



Centro Clima

CENTRO DE ESTUDOS INTEGRADOS SOBRE
MEIO AMBIENTE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

INVENTÁRIO E CENÁRIO DE EMISSÕES DOS GASES DE EFEITO ESTUFA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Março de 2011



Inventário e Cenário de Emissões dos Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro Resumo Técnico

Prefeito da Cidade do Rio de Janeiro

Eduardo Paes

Secretário Municipal de Meio Ambiente

Carlos Alberto Muniz

Subsecretário Municipal de Meio Ambiente

Altamirando Fernandes de Moraes

EQUIPE PREFEITURA MUNICIPAL

Nelson Moreira Franco – Coordenação

Sérgio Besserman Vianna

Rodrigo Rosa

José Henrique Penido

Cláudia Fróes

Marcelo Hudson

Sydney Menezes

Victor Hugo Mesquita

Antonio J. Z. Andrade

Alexandre Bandeira

EQUIPE CENTRO CLIMA/COPPE/UFRJ

Coordenação Técnico-Científica:
Prof. Emilio Lèbre La Rovere, D.Sc
Claudia Costa, D.Sc

Pesquisadores

Flávia Carloni, M.Sc
Marcelo Buzzatti, Eng^o.
Paulina Porto, M.Sc
Renzo Solari, M.Sc
Saulo Loureiro, M.Sc
William Wills, M.Sc

Apoio Administrativo

Carmen Brandão Reis – Secretária
Executiva
Juliana Gama – Auxiliar Administrativa

Diagramação

Elza Ramos

MENSAGEM

O mundo aguarda os acontecimentos e realizações que ocorrerão no Rio de Janeiro nos próximos anos. A conjunção de fatores econômicos, sociais e históricos reuniu elementos para um período de grandes mudanças. Essa oportunidade deve ser aproveitada para a construção do futuro, que passa pela sustentabilidade, questão prioritária para o planeta e a civilização.

A história do Rio está intimamente ligada ao meio ambiente. Na cidade nasceu a consciência internacional sobre a preservação do ambiente, quando a Rio 1992 reuniu as principais lideranças políticas do mundo para discutir o desenvolvimento sustentável. Os recentes fenômenos climáticos por que passa o planeta reforçam a importância da preservação da natureza como condicionante de nossa evolução e nos convoca a repensar o modelo de desenvolvimento a ser adotado.

Nesses últimos dois anos, a cidade do Rio de Janeiro, através de ações firmes da Prefeitura, tem se destacado no enfrentamento às mudanças climáticas, considerando além da dimensão ambiental, tecnológica e econômica, a dimensão cultural e política, que vai exigir a participação de todos os segmentos da sociedade carioca. Foi uma das primeiras no país a definir uma Política Municipal de Mudança Climática e Desenvolvimento Sustentável, iniciativa essa que consagrou o esforço conjunto do poder executivo com a Câmara de Vereadores do município. Criou também seu Fórum Carioca de Mudança Climática e Desenvolvimento Sustentável, composto por representativos segmentos do setor público, iniciativa privada e sociedade civil, cujo objetivo é contribuir na busca de soluções viáveis para adoção de políticas públicas nessa área.

Novamente, o Rio é pioneiro em matéria ambiental. A cidade se torna a primeira da América Latina a atualizar seu Inventário de Emissões dos Gases do Efeito Estufa, nesta publicação da Prefeitura do Rio em parceria com a COPPE/UFRJ, um dos principais centros de pesquisa no tema. O estudo é mais do que uma radiografia das emissões de dióxido de carbono no perímetro urbano e representa um material inestimável para orientar a política de desenvolvimento da cidade.

Além disso, o mapa do caminho ganha contornos mais claros. A Prefeitura e a COPPE/UFRJ traçaram distintos cenários de emissões dos gases do efeito estufa indicando rumos que poderão ser tomados. Os prognósticos foram desenvolvidos com base nas transformações em curso, como a instalação do novo Centro de Tratamento de Resíduos e a implementação dos corredores exclusivos de ônibus Transcarioca, Transolímpica e Transoeste. Essas informações são fundamentais para a consecução dos objetivos de redução dos gases do efeito estufa nos próximos anos, incorporados na legislação ambiental municipal. Tais estudos resultaram também na elaboração pela Prefeitura e a COPPE/UFRJ de um Plano de Ação que contemple as medidas a serem realizadas pelo governo municipal visando atingir as metas de redução de gases do efeito estufa, previamente estabelecidas pela política climática da cidade, como a duplicação da malha cicloviária, a expansão do programa de reflorestamento, a instalação do Centro de Tratamento de Resíduos e a racionalização dos transportes coletivos, dentre outros.

Há aspectos no horizonte que terão impacto ambiental significativo, como a operação do Complexo Siderúrgico da Zona Oeste. Não devemos temer esses desafios, que irão gerar empregos e renda à região mais carente da cidade. Devemos administrá-los com lucidez e transparência em nome do interesse coletivo. O importante é internalizar e difundir a consciência da sustentabilidade, para que ela se torne premissa de nosso viver e engrandecer o legado para as futuras gerações.

Carlos Alberto Vieira Muniz

Vice-prefeito e Secretário de Meio Ambiente do Município do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

Apresentação	1
I. INVENTÁRIO DE EMISSÕES DOS GASES DE EFEITO ESTUFA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO	4
1. Aspectos Metodológicos para a Elaboração de Inventário de Emissões dos Gases de Efeito Estufa	5
1.1. Estrutura do Inventário.....	6
2. Emissões do Setor de Energia.....	8
2.1. Estrutura do Inventário de Energia.....	8
2.2. Adaptação da Metodologia do IPCC para Inventários Municipais	10
2.3. Apresentação das Emissões de GEE do Setor de Energia	13
2.3.1. Emissões Setoriais pelo Uso da Energia.....	13
2.3.2. Emissões do Refino	15
2.3.3. Emissões Fugitivas	15
2.3.4. Emissões de Bunker	16
2.4. Consolidação dos Resultados do Setor de Energia	17
3. Emissões do Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos – IPPU.....	21
3.1. Estrutura do Inventário de IPPU.....	22
3.2. Apresentação das Emissões de GEE do Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos – IPPU.....	23
4. Emissões do Setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo – AFOLU	25
4.1. Estrutura do Inventário de AFOLU	25
4.2. Ajuste Metodológico para o Município do Rio de Janeiro	28
4.3. Apresentação das Emissões de GEE do Setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo – AFOLU	28

4.3.1. Cobertura Florestal e Uso do Solo	28
4.3.2. Emissões das Atividades Agrícolas.....	29
4.3.2.1. Queima da Biomassa: cana-de-açúcar.....	29
4.3.2.2. Manejo de Solos Agrícolas por Adição de Fertilizante Nitrogenado.....	30
4.3.2.3. Manejo de Solos Agrícolas por Aplicação de Calcário.....	31
4.3.2.4. Manejo de Solos Agrícolas por Aplicação de Ureia	31
4.3.3. Emissões da Pecuária.....	32
4.3.3.1. Fermentação Entérica	32
4.3.3.2. Manejo de Dejetos	32
4.4. Consolidação dos Resultados do Setor de AFOLU.....	33
5. Emissões do Setor de Resíduos.....	35
5.1. Resíduos sólidos.....	35
5.1.1. Premissas Adotadas para a Realização do Inventário de Resíduos Sólidos	36
5.1.2. Apresentação das Emissões de GEE do Setor de Resíduos Sólidos	39
5.2. Esgotos Domésticos e Comerciais e Efluentes Industriais	40
5.2.1. Apresentação das Emissões de GEE para Esgotos Domésticos e Comerciais e Efluentes Líquidos	42
5.3. Consolidação dos resultados do Setor de Resíduos	43
6. Consolidação dos resultados do Inventário	45
6.1. Totalização do Inventário de Emissões de GEE da Cidade do Rio de Janeiro	45
6.2. Comparação das Emissões de GEE para os anos de 1996, 1998 e 2005	48
6.3. Comparação do Resultado com Outros Inventários	50
6.4. Incertezas das Estimativas	51
II. CENÁRIOS DE EMISSÕES DOS GASES DE EFEITO ESTUFA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO 2005-2025.....	53
1. Aspectos Metodológicos na Construção de Cenários.....	54
1.1. Estrutura e Delimitação dos Cenários	55
1.1.1. População	56
1.1.2. Produto Interno Bruto	57

2. Ações e Medidas de Mitigação de Emissões de GEE Consideradas nos Cenários.	61
2.1. Setor de Energia	61
2.2. Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos – IPPU	64
2.3. Setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo – AFOLU.....	64
2.4. Setor de Resíduos Sólidos.....	67
2.5. Setor de Esgotos Domésticos e Comerciais e Efluentes Industriais.....	70
2.6. Apresentação dos Resultados dos cenários A, B e C	72
2.6.1. Setor de Energia	72
2.6.2. Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos – IPPU	77
2.6.3. Setor de Agricultura, Florestas e Outros usos do Solo	77
2.6.4. Setor de Resíduos Sólidos e Esgotos Domésticos e Efluentes Industriais	81
3. Consolidação dos Resultados dos Cenários A, B e C	85
Bibliografia	92
Sítios da Internet Consultados.....	96

APRESENTAÇÃO

O aquecimento global e as alterações climáticas tornaram-se questões essenciais no desenvolvimento sustentável. Muitas iniciativas de governo procuram medidas para a redução das emissões dos Gases de Efeito Estufa (GEE), seja por meio de ações que incluam desde a elaboração do inventário desses gases, até a promoção de programas e políticas para contenção das mudanças climáticas. Regulamentação adequada e estímulo a uma atuação responsável em relação ao clima, incluindo-se variáveis que destaquem a mitigação e remoções de GEE, só são possíveis quando o agente (no caso o Município do Rio de Janeiro) conhece o perfil de suas emissões.

O inventário consiste em uma etapa do processo de planejamento que revela o estado atual dos níveis de emissão e respectivas fontes. Para tanto, são analisadas as diversas fontes de emissão de GEE e estimadas as respectivas emissões de gases, obedecendo-se a uma sistemática que inclui a maior parte das emissões decorrentes das atividades socioeconômicas no Município.

Um inventário de GEE bem estruturado e gerido serve a vários objetivos, desde a gestão de riscos de emissões de GEE até a identificação de oportunidades de redução, passando por estímulo a programas voluntários de redução ou remoção de GEE, aprimoramento regulatório, reconhecimento de pioneirismo e antecipação de medidas.

Já a elaboração de cenários tem como finalidade o auxílio no processo de planejamento de forma a subsidiar ações que tenham um impacto nas políticas públicas e estratégias de governo. São ferramentas que auxiliam no entendimento de um “potencial de futuro” para que os tomadores de decisão possam, sob incertezas, decidir os caminhos e ações necessárias no longo prazo.

No caso de Cenário de Emissões dos Gases de Efeito Estufa, a finalidade é a identificação das emissões futuras (cenário de linha de base), e identificação e quantificação das ações de mitigação (cenários alternativos), considerando diversas estratégias.

Como a emissão de GEE é produto de sistemas dinâmicos muito complexos, determinados por forças motrizes tais como desenvolvimento demográfico, desenvolvimento socioeconômico e mudanças tecnológicas, sua evolução futura é altamente incerta.

Portanto, os cenários são imagens alternativas de como o futuro pode se desenrolar, avaliando como as forças motrizes podem influenciar as emissões futuras e as incertezas a elas associadas.

De acordo com as Diretrizes do IPCC (2006) os “inventários nacionais incluem emissões de GEE e remoções que ocorrem dentro de um território nacional e *offshore* em áreas onde o país tem jurisdição”. No entanto, se esta orientação fosse observada no caso de inventários municipais no Brasil onde, por exemplo, a oferta de energia elétrica se faz por meio de um sistema interligado, municípios grandes consumidores de energia elétrica, mas eventualmente com baixa participação no mix de geração, não seriam grandes emissores de GEE desta fonte, posto que o consumo de eletricidade não gera qualquer emissão, mas sim sua geração.

Portanto, no âmbito municipal, a principal questão metodológica enfrentada é a delimitação da abrangência do estudo, tanto do inventário como dos cenários, de forma que reflita àquelas emissões que correspondem às atividades socioeconômicas de responsabilidade do município do Rio de Janeiro. Sendo assim, este estudo incluiu algumas adaptações metodológicas para englobar esse conceito, conforme a seguir:

- No que diz respeito ao consumo de álcool combustível para o setor de transporte, apesar deste combustível ser renovável, ou seja, a emissão de CO₂ ser precedida do sequestro de carbono resultante do crescimento da cana-de-açúcar e, portanto, ser zero, há de se considerar que no ciclo de produção do álcool anidro e hidratado existe emissão, as quais devem ser assumidas pelos consumidores deste combustível.
- Também no caso dos transportes intermunicipais, são as atividades socioeconômicas realizadas na Cidade do Rio de Janeiro que induz os deslocamentos da população de cidades vizinhas e, portanto é mais apropriado considerar no cálculo das emissões de GEE todo o consumo de combustível comercializado dentro do município, independente da origem do veículo.
- Para resíduos sólidos urbanos, o local de disposição até o presente momento encontra-se em Gramacho, no município de Duque de Caxias, onde ocorre a emissão de metano (CH₄) proveniente dos resíduos da população da Cidade do Rio de Janeiro. Logo, não seria adequado excluir essas emissões das fronteiras do município do Rio.

Além disso, no caso das empresas localizadas no complexo siderúrgico da zona oeste da cidade, este estudo assumiu as diretrizes estabelecidas na Lei 5.248 de 27 de Janeiro de 2011 que estabelece em seu Art. 6º. Parágrafo 3º, que “as emissões de GEE provenientes das empresas integrantes do Complexo Siderúrgico da Zona Oeste serão contabilizadas em separado das demais emissões de GEE do Município e observarão metas diferenciadas de redução, conforme a Lei 5.133, de 22 de Dezembro de 2009”.

A seguir, serão apresentados os resultados do Inventário de Emissões de GEE do Município do Rio de Janeiro, para o ano de 2005, e os Cenários, de referência e alternativos, para o período 2005-2025

I. Inventário de Emissões dos Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro

1. ASPECTOS METODOLÓGICOS PARA A ELABORAÇÃO DE INVENTÁRIO DE EMISSÕES DOS GASES DE EFEITO ESTUFA

No Inventário de Emissões de GEE da Cidade do Rio de Janeiro, estão computados os valores estimados de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) emitidos pelo município, no ano de 2005.

A metodologia utilizada foi desenvolvida pelo Centro Clima/COPPE/UFRJ, a partir das Diretrizes do IPCC de 2006 para Inventários Nacionais dos Gases de Efeito Estufa, observadas as adaptações já realizadas no Inventário de Emissões e Remoções Antrópicas dos Gases de Efeito Estufa Não Controlados pelo Protocolo de Montreal – Comunicação Inicial do Brasil (MCT, 2004).

A metodologia do IPCC (2006) , concebida para países, inclui desde métodos e hipóteses simples (*default*), cobrindo as maiores fontes e sumidouros de GEE, até aqueles mais elaborados que requerem bases de dados muito detalhadas. Os países têm a opção de usar vários métodos e níveis de detalhe, dependendo de suas próprias necessidades, disponibilidade de dados e capacidades técnicas. Os usuários estão encorajados a ir além dos valores *default*, onde possível. Tais assertivas se referem à esfera nacional, mas podem ser transpostas para o município e os inventários de suas emissões, dependendo da disponibilidade de dados, podem e devem ser mais detalhados, utilizando-se fatores de emissão locais e observando as características das fontes emissoras.

A realização de inventários nacionais é uma obrigação assumida pelos países “Parte” da Convenção do Clima, e com vistas a subsidiar decisões relativas à adoção de limitações de emissões nacionais, a metodologia busca padronizar a informação, de modo a possibilitar a comparação dos diferentes inventários. Os inventários nacionais são, portanto, exaustivos e padronizados. No caso dos municípios, os inventários devem espelhar as necessidades definidas pelas possibilidades de implantação de políticas de mitigação de emissões e remoção e, portanto, devem ser configurados sob este propósito.

A principal questão metodológica considerada, no âmbito municipal, é a delimitação da abrangência do inventário, para que se restrinja àquelas emissões cujas fontes resultem apenas de atividades sócio-econômicas de responsabilidade do município do Rio de

Janeiro, tendo em vista que são estas as atividades, em sua maioria, que podem sofrer interferência do governo municipal. Por isto, a metodologia a ser utilizada no Inventário da Cidade do Rio de Janeiro fará a adaptação do Guia IPCC – 2006 de modo que os resultados obtidos expressem a responsabilidade de emissões do município ocasionadas pelas suas decisões de consumo. O inventário, portanto, denomina-se Inventário de Emissões dos Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro e não, “na Cidade do Rio de Janeiro”, por não incorporar as emissões que ocorrem nas fronteiras geográficas do município, mas sim aquelas que ocorrem sob sua responsabilidade.

1.1. Estrutura do Inventário

São os seguintes os setores objeto de inventários nacionais de acordo com o Guia IPCC de 2006 e que são utilizados na estruturação do Inventário da Cidade do Rio de Janeiro.

- Energia
- Processos Industriais e Uso de Produto (IPPU, sigla em inglês)
- Agricultura, Florestas e Outros Usos da Terra (AFOLU, sigla em inglês)
- Resíduos

No que se refere às especificidades quanto à responsabilidade das emissões, conforme as necessárias modificações no Guia do IPCC – 2006, estas também estão apresentadas em cada um dos setores analisados no transcorrer do documento

O IPCC indica metodologias para estimativa de emissões e remoções de GEE em três níveis de detalhe:

- Tier 1 utiliza dados mais agregados e valores *default* propostos pelo IPCC para fatores de emissão
- Tier 2 utiliza os dados agregados sendo que em alguns setores podem exigir um nível de desagregação maior. Utiliza valores nacionais (no caso de inventários estaduais/municipais, fatores de emissão mais apropriados para o município podem existir ou ser desenvolvidos)
- Tier 3 utiliza os dados mais desagregados (nível de detalhamento por tipo de tecnologia ou insumo utilizado, por exemplo). Utiliza métodos mais elaborados como, por exemplo, modelagem.

No que se referem às Tiers¹ utilizadas, estas dependeram da disponibilidade de dados para cada fonte de emissão avaliada. O mesmo se aplica aos fatores de emissão que, sempre que possível, são obtidos localmente e, na indisponibilidade destes, são utilizados os do Inventário Nacional de Emissões Remoções Antrópicas dos Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal apresentado na Comunicação Inicial do Brasil (2004). Somente na ausência destes, ou de outros identificados na literatura referente ao Brasil, são utilizados os fatores *default* do Guia IPCC – 2006.

Nos próximos capítulos do inventário, portanto, são analisados, em separado, cada um dos setores propostos pelo Guia-IPCC-2006, tendo-se o cuidado de já se identificar pontos críticos em relação à obtenção de dados e as adaptações necessárias do plano nacional para o municipal.

¹Uma tier representa um nível de complexidade metodológica. Geralmente são oferecidas três tiers. A Tier 1 é o método básico, a Tier 2 o método intermediário e a Tier 3 aquele que demanda mais em termos de complexidade e necessidade de dados. As Tiers 2 e 3 são os métodos considerados mais acurados.

2. EMISSÕES DO SETOR DE ENERGIA

As estimativas de emissões de CO₂ da queima de combustíveis fósseis no setor de energia no município do Rio de Janeiro foram realizadas para o ano base de 2005. A abordagem utilizada é a *Bottom-up* (ou abordagem setorial), onde as emissões da queima de combustíveis são apresentadas para os diferentes setores sócio-econômicos, conforme especificado nas Diretrizes para Inventários Nacionais dos Gases de Efeito Estufa do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC 2006), adotando-se as devidas adaptações para o nível municipal.

Uma abordagem alternativa seria a *Top-down*, ou Abordagem de Referência, onde são contabilizadas as emissões de dióxido de carbono (CO₂) a partir dos dados da quantidade de combustíveis consumidos por uma economia, ou seja, a partir de um alto nível de agregação de dados, não dependendo de informações detalhadas de como o combustível é utilizado pelo usuário final ou sobre as transformações.

2.1. Estrutura do Inventário de Energia

De acordo com o IPCC (2006), o uso da energia compreende todas as emissões dos gases de efeito estufa proveniente da queima de combustíveis e da liberação (fuga) decorrente do seu uso. Dessa forma, este inventário contabiliza as emissões relativas à produção, à transformação e ao consumo de energia, incluindo-se as emissões devidas à queima de combustíveis bem como as emissões fugitivas decorrentes da distribuição de gás canalizado. Os gases considerados são CO₂, CH₄ e N₂O.

As emissões de GEE da Cidade do Rio de Janeiro foram calculadas levando-se em consideração a estrutura proposta pelo IPCC (2006), conforme mostra a Tabela 1, abaixo. No entanto algumas adaptações foram feitas relativas ao consumo de energia elétrica e ao consumo de álcool no setor de transportes para refletir as emissões dos gases de efeito estufa de responsabilidade do município do Rio de Janeiro e não somente aquelas que ocorrem em seu território. Esta adaptação também foi incluída na revisão dos valores inventariados em 1996 e 1998, de forma que os resultados das emissões desses anos sofreram algumas alterações decorrentes da atualização da metodologia. O item a seguir apresenta as adaptações consideradas neste inventário.

Tabela 1 – Estrutura Simplificada do Inventário do Uso de Energia

1) Uso da Energia
1.A) Uso de combustível
1.A.1) Indústria de Energia
1.A.1.a) Produção de eletricidade
1.A.1.b) Refino do petróleo
1.A.1.c) Fabricação de combustíveis sólidos e outras indústrias de energia
1.A.2) Indústria (valores agregados para todo o setor)
1.A.3) Transportes
1.A.3.a) Aviação civil
1.A.3.b) Transporte rodoviário
1.A.3.c) Ferroviário
1.A.3.d) Navegação
1.A.4) Outros setores
1.A.4.a) Comercial
1.A.4.b) Institucional
1.A.4.c) Residencial
1.A.4.d) Agropecuário
1.A.5) Emissões Fugitivas

Fonte: IPCC (2006)

A abordagem *bottom-up* possibilita a quantificação e identificação dos gases CO₂ e não-CO₂ de forma desagregada, ou seja, pelos diversos setores socioeconômicos do município, conforme a Tabela acima. O uso da metodologia *Bottom-up* é desejável em casos onde haja a necessidade de se identificar outros gases não CO₂ e em situações onde se queira desenhar uma política que necessite de informações detalhadas sobre a fonte de emissão, inclusive do CO₂. Na metodologia *Bottom-up* são utilizados fatores de emissão para gases e setores específicos para fontes móveis e fontes fixas.

Os dados para utilização neste inventário, foram disponibilizados pela ANP – Agência Nacional de Petróleo, para o ano de 2005, não sendo possível obter dados para os anos mais recentes. Complementarmente, foram utilizados o banco de dados existente no IPP – Instituto Pereira Passos, Balanço Energético Estadual (BEE-RJ) e Inventário de Emissões do Estado do Rio de Janeiro ano base 1998.

2.2. Adaptação da Metodologia do IPCC para Inventários Municipais

Um das principais questões metodológicas que se enfrenta ao realizar inventários municipais é a delimitação da abrangência das atividades socioeconômicas que reflitam de forma adequada a responsabilidade do município no que diz respeito às emissões dos gases de efeito estufa. O primeiro critério foi a utilização dos limites socioeconômicos do município, ou seja, considerar as emissões realizadas no interior das fronteiras geográficas do território municipal. Esta opção por si só, no entanto, não é suficiente, pois deixa de considerar importantes fontes de emissão induzidas pelo município. Sendo assim, de forma a avaliar e contabilizar as emissões sob responsabilidade da Cidade do Rio de Janeiro, os seguintes passos foram considerados:

- a) De acordo com o IPCC 2006, devem ser contabilizadas somente as emissões de GEE pelo uso de combustíveis fósseis para a geração de energia elétrica (categoria 1.A.1). No entanto, o município do Rio não é autossuficiente em eletricidade, sendo assim, além das emissões de GEE pela queima de combustíveis fósseis para a geração de eletricidade no território do município (que irá gerar um fator de emissão municipal, considerando o mix de fontes), foram consideradas também as emissões de CO₂ relativas à eletricidade consumida da rede de energia elétrica (considerada como eletricidade importada). Essa, por sua vez, será calculada pelo fator de emissão para inventários (publicados na homepage do MCT – Ministério de Ciência e Tecnologia). De acordo com o MCT “Os fatores de emissão médios de CO₂ para energia elétrica a serem utilizados em inventários têm como objetivo estimar a quantidade de CO₂ associada a uma geração de energia elétrica determinada. Ele calcula a média das emissões da geração, levando em consideração todas as usinas que estão gerando energia e não somente aquelas que estejam funcionando na margem. Se todos os consumidores de energia elétrica do SIN calculassem as suas emissões multiplicando a energia consumida por esse fator de emissão, o somatório corresponderia às emissões do SIN. Nesse sentido, ele deve ser usado quando o objetivo for quantificar as emissões da energia elétrica que está sendo gerada em determinado momento. Ele serve, portanto, para inventários em geral, corporativos ou de outra natureza”. Neste inventário, será utilizado o fator de emissão médio para inventários de 0,0337 tCO₂/MWh (média dos anos de 2006, 2007 e 2008) pois não existem valores anteriores publicados pelo MCT.

- b) No que diz respeito ao consumo de álcool combustível para o setor de transporte, apesar deste combustível ser renovável, ou seja, a emissão de CO₂ ser precedida do sequestro de carbono resultante do crescimento da cana-de-açúcar e, portanto, ser zero, há de se considerar que no ciclo de produção do álcool anidro e hidratado existe emissão, as quais devem ser assumidas pelos consumidores deste combustível. Neste propósito, as emissões da produção do álcool consumido no município estão contabilizadas no inventário². Utilizando dados de Macedo & Nogueira (2005), foram levadas em consideração: (1) as emissões devidas ao uso de energia fóssil (os combustíveis consumidos ou energia elétrica adquirida, ou seja, os insumos energéticos diretos); e (2) as emissões de outras fontes não reabsorvidas pela fotossíntese no crescimento da cana (gases não CO₂ na queima da palha, decomposição de fertilizantes, etc.).

Os Quadros 1 e 2 a seguir apresentam de forma concisa as adaptações consideradas.

