

# 1º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa para a Cidade do Recife



## Resumo Técnico

Prefeitura Municipal da Cidade do Recife

### Prefeito da Cidade do Recife

Geraldo Júlio de Mello Filho

### Vice-Prefeito da Cidade do Recife

Luciano Siqueira

### Secretária Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade

Cida Pedrosa

### Secretário Executivo de Sustentabilidade

Maurício Guerra

### Gerente Geral de Sustentabilidade

Inamara Melo

### Gestor de Unidade de Políticas Sustentáveis

Nilo Rocha

### Chefe do Setor de Política de Baixo Carbono e Clima

Luiz Roberto de Oliveira

### Grupo Executivo de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas - GECLIMA

#### Coordenação

Maurício Guerra - Secretário Executivo de Meio Ambiente e Sustentabilidade

Luiz Roberto de Oliveira - Chefe do Setor de Política de Baixo Carbono e Clima



### **Equipe**

**Mariane Régis - SESAN/SANEAR**

**Thiago Henrique de Oliveira - Instituto da Cidade do Recife Engenheiro Pelópidas Silveira**

**José Fernandes - SEMOC**

**Élida Santos - EMLURB**

**Bete Jucá - EMLURB**

**Renata Lucena Borges - SEHAB/PCR**

**Keila Ferreira - SEDEC**

**Mônica Moreira Vieira - SEDEC**

**Alessandra de Carvalho - SMAS**

**Thaís Borges - SMAS**

**Mércia Farias - SMAS**

### **Agradecimentos**

**Sílvia A. Lins Farias - Controladoria Geral do Município**

**Rodrigo Chagas - Secretário Executivo de Administração**

**Saul Novaes Belo - Secretaria de Educação/PCR**

**João Guilherme Nogueira Júnior - Secretaria de Finanças/PCR**

**Fernando Antonio Couto dos Santos - EMPREL**

**kepler Barreto de Aquino - URB**

**Marcos José Gomes de Araújo - CTTU**

**José Rubens dos Santos - Compesa**

**Marcela de Oliveira Henroz - Compesa**



**Thiago Dias Caires - Celpe**

**Marco Antonio A. P. Oliveira - Companhia Pernambucana de Gás**

**Anísio Bezerra Coelho - FIEPE**

**Abraão Rodrigues Lira - FIEPE**

**Florival Rodrigues de Carvalho - ANP**

**Aurélio César Nogueira Amaral - ANP**

**Fernando Nicácio da Cunha Filho - INFRAERO**

**Mirella Tachlitsky Schver - INFRAERO**

**Todos os membros do GECLIMA**

**Toda a equipe da Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Recife (SMAS)**

## Suporte Técnico

### ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade- Secretariado para América do Sul

Florence Laloë - Secretária Executiva/CEO

#### Coordenação

Igor Albuquerque - Gerente de Mudanças Climáticas

David Smith - Assistente de Projetos

#### Apoio

Bruna Cerqueira - Coordenadora de Projetos

Roberto Strumpf - Consultor contratado/Pangea Capital

Aloysio Costa Júnior - Consultor contratado/ACJ Soluções Ambientais

#### Diagramação

A ser definida

## Mensagem do Prefeito Geraldo Júlio

Entre 1 e 2 páginas

## Mensagem da Secretária Cida Pedrosa

Entre 1 e 2 páginas

## Sumário

<b>1. Introdução</b> .....	<b>11</b>
<b>2. Mobilização</b> .....	<b>13</b>
<b>3. Metodologia Aplicada</b> .....	<b>14</b>
3.1. Protocolo Internacional para Análise de Emissões (IEAP).....	15
3.2. Global Protocol for Communities – Protocolo Global para Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa para Cidades (GCP).....	18
3.3. HEAT+ (Harmonized Emissions Assessment Tool) – Ferramenta Harmonizada de Análise de Emissões.....	19
<b>4. Emissões de Gases de Efeito Estufa do Setor de Fontes Estacionárias</b> .....	<b>20</b>
<b>5. Emissões de Gases de Efeito Estufa do Setor de Transporte</b> .....	<b>25</b>
<b>6. Emissões de Gases de Efeito Estufa do Setor de Resíduos</b> .....	<b>31</b>
<b>7. Emissões de Gases de Efeito Estufa de Outros Setores</b> .....	<b>35</b>
<b>8. Consolidação dos Resultados do inventário</b> .....	<b>36</b>
8.1. Emissões Totais do Governo.....	39
8.2. Emissões Totais da Comunidade.....	40
<b>9. Comparativo do Resultado com outros Inventários</b> .....	<b>41</b>
<b>10. Consolidação dos Cenários</b> .....	<b>42</b>
<b>11. Lições Aprendidas</b> .....	<b>46</b>
<b>Referências</b> .....	<b>47</b>

## Lista de Tabelas e Figuras

Tabelas	Página
Tabela 1: Setores para Governo IEAP .....	16
Tabela 2: Setores para Comunidade IEAP .....	16
Tabela 3: Consumo de Eletricidade no escopo Governo .....	20
Tabela 4: Consumo Energia no escopo Comunidade .....	22
Tabela 5: Participação dos combustíveis no nível de emissão .....	25
Tabela 6: Consumo de Combustível para Transporte no escopo Governo .....	29
Tabela 7: Geração e Destinação para Resíduos .....	31
Tabela 8: Emissões consolidadas em 2012 .....	39
Tabela 9: Comparativo das emissões municipais .....	41
Tabela 10: Projeção das emissões por setor .....	45

Figuras	Página
Figura 1: Emissões provenientes do consumo de eletricidade no escopo Governo .....	21
Figura 2: Emissões Combustão Estacionária – setores do escopo Comunidade (tCO <sub>2</sub> e) .....	24
Figura 3: Total das Emissões Fontes Estacionárias – Comunidade e Governo .....	25
Figura 4: Emissões Totais Transporte no escopo Governo .....	27
Figura 5: Total Emissões Tipo de Transporte no escopo Comunidade (%) .....	30
Figura 6: Total Emissões por tipo de combustível tCO <sub>2</sub> e .....	30
Figura 7: Total Emissões Setor de Resíduos .....	35
Figura 8: Total Emissões Recife tCO <sub>2</sub> e .....	36
Figura 9: Emissões totais por setor (tCO <sub>2</sub> e) .....	37



Figura 10: Emissões totais por escopo.....	38
Figura 11: Total Emissões Governo .....	40
Figura 12: Total Emissões Comunidade (tCO2e).....	41
Figura 13: Projeção das emissões do setor de transporte.....	43
Figura 14: Projeção das emissões dos demais setores.....	44
Figura 15: Projeção das emissões totais.....	45

## 1. Introdução

Algumas projeções do Quinto Relatório de Avaliação do IPCC, lançado em 2013, sugerem que o planeta poderá enfrentar um aumento na temperatura média entre 1,8° C e 4,8° C ao longo do século XXI devido ao aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera terrestre. De acordo com o IPCC, a combustão de combustíveis fósseis e desmatamento são duas das principais fontes de emissões antrópicas de GEE em escala global.

Como resultados do possível aumento da temperatura terrestre, estima-se que aumento no nível do mar, derretimento de geleiras, perda de biodiversidade, mudanças nos níveis de precipitação, secas, doenças transmitidas por vetores e outras variedades de impactos afetem diretamente o dia a dia dos seres humanos e as atuais relações políticas e econômicas.

Dentro deste contexto, não só governos, mas também a comunidade científica, empresas, investidores e opinião pública tornaram-se mais conscientes dos riscos que as mudanças climáticas representam para a sobrevivência e economia mundial. Entretanto, no atual cenário político global, economias emergentes exercem fortes pressões sobre recursos naturais diante das tendências de aceleração da taxa urbanização e degradação do ambiente rural em tais regiões. Dessa forma, as mudanças climáticas significam um risco para toda população mundial, sobretudo para populações urbanas economicamente marginalizadas mais vulneráveis a impactos ambientais e escassez de recursos naturais.

O avanço dos impactos das mudanças climáticas e a relação direta entre desenvolvimento econômico e aumento da concentração de GEE impõem severos desafios para áreas urbanas em economias desenvolvidas e emergentes, uma vez que cerca de 80% das emissões de GEE ocorre nessas regiões.

Ciente das responsabilidades éticas em promover a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e das vulnerabilidades que a cidade do Recife pode enfrentar<sup>1</sup>, a cidade assumiu o compromisso com um modelo de desenvolvimento social e econômico com bases sustentáveis para nortear a estratégia de promoção de um ambiente mais seguro e responsivo para as futuras gerações. A adoção de soluções, ferramentas e políticas inovadoras serão o instrumento para viabilizar compromissos e implementar programas específicos que garantam um novo paradigma para região.

Em 2013 Recife foi selecionada pelo ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade - para ser uma das cidades modelo do projeto Urban LEADS (Promevendo Estratégias de Desenvolvimento Urbano de Baixo Carbono), fato que catalisará boa parte das ações e os compromissos em implementar atividades focadas em sustentabilidade previamente anunciados para a sociedade civil local.

