	37.793	21.268	12.441	16.291	4.066	1.314	1.007	3.847	42.106	275.027
1986	-	2.832	12.509	3.528	2.613	8.611	57.616	2.903	18.712	45.784	136.052	47.074	40.818	23.621	12.853	14.399	4.934	1.429	2.458	2.865	41.217	291.160
1987	-	2.576	12.337	3.590	2.601	8.680	58.825	3.128	19.205	49.512	143.023	49.907	44.385	21.790	13.365	14.818	5.098	1.544	3.026	3.908	41.505	303.477
1988	-	2.728	11.510	3.719	3.045	11.040	62.137	2.836	22.089	51.157	142.777	52.333	42.612	21.073	13.957	16.137	4.197	1.622	2.897	4.086	45.159	313.038
1989	860	1.780	10.977	3.788	2.983	12.406	63.854	3.035	21.636	47.583	148.777	53.633	43.662	23.238	14.484	14.295	5.383	1.471	2.794	4.112	39.286	317.679
1990	1.939	1.548	10.473	3.589	2.842	12.041	64.005	1.806	22.169	50.896	148.178	52.203	41.008	25.225	14.894	13.692	5.956	1.251	3.600	4.041	39.335	319.486
1991	2.271	2.564	9.893	3.874	2.847	12.903	66.045	1.742	23.112	56.029	153.469	54.639	38.959	28.045	15.217	13.596	7.067	1.193	4.104	4.245	43.252	334.749
1992	3.033	1.316	9.440	4.075	2.882	12.792	66.464	1.680	22.592	55.527	157.017	55.427	40.007	28.295	15.489	10.915	7.485	993	4.749	4.572	43.124	336.818
1993	3.868	984	9.166	4.679	2.992	12.441	70.729	1.623	24.215	58.434	161.405	55.659	40.571	28.730	16.366	14.671	9.097	939	5.975	4.068	48.486	339.536
1994	5.572	800	8.440	5.102	2.904	14.110	73.204	1.566	25.451	58.078	174.167	57.982	42.173	34.721	16.670	14.259	10.373	651	7.104	4.493	53.652	369.394
1995	7.479	1.032	8.242	5.558	3.032	13.027	76.854	1.511	26.240	58.055	182.147	60.495	41.477	37.962	16.986	14.870	13.147	325	7.130	4.625	57.110	383.177
1996	8.896	1.080	8.259	5.907	3.207	12.917	78.838	1.456	27.193	65.239	202.977	66.463	45.196	44.436	19.548	15.084	15.504	114	7.162	4.554	60.987	415.969
1997	9.985	500	8.265	6.217	3.199	13.083	84.043	1.405	24.769	69.584	217.791	73.262	48.649	47.388	20.253	19.922	16.487	4	6.884	4.864	70.265	438.841
1998	9.749	420	8.277	5.794	2.961	13.241	85.421	1.356	19.327	76.642	221.866	74.200	48.180	48.214	20.366	20.062	19.103	4	6.511	5.288	73.335	445.054
1999	10.457	396	8.375	6.274	2.402	11.516	87.357	1.308	23.055	74.568	222.752	75.887	43.812	49.445	22.051	21.093	17.723	4	7.066	6.764	83.074	448.460
2000	12.540	364	8.671	6.976	2.433	10.633	91.773	1.261	16.903	56.544	217.238	76.649	38.263	45.768	21.971	21.845	15.839	4	8.168	10.576	73.252	425.336
2001	15.670	336	8.703	6.860	2.411	9.977	83.744	1.255	14.455	70.469	207.893	79.059	32.283	44.950	21.515	25.741	13.328	-	8.401	8.357	85.726	421.773
2002	20.570	344	8.588	7.112	2.258	10.032	85.671	1.221	16.284	73.075	202.240	80.444	27.420	42.122	20.231	18.707	14.073	-	9.311	8.639	84.816	427.395
2003	26.393	296	8.317	7.634	2.051	12.952	91.618	1.185	14.790	77.950	194.806	77.482	22.507	39.933	0	19.694	15.881	-	9.279	9.780	93.128	437.992
2004	31.600	324	8.381	8.103	2.274	11.841	97.347	1.226	18.353	90.118	195.695	80.479	19.208	40.104	19.999	23.546	16.380	-	9.259	10.266	103.381	465.262
2005	35.606	332	8.543	8.407	2.592	11.096	101.850	1.235	19.534	95.034	193.869	80.437	15.431	41.654	19.494	17.271	17.207	-	8.169	11.477	95.944	478.098
2006	40.773	232	8.695	8.879	2.477	11.164	106.574	1.242	25.958	101.440	192.839	79.745	12.541	41.834	19.590	19.495	16.364	-	8.749	14.016	106.937	500.273
2007	43.743	216	8.784	9.245	2.560	11.709	113.154	1.258	35.385	113.776	199.731	84.812	11.912	42.434	19.658	20.372	17.501	-	8.743	14.671	108.316	647.877
2008	44.622	219	8.704	9.432	2.590	11.847	114.395	1.314	44.335	127.721	206.677	90.083	12.209	40.664	19.280	21.704	18.918	-	10.601	14.922	110.836	682.92
2009	41.527	201	8.046	8.729	2.380	10.872	110.081	1.226	46.727	129.540	188.976	82.407	11.852	34.062	18.778	21.790	17.105	-	11.005	13.767	111.276	659.580
2010	43.186	207	8.120	9.073	2.453	11.208	113.170	1.270	51.316	123.793	191.642	85.660	12.072	32.917	18.867	22.751	17.467	-	10.393	14.267	116.184	671.623
2011	44.861	213	8.191	9.427	2.527	11.551	116.315	1.313	55.689	131.187	195.597	89.023	12.220	31.892	18.987	23.720	17.810	-	10.885	14.780	121.135	698.008
2012	46.541	220	8.255	9.793	2.603	11.902	119.459	1.357	60.278	138.450	199.545	92.499	12.310	30.820	19.103	24.700	18.136	-	11.369	15.308	126.138	724.542
2013	48.243	226	8.313	10.170	2.681	12.261	122.611	1.401	65.022	145.558	203.557	96.094	12.353	29.755	19.213	25.692	18.446	-	11.844	15.852	131.205	751.249
2014	49.982	233	8.364	10.559	2.761	12.630	125.779	1.446	69.848	152.482	207.712	99.812	12.358	28.763	19.316	26.699	18.742	-	12.309	16.412	136.348	778.144
2015	51.766	240	8.410	10.962	2.843	13.008	128.972	1.490	74.732	159.188	212.047	103.657	12.331	27.867	19.413	27.723	19.026	-	12.762	16.989	141.578	805.236
2016	53.601	247	8.449	11.378	2.928	13.396	132.198	1.535	79.665	165.634	216.585	107.633	12.277	27.083	19.504	28.767	19.300	-	13.203	17.586	146.906	832.522
2017	55.491	254	8.482	11.809	3.014	13.795	135.463	1.580	84.639	171.769	221.348	111.747	12.198	26.420	19.589	29.831	19.564	-	13.629	18.201	152.344	859.988
2018	57.443	262	8.508	12.254	3.103	14.206	138.774	1.624	89.652	177.534	226.348	116.002	12.098	25.886	19.667	30.919	19.819	-	14.038	18.838	157.899	887.608
2019	59.460	270	8.528	12.716	3.195	14.629	142.135	1.669	94.704	182.856	231.596	120.403	11.978	25.487	19.740	32.031	20.067	-	14.426	19.495	163.578	915.336
2020	61.548	278	8.542	13.194	3.289	15.064	145.551	1.713	99.797	187.649	237.097	124.957	11.839	25.224	19.805	33.169	20.306	-	14.790	20.175	169.390	943.113

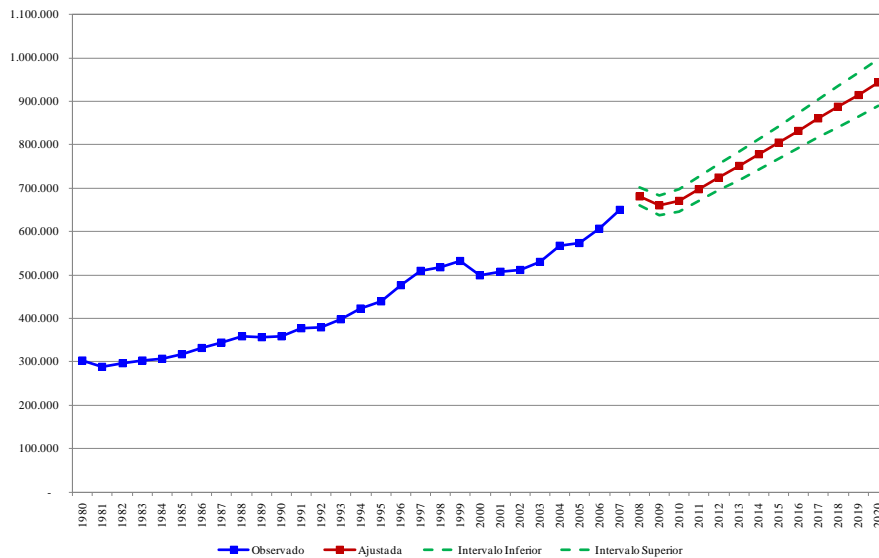
Var. % 07-20	41%	29%	-3%	43%	28%	29%	29%	36%	182%	65%	19%	47%	-1%	-41%	1%	63%	16%		69%	38%	56%	46%
--------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----	------	----	-----	-----	--	-----	-----	-----	-----

Fonte: SSE-SP



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Gráfico 43: SP, Consumo e projeção do consumo de energia (10^9 kcal), 1980 a 2020



Fonte: SSE-SP

A participação de combustíveis renováveis no consumo final energético deverá passar dos atuais 52,2% em 2007 para 57,0% em 2020 (aumento de 9,2%). O álcool etílico é o energético com maior percentual de aumento (182%) no período 2007 a 2020, enquanto que a maior queda é observada na gasolina (-41%). O consumo total de energia deverá aumentar de 45,57% no período 2007 a 2020, isto é, 2,93% a.a. para um crescimento do PIB assumido de 3,5% a.a. a partir de 2010.



11. Consumo dos Centros de Transformação

Embora a maior parte deste trabalho tenha focado no consumo final energético, os centros de transformação (refinaria, destilaria, coqueria, carvoaria e centrais elétricas) apresentam consumo de energia significativo, que também deve ser considerado nas projeções.

O objetivo deste capítulo é estimar o consumo dos centros de transformação, em função do consumo de energia e energéticos projetados.

As diferenças existentes entre os valores apresentados nas tabelas subseqüentes e os apresentados na Tabela 40 serão providas por meio de importação ou redução da exportação.

11.1 Consumo de Energéticos nas Refinarias

Para a projeção do consumo das refinarias foi adotada a seguinte premissa:

- a) Capacidade instalada permanecerá constante em 133.500 m³/d

A partir disso, foram observados os comportamentos dos energéticos processados nas refinarias e admitidas premissas de crescimento para cada combustível. A Tabela 41 apresenta os percentuais de crescimento anual, de 2008 a 2020, dos energéticos produzidos nas refinarias.

Tabela 41: Crescimento Anual dos Combustíveis nas Refinarias, 2008 a 2020

Combustível	Crescimento Anual a partir de 2008, %	Crescimento no Período 2008-2020, %
Óleo Diesel	0,6	7,44
Óleo Combustível	-1,45	-16,08
Gasolina	-	-
GLP	-	-
Nafta	-1,44	-15,98
Querosene	0,6	7,44
Gás de Refinaria	-	-
Não Energéticos	-	-
Outras Secundárias	1,25	16,08

Apesar do processo de produção de derivados do petróleo nas refinarias possuir limites relativamente estreitos e depender da tecnologia instalada e da qualidade do petróleo a ser processada, foi adotado nas projeções, a título de simplificação, que a produção de gasolina, gás de refinaria e não energéticos será constante.

O consumo de energia pelas refinarias no processamento do petróleo, utilizado para as projeções no período 2008-2020, foi de 2,2%.

A Tabela 42 apresenta o balanço energético projetado das refinarias. O sinal negativo no petróleo significa que ele é insumo na refinaria, isto é, a partir de sua destilação é que são produzidos seus derivados. O total representa a soma dos derivados de petróleo. A diferença entre o valor absoluto do petróleo e o total (2,2%) corresponde ao consumo nas refinarias. O aumento do petróleo processado no período 2008-2020 é de 1,93%.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 42: SP, Balanço Energético Projetado das Refinarias (10⁹ kcal) – 2008 a 2020

Ano	Petróleo	Óleo Diesel	Óleo Combustível	Gasolina	GLP	Nafta	Querosene	Gás de Refinaria	Não Energéticos	Outras Secundárias	Total
2008	-406.432	170.169	46.457	78.846	22.999	18.125	17.895	10.601	13.928	18.471	397.491
2009	-407.281	171.190	45.784	78.846	22.999	17.864	18.002	11.005	13.928	18.702	398.320
2010	-407.112	172.217	45.120	78.846	22.999	17.607	18.110	10.393	13.928	18.936	398.156
2011	-408.097	173.250	44.466	78.846	22.999	17.353	18.219	10.885	13.928	19.172	399.119
2012	-409.097	174.290	43.821	78.846	22.999	17.104	18.328	11.369	13.928	19.412	400.097
2013	-410.111	175.336	43.186	78.846	22.999	16.857	18.438	11.844	13.928	19.655	401.088
2014	-411.137	176.388	42.559	78.846	22.999	16.614	18.549	12.309	13.928	19.900	402.092
2015	-412.176	177.446	41.942	78.846	22.999	16.375	18.660	12.762	13.928	20.149	403.108
2016	-413.224	178.511	41.334	78.846	22.999	16.139	18.772	13.203	13.928	20.401	404.133
2017	-414.281	179.582	40.735	78.846	22.999	15.907	18.885	13.629	13.928	20.656	405.166
2018	-415.342	180.659	40.144	78.846	22.999	15.678	18.998	14.038	13.928	20.914	406.204
2019	-416.405	181.743	39.562	78.846	22.999	15.452	19.112	14.426	13.928	21.176	407.244
2020	-417.466	182.834	38.988	78.846	22.999	15.230	19.227	14.790	13.928	21.440	408.281

Fonte: SSE-SP

Com base na Tabela 42, foram calculadas as participações percentuais dos energéticos resultantes do processo de refino do petróleo, apresentadas na Tabela 43. As contribuições de cada combustível foram calculadas a partir do petróleo, indicando no total a perda intrínseca ao processo de refino. Ressalta-se o aumento significativo da participação do Óleo Diesel, passando de 41,9% em 2008 para 43,8% em 2020 e a redução do Óleo Combustível de 11,4% para 9,3% no mesmo período.