²O IPCC recomenda que no setor de transportes sejam calculadas as emissões de CH₄ e N₂O para os biocombustíveis. Sendo assim, no cálculo de emissão desses gases será levado em consideração o álcool consumido no município

Quadro 1 – Adaptação da Metodologia para Computar Emissões da Geração de Eletricidade Importada

A partir dos dados de consumo de combustível realizado pela Usina de Santa Cruz calculou-se as emissões de CO₂ e CH₄ e N₂O devido à queima do combustível para gerar eletricidade. Em seguida dividiu-se essa emissão pelo GWh (em mil tEP) gerado na usina, resultando num fator de emissão devido a geração térmica no município. Em seguida, foi calculada uma média ponderada entre o fator de emissão fornecido pelo MCT para inventários, de 0,0337 Gg CO₂/GWh (para a eletricidade importada consumida da rede de energia elétrica) e o fator de emissão devido a geração térmica no município (de 1996, 1998 e 2005). O fator médio do município ficou em de 1,1 Gg CO₂eq /mil tEP para 1996, 1,12 Gg CO₂eq /mil tEP para 1998 e 0,51 Gg CO₂eq /mil tEP para 2005, conforme tabela abaixo.

Fator de Emissão Médio devido à eletricidade

	Média para inventários (MCT) – Gg CO ₂ /GWh	Fator de emissão devido a geração térmica (Gg CO ₂ /GWh)	Fator de Emissão no município Gg CO ₂ eq/ GWh	Fator de Emissão médio no município Gg CO ₂ /mil tEP
1996	0,034	0,878	0,092	1,067
1998	0,034	0,846	0,097	1,126
2005	0,034	0,887	0,044	0,513

Para o CH₄, seguiu-se a mesma metodologia, tendo-se como resultado 2,71 x10⁻⁵ Gg CH₄/mil tEP para 1996, 2,84 x10⁻⁵ Gg CH₄/mil tEP para 1998, e 4,95 x10⁻⁶ Gg CH₄/mil tEP para 2005, devido a queima de combustíveis na Usina de Santa Cruz. Os valores de N₂O foram tão pequenos que não foram considerados nos cálculos

Quadro 2 – Adaptação da Metodologia para Computar Emissões da Produção de Álcool Importado

Segundo Macedo *et al* (2008), o fator de emissão do álcool anidro é de $0,436 \text{ tCO}_2\text{eq./m}^3$, e do álcool hidratado é de $0,417 \text{ tCO}_2\text{eq./m}^3$. A queima de combustíveis fósseis no transporte da cana e em tratores representa a maior fonte de emissões do álcool. Macedo *et al* (2008) apresenta seus resultados em $\text{tCO}_2\text{eq.}$, já estando computado nesse total as emissões de CO_2 , CH_4 e N_2O . Dessa forma, na tabela que apresenta as emissões de CO_2 do município, as emissões relacionadas ao álcool etílico são provenientes da sua cadeia de produção. Essa adaptação também foi adotada nos anos de 1996 e 1998.

De acordo com as diretrizes do Guia IPCC-2006, também se deve calcular as emissões provenientes da queima do álcool nos veículos. A parcela de CO_2 é renovável, portanto não deve ser computada na contabilização das emissões do município. Em 2005 essas emissões foram de $680,5 \text{ Gg Co}_2$. Já as parcelas referentes aos gases CH_4 e N_2O estão sendo consideradas na contabilização final das emissões deste inventário.

2.3. Apresentação das Emissões de GEE do Setor de Energia

2.3.1. Emissões Setoriais pelo Uso da Energia

A Tabela 2 apresenta as emissões de CO_2eq , calculadas para o município do Rio de Janeiro. Além das emissões setoriais, que serão apresentadas a seguir, o IPCC 2006, em sua metodologia determina o cálculo das emissões do refino do petróleo. Neste inventário, em função da falta de dados sobre o tipo de combustível utilizado no refino do petróleo na Refinaria de Manguinhos, as emissões serão contabilizadas separadamente.

Tabela 2 – Emissões em CO₂eq nos Setores Socioeconômicos – Planilha Consolidada (Gg CO₂eq)

Gg CO ₂ eq	Gás Natural	Óleo Diesel	Óleo comb.	Gasol.	GLP	Gás manuf.	Queros. Aviação	Elétric.	Álcool anidro	Alcool hidratado	Querosene Iluminante	Gasol. Aviação	Total
Transporte total	1.389,1	1.427,6	0,2	1.459,2	–	–	1.060,638	13,4	93,7	32,2	–	2,2	5.478,2
Rodoviário	1.389,1	1.417,2	–	1.459,2	–	–	–	–	93,7	32,2	–	–	4.391,3
Aéreo	–	–	–	–	–	–	1.060,638	–	–	–	–	2,2	1.062,9
Ferrovário	–	–	–	–	–	–	–	13,4	–	–	–	–	13,4
Hidroviário	–	10,4	0,2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10,6
Residencial + Comercial	257,4	3,9	–	–	396,0	29,6	–	427,6	–	–	0,2	–	1.114,7
Residencial	165,3	–	–	–	375,9	21,6	–	232,5	–	–	0,2	–	795,6
Comercial	92,1	3,9	–	–	20,1	7,9	–	195,1	–	–	–	–	319,2
Público e outros	12,7	36,53	0,2	–	21,4	1,9	–	98,2	–	–	–	–	210,9
Industrial	1.246,2	46,63	10,2	–	12,2	–	–	100,8	–	–	0,5	–	1.416,41
Total	2.905,3	1.620,7	60,5	1.459,2	429,6	31,4	1.060,6	640,0	93,7	32,2	0,8	2,2	8.220,3

Fonte: Autores

2.3.2. Emissões do Refino

A refinaria de Manguinhos é a única existente nos limites do município do Rio de Janeiro. Como não foi possível obter os dados de emissão diretamente do refino, buscou-se como alternativa utilizar o fator médio de emissão das refinarias da Petrobras, cujo valor é 0,224 ton CO₂/tep refinado (SMAC, 2003). Desta forma foi possível estimar as emissões desta operação.

A tabela abaixo apresenta o volume de petróleo refinado por Manguinhos, assim como a estimativa das emissões correspondentes.

Tabela 3 – Volume Processado pela Refinaria de Manguinhos e Estimativa das Emissões Correspondentes

Refino	1996	1998	2005
Petróleo processado (mil Tep)	470,0	480,0	335,0
Emissões (Gg CO₂eq)	105,3	107,5	75,0

Fonte: Autores

2.3.3. Emissões Fugitivas

Devido ao perfil do município do Rio de Janeiro, foram consideradas no cálculo deste item somente as emissões fugitivas da rede de distribuição de Gás Natural da CEG.

Para o cálculo das emissões fugitivas, foi utilizada a metodologia IPCC (IPCC 2006) para emissões fugitivas provenientes da distribuição de gás natural para consumidores finais. Desta forma, foi utilizado a média dos limites superior e inferior do fator de emissão sugerido pelo IPCC para países em desenvolvimento, correspondendo à $1,8 \cdot 10^{-3}$ Gg de CH₄ por milhão de m³ de gás comercializado, e $9,55 \cdot 10^{-5}$ Gg CO₂ por milhão de m³ de gás comercializado (Tabela 4).

Tabela 4 – Emissões Fugitivas de Gás Natural na Rede de Distribuição

Emissões fugitivas	Milhões m ³	CH ₄	CO ₂	CO ₂ eq
Volume total de gás comercializado no Município	1.414,5			
Fator de emissões fugitivas do IPCC (Gg por milhão m ³ de gás comercializado)		1,8*10 ⁻³	9,55*10 ⁻⁵	
Emissões (Gg)		2,5	0,1	53,6

Fonte: Autores

2.3.4. Emissões de Bunker

É importante observar, que o IPCC recomenda que se contabilize o consumo de combustíveis de *Bunker* internacional (transportes aéreos e marítimos internacionais), em separado, apenas para fins informativos, pois esse valor não faz parte das emissões nacionais (no nosso caso, estaduais). Sendo assim, extraiu-se da contabilidade o consumo de querosene de aviação para vôos internacionais (obtidos no BEERJ).

A Tabela 5 apresenta o consumo atribuído ao *Bunker* em 2005, por combustível.

Tabela 5 – Consumo de Combustíveis *Bunker* em 2005

Bunker	Óleo Diesel	Querosene Aviação	Total
Consumo de combustíveis (mil tEP)	2,3	175,2	177,5

Fonte: Autores

De acordo com a metodologia aplicada, as emissões totais atribuídas ao *Bunker* totalizaram 531.1 Gg CO₂eq em 2005.

2.4. Consolidação dos Resultados do Setor de Energia

Os resultados obtidos com o inventário de emissões de Energia do Município do Rio de Janeiro estão sintetizados na Tabela 6, a seguir.

A parcela referente à *Bunker* é contabilizada, mas não faz parte das emissões do município e de acordo com o GUIA IPCC – 2006, deve ser apresentada em separado.

Tabela 6 – Consolidação dos Valores Totais do Inventário, 2005

Fonte	Gg CO ₂	Gg CH ₄	Gg N ₂ O	Gg CO ₂ eq
Uso da Energia	8.052,1	2,9	0,3	8.220,2
Refino	75,0	-	-	75,0
Emissões Fugitivas	0,1	2,5	-	53,6
Total de Emissões do Estado (uso da energia + refino + emissões fugitivas)	8.127,2	5,5	0,3	8.348,8
<i>Emissões que não são contabilizadas no total geral do Município</i>				
Bunker	526,4	0,00	0,01	531,1

Fonte: Autores

As emissões totais do Setor de Energia do município do Rio de Janeiro, pelo método *Bottom-up* com as adaptações introduzidas, somam 8.348,8 Gg CO₂eq, sendo 66% proveniente do Setor de Transportes (Figura 1) – dos quais 53% representam o transporte rodoviário (Figura 2). Em seguida as emissões do setor industrial atingiram 1.416,41Gg CO₂eq, representando 17% das emissões do setor energético do município. Esses dois setores juntos totalizaram 83% das emissões de Energia.

Os energéticos (Figura 2) de maior participação nas emissões de GEE são o gás natural (35%), a gasolina (18%) e o óleo diesel (19%) demonstrando realmente o peso do setor de transportes nas emissões do município (Figura 3). A eletricidade representa apenas 8% das emissões, o que é explicado pelo seu baixo conteúdo de carbono, devido, principalmente, a grande participação da geração hidrelétrica no país

Além da indústria (Figura 4), o uso do gás natural é expressivo no transporte rodoviário devido a política de incentivo do Governo do Estado do Rio de Janeiro, para uma maior utilização do GNV nos veículos naquele período. Vale ressaltar que o gás natural é 20% menos emissor que a gasolina, e portanto a utilização desse combustível foi já um importante passo na contribuição de redução de emissões do transporte naquela época. Somente mais tarde (a partir de 2005) é que um maior uso da tecnologia *flex fuel* induziu a um maior consumo do álcool hidratado (conforme será visto nos cenários mais adiante), reduzindo ainda mais o impacto das emissões neste setor.

O setor Residencial emitiu 795,6 Gg CO₂eq e o Comercial 319,2 Gg CO₂eq, sendo responsáveis por com uma participação de 9% e 4% respectivamente das emissões de GEEs. Nestes setores os energéticos mais representativos são o GLP no residencial e eletricidade no comercial.

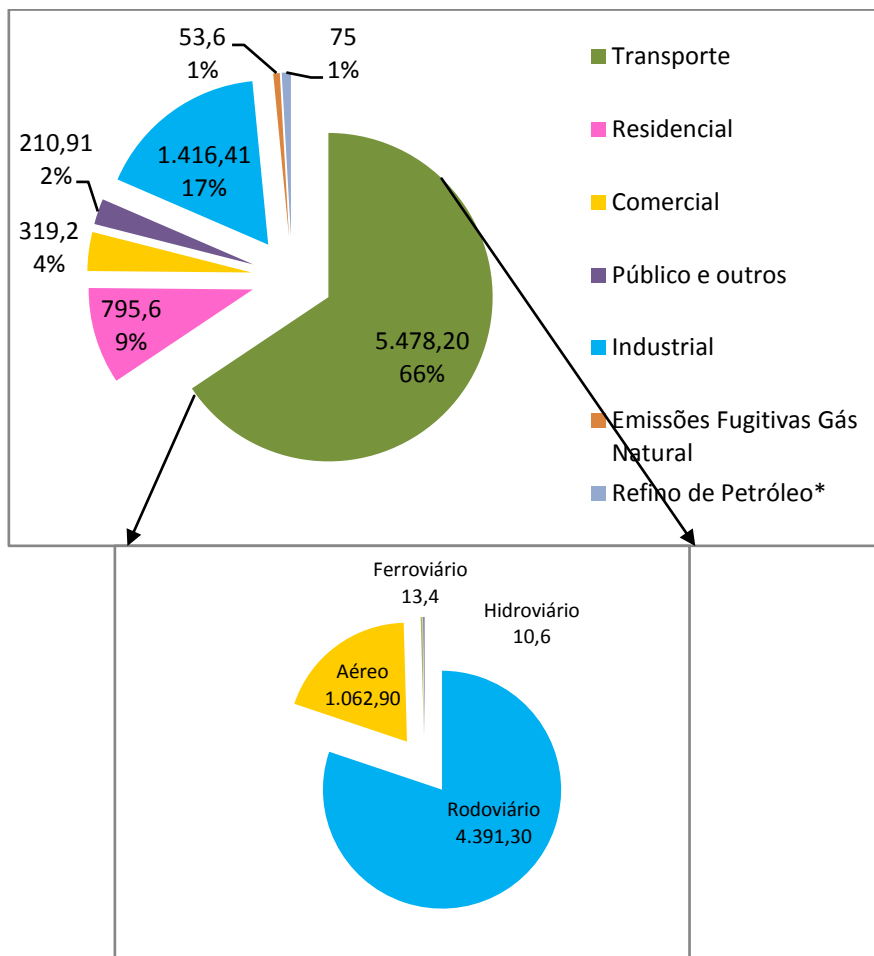
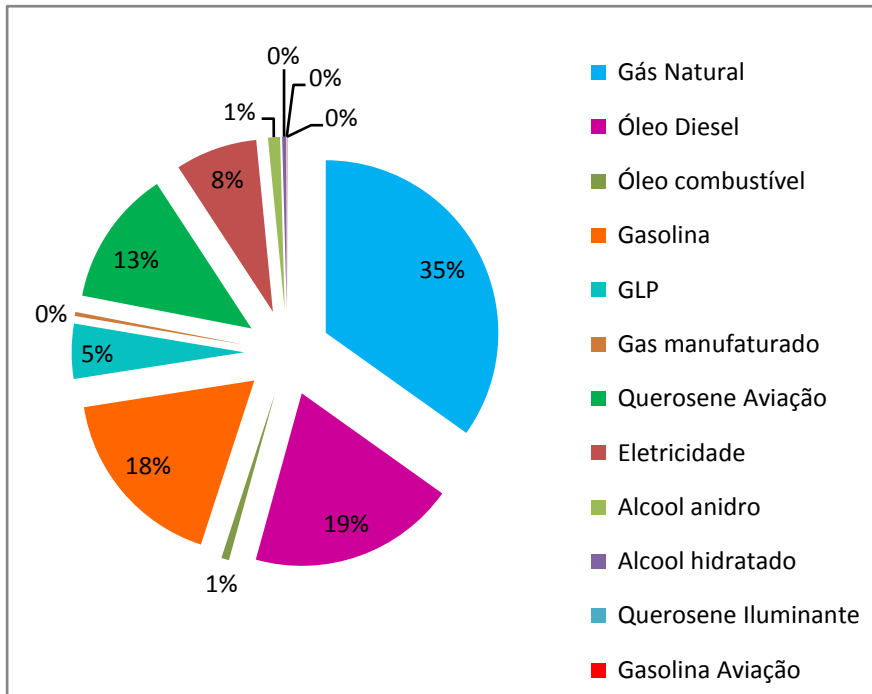
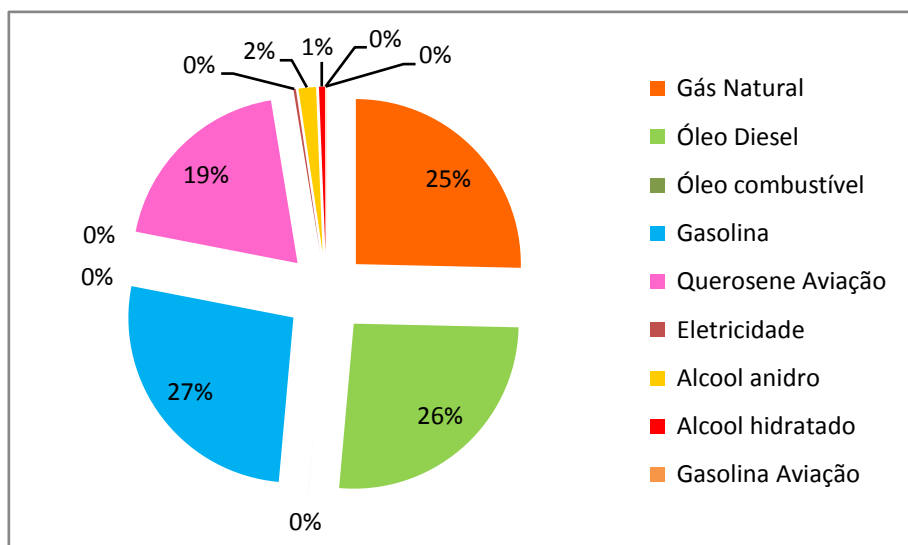


Figura 1 – Emissões de GEE do setor de Energia por subsetor (Gg CO₂eq)



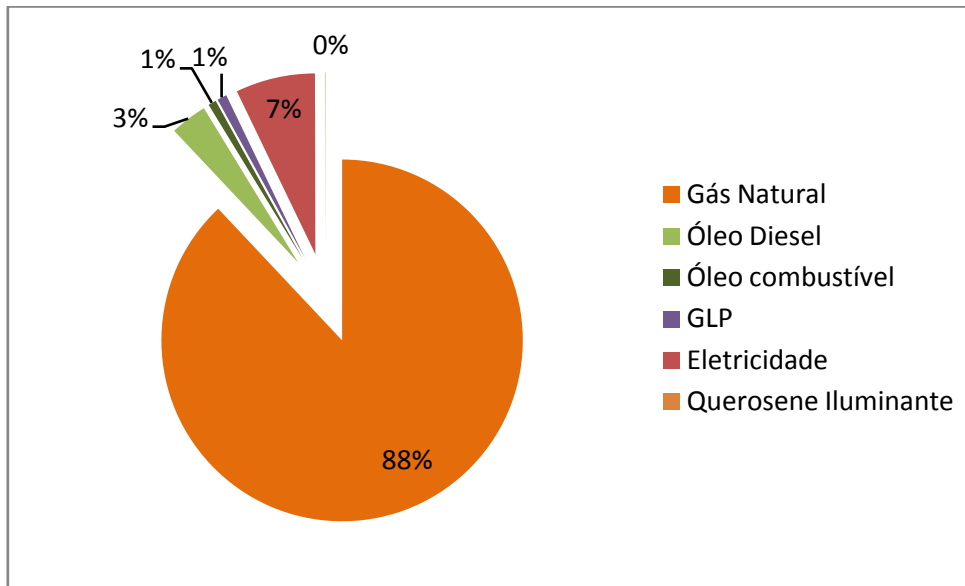
Nota: "0" representa um valor não nulo arredondado para zero.

Figura 2 – Participação de Combustíveis Fósseis e Eletricidade nas Emissões de GEE do Setor de Energia (Gg CO₂eq)



Nota: "0" representa um valor não nulo arredondado para zero.

Figura 3 – Participação de Combustíveis Fósseis e Eletricidade nas Emissões de GEE do Setor de Transportes (Gg CO₂eq)



Nota: "0" representa um valor não nulo arredondado para zero.

Figura 4 – Participação de Combustíveis Fósseis e Eletricidade nas Emissões de GEE do Setor Industrial (Gg CO₂eq)

3. EMISSÕES DO SETOR DE PROCESSOS INDUSTRIAIS E USO DE PRODUTOS – IPPU

As emissões dos gases de efeito estufa provenientes de atividades industriais correspondem não só aos processos de geração de energia, calor e/ou trabalho, como também ao processo produtivo em si.

De acordo com as Diretrizes para Inventários Nacionais dos Gases de Efeito Estufa do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC 2006), as emissões provenientes dos equipamentos de geração de energia, ou seja, aquelas que constituem uma oxidação intencional de materiais, que utilizam equipamento apropriado para fornecer calor ou trabalho mecânico para um determinado processo industrial, são contabilizadas no setor ENERGIA. Já as emissões geradas durante o processo industrial, ou na utilização dos gases de efeito estufa em produtos, ou no uso não energético de carbono são enquadradas no IPPU – *Industrial Processes and Product Use*.

Em várias etapas do processo produtivo de uma grande variedade de atividades industriais ocorre a emissão de diferentes gases de efeito estufa tais como: CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, etc. As principais fontes são os processos que transformam química ou fisicamente os materiais, como por exemplo: o alto forno na indústria de ferro e aço, produção de amônia e de outros produtos químicos fabricados a partir de combustíveis fósseis, produção de cimento e etc.

Também são contabilizados em IPPU, o uso não energético de combustíveis fósseis (utilizado como matéria prima na fabricação de produtos) e o uso de produtos, tais como solventes, uma vez que, em muitos casos, para se estimar a emissão necessita-se dos dados da produção e/ou da quantidade desses produtos que faz parte do processo produtivo.

Além disso, gases de efeito estufa são frequentemente utilizados em produtos tais como refrigeradores, espumas e aerossóis. Uma característica interessante desses produtos é a lacuna de tempo entre a fabricação do produto e a liberação do gás estufa para atmosfera: pode demorar poucas semanas, no caso de aerossóis; até décadas, como no caso de espumas rígidas. Em algumas aplicações o gás pode ser inclusive recuperado, no final da vida útil do produto, e ser reciclado ou destruído – fato este que deve ser observado quando do cálculo das emissões de IPPU.

3.1. Estrutura do Inventário de IPPU

Por suas características, o Município do Rio de Janeiro apresenta poucas indústrias emissoras que possam ser contabilizadas em IPPU. As principais fontes de dados foram o INEA – Instituto Estadual do Ambiente e a ABIQUIM – Associação Brasileira da Indústria Química.

Analisando as categorias de processos industriais e uso de produtos propostas pelo IPCC e cruzando-se com as atividades produtivas da Cidade do Rio de Janeiro, foram identificadas as categorias dos processos produtivos e produtos para o cálculo de emissões do município, conforme mostra a Tabela .

Tabela 7 – Categorias de Processos Industriais e Uso de Produtos Identificados na Cidade do Rio de Janeiro

Processos Industriais e Produtos		Gases Emitidos	Disponibilidade de Informações
Indústria de Minerais não Metálicos	Vidro	CO ₂	INEA
	Cerâmica	CO ₂	S/I
	Carbonatos diversos	CO ₂	S/I
	Utilização de Barrilha	CO ₂	S/I
Indústria Química	Petroquímica Produção de metanol	CO ₂	ABIQUIM
Indústria de Minerais Metálicos	Produção de ferro e aço	CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O	INEA/IBS
	Produção de alumínio	CO ₂	INEA/ABAL
Utilização de produtos não energéticos de combustíveis fósseis	lubrificantes	CO ₂	ANP
	parafinas	CO ₂	ANP
Utilização de Anestésicos		N ₂ O	S/I

S/I – Sem informação

Para se evitar a possibilidade de dupla contagem das emissões³, foram estimadas em IPPU somente as emissões provenientes do processo industrial. Não são contabilizadas as emissões relacionadas ao combustível fóssil consumido nestes processos. Como o próprio IPCC comenta em seu manual, “a tarefa de alocar as emissões do uso de combustíveis fósseis nos setores de Energia ou no de IPPU, muitas vezes, torna-se bastante complexa. O uso de gases como matéria-prima e/ou redutor, frequentemente, produz outros gases que devem ser queimados para fornecer energia para o processo industrial. Igualmente, parte da matéria prima deve ser queimada diretamente para fornecer calor. Isto pode permitir incertezas e ambiguidade”.

3.2. Apresentação das Emissões de GEE do Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos – IPPU

Foi realizada uma exaustiva pesquisa para o levantamento de dados, de forma a convergir com o ano base do inventário, de 2005. Para as emissões estimadas no setor de IPPU não foi possível fazer uma atualização do inventário anterior, publicado em 2003 pela SMAC, em trabalho também realizado pelo CentroClima/COPPE/UFRJ, uma vez que todas as emissões de GEE provenientes de atividades industriais foram contabilizadas no setor de energia, conforme metodologia anterior, que contabilizava em usos não energéticos, a parte de processos industriais.

Fonte de Emissão de GEE Gg CO ₂	1996	1998
Asfalto	–	–
Lubrificante	73,0	–
Total	73,0	

Fonte: Inventário da Cidade do Rio de Janeiro, 1998

³De acordo com as premissas do IPCC, durante a elaboração do inventário, é de fundamental importância que se evite não só as emissões, como também a dupla contagem das emissões de GEE.

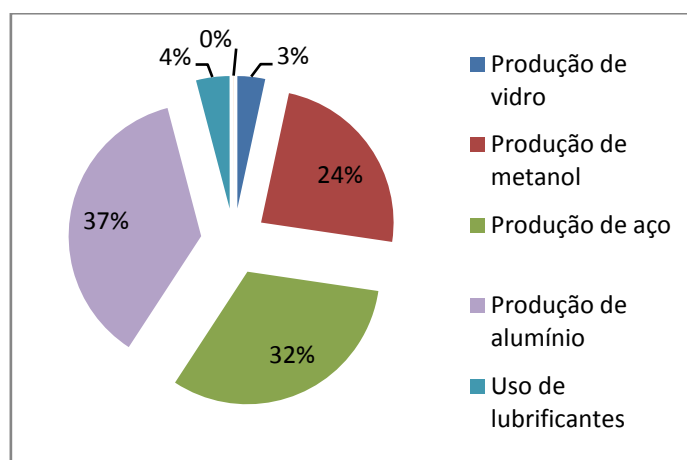
A metodologia utilizada para a realização do Inventário consta do manual do IPCC (2006), embora algumas adaptações tenham sido realizadas. No transcorrer do trabalho, nem sempre foram disponibilizadas informações desagregadas, inviabilizando, totalmente, a estimativa de emissões de alguns processos industriais, tais como: produção de cerâmica, de carbonatos etc. De uma maneira geral, foram empregadas as metodologias mais simples de cálculo, baseadas em fatores de emissão *default*, cobrindo as maiores categorias de fontes relatadas no IPPU. Para tal, foram utilizados, basicamente, apenas dados de produção total, relacionados aos respectivos processos produtivos.