O Urban LEADS é um projeto global implementado pelo ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade - em parceria com a ONU-Habitat, financiado pela Comissão Europeia, que visa aportar uma série de ferramentas e soluções que direcionem cidades na África do Sul, Índia, Indonésia e Brasil a instrumentalizar políticas de desenvolvimento de baixo carbono. O projeto desenvolveu uma metodologia específica para acompanhar a implementação das atividades nas cidades selecionadas, a GreenClimateCities. Um dos passos da metodologia GreenClimateCities é a elaboração de inventários de gases de efeito estufa para que as cidades possam fazer análises precisas dos setores mais intensos nas emissões de GEE.

O Primeiro Inventário de Emissões Gases de Efeito Estufa da Cidade do Recife servirá não apenas como ferramenta para guiar ações futuras para promover estratégias de desenvolvimento de baixo carbono

---

<sup>1</sup> De acordo com o Quarto Relatório do IPCC, Recife é um dos *hotspots*, a cidade está vulnerável ao avanço no nível do mar, aumento de precipitação e temperatura média.

em diversos setores da economia urbana, mas também para contribuir que a meta nacional<sup>2</sup> de redução de GEE seja alcançada.

## 2. Mobilização

No dia 3 de Setembro de 2013, a cidade do Recife promoveu o Primeiro Seminário Nacional Urban LEADS, na ocasião a cidade reuniu os membros do Comitê Municipal de Mudanças Climáticas e anunciou o compromisso para a elaboração do Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa.

Como extensão das atividades do Seminário, no dia 4 de Setembro de 2014 ocorreu um Workshop para servidores municipais da cidade do Recife sobre a elaboração de Inventários de GEE com a participação de representantes das cidades Urban LEADS, Belo Horizonte, Betim, Curitiba, Fortaleza, Porto Alegre, Rio de Janeiro e Sorocaba. Na ocasião, as cidades de Belo Horizonte e Rio de Janeiro puderam compartilhar suas experiências na elaboração dos seus respectivos inventários.

A partir dessa atividade, a Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Recife, contando com o apoio técnico do ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade, capitaneou o processo de mobilização de atores relevantes e coleta de dados.

Um grupo de trabalho específico para a elaboração do inventário de GEE foi criado com alguns membros do GECLIMA do Urban LEADS no Recife:

Maurício Guerra (SMAS), Inamara Melo (SMAS), Nilo Rocha (SMAS), Luiz Roberto de Oliveira (SMAS), Mércia Farias (SMAS), Alessandra de Carvalho (SMAS), Mariane Régis (SESAN/SANEAR), Thiago Henrique de Oliveira (Instituto Pelópidas Silveira), Élide Dias (EMLURB), Bete Jucá (EMLURB), Keila Ferreira

---

<sup>2</sup>Em 2008 foi lançado o Plano Nacional de Mudanças do Clima, como desdobramentos do plano, a Política Nacional de Mudanças do Clima foi lançada em 2009 através da Lei 12.187/29 de Dezembro de 2009, em que metas voluntárias de redução de GEE entre 36,1 e 38,9 % até 2020 são adotadas.

(SEDEC), Mônica Moreira Vieira (SEDEC), Renata Lucena Borges (SEHAB/PCR) e José Fernandes (SEMOC/PCR).

Os membros do grupo de trabalho específico ficaram responsáveis pela coleta dos dados nas entidades e departamentos responsáveis pelos setores de energia e resíduos sólidos.

### 3. Metodologia Aplicada

No primeiro Inventário de Emissões de GEE da Cidade do Recife foram contabilizadas as emissões de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e metano ( $\text{CH}_4$ ), emitidos dentro dos limites do município, durante o ano de 2012. A contabilização das emissões foi realizada para cada tipo de GEE e convertidos para toneladas de  $\text{CO}_2$  equivalente ( $\text{tCO}_2\text{e}$ ) de acordo com os potenciais de aquecimento global apresentados abaixo:

- Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) = 1  $\text{CO}_2\text{e}$ ;
- Metano ( $\text{CH}_4$ ) = 21  $\text{CO}_2\text{e}$ ;
- Óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) = 310  $\text{CO}_2\text{e}$ .

A abordagem metodológica utilizada na coleta e armazenamento dos dados foi baseada no Protocolo Internacional para Análise de Emissões (IEAP). O Protocolo IEAP foi lançado em 2009 pelo ICLEI com o intuito de promover uma metodologia de análise específica para governos locais, detalhando emissões em dois níveis: governo e comunidade.

Para fins de relatoria, o Primeiro Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa está de acordo com Global Protocol for Communities (GPC), dessa forma, os resultados apresentados no presente documento vai de encontro com esta iniciativa global, possibilitando a oportunidade de harmonização metodológica com outras cidades em todo o mundo.

Tanto a metodologia IEAP quanto GPC possuem similaridades com o 2006 IPCC Guidelines for National GHG Inventories, isso permite a comparação com inventários que utilizam a metodologia IPCC, 2006.

**[u1] Comentário:** Esclarecer este parágrafo em nota de rodapé.

O inventário apresenta as emissões de unidades estacionárias, transporte e resíduos, divididos entre a análise das operações do governo e a análise da comunidade, como apresentados nas tabelas 1 e 2.

### 3.1. Protocolo Internacional para Análise de Emissões (IEAP)

O ICLEI desenvolveu este Protocolo Internacional de Gás de Efeito Estufa (GEE) para Governos Locais com vistas a fornecer um conjunto de diretrizes de fácil implementação, de forma a ajudá-los a quantificarem as emissões de gases de efeito estufa tanto de suas operações internas quanto daquelas ocorrendo dentro da fronteira geopolítica de suas comunidades. Ao desenvolver convenções comuns e uma abordagem padronizada, o ICLEI busca facilitar aos governos locais alcançar a redução real de emissões de gases de efeito estufa. A abordagem padronizada descrita neste Protocolo facilita a comparação entre governos locais bem como a agregação e o relato dos resultados alcançados pela ação de comunidades diversas. Apesar de esse protocolo ter sido desenvolvido especificamente para governos locais, o mesmo pode ser utilizado por entidades diversas.

A coleta de dados seguiu as diretrizes estabelecidas pelos setores que a metodologia IEAP propõe:

Tabela 1: Setores para Governo IEAP

	Setor Macro (IPCC)	Escopo Governo (IEAP)
Energia	Combustão Estacionária	Edifícios e Instalações
		Iluminação Pública e Sinalização de Trânsito
		Tratamento, coleta e distribuição de Água/Esgotos (somente energia)
	Transporte	Transporte governamental
		Transporte de funcionários
Emissões Fugitivas	Outros	
Processos Industriais e Uso de Produtos		Outros
Agricultura, Silvicultura e Outros Usos do Solo		Outros
Resíduos	Eliminação de Resíduos Sólidos	Resíduos
	Tratamento Biológico de Resíduos Sólidos	
	Incineração e Queima ao Ar Livre de Resíduos	
	Tratamento e Descarga de Esgoto	

Tabela 2: Setores para Comunidades IEAP

	Setor Macro (IPCC)	Escopo Comunidade (IEAP)
Energia	Combustão Estacionária	Residencial
		Comercial
		Industrial
	Transporte	Transporte
Emissões Fugitivas	Outros	
Processos Industriais e Uso de Produtos		Outros
Agricultura, Silvicultura e Outros Usos do Solo		Emissões Agrícolas/Outras
		Outros
Resíduos	Eliminação de Resíduos Sólidos	Resíduos

A definição dos limites para o inventário segue os padrões apresentados pelo IEAP, para as operações do governo e para a análise da comunidade.

Para as operações do governo foi considerado o limite organizacional, qual seria as funções diretamente sob o controle do governo local. Para a análise da comunidade foi considerado o limite geopolítico, incluindo as emissões ocorridas dentro do limite geopolítico do governo local.

O inventário apresenta informações importantes para a formulação de políticas, assim foram tomadas providências para ajudar a evitar dupla contagem e apresentações equivocadas. Uma dessas medidas foi a diferenciação entre escopos.

#### Escopos do Governo

- Escopo 1 – Fontes de emissões diretas das operações ou dos pertences do governo local. Nesse caso da prefeitura e outros órgãos municipais do Recife.
- Escopo 2 – Fontes de emissões indiretas provenientes do consumo de eletricidade.
- Escopo 3 – Emissões indiretas pelo qual o governo local tem controle ou influência.

#### Escopos da Comunidade

- Escopo 1 – Emissões diretas dentro da fronteira geopolítica do governo local.
- Escopo 2 – Emissões indiretas provenientes do consumo de eletricidade dentro da fronteira geopolítica.
- Escopo 3 – Emissões indiretas resultantes das atividades dentro da fronteira geopolítica.



### 3.2. Global Protocol for Communities - Protocolo Global para Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa para Cidades (GPC)

O GPC é uma iniciativa em fase de teste em mais de 30 cidades em todo mundo. O GPC foi elaborado com base no conhecimento de **três** organizações mundialmente reconhecidas por suas extensas experiências com cidades: ICLEI (Governo Locais pela Sustentabilidade), C-40 e World Resources Institute (WRI).

A base metodológica do GPC envolve princípios de diversos protocolos como o IEAP, o Padrão Internacional para Determinação de Gases de Efeito Estufa para Cidades e Protocolos de Operações para Governos Locais. Uma vez terminada a fase teste da iniciativa, relatórios referentes às emissões de comunidade do IEAP e do Padrão Internacional para Determinação de Gases de Efeito Estufa para Cidades serão substituídos pela publicação do GPC.

