

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS

LAURA VIRGINIA SOARES VELOSO

**EVOLUÇÃO DOS INVENTÁRIOS NACIONAIS DE GASES DE EFEITO ESTUFA  
PARA O SETOR DE USO DA TERRA, MUDANÇA DE USO DA TERRA E  
FLORESTAS**

Belo Horizonte

2019

LAURA VIRGINIA SOARES VELOSO

**EVOLUÇÃO DOS INVENTÁRIOS NACIONAIS DE GASES DE EFEITO ESTUFA  
PARA O SETOR DE USO DA TERRA, MUDANÇA DE USO DA TERRA E  
FLORESTAS**

Texto apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais, Departamento de Cartografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, como pré-requisito para realização do Seminário de Dissertação.

**Orientador: Prof. Raoni Guerra Lucas Rajão, PhD.**

Belo Horizonte

2019

V443e Veloso, Laura Virgínia Soares.  
2019 Evolução dos inventários nacionais de gases de efeito estufa para o setor de uso da terra, mudança de uso da terra e florestas [manuscrito] / Laura Virgínia Soares Veloso. – 2019.  
143 f., enc.: il. (principalmente color.)

Orientador: Raoni Guerra Lucas Rajão.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Cartografia, 2019.

Bibliografia: f. 135-143.

1. Modelagem de dados – Aspectos ambientais – Teses. 2. Efeito estufa (Atmosfera) – Brasil – Teses. 3. Solo – Uso – Teses. 4. Florestas – Teses. 5. Mudanças climáticas – Legislação – Teses. I. Rajão, Raoni Guerra Lucas. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Cartografia. III. Título.

CDU: 911.2:519.6(81)



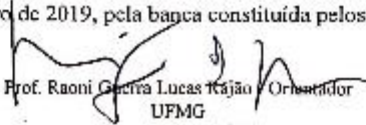
**FOLHA DE APROVAÇÃO**


**EVOLUÇÃO DOS INVENTÁRIOS NACIONAIS DE GASES DE EFEITO ESTUFA PARA O SETOR DE USO DA TERRA, MUDANÇA DE USO DA TERRA E FLORESTAS**


**LAURA VIRGÍNIA SOARES VELOSO**

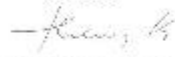
Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS, como requisito para obtenção do grau de Mestre em ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS, área de concentração ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS.

Aprovada em 14 de fevereiro de 2019, pela banca constituída pelos membros:

  
Prof. Raoni Guerra Lucas Kajau Orientador  
UFMG

  
Prof. Britaldo Silveira Soares Filho  
UFMG

  
Prof. Roberta Zecchini Cantinho  
MCTIC

  
Prof. Thelma Krug  
INPE

Belo Horizonte, 14 de fevereiro de 2019.

## AGRADECIMENTOS

Com muita alegria finalizo meu projeto de mestrado. Foram dois anos intensos de trabalho, mas que se tornaram mais leves pela contribuição de vários amigos durante esse caminho. A todos vocês meus sinceros agradecimentos. Em especial:

- A Deus, pelo dom da perseverança e por iluminar sempre o meu caminho com pessoas de bem;
- Aos meus pais, Maria José e Walternith, pelo amor infinito, pelo exemplo e por sempre me apoiarem;
- Ao meu marido, Marco Túlio, por todo amor, compreensão, incentivo e, claro, pela ajuda com minhas planilhas infinitas;
- Aos meus irmãos, meus sobrinhos e minhas cunhadas pela amizade e momentos de descontração;
- À vó Maria (*in memoriam*), por ser meu refúgio de calma quando as coisas pareciam difíceis demais;
- À Coco, Vis e Baby pelo amor sincero;
- Ao meu orientador, Raoni Rajão, por todas as oportunidades e pela confiança em meu trabalho;
- Às minhas amigas da vida: Mari, Gabi, Greyce pelo carinho e exemplo;
- Aos meus amigos da Biologia: Laurie, Cat, Caloh e Eidy pela amizade e sempre boas risadas;
- Aos amigos da sala 3400: à Dani pela amizade e pelos choques de realidade sempre necessários, ao Max por sua ternura e bondade, ao Giovani pela parceria, à Lidi pelo carinho, à Elaine pelo companheirismo de sempre e à Rayane, minha grande parceira nessa jornada da pós-graduação, por dividir comigo os momentos de risadas, choros, dúvidas e pelas discussões acaloradas;
- Aos amigos do Lagesa pela boa convivência e parceria;
- Às colegas de curso, Érika, Marina, Ana Luísa e Luiza pela atenção e ajuda durante o curso;
- A todos entrevistados pela contribuição com minha pesquisa, especial à Dra. Thelma Krug pela afetuosa recepção em São José dos Campos e à Roberta Cantinho pelo incentivo.

## RESUMO

Desde sua entrada na Convenção, o Brasil submeteu três Inventários nacionais de GEE. Nesses documentos é significativa a contribuição do setor Uso da terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF) nas emissões totais. Por ser este um setor-chave para o país, o presente trabalho teve como objetivo principal compreender a evolução das metodologias de estimativas das emissões do setor LULUCF nos Inventários de GEE do Brasil, bem como analisar comparativamente as origens e implicações das alterações metodológicas entre o Segundo e Terceiro Inventário na estimativa das emissões para 2005. A análise desse ano é particularmente importante, pois a contribuição nacionalmente determinada (NDC) do país foi calculada com base em 2005, e o Terceiro Inventário apresenta uma emissão líquida total 25% superior ao mesmo ano de reporte do Segundo Inventário. Visto que ainda existe um debate, seja dentro do país como também na UNFCCC, sobre como as mudanças metodológicas das comunicações devem ser refletidas nas metas climáticas, uma melhor compreensão do tema poderá contribuir para a implementação do Acordo de Paris no Brasil e em outros países com desafios similares. As análises mostraram que, historicamente, o Brasil dedica um grande esforço para aprimorar a metodologia das estimativas do setor de LULUCF. Esse aperfeiçoamento é o fator responsável pelas diferenças nas emissões de 2005 produzidas pelo Segundo e Terceiro Inventário. Os resultados apontam que esses dois documentos se distinguem em dois principais aspectos: áreas desmatadas e fatores de remoção. Na Amazônia, bioma que responde pela maior parte das emissões do setor, o Terceiro Inventário observou uma área desmatada 51% maior que no Inventário anterior, ao mesmo tempo que houve uma redução em 31% do potencial de remoção por florestas primárias. Por fim, recomenda-se que, nos próximos Inventários, o Brasil inclua as emissões por queimadas não associadas ao desmatamento e por hidrelétricas, além de monitorar o impacto de políticas de mitigação (ex. restauração de pastagem e seus efeitos na remoção de CO<sub>2</sub> por solos agrícolas, previstas no plano ABC e NDC). Além disso, propõe-se uma melhor articulação entre as iniciativas nacionais e demais instituições ambientais de modo a continuar aprimorando o reporte de GEE do setor de LULUCF. É também importante que a metodologia do Inventário reflita não só a melhor ciência, mas também esteja alinhada com o posicionamento de outros países, tendo em vista o caráter estratégico e de política pública desse instrumento

**Palavras-chave:** Inventário, gases de efeito estufa, uso da terra, mudança do uso da Terra e Florestas, LULUCF, Brasil.

## ABSTRACT

Brazil ratified the Convention, it has submitted three national GHG inventories: the first communication in 2004, the second in 2010 and the third in 2016. In these documents, the contribution of the Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) in total emissions. Therefore, this being key sector, the main objective of this study was to understand the evolution of LULUCF sector emissions accounting methodologies in Brazil's GHG inventories, as well as to analyse comparatively the origins and implications of methodological changes between the Second and Third Inventory in accounting for emissions for 2005. This year's review is particularly important because the country's nationally determined contribution (NDC) was calculated on a 2005 basis, and the Third Inventory has a total net emission 25% higher than the same reporting year for the Second Inventory. Since there is still a debate, both within the country and at the UNFCCC, on how methodological changes in communications should be reflected in climate goals, a better understanding on this topic could contribute to the implementation of the Paris Agreement in Brazil and in other countries with similar challenges. The analysis showed that, historically, Brazil dedicates a great effort to improve the methodology of the LULUCF sector estimates. This improvement is responsible for the differences in 2005 emissions produced by the Second and Third Inventories. The results indicate that these two documents are distinguished in two main aspects: deforested areas, and removal factors. In the Amazon, a biome that accounts for most emissions from the sector, the Third Inventory observed a deforested area 51% higher than in the previous Inventory, while there was a reduction in 31% of the removal potential from primary forests. It is expected that the continuous improvement of the estimates will be maintained by Brazil, since many changes are already planned for the Fourth Inventory. It is recommended that in the next Inventories Brazil include emissions from fires not associated with deforestation and hydroelectric dams, as well as the monitoring of activities related to key mitigation policies (e.g. CO<sub>2</sub> removals from agricultural soils, proposed in Plano ABC and the NDC). In addition, there should be better coordination between national initiatives and other environmental institutions in order to continue improving the GHG reporting of LULUCF sector. Lastly, considering the strategic and public policy nature of this instrument, it is important that the Inventory methodology reflect not only the best available science, but also be aligned with the conduct of other countries.

**Keywords:** Inventory, greenhouse gases, land use, land use and forests, LULUCF, Brazil.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Ciclo de compilação de Inventários.....	22
Figura 2- Opções metodológicas conforme Tiers 1, 2 e 3.....	35
Figura 3- Fluxograma das análises de comparação entre as metodologias dos Segundo e Terceiro Inventários, setor LULUCF. ....	41
Figura 4-Qualificação profissional da equipe de Inventários.....	52
Figura 5- Emissões líquidas de CO <sub>2</sub> e acumuladas por setor em milhões de toneladas.....	54
Figura 6- Comparação das emissões líquidas por biomas, estimadas pelo Segundo e Terceiro Inventário.....	56
Figura 7- Áreas estimadas em 2005 pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional .....	67
Figura 8- Comparação de áreas desmatadas em 2005 estimadas pelo PRODES, Segundo e Terceiro Inventários.....	67
Figura 9- Comparação da cobertura florestal estimada pelo Terceiro Inventário Nacional e o PRODES em 2010.....	69
Figura 10- Comparação de área desmatada em 2005 na Amazônia consideração diferentes definições sobre desmatamento .....	71
Figura 11- Emissões líquidas estimadas em 2005 pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional na Amazônia.....	72
Figura 12- Áreas estimadas em hectares pelo Segundo e Terceiro Inventário em 2005 na Caatinga.....	77
Figura 13- Emissões líquidas estimadas em 2005 pelo Segundo e Terceiro Inventário na Caatinga.....	77
Figura 14-Áreas estimadas em 2005 pelo Segundo e Terceiro Inventário no Cerrado.....	83
Figura 15-Emissões líquidas estimadas em 2005 pelo Segundo e Terceiro Inventário no Cerrado .....	83
Figura 16- Áreas estimadas em 2005 pelo Segundo e Terceiro Inventário na Mata Atlântica	90
Figura 17- Emissões líquidas estimadas em 2005 pelo Segundo e Terceiro Inventário na Mata Atlântica .....	91
Figura 18- Área de Mata Atlântica em 2002 extraída do Google Earth Pro .....	92
Figura 19- Área de Mata Atlântica em 2002 subposta à classificação de uso da terra no mesmo ano, cuja área em verde corresponde à floresta manejada.....	92
Figura 20- Área de Mata Atlântica em 2002 subposta à classificação de uso da terra em 2010. Área verde corresponde à floresta não manejada, área bege a áreas de pastagem e cinza, áreas não observadas.....	93
Figura 21- Área da represa Billings e outros reservatórios na grande São Paulo em 2002, extraída do Google Earth Pro .....	94
Figura 22- Área da represa Billings e outros reservatórios subpostos à classificação de uso da terra em 2002. Em verde escuro áreas classificadas como floresta não manejada e em verde claro áreas classificadas como floresta manejada.....	94
Figura 23- Área da represa Billings e outros reservatórios subpostos à classificação de uso da terra em 2010. Em azul, áreas classificadas como reservatórios.....	95
Figura 24- Áreas estimadas em 2005 pelo Segundo e Terceiro Inventário no Pampa.....	100



Figura 25- Emissões líquidas estimadas em 2005 pelo Segundo e Terceiro Inventário no Pampa .....	101
Figura 26- Áreas estimadas em 2005 pelo Segundo e Terceiro Inventário no Pantanal .....	104
Figura 27- Emissões líquidas estimadas em 2005 pelo Segundo e Terceiro Inventário no Pantanal .....	104
Figura 28- Distribuição das amostras do Projeto RADAMBRASIL .....	112
Figura 29- Mapa de biomassa de carbono na Amazônia produzido pelo Segundo Inventário .....	114
Figura 30- Mapa de biomassa de carbono na Amazônia produzido pelo Terceiro Inventário .....	114
Figura 31- Biomassa acima do solo estimada por diferentes equações alométricas.. .....	116
Figura 32- Emissão de metano decorrente da queima de resíduos florestais associados ao desmatamento conforme Segundo e Terceiro Inventário .....	119
Figura 33- Emissão de óxido nitroso decorrente da queima de resíduos florestais associados ao desmatamento conforme Segundo e Terceiro Inventário .....	120
Figura 34- Emissão de CO <sub>2</sub> pela aplicação de calcário nos solos no Segundo e Terceiro Inventário .....	120
Figura 35- Distribuição dos 625 transectos. ....	126

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -Periodicidade dos relatórios submetidos pelas Partes à UNFCCC. ....	18
Tabela 2- Relação de entrevistados .....	40
Tabela 3- Índices de anualização utilizados no presente trabalho para estimar dados de 2005. .....	43
Tabela 4- Categorias de uso do solo sugeridas pelo IPCC e categorias de uso dos solos adotados no Segundo Inventário Nacional. ....	50
Tabela 5- Evolução da metodologia no Inventários nacionais de GEE, setor LULUCF .....	53
Tabela 6-Comparação entre as emissões líquidas de CO <sub>2</sub> e por setores em 2005.....	55
Tabela 7-Fatores de remoção aplicados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional para floresta e campo primários e manejados.....	57
Tabela 8- Comparação do potencial de remoção de Florestas Manejadas permanecendo Florestas Manejadas (FM/FM) e Florestas não Manejadas para Florestas Manejadas (FNM/FM) utilizando fatores de remoção propostos pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional .....	57
Tabela 9- Fatores de remoção aplicados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional para floresta e campo secundários.....	58
Tabela 10- Comparação do potencial de remoção de Floresta Secundária utilizando fatores de remoção propostos pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional.....	59
Tabela 11- Comparação do potencial de remoção de Campo Secundário utilizando fatores de remoção propostos pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional.....	60
Tabela 12- Transições no uso da terra em 2005 no bioma Amazônia relatados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional e suas diferenças.....	62
Tabela 13- Transições no uso da terra no bioma Caatinga relatados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional e suas diferenças. ....	73
Tabela 14- Transições no uso da terra no Cerrado relatados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional e suas diferenças. ....	78
Tabela 15- Transições no uso da terra na Mata Atlântica relatados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional e suas diferenças. ....	84
Tabela 16- Transições no uso da terra no Pampa relatados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional e suas diferenças.....	95
Tabela 17- Transições no uso da terra no Pantanal relatados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional e suas diferenças. ....	102
Tabela 18- Estoque total de carbono por fitofisionomia na Amazônia considerados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional .....	105
Tabela 19- Estoque total de carbono por fitofisionomia no Cerrado considerados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional .....	106
Tabela 20-Estoque total de carbono por fitofisionomia na Mata Atlântica considerados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional .....	107
Tabela 21- Estoque total de carbono por fitofisionomia na Caatinga considerados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional .....	109
Tabela 22- Estoque total de carbono por fitofisionomia no Pampa considerados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional .....	110

Tabela 23- Estoque total de carbono por fitofisionomia no Pantanal considerados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional .....	111
Tabela 24- Emissões por desmatamento conforme estoque total de carbono do Segundo e Terceiro Inventário Nacional.....	117
Tabela 25- Estoque médio de carbono em áreas convertidas para pastagem adotado pelo Terceiro Inventário Nacional.....	118
Tabela 26- Porcentagem de carbono na biomassa, considerado pelo Terceiro Inventário Nacional.....	119

## SIGLAS

AFOLU- Agricultura, Floresta e Outros Usos da Terra

APNE- Associação Plantas do Nordeste

CCST- Centro de Ciência do Sistema Terrestre

CH<sub>4</sub>- metano

CO<sub>2</sub>- Dióxido de carbono

CO<sub>2</sub>e- Dióxido de carbono equivalente

COP- Conferência das Partes

CSR- Centro de Sensoriamento Remoto

EBA- Estimativa de Biomassa da Amazônia

EUA- Estados Unidos da América

FREL- Nível referência de emissões florestais

Funai- Fundação Nacional do Índio

GEE- Gases de Efeito Estufa

GEF- *Global Environmental Facility*

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBio- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPCC- Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

IPPU- Processos Industriais e Usos de Produto

JOF- *Joint Operations Facility*

Labgeo- Laboratório de Geoprocessamento

LAPIG- Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento

LULUCF- Uso da Terra, Mudança de Uso da Terra e Florestas

MCT- Ministério da Ciência e Tecnologia

MCTI- Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação

MCTIC- Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

MME- Ministério de Minas e Energia

MRE- Ministério das Relações Exteriores

N<sub>2</sub>O- Óxido nitroso

NAMAs- Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas

NDC- Contribuição Nacionalmente Determinada

OECD- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OMM- Organização Meteorológica Mundial

PNUMA- Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PMDBBS- Projeto de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite

PROBIO- Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira

PRODES- Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia

RAINFOR- Rede Amazônica de Inventários Florestais

REDD+ - Redução de Emissões de gases de efeito estufa provenientes do Desmatamento e da Degradação florestal

Rede Clima- Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais

SFB- Serviço Florestal Brasileiro

SIG- Sistema de Informação Geográfica

UFMG- Universidade Federal de Minas Gerais

UFRGS- Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UNFCCC- Convenção-Quadro sobre Mudanças do Clima

## SUMÁRIO

1. <b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
2. <b>O REPORTE DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA</b> .....	16
2.1. RESPOSTA INTERNACIONAL ÀS PROBLEMÁTICAS DO CLIMA.....	16
2.2. INVENTÁRIOS NACIONAIS DE GASES DE EFEITO ESTUFA .....	20
2.2.1. <b>Visão geral</b> .....	20
2.2.2. <b>Aplicações</b> .....	24
2.3. GUIAS DO IPCC.....	27
2.4. DISCRICIONARIEDADE NOS INVENTÁRIOS .....	30
2.5. O SETOR USO DA TERRA, MUDANÇA DE USO DA TERRA E FLORESTAS - LULUCF.....	32
2.5.1. <b>Tiers</b> .....	34
2.5.2. <b>Métodos de cálculo</b> .....	36
2.5.3. <b>Abordagens para representação da terra</b> .....	37
3. <b>METODOLOGIA</b> .....	39
3.1. HISTÓRICO DA CONSTRUÇÃO METODOLÓGICA DO SETOR LULUCF NOS INVENTÁRIOS DE GEE DO BRASIL E ANÁLISE DAS PROPOSTA DO QUARTO INVENTÁRIO .....	39
3.2. COMPARAÇÃO DE METODOLOGIAS EMPREGADAS NO SEGUNDO E TERCEIRO INVENTÁRIO NACIONAL NO SETOR LULUCF.....	40
4. <b>RESULTADOS</b> .....	44
4.1. HISTÓRICO DA CONSTRUÇÃO DA METODOLOGIA DO SETOR LULUCF NOS INVENTÁRIOS NACIONAIS .....	44
4.1.1. <b>O Primeiro Inventário de GEE do Brasil</b> .....	45
4.1.2. <b>O Segundo Inventário de GEE do Brasil</b> .....	48
4.1.3. <b>O Terceiro Inventário de GEE do Brasil</b> .....	51
4.2. COMPARAÇÃO DAS METODOLOGIAS EMPREGADAS NO SEGUNDO E TERCEIRO INVENTÁRIO NACIONAL PARA O SETOR LULUCF .....	53
4.2.1. <b>Fatores de remoção</b> .....	56
4.2.2. <b>Mapa de cobertura e uso do solo</b> .....	61
4.2.2.1. Mapa de cobertura e uso do solo – Amazônia .....	61
4.2.2.2. Mapa de cobertura e uso do solo – Caatinga.....	72
4.2.2.3. Mapa de cobertura e uso do solo – Cerrado .....	78
4.2.2.4. Mapa de cobertura e uso do solo – Mata Atlântica .....	84

4.2.2.5.	Mapa de cobertura e uso do solo – Pampa.....	95
4.2.2.6.	Mapa de cobertura e uso do solo- Pantanal.....	101
4.2.3.	<b>Estoque total de carbono</b> .....	105
4.2.4.	<b>Outros parâmetros</b> .....	117
4.2.4.1.	Mapa de vegetação pretérita/fitofisionomia.....	117
4.2.4.2.	Estoque de carbono em áreas de vegetação secundária florestal ou campestre em relação a vegetação primária - AvGsec/AvFsec.....	117
4.2.4.3.	Perda de carbono em área florestal submetida à CS em relação a vegetação primária. – pCS.....	118
4.2.4.4.	Estoque médio de carbono em áreas convertidas para pastagem- AvAp..	118
4.2.4.5.	Porcentagem de carbono na biomassa.....	118
4.2.4.6.	Emissões de outros gases não- CO <sub>2</sub> .....	119
4.2.4.7.	Emissões de CO <sub>2</sub> pela aplicação de calcário nos solos .....	120
4.2.4.8.	Avaliação de incertezas .....	121
4.3.	<b>O SETOR DE LULUCF NO QUARTO INVENTÁRIO NACIONAL DE GASES DE EFEITO ESTUFA</b> .....	121
5.	<b>DISCUSSÃO E CONCLUSÃO</b> .....	126
5.1.	<b>EVOLUÇÃO DOS INVENTÁRIOS DE GEE DO BRASIL: O SETOR LULUCF</b> .....	127
5.2.	<b>COMPARAÇÃO ENTRE AS ESTIMATIVAS DE 2005 DO SEGUNDO E TERCEIRO INVENTÁRIO</b> .....	129
5.3.	<b>DESAFIOS PARA A CONSTRUÇÃO DE INVENTÁRIOS NACIONAIS DE GEE NO BRASIL E SUGESTÃO PARA AS PRÓXIMAS ESTIMATIVAS</b> .....	130
6.	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	134

## 1. INTRODUÇÃO

A elevação das temperaturas terrestres causada pelo aumento da concentração de gases na atmosfera é uma realidade que tem motivado esforços globais para frear a intensificação do processo de aquecimento. A criação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (do inglês *United Nations Framework Convention on Climate Change*, UNFCCC, citada doravante como Convenção) em 1992 pode ser considerada um dos primeiros passos para direcionar as ações de redução das emissões dos gases de efeito estufa (GEE). As partes signatárias à UNFCCC, antes de lançarem seus compromissos de mitigação, precisam elaborar seus Inventários de emissões e remoções de GEE (doravante citado como Inventário).

Os Inventários são documentos através dos quais os países relatam, para cada setor e categorias, as emissões e remoções dos principais gases de efeito estufa de origem antrópica no território nacional (UNFCCC, 1992). Ou seja, eles consistem em revisar o passado e estimar as emissões decorrentes de cada atividade num determinado período. Isso faz com que os Inventários de GEE sejam um retrato do perfil de emissões do país ao longo do tempo. A partir dos inventários, é possível identificar os setores e atividades que mais contribuem para as emissões nacionais, permitindo estudar onde as maiores reduções de emissões podem ser feitas.

Desde sua entrada na Convenção<sup>1</sup>, o Brasil já submeteu três Inventários (MCTIC, 2018a) e está em processo de preparação do Quarto. O texto da Convenção do Clima<sup>2</sup> indica que ao calcular as emissões e remoções de gases de efeito estufa, os países “devem levar em conta o melhor conhecimento científico disponível” (UNFCCC, 1992). Apesar da limitação de recursos, o Brasil é destaque no cenário internacional pelo esforço desempenhado no desenvolvimento dos seus Inventários. Essa distinção é notável especialmente no setor de Uso da Terra, Mudança de Uso da Terra e Florestas (do inglês *Land Use, Land-Use Change and Forestry*, LULUCF), um dos protagonistas nas emissões nacionais e, portanto, considerado um setor-chave para as estimativas.

Considerando a necessidade de assegurar a consistência das estimativas de emissões e remoções ao longo do tempo (IPCC, 2000), é imprescindível que no caso de haver uma mudança de método ou atualização de dados e/ou fatores de emissão, as estimativas anteriores sejam recalculadas com base na nova metodologia e/ou novos dados. Isto faz com que, salvo raríssimas exceções, os Inventários nacionais apresentem recálculos a cada nova submissão,

---

<sup>1</sup> O Brasil foi o primeiro a assinar a Convenção.

<sup>2</sup> Artigo, 4, parágrafo 2c



mesmo no caso dos países desenvolvidos, que submetem seus inventários todos os anos. Com base nesse princípio, vários países se esforçaram em recalculá-los com base em metodologias mais atuais, levando a mudanças substanciais nos resultados. A União Europeia, por exemplo, substituiu o uso do guia IPCC, 1996 para o guia mais atualizado de 2006 em seu último Inventário (EUROPEAN COMMISSION, 2017). Entre os países em desenvolvimento o Brasil se destaca por apresentar melhoras constantes em seus inventários, principalmente no setor de LULUCF. Em particular, o aprimoramento metodológico decorrente do Terceiro Inventário resultou em uma diferença de 25% nas emissões líquidas estimadas para o ano de 2005, relativo ao Segundo Inventário. Conforme o Segundo Inventário, considerando todos os setores inventariados, nesse ano teriam sido emitidas por esse setor 2,1 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub>e, ao passo que, no Terceiro, foram estimadas 2,7 bilhões de toneladas. Essa diferença de aproximadamente 540 milhões de toneladas é maior do que o total emitido em 2014 pela Austrália (UNFCCC, 2017a). Dessa diferença total, a maior parte (43%) está relacionada ao setor LULUCF.

Além de ser um ano marcado por uma significativa diferença das estimativas do setor de LULUCF, 2005 é especialmente importante por corresponder ao ano base adotado pelo Brasil para elaboração da Contribuição Nacionalmente Determinada (do inglês *Nationally Determined Contribution* - NDC) para o novo acordo climático, o Acordo de Paris (BRASIL, 2015). Nesse Acordo, o Brasil comprometeu-se a reduzir 37% e 43% das suas emissões líquidas até 2025 e 2030, respectivamente, com base nas emissões líquidas de 2005 do Segundo Inventário nacional. Essa decisão gerou bastante controvérsia, pois, além de ser um dado desatualizado, as emissões do Segundo Inventário estão muito abaixo daquelas estimadas pelo Terceiro. O reporte das emissões através dos Inventários de GEE é essencial para garantir transparência ao processo de monitoramento do cumprimento das NDCs (FEDERICI, 2017).