As emissões de GEE no setor de IPPU, para 2005, encontram-se resumidas na Tabela 8.

Tabela 8 – Emissões de GEE no Setor de IPPU

Fonte de Emissão de GEE	Emissão Gg CO ₂	Emissão Gg CH ₄	Emissão Gg N ₂ O	Emissão Gg CO ₂ eq Ano 2005
Produção de vidro	13,87	–	–	13,87
Produção de metanol	89,46	0,414	–	98,15
Produção de aço	130,6	–	–	130,6
Produção de alumínio	150,4	–	–	150,4
Uso de lubrificantes	16,7	–	–	16,7
Uso de parafinas	0,07	–	–	0,07
Total	401,10	0,414	---	409,79

Fonte: Autores



Nota: "0" representa um valor não nulo arredondado para zero.

Figura 5 – Participação das Emissões de GEE no Setor de IPPU (Gg CO₂eq)

4. EMISSÕES DO SETOR DE AGRICULTURA, FLORESTA E OUTROS USOS DO SOLO – AFOLU

Os principais gases de efeito estufa relacionados ao setor AFOLU são o dióxido de carbono (CO_2), o óxido nitroso (N_2O) e metano (CH_4). Os fluxos de carbono entre a atmosfera e os ecossistemas são, primordialmente, controlados por absorção através da fotossíntese das plantas e emitidos pela respiração, deposição e combustão da matéria orgânica. O N_2O é, principalmente, emitido pelos ecossistemas como um subproduto da nitrificação e da denitrificação, enquanto que o CH_4 é emitido pela metanogênese sob condições anaeróbicas em solos, acondicionamento de estrume, fermentação entérica, e durante a combustão incompleta quando há queima de matéria orgânica.

Neste setor, as emissões e remoções de GEE são definidas como aquelas que ocorrem em terras manejadas, ou seja, terras onde há intervenção humana com práticas que tenham função social, ecológica e de produção.

O inventário de AFOLU foi realizado com base nas Diretrizes para Inventários Nacionais dos Gases de Efeito Estufa do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC 2006), sendo, entretanto adaptada à realidade do Município do Rio de Janeiro e aos dados disponibilizados.

4.1. Estrutura do Inventário de AFOLU

Os fluxos dos gases de efeito estufa no setor de AFOLU são estimados de duas formas de acordo com IPCC (2006):

- Mudanças líquidas nos estoques de carbono (C) em determinado período (para a maior parte dos fluxos de CO_2); e
- Transferência direta como taxas de fluxos de gás para e da atmosfera (para estimar emissões de gases não CO_2 e algumas emissões e remoções de CO_2).

As mudanças líquidas nos estoques de carbono fornece as emissões e remoções de CO_2 para o setor de AFOLU, e são estimadas para cada categoria de uso do solo, conforme Tabela 9 a seguir.

Cada uma destas categorias de uso do solo é subdividida em subcategorias de:

- área “remanescente”, ou seja, cujo uso do solo não se alterou.
- área “convertida”, onde houve a conversão para uma nova forma de uso e ocupação do solo, o que significa dizer que houve uma mudança do uso do solo espelhando uma mudança no estoque de carbono.

Sendo assim, pode-se ter como exemplo de subcategoria: “*Floresta permanecendo floresta*” ou, então, “*Uso de Terras convertidas em Floresta*”.

Tabela 9 – Categorias de Uso do Solo e Cobertura Vegetal do Inventário

Fonte de Emissão de GEE	Categorias Estudadas	Gases Avaliados
Uso do Solo	Floresta	CO ₂
	Áreas Agrícolas	
	Reflorestamento	
	Áreas de Várzea	
	Áreas de Mangue	
	Áreas de Restinga	
	Área Urbana (Assentamentos)	
	Outras	

No caso da transferência direta para a atmosfera, são considerados, também, os gases não-CO₂, como o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O), os quais circulam entre atmosfera e ecossistemas como produto de processos microbiológicos e de combustão de matéria orgânica. Eles derivam de uma série de fontes, incluindo os solos, os rebanhos e os dejetos animais, além da combustão da biomassa, de madeira morta e da serrapilheira, e de cultivos, como é o caso do arroz.

Assim, de forma sintética, o setor de AFOLU contabiliza as emissões provenientes de:

- 1) Cobertura Florestal e uso do solo – com base na mudança do estoque de carbono, conforme explicado acima (perda ou ganho de cobertura florestal e categorias de uso do solo).
- 2) Atividades agrícolas devidas ao cultivo de arroz, às queimadas, principalmente de cana-de-açúcar e à aplicação de fertilizantes e corretivos de solo (calcário, dolomita e ureia). Cabe salientar que o cultivo de arroz não está presente no município do Rio de Janeiro.
- 3) Atividades de pecuária – Consiste na contabilização das emissões provenientes da fermentação entérica e do manejo de dejetos. As atividades da pecuária na Cidade estão concentradas principalmente na Zona Oeste, nos bairros de Santa Cruz, Bangu e Campo Grande, onde ainda existem áreas para a criação destes tipos de animais.

Para o item 1 acima, os dados utilizados foram fornecidos pela Coordenadoria de Recuperação Ambiental da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC), complementados com informações obtidas junto ao Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos (IPP) no seu armazém de dados disponível em (<http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/>); e ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Estes órgãos provêm com o acervo de informações básicas necessárias ao conhecimento e monitoramento da realidade física, territorial, ambiental, econômica, demográfica e social da Cidade do Rio de Janeiro. Devido a forma como os dados foram fornecidos, as emissões para o setor AFOLU não puderam ser desagregadas pelas Áreas de Planejamento (AP) da Cidade, e assim serão apresentadas agregadas para o município como um todo.

Para a Agricultura e Pecuária (itens 2 e 3 acima), o presente estudo recorreu a dados estatísticos oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE para o ano de 2005. Especificamente para a Pecuária, a caracterização dos animais foi feita com base em dados geográficos e nas informações utilizadas no Primeiro Inventário para o Brasil (MCT, 2004).

4.2. Ajuste Metodológico para o Município do Rio de Janeiro

Os levantamentos da cobertura vegetal e o uso do solo no Município do Rio de Janeiro datam até o ano 2001, segundo informações da Gerência de Informações Ambientais da própria SMAC e das informações disponíveis no armazém de dados do IPP. Portanto, este estudo utilizou a variação média anual das superfícies dos principais usos do solo na Cidade, do período 1996 – 2001, e considerou que essa mesma taxa se manteria constante de 2001 a 2005. Com isto foi possível determinar uma estimativa da mudança destes usos do solo no Município do Rio de Janeiro para o ano base de 2005.

Além disso, diante desta escassez de informações padronizadas atuais dos mapeamentos de vegetação e uso do solo da Cidade do Rio de Janeiro (CRJ), realizou-se um esforço para sistematizar as legendas. Assim sendo, foram selecionadas as classes mais representativas da Cidade e consideradas importantes no contexto dos estudos sobre emissões dos gases de efeito estufa (GEE), quer como contribuintes para absorção de carbono da atmosfera, quer como potenciais ameaças em relação às emissões.

Neste caso, enquadraram-se a floresta densa, os reflorestamentos de recuperação, além da inclusão das estimativas da arborização e das áreas verdes das praças e parques, vinculadas, diretamente, à superfície ocupada pelos centros urbanos, a supressão da vegetação nativa por ocupações diversas e as áreas agrícolas e de pecuária da CRJ.

4.3. Apresentação das Emissões de GEE do Setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo – AFOLU

4.3.1. Cobertura Florestal e Uso do Solo

A Tabela 10, apresenta as emissões e remoções estimadas de carbono no ano de 2005 das diferentes categorias de uso do solo na Cidade do Rio de Janeiro. Esta tabela permite visualizar o peso ou importância de cada categoria no valor total das emissões no município de RJ.

Tabela 10 – Emissões e Remoções de Carbono pelo Uso do Solo no Município de Rio de Janeiro

	Categoria do Uso do Solo							Total
	Floresta	Área de Várzea	Restinga	Mangue	Fruticultura	Áreas urbanas	Reflorestamento	
Emissões (Gg CO₂)	254,3	0,2	0,3		---	---	---	254,8
Remoções (Gg CO₂)	---			0,0	9,9	20,5	21	51,4
	254,3	0,2	0,3	-0,0	-9,9	-20,5	-21	203,4

Fonte: Autores.

Como resultado final nas estimativas é possível observar que na Cidade do Rio de Janeiro as remoções ou sequestro de carbono da atmosfera foram superadas amplamente pelas emissões. Dessa forma, no Município do RJ, o valor das emissões alcançou um total de 203,4 Gg CO₂ em 2005. Sendo as emissões menos as remoções.

4.3.2. Emissões das Atividades Agrícolas

4.3.2.1. Queima da Biomassa: Cana-de-Açúcar

No caso da queima de vegetação herbácea e arbustiva, as áreas de incêndios não foram detectadas por falta de informações, e, portanto, não foram calculadas no presente estudo. Em se tratando da cana-de-açúcar, os valores das emissões alcançados correspondem a 0,01 Gg CO₂eq, conforme apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Emissões da Queima da Cana-de-Açúcar (palha) por GEE no Município de Rio de Janeiro em 2005

Área Queimada	Quantidade de Palha Disponível para Comb.	Fator de Comb.	Fator de Emissão de CH ₄	Emissões de CH ₄	Fator de Emissão de N ₂ O	Emissões de N ₂ O	Total
(ha)	(t/ha)		g/kg mat.seca	t CH ₄	g/kg mat.seca	t N ₂ O	Gg CO ₂ eq
26	6,5	0,8	2,7	0,37	0,07	0,01	0,01

Fonte: Autores.
Área queimada: IBGE, 2005
Comb. = Combustão

4.3.2.2. Manejo de Solos Agrícolas por Adição de Fertilizante Nitrogenado

As emissões diretas de N₂O nas áreas agrícolas no município do Rio de Janeiro totalizaram 0,92 toneladas em 2005 e que estão apresentadas na Tabela 12, a seguir:

Tabela 12 – Emissões Diretas de N₂O por Solos Agrícolas no Município do Rio de Janeiro em 2005

Total Área Agrícola	Fertilizante Aplicado nas Culturas Agrícolas	Fator de Emissão para Culturas Agrícolas	Emissão Direta de Solos de Área Agrícola	Total de Emissão Direta de Solos Agrícolas
(ha)	(kg N)	(kg N ₂ O/kg N)	(kg N ₂ O-N/ano)	(t N ₂ O-N)
2.269	58.814	0,01	924	0,92

Fonte: Autores.

As emissões indiretas de óxido nitroso volatilizado e percolado nos solos agrícolas do município foram de 0,3 toneladas em 2005 e podem ser observadas na Tabela 13, a seguir:

Tabela 13 – Emissões Indiretas de N₂O por Solos Agrícolas no Município de Rio de Janeiro em 2005

Total Área Agrícola (ha)	Fertilizante Aplicado (Kg N)	Fração de N que Volatiza	Fator de Emissão para N Volatilizado (kg N ₂ O-N)/(kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado)	Fração de N que Percola	Fator de Emissão para N Percolado (kg N ₂ O-N / kg N percolado e runoff)	Total de Emissões Indiretas (tN ₂ O)
2.269	58.814	0,1	0,01	0,3	0,0075	0,3

Fonte: Autores.

Portanto, as emissões da adição de nitrogênio aos solos agrícolas no município do Rio de Janeiro foram de 0,28 Gg CO₂eq para as diretas e de 0,09 Gg CO₂eq para as indiretas. Totalizando assim 0,36 Gg CO₂eq em 2005.

4.3.2.3. Manejo de Solos Agrícolas por Aplicação de Calcário

As emissões totais do uso de carbonatos nas áreas de agricultura no município do Rio de Janeiro foram de 2,11 Gg CO₂ em 2005. Na Tabela 14 são apresentados os valores utilizados para os cálculos das emissões desta atividade.

Tabela 14 – Emissões do Uso de Calcário e Dolomita na Agricultura no Município de Rio de Janeiro em 2005

Área Agrícola	Quantidade de Dolomita Aplicada	Quantidade de Calcário Aplicado	% de C na Dolomita	% de C no Calcário	Emissões da Dolomita	Emissões de Calcário	Emissões Totais
(ha)	(t)	(t)	C	C	tC	tC	Gg CO ₂
2.269	2.995	1.543	0,13	0,12	389	185	2,11

Fonte: Autores.

4.3.2.4. Manejo de Solos Agrícolas por Aplicação de Ureia

As emissões totais provenientes da aplicação de ureia alcançaram 0,04 Gg CO₂ no Município do Rio de Janeiro em 2005, conforme apresentado na Tabela 15 a seguir:

Tabela 15 – Emissões do Uso de Ureia no Município do Rio de Janeiro em 2005

Total Área Colhida (ha)	Total de Fertilizante Nitrogenado Usado (t)	Total de Ureia Aplicada (t) (90% de N)	Fator de Emissão (t C / t Ureia)	Emissão de C (Gg)	Emissão de CO ₂ (Gg)
2.269	58,8	52,93	0,2	0,01	0,04

Fonte: Autores.

4.3.3. Emissões da Pecuária

4.3.3.1. Fermentação Entérica

Os cálculos revelam que as emissões de metano dos animais de criadouro alcançaram 0,53 Gg CH₄ no ano de 2005, sendo que 96% foram provenientes de fermentação entérica e 4% do manejo de dejetos. Do total emitido, 88% são oriundas de gabo bovino. A Tabela 16, a seguir, apresenta os resultados obtidos.

Tabela 16 – Emissões de Metano da Pecuária no Município de Rio de Janeiro em 2005

Tipo de Animal	Gg CH ₄			%
	Fermentação Entérica	Manejo de Dejetos	Total	
Bovino de corte	0,31	0,01	0,32	59,3
Bovino leiteiro	0,15	0,00	0,15	27,8
Equinos	0,04	0,00	0,04	7,5
Muares e Asininos	0,003	0,000	0,003	0,55
Suínos	0,01	0,01	0,02	3,7
Caprinos	0,005	0,00	0,005	0,9
Ovinos	0,001	0,000	0,001	0,2
Aves	0,00	0,00	0,00	0,1
Total	0,51	0,02	0,5393	100

Fonte: Autores.

4.3.3.2. Manejo de Dejetos

Os cálculos estimam que as emissões diretas sejam de 0,011 Gg N₂O no ano de 2005. No que se refere às emissões diretas e indiretas, os valores estimados de N₂O são de 0,01 e 0,001Gg, respectivamente. Do total, 92% são provenientes do rebanho bovino. Os valores encontram-se apresentados na Tabela 17 a seguir.

Tabela 17 – Emissões Totais de N₂O da Pecuária no Município de Rio de Janeiro em 2005

Tipo de Animal	Gg N ₂ O			%
	Emissões Diretas	Emissões Indiretas	Total	
Bovino de corte	0,007	0,001	0,008	71,4
Bovino leiteiro	0,002	0,000	0,002	17,8
Bubalinos	0,001	0,000	0,001	8,9
Suínos	0,0002	0,0000	0,0002	1,78
Total	0,010	0,001	0,011	100

Fonte: Autores

4.4. Consolidação dos Resultados do Setor de AFOLU

O setor de AFOLU foi responsável pela emissão de 220,6 Gg CO₂eq no Município do Rio de Janeiro, em 2005. O principal gás emitido foi o CO₂, seguido do CH₄. Uma síntese das fontes de emissão e os respectivos valores podem ser observados na Tabela 18 a seguir.

Tabela 18 – Síntese das Emissões de AFOLU (Gg CO₂eq) na Cidade do Rio de Janeiro em 2005

Cobertura vegetal	Fermen. Entérica	Manejo Dejetos		Queima Res. Agr. (cana)	Uso Fert. Nitrog.	Uso de Calcário e Dolomita	Uso de Ureia	Total
		(emissões de CH ₄)	(emissões dir. e ind. N ₂ O)	(emissões de CH ₄ e N ₂ O)	(emissões dir. e ind. N ₂ O)	(emissões de CO ₂)	(emissões de CO ₂)	
(emissões de CO ₂)	(emissões de CH ₄)	(emissões de CH ₄)	(emissões dir. e ind. N ₂ O)	(emissões de CH ₄ e N ₂ O)	(emissões dir. e ind. N ₂ O)	(emissões de CO ₂)	(emissões de CO ₂)	
203,4	10,81	0,42	3,45	0,01	0,38	2,11	0,04	220,6

Fonte: Autores.

Segundo as estimativas realizadas neste inventário, pode ser observado que as emissões da mudança de uso do solo (cobertura vegetal) apresentam os maiores valores no setor de AFOLU, isto corresponderia a 92,2% do total de emissões. A criação de animais se apresenta como a segunda maior fonte de emissões com somente 6,7% do total, sendo que a fermentação entérica contribui mais expressivamente do que o manejo de dejetos animais, a primeira com 4,9% e a segunda com 1,8%. O uso de Calcário e Dolomita na agricultura dentro do Município aparece como a terceira fonte de emissões com um peso de 1% do total das emissões de GEE. As demais fontes apresentam valores pouco significativos neste setor.

Cabe salientar que a quantidade de remoções de carbono por parte da cobertura vegetal (reflorestamento e arborização urbana) consegue abater ou neutralizar 19% do total de emissões na Cidade do Rio de Janeiro em 2005. As participações relativas encontram-se na Figura 6.

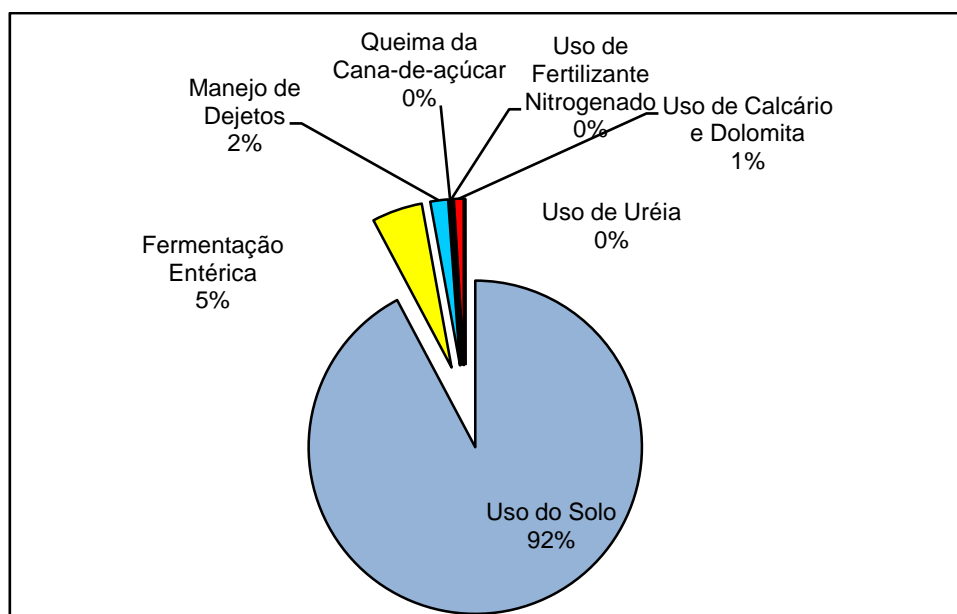


Figura 6 – Participação das Fontes no Total das Emissões de AFOLU (%) na Cidade do Rio de Janeiro em 2005

5. EMISSÕES DO SETOR DE RESÍDUOS

O inventário do Setor de Resíduos foi realizado com base nas Diretrizes para Inventários Nacionais dos Gases de Efeito Estufa do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC 2006), e compreende os subsetores de Resíduos Sólidos, Esgotos Domésticos e Comerciais e Efluentes Industriais.

5.1. Resíduos sólidos

O setor de resíduos sólidos compreende os resíduos urbanos (RSU) e industriais. Os resíduos sólidos urbanos são formados por uma mistura de resíduos domiciliares, resíduos de varredura de ruas, parques e jardins, resíduos comerciais, lodos de residências e de indústrias, produzidos em estações de tratamento de esgotos e de efluentes em geral, restos hospitalares (não patogênicos), resíduos perigosos e resíduos agrícolas.

Os resíduos sólidos podem ser dispostos em aterros sanitários, reciclados, compostados, incinerados ou usados na geração de energia. Quando os RSU são submetidos a condições de anaerobiose (na ausência de oxigênio, que ocorre normalmente quando são enterrados) geram o gás metano (CH_4), um dos principais gases de efeito estufa, além de CO_2 e N_2O . As quantidades de CH_4 , CO_2 e N_2O emitidas variam em função do volume de lixo produzido, do conteúdo de matéria orgânica em sua composição e das condições de anaerobiose de sua disposição (se o local de disposição tem uma profundidade maior ou menor, por exemplo). O CH_4 é o principal gás emitido. O CO_2 tem origem biogênica e não tem impacto no clima, sendo novamente sequestrado no ciclo do carbono.

Atualmente, os resíduos sólidos urbanos do município são despejados em dois aterros controlados: CTR Gericinó, em Bangu, e Gramacho, no município de Duque de Caxias. Pelo princípio da responsabilidade, ainda que os resíduos sejam dispostos em um município vizinho, as emissões de GEE gerados pela sua disposição devem ser computados dentro das fronteiras deste estudo uma vez que são de responsabilidade da população da Cidade do Rio de Janeiro.

As quantidades de lixo produzidas na cidade, foram fornecidas pela Companhia Municipal de Limpeza Urbana da Cidade do Rio de Janeiro – COMLURB, distribuídas em resíduos domiciliares e públicos, associados à composição gravimétrica das 5 áreas de planejamento

(AP). Os resíduos industriais (classe II) são coletados por empresas privadas e encaminhados às estações de transferência de resíduos (ETRs) gerenciadas pela COMLURB, para em seguida serem encaminhados para a disposição, ou em aterros privados ou naqueles gerenciados pela COMLURB, razão pela qual a empresa possui os dados estatísticos para esse tipo de resíduo.

5.1.1. Premissas Adotadas para a Realização do Inventário de Resíduos Sólidos

A metodologia do IPCC (2006) recomenda que a contabilização das emissões de GEE em determinado ano seja o somatório das curvas da emissão de metano dos 50 anos anteriores. Porém, para este estudo foi adotado o período de 30 anos, em função da falta de dados para a série histórica desse período. Sendo assim, o Inventário de Emissões de GEE do município utilizou os dados do período 1975-2005, para calcular as emissões provenientes da disposição de resíduos em 2005. O período de 30 anos baseou-se também na metodologia adotada na Comunicação Nacional do Brasil à Convenção do Clima.

A metodologia de cálculo adotada foi o Método do Decaimento de Primeira Ordem, conforme consta do Manual do IPCC (2006), para estimar as emissões de CH₄ da disposição de resíduos em aterros e lixões ou ainda de resíduos industriais.

Para calcular a curva de emissões de metano nesse período os seguintes parâmetros foram considerados:

- ✓ De acordo com a COMLURB, 100% do lixo na CRJ é coletado. Em 2005 a coleta seletiva foi torno de 6.000 ton/ano (< 1%). A captura do biogás do Aterro de Gramacho só ocorre depois de 2005, e portanto não é considerada neste inventário.
- ✓ Produção *per capita* de geração de resíduos fornecido pela COMLURB para o período 1996-2005, conforme Tabela 19 abaixo. Em 2005, esse valor foi de 0,807 kg/hab/dia. A partir dos valores de 1996-2005 foi feito uma correlação com o PIB *per capita* para encontrar a tendência de crescimento para o período 1975-1994 (Tabela 20). A produção *per capita* de lixo é um parâmetro importante, pois uma vez multiplicado pela população do município, fornece a quantidade total de lixo que é gerado na CRJ a cada ano.

Tabela 19 – Produção Per Capita de Resíduos Urbanos (kg/hab.dia) – Dado COMLURB

1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0,719	0,744	0,765	0,794	0,824	0,832	0,852	0,813	0,805	0,807

Fonte: Autores.

Tabela 20 – Evolução da Produção Per Capita de RSU do Rio de Janeiro

Ano	Produção (kg/hab.dia)	Ano	Produção (kg/hab.dia)	Ano	Produção (kg/hab.dia)
1975	0,715	1985	0,740	1995	0,769
1976	0,717	1986	0,743	1996	0,719
1977	0,719	1987	0,746	1997	0,744
1978	0,721	1988	0,749	1998	0,765
1979	0,723	1989	0,752	1999	0,794
1980	0,725	1990	0,755	2000	0,824
1981	0,728	1991	0,758	2001	0,832
1982	0,731	1992	0,761	2002	0,852
1983	0,734	1993	0,763	2003	0,813
1984	0,737	1994	0,766	2004	0,805

Fonte: Autores.

- ✓ Composição gravimétrica – importante para determinar o percentual de matéria orgânica (principal componente do lixo que emite metano), ao longo do período. A gravimetria do lixo da Cidade do Rio de Janeiro foi fornecida pela COMLURB, para os anos 1981-2005. Em seguida foi feita uma correlação com o PIB *per capita* para identificar a tendência de crescimento tanto da matéria orgânica quanto dos outros componentes do lixo e assim identificar a tendência para o período 1975-1981 (Tabela 21).

Tabela 21 – Composição dos RSU, em Percentual de Peso por Volume (% kg/m³)

Ano	Material Orgânico (%)	Jardins (%)	Papel/Papelão (%)	Madeira (%)	Têxteis (%)
1975	37,57	3,94	34,39	0,26	2,27
1977	38,03	3,76	33,26	0,28	2,25
1979	38,52	3,60	32,16	0,29	2,23
1980	38,78	3,52	31,63	0,30	2,22
1981	35,10	3,64	41,72	1,09	3,35
1986	32,79	5,82	38,54	1,33	4,09
1989	41,58	2,51	31,54	0,91	2,66
1991	48,83	1,54	27,11	0,41	3,13
1993	41,02	5,49	23,95	1,17	5,11
1995	45,70	4,81	24,05	0,96	2,69
1996	49,13	2,46	22,26	0,53	2,66
1997	49,22	3,04	21,08	0,76	1,98
1998	48,58	1,97	22,21	0,68	2,13
1999	50,08	0,72	21,85	0,18	0,89
2000	51,36	1,91	19,77	0,44	1,79
2001	51,71	1,50	18,71	0,44	1,38
2002	56,03	0,60	18,78	0,38	1,36
2003	53,05	2,34	16,06	0,66	2,10
2004	59,73	2,12	12,48	1,92	1,78
2005	60,78	1,06	13,51	1,51	1,80

Fonte: Comlurb (2010)

- ✓ Para a estimativa dos resíduos industriais, foi utilizada a correlação de sua série histórica (fornecida pela COMLURB para o período 1995-2009) com o PIB industrial no período, uma vez que sua produção depende da quantidade de atividade econômica do setor. Os valores podem ser vistos na Tabela 22.