Tabela 43: SP, Participação (%) Projetada da Produção de Energéticos nas Refinarias

Ano	Petróleo	Óleo Diesel	Óleo Combustível	Gasolina	GLP	Nafta	Querosene	Gás de Refinaria	Não Energéticos	Outras Secundárias	Total
2008	100,0%	41,9%	11,4%	19,4%	5,7%	4,5%	4,4%	2,6%	3,4%	4,5%	97,8%
2009	100,0%	42,0%	11,2%	19,4%	5,6%	4,4%	4,4%	2,7%	3,4%	4,6%	97,8%
2010	100,0%	42,3%	11,1%	19,4%	5,6%	4,3%	4,4%	2,6%	3,4%	4,7%	97,8%
2011	100,0%	42,5%	10,9%	19,3%	5,6%	4,3%	4,5%	2,7%	3,4%	4,7%	97,8%
2012	100,0%	42,6%	10,7%	19,3%	5,6%	4,2%	4,5%	2,8%	3,4%	4,7%	97,8%
2013	100,0%	42,8%	10,5%	19,2%	5,6%	4,1%	4,5%	2,9%	3,4%	4,8%	97,8%
2014	100,0%	42,9%	10,4%	19,2%	5,6%	4,0%	4,5%	3,0%	3,4%	4,8%	97,8%
2015	100,0%	43,1%	10,2%	19,1%	5,6%	4,0%	4,5%	3,1%	3,4%	4,9%	97,8%
2016	100,0%	43,2%	10,0%	19,1%	5,6%	3,9%	4,5%	3,2%	3,4%	4,9%	97,8%
2017	100,0%	43,3%	9,8%	19,0%	5,6%	3,8%	4,6%	3,3%	3,4%	5,0%	97,8%
2018	100,0%	43,5%	9,7%	19,0%	5,5%	3,8%	4,6%	3,4%	3,4%	5,0%	97,8%
2019	100,0%	43,6%	9,5%	18,9%	5,5%	3,7%	4,6%	3,5%	3,3%	5,1%	97,8%
2020	100,0%	43,8%	9,3%	18,9%	5,5%	3,6%	4,6%	3,5%	3,3%	5,1%	97,8%

Fonte: SSE-SP

11.2 Consumo de Energéticos nas Coquerias

Nas coquerias o Carvão Metalúrgico é transformado em Gás de Coqueria e Coque de Carvão Mineral. O crescimento assumido no coque de carvão mineral foi de 1% a.a.. Para efeito das projeções, com base no histórico, foi admitido consumo de energia no processo de 6%. Na Tabela 44 é apresentado o balanço das coquerias para o período 2008-2020. O sinal negativo no Carvão Metalúrgico indica que este combustível é matéria-prima nas coquerias. O total representa a soma dos produtos oriundos da transformação do carvão metalúrgico. A diferença nos valores do Gás de Coqueria, apresentados nas Tabelas 40 e



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

44, são provenientes das perdas de distribuição e armazenagem, que representam cerca de 1% do consumo final, conforme Tabela 55.

Tabela 44: SP, Balanço Energético Projetado das Coquerias (10⁹ kcal) – 2008 a 2020

Ano	Carvão Metalúrgico	Gás de Coqueria	Coque de Carvão Mineral	Total
2008	-14.155	2.881	10.425	13.306
2009	-14.297	2.909	10.529	13.439
2010	-14.440	2.939	10.635	13.573
2011	-14.584	2.968	10.741	13.709
2012	-14.730	2.998	10.849	13.846
2013	-14.877	3.028	10.957	13.985
2014	-15.026	3.058	11.067	14.124
2015	-15.176	3.088	11.177	14.266
2016	-15.328	3.119	11.289	14.408
2017	-15.481	3.151	11.402	14.552
2018	-15.636	3.182	11.516	14.698
2019	-15.792	3.214	11.631	14.845
2020	-15.950	3.246	11.747	14.993

Fonte: SSE-SP

A partir da Tabela 44, foram calculadas as participações percentuais dos energéticos resultantes do processo de transformação das coquerias, apresentadas na Tabela 45. As contribuições de cada combustível foram calculadas a partir do carvão metalúrgico, indicando no total a perda intrínseca ao processo (6%), na coluna total.

Tabela 45: SP, Participação (%) Projetada da Produção de Energéticos nas Coquerias

Ano	Carvão Metalúrgico	Gás de Coqueria	Coque de Carvão Mineral	Total
2008	100,0%	20,4%	73,6%	94,0%
2009	100,0%	20,4%	73,6%	94,0%
2010	100,0%	20,4%	73,6%	94,0%
2011	100,0%	20,4%	73,6%	94,0%
2012	100,0%	20,4%	73,6%	94,0%
2013	100,0%	20,4%	73,6%	94,0%
2014	100,0%	20,4%	73,6%	94,0%
2015	100,0%	20,4%	73,6%	94,0%
2016	100,0%	20,4%	73,6%	94,0%
2017	100,0%	20,4%	73,6%	94,0%
2018	100,0%	20,4%	73,6%	94,0%
2019	100,0%	20,4%	73,6%	94,0%
2020	100,0%	20,4%	73,6%	94,0%

Fonte: SSE-SP

11.3 Consumo de Energia nas Carvoarias

Para a projeção de consumo de energia nas carvoarias foi admitido que o consumo de lenha permanecerá constante, assim como a quantidade de carvão vegetal produzida, que consiste em 29% do total de lenha.

A Tabela 46 apresenta o balanço das carvoarias para o período 2008-2020. O sinal negativo na lenha indica que este combustível é matéria-prima para produção de carvão vegetal. As diferenças nos valores apresentados na Tabela 40 serão providos por meio de produção e



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

importação, sendo que 1.000×10^9 kcal de lenha irão para os centros de transformação para a produção de 290×10^9 kcal de carvão vegetal.

Tabela 46: SP, Balanço Energético Projetado das Carvoarias (10^9 kcal) – 2008 a 2020

Ano	Lenha	Carvão Vegetal
2008	-1.000	290
2009	-1.000	290
2010	-1.000	290
2011	-1.000	290
2012	-1.000	290
2013	-1.000	290
2014	-1.000	290
2015	-1.000	290
2016	-1.000	290
2017	-1.000	290
2018	-1.000	290
2019	-1.000	290
2020	-1.000	290

Fonte: SSE-SP

Com base na Tabela 46, foi calculada a participação percentual do carvão vegetal resultante do processo de transformação das carvoarias, apresentada na Tabela 47, onde é possível observar o consumo do processo de transformação (71%).

Tabela 47: SP, Participação (%) Projetada da Produção de Energéticos nas Carvoarias

Ano	Lenha	Carvão Vegetal
2008	100,0%	29,0%
2009	100,0%	29,0%
2010	100,0%	29,0%
2011	100,0%	29,0%
2012	100,0%	29,0%
2013	100,0%	29,0%
2014	100,0%	29,0%
2015	100,0%	29,0%
2016	100,0%	29,0%
2017	100,0%	29,0%
2018	100,0%	29,0%
2019	100,0%	29,0%
2020	100,0%	29,0%

Fonte: SSE-SP

11.4 Consumo de Energia nas Destilarias

A energia consumida nas destilarias destina-se à transformação do bagaço de cana em álcool e não energéticos (açúcar). A estrutura do Balanço Energético aloca a maior parte do bagaço de cana nos produtos não energéticos, quando na realidade a parcela de consumo proporcional ao álcool deveria ser alocada no setor energético e a proporcional ao açúcar no



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

ramo de atividade alimentos e bebidas, contida no setor industrial. Apesar da possibilidade da alocação adequada destes energéticos, de modo à refletir a real destinação destes produtos, optou-se por manter o consumo de energia destes energéticos em consonância com os dados apresentados no Balanço Estadual.

Baseadas em projeções de crescimento da cana de açúcar, realizadas pelas associações do setor sucroalcooleiro, foram admitidas as seguintes premissas:

- a) Crescimento anual de 4,4% da cana-de-açúcar (período 2007-2020);
- b) Crescimento anual de 4,2% dos produtos não energéticos (açúcar)
- c) Consumo constante de 2% na transformação, alocado no álcool etílico

A partir dos dados de consumo observados em 2007, foram realizadas as projeções de consumo de energia nas destilarias, para o período 2008-2020 - considerando taxa de crescimento do PIB de 3,5% a.a. - cujos resultados são apresentados na Tabela 48, onde o total representa a soma de álcool, açúcar (não energético) e bagaço de cana. O sinal negativo no cana de açúcar significa que ela é utilizada como insumo na produção de álcool, açúcar .

Tabela 48: SP, Balanço Energético Projetado das Destilarias (10⁹ kcal) – 2008 a 2020

Ano	Cana de Açúcar	Álcool Etílico	Açúcar	Bagaço de Cana	Total
2008	-303.424	81.129	68.911	147.433	297.474
2009	-322.340	68.549	91.191	156.279	316.020
2010	-335.359	72.722	93.531	162.531	328.783
2011	-349.044	77.134	95.871	169.194	342.200
2012	-362.858	81.673	98.212	175.859	355.743
2013	-376.511	86.055	100.552	182.522	369.129
2014	-390.274	90.544	102.892	189.186	382.622
2015	-404.147	95.142	105.232	195.849	396.222
2016	-419.396	101.088	107.572	202.513	411.173
2017	-431.573	104.023	109.912	209.177	423.111
2018	-445.414	108.349	112.252	216.080	436.680
2019	-458.912	109.843	114.592	225.479	449.914
2020	-472.903	111.862	116.932	234.836	463.631

Fonte: SSE-SP

Com base na Tabela 48, foram calculadas as participações percentuais dos energéticos resultantes do processo de transformação das destilarias, cujos valores estão apresentados na Tabela 49, onde é possível observar o consumo do processo de transformação (2%). As participações de cada energético foram calculadas a partir do bagaço de cana. Merece destaque o crescimento da produção do álcool, passando de 26,7% para 23,7% entre os anos de 2008 e 2020, e conseqüente redução da produção de açúcar no mesmo período, que passou de 22,7% para 24,7%.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 49: SP, Participação (%) Projetada da Produção de Energéticos nas Destilarias

Ano	Cana de Açúcar	Álcool Etilico	Açúcar	Bagaga de Cana	Total
2008	100,0%	26,7%	22,7%	48,6%	98,0%
2009	100,0%	21,3%	28,3%	48,5%	98,0%
2010	100,0%	21,7%	27,9%	48,5%	98,0%
2011	100,0%	22,1%	27,5%	48,5%	98,0%
2012	100,0%	22,5%	27,1%	48,5%	98,0%
2013	100,0%	22,9%	26,7%	48,5%	98,0%
2014	100,0%	23,2%	26,4%	48,5%	98,0%
2015	100,0%	23,5%	26,0%	48,5%	98,0%
2016	100,0%	24,1%	25,6%	48,3%	98,0%
2017	100,0%	24,1%	25,5%	48,5%	98,0%
2018	100,0%	24,3%	25,2%	48,5%	98,0%
2019	100,0%	23,9%	25,0%	49,1%	98,0%
2020	100,0%	23,7%	24,7%	49,7%	98,0%

Fonte: SSE-SP

11.5 Centrais Elétricas de Serviço Público

Neste segmento dos centros de transformação adotaram-se premissas de aumento de 10% da geração de energia elétrica a partir do gás natural – adicionais ao consumo de 2007, com eficiência de 53%, no período 2008 a 2020, e aumento da energia hidráulica de 0,6% ao ano, no mesmo período. Admitiu-se que a geração de eletricidade a partir do óleo combustível permanecerá constante. O rendimento da geração de energia elétrica foi composto pelo rendimento individual de cada energético. O crescimento estimado da geração hidrelétrica, por meio de PCH's, foi de 400 MW.

A Tabela 50 apresenta o respectivo consumo de gás natural (em 10⁹ kcal) devido ao aumento de 10% - dividido igualmente entre o período 2008-2020 - da geração de eletricidade utilizando gás natural, com eficiência de 53%.

Tabela 50: Consumo Projetado de Gás Natural para Geração Termelétrica (10⁹ kcal), 2008 a 2020

Ano	Crescimento Anual do Consumo de Gás Natural, %	Consumo Total Projetado de Eletricidade	Consumo de Gás para Geração Termelétrica
2008	0,74	119.295	1.656
2009	1,48	124.948	3.482
2010	2,22	130.325	5.468
2011	2,98	135.542	7.611
2012	3,73	140.656	9.909
2013	4,50	145.699	12.363
2014	5,27	150.691	14.973
2015	6,04	155.643	17.739
2016	6,82	160.564	20.664
2017	7,61	165.459	23.748
2018	8,40	170.336	26.993
2019	9,20	175.198	30.400
2020	10,00	180.051	33.972

Fonte: SSE-SP



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

A partir das hipóteses de crescimento da geração de energia baseada nos diversos energéticos, foi elaborada a Tabela 51, na qual são mostradas as projeções de consumo dos combustíveis para geração de eletricidade. O sinal negativo nos energéticos indica que eles são consumidos para produção de energia elétrica. O total representa a soma dos consumos dos energéticos (gás natural, óleo combustível e energia hidráulica). Os valores na coluna do gás natural equivalem a soma do consumo de gás natural, nas Centrais Elétricas de Serviço Público, observado em 2007 (400×10^9 kcal) com acréscimo do consumo de gás natural para geração termelétrica – mostrados na Tabela 50 – com eficiência de 53%.