O GPC permite o reporte por fontes ou por escopos, em três níveis:

- Básico: contempla todas as emissões de escopos 1 e 2 das emissões de fontes estacionárias, fontes móveis, processos industriais e resíduos, também as emissões de escopo 3 do setor de resíduos.
- Básico +: contempla todas as emissões do básico e também as emissões de agricultura, floresta e uso do solo e emissões de escopo 3 do setor de fontes móveis.
- Expandido: contempla as emissões dos escopos 1, 2 e 3, incluindo emissões transfronteiriças devido a troca e consumo de bens e serviços.

### HEAT+ (Harmonized Emissions Assessment Tool) - Ferramenta Harmonizada de Análise de Emissões<sup>3</sup>

Como uma das ferramentas aportadas pelo UrbanLEDS, a Cidade do Recife foi o primeiro município na América do Sul a utilizar a plataforma on-line do ICLEI para a elaboração de inventários de gases de efeito estufa. O HEAT+ é uma ferramenta que ajuda governos locais a gerenciarem suas emissões, o software é disponível em **sete** versões nacionais/regionais, Brasil, Índia, Filipinas, Coréia, África do Sul, Europa e Estados Unidos da América.

O HEAT+ possibilitou a inserção dos dados utilizando fatores de emissões selecionados de acordo com o contexto local e disponibilidade de informações.

A ferramenta permite além da elaboração do inventário a criação de cenários, definição de metas de reduções de emissões e monitoramento de ações. O HEAT+ oferece a possibilidade de inserção de dados utilizando a estrutura de desagregação por setores seguindo a metodologia IEAP e compilação dos resultados no formato GPC.

Além de calcular as emissões de GEE o software também calcula as emissões de outros poluentes com CO, NOx, SOx e VOC (compostos orgânicos voláteis)

O HEAT+ ainda possibilita o envio automático dos dados inseridos para a plataforma carbonn Cities Climate Registry (cCCR) outra ferramenta do ICLEI que possibilita o reporte das emissões de GHG, compromissos de redução de emissões e ações que visam a redução das emissões. A plataforma conta com mais de 400 cidades de 46 países<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Acesso ao HEAT+: [http://heat.iclei.org/heatplusGPC/indexnew.aspx?reqpage=~user\\_new/dashboard.aspx&direct=true](http://heat.iclei.org/heatplusGPC/indexnew.aspx?reqpage=~user_new/dashboard.aspx&direct=true)

<sup>4</sup> Fonte: Página virtual do cities climate registry <http://citiesclimateregistry.org/>, acesso dia 27/02/2014.

## 4. Emissões de Gases de Efeito Estufa do Setor Fontes Estacionária

De acordo com a metodologia IEAP as emissões referentes às fontes estacionárias deverão ser contabilizadas seguindo as seguintes áreas no nível do governo (i.e. apenas emissões da Administração Pública Municipal):

- Edifícios e Equipamentos;
- Iluminação Pública e Sinalização de Trânsito;
- Tratamento de Água, Águas Residuais, Coleta e Distribuição.

Tabela 3: Consumo de Eletricidade no escopo Governo

GOVERNO/ENERGIA ELÉTRICA			
Tipo de Consumo	Entidade Fornecedora dos Dados	Unidade	Consumo
Iluminação Pública	Celpe	MWh	90.152
Órgãos e Entidades da Prefeitura da Cidade do Recife	Celpe	MWh	28.251
Sinalização de trânsito	CTTU	MWh	807

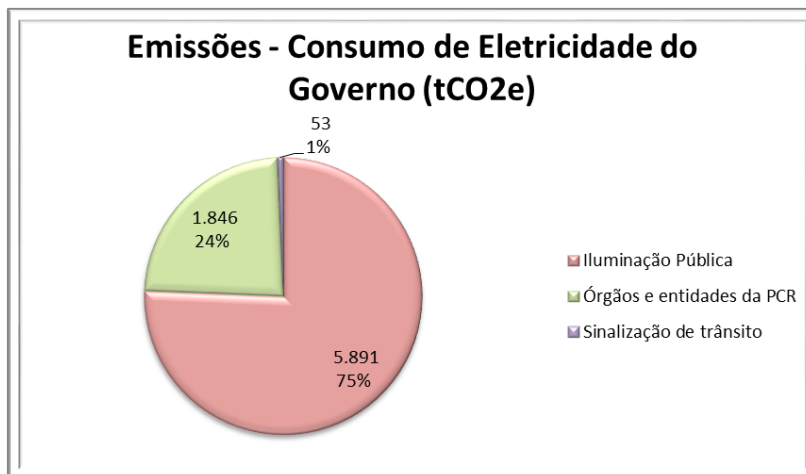
As emissões provenientes de fontes estacionárias do governo são resultantes do consumo de energia elétrica. Em 2012 o governo consumiu 119.210 MWh, resultando na emissão de 7.789 tCO<sub>2</sub>e. Como apresentado na figura 1, as emissões provenientes de fontes estacionárias das operações do governo são em sua maioria são resultantes da iluminação pública, correspondendo a 75%, a eletricidade consumida pelos edifícios e instalações da Administração Pública Municipal correspondem a 23,7% e as emissões provenientes da sinalização de trânsito corresponde a apenas 0,7%.

Para realização das estimativas foi adotado o fator de emissão do sistema interligado nacional para 2012, divulgado pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI. Foi adotada a média mensal, obtendo um fator de emissão de 0,0634 tCO<sub>2</sub>/MWh.

Os dados de consumo de eletricidade foram fornecidos pela Companhia Energética de Pernambuco (CELPE), responsável pela distribuição de energia elétrica para o município de Recife, disponibilizados e divididos entre o consumo dos órgãos e entidades da prefeitura do Recife e iluminação pública, a qual contemplava o consumo referente à sinalização de trânsito. Para garantir a desagregação sem haver o risco de dupla contagem os dados específicos do consumo referente à sinalização de trânsito fornecida pela Companhia de Trânsito e Transporte Urbano (CTTU), foram subtraídos dos dados apresentados para iluminação pública disponibilizados pela CELPE.

- Os serviços de tratamento, coleta e distribuição de água e coleta e tratamento de esgoto é realizada pela Companhia Pernambucana de Saneamento – Compesa, essa é uma sociedade anônima de economia mista vinculada ao governo estadual. Como a empresa não é vinculada a prefeitura municipal do Recife, as emissões provenientes das operações da empresa foram contemplados no setor da comunidade.

Figura 1: Emissões provenientes do consumo de eletricidade no escopo Governo



Para emissões da Comunidade, os setores considerados foram:

- Residencial;
- Comercial/Institucional;

- Industrial.

Tabela 4: Consumo Energia no escopo Comunidade

COMUNIDADE/ENERGIA ELÉTRICA			
Tipo de Consumo	Entidade Fornecedora dos Dados	Unidade	Consumo
Residencial	Celpe	MWh	1.168.973
Industrial e rural	Celpe	MWh	223.497
Comercial e concessionárias de serviços públicos	Celpe	MWh	176.448
Poder Público (Estado e União)	Celpe	MWh	1.290.502
Gás natural – segmento industrial	COPERGÁS (Companhia Pernambucana de Gás)	m <sup>3</sup>	56.113.044
Gás natural – segmento comercial	COPERGÁS (Companhia Pernambucana de Gás)	m <sup>3</sup>	2.813.126
Gás natural – segmento residencial	COPERGÁS (Companhia Pernambucana de Gás)	m <sup>3</sup>	641.596
Óleo Combustível	ANP	m <sup>3</sup>	1.491
Gás Liquefeito de Petróleo – GLP	ANP	tonelada	51.022

Os dados do consumo de energia elétrica foram fornecidos pela CELPE, classificados em residencial, comercial, industrial e do poder público, qual consideram as esferas de governo estadual e federal dentro da cidade do Recife, seguindo os limites do protocolo IEAP esses consumos foram classificados no setor da comunidade, uma vez que as operações do governo local se restringem a administração municipal.

Os dados de consumo de gás natural foram disponibilizados pela Companhia a Pernambucana de Gás, classificadas em segmentos residencial, comercial e industrial. Os dados referentes ao consumo de óleo combustível e gás liquefeito de petróleo (GLP) foram disponibilizados pela Agência Nacional de Petróleo – ANP, porém, esses dados foram apresentados apenas como consumo total desses combustíveis, sem classificação do setor de consumo.