Tabela 22 – Evolução da Produção de RSI do Rio de Janeiro

Ano	Produção (10 ³ t/ano)	Ano	Produção (10 ³ t/ano)	Ano	Produção (10 ³ t/ano)
1975	9,1	1985	14,7	1995	23,8
1976	9,6	1986	15,5	1996	11,8
1977	10,0	1987	16,2	1997	6,6
1978	10,5	1988	17,0	1998	17,2
1979	11,0	1989	17,8	1999	26,7
1980	11,6	1990	18,7	2000	15,8
1981	12,2	1991	19,6	2001	18,2
1982	12,8	1992	20,6	2002	27,2
1983	13,4	1993	21,6	2003	58,7
1984	14,0	1994	22,7	2004	76,0

Fonte: Autores.

5.1.2. Apresentação das Emissões de GEE do Setor de Resíduos Sólidos

Com a aplicação dos dados acima no Método de Decaimento de Primeira Ordem, chegamos ao total de emissões dos resíduos sólidos do Município do Rio de Janeiro de 75,0 GgCH₄, ou 1.574,2 GgCO₂eq em 2005. Na Tabela 23 e na Figura 7 são apresentados os resultados totais das emissões de resíduos sólidos no Município do Rio de Janeiro.

Tabela 23 – Emissão de GEE por Tipo de Resíduo

Resíduo	CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	CO ₂ eq (Gg)
RSU	75,0	0	1.574,2
RSI	1,5	0	30,4
TOTAL	76,5	0	1.604,5

Fonte: Autores.

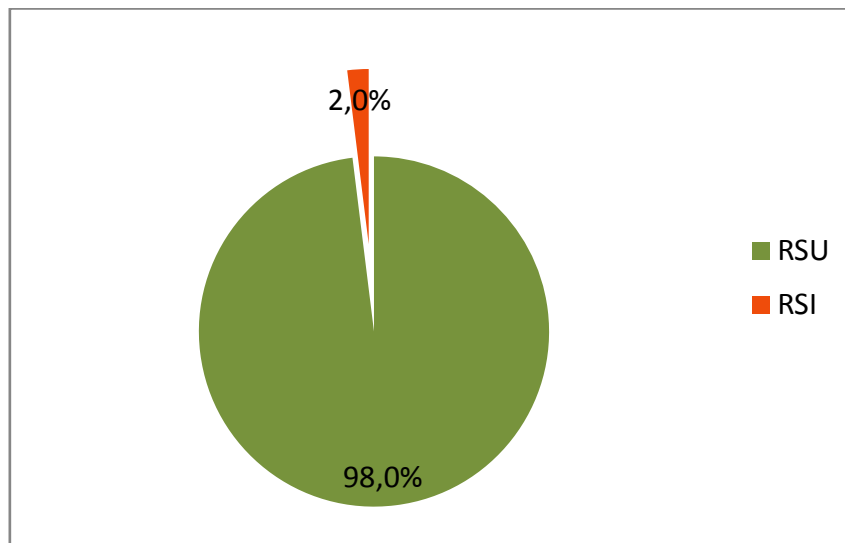


Figura 7 – Emissão de GEE por tipo de resíduo sólido no Município do Rio de Janeiro (Gg CO₂eq)

5.2. Esgotos Domésticos e Comerciais e Efluentes Industriais

Os esgotos domésticos e os efluentes industriais, principalmente aqueles que em sua composição apresentam uma grande quantidade de carga orgânica, são fontes de emissão de CH₄ quando tratados ou dispostos anaerobicamente. São, também, fontes de N₂O que pode ser produzido através da decomposição de compostos nitrogenados. As emissões de CO₂ não são consideradas uma vez que são de origem biogênica.

Estas águas residuais podem ser tratadas ou dispostas sem tratamento no local de origem, podem ser coletadas e levadas a uma estação de tratamento ou, mesmo, dispostas sem tratamento nas proximidades de onde são produzidas ou longe destes locais, como é o caso daquelas que são lançadas em corpos hídricos por emissários.

O Quadro 3, a seguir, apresenta uma síntese das fontes de emissão e respectivos GEEs provenientes dos esgotos e efluentes.

Quadro 3 – Potencial de Emissões de CH₄ e N₂O de Tratamento Esgotos e Efluentes Industriais

Tipos de Tratamento e Disposição		Potencial de Emissões de CH ₄ e N ₂ O		
Coletado	Sem Tratamento	Lançamento em rios	Rios e lagos estagnados podem apresentar condições de anaerobiose e produzir metano. Rios, lagos e estuários são fontes prováveis de N ₂ O.	
		Coletores (fechados e subterrâneos)	Não são fontes de CH ₄ e N ₂ O	
		Céu aberto	Coletores de esgotos, valas e canais parados e saturados são fontes significativas prováveis de CH ₄ .	
	Com Tratamento	Tratamento Aeróbico	ETEs aeróbicas	Podem produzir quantidades limitadas de CH ₄ em bolsões anaeróbicos e quando mal projetadas ou mal dimensionadas. ETEs com sistemas avançados de remoção de nutrientes (nitrificação e denitrificação) são fontes de N ₂ O.
			Tratamento anaeróbico de lodo em ETEs aeróbicas	O lodo pode ser uma fonte significativa de CH ₄ se o CH ₄ não for recuperado e queimado.
		Tratamento Anaeróbico	Lagoas aeróbicas rasas	Fonte improvável de CH ₄ e N ₂ O. Sistemas mal projetados ou mal operados produzem CH ₄ .
			Lagoas anaeróbicas	Fonte provável de CH ₄ . Não é fonte de N ₂ O
			Reatores anaeróbicos	Podem ser fonte significativa de CH ₄ se o CH ₄ não for recuperado e queimado.
	Sem Coleta	Fossas sépticas	Remoção frequente de sólidos reduz as emissões de CH ₄ .	
		Latrinas abertas	Provável fonte de CH ₄ quando a temperatura e tempo de retenção são favoráveis.	
Lançamentos em rios		Ver acima.		

Fonte: IPCC (2006)

5.2.1. Apresentação das Emissões de GEE para Esgotos Domésticos e Comerciais e Efluentes Líquidos

A Tabela 24 a seguir apresenta as emissões totais estimadas de GEE para cada forma de destinação do esgoto/efluente doméstico e comercial produzido no município do Rio de Janeiro.

Tabela 24 – Estimativa do Total de Emissões em Relação às Diferentes Destinações dos Esgotos/Efluentes Domésticos e Comerciais no Município do Rio de Janeiro

Destinação	Emissões líquidas de metano (Gg CO ₂ eq)	Emissões de N ₂ O (Gg CO ₂ eq)	Emissões totais de GEE (Gg CO ₂ eq)
ETE	435,25	-	435,25
Fossa	22,62	28,66	51,28
Outros	64,17	108,4	172,57
Total	522,04	137,06	659,1

Fonte: Autores.

A Tabela 25 apresenta as emissões totais de GEE dos esgotos/efluentes domésticos e comerciais e dos efluentes industriais do Município do Rio de Janeiro. A Figura 8 apresenta as relações percentuais entre estas emissões.

Tabela 25 – Emissões Totais dos Gases de Efeito Estufa dos Efluentes Líquidos Produzidos no Município do Rio de Janeiro

	Emissões líquidas de metano (Gg CO ₂ eq)	Emissões de N ₂ O (Gg CO ₂ eq)	Emissão total de GEEs (Gg CO ₂ eq)
Esgotos/efluentes domésticos e comerciais	522,04	137,06	659,1
Efluentes Industriais	108,81		108,81
Emissões totais (Gg CO₂eq)	630,85	137,06	767,91

Fonte: Autores.

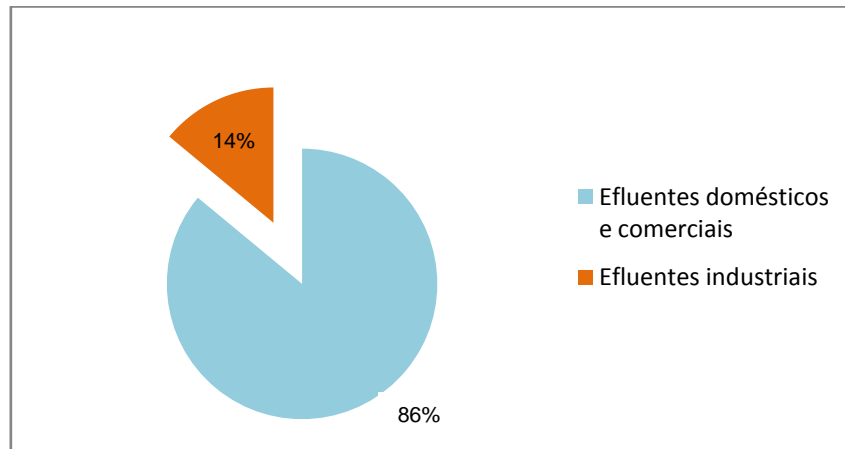


Figura 8 – Emissões Totais de GEE dos Esgotos/Efluentes Domésticos e Comerciais e dos Efluentes Industriais (Gg CO₂eq)

5.3. Consolidação dos Resultados do Setor de Resíduos

A Tabela 26 apresenta as emissões totais de GEE do Setor de Tratamento de Resíduos do Município do Rio de Janeiro, por tipo de resíduo, tipo de gás e em dióxido de carbono equivalente.

Tabela 26 – Emissões de GEE do Setor de Tratamento de Resíduos

Total da Cidade do Rio de Janeiro	Metano (GgCH ₄)	Metano (GgCO ₂ eq)	Óxido Nitroso (tN ₂ O)	Óxido Nitroso (GgCO ₂ eq)	Emissão Total de GEE (GgCO ₂ eq)
Resíduos Sólidos Urbanos	75,00	1.574,2			1.574,2
Resíduos Sólidos Industriais	1,50	30,4			30,4
Total – Resíduos Sólidos	76,50	1.604,5			1.604,5
Esgotos Domésticos e Comerciais	24,9	522,0	443,0	137,1	659,1
Efluentes Industriais	5,2	108,8			108,8
Total – Efluentes Líquidos	30,0	630,8	443,0	137,1	767,9
Total Geral do Setor de Resíduos	106,5	2.235,3	443,0	137,1	2.372,4

Fonte: Autores a partir de IPCC (2006), COMLURB (2005), IPP (2005), CEDAE (2005)

Pode-se concluir, dos resultados obtidos, que o gerenciamento do setor de resíduos sólidos e líquidos no Município do Rio de Janeiro em 2005 foi responsável pela emissão de cerca de **2.372,4 GgCO₂eq.**

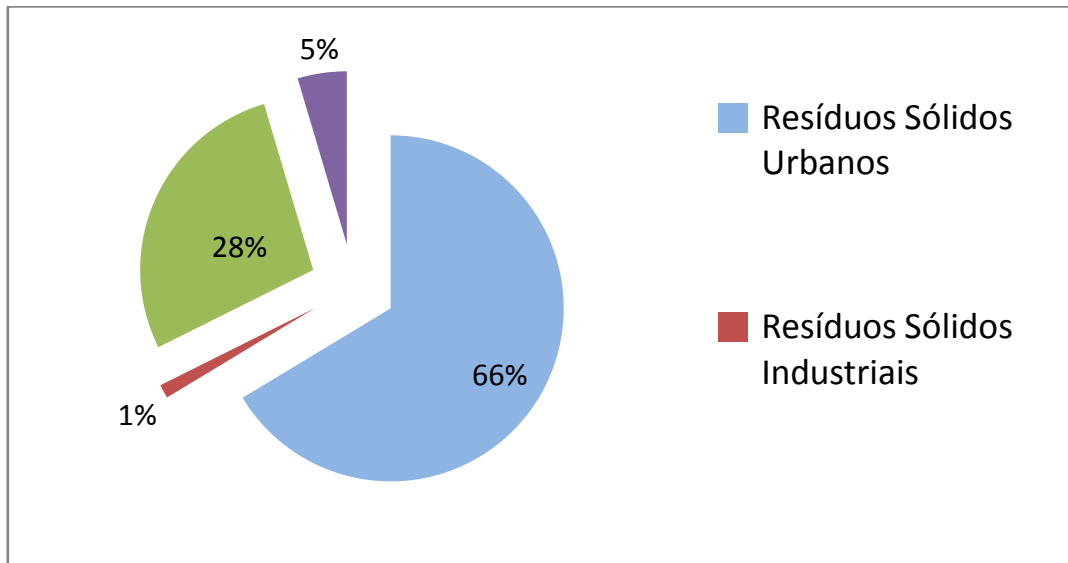


Figura 9 – Participação nas Emissões de GEE do Setor de Resíduos Sólidos (Gg CO₂eq)

6. CONSOLIDAÇÃO DOS RESULTADOS DO INVENTÁRIO

6.1. Totalização do Inventário de Emissões de GEE da Cidade do Rio de Janeiro

Na Tabela 27 a seguir, encontram-se os valores totais obtidos no Inventário de Emissões dos Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro. Os valores estão contabilizados por fontes de emissão e por cada gás, sendo que o somatório encontra-se em dióxido de carbono equivalente.

Tabela 27 – Emissões Totais de GEE do Município do Rio de Janeiro, em 2005

Setor	GgCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	GgCO ₂ eq
ENERGIA	8.242,9	5.480,6	344,9	8.348,9
Transporte	5.312,8	2.883,7	338,2	5.478,2
Rodoviário	4.235,4	2.875,2	308,1	4.391,3
Aéreo	1.053,5	7,4	29,8	1.062,9
Ferrovário	13,4	0,1	---	13,4
Hidroviário	10,5	1,0	0,3	10,6
Residencial + Comercial	1.113,8	15,8	2,0	1.114,8
Residencial	794,9	11,6	1,4	795,6
Comercial	318,9	4,2	0,6	319,2
Público e outros	210,6	10,4	2,0	210,9
Industrial	1.415,0	24,7	2,7	1.416,4
Total Energia (sem Bunker, emissões fugitivas, refino)	8.052,2	2.934,6	344,9	8.220,3
Emissões Fugitivas Gás Natural	0,1	2.546,0	---	53,6
Refino de Petróleo*	75,0	---	---	75,0
Bunker	526,4	4,3	14,9	531,1
Total Energia com Bunker	8.653,7	5.484,9	359,8	8.880,0
IPPU	401,1	0,4		409,8
Produção de vidro	13,9	---	---	13,9
Produção de metanol	89,5	0,4	---	98,2
Produção de aço	130,6	---	---	130,6
Produção de alumínio	150,4	---	---	150,4
Uso de lubrificantes	16,7	---	---	16,7
Uso de parafinas	0,1	---	---	0,1

Setor	GgCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	GgCO ₂ eq
AFOLU	205,6	535,0	12,3	220,6
Uso do Solo	203,4	---	---	203,4
Fermentação Entérica	---	514,8	---	10,8
Manejo de Dejetos	---	19,8	11,1	3,8
Queima da Cana-de-açúcar	---	0,4	0,0	0,0
Uso de Fertilizante Nitrogenado	---	---	1,2	0,4
Uso de Calcário e Dolomita	2,1	---	---	2,1
Uso de Ureia	0,0	---	---	0,0
RESÍDUOS	—	106.600,0	443,0	2.372,5
Resíduos Sólidos Urbanos	---	75.000,0	---	1.574,2
Resíduos Sólidos Industriais	---	1.500,0	---	30,4
Total– Resíduos Sólidos		76.500,0		1.604,6
Esgotos Domésticos e Comerciais	---	24.900,0	443,0	659,1
Efluentes Industriais	---	5.200,0	---	108,8
Total– Efluentes Líquidos	---	30.100,0	443,0	767,9
Total Geral	8.734,0	112.616,0	800,2	11.351,9
Emissão Per capita (tCO₂ / hab)	---	---	---	1,9

Fonte: Autores.

Nota: "0" representa um valor não nulo arredondado para zero.

Conforme podemos ver pela Figura 10, o setor mais emissor é energia, com 73%, seguido de resíduos com 21%. De acordo com as projeções do Instituto Pereira Passos, a população considerada em 2005 foi de 5.894.349 habitantes.

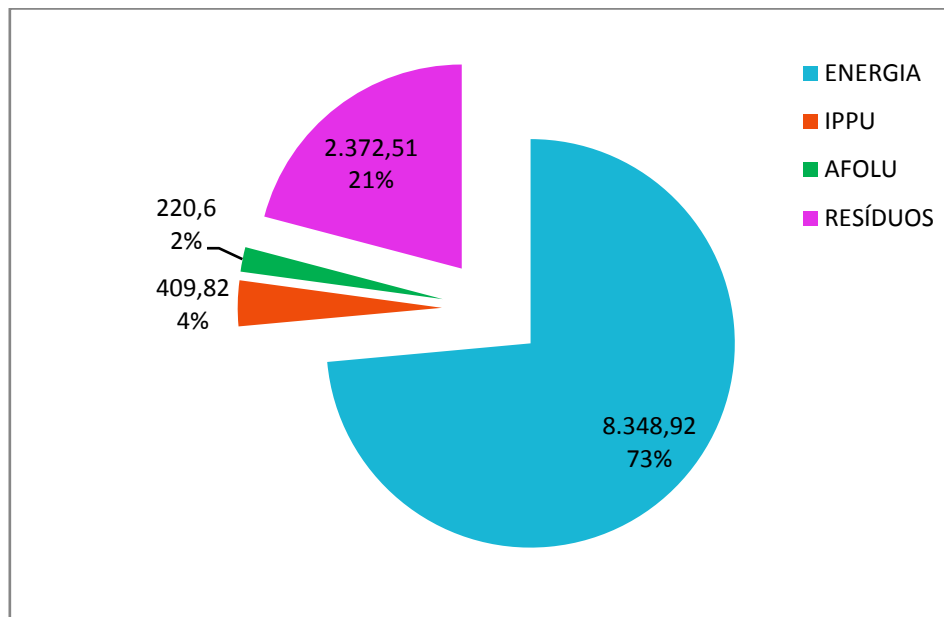


Figura 10 – Emissões de GEE, por Setor, na Cidade do Rio de Janeiro (Gg CO₂eq)

Abrindo-se pelas principais fontes, conforme mostra a Figura 11, podemos observar que os setores que mais emitem são transporte rodoviário, que sozinho é responsável por 39% das emissões e resíduos sólidos com 14%. Vale observar que um dos objetivos de um inventário de emissões é identificar os setores chaves, que mais contribuem para as emissões de GEE. No caso municipal é também importante identificar os setores onde o poder público municipal pode intervir mais facilmente no âmbito do planejamento, para implementação de ações de mitigação de emissões. Resíduos e transporte rodoviário atendem aos dois critérios. Embora o setor industrial atinja um percentual significativo das emissões do município (12%), esse segmento possui especificidades outras e estão sujeitos a outras esferas de planejamento institucionais e governamentais, e mesmo que o município possa contribuir, não depende diretamente de seu processo de decisão.

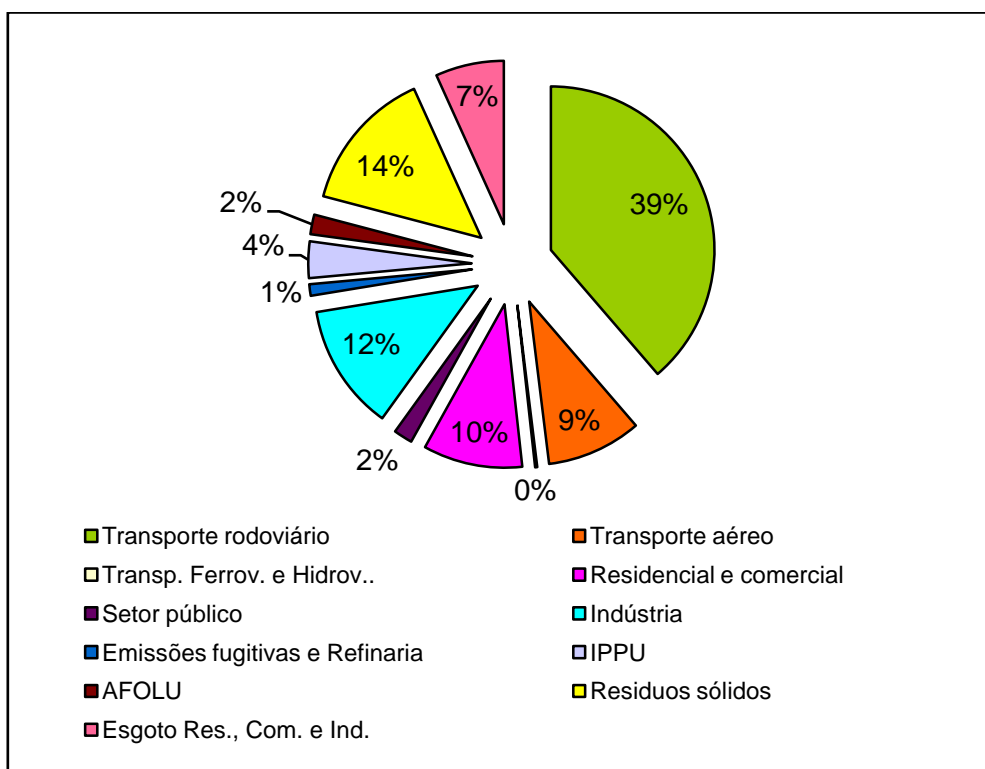


Figura 11 – Participação dos Setores nas Emissões de GEE (Gg CO₂eq)

6.2. Comparação das Emissões de GEE para os Anos de 1996, 1998 e 2005

De forma a permitir a construção de uma curva coerente de tendência das emissões de GEE no município, entre o inventário passado, de 1996 e 1998 e o atual de 2005, foram revisitados, onde possível, os valores constantes do Primeiro Inventário da Cidade do Rio de Janeiro, adaptando-se a metodologia (antes baseada no IPCC 1996) para a utilizada neste inventário. A Tabela 28 apresenta as emissões consolidadas entre os anos de 1996, 1998 e 2005, para os setores de Energia e Resíduos. Para IPPU e AFOLU não foi possível fazer a atualização.

Tabela 28 – Emissões Consolidadas entre os Anos de 1996, 1998 e 2005

	1996 Gg CO ₂ eq	%	1998 Gg CO ₂ eq	%	2005 Gg CO ₂ eq	%
ENERGIA	8.192,5	81,6%	9.006,02	82,1%	8.348,9	73,5%
Transporte total	4.726,6	47,1%	5.021,4	45,8%	5.478,2	48,3%
Transporte Rodoviário	3.879,0	38,6%	4.157,0	37,9%	4.391,3	38,7%
Transporte Aéreo	847,6	8,4%	864,4	7,9%	1.062,9	9,4%
Transporte Ferroviário	---		---		13,4	0,1%
Transporte Hidroviário	---		---		10,6	0,1%
Residencial +Comercial	1.382,0	13,8%	1.516,0	13,8%	1.114,8	9,8%
Residencial	952,8	9,49%	1.062,5	9,68%	795,6	7,01%
Comercial	429,2	4,27%	453,5	4,13%	319,2	2,81%
Público e outros	176,0	1,8%	201,4	1,8%	210,9	1,9%
Industrial	1.068,9	10,6%	1.748,6	15,9%	1.416,4	12,5%
Refino do Petróleo	105,0	1,0%	107,0	1,0%	75,0	0,7%
Emissões Fugitivas	734,0	7,3%	411,6	3,8%	53,6	0,5%
IPPU	73,0	0,7%	---		409,8	3,6%
AFOLU	201,4	2,0%	268,6	2,4%	220,5	1,9%
RESÍDUOS	1.576,0	15,7%	1.699,4	15,5%	2.372,5	20,9%
Resíduos Sólidos Urbanos	712,5	7,1%	937,2	8,5%	1.580,3	13,9%
Resíduos Industriais	6,4	0,1%	6,2	0,1%	24,3	0,2%
Esgoto doméstico/comercial	730,8	7,3%	667,5	6,1%	659,1	5,8%
Efluentes industriais	126,3	1,3%	88,6	0,8%	108,8	1,0%
Total Geral	10.043,0	100,0%	10.974,0	100,0%	11.351,7	100,0%

6.3. Comparação do Resultado com Outros Inventários

Para se ter um parâmetro da magnitude das emissões da Cidade do Rio de Janeiro, os valores da Tabela 29, a seguir, permitem que se comparem as emissões do município do Rio de Janeiro e de outras localidades em termos de emissões *per capita*. Os cálculos foram feitos considerando-se a população da cidade de 2005 (IBGE) que era de 5.894.349 habitantes.

Tabela 29 – Emissões *Per capita* – Estado do Rio de Janeiro e Outras Localidades (tCO₂eq/hab.)

Localidades	Emissões <i>per capita</i> t CO ₂ eq/habitante	Ano	Gases Considerados
Cidade do Rio de Janeiro	1,9	2005	CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O
Brasil*	9,4	1994	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Estado do Rio de Janeiro	4,5	2005	CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O
Estado de Minas Gerais	6,38	2005	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFCs, PFCs e SF ₆
Cidade do Rio de Janeiro**	2,3	1998	CO ₂ e CH ₄
Cidade de Los Angeles (USA)***	9,3	1990	Sem informação
Cidade de Roma (Itália)***	5,2	1993	Sem informação
Estados Unidos****	23,4	2003	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFCs, PFCs e SF ₆
União Européia*****	11,0	2003	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFCs, PFCs e SF ₆

*Fonte: Comunicação Nacional (MCT, 2004)

**Fonte: CentroClima/COPPE/UFRJ – não inclui as emissões de processos industriais

*** Fonte: ICLEI

**** Fonte: Globalis

***** Fonte: Agência Ambiental Européia

Pode-se observar que as emissões do município são 1,9 tCO₂ eq por habitante estando abaixo de emissões de cidades como Los Angeles, nos EUA e Roma, na Itália.

6.4. Incertezas das Estimativas

Todo inventário traz um grau de incerteza, tendo em vista tratar-se de estimativas e não de medições. Portanto, os valores das emissões da Cidade do Rio de Janeiro estão sujeitas a incertezas, seja pela imprecisão dos dados básicos, seja pelo uso de fatores *default* no que se refere aos demais valores utilizados.

A própria análise da imprecisão das estimativas é pouco objetiva, uma vez que para torná-la precisa, para cada item analisado, seria necessário fazer uma avaliação pormenorizada, reduzindo as incertezas. Isto é inviável no curto prazo e irrelevante na extensão dos itens analisados, porque o inventário é um instrumento de planejamento e identifica atividades econômicas que merecem estudo mais detalhado, posteriormente, sobre as possibilidades de mitigação de emissões.

