

1º Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa do Município de Rio Branco, Acre:

Série 2012–2016



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL





**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Acre
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 160

**1º Inventário das Emissões de Gases de Efeito
Estufa do Município de Rio Branco, Acre:**

Série 2012–2016

*Falberni de Souza Costa
Eufran Ferreira do Amaral
Cássia Souza de Melo
Dalva Araújo Martins*

**Embrapa Acre
Rio Branco, AC
2019**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Acre

Rodovia BR-364, km 14,
sentido Rio Branco/Porto Velho
Caixa Postal 321, CEP 69900-970, Rio Branco, AC
Fone: (68) 3212-3200, Fax: (68) 3212-3285
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Prefeitura Municipal de Rio Branco

Rua Rui Barbosa, 285 – Centro
CEP 69900-901, Rio Branco, AC,
Fone: (68) 3212-7040
http://www.pmrba.ac.gov.br/

Prefeita do município de Rio Branco
Socorro Neri

Secretário Municipal de Meio Ambiente
Aberson Carvalho de Sousa

**ICLEI – GOVERNOS LOCAIS PELA SUSTENTABILIDADE
SECRETARIADO PARA AMÉRICA DO SUL**

Secretário-Executivo
Rodrigo de Oliveira Perpétuo

Coordenação Técnica

Gerente de Relações Institucionais
Bruna Cerqueira

Gerente de Mudanças Climáticas
Igor Albuquerque

Autores

Assistente de Projetos
Iris Coluna

Estagiária
Dayane Oliveira

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Acre

Presidente
Elias Melo de Miranda

Secretária-Executiva
Claudia Carvalho Sena

Membros
*Carlos Mauricio Soares de Andrade, Celso Luis
Bergo, Evandro Orfanó Figueiredo, Rivaldo
Coelho Gonçalves, Rodrigo Souza Santos,
Romeu de Carvalho Andrade Neto, Tadário
Kamel de Oliveira, Tatiana de Campos, Virgínia
de Souza Álvares*

Supervisão editorial e revisão de texto
Claudia Carvalho Sena, Suely Moreira de Melo

Normalização bibliográfica
Renata do Carmo França Seabra

Editoração eletrônica e tratamento das
ilustrações
Francisco Carlos da Rocha Gomes

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Foto da capa
Marcos Vicentti

1ª edição
On-line (2019)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Acre

1º Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa do Município de Rio Branco, Acre: Série 2012–2016 /
Falbérni de Souza Costa... [et al]. – Rio Branco, AC : Embrapa Acre, 2019.

36 p. : il. color. – (Documentos / Embrapa Acre, ISSN 0104-9046; 160).

Inventário produzido como parte do Acordo de Cooperação Técnica nº 23000.18/0027-5 de 20/9/2018
celebrado entre a Embrapa e o município de Rio Branco.

1. Efeito estufa – Rio Branco. 2. Emissões antrópicas. 3. Sumidouros de gases. 4. Acordo de Cooperação
Técnica. I. Costa, Falbérni de Souza. II. Embrapa Acre. III. Prefeitura Municipal de Rio Branco.

CDD (21. ed.) 551.63098112

Autores

Falberni de Souza Costa

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC

Eufran Ferreira do Amaral

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC

Cássia Souza de Melo

Engenheira florestal, gerente de mudanças climáticas, Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Rio Branco, AC

Dalva Araújo Martins

Bióloga, mestre em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais, chefe da divisão de gestão ambiental, Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Rio Branco, AC



Agradecimentos

Os autores agradecem a todos os colaboradores/funcionários da Prefeitura Municipal de Rio Branco e aos estudantes Jorginey Araújo de Lima e Suzamar Moitozo Pinheiro que contribuíram de forma direta e/ou indireta na obtenção dos dados para a elaboração deste inventário; aos gestores de instituições públicas e/ou privadas presentes no estado do Acre por disponibilizarem as informações solicitadas; ao ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade, Secretariado para América do Sul (SAMS) pelo apoio técnico.



Apresentação

A oportunidade para os governos locais continuarem como os protagonistas reais na mitigação das mudanças climáticas globais com a extensão do Protocolo de Kyoto na COP 18/2012 em Doha, Qatar, também pode estimular o desenvolvimento local baseado em políticas públicas que oportunizem melhor qualidade de vida para a sua população, seja ela urbana ou rural, sem comprometer suas atividades de produção e manutenção de bens e serviços.

O primeiro passo na direção de desenvolvimento harmonizado entre ações locais e efeitos globais é o conhecimento das fontes e sumidouros de gases de efeito estufa na matriz de desenvolvimento local. É importante frisar que ações locais têm efeito reverso no aumento da frequência de eventos extremos nas últimas décadas. Municípios não preparados para esses eventos, mas que teoricamente contribuíram para a sua ocorrência, podem sofrer esse efeito reverso, causando atraso no desenvolvimento e redução da quantidade e da qualidade de suas responsabilidades com os seus cidadãos.

Como primeiro passo para um desenvolvimento harmonizado entre ações locais e efeitos globais é apresentado o *1º Inventário das emissões de gases de efeito estufa do município de Rio Branco, Acre: série 2012–2016*. Este inventário apresenta sugestões a partir dos resultados obtidos para mudanças estruturais no município objetivando reduzir as emissões, como, por exemplo, aumentar a robustez e a intercomunicação dos bancos de dados setoriais. A abordagem dada ao inventário permitiu demonstrar a tendência temporal de cada sumidouro/fonte de gases de efeito estufa por setor da matriz de produção do município e, portanto, prever o que assumir como prioridade para redução das emissões e/ou aumento da capacidade do sumidouro.

Eufran Ferreira do Amaral
Chefe-Geral da Embrapa Acre

Socorro Neri
Prefeita do município de Rio Branco



Sumário

Introdução.....	11
Métodos de cálculos.....	13
Energia.....	16
Transporte.....	17
Afolu.....	18
Tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos.....	19
Apresentação dos resultados.....	20
Emissões dos setores da economia municipal.....	21
Energia.....	21
Transporte.....	23
Afolu.....	24
Resíduos.....	26
Emissões por escopo.....	27
Emissões por tipo de gás.....	28
Emissão total de CO ₂ e do município de Rio Branco – ano e escopo/setor econômico.....	30
Lições aprendidas.....	31
Recomendações setoriais a partir dos resultados do inventário.....	31
Energia.....	32
Transporte.....	32
Afolu.....	32
Tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos.....	33
Referências.....	33



Introdução

As atividades humanas causaram um aquecimento global de 1 °C (faixa de 0,8 °C a 1,2 °C) acima dos níveis de temperatura da época pré-industrial. É provável que se alcance 1,5 °C entre 2030 e 2052 se for mantida a taxa atual de acréscimo de temperatura. Essas estimativas são baseadas na literatura científica, técnica e socioeconômica relevante atual, com indicações de linguagem calibrada e identificação de ausência de conhecimento pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (acrônimo em inglês IPCC) (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2018).

Inventariar as emissões antrópicas de gases de efeito estufa (GEE) em escala municipal permite planejamento no enfrentamento das mudanças climáticas, identificando as fontes locais emissoras e as estratégias necessárias para mitigação das emissões de forma pontual em cada fonte (Conceição; Marinho, 2015). Contudo a falta de um padrão de inventários nessa escala dificulta a comparação de resultados. A elaboração setorial, institucional e em escalas nacional e internacional, por sua vez, tem método mais consolidado, permitindo a comparação de resultados (Eggleston et al., 2006; Costa et al., 2012; Costa; Amaral, 2014; Brasil, 2016abc).