Tabela 51: SP, Balanço Energético Projetado das Centrais Elétricas de Serviço Público (10^9 kcal) – 2008 a 2020

Ano	Eletricidade	Gás Natural	Óleo Combustível	Energia Hidráulica	Total
2008	64.392	-1.242	-280	-63.537	-65.059
2009	65.228	-2.026	-280	-63.918	-66.224
2010	66.128	-2.917	-280	-64.302	-67.498
2011	67.062	-3.862	-280	-64.687	-68.829
2012	68.029	-4.860	-280	-65.076	-70.216
2013	69.031	-5.914	-280	-65.466	-71.660
2014	70.067	-7.024	-280	-65.859	-73.162
2015	71.139	-8.191	-280	-66.254	-74.725
2016	72.248	-9.417	-280	-66.652	-76.349
2017	73.395	-10.705	-280	-67.051	-78.036
2018	74.580	-12.055	-280	-67.454	-79.789
2019	75.806	-13.471	-280	-67.858	-81.610
2020	77.074	-14.955	-280	-68.266	-83.501

Fonte: SSE-SP

A partir da Tabela 51, foram calculadas as participações percentuais de cada energético com base no total, cujos valores estão apresentados na Tabela 52, onde é possível observar o consumo do processo de transformação (diferença entre o percentual da eletricidade e o total). As participações de cada energético foram calculadas com base no total (soma de gás natural, óleo combustível e energia hidráulica).

Tabela 52: SP, Participação (%) Projetada dos Energéticos na Geração de Eletricidade nas Centrais Elétricas de Serviço Público, 2008 a 2020

Ano	Eletricidade	Gás Natural	Óleo Combustível	Energia Hidráulica	Total
2008	98,97%	1,91%	0,43%	97,66%	100,00%
2009	98,50%	3,06%	0,42%	96,52%	100,00%
2010	97,97%	4,32%	0,41%	95,26%	100,00%
2011	97,43%	5,61%	0,41%	93,98%	100,00%
2012	96,89%	6,92%	0,40%	92,68%	100,00%
2013	96,33%	8,25%	0,39%	91,36%	100,00%
2014	95,77%	9,60%	0,38%	90,02%	100,00%
2015	95,20%	10,96%	0,37%	88,66%	100,00%
2016	94,63%	12,33%	0,37%	87,30%	100,00%
2017	94,05%	13,72%	0,36%	85,92%	100,00%
2018	93,47%	15,11%	0,35%	84,54%	100,00%
2019	92,89%	16,51%	0,34%	83,15%	100,00%
2020	92,30%	17,91%	0,34%	81,75%	100,00%

Fonte: SSE-SP



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Na tabela acima é possível verificar que à medida que aumenta a geração térmica com gás natural, o rendimento da transformação cai, em relação à utilização de energia hidráulica. Merece destaque o crescimento do consumo de gás natural na geração de energia elétrica, passando de 1,91% em 2008 para 17,91% em 2020.

11.6 Centrais Elétricas de Auto-Produção

Nas Centrais Elétricas de Auto-Produção foram adotadas premissas de aumento da geração de energia elétrica, com base no histórico, a partir dos seguintes energéticos:

- Crescimento anual de 19,5% do bagaço de cana;
- Crescimento anual de 7,66% do gás natural;
- Crescimento anual de 3% de outras primárias;
- Crescimento anual de 2% do óleo diesel;
- Consumo de 2007 mantido constante para energia hidráulica (4.247×10^9 kcal), óleo combustível (300×10^9 kcal) e lenha (300×10^9 kcal)

O rendimento da geração de energia elétrica foi composto pelo rendimento individual de cada energético. O crescimento estimado da geração de energia elétrica, por meio da cogeração do bagaço de cana, foi de 3.000 MW, no período 2008-2020.

A partir das premissas de crescimento da geração de energia baseada nos diversos energéticos, foi elaborada a Tabela 53, na qual são mostradas as projeções de consumo dos combustíveis para geração de eletricidade nas Centrais Elétricas de Auto-Produção, para taxa de crescimento do PIB de 3,5% a.a.. O sinal negativo nos energéticos indica que eles são consumidos para produção de energia elétrica. O total representa a soma dos consumos dos energéticos (bagaço de cana, gás natural, outras primárias, óleo diesel, óleo combustível, energia hidráulica e lenha).

Tabela 53: SP, Balanço Energético Projetado das Centrais Elétricas de Auto-Produção (10^9 kcal) – 2008 a 2020

Ano	Eletricidade	Bagaço de Cana	Gás Natural	Outras Primárias	Óleo Diesel	Óleo Combustível	Energia Hidráulica	Lenha	Total
2008	11.630	-2.771	-1.912	-7015	-380	-300	-4.247	-300	-16.926
2009	12.160	-3.312	-2.059	-7226	-388	-300	-4.247	-300	-17.831
2010	12.763	-3.957	-2.216	-7443	-396	-300	-4.247	-300	-18.859
2011	13.453	-4.729	-2.386	-7666	-404	-300	-4.247	-300	-20.032
2012	14.243	-5.651	-2.569	-7896	-412	-300	-4.247	-300	-21.375
2013	15.153	-6.753	-2.766	-8133	-420	-300	-4.247	-300	-22.919
2014	16.203	-8.070	-2.978	-8377	-428	-300	-4.247	-300	-24.700
2015	17.421	-9.644	-3.206	-8628	-437	-300	-4.247	-300	-26.762
2016	18.837	-11.524	-3.451	-8887	-446	-300	-4.247	-300	-29.155
2017	20.487	-13.771	-3.716	-9153	-455	-300	-4.247	-300	-31.942
2018	22.416	-16.457	-4.001	-9428	-464	-300	-4.247	-300	-35.196
2019	24.675	-19.666	-4.307	-9711	-473	-300	-4.247	-300	-39.004
2020	27.327	-23.501	-4.637	-10002	-483	-300	-4.247	-300	-43.470

Fonte: SSE-SP



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Com base na Tabela 53, foram calculadas as participações percentuais de cada energético com base no total, cujos valores estão apresentados na Tabela 54, na qual é possível observar o consumo do processo de transformação (diferença entre o percentual da eletricidade e o total). As participações de cada energético foram calculadas com base no total (soma de bagaço de cana, gás natural, outras primárias, óleo diesel, óleo combustível, energia hidráulica e lenha).

Tabela 54: SP, Participação (%) Projetada dos Energéticos na Geração de Eletricidade nas Centrais Elétricas de Auto-Produção, 2008 a 2020

Ano	Eletricidade	Bagaço de Cana	Gás Natural	Outras Primárias	Óleo Diesel	Óleo Combustível	Energia Hidráulica	Lenha	Total
2008	68,71%	16,37%	11,30%	41,45%	2,25%	1,77%	25,09%	1,77%	100,0%
2009	68,20%	18,57%	11,54%	40,52%	2,18%	1,68%	23,82%	1,68%	100,0%
2010	67,68%	20,98%	11,75%	39,46%	2,10%	1,59%	22,52%	1,59%	100,0%
2011	67,16%	23,61%	11,91%	38,27%	2,02%	1,50%	21,20%	1,50%	100,0%
2012	66,63%	26,44%	12,02%	36,94%	1,93%	1,40%	19,87%	1,40%	100,0%
2013	66,11%	29,47%	12,07%	35,48%	1,83%	1,31%	18,53%	1,31%	100,0%
2014	65,60%	32,67%	12,06%	33,91%	1,73%	1,21%	17,19%	1,21%	100,0%
2015	65,10%	36,04%	11,98%	32,24%	1,63%	1,12%	15,87%	1,12%	100,0%
2016	64,61%	39,53%	11,84%	30,48%	1,53%	1,03%	14,57%	1,03%	100,0%
2017	64,14%	43,11%	11,63%	28,66%	1,42%	0,94%	13,30%	0,94%	100,0%
2018	63,69%	46,76%	11,37%	26,79%	1,32%	0,85%	12,07%	0,85%	100,0%
2019	63,26%	50,42%	11,04%	24,90%	1,21%	0,77%	10,89%	0,77%	100,0%
2020	62,86%	54,06%	10,67%	23,01%	1,11%	0,69%	9,77%	0,69%	100,0%

Fonte: SSE-SP

Na tabela acima é possível verificar que à medida que aumenta a geração térmica a partir de diferentes energéticos, o rendimento da transformação cai, devido a redução da participação de energia hidráulica, de elevada eficiência de transformação. Merece destaque o crescimento do consumo do bagaço de cana – 16,37% em 2008 e 54,06% em 2020 – e a redução de energia hidráulica – passando de 25,09% para 9,77% no mesmo período – na geração de energia elétrica.

11.7 Perdas de Distribuição e Armazenagem

A energia processada nos centros de transformação é transmitida, distribuída, transportada ou armazenada, acarretando perdas. No caso da energia elétrica, as perdas são referentes à transmissão de energia ao longo das linhas de transmissão. No caso do álcool, na armazenagem e transporte. E assim por diante.

Assim, para projetar as perdas de energia e energéticos oriundos dos centros de transformação, no período 2008 a 2020, adotaram-se as seguintes hipóteses com base no histórico:

- Perdas de bagaço de cana correspondentes a 11,2% do consumo final de energia;
- Perdas de eletricidade correspondentes a 10% do consumo final de energia;
- Perdas de álcool etílico correspondentes a 1,3% do consumo final de energia;



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

- d) Perdas de gás de coqueria correspondentes a 1% do consumo final de energia;
- e) Perdas de gás natural correspondentes a 0,55% do consumo final de energia;
- f) Perdas de carvão vapor constantes (-10x10⁹ kcal)

A partir das premissas de crescimento do consumo de energia e energéticos, foi elaborada a Tabela 55, na qual são mostradas as projeções das perdas dos combustíveis processados nos centros de transformação, considerando taxa de crescimento do PIB de 3,5% a.a.. O sinal negativo nos energéticos indica perda. O total representa a soma das perdas dos energéticos.

Tabela 55: SP, Perdas Projetadas de Energia e Energéticos (10⁹ kcal) – 2008 a 2020

Ano	Bagaço de Cana	Eletricidade	Álcool Etílico	Gás Natural	Gás de Coqueria	Carvão Vapor	Total
2008	-14.346	-11.439	-588	-245	-26	-10	-26.654
2009	-14.582	-11.008	-620	-228	-24	-10	-26.472
2010	-13.870	-11.317	-678	-238	-25	-10	-26.137
2011	-14.726	-11.632	-736	-247	-25	-10	-27.376
2012	-15.567	-11.946	-797	-256	-26	-10	-28.602
2013	-16.391	-12.261	-860	-265	-27	-10	-29.814
2014	-17.194	-12.578	-924	-275	-28	-10	-31.009
2015	-17.972	-12.897	-989	-285	-28	-10	-32.181
2016	-18.719	-13.220	-1.055	-295	-29	-10	-33.328
2017	-19.431	-13.546	-1.121	-305	-30	-10	-34.444
2018	-20.100	-13.877	-1.188	-316	-31	-10	-35.522
2019	-20.718	-14.213	-1.255	-327	-32	-10	-36.555
2020	-21.275	-14.555	-1.306	-339	-33	-10	-37.517

Fonte: SSE-SP

A partir da Tabela 55, foram calculados os percentuais de perda de cada energético com base no total, cujos valores estão apresentados na Tabela 56, na qual é possível observar o aumento das perdas de bagaço – passando de 53,82% das perdas totais em 2008 para 56,71% em 2020 – e diminuição das perdas de eletricidade – saindo de 42,92% e atingindo 38,80% no mesmo período.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 56: SP, Participação (%) Projetada das Perdas de Energéticos, 2008 a 2020

Ano	Bagaço de Cana	Eletricidade	Álcool Etílico	Gás Natural	Gás de Coqueria	Carvão Vapor	Total
2008	53,82%	42,92%	2,20%	0,92%	0,10%	0,04%	100,0%
2009	55,08%	41,58%	2,34%	0,86%	0,09%	0,04%	100,0%
2010	53,07%	43,30%	2,59%	0,91%	0,09%	0,04%	100,0%
2011	53,79%	42,49%	2,69%	0,90%	0,09%	0,04%	100,0%
2012	54,43%	41,77%	2,79%	0,89%	0,09%	0,03%	100,0%
2013	54,98%	41,12%	2,88%	0,89%	0,09%	0,03%	100,0%
2014	55,45%	40,56%	2,98%	0,89%	0,09%	0,03%	100,0%
2015	55,85%	40,08%	3,07%	0,88%	0,09%	0,03%	100,0%
2016	56,17%	39,67%	3,16%	0,88%	0,09%	0,03%	100,0%
2017	56,41%	39,33%	3,25%	0,89%	0,09%	0,03%	100,0%
2018	56,59%	39,07%	3,34%	0,89%	0,09%	0,03%	100,0%
2019	56,68%	38,88%	3,43%	0,89%	0,09%	0,03%	100,0%
2020	56,71%	38,80%	3,48%	0,90%	0,09%	0,03%	100,0%

Fonte: SSE-SP



12. Oferta Interna Bruta de Energia

A Oferta Interna Bruta (OIB) de energia é composta pela soma do consumo final de energia, das perdas de armazenagem e distribuição e do balanço dos centros de transformação.

Como neste trabalho todas essas variáveis já foram projetadas, é possível projetar também a OIB necessária para atender o crescimento do consumo de energia e de energéticos – apresentada na Tabela 57, na qual é possível observar que o consumo final de energia mais que dobra no período 2000-2020, atingindo $1.023.001 \times 10^9$ kcal em 2020, considerando a taxa de crescimento do PIB igual a 3,5% a.a., a partir de 2010, conforme seção 2.5.