As incertezas associadas a cada valor encontrado são, se analisadas em conjunto com a magnitude dos valores encontrados, uma indicação de onde pode haver uma oportunidade de se investir em base de dados e aumento do conhecimento dos processos que originam as emissões de GEE e remoções de dióxido de carbono.

A avaliação, apresentada na Tabla 30, atribui os graus alto, médio e baixo às incertezas sobre cada item analisado, no que se refere à base de dados e aos demais fatores utilizados, sua adequação à estimativa realizada para cada gás, de acordo com possibilidades correntes de aprimoramento do conhecimento.

Tabela 30 – Avaliação das Incertezas

Setor	Gg CO ₂	t CH ₄	t N ₂ O
ENERGIA			
Residencial (Energia)	Baixo	Médio	Médio
Comercial (Energia)	Baixo	Médio	Médio
Público (Energia)	Baixo	Médio	Médio
Agropecuário (Energia)	Baixo	Médio	Médio
Transportes – Total			
Rodoviário	Baixo	Médio	Médio
Ferroviário	Baixo	Médio	Médio
Aéreo	Baixo	Médio	Médio
Hidroviário	Baixo	Médio	Médio
Industrial – Total (Energia)			
Indústria	Baixo	Médio	Médio
IPPU			
Minerais não Metálicos			
Produção de Cimento	Baixo	n.a.	n.a.
Produção de Cal	Alto	n.a.	n.a.
Cerâmica	Alto	n.a.	n.a.
Indústria Química			
Produção de Carbetos de Cálcio	Baixo	Baixo	n.a.
Produção de Carbetos de Silício	Baixo	Baixo	n.a.
Minerais Metálicos			
Produção de Ferro -LIGAS	Baixo	Baixo	n.a.
Produção de Alumínio	Baixo	n.a.	Baixo
AFOLU			
Uso do Solo	Médio	n.a.	n.a.
Fermentação Entérica (Pecuária)	n.a.	Baixo	n.a.
Manejo de Dejetos (Pecuária)	n.a.	Baixo	Baixo
Cultivo Arroz (Agricultura)	n.a.	Médio	n.a.
Queima da Cana-de-Açúcar (Agricultura)	n.a.	Baixo	Baixo
Uso de Fertilizante Nitrogenado (Agricultura)	n.a.	n.a.	Alto
Uso de Calcário e Dolomita (Agricultura)	Alto	n.a.	n.a.
Resíduos			
Resíduos Sólidos Urbanos	n.a.	Baixo	Baixo
Resíduos Sólidos Industriais	n.a.	Grande	n.a.
Esgotos Domésticos e Comerciais	n.a.	Médio	Baixo
Efluentes Industriais	n.a.	Médio	Baixo

Fonte: Autores a partir do Guia IPCC 2006 – n.a = não se aplica

II. Cenários de Emissões dos Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro 2005-2025

1. ASPECTOS METODOLÓGICOS NA CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS

A elaboração de cenários tem como finalidade o auxílio no processo de planejamento de forma a subsidiar ações que tenham um impacto nas políticas públicas e estratégias de governo. São ferramentas que auxiliam no entendimento de um “potencial de futuro” para que os tomadores de decisão possam, sob incertezas, decidir os caminhos e ações necessárias no longo prazo.

A construção da base de um cenário prospectivo passa por várias fases, entre elas: a delimitação do sistema estudado, o diagnóstico da situação atual e o exame de sua evolução passada. A partir da construção desta base, inicia-se a parte prospectiva propriamente dita, subdividida nas seguintes fases: a elaboração de um cenário tendencial e de cenários contrastados (alternativos).

No caso de Cenários de Emissões dos Gases de Efeito Estufa, a finalidade é a identificação das emissões futuras (cenário de linha de base, tendencial), e identificação e quantificação das ações de mitigação (cenários alternativos), considerando diversas estratégias.

A Figura 12, a seguir, representa a quantificação das emissões de GEE que pode ser estimada e respectivas reduções que podem ser obtidas com a adoção dos cenários alternativos, quando comparados ao cenário de linha de base.

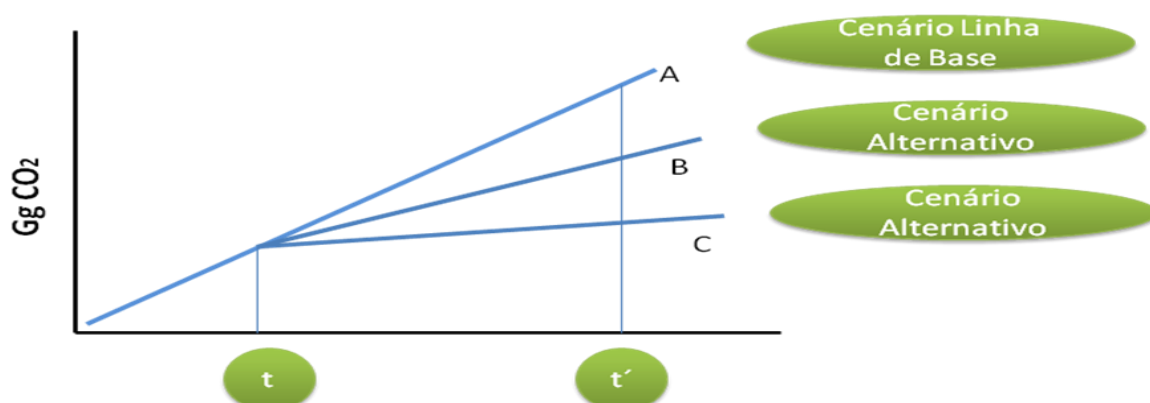


Figura 12 – Esquema para estimativas de redução de emissões por diferentes cenários (t = emissões inventariadas no ano t; t' = qualquer tempo futuro)

Portanto, a partir do diagnóstico da situação presente, neste caso, o levantamento das emissões dos gases de efeito estufa do município para o ano de 2005, realizou-se uma série de análises das ações e medidas de mitigações possíveis no âmbito do município para identificar os cenários futuros possíveis de redução de emissões dos gases de efeito estufa. Sendo assim, foram estabelecidos três cenários para o período 2005-2025: um cenário de linha de base, denominado de Cenário A, e dois cenários alternativos, denominados Cenário B e Cenário C, conforme abaixo.

Cenário A (cenário de linha de base) – é o cenário tendencial, que considera que as emissões de GEE continuarão a seguir a tendência apresentada pelos inventários de 1996, 1998 e 2005. Compreende as emissões de responsabilidade do município do Rio de Janeiro que poderiam ocorrer na ausência de políticas e projetos municipais a partir do ano-base 2005.

Cenário B – apresenta o potencial de redução de emissões dos gases de efeito estufa com a implantação de políticas e projetos que já fazem parte do planejamento e das iniciativas da Prefeitura do Rio isoladamente ou em conjunto com outras esferas de governo.

Cenário C – Demonstra o potencial de redução de emissões dos gases de efeito estufa de políticas e projetos apontados pelo governo como viáveis e desejáveis, mas que ainda estão em fase de planejamento ou de estudos e análises, Também nesse cenário são incluídas algumas ações do cenário B, em maior amplitude, de forma a avaliar o impacto de ações, que embora já façam parte do planejamento, possam ser aplicadas em maior intensidade.

1.1. Estrutura e Delimitação dos Cenários

Os cenários setoriais, em sua maioria, são dependentes das estimativas que se façam sobre crescimento populacional e econômico. Essas hipóteses servem de parâmetros para o desenvolvimento quantitativo dos cenários setoriais, conforme explicado a seguir. A exceção são os cenários de AFOLU, que neste estudo, utilizou dados históricos, próprios das atividades, para a projeção dos cenários alternativos.

Os setores dos cenários foram baseados na estrutura do inventário, conforme a seguir:

- Uso de Energia
 - Setor de Transportes
 - Setor Residencial, Comercial e Industrial
- Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU)
- Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU)
- Resíduos Sólidos
- Esgotos Domésticos e Comerciais e Efluentes Industriais

1.1.1. População

Para o cálculo da projeção da população do Município do Rio de Janeiro utilizou-se o estudo Tendências Demográficas do Município do Rio de Janeiro (BELTRÃO *et al.*, 2004). Esse estudo, realizado pelo Instituto Pereira Passos, fez uma projeção populacional de 2000 a 2020. Para estimar a população no período de 2020 até 2025, foi utilizada a taxa de crescimento populacional calculado para 2020.

As taxas de crescimento adotadas para a projeção do período 2008-2025 tiveram como base uma população de 5.894.349 em 2005. As taxas de crescimento populacional utilizadas para cada período são apresentadas na Tabela 31.

Tabela 31 – Taxa de Crescimento Populacional

Período	Taxa de crescimento populacional (%)
2006-2010	0,26
2011-2015	0,38
2016-2020	0,48
2021-2025	0,48

As premissas e considerações adotadas para a projeção populacional foram:

- Assumiu-se que a Taxa de Fecundidade Total (TFT) se manterá constante, conforme observado no período 1991-2000;
- A projeção da mortalidade para o Município foi baseada nas tendências de queda observadas entre 1980 e 2000. Para as probabilidades de morte por sexo e idades quinquenais foi feita uma única hipótese de projeção;
- Trabalhou-se com as taxas de imigração e emigração em separado para calcular, posteriormente, o saldo total das trocas entre o município e o resto do país;
- Para obter a população imigrante, foi realizada, primeiramente, uma projeção para a população brasileira.

Assumiu-se que as taxas de imigração e de emigração apresentariam no período 2000-2020 a mesma variação observada em 1991-2000. Além disso, a variação seria distribuída proporcionalmente ao longo do tempo. Para a população feminina, assumiu-se que estas taxas a partir dos 35 anos não variariam.

1.1.2. Produto Interno Bruto

Para o cálculo da taxa de crescimento do PIB municipal, utilizaram-se os valores apresentados pelo Instituto Pereira Passos. A taxa de crescimento adotada para a projeção do período 2008-2025 foi de 4,92% a.a, e teve como premissas e considerações:

- O fato de que no período 1999-2007, o município do Rio de Janeiro, juntamente com Duque de Caxias, Campos, Niterói e São Gonçalo, destacou-se na liderança das participações no PIB do Estado;
- A maior participação do interior em relação à capital – a participação da capital caiu de 57% para 47% entre 1999-2007, enquanto que o interior registrou um aumento de 10%, atingindo 53%. Dos dez municípios do interior que contribuíram para esse aumento, nove têm atividades relacionadas com a exploração do petróleo;

- O fato de que o setor de serviços nos últimos 9 anos foi o maior responsável pela formação do PIB do município do Rio de Janeiro – em 1999 esse setor correspondia à 83% do valor adicionado bruto e em 2007 à 87%.
- A composição do PIB do município do Rio de Janeiro, que é fortemente impactado pelo valor adicionado do setor de serviços, considerando as receitas futuras dos *royalties* do pré-sal.
- A Copa do Mundo tem previsão de adicionar no período 2010-2014 cerca de R\$ 987,4 milhões ao PIB do município, o que corresponde a 0,5% quando comparado ao PIB estimado de 2010 de aproximadamente R\$ 185,2 bilhões.
- As Olimpíadas, que têm como previsão o impacto no PIB de R\$ 22 bilhões até 2016, e de 27 bilhões no período 2017 e 2027, sendo a Cidade do Rio de Janeiro a principal cidade a receber essas movimentações econômicas.
- Embora o PIB do município do Rio de Janeiro cresça a uma taxa menor que o PIB do estado, o fluxo de investimento previsto em função da Copa do Mundo de 2014 e das Olimpíadas em 2016 será maior no município do que no restante do Estado. Portanto, essas duas tendências tendem a contrabalançar, e sendo assim é razoável assumir que a taxa de crescimento do PIB municipal será próxima a do PIB estadual.

Portanto, foi utilizado o PIB do Estado do Rio de Janeiro como *proxy* para a taxa de crescimento do município, alcançando-se o valor de 4,92% a.a.

A Tabela 32 apresenta a consolidação do cenário socioeconômico e apresenta o cálculo do PIB *per capita* do município. Este é um importante parâmetro, pois uma maior renda *per capita* certamente levará a um maior consumo em geral, e de energia, em particular, e dependendo do tipo de energia usada (ou de sua eficiência de uso) levará a uma maior ou menor emissão em alguns dos cenários a serem construídos.

Tabela 32 – Consolidação do Cenário Socioeconômico

Ano	PIB a preços de mercado (R\$ milhões)	População	PIB <i>per capita</i>	Ano	PIB a preços de mercado (R\$ milhões)	População	PIB <i>per capita</i>
1999	72.106	5.806.642	12.418	2013	186.170	6.039.546	30.825
2000	76.731	5.882.295	13.044	2014	195.329	6.062.540	32.219
2001	82.601	5.865.191	14.083	2015	204.939	6.085.534	33.676
2002	91.063	5.872.481	15.507	2016	215.022	6.115.329	35.161
2003	95.751	5.879.770	16.285	2017	225.601	6.145.124	36.712
2004	112.675	5.887.060	19.139	2018	236.701	6.174.919	38.333
2005	117.772	5.894.349	19.980	2019	248.347	6.204.714	40.025
2006	128.026	5.909.592	21.664	2020	260.565	6.234.509	41.794
2007	139.559	5.924.834	23.555	2021	273.385	6.264.434	43.641
2008	146.426	5.940.077	24.650	2022	286.836	6.294.504	45.569
2009	153.630	5.955.320	25.797	2023	300.948	6.324.717	47.583
2010	161.188	5.970.562	26.997	2024	315.755	6.355.076	49.685
2011	169.119	5.993.557	28.217	2025	331.290	6.385.580	51.881
2012	177.440	6.016.551	29.492	---	---	---	---

¹ Inclui a Administração Pública.

Fonte: Instituto Pereira Passos, 2010

Além do PIB *per capita*, um outro parâmetro também importante para os Cenários, a ser utilizado no Setor de Processos Industriais (IPPU) e no setor industrial é o PIB industrial do município. A Figura 13 apresenta os valores calculados a partir do dado disponível para 2007 (último dado disponível). O PIB industrial anterior à 2007 e para o período 2008-2025 segue a mesma correlação observada em 2007 com o PIB municipal.

A Figura 13 apresenta a projeção do PIB industrial.

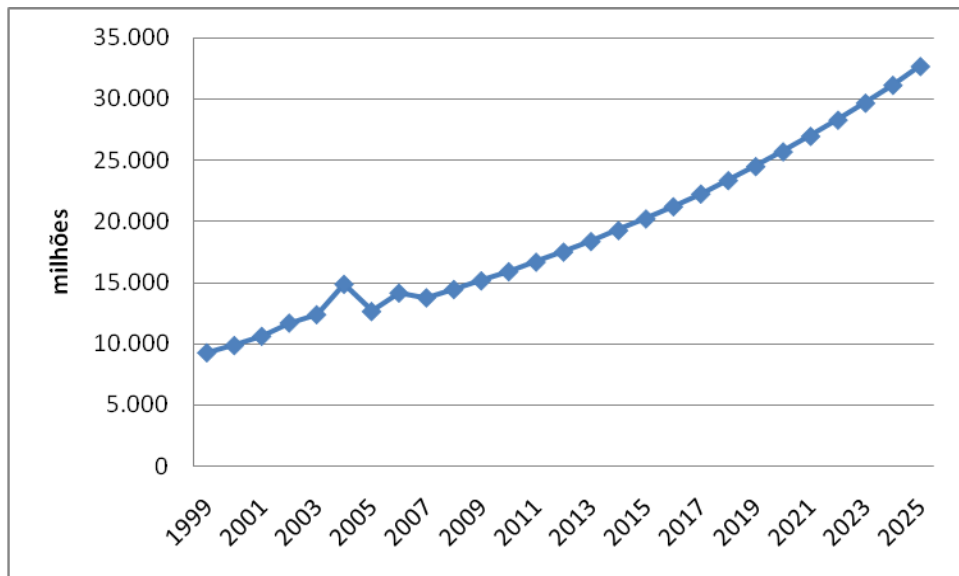


Figura 13 – Crescimento do PIB Industrial do Município do Rio de Janeiro

2. AÇÕES E MEDIDAS DE MITIGAÇÃO DE EMISSÕES DE GEE CONSIDERADAS NOS CENÁRIOS

2.1. Setor de Energia

Os cenários do Setor de Energia se dividem em dois grupos: Fontes Móveis (setor de transportes) e Fontes Fixas (demais setores).

O setor de transportes é responsável por uma grande parcela das emissões dos gases de efeito estufa (GEE) da Cidade do Rio de Janeiro. Entretanto, esse setor apresenta, ao mesmo tempo, diversas possibilidades de redução do uso da energia (e consequente redução das emissões de GEE), como os sistemas de BRTs (*Bus Rapid Transit*), ampliação da rede de metrô e trens, favorecendo assim a troca de modal do transporte rodoviário para o ferroviário e substituição de combustíveis. Esse setor pode ser dividido em quatro diferentes modais: rodoviário, aeroviário, ferroviário e hidroviário, sendo os dois últimos os mais eficientes, tanto em termos de consumo de combustíveis como em relação à emissão dos gases de efeito estufa.

Neste setor, o Cenário B incorpora medidas que segundo a prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, deverão ser colocadas em prática, em sua grande maioria, até 2016. O Cenário C considera que todas as medidas do cenário B foram implementadas com sucesso, e que a prefeitura da cidade continuará os investimentos entre os anos de 2016 e 2025, na busca por um setor de transportes mais racional e eficiente.

Para fontes fixas, as emissões de GEE não são muito significativas para os setores residencial, comercial e público, uma vez que a maior parte do consumo energético é proveniente da eletricidade, que possui um baixo fator de emissão, em função das características do parque elétrico brasileiro, predominantemente hídrico. A exceção é o setor industrial, que apresenta uma emissão significativa, devida ao consumo de gás natural. No entanto, neste setor a prefeitura do Rio não pode intervir diretamente, uma vez que as políticas públicas para a redução e mitigação de emissões na indústria faz parte do escopo de outras esferas governamentais.

As Tabela 33 e 34 apresentam as ações e medidas consideradas nos Cenários B e C.

Tabela 33 – Medidas de Mitigação de GEE Propostas nos Cenários B e C – Setor de Transportes

CENÁRIO B	CENÁRIO C
BRT – TransCarioca (380 mil pass/dia)	BRT – TransCarioca (380 mil pass/dia)
BRT – TransOeste (150 mil pass/dia)	BRT – TransOeste (150 mil pass/dia)
BRT – TransOlímpica (100 mil pass/dia)	BRT – TransOlímpica (100 mil pass/dia)
2ª Fase TransCarioca (150 mil pass/dia)	2ª Fase TransCarioca (150 mil pass/dia)
BRS Copacabana	BRS Copacabana
Metrô Jardim Oceânico (230 mil pass/dia)	Metrô Jardim Oceânico (230 mil pass/dia)
Metrô – compra de novos carros dobra o nº de passageiros (+550 mil pass/dia)	Metrô – compra de novos carros dobra o nº de passageiros (+550 mil pass/dia)
---	Metrô – Novos investimentos aumentam o nº de passageiros gradualmente a partir de 2016 (+ 665mil pass/dia em 2025)
Expansão rede de ciclovias (280km)	Expansão rede de ciclovias (280km)
---	Expansão rede ciclovias (140km além do cenário B)
Programa de Inspeção e manutenção de veículos leves – conservador (2,5%)	Programa de Inspeção e manutenção de veículos leves – otimista (5%)
---	% de Biodiesel aumenta gradualmente entre 2012 e 2020

Fonte: Autores.

Também, as medidas consideradas para Fontes Fixas foram baseadas em dados hipotéticos, uma vez que não havia dados do poder público municipal que pudessem nos fornecer a amplitude das ações nesses segmentos. Sendo assim, resolveu-se adotar valores simbólicos que poderiam dar uma noção do impacto dessas ações na redução de emissões municipais.

Tabela 34 – Medidas de Mitigação de GEE Propostas nos Cenários B e C – Fontes Fixas

MEDIDA	CENÁRIO B	CENÁRIO C															
Eficientização da Iluminação Pública (LEDs)	SMO em convênio com a Fundação Clinton – substituição de pontos de iluminação convencional por tecnologia LED disponível atualmente. As classes de potência consideradas são: Substituição de 50W no lugar de 70W, de 70W no lugar de 100W e de 110W no lugar de 150W. (Para o cenário C somente)																
	Não Aplicável – considerado somente para o cenário C	100 % de substituição															
Instalação de LEDs em semáforos	Redução do consumo de energia em semáforos com instalação de tecnologia LED, reduzindo o consumo de 100 W para 70 W																
	1000 unidades	10 mil unidades															
Projeto Minha Casa, Minha Vida	A instalação de equipamentos de energia solar térmica para o aquecimento de água em casas populares permite redução de 30% a 40% do consumo de eletricidade nos domicílios de baixa renda (cerca de 45 kWh/mês)																
	1000 casas	10 mil casas															
Substituição da rede de ferro fundido por tubos de polietileno para distribuição de gás natural da CEG no Rio de Janeiro⁴.	A CEG possui um projeto de redução de emissões de GEE no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Quioto. Embora essa seja uma ação do setor privado, essa ação favorece a redução de emissões municipais no que diz respeito as emissões fugitivas no território do município, que foram calculadas no inventário de GEE da Cidade do Rio de Janeiro, 2005.																
	Dado do projeto de MDL da CEG indica que o fator de emissão para os tubos de polietileno é de apenas 6% do fator de emissão dos tubos de ferro fundido.																
	Incorporado 100% da medida	Incorporado 100% da medida															
Implementação de medidas de eficiência energética	Eficiência no uso de energia elétrica para os setores residencial, comercial e público, de acordo com as projeções do Plano Decenal de Expansão de Energia 2019, conforme apresentado a seguir (para o cenário C somente)																
	nd	Energia elétrica conservada por setor (%) <table border="1"> <thead> <tr> <th>Setor</th> <th>2010</th> <th>2014</th> <th>2019</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Residencial</td> <td>0,3</td> <td>1,7</td> <td>3,7</td> </tr> <tr> <td>Comercial</td> <td>0,6</td> <td>2,5</td> <td>4,1</td> </tr> <tr> <td>Público</td> <td>0,5</td> <td>2,1</td> <td>3,5</td> </tr> </tbody> </table>	Setor	2010	2014	2019	Residencial	0,3	1,7	3,7	Comercial	0,6	2,5	4,1	Público	0,5	2,1
Setor	2010	2014	2019														
Residencial	0,3	1,7	3,7														
Comercial	0,6	2,5	4,1														
Público	0,5	2,1	3,5														

Fonte: Autores.

⁴Uma parte significativa da rede de distribuição de gás natural no Rio de Janeiro é constituída por antigos tubos de ferro fundido, cuja conexão entre eles, além da corrosão, favorece o vazamento do gás natural (emissões fugitivas de metano). A substituição desses tubos por tubos de polietileno permite a vedação mais completa do transporte do gás natural com a consequente redução de emissões fugitivas.

2.2. Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos – IPPU

Para o cenário A, em virtude da falta de dados históricos relacionado ao setor de IPPU, e de dados estatísticos mais recentes, e de informações e dados dessas indústrias⁵ optou-se por utilizar uma correlação dos dados de emissões de GEE de 2005 com o PIB industrial. Da mesma forma que o setor industrial (em Fontes Fixas), as ações de mitigação relacionadas aos processos industriais e uso de produtos dependem de projetos no âmbito da própria indústria, ou de políticas públicas relacionadas a outras esferas de governo que não o municipal. Dessa forma, na falta de informações que permitissem identificar ações de mitigações nas indústrias constantes do inventário de emissões de GEE de 2005, o cenário B e C, neste estudo, mantêm constantes as emissões projetadas no Cenário A. Da mesma forma as novas indústrias que se instalaram no município a partir de 2005, na localidade de Santa Cruz, não estão contempladas nos cenários, pois terão suas atividades e emissões de GEE monitoradas separadamente da Cidade do Rio de Janeiro.

2.3. Setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo – AFOLU

Devido à falta de disponibilidade de uma série histórica mais atualizada sobre a área ocupada por cobertura vegetal no Município do Rio de Janeiro, o desenvolvimento do Cenário A para mudança de uso do solo e florestas foi realizado a partir dos dados de área ocupada com as categorias de cobertura vegetal (Florestas, Área Úmida com vegetação, Restinga e Mangue) entre os anos de 1996 e 2001. Assim, com base nos dados de variação de área de classes de uso e ocupação do solo entre 1996 e 2001 foi possível estimar uma taxa anual de alteração da cobertura vegetal das categorias no município. Essas taxas anuais foram projetadas para o horizonte até 2025 e utilizadas para estimar as emissões de alteração do uso e ocupação dos solos. Portanto, a taxa do desmatamento anual no município continua igual ao estimado para 2005, para todos os tipos de cobertura vegetal presente no Inventário de Emissões da Cidade do Rio de Janeiro.

⁵Nesse caso a realização de inventários de emissões de GEE pelas indústrias do município do Rio de Janeiro, forneceria uma base de dados sobre a qual poder-se-ia partir para a realização dos cenários de emissões e de mitigação.

Para o Cenário B, foram consideradas duas ações que reduzem emissões de GEE. A primeira é baseada na hipótese de implementação de políticas, programas e instrumentos da Prefeitura do Rio de Janeiro e outros órgãos públicos e privados, como as metas de redução do desmatamento constantes no Plano Nacional de Mudanças Climáticas, a Agenda 21 e outros, isto é este cenário considera também uma taxa de redução do desmatamento de 80% em 2020, valor este estimado baseado na hipótese de que as metas do Plano Nacional de Mudanças Climáticas poderão ser rebatidas para o município.

A segunda ação é o projeto Rio Capital Verde, que prevê ações de mutirão de reflorestamento para o plantio de 1.500 hectares entre 2010 e 2012. Nesse caso as projeções consideraram uma taxa média de reflorestamento a partir de 2013 de 58,5 ha/ano, embora o reflorestamento dependa da disponibilidade de terras para isso. No entanto, devido a indisponibilidade de maiores informações aplicou-se a taxa média, que foi calculada a partir das metas estabelecidas pela SMAC, a saber:

- 2010 – 300 ha
- 2011 – 500 ha
- 2012 – 700 ha

Assim como considerado no Cenário A, não houve variações nas áreas de assentamento urbano em todo o horizonte de tempo das projeções para o Cenário B. Manteve-se constante o quantitativo de árvores presentes nos parques, praças, jardins e avenidas da Cidade do Rio.