Embora a mitigação e a adaptação à mudança climática sejam questões prementes para as cidades, os desafios de governança levaram a respostas políticas que são incrementais e fragmentadas. Muitas cidades estão integrando mitigação e adaptação, mas poucas estão embarcando nas estratégias mais transformadoras necessárias para desencadear uma mudança fundamental com caminhos de desenvolvimento urbano sustentável e resilientes ao clima. As causas, as dinâmicas e as consequências da mudança climática cruzam as fronteiras jurisdicionais e exigem uma governança colaborativa entre setores governamentais e não governamentais, atores, fronteiras administrativas e jurisdições. Embora não haja uma solução única de governança para a mudança climática, prazos mais longos de planejamento, coordenação e participação entre múltiplos atores e arranjos de governança flexíveis e adaptáveis podem levar a uma governança climática urbana mais eficaz. A governança urbana sobre mudanças climáticas deve incorporar princípios de justiça para que as desigualdades nas cidades não sejam reproduzidas. Portanto, a justiça na governança urbana sobre mudanças climáticas requer que os grupos vulneráveis sejam representados nos processos de planejamento de adaptação e mitigação; que o enquadramento e a definição de prioridades

reconheçam as necessidades específicas desses grupos vulneráveis; e as ações tomadas para responder às mudanças climáticas aumentem os direitos e os bens de grupos vulneráveis. (Rosenzweig et al., 2015, p. 20).

Atualmente um inventário de gases de efeito estufa em escala municipal pode ser estimado por distintos métodos, destacando-se aqueles que procuram padronizar a forma de cálculo para permitir comparações entre municípios com abrangência nacional e internacional. Os pressupostos científicos e técnicos desses métodos, em geral, são os mesmos recomendados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), uma organização estabelecida em 1988 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e a Organização Meteorológica Mundial (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2018). A missão do IPCC é fornecer ao mundo uma visão científica clara sobre o estado atual do conhecimento em mudanças climáticas e seus potenciais impactos ambientais e socioeconômicos.

A metodologia GPC (Global Protocol for Community, 2018) foi elaborada pelo ICLEI (Governos Locais pela Sustentabilidade, 2016), WRI (World Resources Institute) e C40 (Climate Leadership Group) em 2014 e está baseada nos manuais para inventários de GEE nacionais de 2006, publicados pelo IPCC (Eggleston et al., 2006). A GPC, além de outros aspectos, permite comparações entre inventários de emissões de diferentes governos locais, ao estabelecer requisitos e prover orientações para os cálculos e reporte dos gases de efeito estufa emitidos. Assim funciona a calculadora ClearPath utilizada neste inventário.

A elaboração do *1º Inventário das emissões de gases de efeito estufa do município de Rio Branco, Acre: série 2012–2016*, daqui por diante inventário, portanto, segue tendências internacionais de planejamento das cidades, uma ação local, para apoio na sustentabilidade global, buscando torná-las sustentáveis, resilientes, eficientes no uso de recursos, biodiversas, de baixa emissão de carbono, com construção de infraestrutura inteligente e desenvolvimento de uma economia urbana verde e inclusiva (Guia..., 2018). Este inventário está de acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), 13 (Combate às Alterações Climáticas) e 17 (Parcerias em prol das Metas). Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são uma coleção de 17 metas globais estabelecidas pela Assembleia Geral das Nações Unidas.

Métodos de cálculos

As informações do município de Rio Branco (Figura 1), conforme recomendado pelo Global Protocol for Community (2018), são apresentadas na Tabela 1.

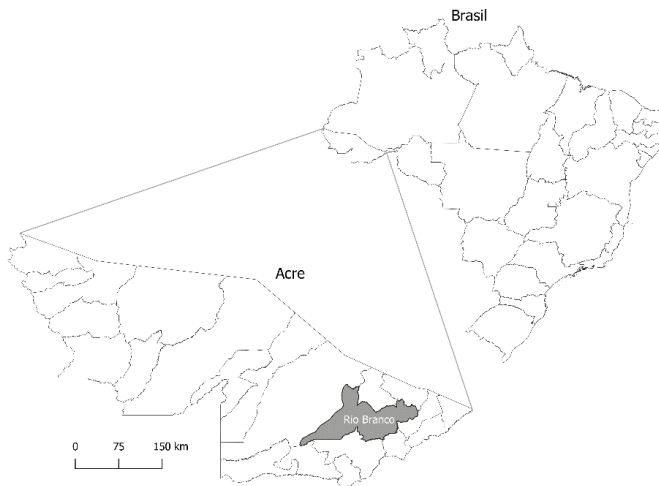


Figura 1. Localização do estado do Acre no Brasil e do município de Rio Branco no Acre.

O clima regional é equatorial quente e úmido, Am segundo a classificação de Köppen Geiger, com médias anuais (normal climatológica de 1961 a 1990) da temperatura de 24,80 °C e da precipitação de 1.947,50 mm (Instituto Nacional de Meteorologia, 2018). Para o período de 1981 a 2010, as médias anuais da normal climatológica correspondentes são de 25,13 °C e de 1.997,60 mm (Instituto Nacional de Meteorologia, 2018). A economia de Rio Branco está baseada (participação percentual do setor no valor adicionado do município) no setor de serviços (56,8%), da administração pública (27,2%), da indústria (13,9%) e da agropecuária (2,1%), com predominância da pecuária de gado de corte, com um rebanho total de 524.670 cabeças em 2016 (Acre em números, 2017; IBGE, 2018).

Tabela 1. Informações de Rio Branco.

Limite do inventário	Informação do município
Nome do município	Rio Branco
Estado	Acre
País	Brasil
Ano do inventário	2012 a 2016
Limites geográficos	9°58'26" de latitude sul e 67°48'27" de longitude oeste, altitude de 143 m
Área (km ²)	8.834,94
População (IBGE, 2018)	401.155
PIB per capita 2015 (R\$ 1,00 – IBGE, 2018)	22.308,66
Composição da economia	56,8% serviços, 27,2% administração pública, 13,9% indústria e 2,1% agropecuária
Clima	Equatorial quente e úmido
Bioma	Amazônia

Fonte: IBGE (2019).

Os setores inventariados para emissões antrópicas de Rio Branco no período de 2012 a 2016 foram: 1) energia; 2) transporte; 3) afolu (agriculture, forestry and other land use – em português agricultura, silvicultura e outros usos do solo), tendo a agropecuária foco para a pecuária bovina, bubalina, caprina e ovina municipal e mudança no uso da terra e florestas com foco para o desmatamento e tratamento; e 4) disposição final de resíduos sólidos urbanos, doravante resíduos. Esses setores são semelhantes, com ajustes, à abordagem da quarta edição brasileira das *Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil* (Brasil, 2017).

A métrica deste inventário para a conversão das emissões de GEE individual para equivalente de dióxido de carbono – CO₂ (CO₂e), unidade na qual as emissões de diferentes gases podem ser somadas, é a do potencial de aquecimento global (Global Warming Potential – GWP – 5th Assessment Report – AR 5) (The Core Writing Team et al., 2014). O gás de efeito estufa considerado como de emissão mais significativa em cada setor/atividade

depende do processo principal que o gera, sendo o dióxido de carbono (CO_2) para as emissões oriundas da energia, do transporte e do afolu/desmatamento. O metano (CH_4) é o gás principal para as emissões oriundas do afolu/ruminantes e de resíduos.

Este inventário apresenta a abordagem “basic +” por incluir o setor de afolu, além dos setores de energia, transporte e resíduos (Eggleston et al., 2006, Global Protocol for Community, 2018).