Tabela 57: SP, Consolidação da Oferta Interna Bruta de Energia (10^9 kcal) – 2008 a 2020

Ano	Consumo Final	Total da Transformação	Perdas	Oferta Interna Bruta
2000	498.991	-19.765	-17.669	536.426
2001	507.873	-12.610	-16.742	537.226
2002	512.547	-14.731	-18.797	546.071
2003	530.907	-12.989	-19.089	562.983
2004	568.672	-25.514	-21.037	615.227
2005	573.773	-34.406	-21.631	629.810
2006	607.562	-20.009	-23.547	651.125
2007	647.877	-22.833	-25.329	696.040
2008	683.898	-13.857	-26.654	724.390
2009	661.168	-13.734	-26.472	701.372
2010	672.454	-14.277	-26.137	712.858
2011	699.198	-15.099	-27.376	741.654
2012	726.049	-15.887	-28.602	770.520
2013	753.113	-16.936	-29.814	799.837
2014	780.363	-17.999	-31.009	829.334
2015	807.804	-19.091	-32.181	859.029
2016	835.432	-18.993	-33.328	887.695
2017	863.232	-22.092	-34.444	919.698
2018	891.171	-24.254	-35.522	950.863
2019	919.203	-31.996	-36.555	987.654
2020	946.020	-39.463	-37.517	1.023.001

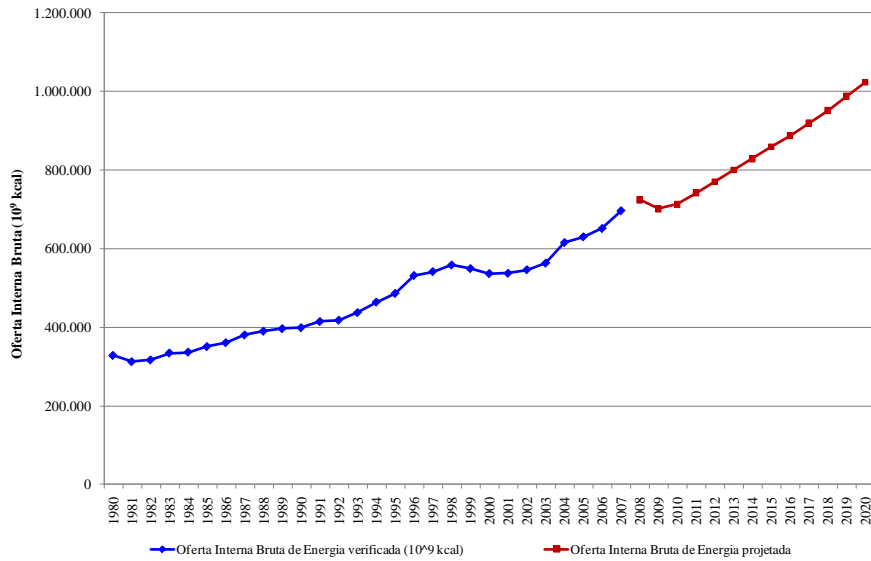
Fonte: SSE-SP

O Gráfico 44 ilustra a Oferta Interna Bruta de Energia. A curva azul mostra a OIB verificada (período 1980 a 2007), na qual observa-se que em 2007 a OIB já havia mais que dobrado em relação a 1980. A curva vermelha mostra a projeção da OIB a partir das premissas descritas ao longo deste documento, para o período 2008 a 2020, pressupondo taxa de crescimento do PIB de 3,5% a.a.. Em 2020, a oferta interna bruta será 46,9% superior à oferta de energia de 2007.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Gráfico 44: SP, Oferta Interna Bruta de Energia, Verificada (1980 a 2007) e Projetada (2008 a 2020), (10⁹ kcal)





13. Emissões: Projeção das emissões de Dióxido de Carbono (CO₂) provenientes do consumo de energia e de energéticos

De acordo com o Relatório Mudança do Clima 2007, publicado em 2007 pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) da Organização das Nações Unidas (ONU), “os aumentos globais da concentração de dióxido de carbono – CO₂ – se devem principalmente ao uso de combustíveis fósseis e à mudança no uso da terra”.

Como consequência das atividades humanas, a temperatura global vem aumentando desde o início da era industrial, associada ao avanço da concentração de dióxido de carbono - CO₂, principal gás de efeito estufa (GEE) – na atmosfera.

Embora o Brasil e, conseqüentemente São Paulo, não tenha compromissos de redução ou limitação de suas emissões antrópicas de GEE, são desenvolvidos tanto no país, quanto no Estado, programas e ações que resultam em redução significativa das emissões. Particularmente em São Paulo, algumas destas iniciativas são responsáveis pela matriz energética estadual possuir um alto grau de renovabilidade. Simultaneamente, São Paulo tem adotado medidas e políticas assegurando que seu desenvolvimento seja sustentável, ou seja, atendam as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades. Como exemplo, pode-se citar a substituição de combustíveis derivados de petróleo, como a gasolina, pelo etanol da cana-de-açúcar, a geração de energia elétrica praticamente 100% renovável, proveniente de hidroelétricas e de cogeração de biomassa, além da efetivação de programas de eficiência e racionalização energética e de incentivos a fontes de energia renováveis, dentre elas a biomassa.

Neste sentido, este capítulo pretende apresentar as estimativas de emissões de CO₂, do setor de energia do Estado, devidas à produção, à transformação e ao consumo final de energia. Ressalta-se que foram contabilizadas apenas as emissões resultantes do uso direto de combustíveis.

O IPCC possui duas metodologias para avaliação das emissões de gases de efeito estufa: a “*Top-Down*” e a “*Bottom-Up*”. A primeira considera a Oferta Total de Energia a partir dos energéticos primários, enquanto que a segunda possui enfoque Setorial, utilizando o Consumo Final dos energéticos nos diversos setores de consumo.

A metodologia “*Top-Down*” consiste de um balanço da produção doméstica de combustíveis primários, supondo que, uma vez introduzido na economia nacional, em um determinado ano, o carbono contido num combustível ou é liberado para a atmosfera ou é retido de alguma forma (como, por exemplo, através do aumento do estoque do combustível, da incorporação a produtos não energéticos ou da sua retenção parcialmente inoxidado). A grande vantagem deste método é, portanto, não necessitar de informações detalhadas de como o combustível é consumido pelo usuário final ou por quais transformações intermediárias ele passou antes de ser consumido.

Apesar disso, a metodologia de avaliação do IPCC (IPCC, 2006) recomenda a utilização de níveis mais desagregados para estimar as emissões de gases de efeito estufa.



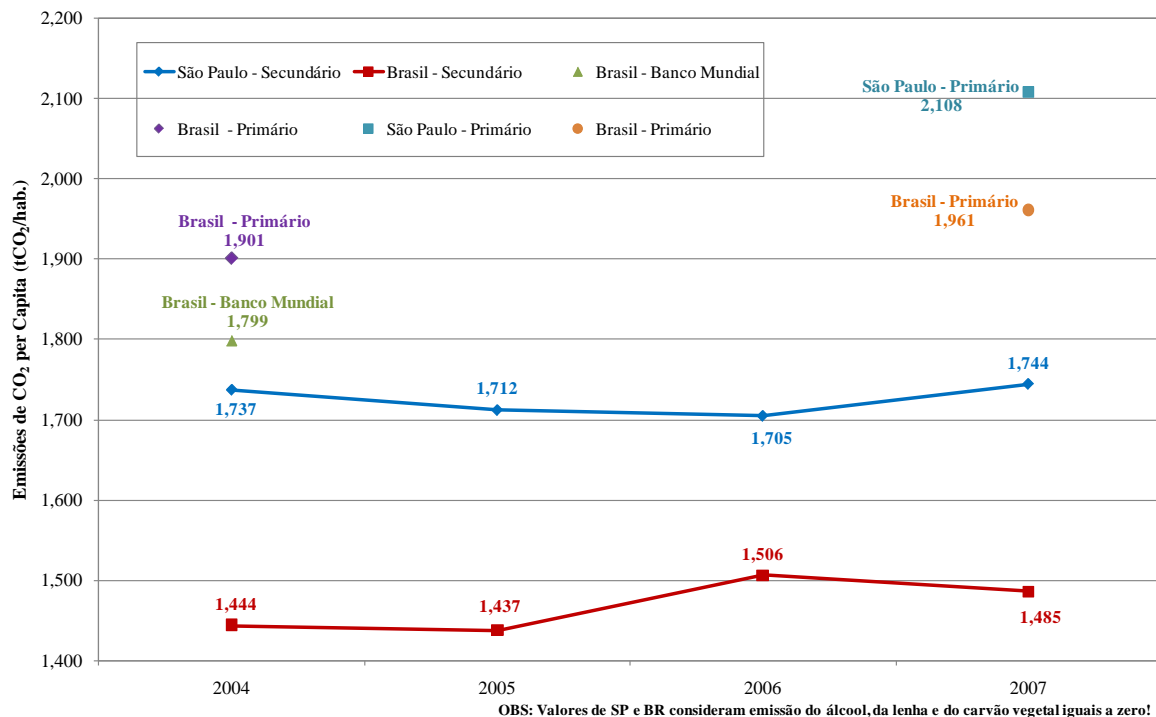
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Logo, é esperado que a abordagem “*Top-Down*” apresente valores de emissão pouco superiores aos obtidos pelo método “*Bottom-Up*”, já que este (“*Bottom-Up*”) não contabiliza as perdas de energia na transformação e distribuição, resultando em uma estimativa um pouco menor.

Assim, com o objetivo de analisar as diferenças entre ambas as metodologias mencionadas, foram elaborados cálculos para estimar as emissões de CO₂ per capita, tanto Nacional quanto Estadual e possibilitar a comparação com dados internacionais disponíveis. Desta forma, foram utilizados dados dos Balanços Energéticos Nacional e Estadual, desconsiderando as emissões das fontes renováveis (etanol, lenha e carvão vegetal), conforme procedimento adotado pelo IPCC. Esta etapa permitiu a calibração dos fatores no modelo utilizado para estimar as emissões de CO₂, de modo que as mesmas pudessem ser projetadas até 2020, em função do consumo projetado.

O Gráfico 45 apresenta a comparação entre as estimativas de emissões de CO₂ per capita, para São Paulo e Brasil, no período 2004-2007. Os resultados obtidos mostram que o Brasil possui taxas de emissão per capita menores que São Paulo desde 2004. Isso se deve principalmente ao grande contingente populacional brasileiro em contra-ponto a São Paulo que possui um parque industrial e tecnológico diversificado e altamente desenvolvido, constituindo-se em um dos principais mercados consumidores da América Latina.

Gráfico 45: Estimativa das Emissões CO₂ per capita (tCO₂/hab) – São Paulo e Brasil, 2004-2007





GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Como pode ser visto no Gráfico 45, em 2007, segundo a abordagem de energéticos secundários (“*Bottom-Up*”), São Paulo emitiu 1,744 tCO₂/hab, enquanto que o Brasil emitiu 1,485 tCO₂/hab.

Como era esperado, a avaliação por combustíveis primários apresentou valores superiores aos secundários – Em 2007, São Paulo com 2,108 tCO₂/hab e Brasil 1,961 tCO₂/hab. Comparativamente, o último dado disponível de emissão para o Brasil do Banco Mundial (ano 2004) é 1,799 tCO₂/hab, contra 1,961 tCO₂/hab obtido, o que significa que estas estimativas estão coerentes, pois apresentam diferença inferior a 10%.

Para estimar as emissões da área de energia de São Paulo, foi utilizada a Metodologia “*Bottom-Up*” ou Setorial do IPCC, que considera apenas os consumos finais energéticos de cada setor. Foram utilizados também os fatores de emissão de carbono de cada energético, com base no conteúdo de carbono de cada energético.

A Tabela 58 apresenta os fatores de emissão de carbono (C) e de dióxido de carbono (CO₂) de cada energético. Os fatores de emissão de CO₂ foram obtidos por meio da multiplicação do fator de carbono pelo peso molecular do CO₂ (44) e respectiva divisão pelo peso atômico do C (12), resultando nos valores mostrados a seguir.

Tabela 58: Fatores de emissão dos energéticos recomendados pelo IPCC

Energético	Fator de Carbono (tC/TJ)
Petróleo	20
Carvão Vapor	26,8
Gás Natural	15,3
Óleo Diesel	20,2
Óleo Combustível	21,1
Gasolina	18,9
GLP	17,2
Nafta	19,0
Querosene	19,6
Gás Canalizado	19,0
Gás de Coqueria	18,2
Coque de Carvão Mineral	29,5
Gás de Refinaria	16,5
Outros Energéticos do Petróleo	18,4
Lenha / Carvão Vegetal	29,9
Álcool Etilico	16,8

Para efeito de cálculo, a metodologia proposta pelo IPCC considera apenas as emissões oriundas do consumo energético, desconsiderando o consumo não energético.

As estimativas de emissão foram baseadas nos dados de consumo por fonte energética, obtidos do Balanço Energético do Estado de São Paulo (SSE, 2008 – ano base 2007). Sobre o consumo total foram admitidas premissas para o consumo dos centros de transformação, conforme seção 11, obtendo-se estimativas da oferta interna de energia. Nelas, foram



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

consideras apenas as emissões referentes a queima de combustíveis fósseis, não sendo consideradas a queima de biomassa, a qual é contabilizada no setor Mudança no Uso da Terra e Florestas.

No caso do consumo final não energético, como nem sempre há retenção do carbono, a metodologia do IPCC recomenda o emprego de alguns coeficientes (percentuais em massa) para considerar a emissão que pode ser verificada por evaporação natural (e posterior conversão em CO₂ na atmosfera) ou pela queima ou degradação de rejeitos. A correção é feita pela multiplicação de um fator de retenção, recomendado pelo IPCC.

Na prática a diferença entre o consumo de energéticos e aquele retido em produtos não energéticos é o que existe de carbono disponível para ser emitido na combustão. Porém nem todo carbono será oxidado, pois a combustão nunca é total, deixando uma fração do carbono não oxidado contida nas cinzas. A fração do carbono oxidado, aquela que gera o CO₂ diretamente ou por degradação de outros compostos na atmosfera, varia segundo o combustível. Na metodologia adotada, esta correção é feita pela multiplicação de um fator chamado de fator de oxidação, sugerido pelo IPCC.

A Tabela 59 apresenta os coeficientes de carbono retido e oxidado sugeridos pelo IPCC.