Uma vez que o subsetor de agricultura e pecuária apresentam um impacto pouco significativo dentro das emissões totais do setor AFOLU, as hipóteses e os valores utilizados para as projeções futuras no Cenário B foram os mesmos utilizados no Cenário A deste estudo. Tendo como premissa que não haverá variações nestas atividades ao longo do período.

Para o Cenário C, as hipóteses de redução de emissões baseiam-se nos mesmos princípios que o Cenário B, no entanto, considera-se que maiores esforços serão adotados em ações e medidas direta e indiretamente ligadas à redução de emissões de GEE, por meio da proteção da biodiversidade e a preservação e qualidade do meio ambiente e a integração das ações da política municipal com as políticas estadual e federal de mudanças climáticas. Também, são esperados maiores investimentos do setor privado, em ações de conservação e recuperação

florestal, por causa dos eventos de grande porte que serão sediados na Cidade do Rio, como são os jogos do mundial de futebol em 2014 e os Jogos Olímpicos de 2016.

Além disso, foi considerado, também, no Cenário C, o reflorestamento do Parque do Carbono (Parque da Pedra Branca) conforme anunciado pelo governo estadual. De acordo, com o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) o Parque Estadual da Pedra Branca possui 12,5 mil hectares. Destes, pelo menos 5.000 hectares encontram-se degradados. Portanto, o reflorestamento do Parque do Carbono proporcionará um sequestro adicional de CO₂, contribuindo para a redução das emissões dentro do município do Rio de Janeiro.

A Tabela 35 apresenta o resumo das ações e medidas de mitigação das emissões de GEE no setor AFOLU de forma comparativa entre os Cenários B e C, propostos no presente estudo.

Tabela 35 – Medidas de mitigação de GEE propostas nos cenários B e C

CENÁRIO B	CENÁRIO C
Redução do desmatamento em 80% da categoria do uso do solo “Floresta” a ser alcançado em 2020 e seguida até 2025, em relação ao ano base de 2005.	Redução do desmatamento em 100% nas categorias do uso do solo “Floresta, Área de Várzea e Restinga” a ser alcançado em 2020 e seguida até 2025, em relação ao ano base de 2005.
Reflorestamento, segundo o projeto Rio Capital Verde da Prefeitura, de 1.500 hectares entre 2010 e 2012. Seguido por uma taxa de 58,5 ha/ano entre 2013 e 2025.	Reflorestamento, segundo o projeto Rio Capital Verde da prefeitura, de 1.500 hectares entre 2010 e 2012. Seguido por uma taxa de 58,5 ha/ano entre 2013 e 2025.
	Reflorestamento do Parque do Carbono (Parque da Pedra Branca) pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA): 1ª fase – Reflorestar 3 milhões de árvores em 1.360 hectares até 2016, o que equivale em média a 194 hectares/ano, E em uma 2ª fase – Plantio de 3.640 hectares, significando uma taxa média de 404,5 hectares/ano, entre 2017 e 2025.
Atividades de Agricultura e Pecuária se manteriam sem ajustes.	Atividades de Agricultura e Pecuária se manteriam sem ajustes.

Fonte: Autores

2.4. Setor de Resíduos Sólidos

Para a construção dos cenários de linha de base (Cenário A) do setor de resíduos sólidos, foram consideradas as mesmas premissas adotadas para o cálculo das emissões de GEE em 2005, estendendo-se até o ano de 2025 as hipóteses, ou seja:

- ✓ O cálculo da produção *per capita* de lixo teve como ponto de partida os dados históricos fornecidos pela COMLURB de 1995 a 2009 da produção de lixo *per capita*. Em seguida correlacionou-se essa produção com o PIB *per capita*, calculado conforme os cenários socioeconômicos, de forma a poder achar uma tendência de crescimento para o período 2010-2025. Foram também utilizados os dados constantes do Inventário de Emissões de GEE do município, calculado com base na metodologia de inventário⁶, de produção *per capita*, desde 1975. A produção *per capita* de lixo é um parâmetro importante, pois uma vez multiplicado pela população do município, fornece a quantidade total de lixo que é gerado na CRJ a cada ano.

Tabela 36 – Evolução da Produção *Per Capita* de RSU do Rio de Janeiro

Ano	Produção (kg/hab.dia)	Ano	Produção (kg/hab.dia)	Ano	Produção (kg/hab.dia)	Ano	Produção (kg/hab.dia)	Ano	Produção (kg/hab.dia)
1975	0,715	1985	0,740	1995	0,769	2005	0,807	2015	0,860
1976	0,717	1986	0,743	1996	0,719	2006	0,830	2016	0,864
1977	0,719	1987	0,746	1997	0,744	2007	0,820	2017	0,867
1978	0,721	1988	0,749	1998	0,765	2008	0,844	2018	0,871
1979	0,723	1989	0,752	1999	0,794	2009	0,803	2019	0,875
1980	0,725	1990	0,755	2000	0,824	2010	0,842	2020	0,878
1981	0,728	1991	0,758	2001	0,832	2011	0,846	2021	0,882
1982	0,731	1992	0,761	2002	0,852	2012	0,849	2022	0,886
1983	0,734	1993	0,763	2003	0,813	2013	0,853	2023	0,889
1984	0,737	1994	0,766	2004	0,805	2014	0,857	2024	0,893

Fonte: Autores

⁶Conforme metodologia do IPCC (2006), o cálculo de emissões de GEE do setor de resíduos sólidos, de um determinado ano, é o somatório das curvas de emissões de metano por um período de 50 anos.

- ✓ Resíduo industrial utilizou os dados da série histórica fornecida pela COMLURB para o período de 1995-2009 e foi correlacionado com o PIB industrial municipal, seguindo a mesma abordagem mencionada acima .

Tabela 37 – Evolução da Produção de RSI do Rio de Janeiro

Ano	Produção (10 ³ t/ano)	Ano	Produção (10 ³ t/ano)	Ano	Produção (10 ³ t/ano)	Ano	Produção (10 ³ t/ano)	Ano	Produção (10 ³ t/ano)
1975	9,1	1985	14,7	1995	23,8	2005	40,2	2015	82,0
1976	9,6	1986	15,5	1996	11,8	2006	51,3	2016	86,0
1977	10,0	1987	16,2	1997	6,6	2007	71,9	2017	90,2
1978	10,5	1988	17,0	1998	17,2	2008	71,8	2018	94,7
1979	11,0	1989	17,8	1999	26,7	2009	61,5	2019	99,3
1980	11,6	1990	18,7	2000	15,8	2010	64,5	2020	104,2
1981	12,2	1991	19,6	2001	18,2	2011	67,7	2021	109,4
1982	12,8	1992	20,6	2002	27,2	2012	71,0	2022	114,7
1983	13,4	1993	21,6	2003	58,7	2013	74,5	2023	120,4
1984	14,0	1994	22,7	2004	76,0	2014	78,1	2024	126,3

Fonte: Autores.

- ✓ Composição gravimétrica – a partir dos dados históricos da COMLURB de 1981-2005 foi feita uma correlação com a projeção do PIB *per capita* para identificar a tendência de crescimento tanto da matéria orgânica quanto dos outros componentes do lixo até 2025.

Tabela 38 – Composição dos RSU, em Percentual de Peso por Volume (% kg/m³)

Ano	Material Orgânico (%)	Jardins (%)	Papel/Papelão (%)	Madeira (%)	Têxteis (%)
2006	61,37	1,30	14,83	0,73	1,68
2008	56,21	1,09	15,96	0,79	1,83
2010	52,10	1,09	13,25	0,93	1,68
2012	51,80	1,02	12,61	1,00	1,65
2014	51,49	0,95	12,00	1,06	1,62
2016	51,16	0,89	11,43	1,13	1,59
2018	50,83	0,84	10,89	1,21	1,56
2020	50,49	0,79	10,38	1,29	1,53
2022	50,14	0,74	9,89	1,37	1,50
2025	49,59	0,67	9,20	1,51	1,46

Fonte: Autores.

Os dados acima foram então aplicados na metodologia do IPCC (2006), no modelo de Decaimento de Primeira Ordem, de forma a achar a trajetória de emissões do Cenário A, que é o cenário que considera que a emissão de GEE continuará a seguir a tendência apresentada pelo inventário em 2005, ou seja, considera que os resíduos coletados pela COMLURB continuarão a ser aterrados em condições semelhantes às atuais (conforme em Gramacho e Gericinó), e as emissões de GEE crescerão de acordo com o crescimento da produção de lixo que depende do crescimento da população e do aumento do consumo devido ao crescimento da renda *per capita*.

No que diz respeito ao contexto do sistema de coleta e disposição dos resíduos, que permeia a elaboração dos cenários A, B e C, conforme o planejamento da Prefeitura do Rio de Janeiro e informações da SMAC e COMLURB, temos:

Tabela 39 – Contextualização do Setor de Resíduos Sólidos

100% do lixo municipal é coletado pela COMLURB no Cenário A, B e C, conforme informações da COMLURB.
O Cenário A considera como hipótese de linha de base que todo o lixo da cidade continuará sendo depositado nos aterros de Gramacho e Gericinó.
Os Cenários B e C consideram que todo o lixo da cidade passará a ser depositado em Centrais de Tratamento de Resíduos (por exemplo, CTR Seropédica), e que o aterro de Gramacho e Gericinó serão fechados gradativamente.
O Cenário B e C considera a compostagem conforme a Resolução Conjunta SMAC / COMLURB, nº -1/2010, que estabelece a compostagem de 15,33 Gg de resíduos a partir de 2011. Para os anos de 2009 e 2010 foi adotado a quantidade fornecida pela COMLURB de 30 t/dia totalizando 10,95 Gg de resíduos encaminhados a compostagem ⁷ .
O Cenário A considera a coleta seletiva de 6.000t/ano constante no período 2005-2025. Nos Cenários B e C, somente é contabilizado as emissões evitadas pela coleta seletiva da quantidade adicional de resíduos encaminhados para tal fim.
As três estações de transferência de resíduos atuais darão lugar a 7, de acordo com informações da COMLURB, quando for implementado o CTR Seropédica. As estações de transferência do Caju e de Vargem Pequena (existentes atualmente) serão reformadas e farão parte da estrutura do CTR Seropédica. Serão construídas mais 5 estações de tratamento, a saber: Penha, Tanque, Marechal Hermes, Bangu e Santa Cruz

⁷A compostagem evita a emissão de GEE da quantidade de material orgânico que estaria sendo encaminhado aos aterros, caso não fosse compostada. No entanto, conforme a metodologia do IPCC, a atividade emite uma pequena quantidade de metano, mesmo sendo aeróbica, que foi devidamente calculada neste estudo.

O Cenário B incorpora ações que fazem parte do planejamento e da política municipal para o setor de resíduos sólidos, e estão já concebidas e com previsão de implantação no horizonte do estudo. Como exemplo, temos o fato de que os resíduos passarão a ser aterrados e tratados em centrais de tratamento de resíduos (por exemplo o CTR Seropédica) o que facilita a implantação de medidas como a coleta do biogás, dentre outras. O Cenário C amplia as ações do Cenário B, conforme podemos observar na Tabela 40.

Tabela 40 – Medidas de Mitigação de GEE Propostas nos Cenários B e C

CENÁRIO B	CENÁRIO C
Central de Tratamento de Resíduos de Seropédica em operação a partir de janeiro de 2012	
Coleta seletiva (reciclagem) 5%	Coleta seletiva (reciclagem) 10%
10,95 Gg de resíduos encaminhados à compostagem em 2009 e 2010. A partir de 2011 a quantidade passa a ser de 15,33 Gg de resíduos	10,95 Gg de resíduos encaminhados à compostagem em 2009 e 2010. A partir de 2011 a quantidade passa a ser de 15,33 Gg de resíduos
O Aterro de Gramacho fecha em janeiro de 2012 e terá a coleta de 1800 m ³ /h de biogás a partir de junho de 2009 e passa a 80% do biogás em março de 2012 para uso industrial	O Aterro de Gramacho, mesmo fechado, terá a coleta ampliada para 85% do biogás para uso industrial
O Aterro de Gericinó fecha em dezembro de 2011 e terá a coleta de 70% do biogás para queima a partir de janeiro de 2014	O Aterro de Gericinó, mesmo fechado, terá a coleta ampliada para 85% do biogás para queima
Coleta de 80% do biogás no CTR Seropédica para queima em Janeiro de 2012	Coleta de 85% do biogás no CTR Seropédica para queima em Janeiro de 2012

Fonte: Autores.

2.5. Setor de Esgotos Domésticos e Comerciais e Efluentes Industriais

Para os cenários do setor de esgotos e efluentes foram utilizados os dados da CEDAE – Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro. Essa empresa é responsável pela coleta e tratamento do esgoto doméstico e comercial do município do Rio de Janeiro e atende 83% da população do Rio. A empresa presta serviços de abastecimento de água (captação, adução, tratamento e distribuição) e esgotamento sanitário (coleta, transporte, tratamento e disposição final).

O cenário de linha de base (Cenário A) reflete o aumento da produção de carga orgânica correlacionado ao crescimento previsto da população. Para os esgotos domésticos e comerciais, não havendo dados exatos sobre as tecnologias de tratamento utilizadas nas ETEs (estação de Tratamento de Esgotos) da cidade, foi considerado de maneira conservadora que todas operam com sistemas anaeróbicos. Porém, não foram consideradas as emissões de N_2O , já que não há ETEs na cidade com sistemas de tratamento terciário.

Para os efluentes industriais, devido à falta de informações concretas sobre as indústrias do município, optou-se por calcular estas emissões a partir da metodologia utilizada para os efluentes domésticos e comerciais. A metodologia do IPCC considera um fator de correção para descarte de DBO industrial na rede coletora, correspondendo a 1,25 para efluente industrial coletado e 1 para não coletado, segundo os valores padrões do IPCC. Sendo assim, considerando de maneira arbitrária que todo o efluente industrial da cidade do Rio de Janeiro fosse para as redes coletoras e destas para estações de tratamento com sistemas anaeróbicos ($MCF = 0,8$)⁸, estimou-se as emissões dos efluentes industriais do município como a diferença entre as emissões oriundas dos efluentes que vão para as ETEs com DBO industrial adicional ($I = 1,25$) e sem ($I = 1$).

Em relação à destinação através de fossas, tanto maior é a emissão de CH_4 quanto melhor estas tenham sido construídas e sejam operadas. De acordo com o Inventário Brasileiro, estas são de baixa eficiência – cerca de 25% (CETESB, 2002).

Além disso, foi considerado que a soma da população não atendida por esgotamento sanitário, excluindo fossas, e a que possui rede coletora, mas não é atendida por sistemas de tratamento despeja seu esgoto *in natura* em corpos hídricos.

O Cenário A foi construído utilizando-se os dados relacionados ao volume de esgotos coletados e tratados no município, obtidos do Instituto Pereira Passos, e tem como premissa o fato de não haver nenhuma ampliação dos serviços de esgotamento sanitário já existentes. Sendo assim, conforme a população cresce ao longo do horizonte de tempo estudado, a porcentagem de pessoas atendidas por rede coletora (86%) e a porcentagem

⁸ Fator de correção do metano. Para aplicação no modelo do IPCC (2006)

de pessoas atendidas por estações de tratamento (47%) no ano de 2005 (ano do inventário), permanece a mesma. Sendo assim, não havendo ampliação dos serviços de esgotamento sanitário, o número de pessoas atendidas por fossas e que não possuem nenhum tipo de serviço aumenta de forma diretamente proporcional ao crescimento da população.

Os Cenários B e C compreendem as seguintes premissas, a partir de 2005:

Tabela 41 – Medidas de Mitigação de GEE Propostas nos Cenários B e C

CENÁRIO B	CENÁRIO C
Início de operação da estação de tratamento da Barra da Tijuca (capacidade para 900L/s) em 2007	---
Ampliação da estação de tratamento da Barra da Tijuca para uma capacidade de 2.500L/s em 2011	Estação de tratamento da Barra da Tijuca operando com 100% de sua capacidade prevista (5.200L/s)
Início da operação da estação de tratamento de Deodoro em 2016, atendendo 344.239 habitantes	---
---	A partir de 2012, as novas ETEs instaladas recuperarão todo o metano gerado para queima.

2.6. Apresentação dos Resultados dos Cenários A, B e C

2.6.1. Setor de Energia

Conforme a Tabela 44, o setor de Energia atinge uma emissão de 13.901,1 GgCO₂eq no Cenário A, sendo transporte rodoviário responsável por quase 42% das emissões em 2025, com destaque para os veículos leves, que embora sejam as emissões que mais crescem no período, reduz sua participação nas emissões do setor de energia devido ao uso do etanol pela frota *flex fuel*. Em seguida o setor industrial, apresenta um crescimento significativo devido as projeções de crescimento no consumo de gás natural – mas conforme comentado anteriormente, esse setor depende mais diretamente de políticas públicas em outras esferas governamentais. As ações e medidas propostas no planejamento da Prefeitura do Rio

contemplam as atividades onde o poder municipal pode intervir de forma direta, conforme pode ser observado pelas ações dos cenários alternativos.

O Cenário B do setor de Energia, reduz as emissões municipais em 4,3 % em 2020 e 3,8% em 2025 quando comparado ao Cenário A (Tabela 43). As ações propostas para Fontes Fixas, como o uso de LED em semáforos reduzem muito pouco, da ordem de 0,2%, em virtude de serem aplicadas para a redução do consumo de eletricidade, que tem um fator de emissão municipal baixo, conforme a metodologia de cálculo adotada para inventários (Tabela 44). Além disso, as estimativas da amplitude da ação se deram em bases hipotéticas, uma vez que não havia dados do poder público municipal de quantas lâmpadas de LED em semáforos seriam aplicadas no período.

Nesse Cenário B, a implantação do sistema de BRTs, e a expansão do Metrô, foram as medidas de mitigação que mais reduziram as emissões de GEE, conforme a Figura 14. Vale ressaltar o aumento das emissões no Transporte Ferroviário de 20 para 61 Gg CO₂eq devido ao maior uso desse modal no período. Não houve reduções nos setores residencial, comercial e industrial. A redução das emissões fugitivas no município se dá em função do projeto da CEG de MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo).

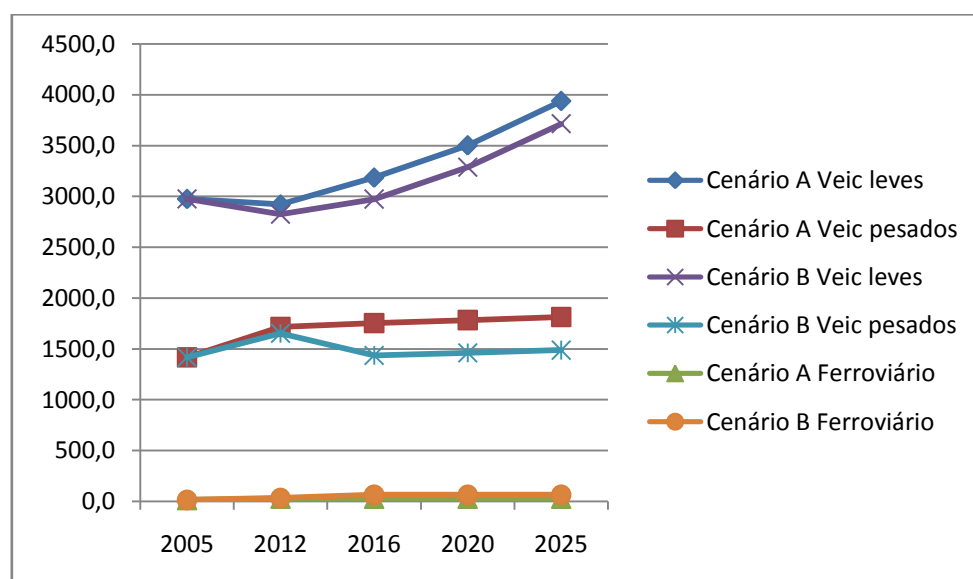


Figura 14 – Amplitude das Emissões de GEE no Setor de Transporte Cenário B (Gg CO₂eq)

No Cenário C, já existe uma contribuição maior das Fontes Fixas na redução de emissões de GEE, embora mais uma vez a amplitude das ações terem se dado em bases hipotéticas. O setor residencial, com a introdução do projeto Minha casa Minha Vida que utiliza a energia solar térmica para o aquecimento de água, a instalação de LED em na iluminação pública, e a introdução de medidas de eficiência energética permitiram uma redução de 2,2% em 2025, em relação ao Cenário A. Devido a ampliação das ações no setor de transportes, houve uma redução de 5% (em 2025) relacionada a esse setor, refletindo a importância dos investimentos em um sistema de transportes mais racional, privilegiando modais mais eficientes no consumo de energia e combustíveis com menor conteúdo de carbono.

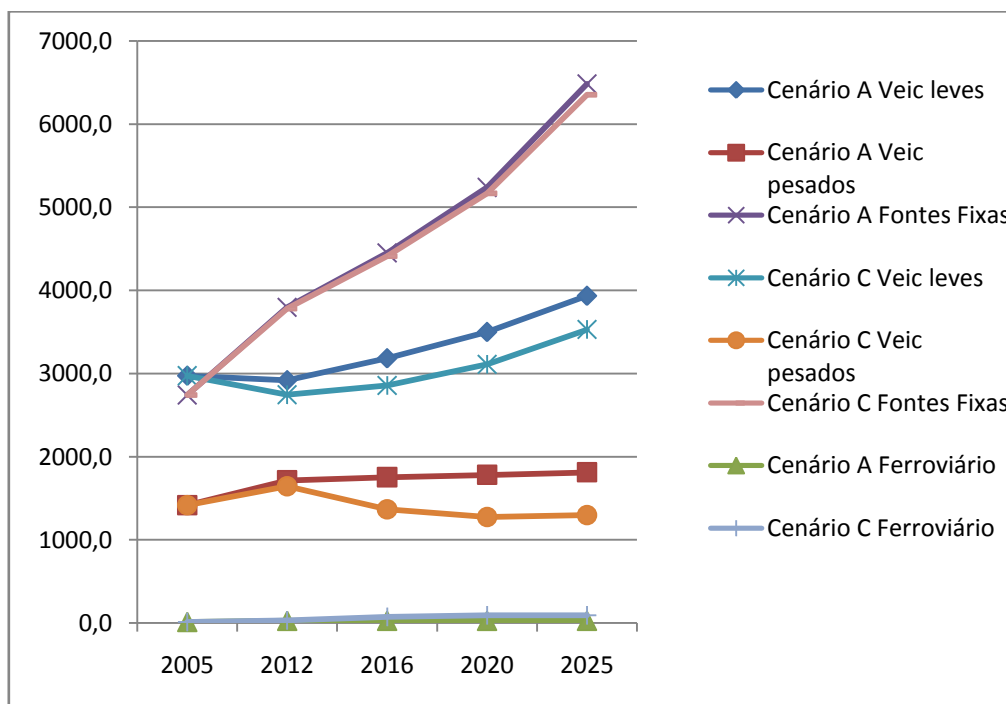


Figura 15 – Amplitude das Emissões de GEE no Setor de Transporte Cenário C (Gg CO₂eq)

Tabela 42 – Redução de Emissões entre os Cenários do Setor de Energia por Fontes Fixas

Cenário	2012		2016		2020		2025	
	Gg CO ₂							
A	3.836		4.497		5.292		6.549	
B	3.829		4.479		5.280		6.538	
C	3.813		4.440		5.209		6.407	
	Variação		Variação		Variação		Variação	
		(%)		(%)		(%)		(%)
A-B	6	0,2%	18	0,4%	12	0,2%	12	0,2%
A-C	23	0,6%	57	1,3%	83	1,6%	142	2,2%

Tabela 43 – Redução de Emissões entre os Cenários do Setor de Energia por Fontes Fixas e Fontes Móveis

Cenário	2012		2016		2020		2025	
	Gg CO ₂							
A	9.685		10.744		11.999		13.901	
B	9.527		10.235		11.487		13.378	
C	9.426		10.022		11.087		12.905	
	Variação		Variação		Variação		Variação	
		(%)		(%)		(%)		(%)
A-B	159	1,6%	509	4,7%	513	4,3%	524	3,8%
A-C	260	2,7%	722	6,7%	913	7,6%	997	7,2%

Fonte: Autores.

A Tabela 44 abaixo apresenta em detalhes os valores obtidos nos cenários A, B e C.

Tabela 44 – Emissões de GEE dos Cenários A, B e C – Setor de Energia

Cenário A (Gg CO ₂ eq)	2005	2012	2016	2020	2025
Energia	2.742,1	3.797,4	4.451,7	5.238,3	6.482,7
Residencial	795,6	1.080,5	1.188,7	1.322,6	1.519,2
Comercial	319,2	616,3	772,5	962,2	1.285,4
Público e outros	210,9	293,9	322,6	351,3	399,8
Industrial	1.416,4	1.806,7	2.167,9	2.602,1	3.278,3
Transportes	5.478,2	5.849,7	6.247,0	6.707,5	7.351,7
Rodoviário	4.391,3	4.635,1	4.937,2	5.283,0	5.748,3
– Veículos leves (automóveis e Vans e utilitários)	2.974,2	2.919,4	3.183,7	3.500,5	3.936,0
– Veículos pesados (ônibus e caminhões)	1.417,2	1.715,7	1.753,5	1.782,5	1.812,3
Aéreo	1.062,9	1.175,0	1.269,7	1.384,5	1.562,9
Ferrovário	13,4	27,0	27,1	26,7	27,1
Hidroviário	10,6	12,7	13,0	13,2	13,5
Fugitivas de metano	53,6	38,28	45,14	53,69	66,64
Refino	75,0				

Total Cenário A	8.348,9	9.685,4	10.743,9	11.999,5	13.901,1
Cenário B (Gg CO₂ eq)	2005	2012	2016	2020	2025
Energia	2.742,1	3.797,3	4.451,6	5.238,2	6.482,6
Residencial	795,6	1.080,4	1.188,6	1.322,6	1.519,2
Comercial	319,2	616,3	772,5	962,2	1.285,4
Público e outros	210,9	293,9	322,6	351,3	399,8
Industrial	1.416,4	1.806,7	2.167,9	2.602,1	3.278,3
Transportes	5.478,2	5.696,3	5.755,4	6.206,9	6.839,7
Rodoviário	4.391,3	4.475,0	4.408,2	4.746,1	5.200,5
– Veículos leves (automóveis e Vans e utilitários)	2.974,2	2.822,9	2.972,3	3.285,2	3.712,6
– Veículos pesados (ônibus e caminhões)	1.417,2	1.652,1	1.435,9	1.460,9	1.487,9
Aéreo	1.062,9	1.175,0	1.269,7	1.384,5	1.562,9
Ferrovário	13,4	33,6	64,5	63,0	62,9
Hidroviário	10,6	12,7	13,0	13,2	13,5
Fugitivas de metano	53,6	32,6	28,1	42,3	55,3
Refino	75,0				
Total Cenário B	8.348,9	9.526,2	10.235,1	11.487,4	13.377,7
Cenário C (Gg CO₂ eq)	2005	2012	2016	2020	2025
Energia	2.742,1	3.780,0	4.411,5	5.166,7	6.352,1
Residencial	795,6	1.074,9	1.173,7	1.295,3	1.469,6
Comercial	319,2	610,0	755,9	930,6	1.223,5
Público e outros	210,9	288,4	314,0	338,8	380,6
Industrial	1.416,4	1.806,7	2.167,9	2.602,1	3.278,3
Transportes	5.478,2	5.613,0	5.582,3	5.877,4	6.497,8
Rodoviário	4.391,3	4.391,7	4.224,4	4.385,8	4.828,1
– Veículos leves (automóveis e Vans e utilitários)	2.974,2	2.746,5	2.857,6	3.110,7	3.528,8
– Veículos pesados (ônibus e caminhões)	1.417,2	1.645,2	1.366,8	1.275,1	1.299,3
Aéreo	1.062,9	1.175,0	1.269,7	1.384,5	1.562,9
Ferrovário	13,4	33,6	75,1	93,8	93,4
Hidroviário	10,6	12,7	13,0	13,2	13,5
Fugitivas de metano	53,6	32,6	28,1	42,3	55,3
Refino	75,0	3.	4.	5.	6.
Total Cenário C	8.348,9	9.425,6	10.021,8	11.086,5	12.905,2

Fonte: Autores.