As estimativas foram realizadas utilizando-se a calculadora ClearPath, disponibilizada on-line no âmbito da parceria da Prefeitura Municipal de Rio Branco com o ICLEI (Acordo de Cooperação Técnica nº 23000.18/0027-5 de 20/9/2018 celebrado entre a Embrapa e o município de Rio Branco).

A entrada de dados na calculadora ClearPath ocorre da seguinte forma: 1) no setor de energia estacionária/emissões da rede elétrica – a entrada é a eletricidade usada; 2) no setor de transporte/método da venda de combustível – a entrada é a quantidade por tipo de combustível; 3) no setor de afolu/agricultura, silvicultura e outros usos da terra – a entrada é a quantidade de emissão de cada gás (CO_2 , N_2O e CH_4); e 4) no setor de resíduos/tratamento biológico de resíduos – a entrada é a quantidade de resíduos e suas características.

Dessa forma, para o setor afolu, além do cálculo prévio das emissões e fornecimento de mais detalhes das informações utilizadas, atendendo aos princípios para a elaboração dos inventários de GEE recomendados pela GPC (relevância, abrangência, consistência, transparência e exatidão), foram utilizados os relatórios de referência da Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (Brasil, 2004), da Segunda (Brasil, 2010) e da Terceira (Brasil, 2016abc) Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, publicadas pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação (MCTI), com considerações locais baseadas no *Inventário de emissões antrópicas e sumidouros de gases de efeito estufa do estado do Acre, ano-base 2010* (Costa et al., 2012), 2012 (Costa; Amaral, 2014) e 2014 (Amaral et al., 2018). Considerações científicas e mais abrangentes foram baseadas nos documentos do *Painel intergovernamental sobre mudanças do clima: diretrizes para inventários nacionais de gases de efeito estufa*

(Eggleston et al., 2006) e *Métodos suplementares revistos e orientações sobre boas práticas resultantes do Protocolo de Quioto* (The Core Writing Team et al., 2014).

O nível de detalhe Tier 2 foi utilizado para todos os setores inventariados. Tier 2 é definido pela aplicação de informações locais específicas para cada setor inventariado sobre as suas mudanças espaço-temporais (The Core Writing Team et al., 2014). Seguindo essas orientações, a obtenção das informações utilizadas neste inventário é descrita a seguir para os quatro setores considerados.

Energia

As informações utilizadas para a estimativa das emissões deste setor foram obtidas nas Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobras), distribuição Acre. Como Rio Branco já é parte do Sistema Interligado Nacional (SIN) na série temporal considerada neste inventário, segundo o Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (Brasil, 2019), “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”. Ou seja, é calculada a média das emissões da geração de todas as usinas que estão gerando energia e não somente aquelas que estejam funcionando na margem. Ainda conforme o Brasil (2019) “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”. Dessa forma, os fatores de emissão médios de CO₂ devem ser utilizados quando o objetivo for quantificar as emissões da energia elétrica gerada em dado momento, servindo, portanto, para inventários em geral corporativos ou de outra natureza.

Destaca-se que neste inventário não foram consideradas as emissões de CO₂, monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos não metano (NMHC), óxidos de nitrogênio (NOx) e de material particulado (MP) comumente oriundas do uso de combustíveis fósseis para a geração de energia elétrica em usinas termelétricas. São incluídas as emissões oriundas da geração/transformação e do consumo de energia e as emissões resultantes de fugas na cadeia de produção, transformação, distribuição e consumo de outras

matrizes energéticas. Não foram incluídas as emissões a partir da queima de biomassa (fontes renováveis) e dos combustíveis fósseis na navegação fluvial e o transporte aéreo nacional. Como foram utilizados os fatores de emissão médios de CO₂ para energia elétrica, há completa desvinculação das emissões originadas desse setor e do setor de transporte, como pode haver quando o município tem ainda a geração de energia termelétrica em sua matriz energética. De outra forma, para este inventário não há associação técnica entre as emissões dos setores de energia elétrica e de transporte.

A energia não especificada é utilizada quando, na identificação das fontes (ou subsetores no caso específico do setor de energia), não é possível determinar o setor ou a fonte exata da emissão relacionada à energia.

Transporte

Foram consideradas as emissões por tipo de combustível (gasolina C, diesel e etanol hidratado) comercializado em Rio Branco na série temporal considerada, estimadas pelo método Top-down. A quantidade comercializada dos combustíveis foi obtida na página da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2019).

Sobre as planilhas de vendas de combustíveis disponíveis em sua página na internet demonstrando as vendas realizadas pelas distribuidoras dos derivados de combustíveis de petróleo e de álcool etílico hidratado, por produto, município, unidade da federação e grande região, a Agência Nacional do Petróleo... (2019) destaca que:

As informações se baseiam em dados declaratórios enviados à ANP pelas empresas responsáveis pela distribuição destes combustíveis e incluem as vendas propriamente ditas e o consumo próprio das empresas, ressaltando que as empresas informantes podem corrigir os dados enviados anteriormente.

Dessa forma, essas informações imprimem certo grau de incerteza no cálculo das emissões oriundas das vendas dos derivados de combustíveis e de álcool etílico hidratado por conterem o consumo próprio das empresas distribuidoras. Por serem informações declaratórias, não é possível conhecer o grau exato da incerteza.

Afolu

Para a estimativa das emissões do rebanho de ruminantes, neste inventário bovino/bubalino/caprino/ovino (Acre, 2017; IBGE, 2018, 2019), foram utilizados os fatores de emissão regionalizados conforme os relatórios de referência do *Terceiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa* para a emissão entérica e de dejetos dispostos em campo (Brasil, 2015). Neste inventário não estão consideradas as emissões oriundas de dejetos dispostos em campo ou diretamente nos pastos, os quais, nessas condições, passam em grande parte por decomposição aeróbia, sem produção significativa de CH₄ e óxido nitroso (N₂O).

Na série 1974–2017 (IBGE, 2018) os percentuais de participação de gado de corte e de leite de Rio Branco são crescentes e decrescentes, respectivamente. Em 1974 o percentual do gado de leite era de 19% e o de gado de corte de 81% no rebanho total. Em 2017 esses percentuais eram, respectivamente, de 1% e 99%. Na série temporal deste inventário (2012–2016) os respectivos valores médios são de 1,17% para gado de leite e 98,83% para gado de corte. Em 44 anos (1974–2017), a taxa anual de aumento (gado de corte) e redução (gado de leite) da participação de cada categoria no rebanho total de Rio Branco é de 0,39%.

O manejo intensivo e/ou semi-intensivo no Acre não é significativo em termos de área ocupada pela pecuária. Para este inventário foi assumido que o manejo extensivo ocupa 100% da área de pastagem no Acre e da mesma forma em Rio Branco (Brasil, 2015).

Para a estimativa das emissões de CO₂ do desmatamento, ou seja, somente da biomassa vegetal suprimida em cada ano de 2012 a 2016, foram utilizadas informações do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite – Prodes (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2019), para cada ano da série 2012–2016, seguindo os procedimentos adotados em Carvalho Júnior et al. (2001, 2016).

É importante ressaltar que na mudança de uso da terra e florestas (LUC florestas) as emissões e remoções são resultantes das variações da quantidade de carbono, seja da biomassa vegetal, seja do solo, considerando-se todas as transições possíveis entre diversos usos, além das emissões de

CO₂ por aplicação de calcário em solos agrícolas e do desmatamento e das emissões de CH₄ e N₂O pela queima de biomassa nos solos. O crescimento da vegetação, em áreas consideradas manejadas, gera remoções de CO₂. Em Rio Branco não foram consideradas as emissões de CO₂ por aplicação de calcário em solos agrícolas e as emissões de CH₄ e N₂O pela queima de biomassa nos solos, bem como a remoção em áreas consideradas manejadas ou por incipiência dessas atividades no município ou por falta de informação estruturada com acesso aberto, como foram por exemplo os dados dos rebanhos e da área desmatada.