Tabela 59: Coeficientes de Carbono Retido e Oxidado

Energético	Fator de Retenção	Fator de Oxidação
Petróleo	1,0	0,99
Carvão Vapor	1,0	0,98
Gás Natural	0,33	0,994
Óleo Diesel	1,0	0,99
Óleo Combustível	1,0	0,99
Gasolina	1,0	0,99
GLP	1,0	0,99
Nafta	0,8	0,99
Querosene	1,0	0,99
Gás Canalizado	1,0	0,99
Gás de Coqueria	1,0	0,99
Coque de Carvão Mineral	1,0	0,99
Gás de Refinaria	1,0	0,995
Outros Energéticos do Petróleo	1,0	0,99
Lenha	1,0	0,88
Carvão Vegetal	1,0	0,99
Álcool Etfílico	1,0	0,99

Ressalta-se que apesar de estarem apresentados na tabela acima os fatores do álcool etílico, da lenha e do carvão vegetal, usualmente estes energéticos não são considerados para



efeitos de emissão de CO₂. Vale observar que neste trabalho as fontes renováveis não foram contabilizadas a título de emissão.

A partir destes fatores é possível calcular as emissões de CO₂ dos diversos energéticos que compõe a estrutura de oferta de energia da Matriz Energética Estadual. Para tanto, é preciso obter a quantidade de energia passível de emissão de carbono, de cada energético, durante sua combustão. As emissões líquidas de carbono são obtidas por meio da diferença entre a oferta interna bruta e o produto do coeficiente de carbono retido pelo consumo final não energético. As emissões de carbono resultam do produto entre as emissões líquidas de carbono pelo coeficiente de oxidação. A partir dele obtêm-se as emissões de CO₂ mediante a multiplicação pelo fator 44/12, anteriormente mencionado.

A Tabela 60 ilustra genericamente o processo de cálculo das emissões de CO₂, que é elaborado a partir do balanço energético de um ano específico, resultando nas emissões da área de energia daquele ano específico. É importante notar que as unidades devem estar compatíveis, isto é, é preciso estar atento à conversão de unidades. No exemplo abaixo os valores estão em 10³ tOE.

Tabela 60: Exemplo do Processo de Cálculo das Emissões de CO₂ do Setor Energia

ANO	Energético W	Energético X	...	Energético Z
Oferta Interna Bruta (A)	6	5	...	4
Consumo Não Energético (B)	0,5	1	...	2
Coefic. de Retenção (C)	1,00	0,8	...	0,33
Coefic. de Oxidação (D)	0,99	0,99	...	0,994
Carbono Retido (E = B*C)	0,5	0,8	...	0,66
Emissões Líquidas de Carbono (F = A - E)	5,5	4,2	...	3,34
Emissões de Carbono (G = F*D)	5,45	4,16	...	3,32
Emissões de CO ₂ (H = G*44/12)	19,97	15,25	...	12,17

Logo, as emissões de CO₂, em Gg/ano, de cada energético estão na última linha da tabela. Para um determinado ano, é preciso totalizar a contribuição de cada energético na emissão.

Com base nos fatores de retenção e oxidação de carbono, foram calculadas as emissões de CO₂ para cada ano, utilizando os dados de produção, oferta e consumo do Balanço Energético Estadual.

Para as projeções apresentadas a seguir foi adotada uma simplificação no cálculo das emissões, não considerando a fração do carbono retido em cada energético (que equivale ao produto do coeficiente de carbono retido de cada energético pelo consumo não energético). Portanto, foi considerado apenas o uso energético sobre o Consumo Final.

Optou-se por projetar as emissões de CO₂ da área energética a partir das projeções de consumo de energéticos ao invés de efetuar a regressão das emissões, porque projetar a partir de dados de consumo possibilita maior grau de liberdade, uma vez que há estimativas de crescimentos diferentes para os setores e insumos energéticos, baseadas em projeções das associações representativas de classe.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Para os anos de 2008 a 2020, as estimativas de emissão basearam-se nas projeções de consumo de energia para cada ano. Os consumos setoriais (residencial, comercial e público, agropecuário, energético, transportes e industrial) foram desagregados por energético, possibilitando a correta avaliação da emissão proveniente da queima, em função do teor de carbono contido, oxidado de cada combustível. Posteriormente, estas emissões calculadas foram re-agregadas por setores e por energéticos. Contudo, como as projeções de energia não foram desagregadas por segmentos, as estimativas de emissão de CO₂ de um determinado segmento estão contidas na emissão do setor daquele segmento. Por exemplo, as emissões de CO₂ do segmento Ferro-Gusa e Aço estão contidas dentro do setor industrial, e as do rodoviário no transportes, não sendo possível definir suas emissões parciais.

O Gráfico 46 mostra a contribuição percentual dos energéticos não renováveis nas emissões de CO₂ do setor energia, provenientes do consumo final energético, indicando o aumento das contribuições do gás natural, do óleo diesel, do querosene, do gás de refinaria (térmicas) e outros energéticos do petróleo e a redução das contribuições do carvão vapor e do óleo combustível nas emissões. O Gráfico 47 apresenta a participação percentual da parcela não renovável de consumo dos setores nas emissões de CO₂, oriundas do consumo final energético, mostrando a relativa substituição das emissões oriundas dos energéticos não renováveis entre os setores industrial e transporte no período 1980-2020. Os Gráficos 48 e 49 mostram a projeção de consumo final energético desagregado por setores, individual e acumulado, respectivamente. O Gráfico 49 equivale ao Gráfico 43 aberto por setores de consumo. Já os Gráficos 50, 51, 52 e 53 mostram as projeções de emissões de CO₂ decorrentes do consumo final energético ilustrado no Gráfico 42, desagregados por setores e por energéticos, individuais e acumulados, respectivamente. Ressalta-se que as projeções de consumo e de emissões apresentadas nos gráficos abaixo (período 2008-2020) foram elaboradas pressupondo crescimento do PIB igual a 3,5% a.a. a partir de 2010, com redução de crescimento em 2009, em virtude da crise financeira internacional, como mencionado anteriormente. O Gráfico 48 mostra que o maior consumo de energia é do setor industrial, que em 2007 consumiu praticamente 250×10^{12} kcal - enquanto que o setor de transporte consumiu no mesmo ano 175×10^{12} kcal. No período 2007-2020 o crescimento de consumo do setor industrial deverá ser de 35% correspondendo a um aumento na emissão de CO₂ de 28%. No mesmo período o crescimento do consumo do setor de transporte deverá ser de 49%, equivalendo a um aumento de 15% na emissão de CO₂. O Gráfico 49 apresenta a totalização dos consumos finais energéticos dos setores mostrados no Gráfico 48.

Os Gráficos 50, 51, 52 e 53 apresentam as emissões, por setores e por energéticos, individuais e acumulados, respectivamente. A partir do Gráfico 50, é possível observar que o setor mais poluente é o de transportes, principalmente devido a utilização de óleo diesel – energético que apresenta maior emissão de CO₂ devido à queima, como pode ser visto no Gráfico 52 – que em 2007 representava 39,5% do consumo dos transportes e estima-se que em 2020 represente cerca de 39,4%. Nestes gráficos é possível observar o aumento da utilização de óleo diesel e gás natural no Estado, e a significativa redução do consumo de gasolina e óleo combustível, os quais refletem-se nas emissões de cada energético.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Gráfico 46: Participação % dos Energéticos Não Renováveis nas Emissões de CO₂, 1980 a 2020

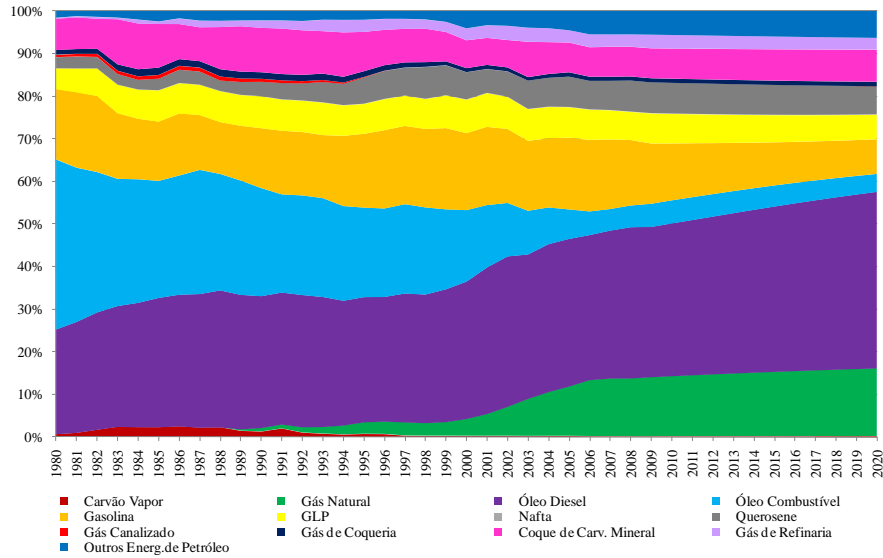
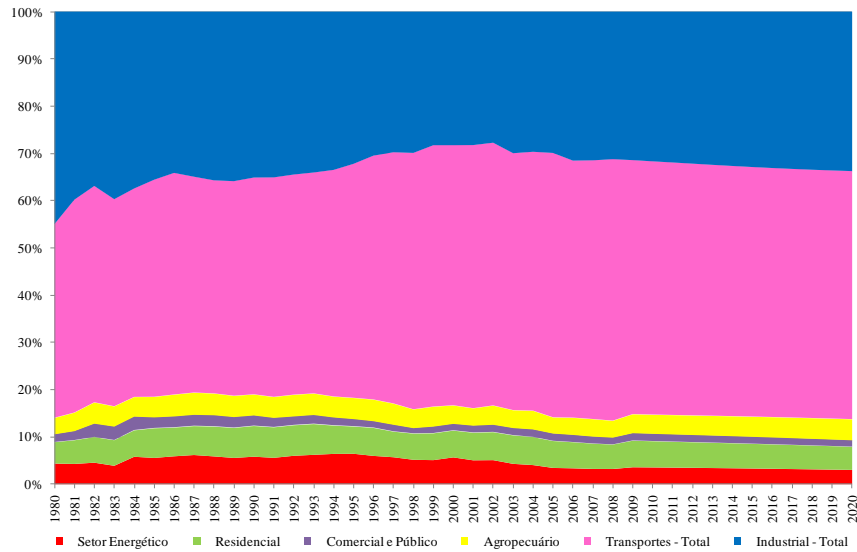


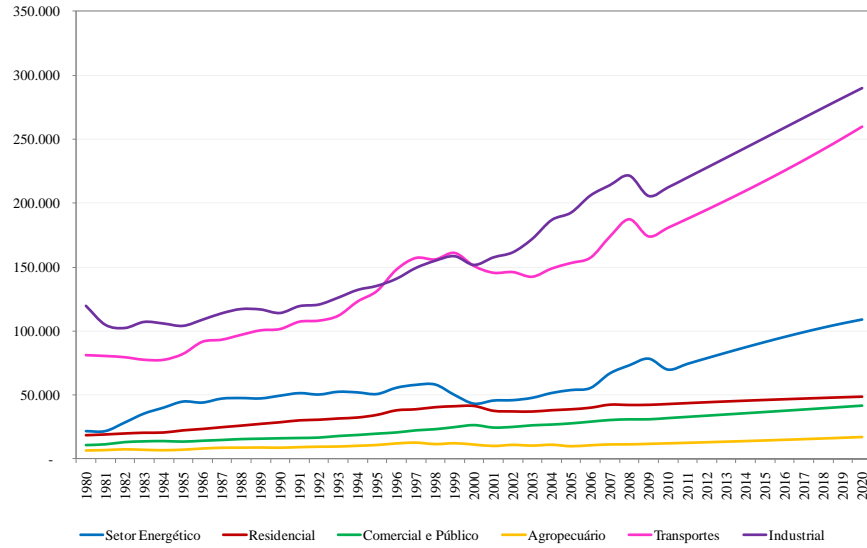
Gráfico 47: Participação % da parcela não renovável de consumo dos Setores nas Emissões de CO₂, 1980 a 2020





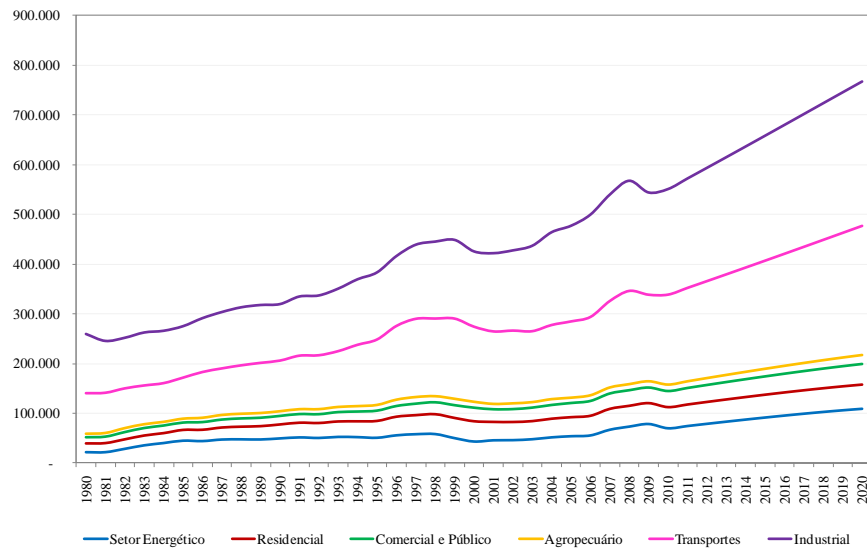
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Gráfico 48: Projeção de Consumo Final Energético dos Setores (10⁹ kcal), 1980 a 2020



Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP

Gráfico 49: Projeção de Consumo Final Energético Acumulado dos Setores (10⁹ kcal), 1980 a 2020