Para que sejam comparáveis entre países, não contenham dupla contagem ou omissões e, que suas séries temporais reflitam mudanças reais nas emissões, os Inventários devem ser elaborados com base em metodologias comparáveis e internacionalmente acordadas que são elaboradas pelo IPCC (UNFCCC, 1992). Existem na literatura alguns estudos dedicados a analisar o escopo metodológico utilizado na construção dos Inventários, comparando dados de emissão entre diferentes estudos e também a acurácia das estimativas. Winiwarter e Rypdal (2001), por exemplo, avaliaram as incertezas dos Inventários nacionais de GEE de cinco países desenvolvidos: Áustria, Noruega, Holanda, Reino Unido e Estados Unidos da América. Os autores encontraram diferentes graus de incerteza nas estimativas que variaram de 5% a 20%. Federici et al. (2017) compararam dados de emissão do setor de LULUCF entre Inventários

nacionais e estudos independentes, e constataram que existe uma significativa diferença entre os dados estimados para o mesmo período de análise. Essas diferenças decorrem desde a definição de conceitos (desmatamento, áreas manejadas, etc) até a escolha dos dados de entrada e fatores de emissão, por exemplo. Esse mesmo estudo, mostrou que essas diferenças podem ser também a causa da incompatibilidade entre valores das estimativas nacionais. Harris et al. (2018) encontraram diferentes dados de emissão em seis estimativas oficiais da Indonésia para o setor LULUCF, entre eles o Terceiro Inventário Nacional de GEE do país, tendo gerado diferentes estimativas de emissão para o mesmo período. Cerri et al. (2009) analisaram a metodologia utilizada pelo Primeiro Inventário Nacional do Brasil e encontraram uma diferença de até 46% nas estimativas do setor de LULUCF no ano de 1995 quando comparado a outros dois estudos independentes.

Embora os Inventários incluam uma seção detalhando as diferenças introduzidas entre o Inventário anterior e o atual, até o presente, não existem estudos independentes que se propõem a analisar o processo de desenvolvimento dos Inventários nacionais de GEE, tampouco estudos que têm se aprofundado suficientemente a investigar a origem das diferenças substanciais entre Inventários do mesmo país. Analisar a evolução dos Inventários nacionais é primordial para compreender o avanço das capacidades técnicas nacionais e as fundamentações das alterações metodológicas. Nesse contexto, esse trabalho tem como objetivo principal compreender a evolução das metodologias de estimativas de gases de efeito estufa do setor de LULUCF nos Inventários Nacionais do Brasil, bem como entender a origem das diferenças das emissões estimadas pelos Segundo e Terceiro Inventários em 2005, ano base da NDC. Para tanto, tem-se como objetivos específicos:

- Descrever o histórico do desenvolvimento dos Inventários brasileiros, do Primeiro ao Terceiro, com foco no setor LULUCF;
- Comparar as estimativas do setor LULUCF empregadas nos Segundo e Terceiro Inventários nacionais;
- Indicar as propostas de melhoria previstas para o Quarto Inventário.
- Propor novos refinamentos para o setor LULUCF para os próximos inventários nacionais.

Esse documento foi estruturado em cinco capítulos. Na introdução (cap. 1) são apresentadas a contextualização do tema, o levantamento do problema, a justificativa e os objetivos do trabalho. No capítulo 2, é apresentado um panorama geral sobre os Inventários nacionais de gases de efeito estufa, os manuais e guias do IPCC e o setor Uso da Terra,

Mudança de Uso da Terra e Florestas. Em seguida, (cap. 3) são descritas as propostas metodológicas para analisar a trajetória de construção das estimativas do setor LULUCF nos Inventários e para o estudo comparativo entre esses documentos. No capítulo 4 são apresentados os resultados dessas duas análises e, no último capítulo (cap.5) são apresentadas as discussões e conclusões dos resultados.

## **2. O REPORTE DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA**

Nesse capítulo é apresentada a contextualização geral do tema desse trabalho: os Inventários nacionais de gases de efeito estufa, em especial as estimativas das emissões líquidas para o setor LULUCF. As primeiras sessões apresentam a contextualização internacional sobre mudança do clima e a criação da UNFCCC. As seções seguintes discorrem sobre os Inventários nacionais de GEE (suas características, o que deve ser inventariado, o processo de criação e aplicações) e sobre os manuais e guias metodológicos do IPCC. Ao final, é apresentado o setor Uso da Terra, Mudança de Uso da Terra e Florestas e os métodos de cálculo disponíveis para desenvolver as estimativas do setor.

### **2.1.RESPOSTA INTERNACIONAL ÀS PROBLEMÁTICAS DO CLIMA**

Um dos primeiros marcos internacionais sobre a necessidade de agir frente à mudança do clima ocorreu em 1988, durante a Assembleia Geral das Nações Unidas onde se reconheceu que “ a mudança do clima é uma preocupação comum da Humanidade”. Esta reunião ocorreu no mesmo ano em que ocorreram eventos singulares, tais como um verão muito quente e incomum no Estados Unidos da América (EUA), o descobrimento do buraco na camada de ozônio e a adoção bem-sucedida do Protocolo de Montreal (LE TREUT; SOMMERVILLE, 2007). Em 1988, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, PNUMA (do inglês *United Nations Environment Programme*) juntamente com a Organização Meteorológica Mundial, OMM (do inglês, *World Meteorological Organization*) criou o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima - o IPCC (do inglês, *Intergovernmental Panel on Climate Change*) (IPCC, 2019). Endossada pela Assembleia Geral das Nações Unidas, o IPCC foi solicitado a iniciar ação sobre os seguintes temas<sup>3</sup>:

- a) O estado do conhecimento da ciência da mudança do clima e mudança climática;

---

<sup>3</sup> Assembleia Geral das Nações Unidas, 6 de dezembro de 1988. A/RES/43/53, 70th plenary meeting.

- b) Programas e estudos sobre o impacto social e econômico da mudança do clima, incluindo o aquecimento global;
- c) Possíveis estratégias de resposta para retardar, limitar ou mitigar o impacto da mudança adversa do clima;
- d) A identificação e possível fortalecimento dos relevantes instrumentos jurídicos internacionais existentes que tenham influência no clima;
- e) Elementos para inclusão em uma eventual futura convenção internacional sobre o clima.

Em 1990, o IPCC lançou seu primeiro Relatório de Avaliação publicado em três seções principais, com contribuições de três grupos de trabalho: Avaliação científica da mudança do clima, Avaliação de Impactos da Mudança do Clima e As estratégias de resposta do IPCC. Nesse relatório, o IPCC indica, com certeza que,

As emissões resultantes de atividades humanas estão aumentando substancialmente as concentrações atmosféricas dos gases de efeito estufa .... Estes aumentos intensificarão o efeito estufa, resultando em média em um aquecimento adicional da superfície da Terra (IPCC, 1990).

O efeito do Primeiro Relatório de Avaliação do IPCC nos formuladores de políticas e público em geral facilitou que durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, conhecida como Rio 92, fosse estabelecida a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Esse tratado foi criado com o objetivo principal de “estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera a um nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático” (UNITED NATIONS, 1992, p.4, tradução do autor). Lançada em 1992, a UNFCCC só entrou em vigor em março de 1994, contando, até o momento com 197 países signatários (UNFCCC, 2017b). Dentre os compromissos gerais das nações membros, destacam-se a elaboração de Inventários nacionais de emissões de gases de efeito estufa, a implementação de programas nacionais e/ou regionais com medidas para mitigar a mudança do clima, bem como a promoção do desenvolvimento e difusão de tecnologias.

Levando em consideração o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, além do compromisso coletivo, a Convenção estabeleceu compromissos específicos para os países desenvolvidos e em desenvolvimento (YAMIN; DEPLEGE, 2004). Deste modo, os países foram subdivididos em três grupos: Anexo I, Anexo II e não-Anexo I.

O Anexo I inclui países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (do inglês *Organization for Economic Cooperation and Development*, OECD) e economias em transição, que tem como um de seus compromissos principais adotar políticas e medidas nacionais para reduzir as suas emissões. Já o Anexo II inclui somente países membros da OECD, cuja responsabilidade comum é conceder assistência financeira aos países em desenvolvimento e promover a transferência de tecnologias. Por fim, o grupo não-Anexo I inclui a maioria dos países em desenvolvimento que, à época de criação da Convenção, não possuíam compromissos de redução de emissões (UNFCCC, 1992).

Nesse contexto, a Convenção estabelece que, periodicamente os países devem submeter relatórios nacionais à UNFCCC. Entretanto, o conteúdo e cronograma para países do Anexo I e não-Anexo I são distintos (

Tabela 1). Além das Comunicações Nacionais e seus respectivos Inventários, os países em desenvolvimento devem submeter o Relatório de Atualização Bienal (do inglês, *Bienial Update Report - BUR*), contendo: atualizações das estimativas dos Inventários, um relatório de Inventário nacional e informações sobre ações de mitigação, necessidades e apoio recebido (UNFCCC, 2019a). A decisão de elaboração do BUR aconteceu em 2010 na 16ª Conferência das Partes (COP)<sup>4</sup> e sua periodicidade foi estabelecida na COP seguinte, em Durban<sup>5</sup> (UNFCCC, 2011, 2012).

Tabela 1 -Periodicidade dos relatórios submetidos pelas Partes à UNFCCC.

<b>Documentos</b>	<b>Anexo I</b>	<b>Não-Anexo I</b>
Comunicações nacionais	Submetidas periodicamente (a cada 4 anos)	Submetidas periodicamente (a cada 4 anos)
Inventários nacionais de GEE	Submissão anual	Submetido junto à Comunicação Nacional, ou seja, a cada 4 anos
Outros	Relatórios Bienais (BRs). Primeira submissão em janeiro de 2014 e, posteriormente, a cada dois anos.	Relatório de Atualização Bienal (BURs). Primeira submissão em dezembro de 2014 e, posteriormente, a cada dois anos.

Fonte: Adaptado de UNFCCC, [2017b].

<sup>4</sup> Decisão 1/CP.16, parágrafo 60 (c)

<sup>5</sup> Decisão 1/CP.17, parágrafo 41 (a)

Além das obrigações da UNFCCC, os países signatários do Acordo de Paris também devem, regularmente, fornecer (UNFCCC, 2015)<sup>6</sup>:

- a) Um relatório nacional de inventário de emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa, preparado usando metodologias de boas práticas aceitas pelo IPCC e acordado pela COP;
- b) Informações necessárias para acompanhar os progressos realizados na implementação e realização da NDC.

Durante a COP-24 em Katowice, foi acordado que todas as Partes devem submeter o primeiro Relatório de Inventário Nacional até dezembro de 2024 (UNFCCC, 2018). Segundo essa decisão, cada país deverá reportar seus Inventários em uma série cronológica anual consistente a partir de 1990. Levando em consideração as capacidades de cada país, durante o Acordo de Paris, foi estabelecida uma medida de transparência de dados, denominada Marco Fortalecido de Transparência de Ação e Apoio (do inglês *Enhanced Transparency Framework*) (UNFCCC, 2015). Essa medida tem como objetivo fornecer flexibilidade aos países em desenvolvimento, seja no escopo, frequência e nível de detalhamento dos relatórios<sup>7</sup> (UNFCCC, 2018). Para tanto, países em desenvolvimento que precisam de flexibilidade à luz de suas capacidades, poderão comunicar dados abrangendo, no mínimo, a referência ano/período para a sua NDC e, além disso, séries cronológicas anuais a partir de, pelo menos, 2020<sup>8</sup>. É de responsabilidade dos próprios países indicar qual flexibilidade será aplicada, justificar concisamente as restrições de capacidade e fornecer prazos estimados para melhorias em relação a essas restrições<sup>9</sup>. Embora o Marco Fortalecido de Transparência de Ação e Apoio ofereça oportunidades de flexibilização aos países em desenvolvimento, existem algumas discussões a respeito das obrigações dispostas no Acordo de Paris, uma vez que muitos países do norte global tem buscado uma padronização das obrigações e da periodicidade das submissões dos países desenvolvidos e em desenvolvimento, ao contrário do que era praticado na UNFCCC (RAJÃO; DUARTE, 2018).

---

<sup>6</sup> Artigo 13, parágrafo 7

<sup>7</sup> CP 24, Anexo - C, 5

<sup>8</sup> CP 24, Anexo - E, 57

<sup>9</sup> CP 24, Anexo - C, 6

## 2.2. INVENTÁRIOS NACIONAIS DE GASES DE EFEITO ESTUFA

### 2.2.1 Visão geral

No contexto dos objetivos da UNFCCC, é fundamental que cada país reconheça suas capacidades e limitações para implementar medidas de mitigação das emissões de gases de efeito estufa em seu território e adaptação à mudança do clima. Esse reconhecimento é divulgado através das Comunicações Nacionais. Os Inventários nacionais, compromissos de todas as Partes, auxiliam os países a identificar setores e atividades mais relevantes para suas emissões totais, permitindo com que implementem ações, medidas, políticas, para a sua redução. Adicionalmente, os Inventários servem como uma forma de monitorar, entre outros, o efeito da implementação de políticas públicas e, portanto, sua eficácia. A UNFCCC (UNFCCC, 1992) estabeleceu que todas as Partes devem:

Desenvolver, atualizar periodicamente, publicar e disponibilizar à Conferência das Partes, de acordo com o artigo 12, Inventários nacionais de emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de todos os gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal, utilizando metodologias comparáveis a serem acordadas sobre a Conferência das Partes (UNFCCC, 1992, Artigo 4.1.a).

Esses Inventários apresentam estimativas de emissões e remoções antrópicas de GEE dos setores: Energia, Processos Industriais e Uso de Produtos (do inglês *Industrial Processes and Product Use* - IPPU), Resíduos, Agricultura e Uso da Terra, Mudança de Uso da Terra e Florestas (LULUCF).

O processo de compilação de um Inventário é cíclico e envolve, resumidamente, a coleta de dados, estimativas de emissão e remoção, checagem e verificação, análise de incerteza e reporte, sendo todas essas etapas intercaladas pela análise e documentação de controle de qualidade (do inglês, *Quality Control* - QC) (Figura 1). A primeira etapa de desenvolvimento do Inventário envolve a identificação das categorias-chave<sup>10</sup>, ou seja, aquelas categorias com uma contribuição mais significativa no total das emissões do país e que, por isso, devem ser priorizadas em termos de metodologias (Tiers) e coleta de dados. (IPCC, 2006a). Essa identificação pode ser feita através de uma avaliação baseada no conhecimento local e *expertise* sobre as principais fontes de emissão do país. Uma vez definidas as categorias-

---

<sup>10</sup> Uma categoria chave é aquela que é priorizada dentro do sistema de inventário nacional porque sua estimativa tem uma influência significativa no inventário total de gases de efeito estufa de um país em termos de nível absoluto de emissões e remoções, a tendência de emissões e remoções, ou a incerteza nas emissões ou remoções.

chave, os compiladores do Inventário devem identificar o método de estimativa mais apropriado para cada categoria (Tier 2 ou Tier 3) e, em seguida, coletar os dados de atividade relevantes. Na fase de coleta, devem ser levadas em consideração a consistência temporal e a qualidade das informações a fim de minimizar as incertezas na estimativa. A quarta etapa envolve produzir estimativas de emissão e/ou remoção, ou seja, o cálculo em si, para geração dos resultados. Uma vez que as estimativas estejam completas, a quinta e sexta etapas consistem, respectivamente, na análise de incerteza e revisão das categorias-chave, passo fundamental para avaliar o grau de confiança das estimativas e se as escolhas metodológicas para cada categoria foram adequadas. Por fim, é feita uma análise de garantia de qualidade (do inglês *Quality Assurance* - QA) do inventário que, só a partir de então, é reportado e submetido à UNFCCC. Um sistema de controle garantia e de qualidade (QA/QC) contribui para os objetivos de boa prática no desenvolvimento do inventário para assegurar a transparência, consistência, comparabilidade, completude e acurácia dos inventários nacionais de gases de estufa (IPCC, 2006a). Contudo, “requisitos de controle de qualidade, melhoria da acurácia e redução das incertezas precisam ser balanceados com os requisitos de pontualidade e custo eficiência” (IPCC, 2006a). Dessa forma, o IPCC sugere que seja feita uma avaliação para identificar onde deveriam ser concentrados os esforços no Inventário:

A fim de priorizar QA/QC e esforços de verificação para certas categorias, particularmente em termos de atividades que requerem análise e revisão mais intensivas, as seguintes perguntas devem ser feitas para identificar onde concentrar essas atividades em um determinado ciclo de desenvolvimento de inventários (IPCC, 2006a) (tradução do autor).

Exemplos de perguntas a serem consideradas, seriam:

- Trata-se de uma categoria-chave?
- Ocorreram mudanças significativas recentemente na metodologia de estimativa usada para esta categoria?
- Houve uma mudança significativa em como os dados são processados ou gerenciados para essa categoria?
- Os fatores de emissão ou outros parâmetros associados à metodologia de estimativa são significativamente diferentes dos valores *default* do IPCC ou de dados usados em outros inventários?



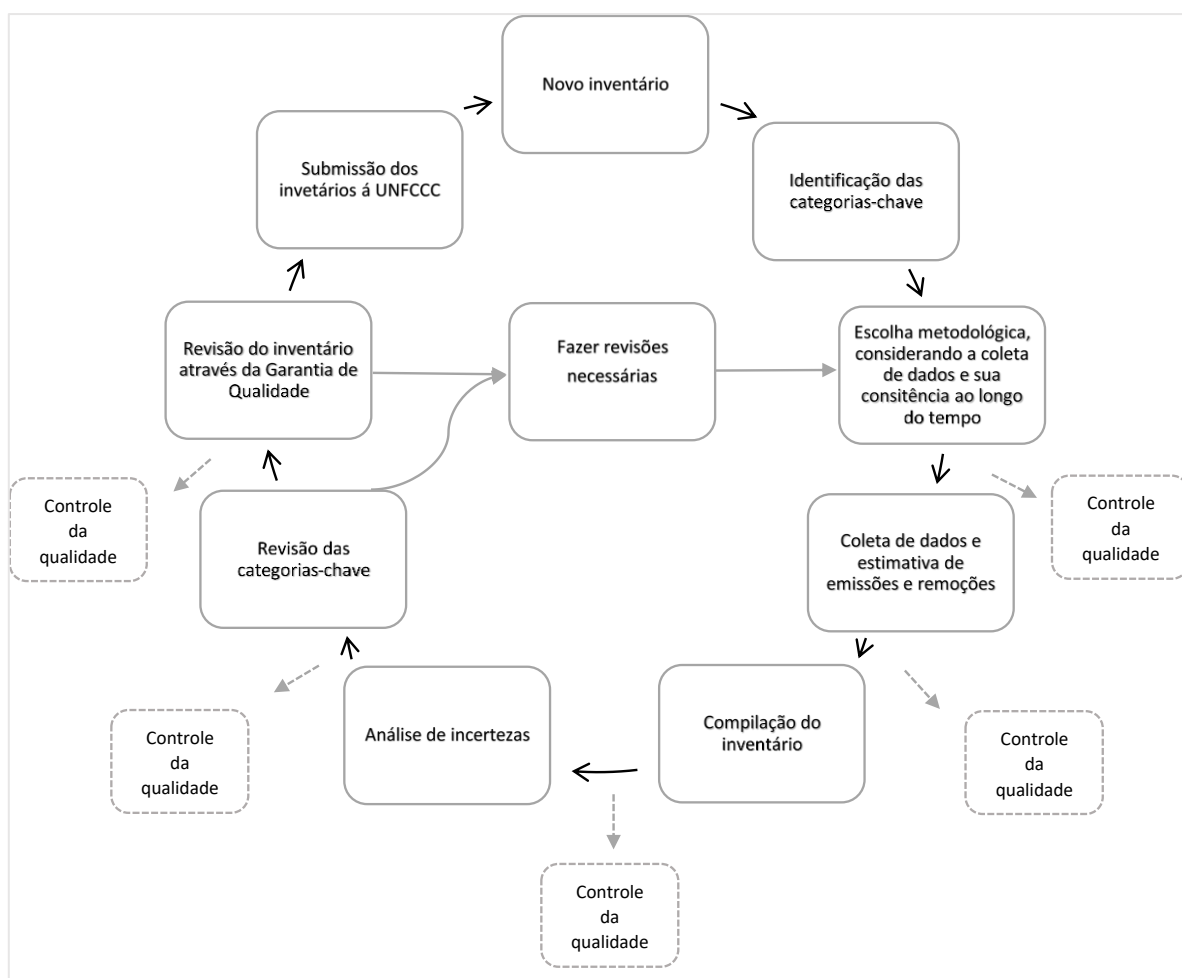


Figura 1-Ciclo de compilação de Inventários  
 Fonte: Adaptado de IPCC, 2006b

O Guia de Boa Prática e Tratamento de Incertezas em Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa do IPCC (IPCC, 2000) “auxilia os países a produzir inventários acurados, no sentido de não sobre-estimar nem subestimar as estimativas tanto quanto possível, e nos quais as incertezas são reduzidas tanto quanto praticável. Também apoia o desenvolvimento de inventários transparentes, documentados, consistentes ao longo do tempo, completos, comparáveis, avaliados quanto a incertezas, e sujeitos à controle e garantia de qualidade, eficiente no uso de recursos disponíveis às agências envolvidas nos inventários, e nos quais as incertezas são gradualmente reduzidas conforme melhores informações tornam-se disponíveis”. O Glossário do Manual 2006 do IPCC provê as seguintes definições para transparência, acurácia, completude, consistência e comparabilidade, que são as características fundamentais de um inventário que aplica “boa prática”:

- **Transparência:** Significa que as premissas e metodologias usadas para um Inventário devem ser claramente explicadas para facilitar a replicação e avaliação do Inventário pelos usuários das informações relatadas. A transparência dos Inventários é fundamental para o sucesso do processo de comunicação e consideração das informações.
- **Completude:** Significa que um Inventário cobre todas as fontes e sumidouros e gases incluídos no Manual do IPCC para a cobertura completa, em adição a outras categorias de fontes/sumidouros relevantes existentes que são específicas para determinados países (e, portanto, podem não estar incluídas nos Manuais do IPCC).
- **Consistência:** Significa que um Inventário deve ser internamente consistente em todos os seus elementos ao longo de um período de anos. Um Inventário é consistente se as mesmas metodologias forem usadas para o ano base e todos os anos subsequentes e se conjuntos de dados consistentes forem usados para estimar emissões ou remoções de fontes ou sumidouros. Um Inventário que utiliza metodologias diferentes para anos diferentes pode ser considerado consistente se tiver sido estimado de maneira transparente.
- **Comparabilidade:** Significa que as estimativas de emissões e remoções relatadas pelos países em seus Inventários devem ser comparáveis entre países. Para este propósito, os países devem utilizar metodologias e formatos acordados para estimar e relatar Inventários.
- **Acurácia:** É uma medida relativa da exatidão de uma estimativa de emissão ou remoção. As estimativas devem ser precisas no sentido de que elas não são sistematicamente nem sub ou superestimadas, tanto quanto podem ser julgadas, e que as incertezas são reduzidas tanto quanto for praticável.

Para que todos esses critérios sejam considerados, é preciso que as estimativas sejam elaboradas com base em metodologias sólidas, confiáveis e compatíveis com a ciência mais atual, assim como os guias orientadores elaborados pelo IPCC. Contudo, é importante ressaltar que as emissões de GEE reportadas nos inventários são estimativas, uma vez que as emissões pelas fontes são muito difíceis de serem mensuradas direta e continuamente (BASTIANONI; PULSELLI; TIEZZI, 2004). Sendo assim, por serem estimativas, mesmo havendo metodologias padronizadas, ainda existe um elevado grau de incerteza associados aos inventários nacionais que derivam de diversas fontes. Essa incerteza parte da concepção de que muitos processos geradores de emissões são, por natureza, variáveis no espaço e no tempo e, por isso, é difícil desenvolver metodologias de estimativa e dados de estimação apropriados

(RYPDAL; WINIWARTER, 2001). Os próprios dados de entrada para essas estimativas, por exemplo, se baseiam em dados de atividade e fatores de remoção, os quais muitas vezes não estão disponíveis e por isso precisam ser generalizados.

Para melhorar a qualidade de um Inventário, é considerada boa prática atualizar a metodologia e refinar os dados ao longo do tempo, sempre que (IPCC, 2006c):

- Os dados disponíveis forem alterados;
- O método usado anteriormente não for consistente com as diretrizes do IPCC para determinada categoria;
- Uma categoria tornar-se categoria-chave;
- O método usado anteriormente for insuficiente para refletir as atividades de mitigação de maneira transparente;
- A capacidade de preparação de um Inventário aumentar;
- Novas metodologias forem disponibilizadas;
- Houver necessidade de correção de erros.

Mudanças na metodologia têm impacto direto nas estimativas de emissão e, a cada nova mudança, toda a série histórica deve ser recalculada. Assim, os países precisam recalcular suas emissões com base nas metodologias ou dados mais recentes ou quando decisões são tomadas no âmbito da Convenção do Clima sobre o uso de novos manuais, guias ou suplementos do IPCC.

### **2.2.2. Aplicações**

Os Inventários são ferramentas essenciais para identificar as tendências históricas de emissões, identificar setores-chave, bem como auxiliar os governos locais na elaboração de políticas públicas custo-efetivas voltadas para o controle das emissões. Ainda, servem como base para elaboração de políticas - nacionais e internacionais - de redução de emissões e para avaliar o progresso dessas ações de mitigação (BUN et al., 2010). Em 2009, no Acordo de Copenhague, o governo brasileiro se propôs a reduzir, voluntariamente, entre 36,1% e 38,9% suas emissões de GEE até 2020 (GOVERNO DO BRASIL, 2011). Essas metas foram estabelecidas sob as denominadas Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas (do inglês *Nationally Appropriate Mitigation Actions* - NAMAs). No Brasil, as NAMAs foram transformadas na Lei 12.187/ 09 que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima- PNMC (MICES, 2018). Tal legislação dispõe no Artigo 12, Parágrafo único que os

compromissos nacionais voluntários de redução de emissões terão como base o Segundo Inventário nacional de GEE:

A projeção das emissões para 2020 assim como o detalhamento das ações para alcançar o objetivo expresso no caput serão dispostos por decreto, tendo por base o segundo Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal, a ser concluído em 2010 (BRASIL, 2009).

Os compromissos de emissão para 2020 foram regulamentados pelo decreto 7.390/10 que definiu a linha de base de emissões de GEE em 2020 em 3.236 GtCO<sub>2e</sub>. Dessa forma, em termos absolutos, o compromisso nacional assumido na PNMC corresponde a uma redução projetada entre 1.168 GtCO<sub>2e</sub> e 1,259 GtCO<sub>2e</sub>. Esse decreto foi revogado pelo decreto de 9.578/18 que consolida atos normativos que dispõem sobre o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima e a Política Nacional sobre Mudança do Clima. Conforme esse decreto, as revisões do Plano Nacional sobre Mudança do Clima e a elaboração dos planos setoriais tomarão por base o Terceiro Inventário ou a edição mais recente à época das revisões<sup>11</sup>. A projeção das emissões nacionais de gases do efeito estufa para o ano de 2020, porém, continuaram a ser baseadas no Segundo Inventário<sup>12</sup> (Decreto 9.578/10).

No cenário internacional, os Inventários foram a base para definição das metas de redução de emissões propostas no marco do Acordo de Paris em 2015, conhecidas como Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs). Grandes emissores como EUA, Rússia e União Europeia, estimaram suas NDCs tomando como base as emissões históricas estimadas em seus Inventários (UNFCCC, 2019b). Da mesma forma, o Brasil afirmou em sua NDC que “pretende comprometer-se a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, em 2025” (BRASIL, 2015). Mais ainda, o país propôs uma contribuição indicativa subsequente de redução de 43% abaixo dos níveis de emissão de 2005, em 2030. Segundo a NDC, as emissões de 2005 correspondem a 2,1 Gt CO<sub>2e</sub> – valor estimado pelo Segundo Inventário nacional de GEE. Para isso, o Brasil propôs, entre outras medidas, a:

- restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas até 2030, para múltiplos usos;
- Recuperar 15 milhões de pastagens degradadas até 2030;

---

<sup>11</sup> Artigo 3, parágrafo 2.