2.6.2. Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos – IPPU

Este setor foi cenzarizado utilizando-se a correlação com o PIB industrial do município do Rio de Janeiro. A tabela abaixo apresenta os valores obtidos. Conforme comentado no item 8.2, na falta de informações que permitissem identificar ações de mitigações nas indústrias constantes do inventário de emissões de GEE de 2005, os Cenários B e C, neste estudo, mantêm constantes as emissões projetadas no Cenário A. Da mesma forma as novas indústrias que se instalaram no município a partir de 2005, na localidade de Santa Cruz, não estão contempladas nos cenários, pois terão suas atividades e emissões de GEE monitoradas separadamente da Cidade do Rio de Janeiro.

Tabela 45 – Emissões de GEE dos Cenários A, B e C – Setor de IPPU

Cenário A, B e C (Gg CO ₂ eq)	2005	2012	2016	2020	2025
IPPU	409,77	617,5	748,3	906,8	1.152,9
Vidro	13,87	18,1	20,9	25,3	30,7
Metanol	98,2	128,10	147,95	179,29	217,26
Aço	130,6	170,36	196,77	238,44	288,95
Alumínio	150,4	196,19	226,60	274,59	332,75
Lubrificantes	16,58	21,63	24,98	30,27	36,68
Graxas	0,13	0,17	0,20	0,24	0,29
Parafinas	0,07	0,09	0,11	0,13	0,16

2.6.3. Setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo

Conforme a Tabela 46, no Cenário A, as estimativas das emissões relacionadas à AFOLU mostram uma redução das emissões de 7,6% no período 2005-2025, mesmo sem nenhum esforço adicional. Isso se deve ao acúmulo de áreas de reflorestamento, arborização urbana e árvores da fruticultura dentro dos limites do município, as quais absorvem quantidades importantes de CO₂ da atmosfera.

No Cenário B, os esforços realizados para a redução dos impactos do desmatamento e a ampliação das superfícies de reflorestamento, levam a uma diminuição significativa das emissões de GEE, sendo que a partir de 2020 as remoções (sequestro) de carbono são maiores do que a quantidade de emissões. Portanto, dentro dos limites do município do Rio

de Janeiro, o setor de AFOLU se transforma num reservatório de absorção líquida de CO₂ da atmosfera. Isto é devido, principalmente, ao maior acúmulo de áreas verdes dentro dos limites da Cidade do Rio de Janeiro.

Uma vez que o subsetor de agricultura e pecuária apresentam um impacto pouco significativo dentro das emissões totais do setor AFOLU, as hipóteses e os valores utilizados para as projeções futuras no Cenário B foram os mesmo utilizados no Cenário A deste estudo. Tendo como premissa que não haverá variações nestas atividades ao longo do período

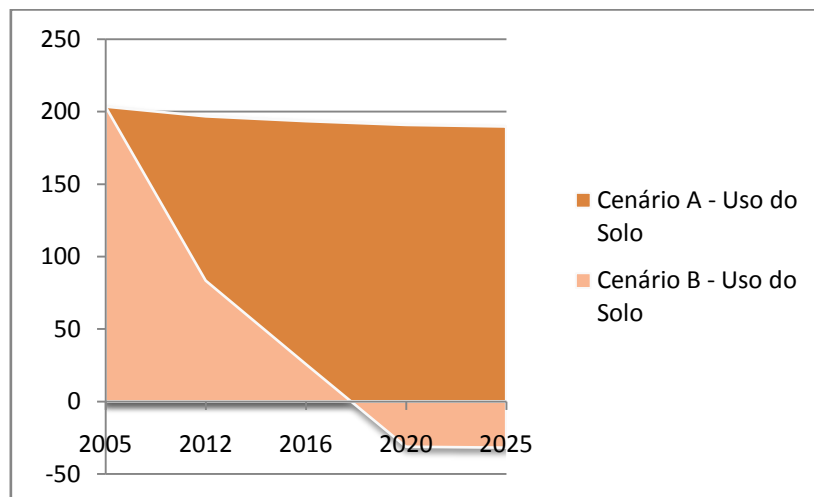


Figura 16 – Redução de Emissões de GEE em AFOLU – Cenário B em relação ao Cenário A

Em termos relativos médios, a variação de cobertura florestal é responsável por 85,7% das emissões em 2012, e a atividade da pecuária por 11,6% e as culturas agrícolas por 2,6% no mesmo ano. Ao longo do período do Cenário B este peso relativo vai caindo para as emissões da mudança do uso do solo passando para 65% do total em 2016. A partir de 2018 as emissões, na sua totalidade, são das atividades agropecuárias, sendo 81,5% da Pecuária e 18,5% da Agricultura. Essas proporções continuam constantes ao longo dos anos. A cobertura vegetal começa a absorver mais carbono que a sua própria emissão. Sendo que em 2020, o reflorestamento consegue sequestrar 2,2 vezes mais do que é emitido pelas atividades agropecuárias. Esta proporção continua praticamente constante até o final do Cenário B.

O Cenário C amplia os resultados obtidos no Cenário B, através da ampliação das atividades de reflorestamento, como do mutirão da prefeitura, quais sejam, os valores apresentados pela SMAC no seu Projeto Rio Capital Verde e o reflorestamento do Parque do Carbono (Parque da Pedra Branca) conforme anunciado pelo governo estadual.

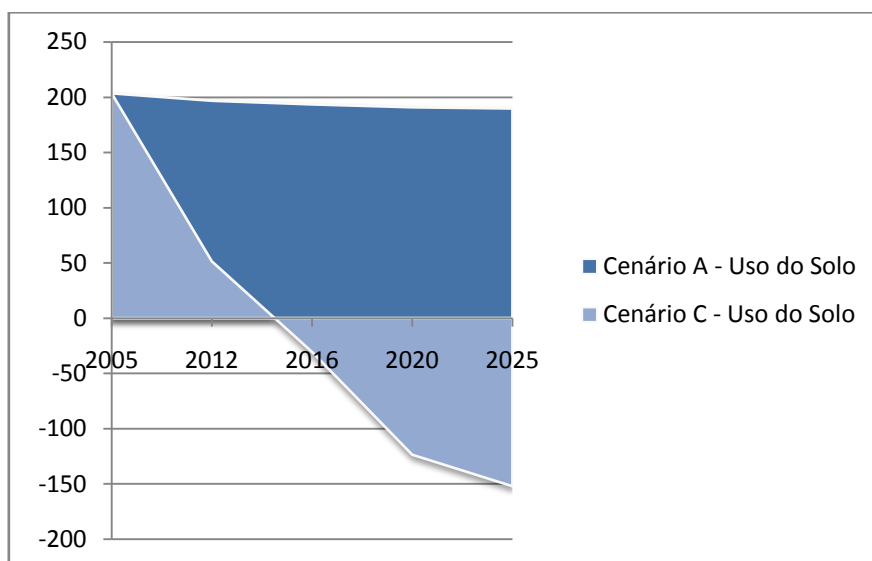


Figura 17 – Redução de Emissões de GEE em AFOLU – Cenário C em Relação ao Cenário A (Gg CO₂eq)

As Tabelas 46 e 47 apresentam, respectivamente, o potencial de redução em cada Cenário e os valores detalhados obtidos nos Cenários A, B e C.

Tabela 46 – Emissões e Variação entre os Cenários Futuros do Setor de AFOLU na Cidade do Rio de Janeiro

Cenário	2012		2016		2020		2025	
	Gg CO ₂							
A	210,6		207,3		204,7		203,6	
B	97,4		39,8		-17,2		-17,8	
C	65,3		-16,6		-109,6		-138,1	
	Variação		Variação		Variação		Variação	
		(%)		(%)		(%)		(%)
A-B	113,29	54%	167,61	81%	221,94	108%	221,46	109%
A-C	145,32	69%	224,05	108%	314,37	154%	341,73	168%

Fonte: Autores. Valores negativos correspondem a remoções de CO₂.

Tabela 47 – Emissões de GEE dos Cenários A, B e C – Setor de AFOLU

Cenário A (Gg CO₂eq)	2005	2012	2016	2020	2025
AFOLU	220,56	210,66	207,36	204,76	203,66
Uso do Solo	203,4	196,7	193,4	190,8	189,7
Fermentação Entérica (Pecuária)	10,8	8,3	8,3	8,3	8,3
Manejo de Dejetos (Pecuária)	3,8	3,1	3,1	3,1	3,1
Queima da Cana-de-açúcar (Agricultura)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Uso de Fertilizante Nitrogenado (Agricultura)	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Uso de Calcário e Dolomita (Agricultura)	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13
Uso de Ureia (Agricultura)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Cenário B (Gg CO₂eq)	2005	2012	2016	2020	2025
AFOLU	220,6	97,4	39,8	-17,2	-17,8
Uso do Solo	203,4	83,4	25,8	-31,2	-31,8
Fermentação Entérica (Pecuária)	10,8	8,3	8,3	8,3	8,3
Manejo de Dejetos (Pecuária)	3,8	3,1	3,1	3,1	3,1
Queima da Cana-de-açúcar (Agricultura)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Uso de Fertilizante Nitrogenado (Agricultura)	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Uso de Calcário e Dolomita (Agricultura)	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13
Uso de Ureia (Agricultura)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Cenário C (Gg CO₂eq)	2005	2012	2016	2020	2025
AFOLU	220,56	65,36	-16,64	-109,64	-138,14
Uso do Solo	203,4	51,4	-30,6	-123,6	-152,1
Fermentação Entérica (Pecuária)	10,8	8,3	8,3	8,3	8,3
Manejo de Dejetos (Pecuária)	3,8	3,1	3,1	3,1	3,1
Queima da Cana-de-açúcar (Agricultura)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Uso de Fertilizante Nitrogenado (Agricultura)	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Uso de Calcário e Dolomita (Agricultura)	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13
Uso de Ureia (Agricultura)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

2.6.4. Setor de Resíduos Sólidos e Esgotos Domésticos e Efluentes Industriais

No cenário de linha de base (Cenário A), as emissões do setor de resíduos atingem 3.003,0 Gg CO₂eq dos quais aproximadamente 70% são provenientes dos resíduos sólidos urbanos. O Cenário A considera como tendência o aumento da produção de lixo baseada na geração *per capita*, que aumenta conforme a trajetória de crescimento do PIB *per capita* do município. A coleta seletiva considerada nesse cenário corresponde a 6.000 ton/dia (menos de 1%), conforme dados fornecidos pela COMLURB.

As ações de mitigações consideradas nesse segmento são aquelas relacionadas a captura e a queima do biogás gerado nos locais de disposição dos resíduos sólidos urbanos (RSU). Atualmente o município do Rio de Janeiro possui dois aterros controlados, Gramacho e Gericinó, que serão fechados quando da entrada em operação do aterro sanitário de Seropédica. O Cenário B, portanto, considera a coleta e queima de biogás em Gramacho, desde 2009, de 1.800 m³/h aumentando sua captura para 80%, quando do seu fechamento em 2012 (previsão COMLURB), conforme projeto em andamento. Para Gericinó a previsão de início de captura e queima do biogás é em 2014, dois anos após o seu fechamento. Para o CTR Seropédica, foi considerado um percentual de captura de 80% a partir de 2012. A redução de emissões para RSU, observada no Cenário B, quando comparado ao Cenário A é de 77% em 2025.

O Cenário C, amplia os esforços de coleta e captura do biogás nos aterros e extrapola a coleta seletiva até atingir o percentual de 10% em 2025, o que ocasiona uma redução de emissões de GEE de quase 90%.

Além disso, os Cenários B e C consideram as emissões de GEE emitidas pela compostagem aeróbica e as emissões evitadas da quantidade de resíduo que foi compostado e que deixou de ser enviada para o aterro.

Resíduos industriais têm uma participação pouco significativa nas emissões do setor de resíduos sólidos e mantêm constante sua participação nos Cenários A, B e C, uma vez que não foram consideradas medidas de mitigação nesse segmento.

A Figura 18 mostra o potencial de redução que pode ser obtido no setor de resíduos sólidos urbanos. Vale ressaltar que o principal gás emitido nesse setor é o metano (CH₄), que é apresentado em unidades de Gg CO₂eq.

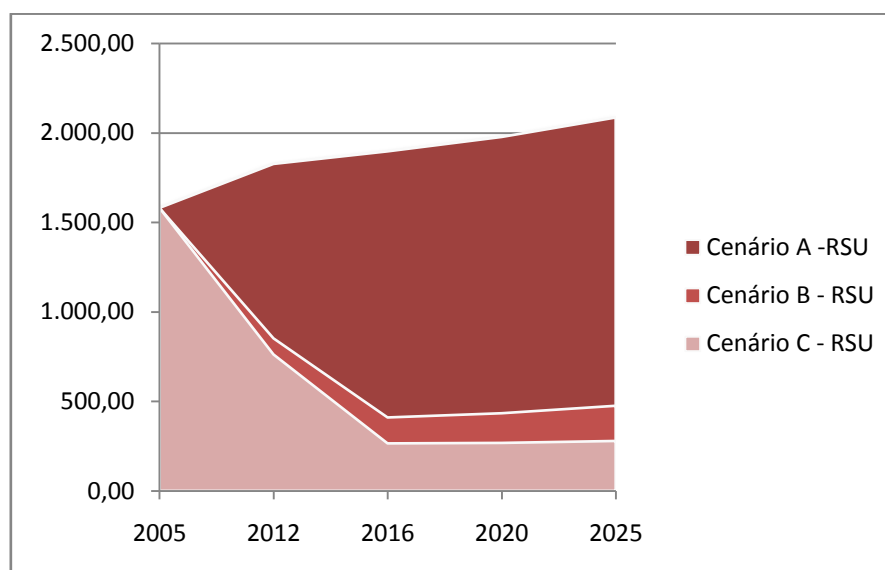


Figura 18 – Redução de Emissões de GEE para os Resíduos Sólidos Urbanos (Gg CO₂eq), Cenários A, B e C (Gg CO₂eq)

Tabela 48 – Emissões e Variação entre os Cenários Futuros para Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) na Cidade do Rio de Janeiro*

Cenário	2012		2016		2020		2025	
	Gg CO ₂							
A	1.826,0		1.896,1		1.976,6		2.085,1	
B	851,7		410,0		433,5		475,2	
C	761,8		265,2		267,9		278,7	
	Variação		Variação		Variação		Variação	
		(%)		(%)		(%)		(%)
A-B	974,30	53%	1.486,10	78%	1.543,10	78%	1.609,90	77%
A-C	1.064,20	58%	1.630,90	86%	1.708,70	86%	1.806,40	87%

*Não inclui os valores de Resíduos Industriais

Para Esgoto e Efluentes Líquidos (EEL), o Cenário A apresenta um crescimento de 8,5% no período 2005-2025. Esse cenário considerou que não houve ampliação dos serviços de

esgotamento sanitário e o número de pessoas atendidas por fossas e que não possuem nenhum tipo de serviço aumenta de forma diretamente proporcional ao crescimento da população. Os resultados indicam que os valores totais de emissões de setor de esgotos e efluentes oscilam bastante ao longo do tempo, sem apresentar uma tendência definida neste cenário. Muito provavelmente isto se deu por causa das hipóteses adotadas, o que levou as emissões a oscilarem apenas em função das variações no crescimento da população.

Já o Cenário B, apresenta um aumento de emissões a partir de 2005, com a entrada em operação das novas ETEs. Isto porque, na falta de informações sobre as tecnologias de tratamento empregadas nestas ETEs, optou-se por uma abordagem conservadora e considerou-se que elas adotam sistemas anaeróbicos de tratamento. As emissões do setor de tratamento de efluentes têm esta peculiaridade, conforme se amplia o serviço de tratamento com tecnologias anaeróbicas, elevam-se também as emissões. Porém este fato pode ser contornado adotando-se o processo de recuperação do metano, com queima ou aproveitamento energético, para evitar sua emissão.

Dessa forma, o Cenário C considera que as novas ETEs instaladas recuperarão todo o metano gerado para queima. Conforme o 2º Inventário Brasileiro de Emissões foi adotado que a eficiência estimada dos queimadores é de aproximadamente 50%. Neste cenário, assim como no Cenário B, apesar de um aumento nas emissões devido ao maior número de habitantes sendo atendido pelo sistema de tratamento, estas emissões são mitigadas consideravelmente ao se evitar as emissões recuperando-se o metano gerado para queima. Sendo assim, percebe-se a importância de se adotar a recuperação de metano de forma a mitigar as emissões oriundas da ampliação necessária do atendimento da população com o serviço de tratamento de esgotos. Uma outra possibilidade existente, não contemplada neste cenário, é a captura do biogás com o aproveitamento energético, que pode tornar-se ainda mais interessante do ponto de vista de redução de emissões.

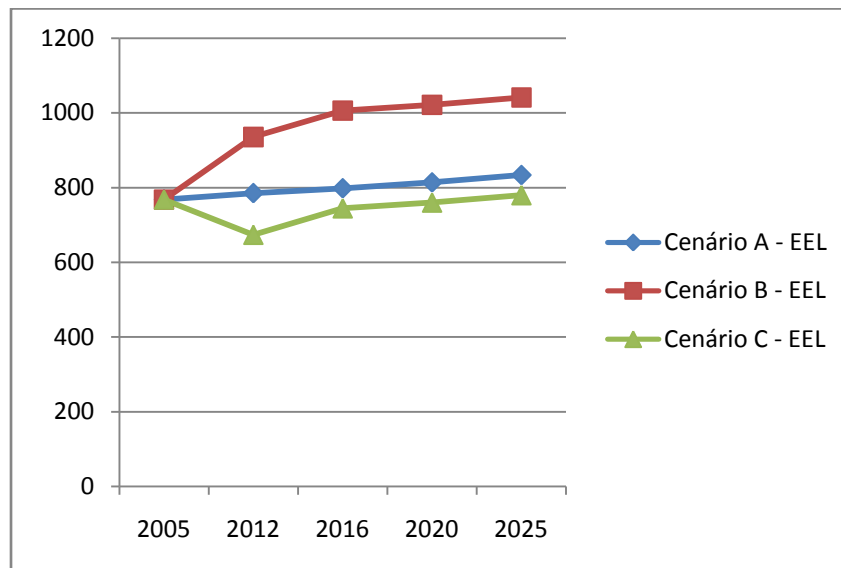


Figura 19 – Redução de Emissões de GEE para Esgotos e Efluentes Líquidos(Gg CO₂eq), Cenários A, B e C

Tabela 49 – Emissões e Variação entre os Cenários Futuros para Esgotos Doméstico, Comercial e Efluentes Industriais na Cidade do Rio de Janeiro

Cenário	2012		2016		2020		2025	
	Gg CO ₂							
A	785,1		798,0		813,6		833,3	
B	935,2		1.005,6		1.021,1		1.040,7	
C	673,5		744,3		759,8		779,5	
	Variação		Variação		Variação		Variação	
		(%)		(%)		(%)		(%)
A-B	-150,1	-19%	-207,6	-26%	-207,5	-26%	-207,4	-25%
A-C	111,6	14%	53,7	7%	53,8	7%	53,8	6%

*Variação negativa corresponde a aumento nas emissões de GEE

A Tabela 50 apresenta os valores detalhados para o Setor de Resíduos.

Tabela 50 – Emissões de GEE dos Cenários A, B e C – Setor de Resíduos

Cenário A (Gg CO₂eq)	2005	2012	2016	2020	2025
Resíduos Sólidos	1.604,6	1.870,4	1.950,6	2.042,9	2.169,7
Resíduos Sólidos Urbanos	1.580,3	1.826,0	1.896,1	1.976,6	2.085,1
Resíduos Sólidos Industriais	24,3	44,4	54,5	66,3	84,6
Esgotos e Efluentes Líquidos	767,9	785,1	798,0	813,6	833,3
Esgotos Domésticos e Comerciais	659,1	673,7	684,8	698,1	715,0
Efluentes Industriais	108,8	111,4	113,3	115,5	118,3
Total Resíduos	2.372,5	2.655,5	2.748,6	2.856,5	3.003,0
Cenário B (Gg CO₂eq)	2005	2012	2016	2020	2025
Resíduos Sólidos	1.604,6	896,1	464,5	499,8	559,8
Resíduos Sólidos Urbanos	1.580,3	851,7	410,0	433,5	475,2
Resíduos Sólidos Industriais	24,3	44,4	54,5	66,3	84,6
Esgotos e Efluentes Líquidos	767,9	935,2	1.005,6	1.021,1	1.040,7
Esgotos Domésticos e Comerciais	659,1	781,8	834,6	847,9	864,7
Efluentes Industriais	108,8	153,4	171,0	173,2	176,0
Total Resíduos	2.372,5	1.831,3	1.470,1	1.520,9	1.600,5
Cenário C (Gg CO₂eq)	2005	2012	2016	2020	2025
Resíduos Sólidos	1.604,6	806,2	319,7	334,2	363,3
Resíduos Sólidos Urbanos	1.580,3	761,8	265,2	267,9	278,7
Resíduos Sólidos Industriais	24,3	44,4	54,5	66,3	84,6
Esgotos e Efluentes Líquidos	767,9	673,5	744,3	759,8	779,5
Esgotos Domésticos e Comerciais	659,1	659,1	572,6	625,7	639,1
Efluentes Industriais	108,8	108,8	100,9	118,5	120,8
Total Resíduos	2.372,5	1.479,7	1.064,0	1.094,0	1.142,8

Fonte: Autores.

3. CONSOLIDAÇÃO DOS RESULTADOS DOS CENÁRIOS A, B E C

Este item apresenta a consolidação dos Cenários Setoriais de Energia, incluindo o Setor de Transportes, Processos Industriais (IPPU), Agropecuária, Florestas e Outros usos do Solo (AFOLU), e Resíduos.

Foram realizados três cenários de emissões dos gases de efeito estufa para o período 2005-2025:

- **Cenário A** (Cenário de linha de base) – compreende as emissões de responsabilidade do município do Rio de Janeiro que poderiam ocorrer na ausência de políticas e projetos municipais.
- **Cenário B** – apresenta o potencial de redução de emissões dos gases de efeito estufa com a implantação de políticas e projetos que já fazem parte do planejamento e das iniciativas da Prefeitura do Rio isoladamente ou em conjunto com outras esferas de governo.
- **Cenário C** – demonstra o potencial de redução de emissões dos gases de efeito estufa de políticas e projetos apontados pelo governo como viáveis e desejáveis, mas que ainda estão em fase de planejamento ou de estudos e análises, sendo essas ações mais ousadas que aquelas constantes do Cenário B. Também nesse cenário são incluídas algumas ações do cenário B, porém em maior amplitude de forma a avaliar o impacto de ações que já fazem parte do planejamento porém em menor intensidade.

A consolidação dos valores obtidos nos cenários permite que se verifique a responsabilidade das fontes em termos de maior participação no total das emissões além de se poder observar onde ocorrem as maiores oportunidades de redução de emissões, conforme as Tabelas 51 a 54, que, respectivamente, apresentam a consolidação dos cenários por fonte; a participação relativa dos setores nos anos dos cenários; a quantidade de emissões reduzidas e o potencial por fonte em Gg CO₂ e %.