Embora os sumidouros de GEE ocorram principalmente no setor de mudança do uso da terra e florestas como resultado de atividades de manejo de áreas protegidas, reflorestamento, regeneração natural da vegetação, por abandono de terras utilizadas na atividade agropecuária e aumento do estoque de carbono nos solos, neste inventário os sumidouros não foram considerados.

As emissões de N₂O de solos agrícolas não foram contabilizadas porque as suas principais fontes (fertilizantes nitrogenados aplicados ao solo agrícola e manejo de resíduos animais) não são significativas para Rio Branco. Além disso, ainda é necessário considerar que informações sobre a venda e uso de fertilizantes nitrogenados dependem de monitoramento sistemático e do tratamento nas bases de dados estaduais, ainda incipientes e/ou sem acesso aberto em Rio Branco.

Tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos

As emissões deste setor são geradas pela disposição e incineração de resíduos sólidos e pelo tratamento de efluentes, tanto doméstico/comercial, quanto industrial. Para Rio Branco foi considerada a disposição de resíduos sólidos urbanos em estação de tratamento – Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos (Utre).

As emissões de processos industriais, ou seja, aquelas resultantes dos processos produtivos nas indústrias e que não são resultado da queima de combustíveis, tendo como subsetores os produtos minerais, a metalurgia e química, além da produção e consumo de HFCs e hexafluoreto de enxofre – SF₆, também não foram consideradas para Rio Branco por não existirem no

município atividades nesses processos. As principais categorias de indústrias consideradas neste inventário são a de transformação e a extrativa (Acre, 2017; Acre em números, 2017). A indústria de transformação transforma matéria-prima em um produto final ou intermediário para outra indústria de transformação. A atividade industrial extrativista está dividida em três tipos: extração vegetal, extração animal e extração mineral. A atividade extrativista consiste em extrair ou retirar recursos naturais em sua forma original com fins lucrativos ou simplesmente para subsistência.

As emissões do setor de resíduos neste inventário foram desagregadas em regulares, brook's, RSS e diversos. Resíduos regulares são aqueles indiferenciados de origem doméstica, coletados na modalidade porta a porta pela prefeitura/empresa contratada, tendo como destino final a disposição em aterro sanitário da Utre. Brook's são resíduos indiferenciados de origem comercial, coletados diariamente pela prefeitura/empresa contratada, tendo como destino final a disposição em aterro sanitário da Utre. RSS são resíduos de serviço de saúde com origem das unidades de pronto atendimento de saúde, sendo coletados pela prefeitura/empresa contratada, tendo como destino intermediário a unidade de tratamentos de resíduos de saúde na Utre e destino final a disposição em aterro sanitário. Diversos são resíduos indiferenciados domésticos, de origem de grandes geradores (empresas ou particulares), podendo ou não ser comerciais, e são coletados e transportados pelos próprios geradores, sendo seu destino final a disposição em aterro sanitário na Utre.

Apresentação dos resultados

Os resultados são apresentados de acordo com os setores da economia municipal inventariados (energia, transporte, afolu e resíduos), com o escopo, tipo de gás, total das emissões e emissões biogênicas (Global Protocol for Community, 2018). Na apresentação por escopo, as emissões são desagregadas com base no local onde as atividades fontes de emissão efetivamente ocorrem, dentro ou fora dos limites da cidade e/ou em escala de município, como afolu para Rio Branco. O setor de energia foi considerado como escopo 2, com fontes provenientes do consumo de energia a partir da rede de transmissão e distribuição de energia elétrica dentro dos limites

da cidade com base nos fatores de emissão médios de CO₂ para energia elétrica (Brasil, 2019). Os demais setores (transporte, afolu e resíduos) foram considerados como escopo 1, ou seja, emissões de gases de efeito estufa provenientes de fontes localizadas dentro dos limites da cidade e/ou município.

Segundo o Global Protocol for Community (2018) para o CO₂ em particular ainda devem ser identificadas as emissões de fontes biogênicas provenientes da “queima de biomassa”, considerada como carbono neutro. Essas emissões devem ser contabilizadas e informadas, contudo não inclusas nas emissões de GEE dentro dos escopos. As emissões oriundas da queima de biomassa não foram consideradas neste inventário.

Emissões dos setores da economia municipal

Energia

O setor de energia foi responsável pela emissão total de 447.052 toneladas de CO₂ e na série 2012–2016. A dinâmica temporal das emissões foi crescente de 2012 a 2014, relativamente estável entre 2014 e 2015 e decrescente desse ano para 2016, mas sempre com emissão maior nas fontes residencial/comercial/institucional em relação às fontes industrial/não especificada (Figura 2).

No período 2012–2016 as fontes residencial (entre 45% e 46%) e comercial/institucional (entre 44% e 45%) representaram de 90% a 91% das emissões, enquanto as fontes industrial (entre 4% e 5%) e não especificada (5%) representaram de 9% a 10% das emissões (Figura 3).

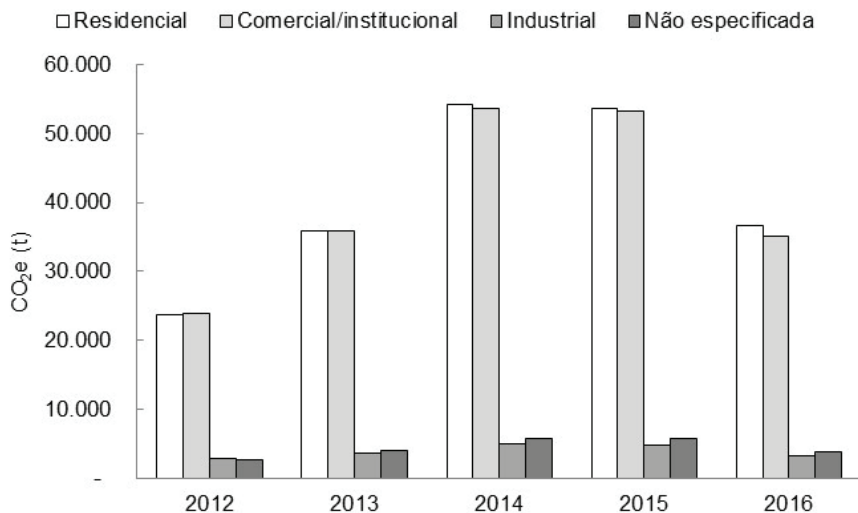


Figura 2. Emissões de CO₂e pelo setor de energia do município de Rio Branco, Acre, na série 2012–2016.

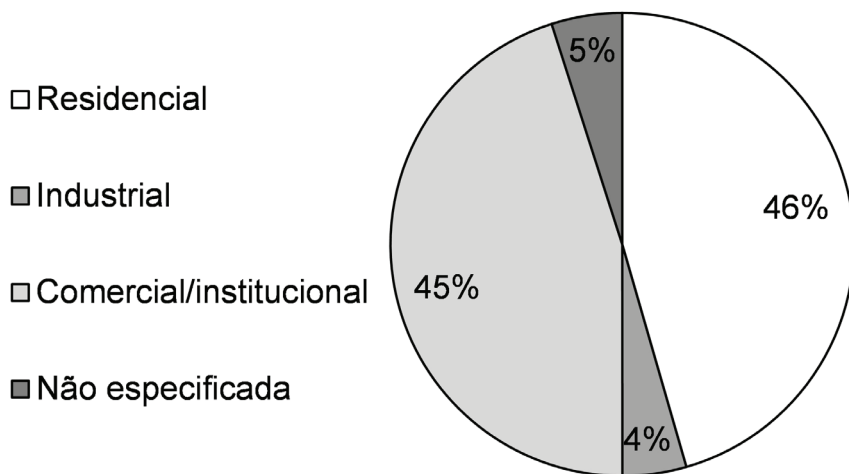


Figura 3. Percentual médio das fontes residencial, industrial, comercial/institucional e não especificada nas emissões de CO₂e no setor de energia do município de Rio Branco, Acre, na série 2012–2016.