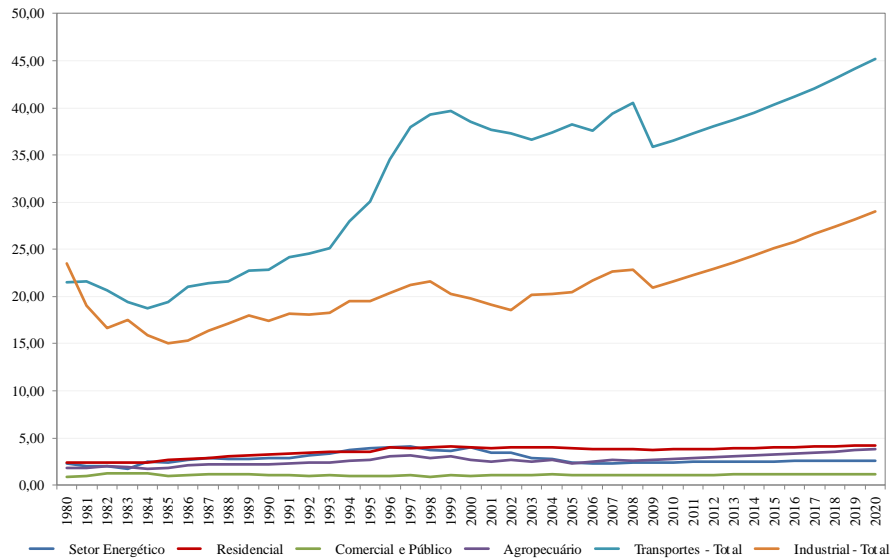


Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP



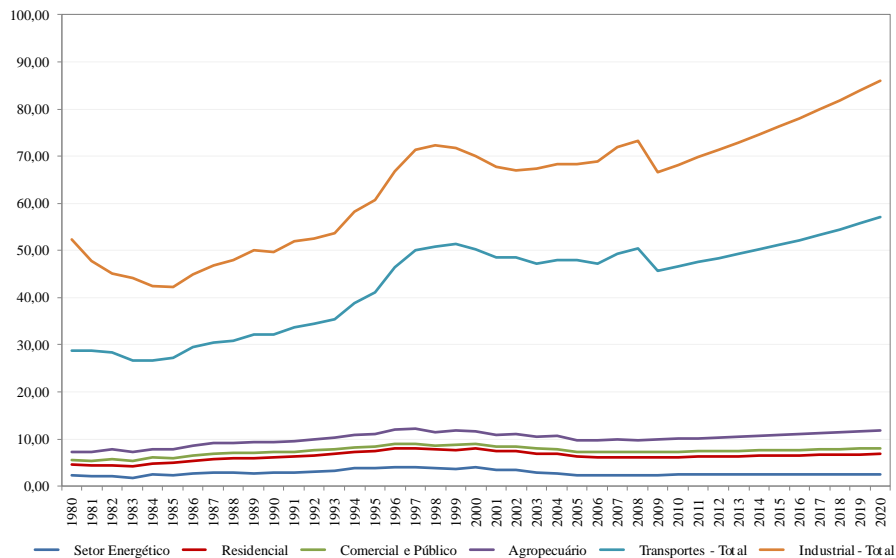
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Gráfico 50: Projeção das Emissões de CO₂ por Setores (MtCO₂), 1980 a 2020



Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP

Gráfico 51: Projeção das Emissões de CO₂ Acumuladas por Setores (MtCO₂), 1980 a 2020

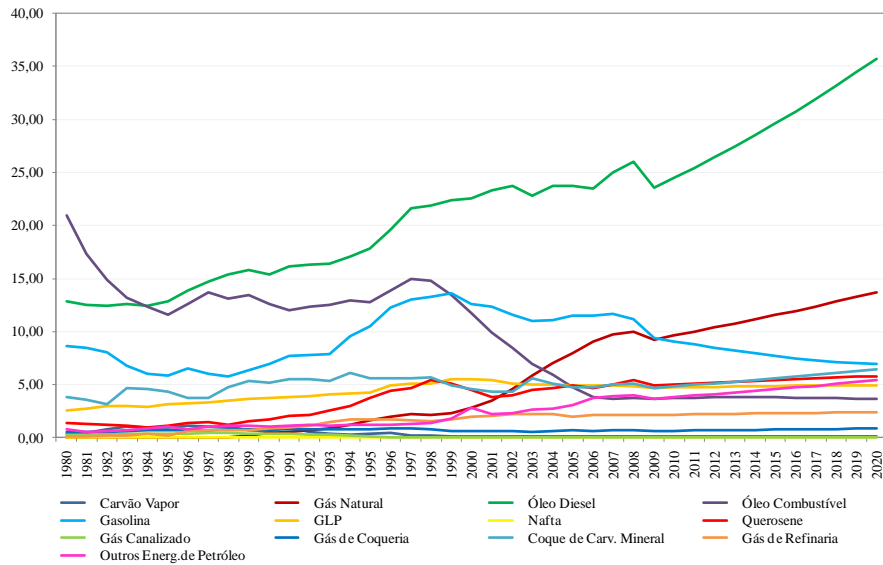


Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP



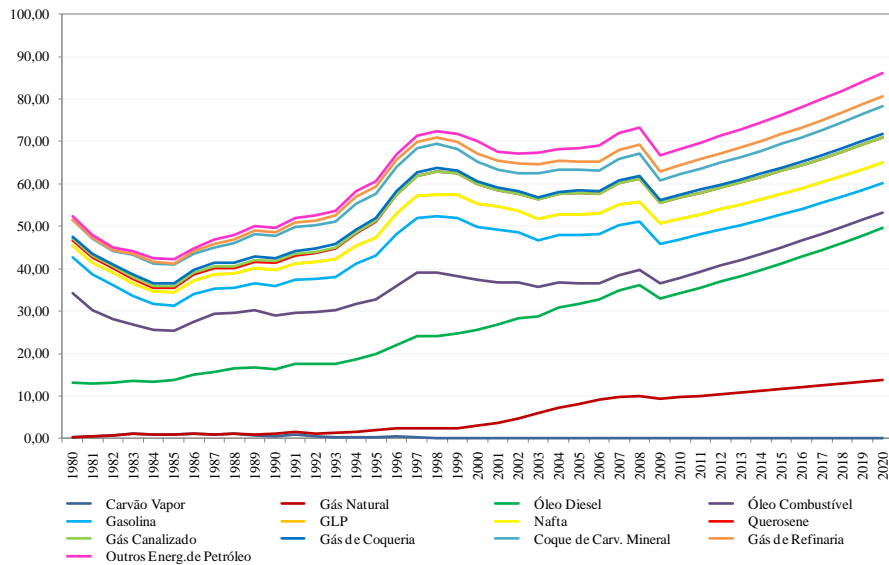
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Gráfico 52: Projeção das Emissões de CO₂ por Energéticos (MtCO₂), 1980 a 2020



Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP

Gráfico 53: Projeção das Emissões de CO₂ por Energéticos Acumuladas (MtCO₂), 1980 a 2020



Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Adicionalmente há indicadores consagrados e reconhecidos pela Agência Internacional de Energia – IEA (“*Energy Indicators for Sustainable Development: Guidelines and Methodology - 2005*”), que são utilizados para comparar as emissões entre as Nações e avaliar a eficiência ambiental do consumo de energia. Dentre eles, pode-se citar indicadores econômicos, tOE/hab, tOE/PIB e PIB/hab, e ambientais, tCO₂/hab, tCO₂/PIB e tCO₂/tOE.

Segundo a definição da IEA, o indicador toneladas de óleo equivalente per capita – tOE/hab – mede o nível de uso de energia em base per capita e reflete os padrões de uso de energia e intensidade de energia agregada de uma sociedade. O tOE/PIB reflete as tendências no uso de energia total relativas ao PIB, indicando a relação entre o uso de energia e o desenvolvimento econômico, e o PIB/hab indica a distribuição de riquezas de uma Nação e corresponde a renda média anual per capita.

Os indicadores ambientais tCO₂/PIB e tCO₂/hab medem as emissões de CO₂ devido à produção e uso de energia que possuem impacto direto nas mudanças climáticas, em unidade de PIB e per capita, respectivamente.

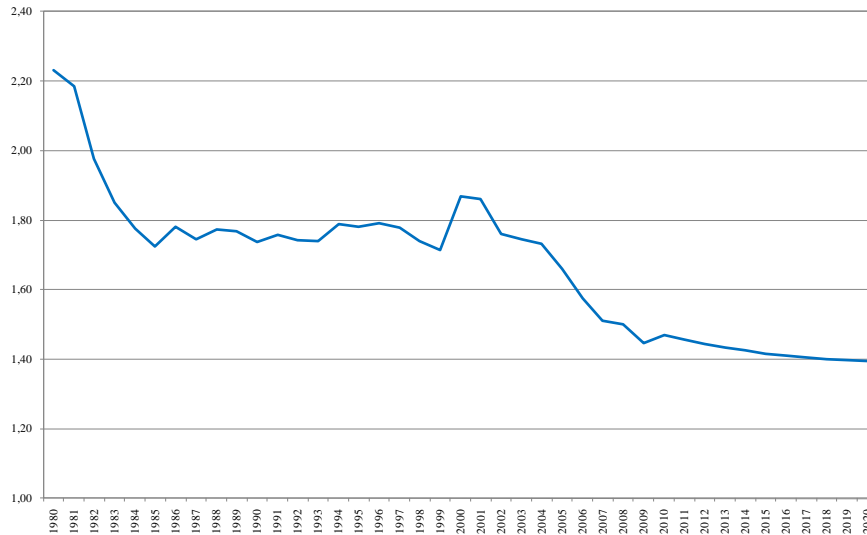
Um indicador representativo da melhoria de emissão ambiental é tCO₂ por unidade de oferta interna de energia bruta – tCO₂/tOE (OIB), que corresponde à eficiência ambiental. A diminuição deste indicador reflete o aumento da eficiência ambiental, ou seja, para uma mesma emissão de CO₂ oferta-se maior quantidade de energia interna, ou ainda, para uma mesma oferta de energia interna emiti-se menor quantidade de CO₂.

Assim, a partir das projeções da evolução da Oferta Interna Bruta de energia (OIB), que inclui o consumo final + consumo nos centros de transformação + perdas, para o período 2008-2020, apresentada no capítulo 12, foram calculadas as emissões de CO₂ de cada energético, considerando para tanto um aumento de 10% da geração termelétrica a gás natural (nas centrais elétricas de serviço público), um incremento de 3.000 MW de geração térmica utilizando bagaço de cana (nas centrais elétricas de auto-produção) e 400 MW de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no Estado até 2020, visando manter a elevada participação dos combustíveis renováveis na Matriz Energética Estadual.

Com base na OIB energética (que consiste no consumo final energético acrescido dos centros de transformação) e nas emissões, foi calculado o indicador emissão de CO₂ por OIB energética (não contabiliza a parcela não energética), dado por tCO₂/tOE, de 1980 a 2020, apresentado no Gráfico 54. É possível observar que em 2020 há uma diminuição de 19,68% em relação aos níveis de 1990, que equivale a dizer que houve um elevação da eficiência ambiental de 19,68% no período.



Gráfico 54: SP, Emissão de CO₂ por Oferta Interna Bruta Energética de Energia (tCO₂/tOE), 1980 a 2020

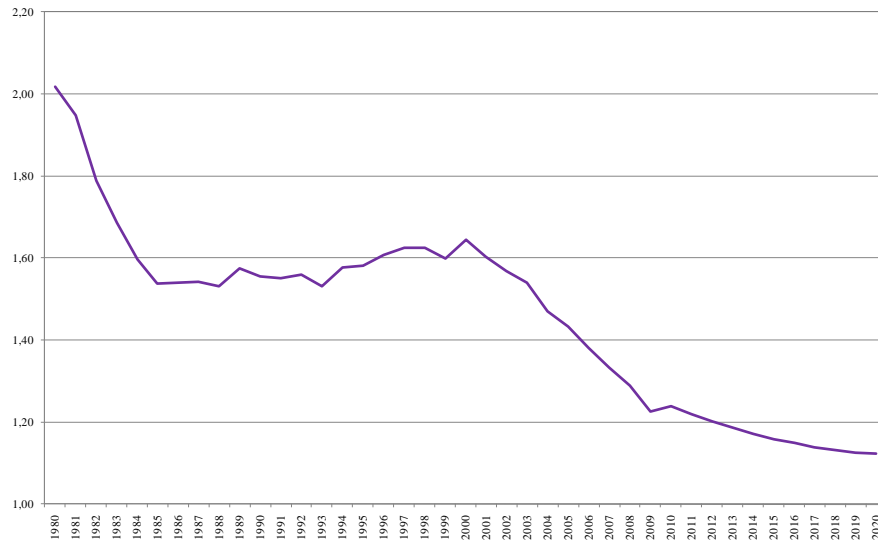


Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP

Alternativamente, a título de comparação, efetuou-se o mesmo procedimento para o cálculo do indicador emissão CO₂ por Consumo Final Energético (não inclui os centros de transformação), dado por tCO₂/tOE, de 1980 a 2020, mostrado no Gráfico 55. É possível observar que em 2020 há uma diminuição de 27,78% em relação aos níveis de 1990, que equivale a dizer que houve um elevação da eficiência ambiental de 27,78% no período. Ressalta-se que, a diferença obtida entre os indicadores tCO₂/tOE, calculados por OIB energética e por consumo final energético, decorre do fato de não se contabilizar os Centros de Transformação no último caso, aumentando a redução do indicador. No 1º caso, o indicador passou de 1,74 para 1,39 tCO₂/tOE, no período 1990-2020, enquanto que no 2º caso, de 1,55 para 1,12 tCO₂/tOE, no mesmo período.