<sup>12</sup> Artigo 18.

- Incrementar de 5 milhões de hectares de sistemas de integração lavoura-pecuária-florestas (iLPF) até 2030;

Além de servirem como base para proposição de políticas de mitigação, os Inventários também podem ser utilizados como a base para acompanhar o resultado da implementação de tais políticas. Uma dessas aplicações diz respeito as medidas de redução de desmatamento nos biomas brasileiros como, por exemplo, o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal, PPCDAm. Através das matrizes de transição de uso da terra apresentadas nos Inventários do Brasil, é possível detectar a redução ou o aumento de áreas de florestas convertidas para outros usos, bem como as emissões de GEE associadas. Além dos Inventários, acompanhamento do desmatamento é também realizado pelo Projeto de Monitoramento de Desmatamento na Amazônia, o PRODES. O Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas, conhecido como Plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono) é uma política pública que apresenta o detalhamento das ações de mitigação e adaptação às mudanças do clima para o setor agropecuário, dentre elas (MAPA, 2012):

- Recuperar uma área de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas por meio do manejo adequado e adubação (fortalecida na NDC)
- Aumentar a adoção de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) e de Sistemas Agroflorestais (SAFs) em 4 milhões de hectares;
- Ampliar a utilização do Sistema Plantio Direto (SPD) em 8 milhões de hectares

Atualmente, nos Inventários nacionais não são identificadas e estimadas as emissões e remoções de GEE em áreas de pastagem degradada, por exemplo (GURGEL; LAURENZANA, 2016). Dessa forma, o monitoramento do cumprimento dessas compromissos previstos no Plano ABC (e também na própria NDC) através dos Inventários ainda não é possível, o que pode vir a ser um desafio para o Brasil ao reportar o cumprimento das metas brasileiras em negociações internacionais (SEEG, 2017). Ainda, além de ser um compromisso obrigatório pela Convenção e de servir como ferramenta de suporte para proposição de metas, os Inventários de GEE são geralmente úteis na elaboração dos Níveis de Referência de Emissões Florestais (do inglês, *Forest Reference Emission Level*, FREL) como é o caso do Brasil, Indonésia, Chile e outros países (UNFCCC, 2019c). Conforme decidido na 17ª Conferência das Partes, o FREL deve ser estabelecido mantendo consistência com as emissões por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa de natureza antrópica

relacionadas a florestas, conforme inventários de gases de efeito estufa do país<sup>13</sup> (UNFCCC, 2012). Manter a consistência (em metodologias, definições, abrangência e informações fornecidas) entre as estimativas de emissão e o FREL é essencial para medir o desempenho do país na redução das emissões florestais (FAO, 2015). O FREL C da Amazônia, adotou a definição de consistência do IPCC, 2006 <sup>14</sup>(MMA, 2018, IPCC, 2006). Assim, as mesmas metodologias e conjuntos de dados usados na construção do FREL para o bioma Amazônia foram aplicados para construir o FREL C, de modo a manter a consistência entre esses documentos. Por sua vez, essas metodologias e conjunto de dados são consistentes àqueles utilizados no Segundo Inventário Nacional do Brasil. Um exemplo de consistência entre o FREL C e o Segundo Inventário é o mapa de estoque de carbono da Amazônia.

### 2.3.GUIAS DO IPCC

Desde a sua criação, o IPCC desenvolveu uma série de manuais metodológicos para auxiliar os países na elaboração de seus Inventários nacionais de GEE. É responsabilidade da Força Tarefa de Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa do IPCC desenvolver e aperfeiçoar metodologias acordadas internacionalmente para a estimativa de emissões e remoções antrópicas de GEE dos países membros da UNFCCC (IPCC, 2017). A Força Tarefa também desenvolve *softwares* para aplicação das metodologias de Tier 1 e Tier 2.

O primeiro manual foi publicado em 1995, mas, logo em seguida, foi substituído pelo Manual Revisado de 1996 que, como o próprio título já o diz, apresentou uma série de refinamentos nas metodologias do manual anterior. Dividido em três volumes, esse documento determinou a abrangência dos Inventários nacionais, definindo quais gases deveriam ser estimados e as categorias responsáveis por essas emissões. Em comparação ao Manual anterior, houve modificações em todos os setores-chave, além da adição de novas fontes e parâmetros.

Nos anos seguintes, o IPCC lançou dois guias de boa prática (GBP): o Guia de Boa Prática e Tratamento de Incertezas em Inventários Nacionais (GBP, 2000) e o Guia de Boa Prática para Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (GBP LULUCF, 2003). Em comum, esses dois guias apresentaram informações suplementares ao Manual Revisado de 1996, tratando de assuntos relacionados à qualidade de Inventários - importância da minimização das incertezas e consistência temporal dos dados (IPCC, 2000, 2003). O GBP de

---

<sup>13</sup> Decisão 12/CP.17, artigo 8

<sup>14</sup> Consistência significa que um inventário deve ser internamente consistente em todos os seus elementos ao longo de um período de anos. Um inventário é consistente se as mesmas metodologias forem usadas para o ano base e todos os anos subsequentes, e se um consistente conjunto de dados forem usados para estimar emissões ou remoções de fontes ou sumidouros (tradução nossa).

2003 trouxe, especificamente, novas dimensões em relação à mensuração, estimativa, avaliação de incertezas, monitoramento e relato de mudanças nos estoques de carbono relacionadas ao setor LULUCF (IVERSEN; LEE; ROCHA, 2014). Comparado ao Manual Revisado de 1996, houve avanços metodológicos significativos. Por exemplo, no Manual Revisado de 1996, a abordagem metodológica é baseada em atividades (*activity-based*), isto é, as estimativas de emissões e remoções de GEE focam apenas nas fontes e sumidouros mais importantes, como a conversão de florestas e campos para outros usos, abandono de terras manejadas e outras mudanças nas florestas e no estoque de madeira. Dependendo da disponibilidade de dados mais desagregados, o país pode gerar estimativas em subcategorias, sendo esta desagregação encorajada, porém não mandatória. Já no Guia de Boa Prática para LULUCF, a abordagem deixa de ser concentrada apenas nas fontes e sumidouros principais e propõe estimar emissões e remoções em categorias de uso da terra em todo o território nacional, a saber: floresta, campos, áreas agrícolas, áreas urbanas, áreas alagadas e outras áreas, que podem também ser desagregadas em subcategorias, a critério do país. Por conseguinte, essa nova abordagem denominada como *land-based* é considerada mais abrangente e completa que a anterior, uma vez que compreende as amplas categorias de uso da terra e suas respectivas conversões para todo o território nacional.

Ainda, tendo em vista a dificuldade em diferenciar a origem dos fluxos - natural ou antrópica-, o IPCC propôs no GBP LULUCF um “proxy” (aproximação) baseado no conceito de “Terra Manejada” (do inglês, *Managed Land*). Todas as remoções e emissões em terras manejadas são assumidas ser de origem antrópica e, uma vez designadas como tal pelo país, devem assim permanecer em inventários subsequentes (IVERSEN; LEE; ROCHA, 2014). A definição de terra manejada só foi apresentada no Manual 2006 do IPCC, como “áreas onde intervenções e práticas humanas foram aplicadas para realizar funções de produção, ecológicas ou sociais” (IPCC, 2006d).

Em 2006 a Plenária do IPCC aprovou o Manual 2006 para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa. Esse Manual teve como proposição refinar as metodologias do Manual de 1996 para todos os setores, considerando o avanço do conhecimento científico que permitiu a inclusão de novas fontes e sumidouros e a experiência adquirida no uso do Manual Revisado de 1996 e os dois Guias de Boa Prática. O seu conteúdo foi organizado em cinco volumes. O primeiro fornece uma visão geral sobre o Manual, sua organização e as principais orientações para a preparação dos Inventários; e os demais volumes são dedicados, individualmente, a cada setor da economia: Energia, Processos Industriais, Agricultura, Floresta e Outros Usos da Terra (AFOLU) e Resíduos. No Manual 2006 do IPCC, as metodologias para Agricultura e Uso da

Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF) são apresentadas em um único volume – AFOLU (em inglês, *Agriculture, Forestry and Other Land Uses*). Nesta nova estrutura, evita-se a possibilidade de dupla contagem ou omissão de fontes que antes podiam ser reportadas na Agricultura ou no LULUCF. Além disso, foram incluídas as emissões por queimadas em floresta - expandindo as estimativas por queima antes limitadas a áreas de savana - e as emissões de outros gases em áreas alagadas. Por falta de conhecimento científico, a metodologia proposta foi incluída em um apêndice.

Além dos Manuais e Guias de Boa Prática, em 2013 o IPCC elaborou, a pedido da UNFCCC, dois documentos relevantes para a Convenção: Métodos Suplementares Revisados e Guia de Boa Prática Decorrentes do Protocolo de Quioto (IPCC, 2014a) e Suplemento para o Manual de Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa: Terras Alagadas (IPCC, 2014b). O primeiro atualiza as metodologias a ser aplicadas no segundo período de cumprimento pelos países (desenvolvidos) que são Partes do Protocolo de Quioto, enquanto o segundo incluiu metodologias para áreas alagadas, particularmente a drenagem e realagamento de áreas alagadas (*wetlands*), atividades essas incluídas como elegíveis no segundo período de cumprimento do Protocolo de Quioto e para as quais não havia ainda metodologia do IPCC. Inclui também, por exemplo, metodologias para estimar emissões em zonas úmidas costeiras e barragens para tratamento de águas residuais. Apesar desses avanços metodológicos, o documento não inclui metodologias para estimar emissões de gases não-CO<sub>2</sub> (particularmente metano) em áreas alagadas, incluindo reservatórios para geração de hidroeletricidade. (FEARNSIDE, 2015). Apesar do grande debate a respeito do potencial de emissão de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O provenientes de hidroelétricas em regiões tropicais (FEARNSIDE, 2006; ROSA et al., 2004), o IPCC propõe uma metodologia padrão para estimar as emissões desses reservatórios. As emissões de CO<sub>2</sub> são estimadas pela conversão de áreas de floresta, por exemplo, para área inundada. A metodologia Tier 1 do IPCC considera que todo carbono existente na área antes da inundação é emitido para a atmosfera (IPCC, 2003, 2006). As emissões de CO<sub>2</sub> que ocorrem ao longo do tempo, competem a metodologia do Tier 2 e, segundo o IPCC essas emissões podem ser modeladas, mas os países precisarão desenvolver fatores de emissão específicos para implementar esse método (IPCC, 2003, 2006). Já para áreas inundadas que se permanecem como inundadas, o IPCC apresenta em um apêndice<sup>15</sup> uma “base

---

<sup>15</sup> Onde as emissões ou remoções são mal compreendidas e onde há informação insuficiente disponível para desenvolver métodos confiáveis, globais, aplicáveis e padrão para uma fonte ou sumidouro em particular. Os países podem usar apêndices como base para um maior desenvolvimento metodológico, mas um inventário nacional pode ser considerado completo sem a inclusão de estimativas para essas fontes (IPCC, 2006a).



para um futuro desenvolvimento metodológico, em vez de uma orientação completa.” (IPCC, 2006). -No Tier 1, são estimadas das emissões de gases pela difusão e por bolhas utilizando fatores de emissão *default* do IPCC. No Tier 2 e Tier 3, são estimadas as emissões de desgaseificação e pelo decaimento da biomassa acima d’água. Em ambos, deverão ser utilizados fatores de emissão específicos para o país. Devido às incertezas na metodologia, as emissões contínuas de reservatórios hidrelétricos podem continuar não sendo estimadas nas estimativas nacionais ou consideradas próximas de zero (FEARNSIDE, 2015).

Conforme decisão das Partes da Convenção<sup>16</sup>, os países do Anexo I passaram a usar o Manual de 2006 para elaborar seus Inventários nacionais a partir de 2015 e foram encorajados a utilizar o Suplemento para Áreas Alagadas. Já os países não-Anexo I continuaram a usar o Manual de 1996, sendo encorajados a utilizar os dois Guias de Boa Prática (UNFCCC, 2003). Tendo em vista a evolução do conhecimento científico desde 2006, e o aprendizado decorrente da aplicação do Manual 2006 do IPCC, a Força Tarefa em Inventários está atualmente trabalhando no desenvolvimento de um novo documento para refinar e suplementar as metodologias do Manual 2006, assim como atualizar fatores de emissão, quando pertinente (IPCC, 2018). O “Refinamento 2019 do Manual 2006 para Inventários de Gases de Efeito Estufa” será considerado pela Plenária do IPCC, para aprovação, em maio de 2019. O Refinamento 2019 não substitui o Manual 2006, devendo ser utilizado em conjunto (IPCC, 2018). Para fins do Acordo de Paris, todos os países deverão utilizar o Manual 2006 do IPCC e quaisquer outras versões ou refinamentos subsequentes. Dessa forma, países desenvolvidos e em desenvolvimento deverão convergir para o uso de metodologias mais robustas e comparáveis (UNFCCC, 2018).

#### 2.4.DISCRICIONARIEDADE NOS INVENTÁRIOS

Entre os países desenvolvidos (Anexo I) e em desenvolvimento (não-Anexo I) existe uma diferenciação em relação à temporalidade da submissão de seus Inventários nacionais à UNFCCC, haja nacionais. Em geral, os países do Anexo I dispõem de avançados sistemas de estimativas de emissão contabilização de gases, incluindo *softwares* e modelos de simulação de cenários, e um time de técnicos que facilitam o trabalho dos compiladores de Inventários. Consequentemente, essa *expertise* garante que os Inventários produzidos por esses países sejam cada vez mais completos e acurados. Ademais, além da competência interna, os Inventários dos países do Anexo são submetidos a um processo de revisão por especialistas internacionais

---

<sup>16</sup> Decisão 24/CP.19

realizado em duas etapas: A primeira fase é conduzida pelo secretariado da UNFCCC e caracteriza-se por uma análise superficial do documento, pontuando itens como formatação, consistência, completude, e transparência e formatação do documento. Já a segunda etapa consiste numa revisão mais detalhada dos dados do Inventário realizada pelo time de especialistas da Convenção. Durante a etapa de revisão, os especialistas seguem um manual de orientação da Convenção que visa harmonizar, tanto quanto possível, o processo de revisão e assegurar que os procedimentos acordados em Decisões da UNFCCC sejam plenamente observados. A transparência e consistência das estimativas são pontos importantes observados durante o processo de revisão, assim como a provisão de estimativas de incertezas e aderência aos métodos do IPCC. As revisões geram relatórios públicos, com recomendações para aprimoramentos nos próximos inventários, as quais devem ser observadas (UNFCCC, 2017c).

Em contrapartida, os países em desenvolvimento têm, em geral, dificuldades inerentes às suas capacidades e atrasos tecnológicos e, principalmente, ausência de dados de atividade e fatores de emissão específicos do país. Isto, no entanto, não impede que esses países elaborem seus Inventários adotando os valores padronizados (*default*) sugeridos pelo IPCC ou acessando os valores no Banco de Dados de Fatores de Emissão do IPCC que mais se adequem às suas características nacionais (por exemplo, região climática, tipo de solo, tipo de vegetação). É esperado, entretanto, que o uso de valores não específicos do país acarretem em sub ou superestimativas das emissões. Ademais, os Inventários nacionais produzidos pelos países não-Anexo I passam por um processo distinto de consulta internacional e análise técnica que, diferentemente do processo de revisão, não inclui recomendações a serem implementadas de forma mandatória pelas Partes do Anexo I. Dessa forma, a ausência desse *feedback* aumenta o risco de propagação de erros, omissão de dados e inconsistência das análises (FEDERICI; PENMAN; WOLOSIN, 2016).

Conforme mencionado acima, a periodicidade de submissão dos Inventários dos países não-Anexo I está também relacionada ao financiamento pelo *Global Environmental Facility* (GEF). Essa entidade foi criada pela Convenção em 1992<sup>17</sup> com o objetivo de promover recursos financeiros e transferência de tecnologia entre as Partes. Os recursos do GEF são disponibilizados para que países em desenvolvimento e economias em transição possam cumprir seus compromissos sob a Convenção e seus Acordos e Protocolos. Um desses requisitos, nesse caso, é a elaboração dos Inventários nacionais de GEE. No entanto, como há 154 países incluídos na categoria não-Anexo I seria inviável alocar tantos recursos anualmente

---

<sup>17</sup> Artigo 11 e 21.

e, portanto, essa pode ser uma das razões que justifiquem a submissão de Inventários a cada quatro anos. Para elaboração dos Segundo e Terceiro Inventários, o Brasil recebeu U\$ 3,4 e 5,72 milhões do GEF, respectivamente (GEF, 2018a; GEF, 2018b).

## 2.5.O SETOR USO DA TERRA, MUDANÇA DE USO DA TERRA E FLORESTAS - LULUCF

No setor Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas são estimadas as emissões de CO<sub>2</sub> e outros gases não-CO<sub>2</sub> provenientes da conversão de uma determinada categoria de uso da terra para outra, assim como para as categorias que permaneceram sob um mesmo uso da terra entre um inventário e o outro. Esse setor distingue-se dos demais pela capacidade de remoção de CO<sub>2</sub> da atmosfera (SCHLAMADINGER et al., 2007). Esse processo ocorre através da fotossíntese, que remove o CO<sub>2</sub> da atmosfera e o converte em açúcares e outros compostos orgânicos utilizados pela planta. O carbono é então estocado nos tecidos vegetais (caule, tronco, raiz, folhas etc.) e, após a morte da planta, pode ser liberado novamente para a atmosfera ou integrar a matéria orgânica do solo (LAMBERS; CHAPIN; PONS, 2008).

O setor Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas é o de maior complexidade. Iversen; Lee & Rocha (2014) elencaram uma série de características que singularizam o uso da terra dos outros setores, explicando a razão dessa complexidade. O primeiro aspecto está relacionado à capacidade do uso da terra poder atuar como fonte ou sumidouro de gases de efeito estufa. Algumas florestas, por exemplo, podem ser identificadas como poderosas máquinas de remoção de dióxido de carbono da atmosfera ou como relevantes fontes de emissão, como é o caso das florestas tropicais (por exemplo, a floresta amazônica (LAHSEN, 2009). Naturalmente, as florestas emitem carbono durante o processo de respiração e removem dióxido de carbono da atmosfera através da fotossíntese. Este balanço de CO<sub>2</sub> pode ser perturbados através da ação humana direta (mudança do uso da terra) ou por causas naturais (eventos extremos) ou indiretas (mudança do clima) (HOUGHTON et al., 1999). A distinção entre as forças atuantes nesses fluxos é extremamente importante para o reporte das emissões do setor LULUCF nos Inventários nacionais, uma vez que o IPCC (2003, 2006) orienta que apenas as emissões e remoções de origem antrópica devem ser incluídas nas estimativas (proxy de terras manejadas).

Embora o IPCC tenha definido o conceito de terras manejadas, distinguir áreas naturais de áreas com influência humana é um processo complexo uma vez que as emissões relatadas de qualquer área podem incluir fontes não antropogênicas, como distúrbios naturais (OGLE et al., 2018). Em países extensos e com baixa densidade populacional, como Canadá,

Rússia e Austrália, por exemplo, a contribuição das emissões naturais e indiretamente induzidas pela ação humana podem ser facilmente confundidas com emissões de origem antrópica (KURZ, 2010). Além disso, a autodeterminação de áreas manejadas pelos países é um assunto bastante debatido, uma vez que as definições nacionais variam bastante entre si (GRASSI et al., 2017). Na Austrália, por exemplo, todas as áreas de floresta, pastagens e áreas alagadas são consideradas manejadas, ao passo que outras áreas como afloramentos rochosos, glaciares e áreas áridas são consideradas não manejadas. O mesmo é observado na Nova Zelândia, que considera todas as pastagens e áreas de floresta como manejadas, enquanto áreas alagadas são consideradas não manejadas. Outros países como Canadá, Brasil e EUA, em contrapartida, aplicam outros critérios, subdividindo suas áreas de florestas e outros usos, em áreas manejadas e não manejadas. No Canadá, por exemplo, as pastagens são consideradas manejadas caso sejam utilizadas para pastoreio de gado doméstico, fazem parte de um parque nacional ou são usadas para um propósito expresso, como uma base militar (OGLE et al., 2018).

Outro aspecto ligado à complexidade do setor é a capacidade de saturação da terra. Essa característica se refere à capacidade limite de estocagem de carbono na biomassa viva, madeira morta e nos solos. Na biomassa viva, o carbono pode ser continuamente acumulado, todavia, considerando grandes escalas temporais, o potencial de remoção desse sumidouro pode se aproximar de um estado estacionário (SCHLAMADINGER et al., 2007). Nesse estágio, a produção de biomassa pela fotossíntese (remoção) é equilibrada pela respiração (emissão), ou seja, há um equilíbrio entre perda e ganho de CO<sub>2</sub>. Mesmo que o potencial de remoção de CO<sub>2</sub> da atmosfera pela biomassa viva tenha se estabilizado, o estoque de carbono na biomassa morta (littera e madeira morta) pode continuar aumentando. Isso acontece pois, ao morrer, a biomassa viva contribui para o aumento do estoque de carbono na matéria morta. Já nos solos, o período de acumulação de carbono pode ser ainda maior (SCHLAMADINGER et al., 2007).

Finalmente, outros aspectos relacionados à complexidade do setor LULUCF dizem respeito ao legado e não permanência. O termo legado se refere à concepção de que o histórico de prática de manejo de determinada área (corte seletivo de madeira, aplicação de fertilizantes) ou mesmo distúrbios naturais (grandes queimadas) que, em particular, afetam a idade e classe das florestas, terão um efeito a longo prazo (décadas ou centenas de anos) nos fluxos de carbono, incluindo taxa de absorção de CO<sub>2</sub>. Nesse sentido, a estrutura de uma paisagem pode ser entendida como um espelho dos distúrbios do passado (BÖTTCHER; KURZ; FREIBAUER, 2008) e, por isso, apesar da dificuldade em rastrear o histórico e uso, não

considerá-lo pode subestimar suas emissões (HOUGHTON et al., 2012). A não-permanência se refere à reversibilidade dos processos de emissão e sequestro de carbono na atmosfera (SCHLAMADINGER et al., 2007). Diferentes práticas podem resultar na emissão de CO<sub>2</sub> para atmosfera que, no futuro, poderá ser reabsorvida, como por exemplo uma queimada seguida pelo recrescimento da vegetação. Outras podem aumentar o potencial de remoção de carbono da atmosfera (conservação de florestas), porém, seja por causa natural (queimada) ou antrópica (desmatamento), esse fluxo pode ser revertido. Nesses casos, a não permanência pode ser um problema, principalmente para os compromissos de redução de emissão (IVERSEN; LEE; ROCHA, 2014). Quando o CO<sub>2</sub> removido da atmosfera entra no sistema de contabilidade para demonstrar a conformidade com o compromisso de redução e é subsequentemente liberado e emitido para a atmosfera, a não permanência se torna um risco.

### **2.5.1. Tiers**

As metodologias do IPCC podem ser aplicadas utilizando diferentes níveis (Tiers) que refletem a existência ou não de dados de atividade e de fatores de emissão próprios do país, assim como a capacidade interna de desenvolver ou utilizar modelos que capturem a dinâmica do uso da terra e as mudanças nos estoques de carbono dela decorrentes. Os diferentes Tiers oferecem oportunidades para que qualquer país possa informar suas emissões/remoções mesmo que utilizando valores default (Tier 1), ou explorar suas capacidades internas em modelagem e uso de estatísticas (Tier 3) (Figura 2) (IPCC, 2006d). Tiers mais elevados tendem a reduzir as incertezas, todavia, incorporam dados específicos do país e/ou metodologias mais complexas e, portanto, implicam a um maior aporte de recursos.

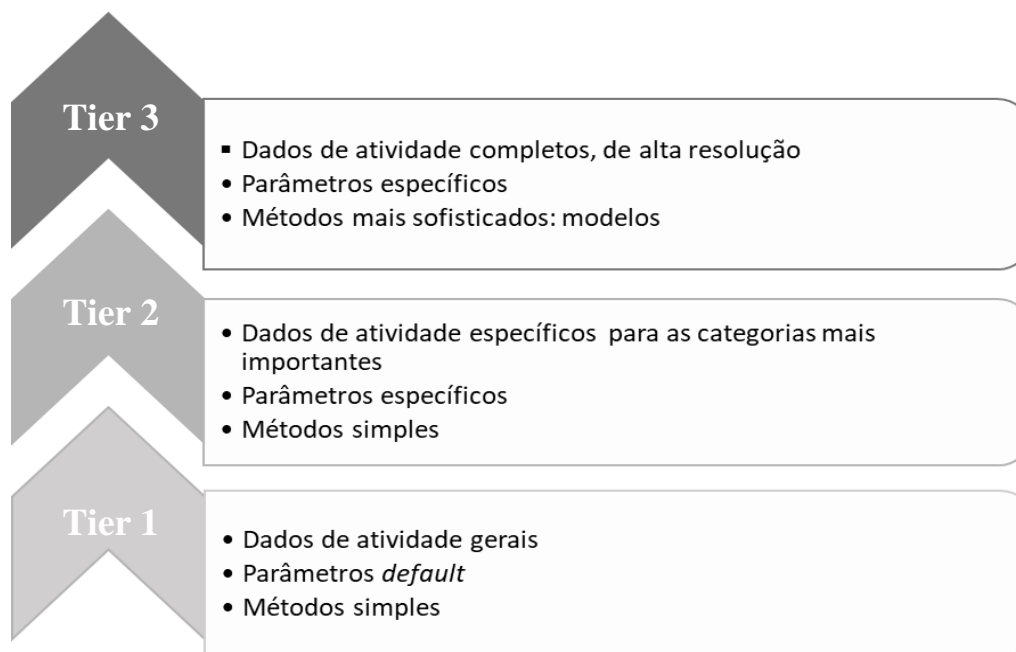


Figura 2- Opções metodológicas conforme Tiers 1, 2 e 3

As metodologias Tier 1 requerem poucas informações para estimar as emissões de CO<sub>2</sub>. Na maioria dos casos, as metodologias empregam equações bastante simplificadas, cujos dados nacionais de atividade representam grosseiramente as principais mudanças de uso da terra (taxa de desmatamento universal), e fatores de emissão fornecidos pelo próprio IPCC (IPCC, 2003, 2006). Esses valores são generalistas (*default values*) e, portanto, pouco refletem as particularidades da região. É importante ressaltar que o uso de uma metodologia Tier 1 não implica necessariamente falta de capacidade (técnica, financeira) de um país. Implica, na maior parte das vezes, que o uso de Tiers mais elevados não é custo eficiente, no sentido de que pode requerer volumosos recursos para uma fonte ou sumidouro que tem uma baixa contribuição para o total de emissões. Conforme já mencionado, recursos devem ser alocados prioritariamente para a aquisição de dados de categorias chave, para as quais o IPCC propõe o uso de metodologias Tier 2 ou Tier 3.