Transporte

O setor de transporte foi responsável pela emissão total de 2.027.502 toneladas de CO₂e na série 2012–2016. A dinâmica temporal das emissões não foi semelhante entre tipos de combustíveis que lhes deram origem. A emissão oriunda da gasolina C foi crescente de 2012 a 2015 e decrescente desse ano para 2016. A emissão oriunda do etanol foi crescente entre 2012 e 2016, com decréscimo em 2014. A emissão oriunda do diesel foi decrescente entre 2012 e 2016, com o valor de 2016 (150.524 t CO₂e) representando praticamente a metade do valor em 2012 (346.216 t CO₂e) (Figura 4).

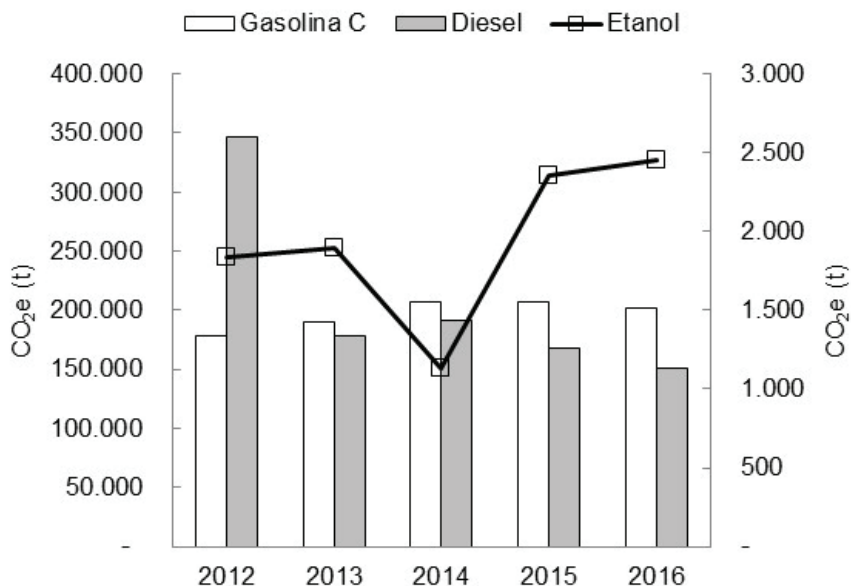


Figura 4. Emissões de CO₂e pelo setor de transporte (gasolina C, diesel e etanol) do município de Rio Branco, Acre, na série 2012–2016.

No período 2012–2016 as fontes gasolina C (49,8%) e diesel (49,7%) representaram 99,50% das emissões, enquanto a fonte etanol representou 0,5% (Figura 5).

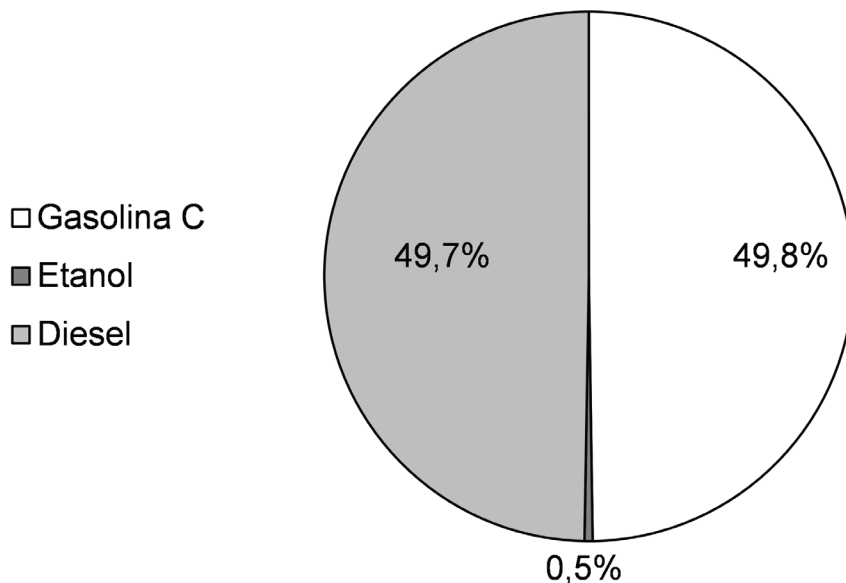


Figura 5. Percentuais médios das emissões de CO₂ e desagregadas pela fonte no setor de transporte do município de Rio Branco, Acre, na série 2012–2016.

Afolu

O setor afolu foi responsável pela emissão total de 7.420.075 toneladas de CO₂ e na série 2012–2016. A dinâmica temporal das emissões foi relativamente semelhante entre LUC e floresta e ruminantes. A emissão oriunda da LUC (land use change = mudança de uso da terra) e floresta foi crescente entre 2012 e 2016. A emissão oriunda dos ruminantes foi crescente de 2012 até 2015 e decrescente desse ano para 2016 (Figura 6).

No período 2012–2016 as fontes LUC e floresta (desmatamento) e ruminantes representaram 44% e 56%, respectivamente, do total das emissões no setor afolu (Figura 7).

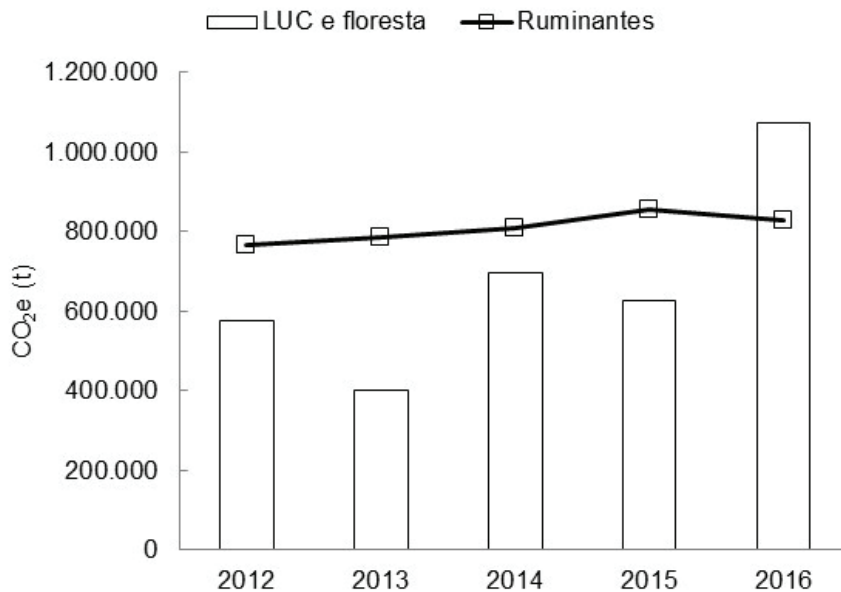


Figura 6. Emissões de CO₂e pelo setor afolu do município de Rio Branco, Acre, na série 2012–2016.