Para realizar a desagregação, de acordo com os setores, desse valor, foi estipulado que o consumo de GLP e óleo combustível em Recife é dividido de acordo com o consumo nacional. A partir dos dados de consumo apresentados no Balanço Energético Nacional 2013, foi verificado o seguinte perfil de consumo nacional:

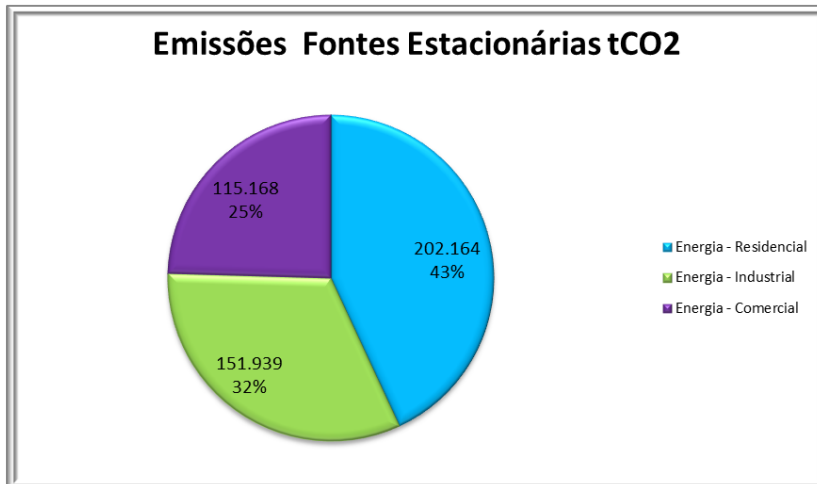
- Para o consumo de GLP: 80% residencial, 5% comercial, 3% público e 12% industrial.
- Para o consumo de óleo combustível: 69% industrial, 30% transporte hidroviário e 1% comercial.

Assim foram consideradas as seguintes premissas para Recife.

- Consumo de GLP: 80% residencial, **8% comercial/institucional** e 12% industrial. Foi considerado que 100% do consumo público correspondem às esferas estaduais e federais, pois se comparado o consumo de energia elétrica das esferas federal/estadual e municipal o valor é muito superior.
- Consumo de óleo combustível: 69% industrial, 30% transporte hidroviário e 1% comercial.

Para calcular as emissões provenientes do consumo de combustíveis é necessário obter dados de consumo, densidade energética do combustível e o fator de emissão. Os fatores de emissão utilizados foram obtidos pelo 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories e os valores de densidade energética foram calculados baseados nos valores de densidade e poder calorífico inferior apresentados no Balanço Energético Nacional.

Figura 2: Emissões Combustão Estacionária - setores do escopo Comunidade (tCO<sub>2</sub>e)



As emissões provenientes das fontes estacionárias da comunidade contabilizam 469.271 tCO<sub>2</sub>e, desses, 43% é residencial, 32% industrial e 25% comercial/institucional.

As emissões provenientes de fontes estacionárias correspondem a um total de 477.060, do qual menos de 2% é proveniente das operações do governo municipal. Como **se pode** observar pela figura 3 e a tabela 5, cada setor apresenta um perfil diferente em relação ao consumo de energia, no setor residencial as emissões são provenientes em sua maioria pelo consumo de GLP, enquanto o setor as emissões são em sua maioria resultante do consumo de gás natural.

Figura 3: Total da Emissões Fontes Estacionárias – Comunidade e Governo

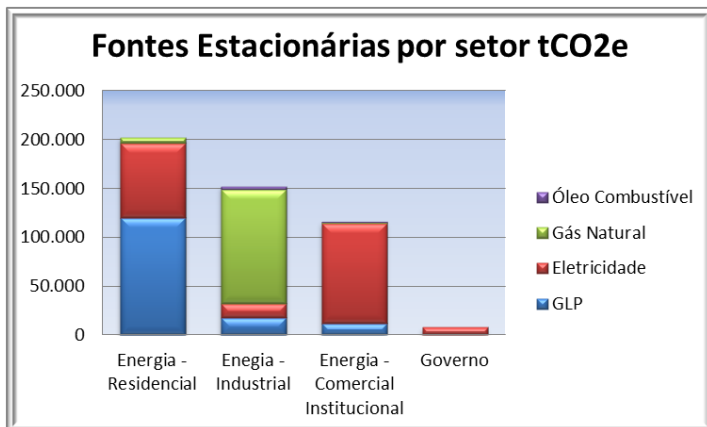


Tabela 5: Participação dos combustíveis no nível de emissão

Fonte de energia	Energia - Residencial	Energia - Industrial	Energia - Comercial/	Governo
GLP	25%	4%	3%	0%
Energia Elétrica	16%	3%	21%	100%
Gás Natural	1%	24%	0%	0%
Óleo Combustível	0%	1%	0%	0%

## 5. Emissões de Gases de Efeito Estufa do Setor Transporte

Para o cálculo das emissões provenientes do setor de transportes foram utilizados os fatores de emissão estabelecidos pelo 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, 2011, bem como outras premissas utilizadas pelo mesmo. Foi considerado que a gasolina C tem o teor de 25% de etanol anidro e 75% de gasolina A. Também foi considerado que o teor de biodiesel proveniente no diesel é de 5%,



ambas as premissas foram utilizadas no 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, 2011.

De acordo com a metodologia IEAP, para emissões do setor de transporte no nível do Governo são levadas em consideração o consumo relacionado aos seguintes itens:

- Transporte Governamental, utilização da frota municipal;
- Transporte de funcionários, utilização de modais de mobilidade para chegar ao trabalho ou compromissos.

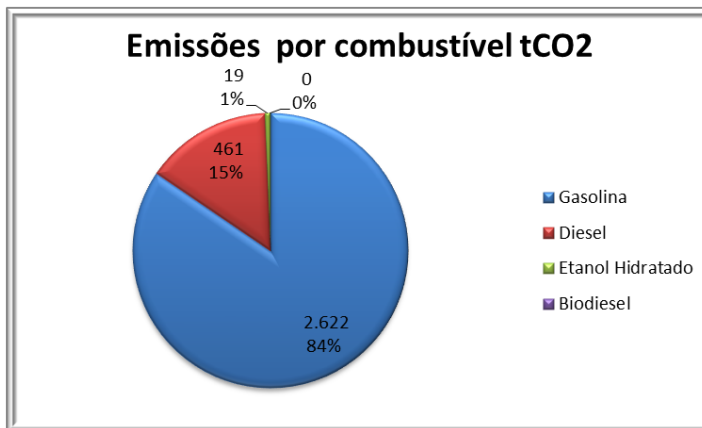
Neste primeiro Inventário das Emissões de GEE do Recife, aferimos as emissões referentes ao consumo de combustíveis da frota municipal, ou seja, veículos utilizados pela PCR, suas Secretarias e órgãos. Esta frota é terceirizada, onde a idade média dos veículos é de dois anos (fabricados a partir de 2010) e motor flex. Para o cálculo das emissões, levamos em conta os dados fornecidos pela Controladoria Geral do Município. Como os utilizados pela PCR não pertencentes a ela, as emissões proveniente da utilização desses veículos é classificada como escopo 3.

O cálculo das emissões referentes ao transporte dos servidores (trajeto casa-trabalho-casa) está incluído no escopo Comunidade devido à dificuldade de obtenção destes dados num curto espaço de tempo. A PCR desenvolvendo uma ferramenta para viabilizar a coleta segura destas informações, que estarão presentes nos próximos Inventários das Emissões de GEE do Recife.

O consumo de combustível consumido pela frota municipal é de 1.467.879 litros, 87% refere-se ao consumo de gasolina, 12% diesel e 1% de etanol hidratado, também há consumo de biodiesel, porém o consumo corresponde a menos de 0,01%.

As emissões provenientes do setor de transporte do governo contabilizam 3.102 tCO<sub>2</sub>e. Uma vez que a gasolina é muito utilizada que os outros combustíveis, a gasolina é responsável pela maior parte das emissões (84,5%), enquanto diesel 14,9% e etanol 0,6%.

Figura 4: Emissões Totais Transporte no escopo Governo



Como se pode observar na figura 4, o consumo de etanol, assim como suas emissões de GEE, é quase irrelevante em comparação com o de outros combustíveis, especialmente a gasolina. Em termos de Baixo Carbono, o etanol é o tipo de combustível que menos emite GEE.

Para o escopo Comunidade, as emissões de GEE foram contabilizadas considerando as seguintes fontes:

- Veículos rodoviários;
- Transporte aéreo, marítimo e ferroviário.

Neste primeiro Inventário das Emissões de GEE do Recife, foram considerados os dados enviados pela ANP e Copergás. Para emissões provenientes do transporte terrestre, os cálculos foram realizados tomando como base os volumes de gasolina, etanol, diesel e GNV comercializados na cidade do Recife, em 2012. Para o próximo inventário a **Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Recife (SMAS)** pretende articular com o órgão responsável pelo licenciamento de veículos na cidade para fornecer informações sobre frota de veículos para estimar de forma mais precisa as emissões.

Para calcular as emissões do transporte aéreo foi considerado o volume comercializado de gasolina de aviação e querosene de aviação, e para o transporte marítimo foi considerado 30% do volume comercializado de óleo combustível em Recife, conforme as premissas apresentadas anteriormente.

Recife é uma cidade portuária, o Porto do Recife S.A. é administrado pelo Governo do Estado de Pernambuco por concessão do Governo Federal<sup>5</sup>, assim, não está diretamente vinculado a operações do governo local. Dado esse fato, essas emissões são consideradas como escopo 3 da comunidade.

O Consumo dos geradores não foi segmentado e está incluído no consumo de diesel. Embora tenhamos entrado em contato com os órgãos que autorizam o funcionamento destes equipamentos, não obtivemos retorno. Isto não comprometeu o resultado final, pois, apesar do uso de geradores para produzir energia elétrica, entra no cálculo de consumo de combustíveis.