O Tier 2 emprega o mesmo princípio do Tier anterior, porém são aplicados fatores de emissão e de mudança de estoque de carbono específicos para as principais categorias de uso da terra. Assim como o Tier 1, pode também apresentar dados de atividade espacialmente explícitos, porém os dados possuem maior escala temporal e melhor resolução espacial (IPCC, 2006e). Por fim, o Tier 3, incorpora métodos de estimativa bastante avançados, incluindo modelos e sistemas integrados de contagem de carbono elaborados especificamente para acompanhar as tendências de uma determinada região ou país. Tais sistemas combinam uma

série de informações espacialmente explícitas para determinada área como, por exemplo, classe de uso da terra, biomassa acima e abaixo do solo, tipo de solo, bioma, entre outros. Além de serem representados por imagens de alta resolução, os dados de atividade podem ser desagregados a um nível subnacional e estar disponíveis para diferentes períodos de tempo (IPCC, 2006e). Esses dados, normalmente, são provenientes de amostragem realizadas na própria área de estudo. Geralmente, o emprego de Tiers mais altos é feito por países desenvolvidos que possuem recursos financeiros e tecnológicos disponíveis, porém, em países cujo esse setor possui grande representatividade, como é o caso do Brasil, existe um grande esforço para aumentar a precisão das estimativas usando o Tier 3. O emprego de Tiers mais altos (2 e 3) deveriam ser priorizados para categorias-chave uma vez que demandam maior aporte de recursos e detalhamento dos dados (IPCC, 2006a).

### 2.5.2. Métodos de cálculo

Independentemente do Tier utilizado, os países podem optar por estimar as mudanças nos estoques de carbono utilizando um de dois métodos propostos pelo IPCC (IPCC, 2003, 2006f): (1) método “Diferença de Estoque de Carbono” (*stock change method*) e (2) método “Ganhos e Perdas” (*gain-loss method*). Esses métodos buscam estimar a diferença dos estoques de carbono na biomassa viva (acima e abaixo do solo), na matéria orgânica morta (madeira morta e serapilheira) e nos solos entre dois pontos no tempo.

No primeiro método, o estoque de carbono é estimado para cada reservatório em dois períodos distintos no tempo,  $t_1$  e  $t_2$  (IPCC, 2003). O período entre eles é definido pelo intervalo de tempo abrangido pelo Inventário; no caso do Brasil, geralmente esse período tem sido de oito anos (1994 e 2002, 2002 e 2010). Este método é representado pela Equação 1:

#### Equação 1:

$$\Delta C = \frac{\sum_{ijk}(C_{t2} - C_{t1})}{(t_2 - t_1)_{ijk}}$$

Onde:

$\Delta C$ : a mudança no estoque de carbono no reservatório (tC/ano)

$C_{t1}$ : estoque de carbono no tempo  $t_1$

$C_{t2}$ : estoque de carbono no tempo  $t_2$

$ijk$ : correspondem a tipo de clima  $i$ , tipo de vegetação  $j$  e prática de manejo  $k$ .

É importante destacar que, caso a área observada tenha sofrido alteração, é necessário estimar essa mudança multiplicando a equação pela área que sofreu conversão (RAVINDRANATH & OSTWALD, 2008). Por requerer informações específicas, esse método é mais apropriado para os países que detém informações suficientes sobre suas áreas florestais.

Já o método de “Incrementos e Perdas” é mais simplificado. Nele, as emissões e remoções são estimadas para as áreas que permaneceram sob uma mesma categoria de uso entre os tempos t1 e t2 ou sofreram conversão de uma categoria para outra, multiplicando a área em questão pelo incremento médio anual por unidade de área (toneladas de carbono por hectare/ano, por exemplo) ou pelos fatores de emissão representando as mudanças no estoque de carbono, respectivamente. Este método é representado pela Equação 2. No caso do Brasil, para as florestas que permanecem florestas entre t1 e t2, os ganhos anuais de estoque de carbono são multiplicados pelo número de anos compreendidos entre t1 e t2; no caso das perdas anuais de estoque de carbono, quer seja por distúrbios (por exemplo, fogo), corte seletivo de madeira, ou coleta de lenha, assume-se que essas perdas ocorrem na metade do período entre inventários, ou seja  $(t_2-t_1)/2$ , e a equação é então multiplicada por este valor.

### **Equação 2:**

$$\Delta C = \sum_{ijk} [A_{ijk} \times (C_I - C_L)_{ijk}]$$

A: área do polígono (ha)

ijk: tipo de clima i, tipo de vegetação j e prática de manejo k no qual esse polígono está inserido

C<sub>I</sub>: taxa de incremento/ganho de carbono (tC/ha/ano)

C<sub>L</sub>: taxa de perda de carbono (tC/ha/ano)

Segundo guia do IPCC (2006d), ambos os métodos são válidos desde que sejam capazes de representar e captar as tendências e as variações reais do uso e ocupação da terra.

### **2.5.3. Abordagens para representação da terra**

Outro aspecto fundamental para inventariar as emissões nacionais está relacionado à forma de representação do uso da terra. Uma vez definidas as principais categorias e subcategorias de uso da terra que ocorrem nos limites do país, é preciso identificar as áreas que



permanecem sob uma mesma categoria de uso entre inventários e as que sofrem conversão. Para tanto, o IPCC apresenta três diferentes abordagens para representar o uso da terra, dependendo da disponibilidade de informações, que podem advir de censos, amostras de campo, cobertura por satélite. O objetivo é assegurar que todo o território nacional seja particionado nas grandes categorias de uso da terra propostas pelo IPCC e subcategorias definidas pelo país, de forma a evitar a dupla contagem pela sobreposição de dados (uma mesma área alocada a dois usos distintos) e também omissões (áreas sem atribuição de uso) (IPCC, 2006g). Assim como os Tiers, a complexidade aumenta da Abordagem 1 à Abordagem 3, conforme descrito a seguir. Em qualquer uma das abordagens, a área total deve corresponder à área geográfica do país.

A primeira abordagem consiste em informar as áreas totais sob cada categoria de uso da terra nos tempos t1 e t2, porém sem detalhar as conversões entre as categorias. Dessa forma, as mudanças de uso da terra entre os tempos t1 e t2 são definidas, para cada categoria / subcategoria pela diferença entre as áreas atribuídas a cada categoria / subcategoria nos tempos t1 e t2 (IPCC, 2003). A alocação das áreas sob cada categoria / subcategoria é, em muitos casos, proveniente de censos ou pesquisas agropecuárias e, caso não haja uniformização e continuidade da fonte de dados, pode gerar dupla contagem ou omissão de áreas. O produto dessa abordagem é uma tabela com a área total sob cada categoria nos tempos t1 e t2.

Já a abordagem 2 é um pouco mais sofisticada, pois analisa não só a redução ou aumento da área sob uma determinada categoria/subcategoria de uso, mas identifica as transições de/para a categoria (por exemplo, floresta para agricultura, ou campo para floresta). Para isso, é necessário um detalhamento maior dos dados para alocação das áreas, sejam dados de censo, pesquisas ou amostragem (IPCC, 2003). Um dos principais ganhos dessa metodologia é que ela possibilita aplicar fatores de emissão próprios para uma determinada transição (por exemplo, perda de carbono pela conversão de floresta para uma cultura perene, e ganho de carbono pelo incremento anual de carbono pelo crescimento da cultura perene). O resultado dessa abordagem é uma matriz de transição de uso da terra, não espacializada, com todas as áreas de conversão.

Por fim, a abordagem 3 se diferencia das demais por detalhar as áreas transição de categorias de uso do solo de forma espacialmente explícita. Ou seja, é como a abordagem 2, mas apresentando a espacialização das áreas que permaneceram na mesma categoria entre os tempos t1 e t2 assim como as que sofreram transição entre categorias no mesmo período. Para isso, todas as atividades de uso da terra são monitoradas periodicamente (não necessariamente anualmente) através do uso de imagens de satélite analisadas em sistemas de informações

geográficas, SIG.) ou mesmo amostragem em campo. Esses registros, por sua vez, são obtidos do georreferenciamento de amostragens, do mapeamento completo do território (do inglês, *wall-to-wall*) ou uma combinação dos dois. Os produtos dessa abordagem são mapas de cobertura e uso da terra entre os tempos t1 e t2 e cujos dados produzem uma matriz de transição de uso da terra igual à da Abordagem 2, porém com os dados especializados, favorecendo a verificação independente. Esta abordagem serve também como uma excelente fonte de informações sobre onde ocorrem as transições mais significativas, por exemplo, de florestas para outros usos da terra.

### **3. METODOLOGIA**

Para descrever o histórico de construção da metodologia do setor LULUCF nos Inventários brasileiros e as propostas para o Quarto Inventário, e comparar as metodologias empregadas pelos Segundo e Terceiro Inventários, a metodologia proposta nesse trabalho foi organizada em duas seções: (1) análise qualitativa e (2) análise quali-quantitativa, respectivamente.

#### **3.1. HISTÓRICO DA CONSTRUÇÃO METODOLÓGICA DO SETOR LULUCF NOS INVENTÁRIOS DE GEE DO BRASIL E ANÁLISE DAS PROPOSTAS PARA O SETOR NO QUARTO INVENTÁRIO**

A fim de descrever a evolução da metodologia do setor LULUCF nos Inventários de GEE do Brasil, inclusive as propostas para o Quarto Inventário antecipadas pelo MCTIC, empregou-se o método de pesquisa qualitativa. Para tanto, foram utilizadas as seguintes ferramentas: análise documental e entrevistas semiestruturadas. A primeira, baseou-se na consulta às três Comunicações nacionais submetidas pelo Brasil à UNFCCC, aos Relatórios de Referência do setor LULUCF para o Segundo e Terceiro Inventários, artigos científicos, legislação e outras publicações oficiais encontrados em páginas institucionais como, por exemplo, do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, MCTIC. As entrevistas semiestruturadas foram realizadas com atores-chave envolvidos no processo de desenvolvimento de cada Inventário, incluindo tomadores de decisão, técnicos e pesquisadores (Tabela 2).

Tabela 2- Relação de entrevistados

Nome	Instituição	Data	Local	Inventário que participou
Thelma Krug	INPE	15/02/18	INPE/MCTIC	Segundo
Mauro Meirelles	MCTIC	27/10/2017	MCTIC	Primeiro, Segundo e Terceiro
Roberta Cantinho	MCTIC	14/08/2018	PNUD/MCTIC	Terceiro
Mercedes Bustamante	Rede Clima/UnB	14/08/2018	UnB	Terceiro
Márcio Rojas	MCTIC	14/08/2018	MCTIC	Terceiro

### 3.2.COMPARAÇÃO DE METODOLOGIAS EMPREGADAS NO SEGUNDO E TERCEIRO INVENTÁRIO NACIONAL NO SETOR LULUCF

A comparação entre os Segundo e Terceiro Inventários buscou compreender não só a diferença entre os valores estimados para o ano de 2005, mas também a qualidade e consistência dos dados utilizados e as premissas adotadas na metodologia. Para essa comparação, foram consultados os Relatórios de Referência do setor LULUCF que acompanham os dois Inventários. Todavia, dado que muitos detalhes não puderam ser compreendidos e reproduzidos se apoiados somente nesses documentos, foi necessário recorrer à fonte de dados adicionais, como as planilhas de cálculo do Segundo e Terceiro Inventários. Na análise qualitativa foram avaliados a suficiência descritiva dos Relatórios de Referência, a fonte de dados adotada em cada documento e as avaliações de incerteza das estimativas. Quantitativamente, foram comparadas as áreas de transição estimadas a partir dos mapas de uso da terra de todos os biomas, os fatores de remoção, os estoques de carbono, emissão de

gases não-CO<sub>2</sub> e outros parâmetros (Figura 3). Essas análises foram desenvolvidas nos *softwares* Excel 2016, Acess 2016, Google Earth Pro 7.3.2 e ArcGis 10.2.

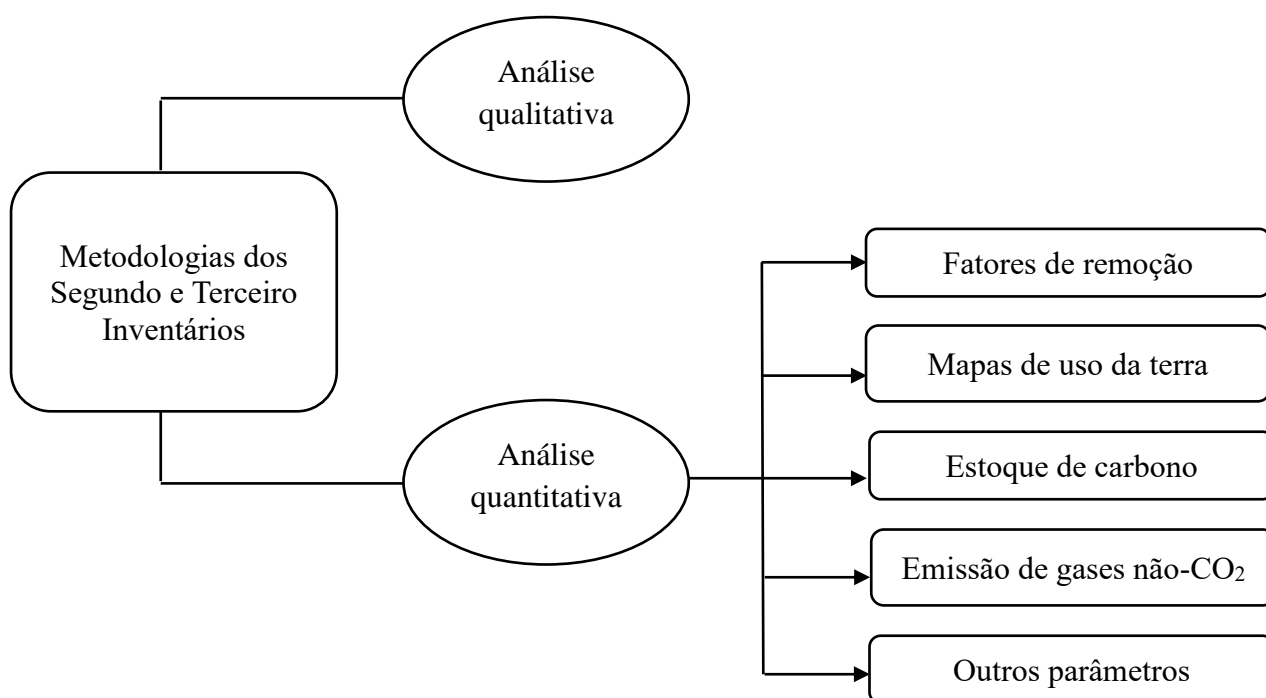


Figura 3- Fluxograma das análises de comparação entre as metodologias dos Segundo e Terceiro Inventários, setor LULUCF.

Antes da etapa de comparação quantitativa, foi necessário definir os conceitos de desmatamento e degradação que seriam adotados nesse trabalho. Nos Inventários nacionais existem transições que podem ser classificadas de diferentes maneiras como a transição de florestas para outras categorias de uso da terra (desmatamento). Essa definição varia também entre os estudos. Em MCTIC, ONU Meio Ambiente (2017), considerou-se desmatamento toda transição de floresta não manejada, floresta manejada, floresta com extração seletiva de madeira, campo não manejado e campo manejado para outras categorias de uso da terra, como reflorestamento, floresta secundária, campo secundário, pastagem, área agrícola, área urbana, reservatórios e outros usos. Já no FREL do Brasil (MMA, 2018), desmatamento é definido como supressão de vegetação, isto é corte-raso de florestas manejadas, florestas e não manejadas para área agrícola, pastagem, áreas urbanas, reservatórios e outros. Nesse trabalho optou-se por adotar a segunda definição em virtude de ser o documento oficial disponível à época da análise. Já o conceito de degradação florestal foi definido como todas as transições de floresta primária manejada ou não manejada para corte seletivo. Ainda, foi necessário anualizar os valores de área, emissão e remoção somente para o ano de 2005 a fim de manter a

comparabilidade entre os Inventários uma vez que esses não são coincidentes<sup>18</sup>. Para tanto, os dados de emissões líquidas e áreas foram anualizadas por reprodução e, quando necessário, adaptação da metodologia descrita nos Relatórios de Referência que acompanham cada documento e descritas por Santos (2017).

Conforme dados do Segundo Inventário, os dados de emissões líquidas e áreas de 2005 correspondem, para todos os biomas, exceto Amazônia e Cerrado, à média dos valores de 1994 a 2002 (Equação 3). No caso da Amazônia, as emissões líquidas de 2005 foram ajustadas conforme proporção de desmatamento no bioma, indicado pelo PRODES (Tabela 3) (Equação 4). Esse parâmetro, chamado de índice de anualização, é calculado para cada ano e corresponde a razão entre o desmatamento ocorrido no ano e a média de desmatamento no período de análise. Já para o Cerrado, as emissões e a área de 2005 foram estimadas conforme a redução de desmatamento observada pelo Projeto de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite, PMDBBS no período 2002-2008 (Tabela 2) (Equação 5). Para esses dois biomas, foi feita uma adaptação da metodologia, uma vez que não foi possível reproduzi-la fielmente. Nesse caso, optou-se pelo método que mais se aproximou dos valores divulgados nos Relatórios de Referência. Em todos os biomas, a remoções de CO<sub>2</sub> em 2005 corresponde à média da remoção estimada no período de 1994 a 2002.

No Terceiro Inventário, as emissões líquidas e áreas de 2005, correspondem à média dos valores do período de 2002 a 2010 em todos os biomas. Dessa vez, porém, as médias foram ajustadas conforme proporção de desmatamento (Tabela 3) (Equação 4). Para a Amazônia, as emissões brutas de 2002 a 2005 continuaram a ser estimadas proporcionalmente aos valores de desmatamento do PRODES nesse mesmo período. Para os demais biomas foram utilizados dados do PMDBBS. Para o Cerrado haviam dados disponíveis para os períodos 2002-2008, 2008-2009 e 2009-2010; Caatinga, Pantanal e Pampa tiveram estudos em 2002-2008 e 2008-2009, esse último válido para também período seguinte (2009-2010) pela falta de dados. Para a Mata Atlântica, no entanto, foram utilizados dados do Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica" desenvolvidos pela SOS Mata Atlântica correspondentes aos períodos 2000-2005, 2005-2008 e 2008-2010. As remoções anuais, também foram estimadas através da distribuição uniforme entre os anos, como no Segundo Inventário.

É importante destacar que nos Inventários o método de anualização ajustado pela proporção de desmatamento é aplicado às emissões brutas, todavia, o presente trabalhou

---

<sup>18</sup> Segundo Inventário: período de 1994 – 2002. Terceiro Inventário: período de 2002 – 2010, exceto para Amazônia, cujos mapas foram 2002- 2005 e 2005- 2010

aplicou o mesmo método para anualizar as emissões líquidas e área. Por essa adaptação, os dados de 2005 reproduzidos nesse trabalho podem divergir dos dados oficiais.

**Equação 3:**

$$Emissão líquida/ área (2005) = \left( Emissão/área_{período}/anos \right)$$

**Equação 4:**

$$Emissão líquida/ área (2005) = \left[ \left( Emissão líquida/ área_{período}/anos \right) \times índice de anualização \right]$$

**Equação 5:**

$$Emissão líquida/ área (2005) = (Emissão líquida/ área_x \times índice de anualização)$$

Tabela 3- Índices de anualização utilizados no presente trabalho para estimar dados de 2005.

<b>Bioma</b>	<b>II Inventário</b>	<b>III Inventário</b>
Amazônia	0,7903	0,7903
Caatinga	-	1,082
Cerrado	0,097	1,144
Mata Atlântica	-	1,174
Pampa	-	1,023
Pantanal	-	1,225

Conforme apresentado no fluxograma 3, a primeira análise de comparação quantitativa entre os Inventários foi a respeito da área estimada a partir dos mapas de uso da terra em cada documento. Para isso, foram avaliados os dados de área de transição reportados nos Relatórios de Referência dos Segundo e Terceiro Inventários, anualizados para 2005. A segunda fase de investigação consistiu em comparar os fatores de remoção adotados em cada Inventário e, para isso avaliou-se o impacto que diferentes valores têm na capacidade de sequestro de carbono. Dessa forma, os valores de área de floresta de 2005 foram mantidos constantes e apenas os valores dos fatores de remoção foram alterados. Foram utilizados os

dados de área de floresta primária (manejada e não manejada), floresta secundária e campo do Terceiro Inventário. Ressalta-se que, no Segundo Inventário, o incremento anual de carbono na biomassa viva da floresta secundária varia conforme o estoque de carbono da fitofisionomia florestal, sendo 6,2 tC/ha/ano para fitofisionomias com biomassa total acima de 127 tC/ha e 5,1 tC/ha/ano para aquelas com estoques de carbono igual ou abaixo de 127 tC/ha de biomassa total. Assim, dada a indisponibilidade de dados de área por estoque considerado por esse documento, utilizou-se um incremento médio anual de carbono em florestas secundárias igual a 5,65 tC/ha/ano.

A etapa de comparação entre os estoques de carbono avaliou o impacto que diferentes valores de estoque causam nas emissões brutas por desmatamento. Para tanto, manteve-se o valor de área desmatada em 2005 constante variando-se apenas os dados de estoque. Considerou-se que todo estoque de carbono contido na área desmatada é emitido para a atmosfera. Foram utilizados os dados de área desmatada por fitofisionomia do Terceiro Inventário, uma vez que não havia informações disponíveis sobre o Segundo. Esses dados, por sua vez, não estavam publicados no Relatório de Referência do Terceiro Inventário e foram acessados pela tabela de atributos dos arquivos *shapefile* de cada bioma disponibilizados pelo Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Para comparar as estimativas de emissões de gases não CO<sub>2</sub> entre o Segundo e Terceiro Inventário foram utilizados os dados contidos na planilha de cálculo do MCTIC (MCTIC/CSR- UFMG).

#### **4. RESULTADOS**

Nesse capítulo serão apresentados os resultados obtidos neste estudo. A primeira sessão, trata do histórico de construção da metodologia do setor Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Floresta nos Inventários Nacionais do Brasil. Na segunda seção são apresentados os resultados da etapa de comparação das metodologias do setor LULUCF empregadas pelos Segundo e Terceiro Inventários. Na última seção são apresentadas as principais modificações informadas pelo MCTIC para o setor LULUCF no Quarto Inventário.

##### **4.1.HISTÓRICO DA CONSTRUÇÃO DA METODOLOGIA DO SETOR LULUCF NOS INVENTÁRIOS NACIONAIS**

Após a entrada em vigor da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima em maio de 1994 (BRASIL, 1998), o Brasil assumiu o compromisso de desenvolver e atualizar, periodicamente, seus Inventários nacionais de emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa (GEE) não controlados pelo Protocolo de

Montreal. A fim de prevalecer o cumprimento dessa e outras obrigações, o governo brasileiro, sob a atuação do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e do Ministério das Relações Exteriores (MRE) instituiu, em 1996, o Programa Brasileiro de Mudanças Climáticas com o objetivo de apoiar o desenvolvimento de informações científicas relativas à emissão de gases de efeito estufa para subsidiar a definição da política de atuação em mudanças climáticas (SENADO FEDERAL, 2004). Mais tarde, surgiram novas iniciativas como o Fórum Brasileiro de Mudança do Clima em 2000, o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) em 2008 e a PNMC em 2009. O desenvolvimento dos Inventários é de responsabilidade do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), contudo, a execução dos trabalhos é realizada por um conjunto de instituições competentes para cada setor inventariado.

#### **4.1.1. O Primeiro Inventário de GEE do Brasil**

Conforme definido no Artigo 12.5 da Convenção, “os países em desenvolvimento devem submeter sua Comunicação Inicial dentro de três anos da entrada em vigor desta Convenção para essa Parte ou a partir da disponibilidade de recursos financeiros” (UNFCCC, 1992, tradução do autor). O empenho do Brasil com seus compromissos, apoiado pelo financiamento das atividades, foram fundamentais para a submissão da Comunicação Inicial do Brasil à UNFCCC em 2004 contendo o primeiro Inventário nacional de gases de efeito estufa compreendendo o período de 1990 a 1994. Esse documento foi coordenado pela Coordenação-Geral de Mudanças Globais do Clima do então Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e executado coletivamente por diversas instituições e especialistas dos setores de energia, indústria, floresta, agropecuária e tratamento de resíduos. Ao MCT coube o papel de assegurar a qualidade, confiabilidade e transparência das informações, bem como revisar detalhadamente os resultados desenvolvidos pelas outras equipes (MCT, 2004) e fazer a compilação final do inventário. Considerando a complexidade e todo o esforço necessário para estimar as emissões e remoções nacionais de GEE, ainda em um território tão extenso como o Brasil, somada ao fato de ser um trabalho pioneiro no país, o Primeiro Inventário nacional pode ser considerado uma grande conquista para as políticas nacional e internacional e, para ciência do Brasil.

Preparado com base nas diretrizes da 2ª COP (UNFCCC, 1996), o Primeiro Inventário nacional faz uma breve contextualização dos setores inventariados e apresenta, de forma objetiva, suas respectivas emissões e remoções de gases de efeito estufa durante o período de 1990-1994. Nesse documento, pouco detalhe foi concedido a respeito das metodologias e as fontes de dados empregadas nas estimativas de cada setor, estando essas informações dedicadas



aos Relatórios de Referência divulgados em 2006. Para o setor de uso da terra, então denominado “Mudança no Uso da Terra e Florestas” (LUCF), a responsabilidade de elaborar os cálculos de emissão e remoção de GEE ficou a cargo da Fundação para Ciência Aeroespacial, Aplicações e Tecnologias (FUNCATE). A FUNCATE é uma entidade de direito privado, sem fins lucrativos, criada em 1982 com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia no país (FUNCATE, 2018).

Nesse primeiro Inventário, foi utilizado como base metodológica o Manual Revisado de 1996 do IPCC. Nesse documento foram estimadas as emissões e remoções de CO<sub>2</sub> das seguintes categorias: (1) Mudança nos estoques de biomassa na floresta e outras formações lenhosas; (2) Conversão de florestas e campos; (3) Abandono de Culturas, Pastagens, Florestas Plantadas ou outras Terras Manejadas; e (4) Mudança no carbono no solo. O foco em atividades específicas caracteriza a abordagem do Manual Revisado de 1996 como *activity-based*, no qual apenas as principais atividades, que resultam em emissões ou remoções de CO<sub>2</sub> são incluídas no Inventário. Além dessa simplificação, esse manual apresenta algumas lacunas, por exemplo, não dispor metodologias para estimar biomassa abaixo do solo e outros reservatórios de carbono, ausência de métodos específicos para savanas/campos, pouca clareza na definição de florestas manejadas, entre outros (RAVINADRATH, 2008).

Partindo das orientações desse Manual, no primeiro Inventário brasileiro as emissões líquidas pela conversão de florestas em outros usos e abandono de terras manejadas foram estimadas para todos os biomas, exceto para o Pampa devido as suas características campestres e ao equilíbrio estável de seus remanescentes florestais. As emissões líquidas correspondem à diferença entre a emissão de CO<sub>2</sub> resultante, por exemplo, da conversão de uma categoria de uso da terra para outra; e a remoção de CO<sub>2</sub> da atmosfera resultante do processo de crescimento/regeneração da biomassa pela categoria de uso após a conversão. Para tanto, foi desenvolvida uma base de dados espaciais por bioma, contendo: área desmatada, distribuição de biomassa por tipo de vegetação e de fitofisionomias. A identificação de áreas desmatadas e em regeneração foram feitas através da análise de imagens LANDSAT/TM (resolução de 30m). Não foi identificada, nesse Inventário, o destino final das áreas desmatadas, apenas a presença de floresta nas cenas de 1988 e de não floresta em 1994. Segundo Santos, 2016, “foi necessário um grande esforço de interpretação de imagens de satélite. Devido à extensão territorial do país, isso representou gastos importantes em termos de recursos humanos, imagens de satélite e computadores”.