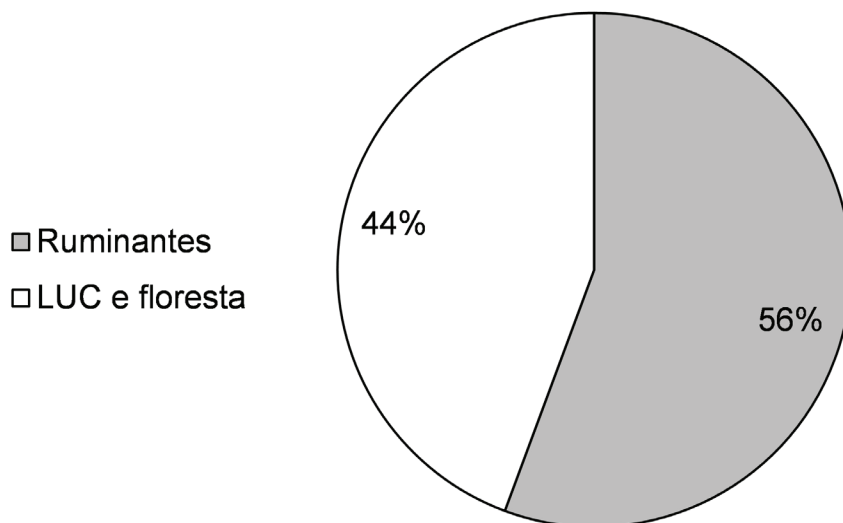


Figura 7. Percentuais médios das emissões de CO₂e desagregadas pela fonte no setor afolu do município de Rio Branco, Acre, na série 2012–2016.

Resíduos

O setor de resíduos foi responsável pela emissão total de 73.034 toneladas de CO₂e na série 2012–2016. A dinâmica temporal das emissões para as fontes regulares, resíduos de serviço de saúde (RSS) e diversos foi crescente entre 2012 e 2015. Para brook's a emissão foi decrescente entre 2012 e 2016. Para todas as fontes houve decréscimo na emissão de CO₂e de 2015 para 2016 (Figura 8).

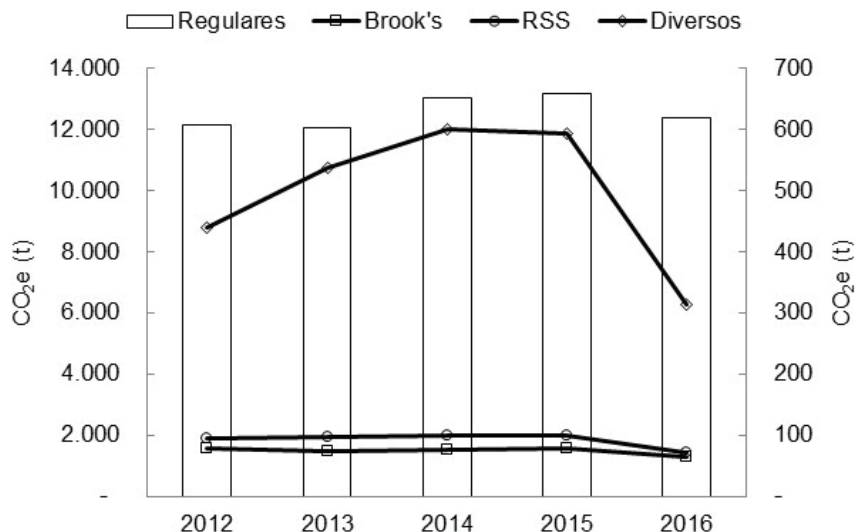


Figura 8. Emissões de CO₂e pelo setor de resíduos (regulares, brook's, RSS e diversos) do município de Rio Branco, Acre, na série 2012–2016.

No período 2012–2016 as fontes regulares representaram 85,80% das emissões de CO₂e. Por sua vez, juntas as fontes brook's, resíduos de serviço de saúde (RSS) e diversos representaram 14,20% das emissões (Figura 9).

É importante destacar que em Rio Branco há outro depósito de lixo urbano que não é monitorado pelo governo municipal, o que imprime incerteza na magnitude dos resultados apresentados neste inventário para o setor de resíduos.

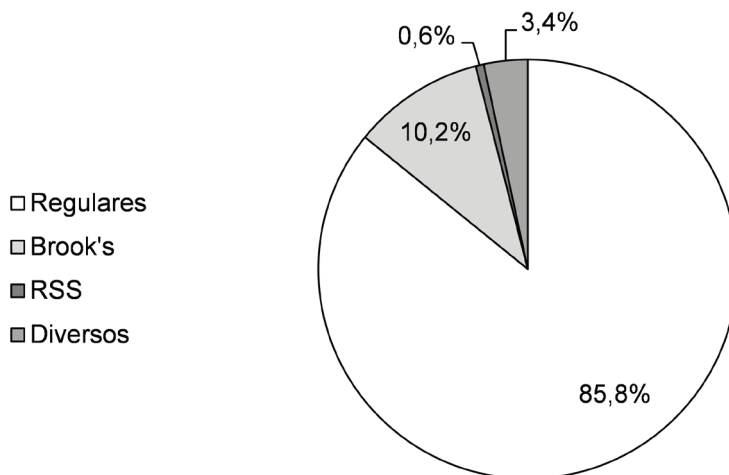


Figura 9. Percentuais médios das emissões de CO₂e desagregadas pela fonte no setor de resíduos do município de Rio Branco, Acre, na série 2012–2016.

Emissões por escopo

As emissões para o escopo 1 (transporte, afolu e resíduos) foram decrescentes de 2012 para 2013. Após 2013 até 2016 apresentaram tendência de crescimento, com valores entre 1.569.865 t CO₂e (2013) e 2.271.203 t CO₂e (2016). Para o escopo 2 (energia) a dinâmica foi de emissão crescente entre 2012 e 2014, de estabilidade de 2014 a 2015 e decrescente de 2015 para 2016, com valores entre 53.004 t CO₂e e 118.087 t CO₂e (média de 2014 e 2015) (Figura 10).

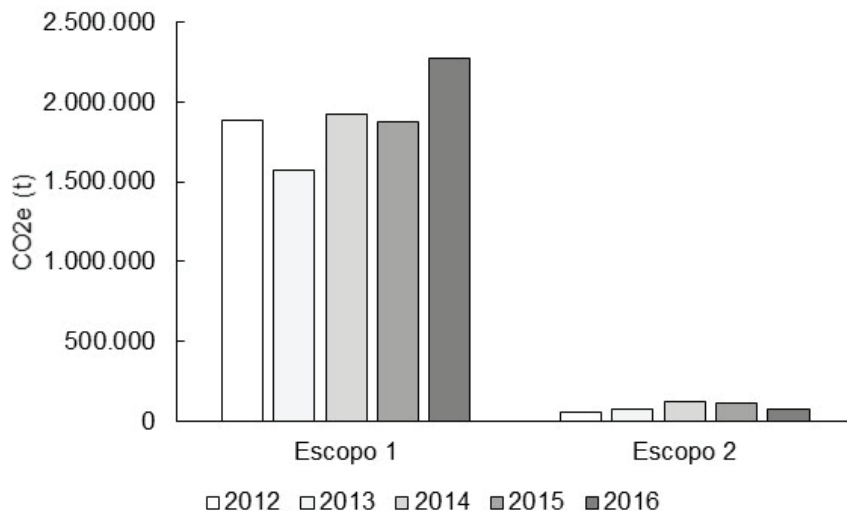


Figura 10. Emissões de CO₂e por escopo do município de Rio Branco, Acre, na série 2012–2016.