Gráfico 55: Emissão de CO₂ por Consumo Final Energético (tCO₂/tOE), 1980 a 2020

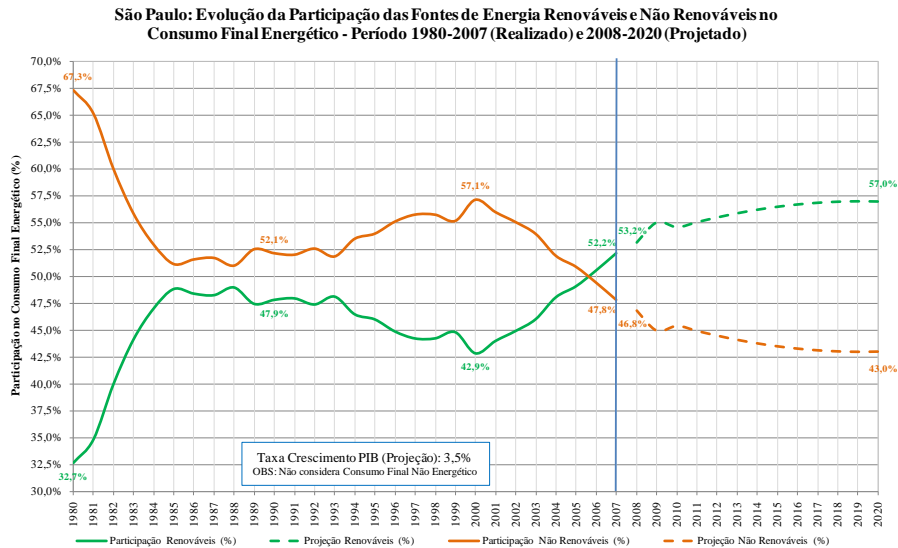


Fonte: SSE-SP, a partir de dados da SSE-SP

Adicionalmente, com o incremento de fontes de energia mais limpas, houve aumento da participação dos energéticos renováveis no consumo final energético de 10,54% no período 2007 a 2020. O Gráfico 56 ilustra a evolução da participação dos energéticos renováveis no consumo final energético, de 1980 a 2020, onde nota-se que os renováveis representavam 52,2% do consumo final energético em 2007, passando para 57% em 2020. Nota-se que em 2009 há uma sensível diminuição da participação dos combustíveis renováveis, resultado da crise financeira internacional, acarretando retração do consumo dos derivados da cana, principalmente do bagaço de cana.



Gráfico 56: SP, Participação (%) dos Combustíveis Renováveis no Consumo Final Energético, 1980 a 2020



Posteriormente, foram realizadas análises de sensibilidade com o objetivo de verificar os impactos de variações de crescimento do PIB, tanto no consumo, quanto nas emissões de CO₂ e na parcela renovável do consumo energético. Foram analisados casos para PIB = 1,5%, 2,5% e 4,5% a.a., de 2010 até 2020, e os resultados são apresentados abaixo.

✓ PIB = 1,5% a.a.

Neste cenário de crescimento, o consumo final atinge cerca de 809.000x10⁹ kcal e as reduções de tCO₂/tOE são de 35,91% e 40,26%, de 2020 em relação a 1990, para os casos de emissões por OIB energético e por consumo final energético, respectivamente. A fração renovável do consumo final energético em 2020 é de 58,9%, representando um aumento de 23,1% em relação aos níveis de 1990, como mostrado nos Gráficos 57, 58 e 59 abaixo.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Gráfico 57: SP, Consumo e projeção de consumo de energia (10^9 kcal), 1980 a 2020, para PIB = 1,5%

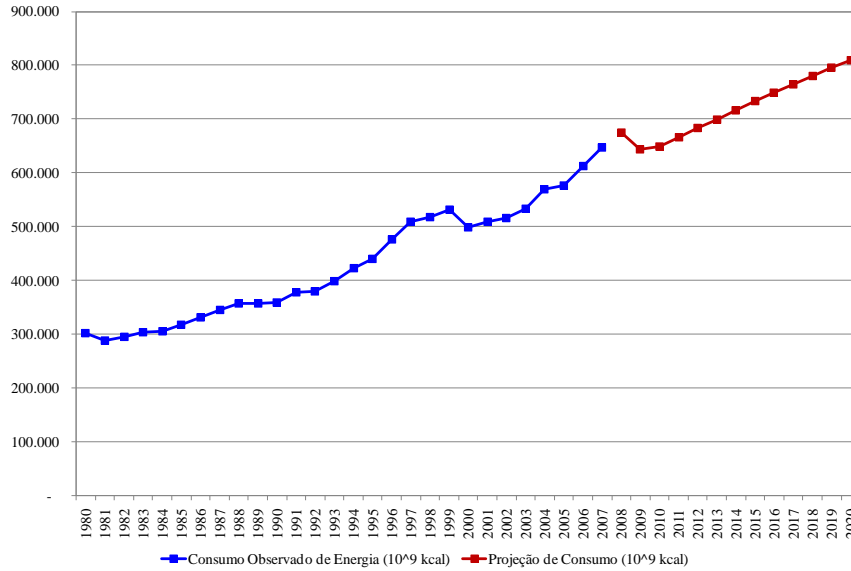


Gráfico 58: SP, Emissões de CO₂ por OIB energética e por Consumo Final Energético, 1980 a 2020, para PIB = 1,5%

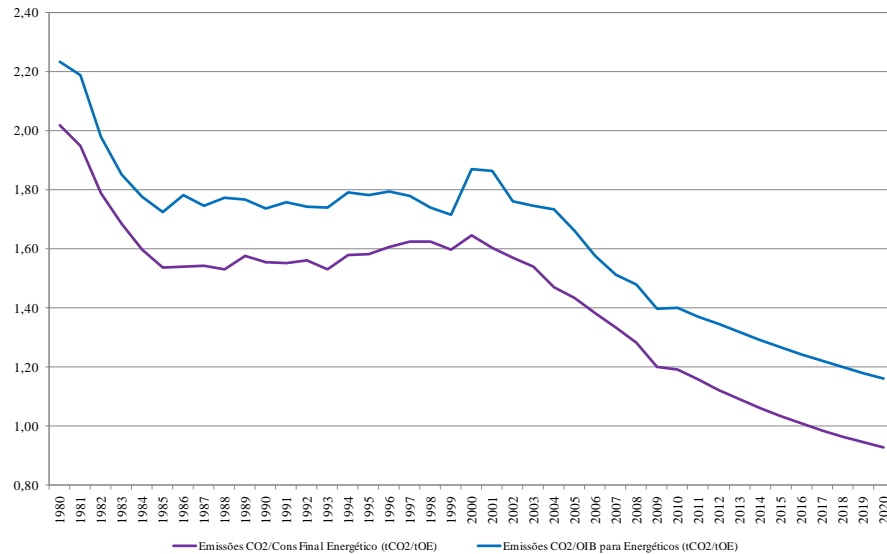
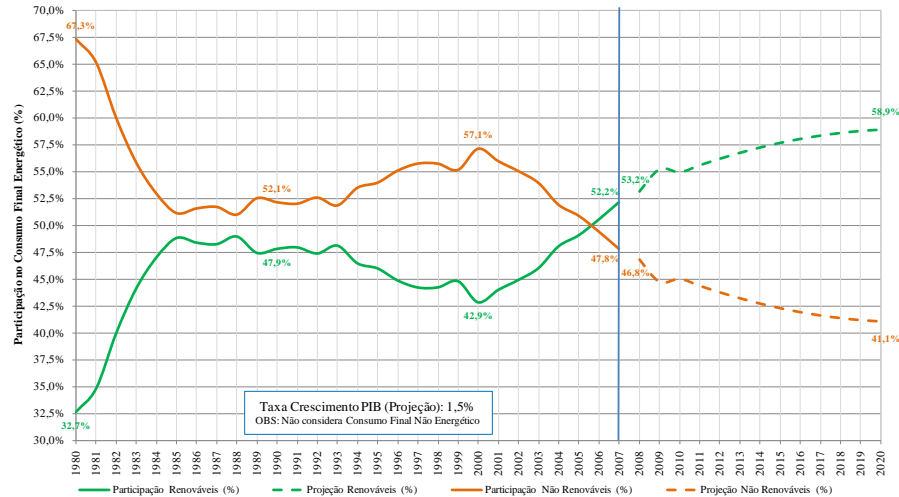




Gráfico 59: SP, Participação (%) dos Combustíveis Renováveis no Consumo Final Energético, 1980 a 2020, para PIB = 1,5%

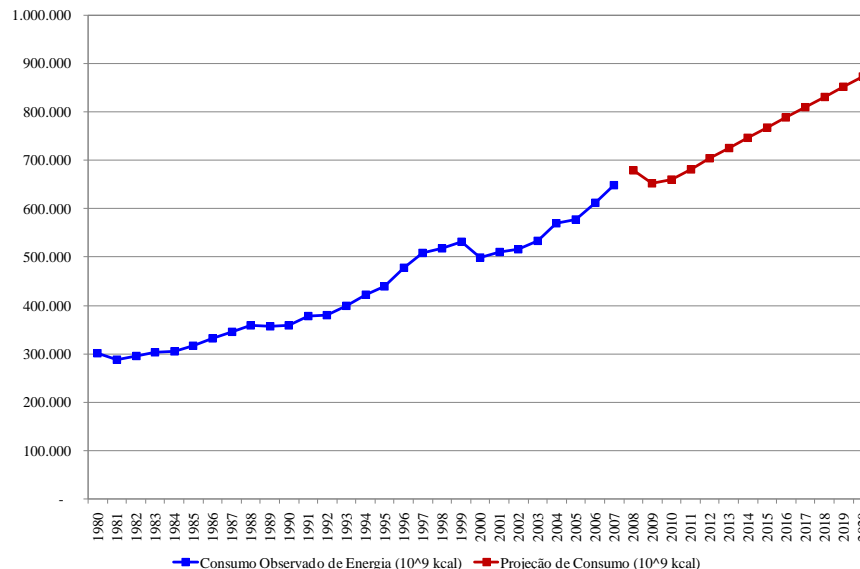
São Paulo: Evolução da Participação das Fontes de Energia Renováveis e Não Renováveis no Consumo Final Energético - Período 1980-2007 (Realizado) e 2008-2020 (Projetado)



✓ PIB = 2,5% a.a.

Neste cenário de crescimento, o consumo final atinge cerca de 872.000×10^9 kcal e as reduções de tCO_2/tOE são de 29,20% e 34,37%, de 2020 em relação a 1990, para os casos de emissões por OIB energético e por consumo final energético, respectivamente. A fração renovável do consumo final energético em 2020 é de 57,9%, representando um aumento de 21,1% em relação aos níveis de 1990, como mostrado nos Gráficos 60, 61 e 62 abaixo.

Gráfico 60: SP, Consumo e projeção de consumo de energia (10^9 kcal), 1980 a 2020, para PIB = 2,5%





GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Gráfico 61: SP, Emissões de CO₂ por OIB energética e por Consumo Final Energético, 1980 a 2020, para PIB = 2,5%

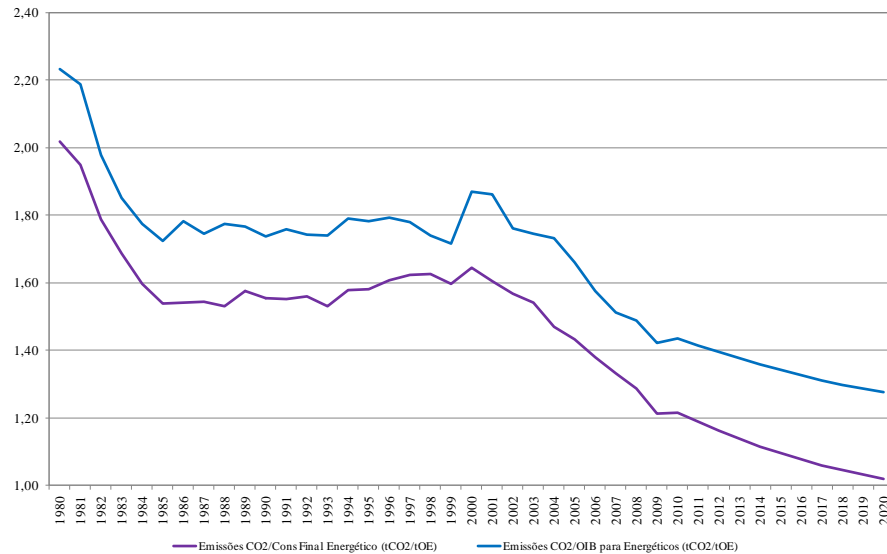
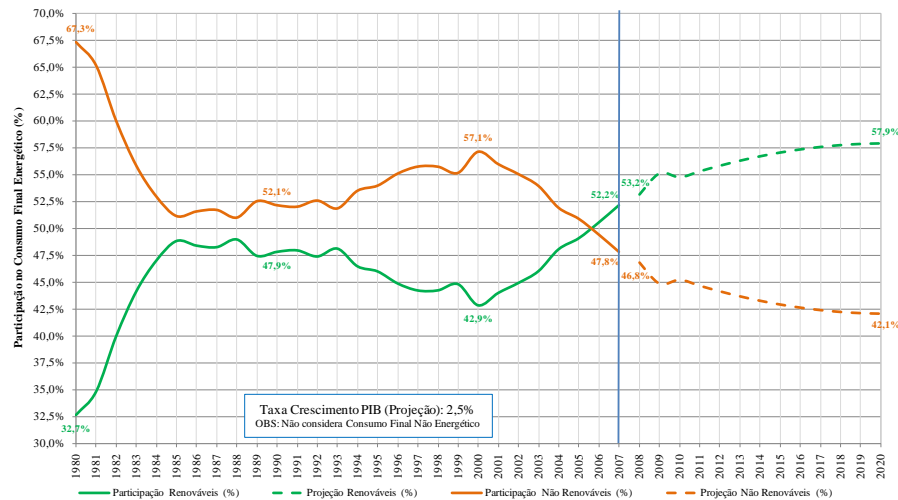


Gráfico 62: SP, Participação (%) dos Combustíveis Renováveis no Consumo Final Energético, 1980 a 2020, para PIB = 2,5%

São Paulo: Evolução da Participação das Fontes de Energia Renováveis e Não Renováveis no Consumo Final Energético - Período 1980-2007 (Realizado) e 2008-2020 (Projetado)



✓ PIB = 4,5% a.a.