Para Amazônia, Mata Atlântica e Pantanal as estimativas de desmatamento foram geradas a partir da análise de todas as cenas úteis de satélite TM/Landast5. Já para estimativas

de abandono de terras, somente para Mata Atlântica e Pantanal foram utilizadas todas censo úteis. Nos demais casos, as estimativas foram feitas a partir da seleção de amostras de imagens de satélite e, posteriormente, extrapoladas para todo bioma. Para Amazônia e Mata Atlântica, utilizou-se também dados que estavam disponíveis à época pelo projeto PRODES e SOS Mata Atlântica. Na Caatinga não foram estimadas as remoções pela regeneração em virtude da variação sazonal do ciclo vegetativo, dificultando a identificação de áreas em regeneração nesse bioma. As emissões de CO<sub>2</sub> por biomassa alagada em reservatórios foram também incluídas na categoria de conversão de florestas para outros usos.

Um dos aspectos fundamentais para a estimativa de desmatamento são os mapas de carbono estocado na biomassa. Em todos os biomas, exceto na Amazônia, esses dados foram obtidos na literatura. Devido à carência de informações específicas para alguns biomas como, Caatinga e Pantanal, foi necessário utilizar dados de biomassa de outros biomas. Na Amazônia, no entanto, o mapa de biomassa foi desenvolvido a partir dos dados do projeto RADAM Brasil. Segundo informado pela pesquisadora Dra. Thelma Krug durante entrevista, um dos grandes mentores da construção desse mapa foi o pesquisador Dr. Luiz Gylvan Meira Filho do INPE, que também foi vice-presidente do IPCC e *co-chair* do Grupo de Trabalho I desse mesmo órgão. Ele foi o responsável por resgatar os dados projeto RADAM Brasil e por criar as regras de distribuição da biomassa no território amazônico com base nos pontos amostrados. Essas regras de distribuição foram criadas com base no volume do RADAM e de acordo com a disponibilidade de dados para determinada fitofisionomia. Conforme orientado pelo Guia de 1996, foram estimadas apenas as mudanças de estoque de biomassa aérea.

Nas atividades de “Mudança nos estoques de biomassa em floresta e outras formações lenhosas” foram estimadas as remoções provenientes de florestas plantadas de *Pinus* e *Eucalyptus* para fins industriais. As estimativas foram feitas com base na mudança de estoque durante o plantio, também levando em consideração, área plantada, regime de manejo (rotação, quantidade de desbastes), produção anual média, densidade da madeira e produção de matéria seca.

Além dessas três categorias, nesse Inventário foram também estimadas as emissões de outros gases de efeito estufa decorrentes da queima de resíduos após a retirada da cobertura vegetal, bem como as emissões pelos solos decorrentes das mudanças de uso da terra. Ainda, foi realizado um grande esforço - não repetido nos Inventários seguintes -, para estimar as emissões de metano pelos processos de ebulição e difusão em sete reservatórios hidrelétricos brasileiros. Esses estudos foram financiados pela Eletrobrás. Entretanto, devido ao elevado grau de incerteza dessas estimativas, essas não foram incluídas no total emitido pelo setor. No

Inventário inicial não foram estimadas as remoções de CO<sub>2</sub> atmosférico pelas florestas nativas que permanecem na mesma categoria entre os dois períodos. Considerou-se que “essa não inclusão deve-se ao fato de essas remoções não serem consideradas de natureza antrópica ainda que muitas áreas ocupadas pela floresta amazônica sejam consideradas manejadas” (MCT, 2004). Essa premissa, porém, não foi mantida nos Inventários seguintes.

#### **4.1.2. O Segundo Inventário de GEE do Brasil**

Dada a extensão do Brasil, suas limitações financeiras e a disponibilidade de dados locais, as estimativas do setor de Mudança no Uso da Terra e Florestas do Inventário inicial representaram uma significativa evolução para o país por todo esforço empenhado na fundamentação de sua primeira estimativa. Em relação ao Segundo Inventário, alguns pesquisadores consideram que esse documento representou uma grande revolução para o setor de LULUCF, uma vez que trouxe uma profunda modificação da metodologia e novas perspectivas para compreensão do território. O motivo dessa revolução se deve ao fato de que, nesse novo documento, decidiu-se utilizar o Guia de Boa Prática para Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (IPCC, 2003), metodologia mais atualizada que o Guia anterior cujo uso, à época, era recomendado apenas para países desenvolvidos. Nesse Inventário, a execução das estimativas de LULUCF continuou sendo realizada pela FUNCATE e coordenação das estimativas do setor ficou sob a responsabilidade da Dra. Thelma Krug e de José Domingos Gonzalez Miguez.

Conforme discutido na seção 2.3, o GBP de 2003 apresentou uma nova e complexa metodologia de cálculo para o setor de uso da terra que passou a ser denominado “Uso da Terra, Mudança de Uso da Terra e Florestas” (LULUCF). Ao contrário do Guia de 1996, o Guia de Boas Práticas de LULUCF adota a abordagem *land-based*, onde não só as principais atividades são analisadas, mas todas as categorias de uso da terra que ocorrem no território. Além disso, esse manual apresentou, pela primeira vez, o conceito de terra manejada, permitindo aos países maior compreensão para distinguir áreas naturais e áreas de influência antrópica e, portanto, determinar quais emissões devem ser incluídas ou não no inventário. Foi também introduzido o conceito de *Tiers*, que determinam hierarquicamente o grau de complexidade da metodologia usada (RAVINADRATH, 2008)

A decisão para adotar o Guia de 2003 foi baseada na importância que o setor de uso da terra representa nas emissões brasileiras, sendo responsável por 75% das emissões no Inventário inicial (MCT, 2004). À época da elaboração do Segundo Inventário, houve alguns movimentos de resistência para adoção desse novo Guia, sob a justificativa de que o Brasil não

tinha obrigação de usá-lo, sendo um país do grupo não-Anexo I (entrevista, Thelma Krug). Contudo, essa contrariedade foi vencida pelo argumento de que, se um dia se tornasse obrigatório o uso do GBP de 2003, seria necessário um esforço muito maior para recalcular todas as estimativas dos Inventários anteriores. Isto posto, o Brasil foi o primeiro país em desenvolvimento a utilizar o Guia de Boas Práticas.

Lançado em 2010, durante a COP-16 em Cancun, o Segundo Inventário divulgou as emissões líquidas de 1994 a 2002, e estendidas até 2005. O compromisso assumido na Convenção era de relatar as emissões até 2000, porém decidiu-se avançar o ano base para manter as estimativas mais recente ao ano de publicação (entrevista, Thelma Krug). As emissões desse setor foram calculadas com base na abordagem 3 de representação da terra, que requer observações espacialmente explícitas (ver seção 2.5.3). A opção por essa abordagem reforça o grande passo dado pelo Segundo Inventário, não só pelo fato de utilizar uma metodologia mais complexa e atualizada para estimar suas emissões, mas por fazê-la da forma mais completa possível. Embora essa tenha sido a alternativa mais laboriosa financeira e tecnicamente, a representação espacial das atividades contribuiu para a compreensão da dinâmica de uso do solo do país e, conseqüentemente, para proposição de medidas de controle de emissão onde a conversão de terras era mais intensa.

Nesse Inventário, todo o território nacional foi subdividido em polígonos, cada um contendo diversas camadas de informações sobre bioma: fitofisionomia, limites municipais, tipo de solo, áreas manejadas, uso da terra em 1994 e uso da terra em 2002. Como resultado, foi produzido um banco de dados nacional bastante robusto. Ao contrário do Primeiro Inventário, nesse documento foram identificados os usos finais de cada conversão. Para a classificação de uso da terra, o IPCC sugere seis amplas categorias de uso da terra que podem ser subdivididas em categorias mais específicas a critério do país, como realizado no Segundo Inventário (Tabela 4).

Tabela 4- Categorias de uso do solo sugeridas pelo IPCC e categorias de uso dos solos adotados no Segundo Inventário Nacional.

<b>Categorias definidas pelo GBP (IPCC, 2003)</b>	<b>Categorias definidas pelo Segundo Inventário Nacional (MCTI, 2010)</b>
	Floresta manejada
	Floresta não manejada
Floresta	Floresta secundária
	Floresta com extração seletiva
	Reflorestamento
	Campo manejado
Campo	Campo não manejado
	Campo com vegetação secundária
	Pastagem plantada
Agricultura	Área agrícola
Área urbana	Área urbana
Áreas alagadas	Reservatório (área manejada)
	Rios e lagos (área não manejada)
Outras áreas	Outros usos
	Área não observada

Diferentemente do Primeiro Inventário, além do carbono estocado no solo e acima do solo, foi também considerada a biomassa viva abaixo do solo. Os mapas de biomassa acima do solo foram os mesmos do Inventário anterior, porém determinados valores foram atualizados conforme literatura. Quanto ao mapa da Amazônia, esse também foi criado a partir das mesmas regras desenvolvidas no Inventário anterior, porém foram removidos alguns *outliers* das amostras do RADAM.

Com base na orientação do GBP de 2003, todas as emissões e remoções de terras manejadas são antrópicas e, por isso, devem ser estimadas no Inventário. O Segundo Inventário definiu como áreas manejadas:

Todas as áreas de floresta e por vegetação nativa não-florestal (Campo) contidas em Terras Indígenas e no Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC (Lei 9985/2000), excetuando-se as Reservas Particulares de Preservação Natural (RPPN) (MCTI, 2010).

Assim, ao contrário do Inventário inicial, foram descontadas das emissões totais, as remoções de CO<sub>2</sub> em áreas de florestas manejadas que permanecem como florestas manejadas ou de florestas não manejadas convertidas em florestas manejadas.

#### **4.1.3. O Terceiro Inventário de GEE do Brasil**

O Terceiro Inventário nacional de GEE do Brasil foi divulgado em 2015, revisou as emissões de 1990 até 2002 e as atualizou até 2010. Nesse novo documento, as emissões do setor LULUCF continuaram a ser estimadas de acordo com metodologia do Guia de Boas Práticas de 2003, porém adicionadas poucas atualizações fornecidas pelo Guia do IPCC de 2006, como por exemplo dados de porcentagem de carbono na biomassa e outros valores de estoque de carbono (MCTI, 2015). Embora a FUNCATE tenha permanecido como responsável pelos mapeamentos de uso da terra do Brasil, uma nova equipe foi designada para desenvolver as estimativas do setor sob coordenação da Profa. Dra. Mercedes Bustamante da Universidade Federal de Brasília, UnB. Segundo Dr. Marcio Rojas, Coordenador-Geral de Mudanças Globais de Clima, foi feito um grande esforço para alocar servidores do próprio Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação no trabalho de construção dos Inventários e também de mobilizar a academia científica, que é fundamentalmente atribuição do Ministério (entrevista, Márcio Rojas). A contribuição científica para o Inventário ocorreu através da colaboração com a Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede Clima), grupo criado em 2007 para prestar apoio às atividades de Pesquisa e Desenvolvimento do Plano Nacional de Mudanças Climáticas (BRASIL, 2007, 2013). Mais especificamente, uma das atribuições desse grupo é realizar estudos sobre emissões de gases de efeito estufa em apoio à realização periódica de Inventários nacionais de emissões.

A Rede Clima conta com a participação de diversos grupos de pesquisa em Universidades e outros centros de pesquisa (BUSTAMANTE et al., 2018). Em entrevista, Rojas comenta que:

A Rede Clima já era uma rede que havia sido instituída desde 2007, pelo então Ministro Sergio Resende, já havia uma organização em termos em sub redes temática, já havia uma sub-rede para Energia, enfim, pra saúde e por ai vai, e pareceu um tanto óbvio que a gente ganharia, e muito, com relação a qualidade se a gente mobilizasse especialistas que já estavam articulados em torno da Rede Clima. Então o que aconteceu foi uma mobilização dos colegas da Rede Clima para que cada sub rede específica contribuísse com um subsetor do Inventário. Então, a sub rede de energia passou a contribuir com o setor de Energia do Inventário, a sub-rede agropecuária passou a contribuir com o setor de agropecuária do Inventário... Não tinha então uma rede para uso da terra, foi criada uma rede para uso da terra, resíduos a gente conseguiu algumas parecerias também assim, no entorno da Rede Clima, mas fundamentalmente o que a gente fez foi mobilizar pesquisadores da Rede Clima (Márcio Rojas, 2018).

Das 16 sub-redes que compõem a Rede Clima, a sub-rede de Uso da Terra foi responsável por dar suporte à elaboração das estimativas de LULUCF no Terceiro Inventário nacional. Seu papel compreendeu no levantamento bibliográfico, consulta a especialistas, revisão de valores, elaboração do mapa de estoque de carbono dos biomas brasileiros, redação do Relatório de Referência e auditoria dos cálculos de emissões (UnB, 2019). Somado aos recursos do GEF, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) financiou as atividades do Terceiro Inventário através da concessão de bolsas à cientistas da Rede Clima (entrevista, Mercedes Bustamante). À equipe da Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima do MCTIC, coube a responsabilidade de “montar as peças e elaborar um Inventário propriamente” (entrevista, Márcio Rojas).

O fomento à rede colaborativa de grupos científicos no Terceiro Inventário, pode ter refletido em uma transformação na forma de comunicação das estimativas e na construção das estimativas em si. O Relatório de Referência do setor LULUCF que acompanha o Terceiro Inventário descreve com detalhe a metodologia empregada (o documento possui 343 páginas) e possui um estilo de escrita que se aproxima mais a um artigo científico e se contrasta a um documento cujo estilo é mais comumente encontrado em políticas públicas. Essa “cientifização” do Terceiro Inventário pode estar diretamente relacionada ao novo acordo de colaboração com pesquisadores da Rede Clima. A análise do perfil profissional dos membros da sua equipe de casa Inventário, entre eles autores, colaboradores, executores e revisores, mostra que, além de maior número de integrantes, a equipe do Terceiro Inventário era formada por um maior número de pessoas com títulos de mestres e doutores (Figura 4). Destaca-se, porém, que não foram encontradas informações na plataforma Lattes de 53% e 42% dos membros do Segundo e Terceiro Inventário, respectivamente.

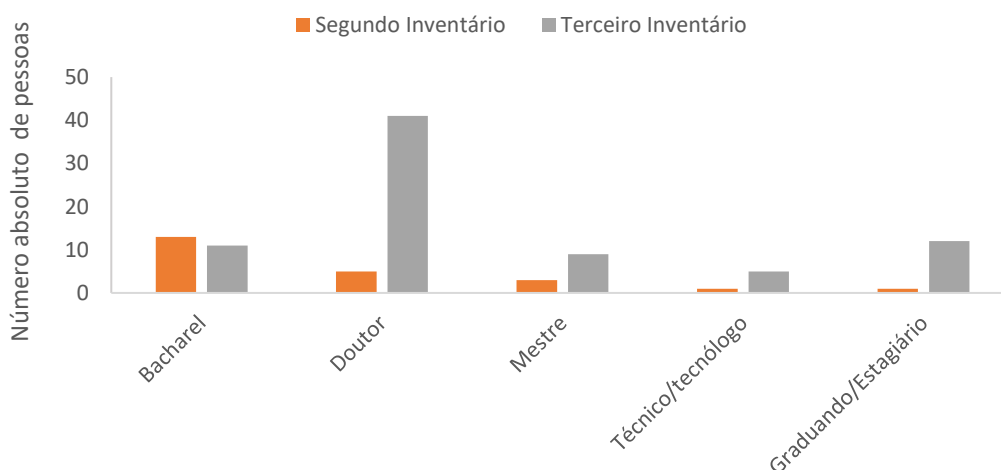


Figura 4-Qualificação profissional da equipe de Inventários

Em suma, desde o Primeiro Inventário o Brasil, tem avançado no aprimoramento das suas estimativas de emissões e remoções de GEE (Tabela 5). Muito embora a transição entre o Segundo e o Terceiro Inventário não tenha sido tão marcante quanto a transição do Primeiro para o Segundo - pelo fato de ambos usarem a mesma base metodológica – houve modificações no modo de processamento e análise dos dados, correções de inconsistências e adição de novas informações da literatura, que são discutidas em maior detalhe na sessão 4.2.

Tabela 5- Evolução da metodologia no Inventários nacionais de GEE, setor LULUCF

	<b>Primeiro Inventário</b>	<b>Segundo Inventário</b>	<b>Terceiro Inventário</b>
<i>Período</i>	1990-1994	1994-2002	2002-2010
<i>Guia IPCC</i>	Manual do IPCC, 1996	Guia de Boas Práticas de 2003	Guia de Boas Práticas de 2003 e Guia IPCC 2006
<i>Metodologia</i>	<i>Activity-based</i>	<i>Land-based,</i> especialmente explícito	<i>Land-based,</i> especialmente explícito
<i>Remoção em áreas manejadas</i>	Não foram estimadas	Estimadas	Estimadas
<i>Compartimentos</i>	Biomassa acima do solo	Biomassa acima e abaixo do solo	Biomassa acima do solo, abaixo do solo e necromassa

#### 4.2.COMPARAÇÃO DAS METODOLOGIAS EMPREGADAS NO SEGUNDO E TERCEIRO INVENTÁRIO NACIONAL PARA O SETOR LULUCF

Da mesma forma que o IPCC está constantemente atualizando seus manuais metodológicos, as partes são encorajadas a aprimorar suas estimativas à luz da melhor ciência disponível. Isso inclui não só utilizar metodologias mais sofisticadas, mas também dados recentes e específicos para a região estudada. Desde o lançamento do Primeiro Inventário nacional o Brasil tem empenhado grandes esforços para aperfeiçoar as estimativas de emissões dos seus gases de efeito de estufa. Por conseguinte, tal aprimoramento influencia diretamente nas emissões que são estimadas em cada período.



O Terceiro Inventário nacional (MCTI, 2016) trouxe alguns aprimoramentos à metodologia desenvolvida no Segundo Inventário e, a fim de assegurar a comparabilidade entre as emissões anuais, precisou recalcular as emissões anteriores (MCT, 2010). Como consequência, observa-se, no período comum estimado pelo Segundo e Terceiro Inventário (1994 a 2005), uma sutil diferença entre as emissões de CO<sub>2</sub>e de cada setor (Figura 5). Essa diferença, entretanto, torna-se bastante significativa no setor de Uso da Terra, Mudança de Uso da Terra e Florestas – LULUCF, a partir de 2003 em diante. Particularmente em 2005, as emissões de CO<sub>2</sub>e reportadas pelo Terceiro Inventário nacional foram 43% maiores em relação ao Inventário anterior (Tabela 6). Essas diferenças são particularmente importantes para a elaboração de políticas públicas, como a NDC, uma vez que determinam o nível de ambição das metas.

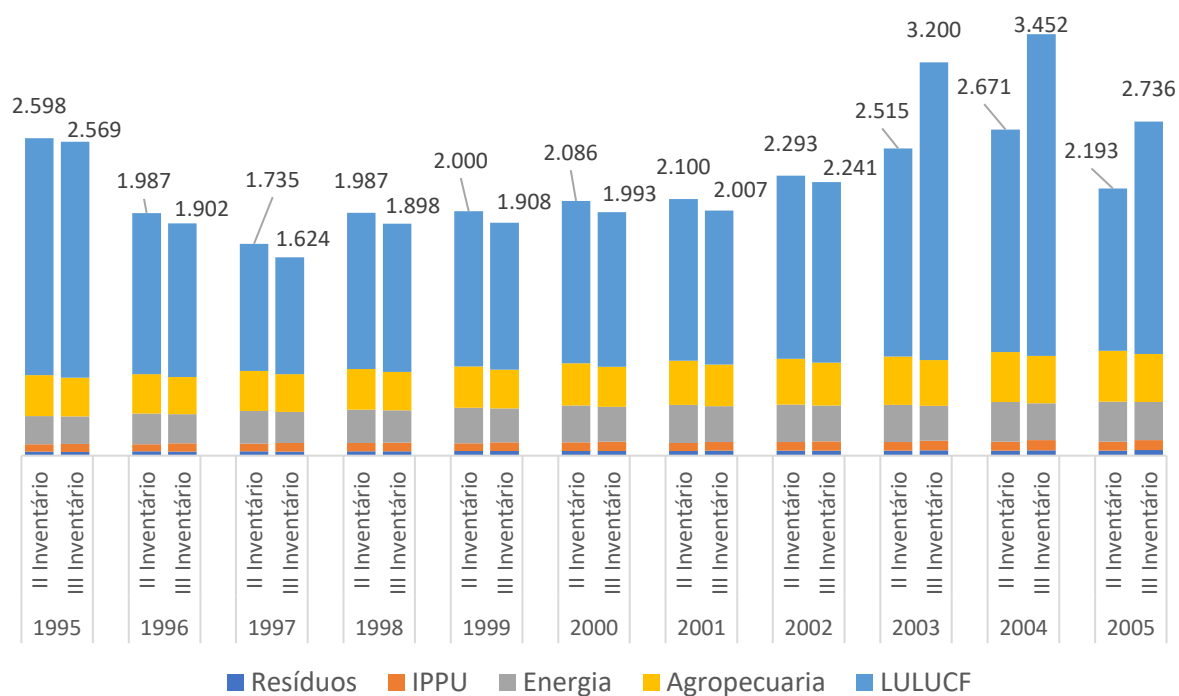


Figura 5- Emissões líquidas de CO<sub>2</sub>e acumuladas por setor em milhões de toneladas

Tabela 6-Comparação entre as emissões líquidas de CO<sub>2</sub>e por setores em 2005.

Setor	II Inventário Nacional (Mt CO <sub>2</sub> e)	III Inventário Nacional (Mt CO <sub>2</sub> e)	Diferença das emissões do III Inventário em relação ao II (%)
Energia	328,81	312,75	-5%
IPPU	77,94	80,52	3%
Agropecuária	415,75	392,49	-6%
LULUCF	1.329,05	1.904,67	43%
Resíduos	41,05	45,48	11%
<b>TOTAL</b>	<b>2.192,60</b>	<b>2.735,90</b>	<b>25%</b>

Fonte: Dados obtidos em MCT, 2010 e MCTI, 2015

Desagregando as emissões de LULUCF por bioma, observam-se algumas diferenças entre as estimativas do Segundo e Terceiro Inventário, principalmente a partir de 2003. Na Amazônia, as emissões de CO<sub>2</sub> dos primeiros anos são muito similares, porém, de 2003 a 2005 elas se tornam bastante distintas (Figura 6). Nos demais biomas, observa-se uma diferença significativa entre as emissões estimadas por cada Inventário no período de 1994 a 2005. Exceto pelo Cerrado e Amazônia, as emissões desse período estimadas no Segundo Inventário eram constantes. No Cerrado, a partir de 2003, observa-se uma inversão das emissões estimadas em cada documento, momento no qual elas se tornam muito semelhantes. No Pantanal, apesar das emissões de 2003 a 2005 do Terceiro Inventário serem diferentes do período anterior, elas continuaram essencialmente as mesmas. Na Mata Atlântica e no Pampa observa-se um aumento significativo das emissões estimadas pelo Terceiro Inventário a partir de 2003, especialmente no primeiro bioma. Embora as emissões do Pampa não sejam tão significativas quanto as dos demais biomas, as emissões líquidas estimadas pelo Terceiro Inventário deixaram de ser negativas como visto no Inventário anterior. Na Caatinga, as emissões estimadas pelo Terceiro Inventário tornaram-se ainda menores que o estimado pelo Segundo Inventário a partir de 2003.

Dada a complexidade desse setor, a diferença das emissões de 2005 estimadas em cada documento pode estar associada a diversos fatores, desde os aspectos mais gerais como o mapa de uso da terra até os valores utilizados em cada parâmetro. Por isso, nas próximas sessões serão detalhadas as possíveis origens dessas diferenças: fatores de remoção, mapas de uso do solo, estoque total de carbono e outros parâmetros.



Figura 6- Comparação das emissões líquidas por biomas, estimadas pelo Segundo e Terceiro Inventário

#### 4.2.1. Fatores de remoção

Os fatores de remoção são valores que expressam a quantidade de absorção de CO<sub>2</sub> por florestas e campos primários em áreas manejadas e pela regeneração campestre e florestal (secundário). O Segundo Inventário brasileiro utilizou um fator de remoção geral por florestas primárias em todos os biomas brasileiros. Nele, não foram estimadas as remoções por campos primários manejados que permanecem na mesma categoria ou campo não manejado convertido para manejado. Já no Terceiro Inventário, os valores de remoção foram especificados por bioma, por tipo de vegetação - campo ou floresta (Tabela 7). O valor único de 0,62 tC/ha/ano foi retirado do estudo que considerava nula a remoção por vegetações não florestais (PHILLIPS, 1998). Já os fatores individuais do Terceiro Inventário foram baseado em estudos conduzidos dentro dos próprios biomas (BAKER et al., 2004; ROCHA et al., 2002; SCARANELLO, 2010).

Tabela 7-Fatores de remoção aplicados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional para floresta e campo primários e manejados

Estrutura	Bioma	Incremento total II Inventário (tC/ha/ano)	Incremento total III Inventário (tC/ha/ano)
Florestal	Amazônia	0,62	0,43
	Cerrado		0,2
	Mata Atlântica		0,32
	Caatinga		0,1
	Pantanal		0,2
	Pampa		0,32
Campestre	Todos	0	0,52

Se utilizados, os valores de remoção do Terceiro Inventário, ter-se-ia uma redução do potencial de remoção de CO<sub>2</sub> atmosférico em todos os biomas, tanto em floresta manejada que permanece na mesma categoria quanto por floresta não manejada convertida em manejada (Tabela 8). Em todo Brasil, esse potencial de sequestro de CO<sub>2</sub> se reduziria, em média, 31%. No Cerrado, Amazônia e Caatinga, biomas que possuem as maiores áreas de transição, essa diferença chega a ser de 68%, 31% e 84%, respectivamente. Na transição de campos primários manejados que permanecem nessa categoria e de campos não manejados que são convertidos a campos manejados, há um aumento de 100% no potencial de remoção, uma vez que no Segundo Inventário o fator de remoção por essa transição foi considerado nulo.

Tabela 8- Comparação do potencial de remoção de Florestas Manejadas permanecendo Florestas Manejadas (FM/FM) e Florestas não Manejadas para Florestas Manejadas (FNM/FM) utilizando fatores de remoção propostos pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional

Bioma	Transição	Área (ha/período*)	Remoção II Inventário (Mt CO <sub>2</sub> /ano)	Remoção III Inventário (Mt CO <sub>2</sub> /ano)	Diferença
Amazônia	FM/FM	123.129.398	279,91	194,13	-31%
Caatinga	FM/FM	3.549.362	8,07	1,30	-84%
Cerrado	FM/FM	10.904.882	24,79	8,00	-68%
Mata Atlântica	FM/FM	4.536.929	10,31	5,32	-48%
Pampa	FM/FM	36.025	0,08	0,04	-48%
Pantanal	FM/FM	325.125	0,74	1,13	-68%
Amazônia	FNM/FM	21.512.521	24,45	16,96	-31%
Caatinga	FNM/FM	1.156.125	1,31	0,21	-84%
Cerrado	FNM/FM	916.623	1,04	0,34	-68%
Mata Atlântica	FNM/FM	442.298	0,50	0,26	-48%

Pantanal	FNM/FM	118.100	0,13	0,04	-68
Média ponderada		-	212,09	146,35	-31%

\* Área do Terceiro Inventário, período de 2002 a 2010 para todos os biomas, exceto Amazônia, cujo período é 2002-2005.