Emissões por tipo de gás

As emissões de CO₂ foram crescentes entre 2012 e 2016, com valores mínimo e máximo de 840.781 t (2013) e 1.497.610 t (2016), respectivamente. Por sua vez as emissões de CH₄ foram crescentes entre 2012 e 2015 e com tendência decrescente a partir desse ano para 2016, com valores mínimo e máximo de 27.812 t (2012) e 31.033 t (2015), respectivamente (Figura 11A). As emissões de N₂O apresentaram tendência decrescente entre 2012 e 2016, com valores máximo e mínimo de 54 t (2012) e 46 t (2016), respectivamente (Figura 11B).

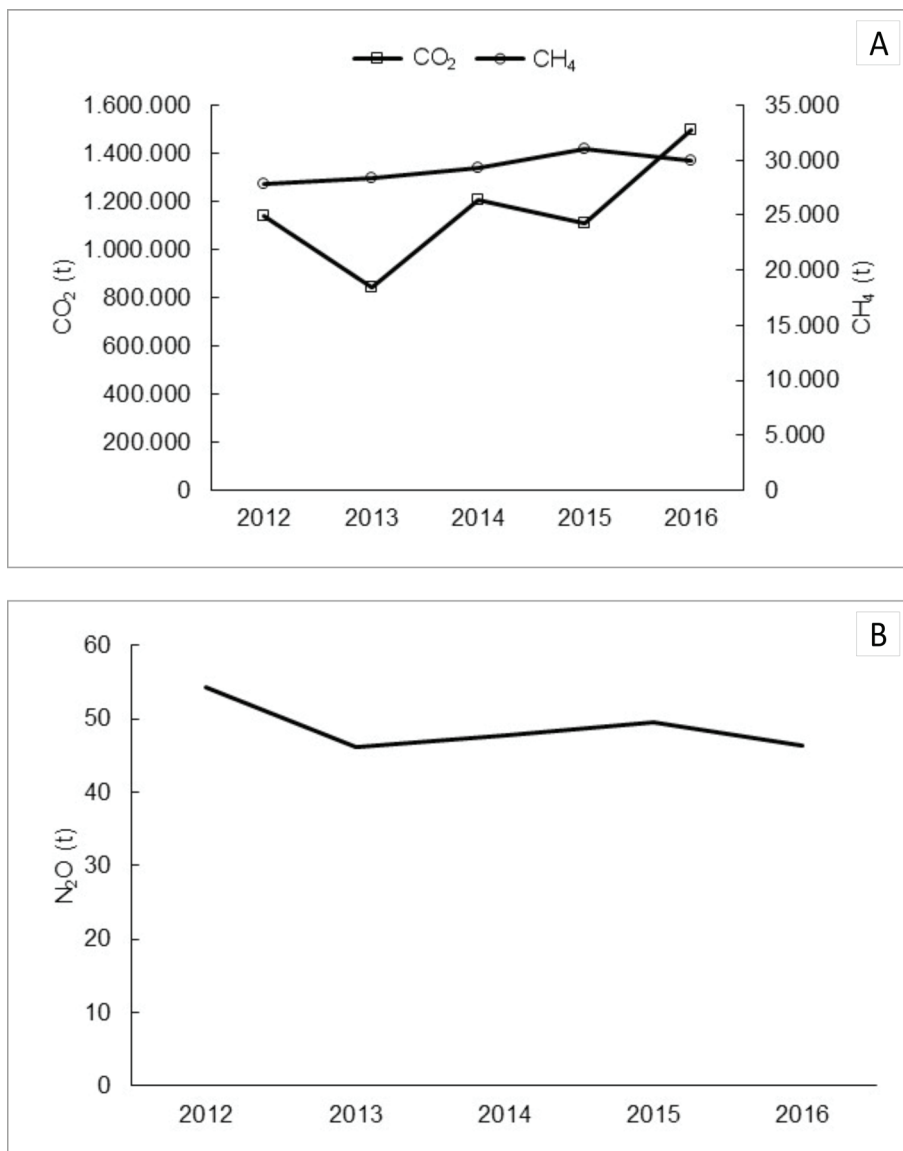


Figura 11. Emissões por tipo de gás de efeito estufa do município de Rio Branco, Acre, na série 2012–2016: dióxido de carbono – CO₂ e metano – CH₄ (A) e óxido nítrico – N₂O (B).

Emissão total de CO₂e do município de Rio Branco – ano e escopo/setor econômico

A emissão total de CO₂e do município de Rio Branco no período avaliado foi de 9.967.663 t. Na série temporal a emissão total foi crescente entre 2012 (1.935.542 t CO₂e) e 2016 (2.349.909 t CO₂e) à taxa de 117.269 t CO₂e ano⁻¹. As emissões anuais ocorrem básica e totalmente dentro dos limites do município de Rio Branco (escopo 1), com as emissões do setor de energia resultantes do uso de energia do grid de distribuição (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo das emissões de CO₂e de 2012 a 2016 por ano e setor da economia do município de Rio Branco, estado do Acre, 2019.

Escopo	Setor	2012	2013	2014	2015	2016	Total/setor
1	Resíduos	14.233	14.146	15.245	15.413	13.997	73.034
1	Transporte	527.010	369.313	398.900	377.481	354.798	2.027.502
1	Afolu	1.341.295	1.186.406	1.507.418	1.482.548	1.902.408	7.420.075
2	Energia	53.004	79.168	118.626	117.548	78.706	447.052
Total/ano		1.935.542	1.649.033	2.040.189	1.992.990	2.349.909	
Total geral							9.967.663

O afolu, que agrega as emissões das atividades de desmatamento e da criação de animais ruminantes, é o setor com maior contribuição para as emissões totais, com percentuais variando entre 69,30% (2012) e 80,96% (2016). As faixas percentuais de participação nas emissões totais dos setores de energia, transporte e resíduos são de 2,74% a 5,90%, 18,94% a 27,23% e de 0,60% a 0,86%, respectivamente.

Os resultados deste inventário quando comparados com outros inventários pelo indicador emissão per capita somente da abordagem “basic” demonstram que Rio Branco, na média do período avaliado (2012–2016), tem emissão de 1,4 t CO₂e/habitante. Esse valor é menor do que os resultados apresentados, por exemplo, para as cidades do Recife (2,0 t CO₂e/habitante – ano-base 2012; 1º Inventário..., 2014) e Curitiba (2,4 t CO₂e/habitante – ano-base 2013; Guia de Ação Local pelo Clima; 2º e 3º Inventários..., 2016). Contudo, a população dessas cidades é quatro vezes (média da população) maior

do que a população de Rio Branco (média de 2012 a 2016). Esses valores demonstram a importância de políticas públicas municipais que precisam ser elaboradas e implementadas para reduzir as emissões setoriais de Rio Branco.

Lições aprendidas

A elaboração do *1º Inventário das emissões de gases de efeito estufa do município de Rio Branco, Acre: série 2012–2016* despertou nas suas equipes de colaboradores/funcionários e estudantes universitários, principalmente de Rio Branco, o interesse pelo tema. O que primeiro foi curiosidade transformou-se em consciência da importância da elaboração do inventário, identificando os efeitos diretos da ação cidadã em seu dia a dia sobre as emissões de gases de efeito estufa.

O acesso aberto aos dados primários desde a base administrativa da instituição/setor administrativo até a intercomunicação das bases de dados é um avanço a ser alcançado, com reflexos positivos na redução de incertezas na elaboração do inventário.

A aproximação do município com o setor privado, que contribui significativamente para as emissões municipais (setores de energia e transporte), é importante para acesso e aumento da qualidade dos dados primários oriundos desse segmento da economia municipal.

Com bases nessas lições aprendidas, a seguir são apresentadas sugestões de recomendações setoriais para entendimento dos resultados deste inventário e ação municipal.