Tabela 51 – Valores Consolidados das Emissões dos Gases de Efeito Estufa por Fonte – Cenários A, B e C – Gg CO₂eq

	Uso da Energia										IPPU	Floresta e uso do solo	Agropecuária	RSU	Esgotos e efluentes	Total
	Transp. Rod. Leve	Transp. Rod. Pesado	Transp. Aéreo	Transp. Ferroviário	Transp. Hidroviário	Residencial	Comercial	Setor Público	Industrial	Fugitivas e outros						
	Cenário A															
2005	2.974	1.417	1.063	13,4	10,6	795,6	319,2	210,9	1.416,4	128,6	409,77	203,4	17,2	1.604,6	767,9	11.351,7
2012	2.919	1.716	1.175	27,0	12,7	1.080,5	616,3	293,9	1.806,7	38,3	617,5	196,7	14,0	1.870,4	785,1	13.169,1
2016	3.184	1.754	1.270	27,1	13,0	1.188,7	772,5	322,6	2.167,9	45,1	748,3	193,4	14,0	1.950,6	798,0	14.448,1
2020	3.501	1.782	1.385	26,7	13,2	1.322,6	962,2	351,3	2.602,1	53,7	906,8	190,8	14,0	2.042,9	813,6	15.967,5
2025	3.936	1.812	1.563	27,1	13,5	1.519,2	1.285,4	399,8	3.278,3	66,6	1.152,9	189,7	14,0	2.169,7	833,3	18.260,6
	Cenário B															
2005	2.974	1.417	1.063	13,4	10,6	795,6	319,2	210,9	1.416,4	128,6	409,8	203,4	17,2	1.604,6	767,9	11.351,7
2012	2.823	1.652	1.175	33,6	12,7	1.080,4	616,3	293,9	1.806,7	32,6	617,50	83,4	14,0	896,1	935,2	12.072,4
2016	2.972	1.436	1.270	64,5	13,0	1.188,6	772,5	322,6	2.167,9	28,1	748,29	25,8	14,0	464,5	1.005,6	12.493,3
2020	3.285	1.461	1.385	63,0	13,2	1.322,6	962,2	351,3	2.602,1	42,3	906,78	-31,2	14,0	499,8	1.021,1	13.897,8
2025	3.713	1.488	1.563	62,9	13,5	1.519,2	1.285,4	399,8	3.278,3	55,3	1.152,91	-31,8	14,0	559,8	1.040,7	16.113,3
	Cenário C															
2005	2.974	1.417	1.063	13,4	10,6	795,6	319,2	210,9	1.416,4	128,6	409,8	203,4	17,2	1.604,6	767,9	11.351,7
2012	2.746	1.645	1.175	33,6	12,7	1.074,9	610,0	288,4	1.806,7	32,6	617,50	51,4	14,0	806,2	673,5	11.588,1
2016	2.858	1.367	1.270	75,1	13,0	1.173,7	755,9	314,0	2.167,9	28,1	748,29	-30,6	14,0	319,7	744,3	11.817,4
2020	3.111	1.275	1.385	93,8	13,2	1.295,3	930,6	338,8	2.602,1	42,3	906,78	-123,6	14,0	334,2	759,8	12.977,6
2025	3.529	1.299	1.563	93,4	13,5	1.469,6	1.223,5	380,6	3.278,3	55,3	1.152,91	-152,1	14,0	363,3	779,5	15.062,8

Tabela 52 – Participação Relativas das Fontes de Emissões – Cenários A, B e C (Gg CO₂eq)

	Uso da Energia										IPPU	Floresta e uso do solo	Agropecuária	RSU	Esgotos e efluentes	Total
	Transp. Rod. Leve	Transp. Rod. Pesado	Transp. Aéreo	Transp. Ferroviário	Transp. Hidroviário	Residencial	Comercial	Setor Público	Industrial	Fugitivas e outros						
Cenário A																
2005	26,2%	12,5%	9,4%	0,1%	0,1%	7,0%	2,8%	1,9%	12,5%	1,1%	3,6%	1,8%	0,2%	14,1%	6,8%	1,0
2012	22,2%	13,0%	8,9%	0,2%	0,1%	8,2%	4,7%	2,2%	13,7%	0,3%	4,7%	1,5%	0,1%	14,2%	6,0%	1,0
2016	22,0%	12,1%	8,8%	0,2%	0,1%	8,2%	5,3%	2,2%	15,0%	0,3%	5,2%	1,3%	0,1%	13,5%	5,5%	1,0
2020	21,9%	11,2%	8,7%	0,2%	0,1%	8,3%	6,0%	2,2%	16,3%	0,3%	5,7%	1,2%	0,1%	12,8%	5,1%	1,0
2025	21,6%	9,9%	8,6%	0,1%	0,1%	8,3%	7,0%	2,2%	18,0%	0,4%	6,3%	1,0%	0,1%	11,9%	4,6%	1,0
Cenário B																
2005	26,2%	12,5%	9,4%	0,1%	0,1%	7,0%	2,8%	1,9%	12,5%	1,1%	3,6%	1,8%	0,2%	14,1%	6,8%	1,0
2012	23,4%	13,7%	9,7%	0,3%	0,1%	8,9%	5,1%	2,4%	15,0%	0,3%	5,1%	0,7%	0,1%	7,4%	7,7%	1,0
2016	23,8%	11,5%	10,2%	0,5%	0,1%	9,5%	6,2%	2,6%	17,4%	0,2%	6,0%	0,2%	0,1%	3,7%	8,0%	1,0
2020	23,6%	10,5%	10,0%	0,5%	0,1%	9,5%	6,9%	2,5%	18,7%	0,3%	6,5%	-0,2%	0,1%	3,6%	7,3%	1,0
2025	23,0%	9,2%	9,7%	0,4%	0,1%	9,4%	8,0%	2,5%	20,3%	0,3%	7,2%	-0,2%	0,1%	3,5%	6,5%	1,0
Cenário C																
2005	26,2%	12,5%	9,4%	0,1%	0,1%	7,0%	2,8%	1,9%	12,5%	1,1%	3,6%	1,8%	0,2%	14,1%	6,8%	1,0
2012	23,7%	14,2%	10,1%	0,3%	0,1%	9,3%	5,3%	2,5%	15,6%	0,3%	5,3%	0,4%	0,1%	7,0%	5,8%	1,0
2016	24,2%	11,6%	10,7%	0,6%	0,1%	9,9%	6,4%	2,7%	18,3%	0,2%	6,3%	-0,3%	0,1%	2,7%	6,3%	1,0
2020	24,0%	9,8%	10,7%	0,7%	0,1%	10,0%	7,2%	2,6%	20,1%	0,3%	7,0%	-1,0%	0,1%	2,6%	5,9%	1,0
2025	23,4%	8,6%	10,4%	0,6%	0,1%	9,8%	8,1%	2,5%	21,8%	0,4%	7,7%	-1,0%	0,1%	2,4%	5,2%	1,0

Tabela 53 – Quantidade de Emissões Reduzidas, por Fonte – entre os Cenários A, B e C – (Gg CO₂eq)

Uso da Energia																
	Transp. Rod. Leve	Transp. Rod. Pesado	Transp. Aéreo	Transp Ferroviário	Transp Hidroviário	Residencial	Comercial	Setor Público	Industrial	Fugitivas e outros	IPPU	Floresta e uso do solo	Agropecuária	RSU	Esgotos e efluentes	Total
Cenário B em relação ao cenário A																
2012	96,6	63,5	---	-6,7	---	0,1	---	-0,02	---	5,7	---	113,3	---	974,3	-150,1	1.096,8
2016	211,4	317,6	---	-37,4	---	0,1	---	0,02	---	17,0	---	167,6	---	1.486,1	-207,6	1.954,8
2020	215,3	321,6	---	-36,2	---	0,1	---	0,03	---	11,4	---	222,0	---	1.543,1	-207,5	2.069,7
2025	223,4	324,4	---	-35,8	---	0,1	---	-0,02	---	11,4	---	221,5	---	1.609,9	-207,4	2.147,3
Cenário C em relação ao Cenário A																
2012	172,9	70,5	---	-6,7	---	5,6	6,3	5,4	---	5,7	---	145,3	---	1.064,2	111,7	1.480,9
2016	326,0	386,7	---	-48,0	---	15,0	16,6	8,6	---	17,0	---	224,0	---	1.630,9	53,8	2.630,7
2020	389,8	507,4	---	-67,1	---	27,4	31,7	12,5	---	11,4	---	314,4	---	1.708,7	53,8	2.989,5
2025	407,2	513,0	---	-66,4	---	49,6	61,9	19,1	---	11,4	---	341,8	---	1.806,4	53,8	3.197,4
Cenário C em relação ao Cenário B																
2012	76,4	7,0	---	0,0	---	5,5	6,3	5,5	---	---	---	32,0	---	89,9	261,7	484,2
2016	114,7	69,1	---	-10,6	---	15,0	16,6	8,6	---	---	---	56,4	---	144,8	261,3	675,9
2020	174,5	185,8	---	-30,9	---	27,3	31,7	12,5	---	---	---	92,4	---	165,6	261,3	920,2
2025	183,8	188,6	---	-30,5	---	49,6	61,9	19,2	---	---	---	120,3	---	196,5	261,2	1.050,5

Tabela 54 – Potencial de Redução de Emissões dos Gases de Efeito Estufa por Fonte – Cenários A, B e C (%)

	Uso da Energia										IPPU	Floresta e uso do solo	Agropecuária	RSU	Esgotos e efluentes	Total
	Transp. Rod. Leve	Transp. Rod. Pesado	Transp. Aéreo	Transp Ferroviário	Transp Hidroviário	Residencial	Comercial	Setor Público	Industrial	Fugitivas e outros						
Cenário B em relação ao Cenário A																
2012	3,3%	3,7%	---	-24,7%	---	---	---	---	---	14,8%	---	57,6%	---	52,1%	-19,1%	8,3%
2016	6,6%	18,1%	---	-138,1%	---	---	---	---	---	37,7%	---	86,7%	---	76,2%	-26,0%	13,5%
2020	6,2%	18,0%	---	-135,5%	---	---	---	---	---	21,2%	---	116,4%	---	75,5%	-25,5%	13,0%
2025	5,7%	17,9%	---	-132,3%	---	---	---	---	---	17,0%	---	116,8%	---	74,2%	-24,9%	11,8%
Cenário C em relação ao Cenário A																
2012	5,9%	4,1%	---	-24,7%	---	0,5%	1,0%	1,8%	---	14,8%	---	73,9%	---	56,9%	14,2%	12,0%
2016	10,2%	22,1%	---	-177,4%	---	1,3%	2,2%	2,7%	---	37,7%	---	115,8%	---	83,6%	6,7%	18,2%
2020	11,1%	28,5%	---	-251,0%	---	2,1%	3,3%	3,6%	---	21,2%	---	164,8%	---	83,6%	6,6%	18,7%
2025	10,3%	28,3%	---	-245,0%	---	3,3%	4,8%	4,8%	---	17,0%	---	180,2%	---	83,3%	6,5%	17,5%
Cenário C em relação ao Cenário B																
2012	2,7%	0,4%	---	0,0	---	0,5%	1,0%	1,9%	---	---	---	38,4%	---	10,0%	28,0%	4,0%
2016	3,9%	4,8%	---	-16,5%	---	1,3%	2,2%	2,7%	---	---	---	218,6%	---	31,2%	26,0%	5,4%
2020	5,3%	12,7%	---	-49,0%	---	2,1%	3,3%	3,5%	---	---	---	-296,2%	---	33,1%	25,6%	6,6%
2025	5,0%	12,7%	---	-48,5%	---	3,3%	4,8%	4,8%	---	---	---	-378,3%	---	35,1%	25,1%	6,5%

A redução de emissões do Cenário B em relação ao Cenário A alcança 13,0% em 2020 e 11,8% em 2025; e do cenário C em relação ao cenário A alcança 18,7% em 2020 e 17,5% em 2025. A Figura 20 abaixo apresenta a diferença relativa entre os Cenários. A seguir, a Figura 21 mostra em termos absolutos a amplitude das reduções de emissões entre os cenários.

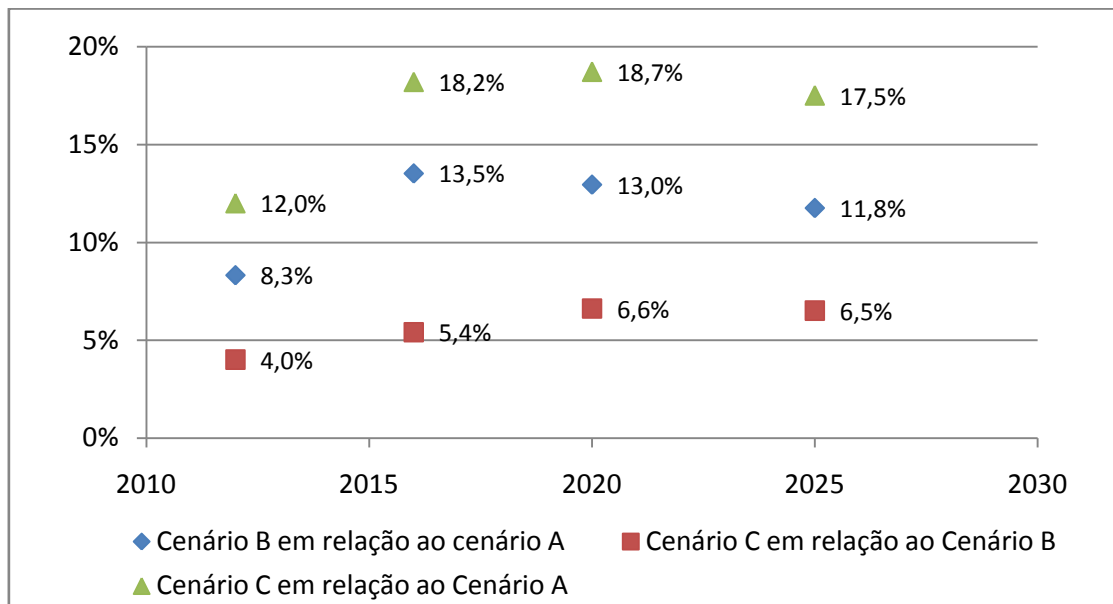


Figura 20 – Percentual de Redução de Emissões entre os Cenários

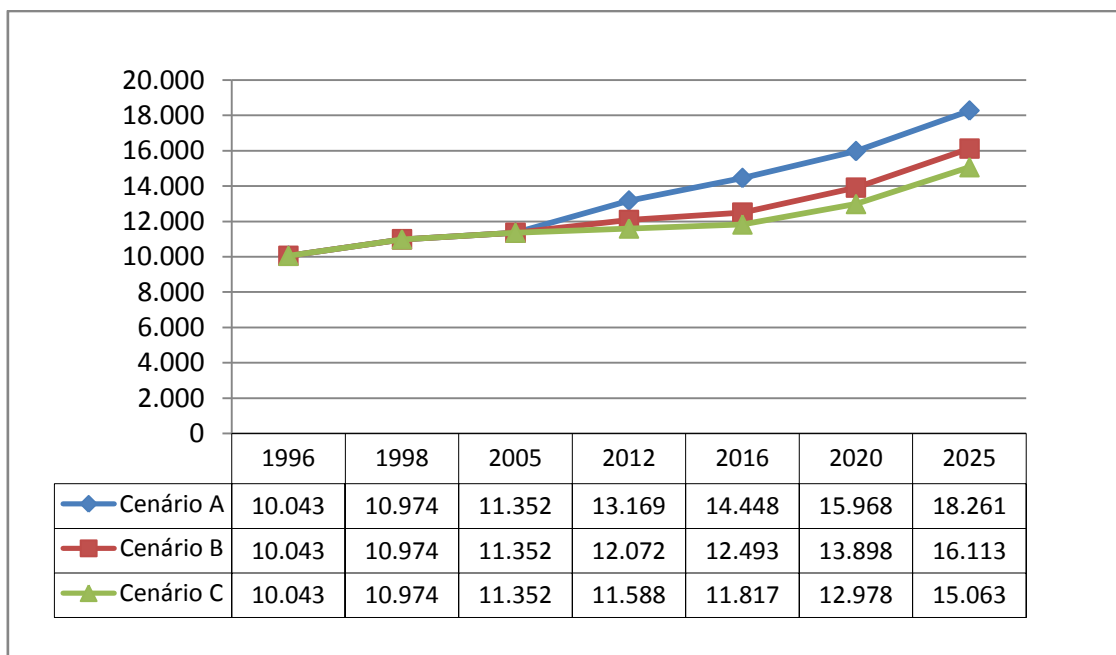


Figura 21 – Potencial de Redução entre os Cenários A, B e C

BIBLIOGRAFIA

- ABIQUIM, 2006. Anuário da Indústria Química Brasileira.
- Agostinnetto, D., Nilson Fleck, G., Rizzardi, M. A., Balbinot Jr., A. A., 2002. Potencial de emissão de metano em lavouras de arroz irrigado. In: Ciência Rural, Santa Maria, v.32, n.6, p.1073-1081, 2002, ISSN 0103-8478
- Alcantara, M.M.P, 2005. O Setor Industrial no Estado do Rio de Janeiro: Uma Análise Espaço Temporal. Dissertação de Mestrado, ENCE – Escola Nacional de Ciências Estatísticas.
- Anais do 12o Simpósio de Pastagens. Tema: O Capim Colonião – Publicado pela Fundação dos Estudos Agrários Luiz de Queirós (FEALQ/UNESP).
- ANFAVEA, 2010. Anuário da Indústria Automobilística Brasileira. São Paulo, 2010.
- Aquino, L. C. S., 2005. Painel “Estimativa do Estoque de Carbono das Principais Paisagens Florestais Brasileiras” apresentado no Simpósio Mundial de Restauração da Paisagem Florestal, realizado em Petrópolis, em abril de 2005.
- Araújo, D. S e Crude Maciel. N., 1979. Os Manguezais do Recôncavo da Baía de Guanabara, Cadernos FEEMA, Série Técnica 10/79.
- BEE-RJ, 2006. Balanço Energético do Estado do Rio de Janeiro 2003-2005. Secretaria de Estado de Energia, da Indústria Naval e do Petróleo – SEINPE/RJ.
- Brun, E. J., 2004. Biomassa e Nutrientes na Floresta Estacional Decidual no município de Santa Tereza (RS). Tese de Mestrado em Engenharia Florestal, defendida na Universidade de Santa Maria (UFSM).
- CENTRO CLIMA, 2006. Emissões Evitadas e Cenários Futuros de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Município de São Paulo. Centro Clima/COPPE/UFRJ. Disponível em www.centroclima.org.br.
- CEPERJ (2010a). Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro 2009.
- CEPERJ (2010b). Diagnóstico sobre a economia fluminense, baseado nos projetos contas regionais do Brasil e PIB municipal.
- Costa, T. et al., 2007. Vulnerabilidade Ambiental em Sub-bacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro por meio de integração temática da perda de solo (USLE), variáveis morfométricas e o uso/cobertura da terra. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2493-2500.

- Dantas, M. E., Shinzato, E., Medina, A., Silva, C., Pimentel, J., Lumbreras, J., Calderano, S. e Carvalho Filho, A. , 2000. Diagnóstico Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro http://www.cprm.gov.br/publique/media/artigo_geoambientalRJ.pdf (consultado em 10/08/2007).
- Demarchi, J. , Berndt , A., Primavesi, O. , e Lima, M., 2006. Emissões de Gases de Efeito Estufa e Práticas Mitigadoras em Ecossistemas Agropecuários – Bovinos de Corte. In: http://www.aptaregional.sp.gov.br/artigo.php?id_artigo=287 (26/07/2007)
- DUBEUX, C. B. S., 2007. Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa por Municípios Brasileiros: Metodologias para Elaboração de Inventários Setoriais e Cenários de Emissões como Instrumentos de Planejamento. Tese de Doutorado. Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro. ERNST & YOUNG (2010). Brasil Sustentável – Impactos Socioeconômicos da Copa do Mundo de 2014.
- EHRlich, M., ALMEIDA, M. S. S., BARBOSA, M. C., 1994, "Pollution Control of Gramacho Municipal Landfill". I International Congress on Environmental Geotechnics, Edmonton, Canada, pp. 657-663;
- ERNST & YOUNG (2010). Brasil Sustentável – Impactos Socioeconômicos da Copa do Mundo de 2014.
- FEEMA, 2007. Programa de Autocontrole de Efluentes Líquidos (PROCON ÁGUA), Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente.
- FIRJAN, 2004. Súmula Ambiental: Gestão para Reaproveitamento de Materiais nas Indústrias do Estado Rio de Janeiro.
- FIRJAN, 2007. Cadastro Industrial do Estado do Rio de Janeiro, 2006/2007.
- GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO/SEARJ, COPPE/LIMA, 2007, Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ: Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas – Secretaria do Ambiente do Estado do RJ, 307 p.;
- GRÜTTER CONSULTING, 2006. BRT Bogotá, Colombia: TransMilenio Phase II-IV. PROJECT DESIGN DOCUMENT FORM (CDM PDD) – Version 02
- GRÜTTER CONSULTING, 2010. Monitoring Report TRANSMILENIO year 2009. CDM Project 0672: BRT
- IBGE, 2004, Resultados da Amostra do Censo Demográfico 2000 – Malha municipal digital do Brasil: situação em 2001. NOTA: Informações de acordo com a Divisão Territorial vigente em 01.01.2001. Rio de Janeiro, RJ;

- IBGE. Censo Demográfico 2000: Características da População e dos Domicílios: Resultados do universo. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default.shtm>>. Acesso em: Maio, 2010.
- IPCC, 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Volume 5: Waste. National Greenhouse Gas Inventories Programme, Edited by Eggleston, H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K. Published by IGES, Japan;
- IPCC, 2007. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007 B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds). IPCC AR4 WG3 chapter 5 – Transport and its infrastructure. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPP 2008, Indústria na cidade do Rio de Janeiro: estrutura e conjuntura recente, 2008. Helcio de Medeiros Junior, Mérida Alberta Herasme Medina – Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos/Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.
- IPP 2008, PIB MUNICIPAL: CONCEITUAÇÃO, METODOLOGIA E ANÁLISE PARA A CIDADE DO RIO DE JANEIRO. Gilda Santiago – Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos/Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.
- Jantalia, C., Aita, C., Urquiaga, S., Alves, B., 2006. Emissão de Óxido Nitroso com a Aplicação de Dejetos Líquidos de Suínos em Solo sob Plantio Direto. *Pesq. Agropec. Bras.* vol.41 no.11 Brasília Nov. 2006.
- Jensen, B. B., 1996. Methanogenesis in Monogastric Animals. *Environmental Monitoring and Assessment*, Ministério da Ciência e Tecnologia.
- LEITE, L. E. C., MAHLER, C. F., 2005, “Avaliação do Potencial de Receitas Derivadas do Biogás de Aterros Sanitários”, Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, III-204, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 18-23, Setembro;
- LOUREIRO, S. M., 2005, Índice de Qualidade no Sistema da Gestão Ambiental em Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos – IQS. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;
- Macedo e Nogueira, 2004. Biocombustíveis. In: *Cadernos NAE – Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República*, no. 2, Brasília. <http://www.planalto.gov.br/secom/nae>
- Macedo, I. C.; Seabra, J. E. A.; Silva, J. E. A. R., 2008. Green house gases emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: The 2005/2006 averages and a prediction for 2020. *Biomass and Bioenergy* 32 (2008) 582 – 595.

- MCT, 2004. Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.
- MCT, 2010. SEGUNDO INVENTÁRIO BRASILEIRO DE EMISSÕES ANTRÓPICAS DE GASES DE EFEITO ESTUFA. EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO. Versão para consulta pública. Ministério da Ciência e Tecnologia 2010.
- Medeiros Junior, H. D.; Negrete, A. C. A. Comércio na cidade do Rio de Janeiro: estrutura e conjuntura recente. IPP/Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008.
- MORAES, C.; PICILLO, G. Queima do lixo no Brasil pode gerar 300 MW de energia em 5 anos. GP Comunicação, 2009.
- OLIVEIRA, J.C., ALBUQUERQUE, F.R.P.C., Lins, I.B., 2004, Projeção da População do Brasil por Sexo e Idade para o Período 1980-2050. Diretoria de Pesquisas – DPE, Coordenação de População e Indicadores Sociais – COPIS, Rio de Janeiro, agosto, 22p.
- PNUMA, 2010. PERSPECTIVAS DEL MEDIO AMBIENTE: AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Panama City, Panamá.
- PREFEITURA DO RIO/SMMA, COPPE/LIMA, 2003, Inventário de Emissão de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ: Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas – Secretaria Municipal de Meio Ambiente, 104 p.;
- SCHAEFFER, R., 2007, Cenários de Emissões Evitadas de Gases de Efeito Estufa. Mudanças Climáticas e Gases de Efeito Estufa I, Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ;
- SECRETARIA DA COMUNICAÇÃO SOCIAL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (2009). Impacto econômico das Olimpíadas no Rio será de US\$ 14 bilhões. Ipcdigital.com. outubro de 2009. Disponível em: <http://www.ipcdigital.com/br/Noticias/Brasil/Impacto-economicodas-Olimpiadas-no-Rio-sera-de-US-14-bilhoes>, Acesso em: 15 de setembro de 2010.
- Sigaud, M. F. Caracterização dos domicílios na cidade do Rio de Janeiro. Instituto Pereira Passos – IPP. Rio de Janeiro. 2007.
- SMAC, 2003. Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.
- SVMA, 2005. Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Município de São Paulo. Secretaria do Verde e do Meio Ambiente.
- UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC – CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM (CDM). Disponível em: <http://cdm.unfccc.int/index.html>. Acesso em 02/09/2008.

- VIEIRA, S. M. M., & SILVA, J. W. Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Relatórios de Referência – Emissões de Metano no Tratamento e na Disposição de Resíduos. CETESB/MCT. Brasília. 2002.
- WILLS, W., 2008. O Aumento da Eficiência Energética nos Veículos Leves e suas IMPLICAÇÕES nas Emissões de Gases de Efeito Estufa – Cenários Brasileiros entre 2000 E 2030. Dissertação de Mestrado. Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- WILLS, W., LA ROVERE, E. L., 2009. Light vehicle energy efficiency programs and their impact on Brazilian CO₂ emissions. Energy Policy. Volume 38, Issue 11, November 2010, Pages 6453-6462. doi:10.1016/j.enpol.2009.06.057.
- WINKELMAN, S. e SILSBE, E., 2004. Assessing how the Clean Development Mechanism can Increase Bicycle Use in Santiago.. Santiago, Chile. August 25, 2004
- WRI, 2008. Measuring the Invisible. Quantifying Emissions Reductions from Transport Solutions. Porto Alegre Case Study. World Resources Institute.
- WRI, 2010. Modernizing Public Transportation. Lessons learned from major bus improvements in Latin America and Asia. World Resources Institute.
- WRIGHT, L. e FULTON, L., 2005. Climate Change Mitigation and Transport in Developing Nations. Transport Reviews, Vol. 25, No. 6, 691–717, November 2005

SÍTIOS DA INTERNET CONSULTADOS

- CETESB (2006) – (<http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/emissoes/im.asp>).
- COMPANHIA MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA – COMLURB. Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/comlurb>>. Acesso em: 01 ago. 2010;
- Bogotá, Colombia: TRANSMILENIO Phase II to IV. Monitoring Period 1.1.2009 – 31.12.2009. 28/02/2010.
- <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/indice/flanali.asp?codpal=296&pal=TRANSPORTE>
- IPP, 2010 – site acessado em julho de 2010 – <http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/>
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCT. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em 02/09/2010;
- OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. Disponível em: <<http://www.ons.org.br/home/index.aspx>>. Acesso em: 30/08/2010;

PREFEITURA DO RIO – ARMAZEM DE DADOS/INSTITUTO PEREIRA PASSOS – IPP. Disponível em: <<http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br>>. Acesso em: 29/08/2010;

<http://www.anp.gov.br/?pg=18599&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1279564308204>

<http://www.imprensa.rj.gov.br/detalheNoticiaMetropolitana.asp?ident=50150&flag=Noticia>

<http://www.imprensa.rj.gov.br/detalheNoticiaMetropolitana.asp?ident=48612&flag=Noticia>

http://www.sectran.rj.gov.br/downloads/proj_futuros.pdf7