Com relação à vegetação secundária de estrutura florestal, os fatores de remoção utilizados na Terceiro Inventário levam em consideração o histórico de uso da área. No Segundo Inventário, independente do uso anterior, adotaram-se dois valores de remoção baseado no valor da biomassa acima do solo da fitofisionomia florestal original (

Tabela 9). Já para as fitofisionomias campestres, o fator de remoção que antes era de 1,5 tC/ha (AMORIM; SAMPAIO; ARAÚJO, 2005; DE MELO; DURIGAN, 2006) passou a ser de 0,52 no último Inventário. Esse último valor foi redefinido com base no estudo que considera o incremento de biomassa acima do solo em uma área de campo sem queima recente, fator que possui grande influência na biomassa dessa estrutura vegetal (CIANCIARUSO; AÚRLIO DA SILVA; BATALHA, 2010).

Tabela 9- Fatores de remoção aplicados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional para floresta e campo secundários

Estrutura	Bioma	Histórico de uso	Incremento total (tC/ha/ano) Segundo Inventário	Incremento total (tC/ha/ano) Terceiro Inventário
Florestal	Amazônia	Vegetação secundária (FSec) ou primária (FM, FNM)	6,2 tC/ha (para estoque florestal de carbono >127 tC/ha) e 5,1 tC/ha (<127 tC/ha)	4,96
	Cerrado			1,72
	Mata Atlântica			5,35
	Caatinga			0,60
	Pantanal			2,77
	Pampa			1,76
	Todos			Pastagem
	Agricultura	NA	4,73	
	Outros usos		0,59	
Campestre	NA	NA	1,5 tC/ha	0,52

Em todos os biomas, observa-se uma redução no potencial de remoção de CO<sub>2</sub> atmosférico pelas florestas secundárias quando são aplicados os fatores de remoção do Terceiro Inventário (Tabela 10). Na Amazônia, essa redução, seria em média de 43%. Considerando todas as possíveis transições para floresta secundária haveria, em média, a redução de 42% do potencial de sequestro de carbono do Brasil.

Tabela 10- Comparação do potencial de remoção de Floresta Secundária utilizando fatores de remoção propostos pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional

Bioma	Histórico de uso	Área (ha/período) *	Remoção II Inventário (Mt CO <sub>2</sub> /ano)	Remoção III Inventário (Mt CO <sub>2</sub> /ano)	Diferença
Amazônia	FSec	2.862.685	59,31	52,06	-12%
Caatinga	FSec	670.334	13,89	1,47	-89%
Cerrado	FSec	782.955	16,22	4,94	-70%
Mata Atlântica	FSec	663.030	13,74	13,01	-5%
Pampa	FSec	32.259	0,67	0,21	-69%
Pantanal	FSec	26.182	0,54	0,02	-96%
Amazônia	FM	1.466	0,02	0,01	-12%
Amazônia	FNM	39.112	0,41	0,36	-12%
Amazônia	Pastagem	2.965.927	30,72	15,50	-50%
Caatinga	Pastagem	5.498.798	56,96	28,73	-50%
Cerrado	Pastagem	2.670.464	27,66	13,95	-50%
Mata Atlântica	Pastagem	3.678.085	38,10	19,22	-50%
Pampa	Pastagem	26.150	0,27	0,14	-50%
Pantanal	Pastagem	65.324	0,68	0,34	-50%
Amazônia	Agricultura	39.576	0,41	0,34	-16%
Caatinga	Agricultura	591.408	6,13	5,13	-16%
Cerrado	Agricultura	107.370	1,11	0,93	-16%
Mata Atlântica	Agricultura	649.397	6,73	5,63	-16%
Pampa	Agricultura	5.149	0,05	0,04	-16%
Pantanal	Agricultura	146	0,00	0,00	-16%
Amazônia	Outros	12.909	0,13	0,01	-96%
Caatinga	Outros	5.491	0,06	0,02	-72%
Cerrado	Outros	421	0,00	0,00	-90%
Mata Atlântica	Outros	165	0,00	0,00	-90%
Pampa	Outros	4	0,00	0,00	-90%
Amazônia	Reflorestamento	28.861	0,30	0,26	-12%
Caatinga	Reflorestamento	5.270	0,05	0,01	-89%
Cerrado	Reflorestamento	73.466	0,76	0,23	-70%
Mata Atlântica	Reflorestamento	318.125	3,30	3,12	-5%
Pampa	Reflorestamento	365	0,00	0,00	-69%
Amazônia	Corte seletivo	173.148	0,00	0,32	100%
Média ponderada			37,67	21,93	-42%

\* Período de 2002 a 2010 para todos os biomas, exceto Amazônia, cujo período é 2002-2005.

Embora a contribuição de campo secundário para a remoção seja consideravelmente menor do que as florestas, esse potencial pode ser reduzido até 65% em todos os biomas (Tabela 11).

Tabela 11- Comparação do potencial de remoção de Campo Secundário utilizando fatores de remoção propostos pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional

Bioma	Histórico de uso	Área (ha/período) *	Remoção II Inventário (Mt CO <sub>2</sub> /ano)	Remoção III Inventário (Mt CO <sub>2</sub> /ano)	Diferença
Amazônia	GSec	31.344	0,17	0,06	-65%
Caatinga	GSec	13.245	0,07	0,03	-65%
Cerrado	GSec	351.927	1,94	0,67	-65%
Mata Atlântica	GSec	35.353	0,19	0,07	-65%
Pampa	GSec	110.877	0,61	0,21	-65%
Pantanal	GSec	819	0,00	0,00	0
Amazônia	GM	105	0,00	0,00	0
Amazônia	GNM	67	0,00	0,00	0
Amazônia	Pastagem	90.842	0,25	0,09	-65%
Caatinga	Pastagem	105.087	0,29	0,10	-65%
Cerrado	Pastagem	1.170.186	3,22	1,12	-65%
Mata Atlântica	Pastagem	235.654	0,65	0,22	-65%
Pampa	Pastagem	49.670	0,14	0,05	-65%
Pantanal	Pastagem	38.518	0,11	0,04	-65%
Amazônia	Agricultura	2.427	0,01	0,00	-65%
Caatinga	Agricultura	19.190	0,05	0,02	-65%
Cerrado	Agricultura	75.086	0,21	0,07	-65%
Mata Atlântica	Agricultura	63.169	0,17	0,06	-65%
Pampa	Agricultura	26.191	0,07	0,02	-65%
Pantanal	Agricultura	1	0,00	0,00	-65%
Amazônia	Outros	3	0,00	0,00	-65%
Cerrado	Outros	92	0,00	0,00	-65%
Mata Atlântica	Outros	11	0,00	0,00	-65%
Pampa	Outros	1	0,00	0,00	-65%
Amazônia	Reflorestamento	16.202	0,04	0,02	-65%
Caatinga	Reflorestamento	982	0,00	0,00	-65%
Cerrado	Reflorestamento	14.416	0,04	0,01	-65%
Mata Atlântica	Reflorestamento	15.263	0,04	0,01	-65%
Pampa	Reflorestamento	589	0,00	0,00	-65%
Média ponderada			1,94	0,67	-65%

\* Período de 2002 a 2010 para todos os biomas, exceto Amazônia, cujo período é 2002-2005.

#### **4.2.2. Mapa de cobertura e uso do solo**

As áreas de transição e suas respectivas emissões e remoções de dióxido de carbono estimadas pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional para 2005 foram desenvolvidas com base em diferentes mapas de cobertura de uso do solo. O Segundo Inventário considerou as transições ocorridas no período de 1994 a 2002 e o Terceiro Inventário, as transições de 2002 a 2005 para Amazônia e, 2002 a 2010 para os demais biomas. A segmentação da análise em 2005 para a Amazônia teve como objetivo avaliar o desempenho do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), implantado em 2004 (BRASIL, 2004). Evidentemente, a diferença entre os períodos considerados por cada Inventário incorpora, por si só, diferentes observações, tanto das transições consideradas quanto das áreas estimadas por cada Inventário.

É importante destacar que, diferentemente dos outros mapeamentos de uso da terra, o mapa de 2002 não foi elaborado pela FUNCATE. Ele foi produto de um contrato feito pelo Ministério de Meio Ambiente através do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileiro (PROBIO I), desenvolvido por seis instituições diferentes, uma para cada bioma (PROBIO, 2019a e 2019b). Essa observação é fundamental para compreender as diferenças entre as áreas estimadas por cada Inventário, especificamente na Mata Atlântica. De acordo com membros da equipe de pesquisadores do Segundo Inventário, devido à falta de articulação entre as instituições e à ausência de uma padronização metodológica, houve várias inconsistências nesse mapa que precisariam ser corrigidas.

##### **4.2.2.1. Mapa de cobertura e uso do solo – Amazônia**

Os mapas de cobertura e uso do solo da Amazônia (2002 e 2005) utilizados pelo Terceiro Inventário nacional para estimar as emissões de 2005 apresentam diversas diferenças em relação mapas gerados no âmbito do Segundo Inventário (1994 e 2002). Para fins de comparação, as áreas observadas em cada período foram atualizadas, conforme descrito na metodologia (seção 3.2.2). No período considerado pelo Terceiro Inventário observou-se um aumento na área de áreas florestas manejadas, que pode ser justificada pela criação de novas Unidades de Conservação e Terras Indígenas. Embora as emissões das transições de rios (A), lagos e reservatórios (Res) para outros usos não sejam incluídas nas estimativas, muitas delas foram identificadas somente no Terceiro Inventário, visto que na estimativa anterior essas transições foram consideradas estáticas (Tabela 12). Nesse Inventário, foram estimadas as emissões de florestas submetidas ao corte seletivo (CS) e, desse para outros usos, em virtude



da disponibilidade de dados a partir de 2002. As áreas de transição da categoria não observado (NO) para outros usos que foram observadas nos mapas do Segundo Inventário reduziram, aproximadamente, em 96% no Terceiro Inventário, de 81.098 ha para 3.197 ha. Contudo, observa-se que, no sentido inverso, ou seja, demais usos convertidos para áreas classificadas como não observadas, aumentou significativamente (de 365 ha para 184 mil ha, aproximadamente). Embora mencionado no Terceiro Inventário que, imagens LISS-III do satélite indiano Resourcesat-1 tenham sido utilizadas para substituir as imagens TM/Landsat-5 com alta cobertura de nuvens, essas imagens não foram usadas para o ano de 2005, somente para o mapa de 2010.

A transição para reservatórios consiste na conversão de áreas para construção de barragens de água, como os lagos artificiais e áreas inundadas para a utilização das hidrelétricas. Tanto o Segundo como o Terceiro Inventário estimaram as emissões de CO<sub>2</sub> provenientes desses reservatórios partindo da ideia que toda biomassa existente antes da inundação da área é emitida. As emissões de metano por essas fontes não foram estimadas por esses documentos.

Tabela 12- Transições no uso da terra em 2005 no bioma Amazônia relatados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional e suas diferenças

<b>Bioma</b>	<b>Uso inicial</b>	<b>Uso Final</b>	<b>Área estimada pelo II Inventário em 2005 (ha)</b>	<b>Área estimada pelo III Inventário em 2005 (ha)</b>	<b>Diferença (ha)</b>
Amazônia	A	A	1.151.279,34	3.192.757,98	2.041.478,6
Amazônia	A	Ac		127,43	127,4
Amazônia	A	Ap		14.375,08	14.375,1
Amazônia	A	CS		4,48	4,5
Amazônia	A	FM		27.276,59	27.276,6
Amazônia	A	FNM		46.372,76	46.372,8
Amazônia	A	Fsec		69,15	69,2
Amazônia	A	GM		853,54	853,5
Amazônia	A	GNM		678,58	678,6
Amazônia	A	Gsec		0,21	0,2
Amazônia	A	NO		61.230,37	61.230,4
Amazônia	A	O		982,29	982,3
Amazônia	A	Ref		0,61	0,6

Amazônia	A	Res	6.517,99	5.368,18	- 1.149,8
Amazônia	A	S		543,99	544,0
Amazônia	Ac	A		179,89	179,9
Amazônia	Ac	Ac	304.466,11	235.903,15	-68.563,0
Amazônia	Ac	Ap	131.632,53	32.641,90	-98.990,6
Amazônia	Ac	Fsec	7.214,34	10.421,72	3.207,4
Amazônia	Ac	Gsec	11,35	639,22	627,9
Amazônia	Ac	NO	0,52	965,91	965,4
Amazônia	Ac	Ref	74,36	1.932,19	1.857,8
Amazônia	Ac	Res	0,17	19,54	19,4
Amazônia	Ac	S	543,55	348,93	- 194,6
Amazônia	Ap	A		8.521,43	8.521,4
Amazônia	Ap	Ac	97.485,86	359.834,89	262.349,0
Amazônia	Ap	Ap	2.547.278,38	9.704.740,43	7.157.462,1
Amazônia	Ap	Fsec	76.293,35	781.027,52	704.734,2
Amazônia	Ap	Gsec	304,20	23.921,81	23.617,6
Amazônia	Ap	NO	150,83	323.500,60	323.349,8
Amazônia	Ap	O	127,55	4.536,71	4.409,2
Amazônia	Ap	Ref	1.214,26	11.205,39	9.991,1
Amazônia	Ap	Res	18,04	2.356,38	2.338,3
Amazônia	Ap	S	6.052,19	16.905,45	10.853,3
Amazônia	CS	Ac		6.300,53	6.300,5
Amazônia	CS	Ap		6.593,11	6.593,1
Amazônia	CS	CS		9.521,53	9.521,5
Amazônia	CS	Fsec		45.595,72	45.595,7
Amazônia	CS	NO		353,21	353,2
Amazônia	FM	A		54.063,46	54.063,5
Amazônia	FM	Ac	7.370,37	1.915,37	-5.455,0
Amazônia	FM	Ap	60.997,74	143.400,55	82.402,8
Amazônia	FM	CS	322,74	12.257,66	11.934,9
Amazônia	FM	FM	5.334.566,17	32.424.074,69	27.089.508,5
Amazônia	FM	Fsec	1.280,46	386,02	- 894,4
Amazônia	FM	NO	0,03	2.180.547,97	2.180.547,9
Amazônia	FM	O	500,60	572,99	72,4
Amazônia	FM	Ref		73,37	73,4

Amazônia	FM	Res	22,65	2.345,96	2.323,3
Amazônia	FM	S	187,75	437,63	249,9
Amazônia	FNM	A		50.356,20	50.356,2
Amazônia	FNM	Ac	174.943,79	186.503,79	11.560,0
Amazônia	FNM	Ap	1.381.764,19	2.119.637,66	737.873,5
Amazônia	FNM	CS	25.264,58	299.090,71	273.826,1
Amazônia	FNM	FM	5.629.880,90	5.664.963,83	35.082,9
Amazônia	FNM	FNM	23.125.345,51	46.372.617,24	23.247.271,7
Amazônia	FNM	Fsec	11.845,80	10.299,58	-1.546,2
Amazônia	FNM	NO	73,77	2.331.666,16	2.331.592,4
Amazônia	FNM	O	807,18	3.954,91	3.147,7
Amazônia	FNM	Ref	2.629,62	7.656,93	5.027,3
Amazônia	FNM	Res	975,30	823,09	- 152,2
Amazônia	FNM	S	1.777,25	1.239,69	- 537,6
Amazônia	Fsec	A		796,42	796,4
Amazônia	Fsec	Ac	16.778,64	3.060,20	-13.718,4
Amazônia	Fsec	Ap	67.568,75	94.531,32	26.962,6
Amazônia	Fsec	CS		60,68	60,7
Amazônia	Fsec	Fsec	5.415,90	753.840,30	748.424,4
Amazônia	Fsec	NO		6.201,86	6.201,9
Amazônia	Fsec	O	70,65	53,31	- 17,3
Amazônia	Fsec	Ref	62,68	170,86	108,2
Amazônia	Fsec	Res	0,06	162,01	162,0
Amazônia	Fsec	S	112,36	313,80	201,4
Amazônia	GM	A		558,89	558,9
Amazônia	GM	Ac	0,00	1.059,88	1.059,9
Amazônia	GM	Ap	766,91	5.552,20	4.785,3
Amazônia	GM	GM	153.776,27	1.030.960,47	877.184,2
Amazônia	GM	Gsec	2,46	27,57	25,1
Amazônia	GM	NO		61.694,88	61.694,9
Amazônia	GM	O		0,40	0,4
Amazônia	GM	S	5,08	20,83	15,7
Amazônia	GNM	A		1.615,49	1.615,5
Amazônia	GNM	Ac	2.350,97	5.192,62	2.841,7
Amazônia	GNM	Ap	33.400,65	48.431,41	15.030,8

Amazônia	GNM	GM	122.665,04	72.983,80	-49.681,2
Amazônia	GNM	GNM	760.549,20	1.494.801,94	734.252,7
Amazônia	GNM	Gsec	18,27	17,54	- 0,7
Amazônia	GNM	NO	0,59	74.584,48	74.583,9
Amazônia	GNM	O	0,56	62,62	62,1
Amazônia	GNM	Ref	866,12	2.585,84	1.719,7
Amazônia	GNM	Res		56,52	56,5
Amazônia	GNM	S	567,15	146,49	- 420,7
Amazônia	Gsec	A		0,91	0,9
Amazônia	Gsec	Ac	70,85	26,18	- 44,7
Amazônia	Gsec	Ap	1.032,62	444,28	- 588,3
Amazônia	Gsec	Gsec	105,69	8.253,98	8.148,3
Amazônia	Gsec	NO		171,11	171,1
Amazônia	Gsec	Ref	10,31		- 10,3
Amazônia	Gsec	S	4,73		- 4,7
Amazônia	NO	A		2,19	2,2
Amazônia	NO	Ac	4.287,03	2,90	-4.284,1
Amazônia	NO	Ap	76.152,45	120,13	-76.032,3
Amazônia	NO	CS	31,70		- 31,7
Amazônia	NO	FM		2.601,13	2.601,1
Amazônia	NO	FNM		229,68	229,7
Amazônia	NO	Fsec	30,42	134,30	103,9
Amazônia	NO	GM		1,50	1,5
Amazônia	NO	NO	1.489,05	1.670,72	181,7
Amazônia	NO	O	177,36	1,74	- 175,6
Amazônia	NO	Ref	28,64		- 28,6
Amazônia	NO	Res	9,58		- 9,6
Amazônia	NO	S	355,11	102,91	- 252,2
Amazônia	O	A	41,19	46,45	5,3
Amazônia	O	Ac	1,15	2,69	1,5
Amazônia	O	Ap	1.065,26	2.205,88	1.140,6
Amazônia	O	Fsec	1,00	3.399,42	3.398,4
Amazônia	O	Gsec		0,75	0,8
Amazônia	O	NO		358,18	358,2
Amazônia	O	O	4.833,03	10.317,62	5.484,6

Amazônia	O	Ref		0,28	0,3
Amazônia	O	Res	0,00	24,43	24,4
Amazônia	O	S	0,50	0,57	0,1
Amazônia	Ref	A		2,79	2,8
Amazônia	Ref	Ac	709,43	8.535,69	7.826,3
Amazônia	Ref	Ap	18,48	2.154,99	2.136,5
Amazônia	Ref	Fsec	5,49	7.600,08	7.594,6
Amazônia	Ref	Gsec		4.266,60	4.266,6
Amazônia	Ref	NO		25.558,28	25.558,3
Amazônia	Ref	O	0,00	2,09	2,1
Amazônia	Ref	Ref	29.156,18	45.661,64	16.505,5
Amazônia	Ref	S	0,08	54,78	54,7
Amazônia	Res	A		1.458,02	1.458,0
Amazônia	Res	Ac		0,74	0,7
Amazônia	Res	Ap		299,17	299,2
Amazônia	Res	Fsec		265,76	265,8
Amazônia	Res	NO		56,59	56,6
Amazônia	Res	O		9,14	9,1
Amazônia	Res	Res	54.698,81	163.642,44	108.943,6
Amazônia	Res	S		11,88	11,9
Amazônia	S	NO		210,46	210,5
Amazônia	S	S	18.920,82	74.230,27	55.309,5

Legenda: FNM-Floresta primária não manejada, FM-Floresta primária manejada, Fsec-Floresta secundária, CS-Corte seletivo, Ref- Reflorestamento, GNM- Campo primário não manejado, GM- Campo primário manejado, Gsec - Campo secundário, Ap- Pastagem, Ac- Área agrícola, S- Área urbana, A- Rios e lagos, Res-Reservatórios, O- Outros usos, NO- Área não observada

Das transições apresentadas na tabela acima, a maior parte das áreas estimadas tanto pelo Segundo como pelo Terceiro Inventário, não são provenientes de conversões típicas de desmatamento (FM e FNM para Ac, Ap, S, Res e O) e degradação ambiental (FM e FNM para CS), mas sim de outras conversões ou usos que permaneceram na mesma categoria, por exemplo áreas de pastagens que foram convertidas para agricultura, representando em média 97% das observações. Em 2005, a área desmatada estimada pelo Terceiro Inventário foi 51% maior do que a área estimada pelo Segundo (Figura 7). Embora as áreas degradadas não respondam por uma parcela alta das áreas totais estimadas, essas foram também maiores na no Terceiro Inventário. Quando comparadas, as áreas desmatadas em 2005 estimadas pelo Segundo Inventário estão mais próximas aos dados estimados pelo Projeto de Monitoramento

do Desmatamento na Amazônia (PRODES, 2018), do que as estimadas pelo Terceiro Inventário. Essa proximidade pode estar associada ao fato de que no Segundo Inventário os dados de 2005 foram justamente projetados com base nas taxas de desmatamento do PRODES (Figura 8).

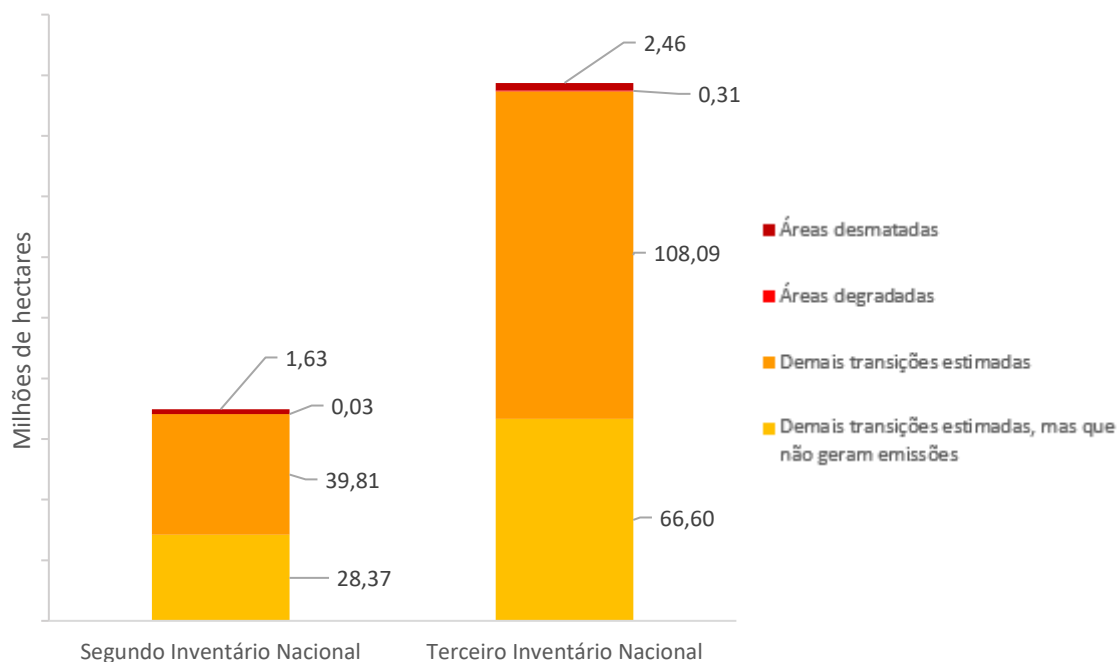


Figura 7- Áreas estimadas em 2005 pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional

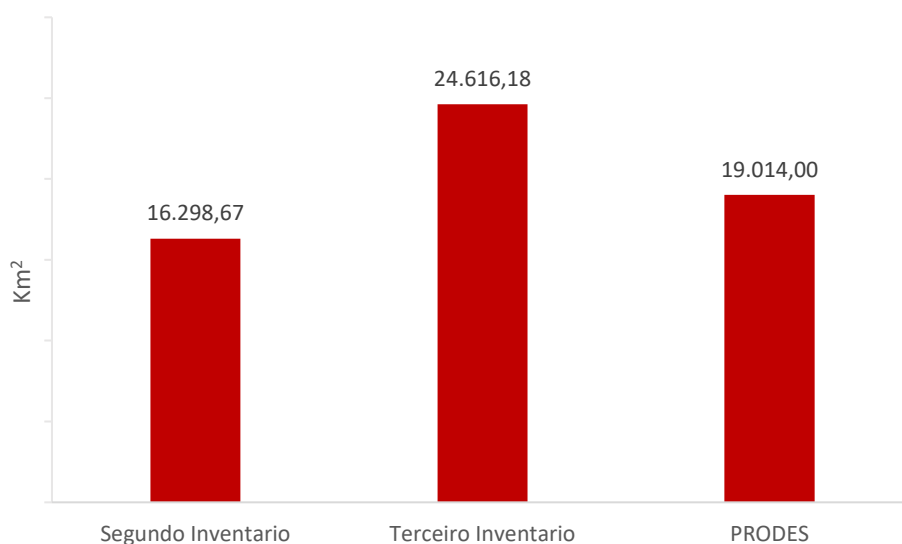


Figura 8- Comparação de áreas desmatadas em 2005 estimadas pelo PRODES, Segundo e Terceiro Inventários.

É preciso destacar, porém, que a origem da divergência entre as áreas desmatadas estipuladas pelos Inventários e pelo PRODES pode ser associada a diversos fatores, embora

ambas estimativas tenham sido elaboradas pela mesma empresa, a FUNCATE. O primeiro e, talvez, mais evidente fator é que, esses projetos possuem objetivos distintos. O PRODES, tem como objetivo realizar o monitoramento do desmatamento por corte raso de floresta primária na Amazônia Legal, informando as taxas anuais de desmatamento nessa região (RAJÃO; MOUTINHO; SOARES, 2017). Entende-se por corte raso, o desmatamento que resulta na remoção completa da cobertura florestal em um curto intervalo de tempo. Amazônia Legal é uma delimitação social e econômica criada pela Lei 1.806/1953 que abrange além do bioma Amazônia, parte do Cerrado e do Pantanal. Em contrapartida, o objetivo dos Inventários Nacionais, no setor LULUCF é, monitorar as emissões de gases de efeito estufa pelo uso e conversão de uso da terra em todos os biomas. Na Amazônia, isso inclui o desmatamento por corte raso não só em florestas primárias, mas também nas secundárias, processos de degradação florestal por corte seletivo de madeira, queimadas e a restauração de florestas que o PRODES não estima. Também, ao contrário do PRODES, as estimativas de desmatamento dos Inventários são feitas por períodos e só depois distribuídas anualmente.