Recomendações setoriais a partir dos resultados do inventário

Como decorrência dos resultados indicados neste inventário são apresentadas a seguir recomendações propositivas para avaliação da prefeitura do município de Rio Branco quanto à elaboração de estratégias mitigadoras das emissões de gases de efeito estufa em seus setores econômicos.

Energia

- Implementar campanhas de uso racional de energia elétrica, com foco para a redução de consumo em momentos de pico.
- Implementar em parceria com a empresa responsável pela transmissão de energia elétrica campanhas para reduzir as ligações clandestinas.

Transporte

- Promover campanhas de redução de uso de veículos, oferecendo opções de transporte coletivo de qualidade.
- Construir e fomentar o uso de porto seco em Rio Branco.
- Construir e fomentar o uso de ciclovias na cidade.

Aflu

- Monitorar e disponibilizar de forma aberta na internet informações sobre:
 - 1) a venda e aplicação no campo de corretivos (calcário principalmente) e adubos (principalmente nitrogenados) para solos com agricultura, pecuária e floresta;
 - 2) a queima de biomassa nos solos e o manejo de resíduos animais;
 - 3) o quantitativo de áreas com manejo agrícola, pecuário e florestal, reflorestamento e regeneração natural da vegetação.
- Promover campanhas sensibilizadoras visando reduzir o uso do fogo para a queima de resíduos e vegetação tanto em áreas urbanas quanto rurais.

Tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos

- Monitorar o depósito de lixo urbano que não tem tratamento de resíduos sólidos.
- Promover campanhas de coleta seletiva de lixo urbano.
- Promover campanhas de sensibilização para evitar o descarte de lixo urbano em vias públicas, corpos d'água e esgotos da cidade.

Referências

1º INVENTÁRIO de emissões de gases de efeito estufa da cidade do Recife. Recife: Prefeitura Municipal, 2014. 74 p. Disponível em: <http://meioambiente.recife.pe.gov.br/mudancas-climaticas; www2.recife.pe.gov.br/sites/default/files/4._primeiro_inventario_de_emissao_de_gases_de_efeito_estufa_da_cidade_do_recife.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2018.

2º e 3º INVENTÁRIOS de emissões de gases de efeito estufa para a cidade de Curitiba. Curitiba: Prefeitura Municipal: ICLEI, 2016. 40 p. Disponível em: <<http://multimidia.curitiba.pr.gov.br/2016/00182812.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2018.

ACRE (Estado). Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Acre. **Campanha de vacinação de animais de 2017**. Rio Branco, AC, 2017. Comunicação via cessão de planilhas de trabalho em campo.

ACRE em números. Rio Branco, AC: Seplan, 2017. 179 p.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS. **Dados estatísticos**. 2019. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos>> Acesso em: 8 jan. 2019.

AMARAL, E. F. do; BARDALES, N. G.; MARTORANO, L. G.; COSTA, F. de S.; MELO, A. W. F. de; ARAÚJO, E. A. de; MATTOS, J. C. P.; OLIVEIRA, M. V. N. d'; VALENTIM, J. F.; OLIVEIRA, C. H. A. de; LANI, J. L. **Inventário de emissões antrópicas e sumidouros de gases de efeito estufa do estado do Acre: ano-base 2014**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2018. 65 p. (Embrapa Acre. Documentos, 156).

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília, DF, 2004. 274 p.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Relatórios de referência – Setor Agropecuária - emissões de metano por fermentação entérica e manejo de dejetos de animais**. Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Brasília, DF, 2015. 150 p.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília, DF, 2016a. V. 1, 135 p.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília, DF, 2016b. V. 2, 225 p.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília, DF, 2016c. V. 3, 336 p.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Clima**: fator médio-inventários corporativos. 2019. Disponível em: <https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/texto geral/emissao_corporativos.html>. Acesso em: 8 jan. 2019.

BRASIL. Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima**. Brasília, DF, 2017.

BRASIL. Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima**. Brasília, DF, 2010. 280 p.

CARVALHO JUNIOR, J. A.; AMARAL, S. S.; COSTA, M. A. M.; SOARES NETO, T. G.; VERAS, C. A. G.; COSTA, F. de S.; LEEUWEN, T. T. van; KRIEGER FILHO, G. C.; TOURIGNY, E.; FORTI, M. C.; FOSTIER, A. H.; SIQUEIRA, M. B.; SANTOS, J. C.; LIMA, B. A.; CASCÃO, P.; ORTEGA, G.; FRADE JUNIOR, E. F. CO₂ and CO emission rates from three forest fire

controlled experiments in Western Amazonia. **Atmospheric Environment**, v. 135, p. 73-83, June 2016.

CARVALHO JUNIOR, J. A.; COSTA, F. S.; VERAS, C. A. G.; SANDBERG, D. V.; ALVARADO, E. C.; GIELOW, F.; SERRA JUNIOR, A. M.; SANTOS, J. C. Biomass fire consumption and carbon release rates of rainforest-clearing experiments conducted in northern Mato Grosso, Brazil. **Journal of Geophysical Research D: Atmospheres**, v. 106, n. D16, p. 17877-17887, Aug. 2001.

CONCEIÇÃO, G. C. A.; MARINHO, M. M. O. Inventários urbanos de emissões de gases de efeito estufa no Brasil: uma análise preliminar. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 27., 2015, São Paulo. **Desafios da sustentabilidade na economia de baixo carbono**: anais. São Paulo: FEA/USP, 2015. 14 p.

COSTA, F. de S.; AMARAL, E. F. do (Ed.). **Inventário de emissões antrópicas e sumidouros de gases de efeito estufa do Estado do Acre**: ano-base 2012. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 98 p.

COSTA, F. de S.; AMARAL, E. F. do; BUTZKE, A. G.; NASCIMENTO, S. da S. (Ed.). **Inventário de emissões antrópicas e sumidouros de gases de efeito estufa do Estado do Acre**: ano-base 2010. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2012. 144 p.

EGGLESTON, S.; BUENDIA, L.; MIWA, K.; NGARA, T.; TANABE, K. (Ed.). **IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories**. Kanagawa, Japan: IGES, 2006.

GLOBAL Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions Inventories: an accounting and reporting standard for cities. Washington, DC: GreenHouse Gas Protocol, 2018.

GOVERNOS Locais pela Sustentabilidade. **Guia de ação local pelo clima**. São Paulo: ICLEI: Programa Cidades Sustentáveis, 2016. 96 p.

IBGE. **Produção da Pecuária Municipal**. 2018. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2012/default.shtm>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

IBGE. **Rio Branco**. 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ac/rio-branco>>. Acesso em: 23 fev. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **BDMEP dados históricos**: estações e dados. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Projeto Prodes. **Monitoramento da floresta Amazônica brasileira por satélite**. 2019. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Global Warming of 1.5 °C**: an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Paris, 2018. Disponível em: <<http://ipcc.ch/report/sr15/>>. Acesso em: 30 out. 2018.

ROSENZWEIG, C.; SOLECKI, W.; ROMERO-LANKAO, P.; MEHROTRA, S.; DHAKAL, S.; BOWMAN, T.; ALI IBRAHIM, S. **ARC3.2 Summary for city leaders**: urban climate change research network. New York: Columbia University, 2015. 28 p.

THE CORE WRITING TEAM; PACHAURI, R. K.; MEYER, L. A. (Ed.). **Climate change 2014**: synthesis report: contribution of working groups I, II and III to the Fifth assessment report of the IPCC. Geneva, Switzerland: IPCC, 2014. 151 p.



Patrocínio



Apoio



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