O setor de transporte é responsável pela emissão de 2.041.976 tCO<sub>2</sub>e, do qual apenas 0,15% refere-se as operações do governo municipal. O setor da comunidade é responsável por quase a totalidade das emissões do setor de transporte, desse, 69,3% correspondem a transporte terrestre, 30,6% aéreo e 0,1% hidroviário.

O consumo de gasolina é responsável por 35,8% das emissões de GEE do setor de transporte, 30,5% querosene de avião, 27,7% diesel, 3% etanol, 2,8% e 0,1% óleo combustível, os demais combustíveis correspondem a 0,1%.

<sup>5</sup> Fonte; <http://www.portodorecife.pe.gov.br/definicao.htm>, acesso dia 27/02/2013.

Tabela 6: Consumo de Combustível para Transporte no escopo Comunidade

COMUNIDADE/COMBUSTÍVEIS			
Tipo de Combustível	Entidade Fornecedora dos Dados	Unidade	Consumo
Gasolina	ANP	litros	357.110.791,63
Etanol	ANP	litros	50.834.532,36
Diesel	ANP	litros	208.437.797,08
Óleo Combustível	ANP	litros	1.491.000
Gás Natural Veicular – GNV	COPERGÁS (Companhia Pernambucana de Gás)	m <sup>3</sup>	24.107.932
Querosene de Aviação	ANP	m <sup>3</sup>	249.008
Gasolina de Aviação	ANP	m <sup>3</sup>	447

Figura 5: Total Emissões Tipo de Transporte no escopo Comunidade

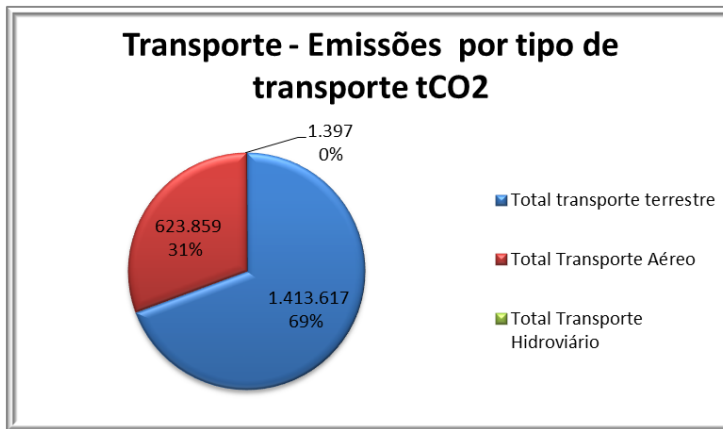
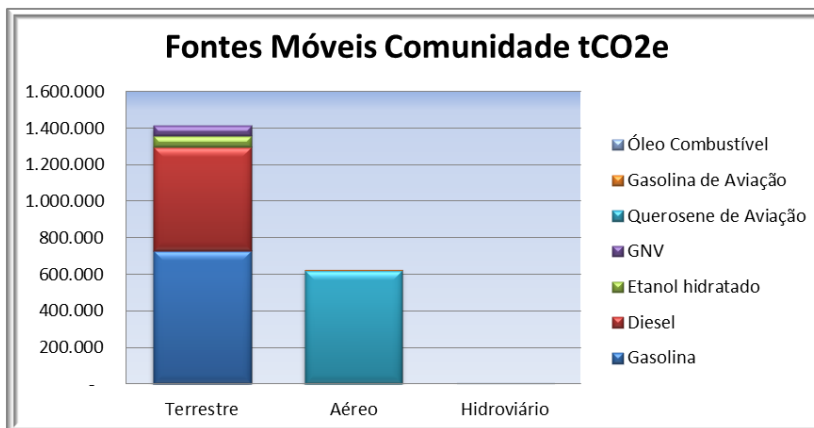


Figura 6: Total Emissões por tipo de combustível tCO2e



## 6. Emissões de Gases de Efeito Estufa do Setor de Resíduos

Para a contabilização das emissões geradas a partir da geração e destinação de resíduos, realizadas pelo Governo, é preciso considerar os seguintes indicadores:

- Resíduos gerados pelo próprio governo;
- Análise dos locais de disposição dos resíduos;
- Operação de estações de tratamento de esgoto

Como os resíduos produzidos pela Prefeitura da Cidade do Recife são coletados e destinados seguindo a mesma forma de atuação operada no escopo Comunidade pela Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana (EMLURB), a cidade optou por reportar as emissões desse setor através de comunidade. A inexistência de um mecanismo de medição dos resíduos gerados pelo próprio Governo e complexidades na instalação de estações de armazenamento devido às normas sanitárias e o reduzido volume em alguns departamentos contribuiu para que a relatoria através da Comunidade fosse o método mais adequado.

Tabela 7: Geração e Destinação para Resíduos

RESÍDUOS SÓLIDOS - Dados de 2012						
Classificação do Resíduo	Quantidade (t)	% Orgânico	% Inorgânico Reciclável	% Inorgânico Não-Reciclável	% Outros (especificar)	Deposição Final (% aterro, incineração, compostagem, reaproveitamento)
Domiciliar	544.715,17	70%	25%		5%	Aterro Sanitário
Volumoso	238.332,08				Resíduos diversos não classificados	Aterro Sanitário
Poda	11.521,55	100%	—			Aterro Sanitário
RSS	624,06				100% Resíduos Infectados	Incineração
Material Reciclável	1.081,18		100			Núcleo de Triagem

Os resíduos gerados dentro da cidade do Recife são coletados pela EMLURB e encaminhados para dois aterros sanitários, localizados nas cidades de Jaboatão e Igarassu, qual fazem parte da Região Metropolitana do Recife. De acordo com a metodologia do IEAP, as emissões de metano proveniente da disposição de resíduos devem classificadas como escopo 1 ou como escopo 3. Como os resíduos são encaminhados para dois aterros sanitários fora dos limites geopolítico, essas emissões foram classificadas como escopo 3.

O cálculo das emissões de metano proveniente da disposição de resíduos seguiu o método padrão do IPCC. Esse método estima o potencial de geração de metano baseado na massa de carbono orgânico degradável.

Esse método assume que todo potencial de emissões de CH<sub>4</sub> ocorra quando o resíduo é disposto. Embora não seja o que realmente ocorra com os resíduos, esse método permite uma boa estimativa das emissões ocorridas no ano, considerando que a geração de resíduos seja constante<sup>6</sup>.

Como para fins desse inventário foi levantada a quantidade de resíduo gerado apenas no ano de 2012, foi utilizado o método padrão do IPCC, o qual consiste na aplicação da Fórmula abaixo.

<p><b>EQUATION I</b></p> <p>Methane emissions (Gg/yr)</p> <p>=</p> <p><math>(MSW_T \times MSW_f \times MCF \times DOC \times DOC_f \times F \times 16/12 - R) \times (1-OX)</math></p>
--

Onde:

Methane emissions: emissões de CH<sub>4</sub> em Gg/ano;

MSW<sub>T</sub>: Total de resíduos sólidos gerados em Gg;

MSW<sub>f</sub>: Fração dos resíduos dispostos em locais de disposição de resíduos;

MCF: Fator de correção de metano;

DOC: Carbono orgânico degradável;

DOC<sub>f</sub>: Fração de DOC dissimilado;

F: Fração de CH<sub>4</sub> no biogás;

16/12: Razão de conversão de carbono (C) a metano (CH<sub>4</sub>)

R: Recuperação de metano em Gg/ano;

OX: Fator de oxidação

A quantidade, classificação e destinação dos resíduos gerados foram disponibilizadas pela EMLURB, responsável pelos serviços de limpeza urbana de Recife.

<sup>6</sup> Não foi utilizado o método de decaimento de primeira ordem, conforme utilizado no Segundo Inventário brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, porque não foi obtido o dado histórico. Assim, conforme a aplicação da árvore de decisão para emissões de CH<sub>4</sub> de locais de disposição de resíduos foi decidido a utilização do método-padrão IPCC.

O fator de conversão está diretamente associado às práticas de gestão de resíduos do município, dependendo do local de disposição de resíduos esse valor altera. Em Recife, 100% do resíduo domiciliar, volumosos e de poda são encaminhados para aterro sanitário, assim de acordo com o IPCC Good Practice Guidelines 2000, foi considerado o valor 1 para MCF.

O Carbono orgânico degradável é baseado na composição do resíduo calculado a partir da média ponderada da fração de carbono de diversos tipos de resíduos (papéis e têxteis, Resíduo de jardins, parques e outros putrescíveis não alimentares, resíduos alimentares, madeira e palha). Não foi disponibilizada uma análise gravimétrica dos resíduos de Recife, apenas a classificação em domiciliar, volumoso, poda, resíduo de serviço de saúde e materiais encaminhados para a reciclagem, portanto, foi adotado 0,12, valor padrão de DOC para o Brasil conforme o IPCC 1996.

A fração de carbono dissimilada corresponde à fração de DOC que é convertida em biogás. O IPCC 1996 estabelece um valor padrão para  $DOC_i$  de 0,77, mas de acordo com o IPCC Good Practice Guidelines 2000 esse valor pode ser sobre estimado e estabelece que é boa prática adotar valores entre (0,5-0,6), assim foi adotado o valor conservado de 0,5.