Neste cenário de crescimento, o consumo final atinge cerca de $1.023.000 \times 10^9$ kcal e as reduções de tCO₂/tOE são de 15,19% e 20,41%, de 2020 em relação a 1990, para os casos de emissões por OIB energética e por consumo final energético, respectivamente. A fração renovável do consumo final energético em 2020 é de 56,0%, representando um aumento de 17,1% em relação aos níveis de 1990, como mostrado nos Gráficos 63, 64 e 65 abaixo.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Gráfico 63: SP, Consumo e projeção de consumo de energia (10^9 kcal), 1980 a 2020, para PIB = 4,5%

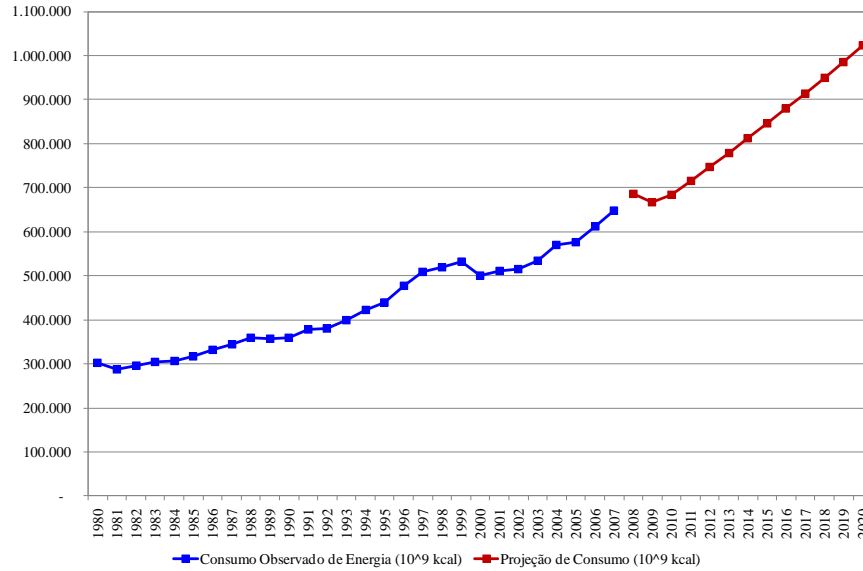
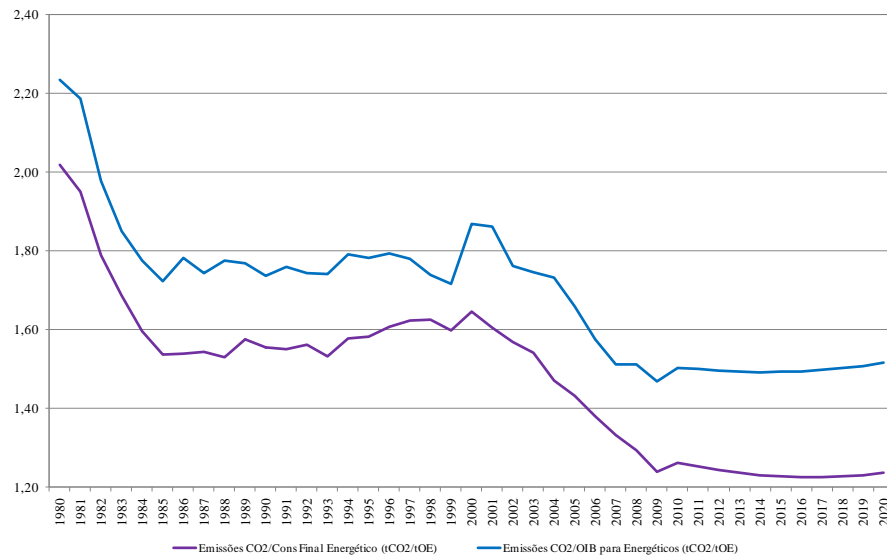


Gráfico 64: SP, Emissões de CO₂ por OIB energética e por Consumo Final Energético, 1980 a 2020, para PIB = 4,5%

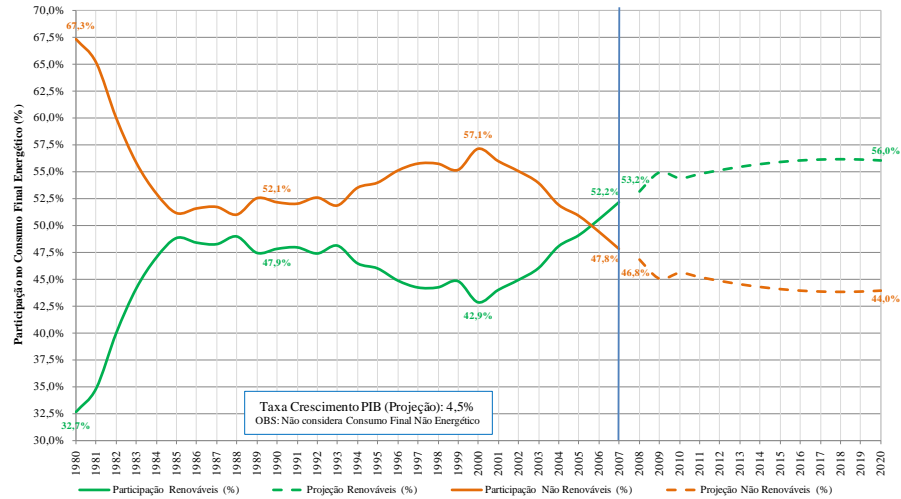




GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Gráfico 65: SP, Participação (%) dos Combustíveis Renováveis no Consumo Final Energético, 1980 a 2020, para PIB = 4,5%

São Paulo: Evolução da Participação das Fontes de Energia Renováveis e Não Renováveis no Consumo Final Energético - Período 1980-2007 (Realizado) e 2008-2020 (Projetado)





14. Considerações Finais

Apesar do detalhamento e refinamento do trabalho, a metodologia adotada apresenta limitações quanto ao erro padrão das projeções e quanto a estimativa de emissão dos energéticos e dos setores. Assim, foi estimado o desvio padrão das projeções, incorporando um intervalo de confiança de 95% em torno da curva de consumo final projetada. Com a conclusão da atualização do Inventário de Gases de Efeito Estufa, em elaboração pela CETESB, e contratação da Matriz Energética Estadual Estrutural, em 2010, estas limitações devem ser superadas, possibilitando uma avaliação mais precisa da estrutura de consumo paulista. As duas principais diferenças entre a metodologia adotada no presente trabalho e a matriz estrutural, é a avaliação da matriz insumo-produto, indicando como alterações em determinado energético ou setor interferem em toda cadeia e nos demais energéticos e setores, e a análise tecnológica, que inclui o avanço tecnológico e a eficiência prevista nos indicadores de intensidade energética dos processos e setores de consumo.

Os energéticos óleo diesel e etanol apresentaram maior aumento de consumo no período 2007-2020, em vista do crescimento do setor de transporte.

Como esperado, as emissões mais significativas provêm dos setores transporte e industrial, os quais correspondem a 86,25% das emissões totais em 2007, que segundo as projeções, manter-se-á em percentual semelhante até 2020.

A utilização do índice tCO_2/tOE permite o estabelecimento de metas futuras de redução compatíveis com uma matriz energética mais renovável e com o estágio atual de desenvolvimento do país, cujo crescimento do PIB ainda é bastante dependente do consumo energético. Este índice é menos sujeito a variações da taxa de crescimento do PIB que tCO_2/PIB , que é freqüentemente utilizado por economias já desenvolvidas.

Aquele indicador, quando avaliado segundo a Oferta Interna Bruta de Energia (tCO_2/tOE_{OIB}), representa a eficiência ambiental da estrutura de oferta ao medir o quanto se emite de CO_2 para se ofertar uma unidade de energia, ao mesmo tempo em que reforça a vocação para fontes renováveis do Estado de São Paulo.

Adicionalmente à substituição de combustíveis fósseis no setor de transportes, e no sentido de reduzir ainda mais a emissão de gases de efeito estufa, têm sido desenvolvidos programas e projetos no âmbito do Planejamento Energético Estadual, dentre os quais mencionam-se: promoção da geração descentralizada, da cogeração e da auto-produção de energia, realização de estudos buscando ampliar o aproveitamento energético da biomassa, exploração do potencial hidrelétrico remanescente, dos potenciais eólico e solar fotovoltaico, elaboração de estudos de viabilidade para aproveitamento energético dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e estabelecimento de programas de Eficiência Energética e Racionalização de Energia.

Este conjunto de ações permitirá ao Estado aperfeiçoar seu Planejamento Integrado de Recursos e desenvolver-se de modo cada vez mais sustentável.



Anexo 1: Comparação entre a segmentação do setor industrial no “Balanço Energético” estadual e na “Pesquisa Industrial Mensal – Produção Física” do IBGE

Nesta seção é apresentada e comparada a segmentação do setor industrial constante no Balanço Energético Estadual e na Pesquisa Industrial Mensal Produção Física (PIM-PF) do IBGE. O objetivo é mostrar que as diferenças entre a segmentação nas duas pesquisas não permite o uso da segunda como proxy da produção para projeção da demanda de energia industrial.

A.1. Segmentação Balanço Energético

A Tabela 61 apresenta a segmentação da atividade industrial constante no Balanço Energético Estadual. Esta segmentação segue padrão estabelecido pela Organização Latino Americana para o Desenvolvimento da Energia (OLADE)³.

Tabela 61: Segmentação da atividade industrial – Balanços energéticos

Segmentos do Balanço energético
Cimento
Ferro gusa e aço
Mineração e pelotização
Não ferrosos e outros metálicos
Química
Alimentos e bebidas
Têxtil
Papel e celulose
Cerâmica
Outros

Fonte: SSE-SP

A.2. Segmentação IBGE – Pesquisa Industrial Mensal, Produção Física (número índice, média 2002 = 100)

Por sua vez, a Tabela 62 apresenta a segmentação da atividade industrial constante na PIM-PF, que segue a Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE), acompanhado do indicador auferido em julho de 2008 (número índice, média de 2002 = 100).

³ Veja www.olade.org.ec



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

**Tabela 62: Segmentação da atividade industrial – Pesquisa Industrial Mensal IBGE –
Produção Física, julho de 2008**

Seções e atividades industriais	jul/08
1. Indústria geral	145,86
2. Indústria extrativa	-
3. Indústria de transformação	145,86
3.1 Alimentos e bebidas	-
3.2 Alimentos	125,12
3.3 Bebidas	108,76
3.4 Fumo	-
3.5 Têxtil	107,91
3.6 Vestuário e acessórios	120,26
3.7 Calçados e artigos de couro	-
3.8 Madeira	-
3.9 Celulose, papel e produtos de papel	129,31
3.10 Edição, impressão e reprodução de gravações	121,78
3.11 Refino de petróleo e álcool	123,91
3.12 Produtos químicos	-
3.13 Farmacêutica	168,56
3.14 Perfumaria, sabões, detergentes e produtos de limpeza	128,29
3.15 Outros produtos químicos	124,75
3.16 Borracha e plástico	128,33
3.17 Minerais não metálicos	134,77
3.18 Metalurgia básica	144,49
3.19 Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	131,22
3.20 Máquinas e equipamentos	179,44
3.21 Máquinas para escritório e equipamentos de informática	298,31
3.22 Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	160,53
3.23 Material eletrônico, aparelhos e equipamentos de comunicações	200,22
3.24 Equipamentos de instrumentação médico-hospitalar, ópticos e outros	-
3.25 Veículos automotores	183,52
3.26 Outros equipamentos de transporte	216,33
3.27 Mobiliário	-
3.28 Diversos	-

Fonte: IBGE

**A.3. Correspondência entre a segmentação da atividade industrial PIM-PF X
Balanço Energético Estadual**

A Tabela 63 oferece uma tentativa de correspondência entre as duas segmentações da atividade industrial apresentadas acima.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA

Tabela 63: Tentativa de correspondência entre segmentação Balanços X Segmentação IBGE

Balanço	IBGE
Cimento	Setor 2 / Segmento 3.17
Ferro gusa e aço	Segmentos 3.18 / 3.19
Mineração e pelotização	Setor 2
Não ferrosos e outros metálicos	Segmentos 3.17 / 3.18 / 3.19
Química	Segmentos 3.13 / 3.14 / 3.15 e 3.16
Alimentos e bebidas	Segmentos 3.2 / 3.3
Têxtil	Segmentos 3.5 / 3.6
Papel e celulose	Segmento 3.9
Cerâmica	Segmento 3.28
Outros	Segmento 3.28

Fonte: SSE-SP

Observa-se que:

- As segmentações não apresentam correspondência direta:
 - o Há segmentos do Balanço que abrangem dois ou mais segmentos na pesquisa do IBGE
 - o Há segmentos da pesquisa do IBGE que se dividem em dois ou mais segmentos no Balanço
- Os dados IBGE estão em número índices, o que não permite agregação ou outro tipo de combinação.

A partir dessas observações conclui-se que não é possível utilizar os dados da PIM-PF como proxy da produção na estimação e projeção do consumo de energéticos no setor industrial de forma desagregada. Por esse motivo, optou-se em utilizar apenas a série agregada de dados (“Indústria Geral”) na Seção 5 do presente relatório.



Anexo 2: Estimativa e projeção da população do Estado de São Paulo até 2020.

A Tabela 64 apresenta a estimativa e projeção da população do Estado de São Paulo até 2020, conforme o IBGE. Os dados foram obtidos no IPEADATA em julho de 2008, e estão sujeitos a modificações.

Tabela 64: SP, Estimativa e projeção da população estadual, 1980 – 2020

Ano	População	Ano	População
1980	24.948.094	2001	37.860.483
1981	25.605.472	2002	38.358.115
1982	26.274.685	2003	38.844.101
1983	26.948.555	2004	39.315.471
1984	27.634.712	2005	39.769.582
1985	28.314.945	2006	40.204.428
1986	28.971.430	2007	40.618.637
1987	29.617.818	2008	41.011.634
1988	30.253.815	2009	41.384.039
1989	30.879.821	2010	41.737.337
1990	31.485.089	2011	42.072.308
1991	32.066.041	2012	42.390.043
1992	32.650.881	2013	42.692.505
1993	33.232.425	2014	42.981.429
1994	33.815.548	2015	43.258.418
1995	34.398.346	2016	43.525.062
1996	34.982.145	2017	43.782.535
1997	35.567.960	2018	44.031.674
1998	36.157.494	2019	44.272.959
1999	36.753.995	2020	44.506.843
2000	37.356.424		

Fonte: IBGE