Outro fator que pode explicar a origem das diferenças entre as estimativas de desmatamento do PRODES e os Inventários, é o próprio conceito de desmatamento adotado por cada documento e que, por sua vez, implica também na definição do que são florestas. Nos Inventários, florestas são definidas com base na estrutura e as fitofisionomias do mapa de vegetação pretérita do IBGE, onde as formações florestais são constituídas por florestas ombrófila -típicas de regiões úmidas durante todo o ano - e estacionais, típicas de regiões que passam por períodos de seca (MCT, 2010; MCTI, 2015). No Segundo Inventário, as florestas foram definidas como toda área mínima de 0,5 ha, cobertura de copa das árvores superior a 10% e árvores com, no mínimo, 5 metros de altura. No Terceiro Inventário, as florestas são caracterizadas pelo adensamento de árvores, reduzindo a quantidade de luz que chega ao solo, o que limita o desenvolvimento de herbáceas e arbustos. Nos dois Inventários, plantações de *Eucaliptus* e *Pinus* também são incluídas na categoria Florestas. O PRODES, por sua vez, não apresenta uma definição clara do que é considerado floresta, apenas diferencia as classes de não floresta como áreas previamente identificadas no mapa do IBGE e constituída de vegetação com fisionomia diversa da florestal. Em 2010, a cobertura florestal composta por florestas primárias manejadas e não manejadas, corte seletivo, floresta secundária e reflorestamento reportada pelo Terceiro Inventário era maior que a área de floresta estimada pelo PRODES nesse mesmo ano (Figura 9). Essa comparação também foi realizada pelo Terceiro Inventário. Nele se constatou que áreas de formações florestais consideradas nos Inventários brasileiros são superiores às consideradas pelo PRODES, porém não foi informado o ano base analisado.

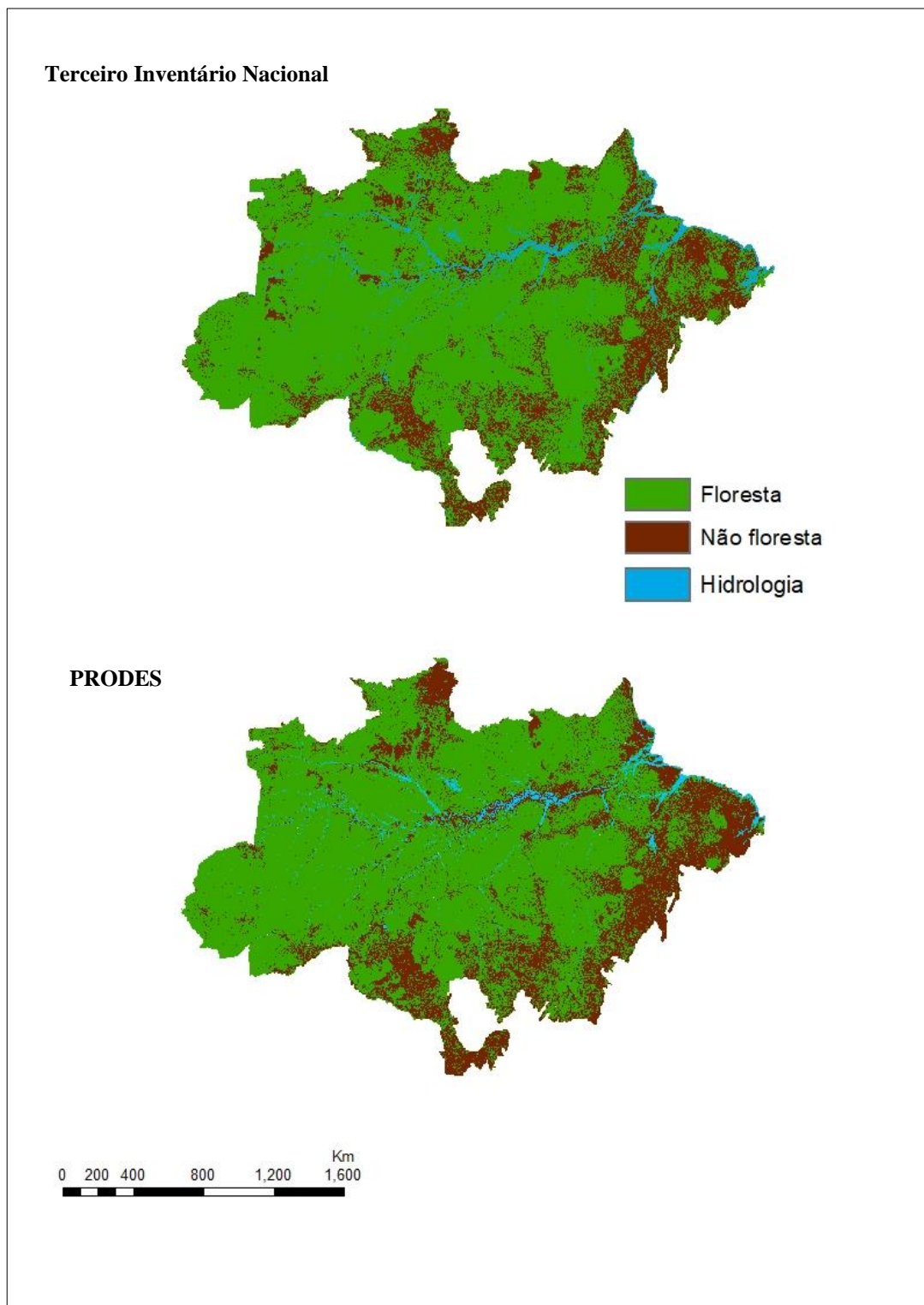


Figura 9- Comparação da cobertura florestal estimada pelo Terceiro Inventário Nacional e o PRODES em 2010

Já em relação ao conceito de desmatamento, esse também pode ser bastante variável. O projeto “Opções de Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) em setores chaves do Brasil” , por exemplo, define desmatamento como toda transição de floresta não



manejada, floresta manejada, floresta com extração seletiva de madeira, campo não manejado e campo manejado para reflorestamento, floresta secundária, campo secundário, pastagem, área agrícola, área urbana, reservatórios e outros usos (MCTIC; ONU MEIO AMBIENTE, 2017). O problema dessa definição é que ela não considera as áreas não observadas, que foram significativas na Amazônia e em outros biomas. Um documento interno da UFMG comparou outras quatro possíveis definições de desmatamento. No primeiro método de definição, o desmatamento seria a diferença entre a soma de áreas antropizadas no ano final e soma de áreas antropizadas no ano inicial. Áreas antropizadas seriam, reflorestamento, floresta secundária, campo secundário, pastagem, área agrícola, área urbana, reservatórios e outros usos. Essa definição, porém, também não considera as áreas não observadas como desmatamento. A segunda definição consideraria toda a transição de floresta manejada, floresta não manejada, campo manejado e não manejado para outros usos, exceto corte seletivo. A terceira definição, considera como desmatada as transições de floresta manejada e não manejada, corte seletivo, campos manejados e não manejados para reflorestamento, floresta e campo secundário, agricultura, pastagem, área urbana, reservatórios e outros. Esse método também não considera as áreas não observadas como desmatamento. A última definição consideraria toda transição de floresta manejada, floresta não manejada, floresta secundária, campo manejado, campo não manejado e campo secundário para reflorestamento, agricultura e pastagem. O problema com essa definição é que, as transições de florestas secundárias e campos secundários para agricultura e pecuária não estariam sendo estimadas, pois considera-se que já foram desmatadas anteriormente. Outro problema é que esse método deixa de considerar as transições de florestas e campos nativos para floresta secundária, rios e lagos, áreas, urbanas, reservatórios e outros, além de também não considerar as áreas não observadas.

Os Inventários Nacionais, em si, não apresentam uma definição de quais conversões seriam típicas de desmatamento. Na mesma comparação entre PRODES e Terceiro Inventário, publicada pelo próprio Terceiro Inventário, considerou-se desflorestamento toda a soma de áreas agrícolas, pastagem, floresta secundária, campo secundário, reservatórios, reflorestamento, outros e áreas urbanas. Contudo, o uso da terra prévio a esses usos não foi estabelecido. O PRODES, em contrapartida, considera desmatamento toda a remoção da cobertura florestal que resulte em um solo exposto. Nesse trabalho, foi adotada a mesma definição de desmatamento dada pelo REDD+ (seção 3.2.1.), porém a mesma não considera o desmatamento em campo nativo e as transições de floresta para floresta secundária e reflorestamento as quais subentende-se que tenham sido desmatadas em algum momento. A comparação das diferentes definições sobre áreas desmatadas é mostrada na Figura 10.

Possivelmente, a plasticidade do conceito de desmatamento seja um dos principais fatores metodológicos que inviabilizam a comparação entre os dados de desmatamento do PRODES com o Inventário ou entre outras iniciativas.

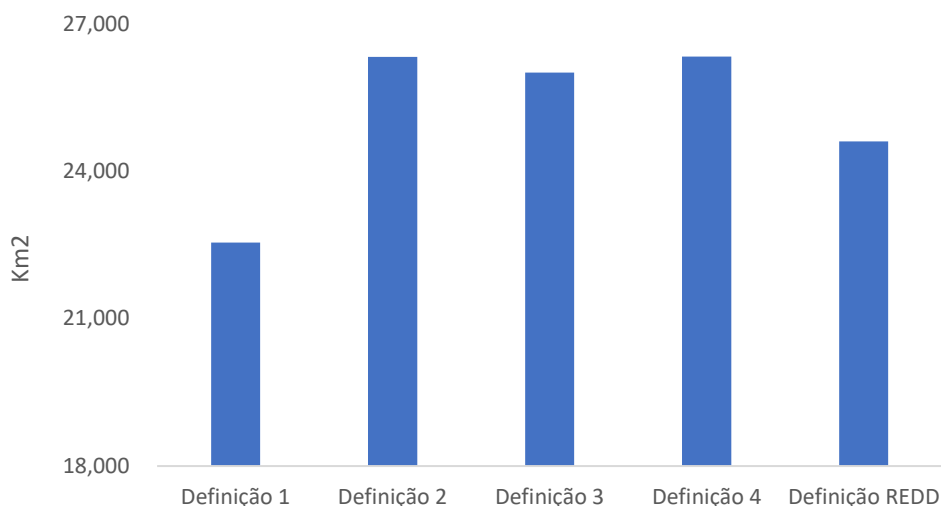


Figura 10- Comparação de área desmatada em 2005 na Amazônia considerando diferentes definições sobre desmatamento

Embora as áreas de desmatamento e degradação não sejam as mais representativas nas categorias de transição, a principal fonte de emissões de CO<sub>2</sub> do setor de Uso da terra, mudança do uso da terra e florestas é proveniente dessas conversões. As emissões líquidas das demais transições são, na verdade, negativas o que significa que elas removem mais CO<sub>2</sub> do que emitem. A avaliação de emissões líquidas para o ano de 2005 segue a mesma tendência da avaliação relacionada às áreas mapeadas: as emissões líquidas de desmatamento estimadas pelo Terceiro Inventário foram maiores em 63%, em relação ao Segundo Inventário (Figura 11). Da mesma forma, as emissões provenientes do corte seletivo de madeira em áreas florestais - degradação florestal- foram maiores nesse Inventário.

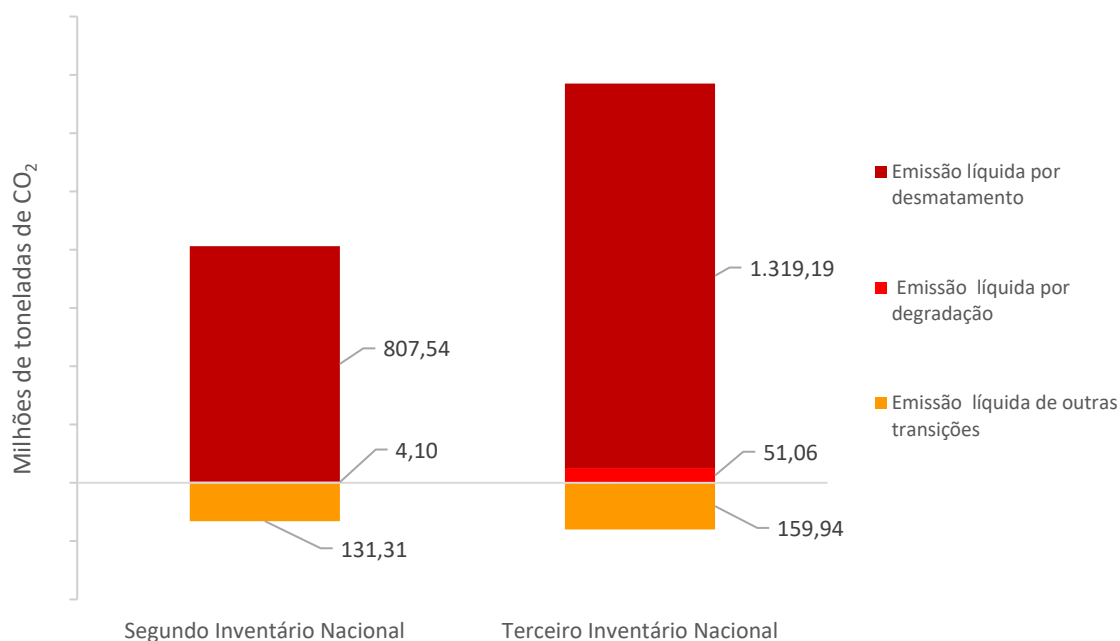


Figura 11- Emissões líquidas estimadas em 2005 pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional na Amazônia

#### 4.2.2.2. Mapa de cobertura e uso do solo – Caatinga

Para calcular as emissões de 2005 da Caatinga, o Segundo Inventário utilizou mapas de cobertura e uso da terra de 1994 e 2002 e, o Terceiro Inventário, mapas de 2002 a 2010. Da mesma forma que no bioma Amazônia, embora as emissões das transições de rios (A), lagos e reservatórios (Res) para outros usos não sejam incluídas nas estimativas, uma vez que não geram emissões, muitas delas foram identificadas no Terceiro Inventário (Tabela 13). Também foram visualizadas as transições de floresta secundária, campo secundário e reflorestamento para outros usos, o que não foi possível detectar no mapeamento do Segundo Inventário. Áreas de transição de polígonos classificados como não observados para demais usos e vice-versa visualizadas por esse documento, em contrapartida, foram bastante altas devido à cobertura por nuvens nas imagens de mapeamento.

Tabela 13- Transições no uso da terra no bioma Caatinga relatados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional e suas diferenças.

<b>Bioma</b>	<b>Uso inicial</b>	<b>Uso final</b>	<b>Área estimada pelo II Inventário em 2005 (ha)</b>	<b>Área estimada pelo III Inventário em 2005 (ha)</b>	<b>Diferença (ha)</b>
Caatinga	A	A	34.743,38	16.711,58	- 18.031,8
Caatinga	A	Ac		228,95	228,9
Caatinga	A	Ap		631,94	631,9
Caatinga	A	FM		109,24	109,2
Caatinga	A	FNM		973,38	973,4
Caatinga	A	Fsec		4,59	4,6
Caatinga	A	GNM		13,86	13,9
Caatinga	A	Gsec		0,36	0,4
Caatinga	A	NO		2.146,76	2.146,8
Caatinga	A	O	5,50	520,76	515,3
Caatinga	A	Ref		1,22	1,2
Caatinga	A	Res	32,25	803,28	771,0
Caatinga	A	S		20,01	20,0
Caatinga	Ac	A		639,80	639,8
Caatinga	Ac	Ac	1.559.802,21	496.538,34	- 1.063.263,9
Caatinga	Ac	Ap	4.839,97	12.015,82	7.175,8
Caatinga	Ac	Fsec		79.840,07	79.840,1
Caatinga	Ac	Gsec		2.590,69	2.590,7
Caatinga	Ac	NO		42.606,17	42.606,2
Caatinga	Ac	O	92,11	668,90	576,8
Caatinga	Ac	Ref	287,71	131,44	- 156,3
Caatinga	Ac	Res		1.940,09	1.940,1
Caatinga	Ac	S	885,02	2.137,40	1.252,4
Caatinga	Ap	A		3.683,52	3.683,5
Caatinga	Ap	Ac	5.856,40	67.593,49	61.737,1
Caatinga	Ap	Ap	2.115.964,47	1.870.151,33	- 245.813,1
Caatinga	Ap	Fsec	19.844,26	742.337,68	722.493,4
Caatinga	Ap	Gsec		14.186,76	14.186,8
Caatinga	Ap	NO		452.687,03	452.687,0
Caatinga	Ap	O	188,04	706,17	518,1

Caatinga	Ap	Ref	165,36	850,15	684,8
Caatinga	Ap	Res	0,08	10.359,97	10.359,9
Caatinga	Ap	S	1.090,39	5.732,63	4.642,2
Caatinga	FM	A		399,55	399,5
Caatinga	FM	Ac	30,04	5.985,32	5.955,3
Caatinga	FM	Ap	1.477,57	12.810,30	11.332,7
Caatinga	FM	FM	47.388,47	479.163,83	431.775,4
Caatinga	FM	NO		25.873,03	25.873,0
Caatinga	FM	O		245,47	245,5
Caatinga	FM	Res		243,15	243,1
Caatinga	FM	S		120,97	121,0
Caatinga	FNM	A		5.940,06	5.940,1
Caatinga	FNM	Ac	195.614,73	84.206,03	- 111.408,7
Caatinga	FNM	Ap	373.516,28	381.066,94	7.550,7
Caatinga	FNM	FM	377.255,59	123.744,11	- 253.511,5
Caatinga	FNM	FNM	5.356.483,31	5.338.050,35	-18.433,0
Caatinga	FNM	NO		364.624,84	364.624,8
Caatinga	FNM	O	383,32	5.704,52	5.321,2
Caatinga	FNM	Ref	151,71	1.200,38	1.048,7
Caatinga	FNM	Res	0,69	19.682,99	19.682,3
Caatinga	FNM	S	695,53	1.745,00	1.049,5
Caatinga	Fsec	A		164,26	164,3
Caatinga	Fsec	Ac		3.101,34	3.101,3
Caatinga	Fsec	Ap		9.673,18	9.673,2
Caatinga	Fsec	Fsec		90.495,04	90.495,0
Caatinga	Fsec	NO		3.555,79	3.555,8
Caatinga	Fsec	O		16,66	16,7
Caatinga	Fsec	Ref		32,64	32,6
Caatinga	Fsec	Res		142,01	142,0
Caatinga	Fsec	S		94,89	94,9
Caatinga	GM	A		0,77	0,8
Caatinga	GM	Ac		0,35	0,4
Caatinga	GM	Ap	738,76	77,34	- 661,4
Caatinga	GM	GM	14.867,29	18.398,39	3.531,1
Caatinga	GM	NO		4.835,15	4.835,1

Caatinga	GNM	A		400,91	400,9
Caatinga	GNM	Ac	3.796,60	4.047,31	250,7
Caatinga	GNM	Ap	13.994,25	4.397,44	- 9.596,8
Caatinga	GNM	GM	4.398,51	3.098,88	- 1.299,6
Caatinga	GNM	GNM	113.268,57	158.833,42	45.564,8
Caatinga	GNM	NO		5.178,76	5.178,8
Caatinga	GNM	O	4,44	193,33	188,9
Caatinga	GNM	Ref	0,95	172,29	171,3
Caatinga	GNM	Res	0,04	2.612,78	2.612,7
Caatinga	GNM	S	16,57	74,52	58,0
Caatinga	Gsec	Ac		131,46	131,5
Caatinga	Gsec	Ap		593,38	593,4
Caatinga	Gsec	Gsec		1.788,03	1.788,0
Caatinga	Gsec	NO		14,90	14,9
Caatinga	Gsec	Ref		35,30	35,3
Caatinga	Gsec	Res		87,68	87,7
Caatinga	NO	A		146,26	146,3
Caatinga	NO	Ac		5.183,10	5.183,1
Caatinga	NO	Ap		15.757,56	15.757,6
Caatinga	NO	FM		248,40	248,4
Caatinga	NO	FNM		4.764,83	4.764,8
Caatinga	NO	Fsec		7.007,30	7.007,3
Caatinga	NO	GNM		15,92	15,9
Caatinga	NO	Gsec		54,74	54,7
Caatinga	NO	NO		20.427,34	20.427,3
Caatinga	NO	Ref		55,30	55,3
Caatinga	NO	Res		79,99	80,0
Caatinga	NO	S		117,02	117,0
Caatinga	O	A	0,05	27,31	27,3
Caatinga	O	Ac	84,75	240,79	156,0
Caatinga	O	Ap	0,65	222,43	221,8
Caatinga	O	Fsec		741,23	741,2
Caatinga	O	NO		236,96	237,0
Caatinga	O	O	14.152,46	14.334,73	182,3
Caatinga	O	Res		235,84	235,8

Caatinga	O	S	0,01	19,08	19,1
Caatinga	Ref	A		3,15	3,2
Caatinga	Ref	Ac		429,04	429,0
Caatinga	Ref	Ap		628,25	628,2
Caatinga	Ref	Fsec		711,46	711,5
Caatinga	Ref	Gsec		132,60	132,6
Caatinga	Ref	NO		2.323,86	2.323,9
Caatinga	Ref	Ref	12.045,93	9.292,53	- 2.753,4
Caatinga	Ref	S		0,07	0,1
Caatinga	Res	A		509,87	509,9
Caatinga	Res	Ac		212,02	212,0
Caatinga	Res	Ap		362,41	362,4
Caatinga	Res	Fsec		1.986,92	1.986,9
Caatinga	Res	Gsec		18,91	18,9
Caatinga	Res	NO		830,88	830,9
Caatinga	Res	O		216,73	216,7
Caatinga	Res	Res	45.808,75	63.843,24	18.034,5
Caatinga	Res	S		1,62	1,6
Caatinga	S	NO		286,82	286,8
Caatinga	S	S	28.669,38	33.221,53	4.552,2

Legenda: FNM-Floresta primária não manejada, FM-Floresta primária manejada, Fsec-Floresta secundária, CS-Corte seletivo, Ref- Reflorestamento, GNM- Campo primário não manejado, GM- Campo primário manejado, Gsec - Campo secundário, Ap- Pastagem, Ac- Área agrícola, S- Área urbana, A- Rios e lagos, Res-Reservatórios, O- Outros usos, NO- Área não observada

As áreas desmatadas estimadas por ambos Inventários permaneceram essencialmente as mesmas. Em contrapartida, as áreas das demais transições mais que triplicaram na no Terceiro Inventário (Figura 12). As mesmas tendências podem ser observadas para as emissões de CO<sub>2</sub> (Figura 13).

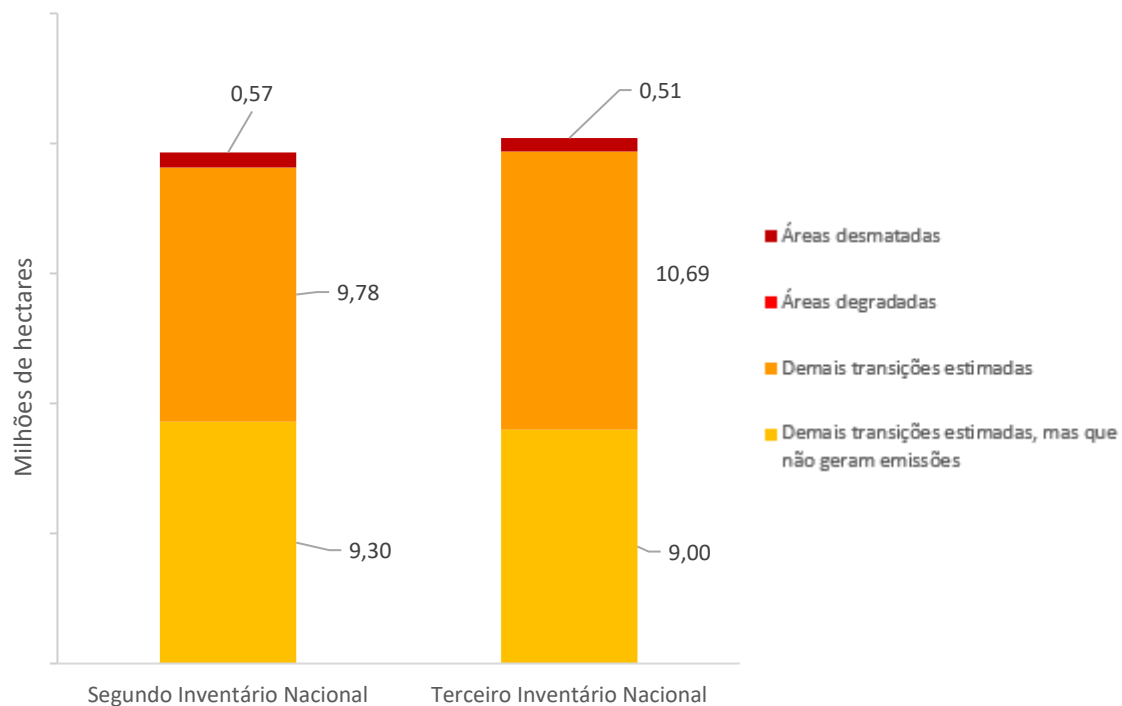


Figura 12- Áreas estimadas em hectares pelo Segundo e Terceiro Inventário em 2005 na Caatinga

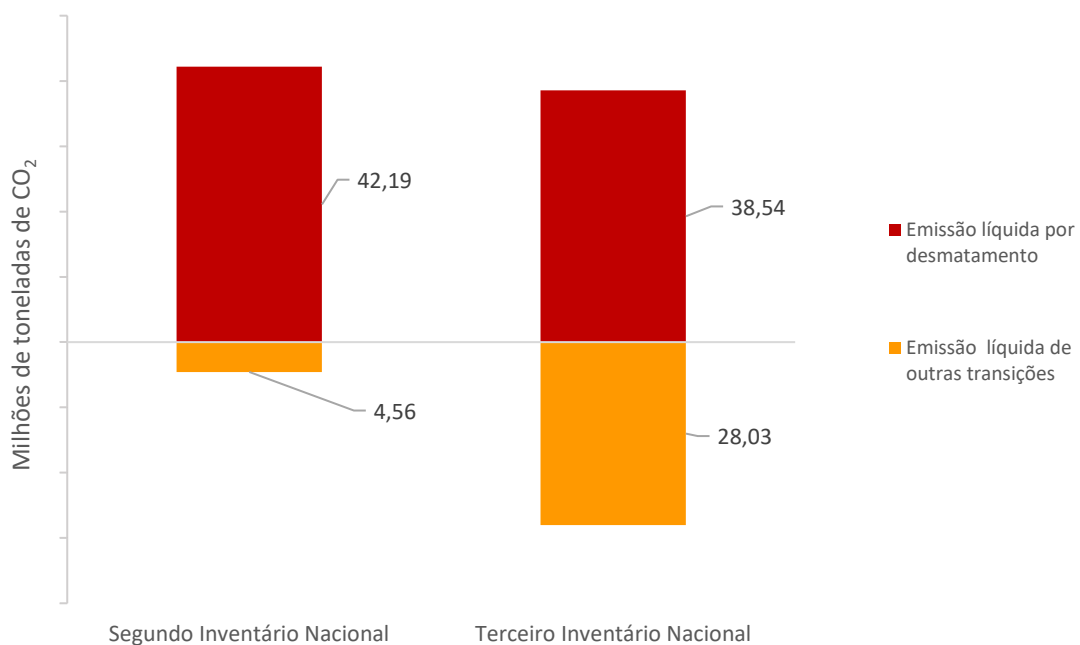


Figura 13- Emissões líquidas estimadas em 2005 pelo Segundo e Terceiro Inventário na Caatinga



#### 4.2.2.3. Mapa de cobertura e uso do solo – Cerrado

As matrizes de transições do Cerrado desenvolvidas no Segundo e Terceiro Inventário foram construídas com base nos mapas de 1994-2002 e 2002-2010, respectivamente. Nos mapas de cobertura e uso do solo utilizados pelo Terceiro Inventário foram detectadas áreas mais extensas em recuperação no Cerrado do que no Inventário anterior. Exemplo dessas conversões incluem áreas agrícolas (Ac) e de pastagem (Ap) convertidas para florestas e campos secundários (Fsec e Gsec) (Tabela 14). Em contrapartida, as áreas de conversão de áreas não observadas (NO) para demais usos e vice-versa foram substancialmente maiores nos mapas utilizados pelo Terceiro Inventário.