Foi adotado o valor de 0,5 para a fração de metano no biogás, conforme sugerido pelo IPCC Good Practice Guidelines 2000.

Como o aterro sanitário qual recebe os resíduos gerados no município do Recife não possui sistema de captação de biogás, a recuperação de metano é igual à zero. Foi adotado o valor de 0,1 como fator de oxidação conforme sugerido com IPCC2000.

#### **Incineração**

O processo de incineração de resíduos resulta em emissões de gases com o  $CO_2$  e  $N_2O$ , para calcular emissões provenientes desse processo foram utilizadas as equações abaixo.

Em Recife apenas os resíduos de serviço de saúde são encaminhados para incineração, qual é operada por uma empresa terceirizada que funciona na zona oeste da cidade. Nesse caso, como os resíduos são incinerados dentro dos limites geopolíticos da cidade, as emissões de  $CO_2$  e  $N_2O$  geradas por esse processo foram classificadas como escopo 1.

$$Q_{CO_2} = \sum_i (M_i \cdot C_i \cdot FC_i \cdot E_i / 12)$$

Onde:

$i$  = tipo de resíduo;

$M_i$  = massa de resíduo tipo  $i$  em (Gg/ano);



$C_i$  = carbono contido no resíduo tipo i (%);

$FC_i$  = Fração de carbono fóssil no resíduo tipo i;

$E_i$  = eficiência de queima dos incineradores ;

44/12 = conversão de C para CO<sub>2</sub>

$$Q_{N_2O} = \sum_i (M_i \cdot E_i) \cdot 10^{-6}$$

Onde:

$M_i$  = quantidade de resíduo incinerado (Gg/ano)

$E_i$  = fator de emissão;

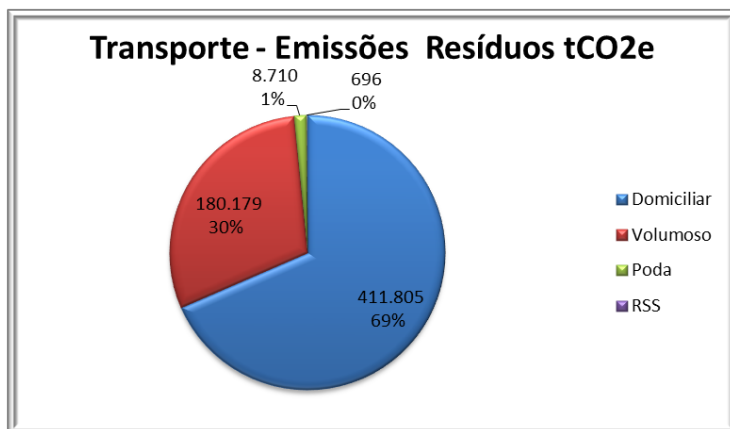
Para estimar as emissões provenientes da incineração de resíduos foram adotados padrões estabelecidos pelo IPCC 2000, da mesma forma que foi realizado para a elaboração do Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa.

O carbono contido nos resíduos de serviço de saúde varia de 50% a 70%, e como padrão deve utilizar 60%. A fração de carbono fóssil varia entre 30% e 50%, assim adotado a valor de 40%. A eficiência de incineração depende de uma série de fatores e pode variar de 50% a 99,5% de acordo com IPCC Good Practice Guidelines 2000, como não foram obtidos detalhes sobre a eficiência do processo de incineração em Recife, foi adotado o padrão do IPCC de 95%.

Para Estimar as emissões de N<sub>2</sub>O é necessário apenas a quantidade de resíduos e o fator de emissão, esse valor foi considerado de 900 gramas de N<sub>2</sub>O por tonelada de resíduo.

As atividades de disposição e incineração de resíduos foram responsáveis por 601.390 tCO<sub>2</sub>e, quase a totalidade das emissões foram resultantes a partir da geração de metano da disposição de resíduos. Os resíduos domiciliares foram responsáveis por 411.805 tCO<sub>2</sub>e, volumosos 180.179 tCO<sub>2</sub>e, poda 8.710 tCO<sub>2</sub>e resíduos de serviço de saúde 696 tCO<sub>2</sub>e.

Figura 7: Total Emissões Setor de Resíduos



Não foram obtidos dados para estimar as emissões provenientes da coleta e tratamento de efluentes líquidos.

## 7. Emissões de Gases de Efeito Estufa de Outros Setores

Este escopo, que engloba emissões específicas, como as provenientes de mudanças no uso do solo e processos industriais, estará devidamente representado no próximo Inventário das Emissões de GEE do Recife.

Em relação à mudança no uso do solo, são consideradas as emissões provenientes de desmatamento em **áreas de interesse ambiental**, sobretudo para a execução de obras, bastante comuns na realidade do Recife. Para o cálculo deste tipo de emissão, é necessária a análise de imagens de satélite de períodos anteriores e posteriores à realização das obras. A Prefeitura do Recife adquiriu recentemente estas imagens, que passarão por um processo de tratamento e posterior análise comparativa para que possamos estimar as emissões de GEE e assim disponibilizá-las no próximo inventário.

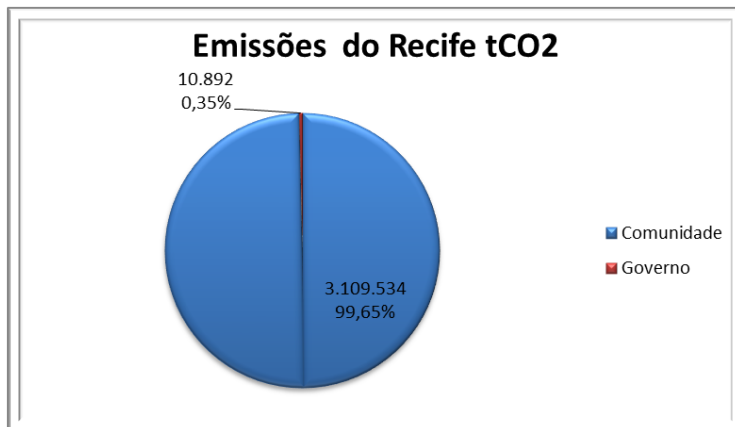
Os dados referentes aos processos industriais não estão presentes neste inventário devido ao fato do parque industrial de Recife estar concentrado na Região Metropolitana, não apresentando emissões significativas dentro das fronteiras da cidade.

Como não temos ainda um mecanismo de medição direta da concentração de GEE nas estações de tratamento de esgoto, estes dados também não estão presentes neste documento. Estes mecanismos de mediação direta serão oportunamente desenvolvidos.

## 8. Consolidação dos Resultados do inventário

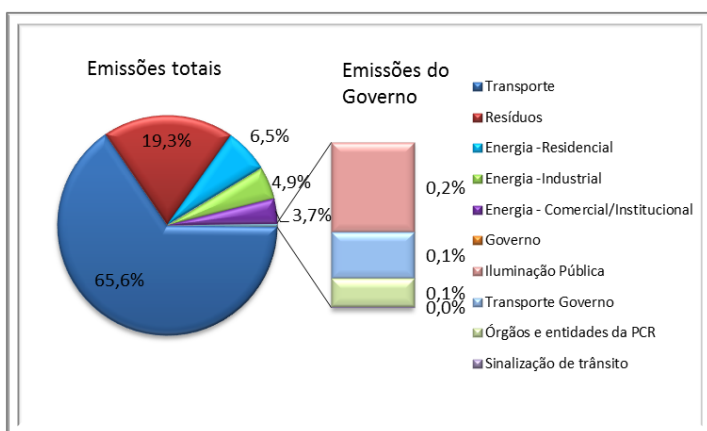
As emissões de GEE em Recife, durante o ano de 2012, correspondem a 3.120.426 tCO<sub>2</sub>e. As emissões do escopo Comunidade são muito superiores às emissões geradas pelas atividades do escopo Governo, que corresponde a 0,35%. Mesmo essas emissões serem **praticamente insignificantes** em relação aos dados totais, é importante essa desagregação para fins de saber quais as emissões da Administração Pública Municipal e a possibilidade de estabelecer programas e estratégias para reduzir essas emissões, bem como servir de exemplo para estratégias de redução das emissões da Comunidade que são mais relevantes.

Figura 8: Total Emissões Recife tCO<sub>2</sub>e



No setor de comunidade a maioria das emissões são provenientes do transporte e no governo pelo consumo de energia elétrica. Do total das emissões 65,4% são de transporte, 19,3% do setor de resíduos e 15,3% de fontes estacionárias. A figura 9 abaixo ilustra a participação de cada setor no nível de emissões do município.

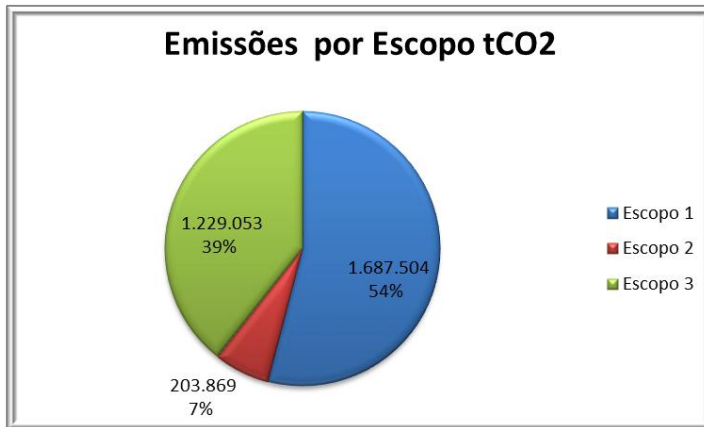
Figura 9: Emissões totais por setor (tCO<sub>2</sub>e)



Conforme o GPC, as emissões são diferenciadas entre escopos. A maior parte das emissões de Recife são resultado de emissões diretas do escopo 1, como apresentado abaixo:

- Emissões do Escopo 1: 1.687.504 tCO<sub>2</sub>e;
- Emissões do Escopo 2: 203.869 tCO<sub>2</sub>e; e
- Escopo 3: 1.229.053 tCO<sub>2</sub>e.

Figura 10: Emissões totais por escopo



A tabela 8 apresenta as emissões consolidadas em 2012, por setor e por escopo, para fontes estacionárias, fontes móveis e resíduos.

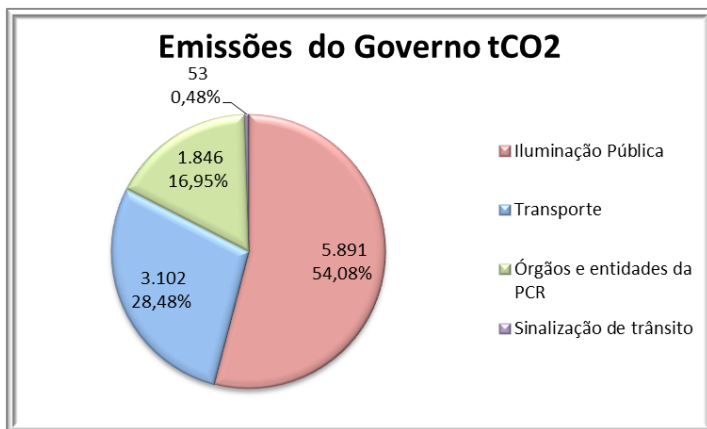
Tabela 8 – Emissões consolidadas em 2012.

	Setor	Escopo	2012 tCO <sub>2</sub> e	%
<b>Comunidade</b>			<b>3.109.534,22</b>	<b>99,3%</b>
Transporte	Terrestre	Escopo 1	1.413.616,72	45,1%
	Aéreo	Escopo 3	623.859,41	19,9%
	Hidroviário	Escopo 3	1.397,19	0,0%
Energia Residencial	Eletricidade	Escopo 2	76.380,70	2,4%
	Gás natural	Escopo 1	5.828,66	0,2%
	GLP	Escopo1	119.954,64	3,8%
Energia - Comercial/institucional	Eletricidade	Escopo 2	101.793,77	3,3%
	Gás natural	Escopo 1	1.329,35	0,0%
	GLP	Escopo1	11.995,46	0,4%
	Óleo Combustível	Escopo2	49,09	0,0%
Energia Industrial	Eletricidade	Escopo 2	14.603,29	0,5%
	Gás natural	Escopo 1	116.089,77	3,7%
	GLP	Escopo1	17.993,20	0,6%
	Óleo Combustível	Escopo2	3.253,12	0,1%
Resíduos	Aterro sanitário	Escopo 3	600.694,01	19,2%
	Incineração	Escopo 1	695,83	0,0%
<b>Governo</b>			<b>10.891,52</b>	<b>0,3%</b>
Fontes estacionárias	Eletricidade	Escopo 2	7.789,18	0,2%
Transporte	Terrestre	Escopo 3	3.102,34	0,1%
<b>Total Geral</b>			<b>3.120.425,74</b>	<b>100,0%</b>

## 8.1. Emissões Totais do Governo

As emissões do escopo Governo contabilizam 10.892 tCO<sub>2</sub>e, dessas, a iluminação pública é a maior fonte de emissões de GEE, correspondendo a 54% das emissões (5.891 tCO<sub>2</sub>e), seguido de transporte, com 28,5% (3.102tCO<sub>2</sub>e), consumo de energia elétrica dos órgãos e entidades da Prefeitura do Recife 16,9% (1.846 tCO<sub>2</sub>e) e sinalização de trânsito 0,5% (53 tCO<sub>2</sub>e).

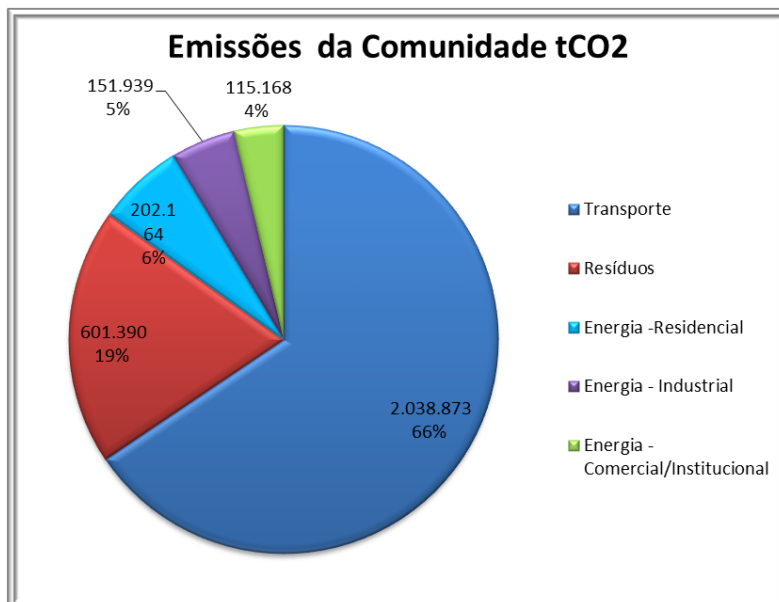
Figura 11: Total Emissões Governo



## 8.2. Emissões Totais da Comunidade

As emissões do escopo Comunidade contabilizam 3.109.534 tCO<sub>2</sub>e, das quais 66% são provenientes do setor de transporte. O setor de resíduos é responsável por 19% das emissões por meio de metano, proveniente dos resíduos encaminhados para aterro sanitário e de dióxido de carbono proveniente da incineração dos resíduos de serviço de saúde. O setor residencial, contabilizado o consumo de energia elétrica, gás natural e gás liquefeito de petróleo, corresponde a 7%, o setor industrial 5%, contemplando o consumo de energia elétrica, consumo de gás natural, GLP e óleo combustível e 4% do setor comercial/institucional contemplando consumo de energia elétrica dos serviços públicos e outras esferas do governo (estadual, federal) e consumo de gás natural comercial GLP.

Figura 12: Total Emissões Comunidade (tCO<sub>2</sub>e)



## 9. Comparativo do Resultado com outros Inventários

Poucas cidades no Brasil possuem um inventário de emissões de GEE. Para ter uma relação entre os níveis de emissões entre municípios, foi estabelecido as emissões per capita em tonelada de CO<sub>2</sub>e por habitante e as emissões pelo PIB municipal, nesse caso, quilograma de CO<sub>2</sub>e por real. Conforme apresentado na tabela 9, foi realizada a comparação entre Recife, Belo Horizonte, Rio de Janeiro e São Paulo.

Tabela 9 – Comparativo das emissões municipais.

Cidade	tCO <sub>2</sub> e	População	PIB (R\$)	Emissões per capita (tCO <sub>2</sub> e/hab)	Emissões por PIB (kgCO <sub>2</sub> e/R\$)	Ano base
Recife	3.120.426	1.537.704	33.149.385	2,03	94,13	2012
Belo Horizonte	3.754.273	2.375.151	51.467.872	1,58	72,94	2010
Rio de Janeiro	11.351.700	5.974.578	117.771.722	1,90	96,39	2005
São Paulo	15.115.000	11.000.000	389.284.929	1,4	38,83	2009



O total das emissões da cidade do Recife, 3.120.426 tCO<sub>2</sub>e, é 20% inferior em comparação ao total das emissões da cidade de Belo Horizonte e 384% a menos do que o da cidade de São Paulo. Porém, quando comparadas emissões per capita, Recife é o município com maior nível de emissões (2,03 tCO<sub>2</sub>e/habitante), enquanto o Rio de Janeiro possui um nível de emissões per capita de 1,9 (10% inferior aos níveis relatados em Recife). Quando comparadas as emissões por PIB, a diferença entre as cidades não é tão grande, porém, Recife é a segunda cidade com maior nível de emissões (94,13 kgCO<sub>2</sub>e/R\$), apenas 2% inferior que a taxa de emissão do Rio de Janeiro, enquanto Belo Horizonte possui nível 23% abaixo do que o nível de emissões de Recife.

Para esse comparativo foi considerado a população e PIB referentes ao ano base do inventário, apenas para Recife foi considerado o PIB de 2011, mais atual disponível pelo IBGE.

## 10. Consolidação dos Cenários

Para fins desse inventário foi desenvolvido o cenário Business as Usual – BaU, da projeção das emissões do município. O cenário foi elaborado a partir das taxas, utilizando os parâmetros de crescimento populacional, econômico e da frota de veículos.

Para todas as emissões foi adotada a taxa média geométrica de crescimento, considerando um período de 10 anos, do parâmetro que mais se adequava ao setor. As projeções foram realizadas para os anos de 2020, 2030 e 2040.

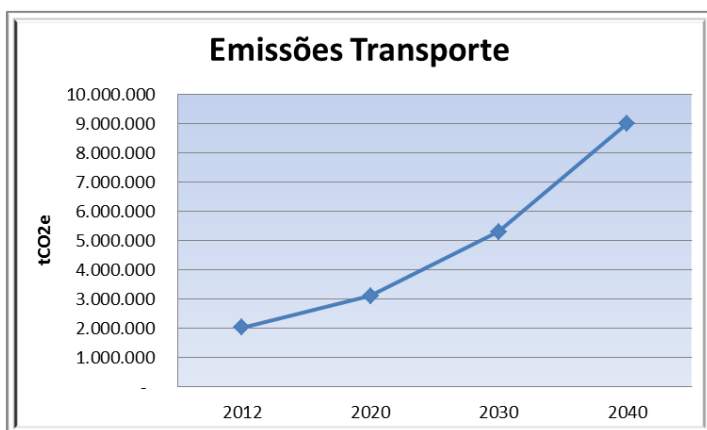
Para a projeção das emissões provenientes dos setores comunitários de resíduos e consumo de energia residencial, foi adotada a taxa de crescimento anual de 2000 a 2010, qual corresponde a 0,78% ao ano. Considerando que a população de Recife em 2010 era de 1.537.704 se estima que essa população seja de 1.941.348 em 2040.

A frota de automóveis em 2013 era de 639.114, de acordo com o DETRAN-PE, a partir dos dados históricos do DETRAN foi calculada a taxa de crescimento de 5,45%. Essa taxa de crescimento foi aplicada para estimar as projeções das emissões do setor comunitário de transporte.

Para calcular a taxa de crescimento econômico do Recife foi utilizada a variação do PIB do município, entre 2001 e 2011, esse crescimento foi de 12,03%. Essa taxa de crescimento foi utilizada para as projeções dos setores comunitário, industrial e comercial/institucional e para o setor do governo. Como o setor do governo corresponde a uma parcela muito pequena das emissões do município não foi realizada a desagregação desse valor para construção do cenário.

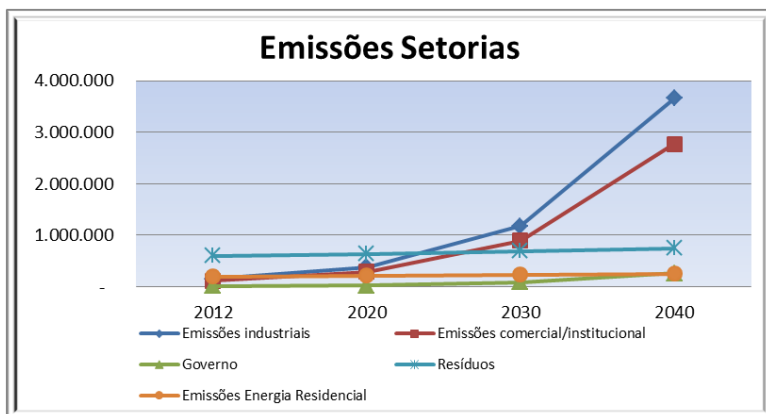
As emissões provenientes do setor comunitário de transporte correspondem a 2.038.873 tCO<sub>2</sub>e. Para estimar a projeção os dados de emissão seguiram a taxa de crescimento da frota de veículos, de 5,45% a.a, assim são estimados 8.338749 tCO<sub>2</sub>e, qual corresponderia a 54% do total de emissões.

Figura 13: Projeção das emissões do setor de transporte



As projeções das emissões setoriais apresentam tendências distintas, de acordo com a taxa de crescimento adotada, os setores que crescem mais são aqueles que as emissões aumentam de acordo com o crescimento econômico, governo, comercial/institucional e industrial, as emissões do setor de resíduos e energia residencial possuem menor crescimento por estarem ligados diretamente a o crescimento populacional.

Figura 14: Projeção das emissões dos demais setores



[u2] Comentário: Corrigir o título do gráfico "Setoriais"

Considerando todas as taxas de crescimento para cada setor, se obteve a estimativa do crescimento das emissões, esperada a ser de 4.662.901 tCO<sub>2</sub>e em 2020, 8.291.147 tCO<sub>2</sub>e em 2030 e 16.446.609 tCO<sub>2</sub>e até 2040. A tabela 9 representa o aumento de emissões para cada setor.

Figura 15: Projeção das emissões totais

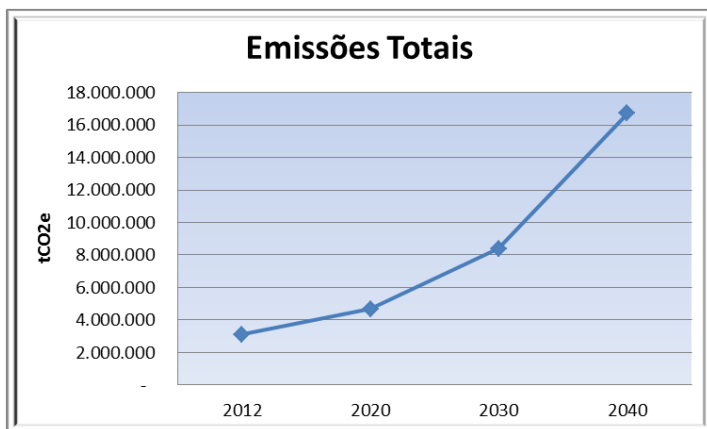


Tabela 10: Projeção das emissões por setor

Projeção das emissões em tCO <sub>2</sub> e				
Setor	2012	2020	2030	2040
Emissões industriais	151.939	377.053	1.174.406	3.657.916
Emissões comercial/institucional	115.168	285.801	890.181	2.772.643
Governo	10.892	27.028	84.185	262.212
Transporte	2.038.873	3.117.962	5.302.387	9.017.208
Resíduos	601.390	639.957	691.663	747.546
Emissões Energia Residencial	202.164	215.129	232.510	251.296
<b>Total</b>	<b>3.120.426</b>	<b>4662.930</b>	<b>8.375.333</b>	<b>16.708.821</b>

## 11. Lições Aprendidas

A estratégia utilizada pela Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Recife para a coleta dos dados do primeiro Inventário das Emissões de GEE da Cidade, através da mobilização do Grupo Executivo de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas (GECLIMA), foi muito eficaz, pois proporcionou a participação e interação entre os órgãos e secretarias municipais envolvidas neste importante projeto, onde a grande maioria das informações solicitadas foram obtidas antes do prazo previsto.

Criado pelo Prefeito Geraldo Júlio em setembro/2013, o GECLIMA é o grupo executivo do Comitê de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas (COMCLIMA), formado por **sete** secretarias com a missão de estabelecer políticas para enfrentar o aquecimento global. Ele é coordenado pela Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Recife e composto pelas pastas de Planejamento e Gestão; Desenvolvimento e Planejamento Urbano; Mobilidade e Controle Urbano; Infraestrutura e Serviços Urbanos; Saneamento e Habitação. O trabalho do grupo insere a capital pernambucana no centro do debate sobre as mudanças climáticas no País.

A elaboração do primeiro Inventário das Emissões de GEE do Recife possibilitou uma maior interação com outros agentes públicos e privados, que demonstraram grande interesse e satisfação em participar deste processo inédito na Administração Pública Municipal. Em relação à experiência técnica, ao longo da elaboração do inventário, percebemos que precisamos desenvolver mecanismos de monitoramento e verificação mais eficazes para garantir maior acurácia nos próximos inventários. Ao mesmo tempo, começamos a enxergar com mais clareza a real dimensão das consequências ambientais decorrentes de atitudes no cotidiano do Poder Público Municipal e comunidade. A partir da consciência despertada neste processo, temos a certeza de que o Inventário das Emissões de GEE do Recife será um divisor de águas como ferramenta de gestão para a criação de políticas públicas que visem tornar o Recife uma cidade cada vez mais sustentável, em todas as suas dimensões (social, econômica e ambiental).

## Referências

DETRAN – PE. Evolução anual da frota de veículos, por região, 1961-2014, Disponível em [http://www.detran.pe.gov.br/images/stories/estatisticas/HP/1.2\\_evolucao\\_anual.pdf](http://www.detran.pe.gov.br/images/stories/estatisticas/HP/1.2_evolucao_anual.pdf). Acesso em 13/03/2014

DETRAN, 2010. Projeção da frota de veículos para os 143 municípios paraenses. Belem, 2010

IBGE. Ferramenta cidades, dados da cidade do Recife. Disponível em <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=261160>. Acesso dia 13/03/2014

IPCC. 1996, 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Japão: National Greenhouse Gas Inventories Programme / IGES

IPCC. 2000, IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories

IPCC. 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Japão: National Greenhouse Gas Inventories Programme / IGES

MCTI. 2010. Relatório de Referência do Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - Emissões de Gases de Efeito Estufa no tratamento e disposição de resíduos, Brasil 2010

MMA, 2011. 1º Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários

MME, 2013. Balanço energético nacional 2013, EPE, 2013