Tabela 14- Transições no uso da terra no Cerrado relatados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional e suas diferenças.

<b>Bioma</b>	<b>Uso inicial</b>	<b>Uso final</b>	<b>Área estimada pelo II Inventário em 2005 (ha)</b>	<b>Área estimada pelo III Inventário em 2005 (ha)</b>	<b>Diferença (ha)</b>
Cerrado	A	A	65.021,72	76.495,07	11.473,3
Cerrado	A	Ac		188,27	188,3
Cerrado	A	Ap		1.289,15	1.289,2
Cerrado	A	FM		1.463,65	1.463,6
Cerrado	A	FNM		3.119,18	3.119,2
Cerrado	A	Fsec		24,85	24,9
Cerrado	A	GM		756,76	756,8
Cerrado	A	GNM		1.832,35	1.832,4
Cerrado	A	Gsec		26,95	26,9
Cerrado	A	NO		69,98	70,0
Cerrado	A	O		27,96	28,0
Cerrado	A	Ref		6,23	6,2
Cerrado	A	Res		9.354,27	9.354,3
Cerrado	A	S		32,38	32,4
Cerrado	Ac	A		775,66	775,7
Cerrado	Ac	Ac	4.652.143,28	3.107.830,95	- 1.544.312,3
Cerrado	Ac	Ap	151.251,61	407.455,91	256.204,3
Cerrado	Ac	Fsec	29,85	15.300,28	15.270,4
Cerrado	Ac	Gsec	0,01	10.699,74	10.699,7
Cerrado	Ac	NO		83,97	84,0

Cerrado	Ac	O	0,28	143,85	143,6
Cerrado	Ac	Ref	6.538,57	28.839,76	22.301,2
Cerrado	Ac	Res	0,02	812,85	812,8
Cerrado	Ac	S	9.568,56	7.833,21	- 1.735,4
Cerrado	Ap	A		1.897,32	1.897,3
Cerrado	Ap	Ac	157.988,56	395.421,61	237.433,1
Cerrado	Ap	Ap	1.758.459,91	6.358.194,32	4.599.734,4
Cerrado	Ap	Fsec	6,90	380.541,09	380.534,2
Cerrado	Ap	Gsec	0,13	166.751,55	166.751,4
Cerrado	Ap	NO	6,87	2.133,18	2.126,3
Cerrado	Ap	O	14,52	1.234,36	1.219,8
Cerrado	Ap	Ref	3.222,30	84.764,23	81.541,9
Cerrado	Ap	Res		8.258,05	8.258,0
Cerrado	Ap	S	6.900,52	10.297,61	3.397,1
Cerrado	FM	A		1.101,94	1.101,9
Cerrado	FM	Ac	881,85	6.486,94	5.605,1
Cerrado	FM	Ap	4.756,18	46.938,30	42.182,1
Cerrado	FM	FM	572.645,11	1.553.945,67	981.300,6
Cerrado	FM	NO		10.918,29	10.918,3
Cerrado	FM	O		53,22	53,2
Cerrado	FM	Ref	551,46	1.225,30	673,8
Cerrado	FM	Res		3.554,88	3.554,9
Cerrado	FM	S	654,01	323,26	- 330,7
Cerrado	FNM	A		12.268,29	12.268,3
Cerrado	FNM	Ac	365.754,59	296.159,90	- 69.594,7
Cerrado	FNM	Ap	443.049,70	968.770,39	525.720,7
Cerrado	FNM	CS	3,98		- 4,0
Cerrado	FNM	FM	524.378,99	164.747,81	- 359.631,2
Cerrado	FNM	FNM	6.664.886,03	8.567.878,56	1.902.992,5
Cerrado	FNM	NO	28,57	5.886,72	5.858,1
Cerrado	FNM	O	44,83	827,60	782,8
Cerrado	FNM	Ref	5.626,32	25.341,20	19.714,9
Cerrado	FNM	Res	3,59	21.981,78	21.978,2
Cerrado	FNM	S	7.192,61	3.391,24	- 3.801,4
Cerrado	Fsec	A		60,63	60,6

Cerrado	Fsec	Ac	0,70	5.857,52	5.856,8
Cerrado	Fsec	Ap	119,92	13.693,11	13.573,2
Cerrado	Fsec	Fsec	1,11	111.571,13	111.570,0
Cerrado	Fsec	O		5,90	5,9
Cerrado	Fsec	Ref	0,63	1.145,49	1.144,9
Cerrado	Fsec	Res		125,86	125,9
Cerrado	Fsec	S		42,51	42,5
Cerrado	GM	A		221,20	221,2
Cerrado	GM	Ac	5.716,89	4.227,69	- 1.489,2
Cerrado	GM	Ap	1.026,79	29.279,49	28.252,7
Cerrado	GM	GM	252.328,42	956.613,71	704.285,3
Cerrado	GM	NO		2.260,27	2.260,3
Cerrado	GM	O		23,33	23,3
Cerrado	GM	Ref	9,18	197,36	188,2
Cerrado	GM	Res		1.992,06	1.992,1
Cerrado	GM	S	13,00	450,71	437,7
Cerrado	GNM	A		5.263,01	5.263,0
Cerrado	GNM	Ac	197.099,98	108.161,50	- 88.938,5
Cerrado	GNM	Ap	169.901,12	423.702,90	253.801,8
Cerrado	GNM	GM	456.142,14	127.423,76	- 328.718,4
Cerrado	GNM	GNM	2.987.386,82	3.885.406,41	898.019,6
Cerrado	GNM	NO		4.020,34	4.020,3
Cerrado	GNM	O	33,53	553,06	519,5
Cerrado	GNM	Ref	1.509,98	16.044,94	14.535,0
Cerrado	GNM	Res	0,02	16.922,35	16.922,3
Cerrado	GNM	S	2.958,22	1.466,54	- 1.491,7
Cerrado	Gsec	A		33,23	33,2
Cerrado	Gsec	Ac		3.757,87	3.757,9
Cerrado	Gsec	Ap	239,41	9.003,85	8.764,4
Cerrado	Gsec	Gsec	6,03	50.149,53	50.143,5
Cerrado	Gsec	NO		0,61	0,6
Cerrado	Gsec	O		7,62	7,6
Cerrado	Gsec	Ref		1.326,99	1.327,0
Cerrado	Gsec	Res		44,06	44,1
Cerrado	Gsec	S		20,38	20,4

Cerrado	NO	A		11,96	12,0
Cerrado	NO	Ac	10.223,22	1.737,87	- 8.485,3
Cerrado	NO	Ap	772,99	20.796,51	20.023,5
Cerrado	NO	FNM		719,95	720,0
Cerrado	NO	Fsec	0,10	466,92	466,8
Cerrado	NO	GM		1,31	1,3
Cerrado	NO	GNM		898,33	898,3
Cerrado	NO	Gsec		689,19	689,2
Cerrado	NO	NO		3,35	3,3
Cerrado	NO	Ref	249,58	421,13	171,5
Cerrado	NO	S	121,83	168,16	46,3
Cerrado	O	A	0,32	3,59	3,3
Cerrado	O	Ac		0,47	0,5
Cerrado	O	Ap		308,13	308,1
Cerrado	O	Fsec		59,94	59,9
Cerrado	O	Gsec		13,11	13,1
Cerrado	O	O	705,57	15.478,62	14.773,1
Cerrado	O	Ref		48,78	48,8
Cerrado	O	Res		13,26	13,3
Cerrado	O	S	55,35	38,75	- 16,6
Cerrado	Ref	A		47,49	47,5
Cerrado	Ref	Ac	5.232,87	32.353,87	27.121,0
Cerrado	Ref	Ap	7.261,85	32.490,61	25.228,8
Cerrado	Ref	Fsec		10.468,92	10.468,9
Cerrado	Ref	Gsec		2.054,25	2.054,3
Cerrado	Ref	NO		962,17	962,2
Cerrado	Ref	O		40,80	40,8
Cerrado	Ref	Ref	202.279,23	226.423,99	24.144,8
Cerrado	Ref	Res		39,70	39,7
Cerrado	Ref	S	14,45	122,79	108,3
Cerrado	Res	A		947,10	947,1
Cerrado	Res	Ac		50,76	50,8
Cerrado	Res	Ap		957,77	957,8
Cerrado	Res	Fsec		107,05	107,0
Cerrado	Res	Gsec		70,44	70,4

Cerrado	Res	NO		0,01	0,0
Cerrado	Res	Ref		2,32	2,3
Cerrado	Res	Res	30.296,11	46.486,36	16.190,3
Cerrado	Res	S		4,90	4,9
Cerrado	S	S	50.224,47	109.677,58	59.453,1

Legenda: FNM-Floresta primária não manejada, FM-Floresta primária manejada, Fsec-Floresta secundária, CS-Corte seletivo, Ref- Reflorestamento, GNM- Campo primário não manejado, GM- Campo primário manejado, Gsec - Campo secundário, Ap- Pastagem, Ac- Área agrícola, S- Área urbana, A- Rios e lagos, Res- Reservatórios, O- Outros usos, NO- Área não observada

Com relação às áreas e às emissões líquidas estimadas para 2005, observa-se a mesma tendência dos biomas anteriores de, ainda que as áreas de desmatamento sejam menores que as demais transições, elas são responsáveis pela maior parte das emissões (Figura 14, Figura 15). Embora nesse ano as emissões provenientes do desmatamento tenham sido semelhantes entre as estimativas do Segundo e Terceiro Inventário, a área estimada pelos dois Inventários foi bastante distinta. Nesse último documento, a área desmatada no Cerrado foi 65% maior do que a estimada no Inventário anterior. Uma possibilidade que justifique a diferença entre área e emissão é que, embora a área de desmatamento tenha sido maior no Terceiro Inventário, o estoque de carbono ponderado adotado por esse documento foi reduzido em 24% em relação aos valores usados no Segundo Inventário

Já em relação às emissões das demais transições, observam-se tendências contrárias: no Segundo inventário as emissões brutas foram maiores que as remoções, enquanto no Terceiro isso se inverteu, o que resultou em emissões líquidas negativas. Uma possível explicação para tal resultado pode estar relacionada à maior concentração de áreas em regeneração e de florestas manejadas permanecendo florestas manejadas nos mapas do Terceiro Inventário.

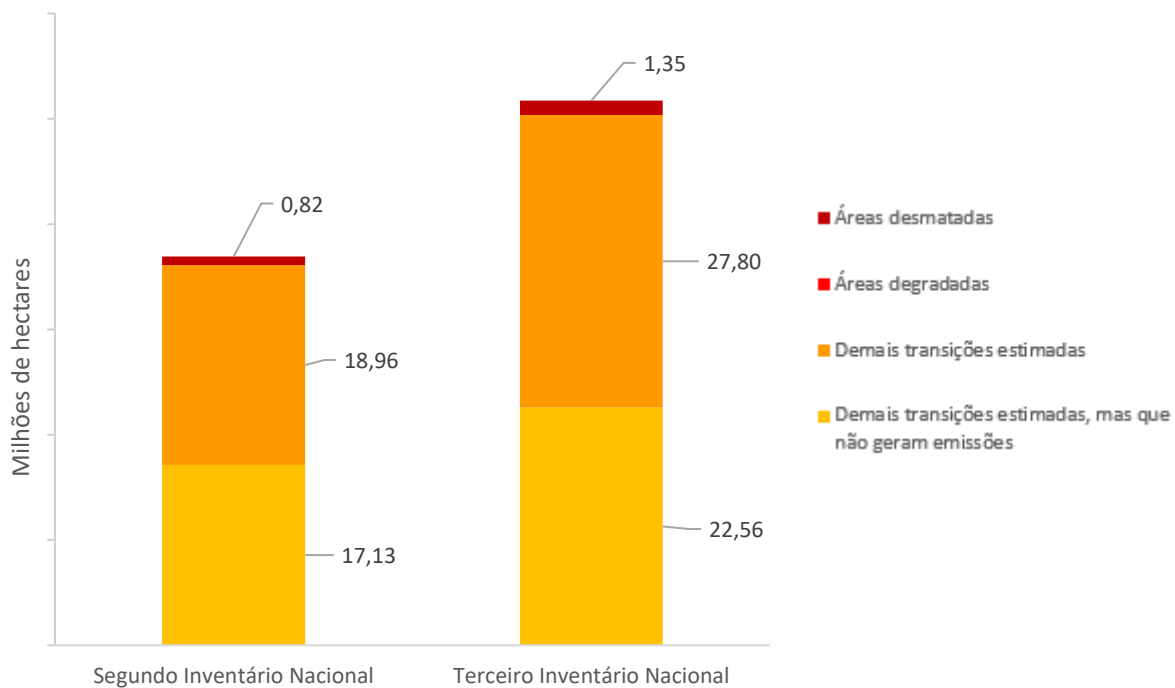


Figura 14-Áreas estimadas em 2005 pelo Segundo e Terceiro Inventário no Cerrado

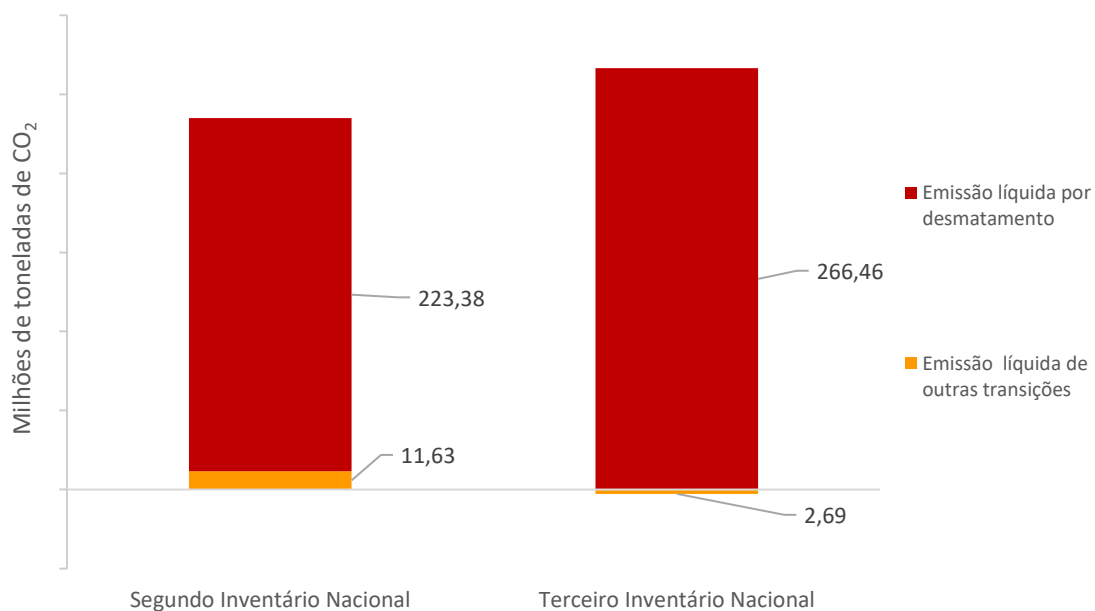


Figura 15-Emissões líquidas estimadas em 2005 pelo Segundo e Terceiro Inventário no Cerrado

#### 4.2.2.4. Mapa de cobertura e uso do solo – Mata Atlântica

As matrizes de transições da Mata Atlântica desenvolvidas no Segundo e Terceiro Inventário foram construídas com base nos mapas de 1994-2002 e 2002-2010, respectivamente. Assim como no Cerrado, as áreas agrícolas e de pastagem em regeneração detectados pelos mapas do Terceiro Inventário foram mais extensas (Tabela 15). Entretanto, nesse mesmo documento, foram observadas áreas de transição de campo manejado para outros usos que não haviam sido incluídas no Inventário anterior e áreas mais extensas de florestas manejadas e não manejadas convertidas para outros usos.

Tabela 15- Transições no uso da terra na Mata Atlântica relatados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional e suas diferenças.

<b>Bioma</b>	<b>Uso inicial</b>	<b>Uso final</b>	<b>Área estimada pelo II Inventário em 2005 (ha)</b>	<b>Área estimada pelo III Inventário em 2005 (ha)</b>	<b>Diferença (ha)</b>
Mata Atlântica	A	A	64.768,25	64.578,79	-189,5
Mata Atlântica	A	Ac		1.129,71	1.129,7
Mata Atlântica	A	Ap		1.308,72	1.308,7
Mata Atlântica	A	FM		1.568,55	1.568,5
Mata Atlântica	A	FNM		2.898,62	2.898,6
Mata Atlântica	A	Fsec		34,92	34,9
Mata Atlântica	A	GNM		122,81	122,8
Mata Atlântica	A	Gsec		0,63	0,6
Mata Atlântica	A	NO		1.826,59	1.826,6
Mata Atlântica	A	O	2,50	58,00	55,5
Mata Atlântica	A	Ref		76,53	76,5
Mata Atlântica	A	Res	18,13	1.969,83	1.951,7
Mata Atlântica	A	S		264,27	264,3
Mata Atlântica	Ac	A		4.441,47	4.441,5
Mata Atlântica	Ac	Ac	3.852.594,17	2.637.596,17	-1.214.998,0

Mata Atântica	Ac	Ap	22.833,09	271.991,23	249.158,1
Mata Atântica	Ac	Fsec	245,15	94.974,37	94.729,2
Mata Atântica	Ac	Gsec	7,45	9.238,50	9.231,0
Mata Atântica	Ac	NO		26.257,22	26.257,2
Mata Atântica	Ac	O		490,73	490,7
Mata Atântica	Ac	Ref	1.743,75	30.317,71	28.574,0
Mata Atântica	Ac	Res	96,47	1.564,88	1.468,4
Mata Atântica	Ac	S	14.159,25	12.705,75	- 1.453,5
Mata Atântica	Ap	A		6.521,75	6.521,7
Mata Atântica	Ap	Ac	23.569,35	1.116.390,86	1.092.821,5
Mata Atântica	Ap	Ap	5.252.797,54	5.036.741,69	- 216.055,8
Mata Atântica	Ap	Fsec	7.188,86	537.919,92	530.731,1
Mata Atântica	Ap	Gsec	633,86	34.464,38	33.830,5
Mata Atântica	Ap	NO		359.173,92	359.173,9
Mata Atântica	Ap	O	0,00	2.800,32	2.800,3
Mata Atântica	Ap	Ref	5.178,49	176.077,35	170.898,9
Mata Atântica	Ap	Res	200,47	4.967,48	4.767,0
Mata Atântica	Ap	S	14.471,21	35.708,52	21.237,3
Mata Atântica	FM	A		4.147,86	4.147,9
Mata Atântica	FM	Ac	146,87	8.168,63	8.021,8
Mata Atântica	FM	Ap	6.082,02	47.945,81	41.863,8
Mata Atântica	FM	FM	462.271,30	663.525,81	201.254,5
Mata Atântica	FM	NO		43.000,16	43.000,2
Mata Atântica	FM	O		1.406,05	1.406,0
Mata Atântica	FM	Ref	95,26	12.543,29	12.448,0



Mata Atântica	FM	Res	24,93	6.396,96	6.372,0
Mata Atântica	FM	S	1.794,13	2.023,44	229,3
Mata Atântica	FNM	A		19.886,85	19.886,8
Mata Atântica	FNM	Ac	12.718,46	161.544,30	148.825,8
Mata Atântica	FNM	Ap	195.320,68	361.101,71	165.781,0
Mata Atântica	FNM	FM	206.000,42	64.686,01	- 141.314,4
Mata Atântica	FNM	FNM	2.768.565,89	2.579.513,02	- 189.052,9
Mata Atântica	FNM	NO		179.209,33	179.209,3
Mata Atântica	FNM	O	29,41	1.181,57	1.152,2
Mata Atântica	FNM	Ref	1.512,20	96.218,45	94.706,2
Mata Atântica	FNM	Res	16.245,62	74.626,36	58.380,7
Mata Atântica	FNM	S	12.901,81	7.486,86	- 5.414,9
Mata Atântica	Fsec	A		341,41	341,4
Mata Atântica	Fsec	Ac	1,22	2.076,17	2.074,9
Mata Atântica	Fsec	Ap	0,48	8.176,44	8.176,0
Mata Atântica	Fsec	Fsec	110,82	96.968,08	96.857,3
Mata Atântica	Fsec	NO		587,61	587,6
Mata Atântica	Fsec	O		24,01	24,0
Mata Atântica	Fsec	Ref	0,00	4.590,13	4.590,1
Mata Atântica	Fsec	Res		1.371,83	1.371,8
Mata Atântica	Fsec	S		179,55	179,6
Mata Atântica	GM	A		66,40	66,4
Mata Atântica	GM	Ac		1.873,83	1.873,8
Mata Atântica	GM	Ap		1.512,24	1.512,2
Mata Atântica	GM	GM	18.238,22	27.573,48	9.335,3

Mata Atântica	GM	NO		42,87	42,9
Mata Atântica	GM	O		507,27	507,3
Mata Atântica	GM	Ref		1.905,80	1.905,8
Mata Atântica	GM	Res		22,93	22,9
Mata Atântica	GM	S	46,73	155,60	108,9
Mata Atântica	GNM	A		642,40	642,4
Mata Atântica	GNM	Ac	640,42	37.726,09	37.085,7
Mata Atântica	GNM	Ap	11.859,16	52.329,68	40.470,5
Mata Atântica	GNM	GM	9.677,86	7.140,33	- 2.537,5
Mata Atântica	GNM	GNM	424.877,05	328.715,07	- 96.162,0
Mata Atântica	GNM	NO		3.157,91	3.157,9
Mata Atântica	GNM	O		871,81	871,8
Mata Atântica	GNM	Ref	1.091,34	20.864,32	19.773,0
Mata Atântica	GNM	Res	789,81	1.160,87	371,1
Mata Atântica	GNM	S	383,55	450,23	66,7
Mata Atântica	Gsec	A		77,09	77,1
Mata Atântica	Gsec	Ac		185,27	185,3
Mata Atântica	Gsec	Ap	26,53	649,31	622,8
Mata Atântica	Gsec	Gsec	195,25	5.170,41	4.975,2
Mata Atântica	Gsec	NO		7,11	7,1
Mata Atântica	Gsec	Ref	13,96	647,48	633,5
Mata Atântica	Gsec	Res		6,64	6,6
Mata Atântica	Gsec	S		5,94	5,9
Mata Atântica	NO	A		95,93	95,9
Mata Atântica	NO	Ac		27.427,81	27.427,8

Mata Atântica	NO	Ap		21.281,76	21.281,8
Mata Atântica	NO	FM		679,64	679,6
Mata Atântica	NO	FNM		30.827,25	30.827,2
Mata Atântica	NO	Fsec		34.092,02	34.092,0
Mata Atântica	NO	GNM		1.516,16	1.516,2
Mata Atântica	NO	Gsec		1.497,64	1.497,6
Mata Atântica	NO	NO		23.433,99	23.434,0
Mata Atântica	NO	O		45,05	45,0
Mata Atântica	NO	Ref		4.033,18	4.033,2
Mata Atântica	NO	Res		106,05	106,0
Mata Atântica	NO	S		549,30	549,3
Mata Atântica	O	A	6,45	110,40	103,9
Mata Atântica	O	Ac	64,02	3,38	- 60,6
Mata Atântica	O	Ap	18,20	53,10	34,9
Mata Atântica	O	Fsec		24,15	24,1
Mata Atântica	O	Gsec		1,59	1,6
Mata Atântica	O	NO		52,68	52,7
Mata Atântica	O	O	1.274,18	1.969,32	695,1
Mata Atântica	O	Ref		0,31	0,3
Mata Atântica	O	Res		1,96	2,0
Mata Atântica	O	S	105,48	145,31	39,8
Mata Atântica	Ref	A		369,43	369,4
Mata Atântica	Ref	Ac	366,66	20.715,39	20.348,7
Mata Atântica	Ref	Ap	2.671,28	41.522,32	38.851,0
Mata Atântica	Ref	Fsec		46.525,71	46.525,7

Mata Atântica	Ref	Gsec		2.232,20	2.232,2
Mata Atântica	Ref	NO		12.689,78	12.689,8
Mata Atântica	Ref	O		144,93	144,9
Mata Atântica	Ref	Ref	363.344,86	290.624,91	- 72.720,0
Mata Atântica	Ref	Res	4,53	65,24	60,7
Mata Atântica	Ref	S	155,00	571,57	416,6
Mata Atântica	Res	A		1.964,78	1.964,8
Mata Atântica	Res	Ac		634,40	634,4
Mata Atântica	Res	Ap		867,41	867,4
Mata Atântica	Res	Fsec		343,28	343,3
Mata Atântica	Res	Gsec		9,92	9,9
Mata Atântica	Res	NO		445,05	445,1
Mata Atântica	Res	O		15,11	15,1
Mata Atântica	Res	Ref		12,87	12,9
Mata Atântica	Res	Res	31.901,13	79.647,76	47.746,6
Mata Atântica	Res	S		25,01	25,0
Mata Atântica	S	NO		492,57	492,6
Mata Atântica	S	S	162.222,38	248.605,23	86.382,9

Legenda: FNM-Floresta primária não manejada, FM-Floresta primária manejada, Fsec-Floresta secundária, CS-Corte seletivo, Ref- Reflorestamento, GNM- Campo primário não manejado, GM- Campo primário manejado, Gsec - Campo secundário, Ap- Pastagem, Ac- Área agrícola, S- Área urbana, A- Rios e lagos, Res- Reservatórios, O- Outros usos, NO- Área não observada

Embora as áreas de floresta não sejam tão significativas quanto na Amazônia, as conversões de desmatamento (FM, FNM para Ap, Ac, Res, S e O), estimadas pelo Terceiro Inventário Nacional foram 75% maior que a área do Segundo Inventário (Figura 16). Em resposta a essa expansão, as emissões líquidas de CO<sub>2</sub> por desmatamento aumentaram mais de 100% (Figura 17). Ainda que os objetivos e metodologias dos Inventários com outras iniciativas não seja, necessariamente, a mesma, é esperado que as tendências de redução da cobertura de vegetação nativa entre eles sejam semelhantes. Entre 2002 e 2010, o Terceiro

Inventário observou uma taxa de desmatamento médio de 547 mil hectares/ano, ao passo que o SOS Mata Atlântica, apontou uma taxa média de 30 mil hectares/ano de 2000 a 2010 (SOS Mata Atlântica, 2018).

Segundo as equipes dos Inventários, grande parte dessas diferenças, estão relacionadas a inconsistências no mapa de uso do solo de 2002, elaborado através do PROBIO. Uma das principais razões para o aumento do desmatamento entre 2002 e 2010 é que, no mapa de 2002 algumas áreas que já haviam sido desmatadas anteriormente, foram classificadas como florestas. Já no mapa de uso do solo de 2010, elaborado por outra equipe, essas áreas foram classificadas como outros usos que não floresta. Assim, os dados da matriz de transição de uso do solo de 2002 e 2010 mostram um desmatamento alto para esse período que, na verdade, aconteceu antes de 2002.

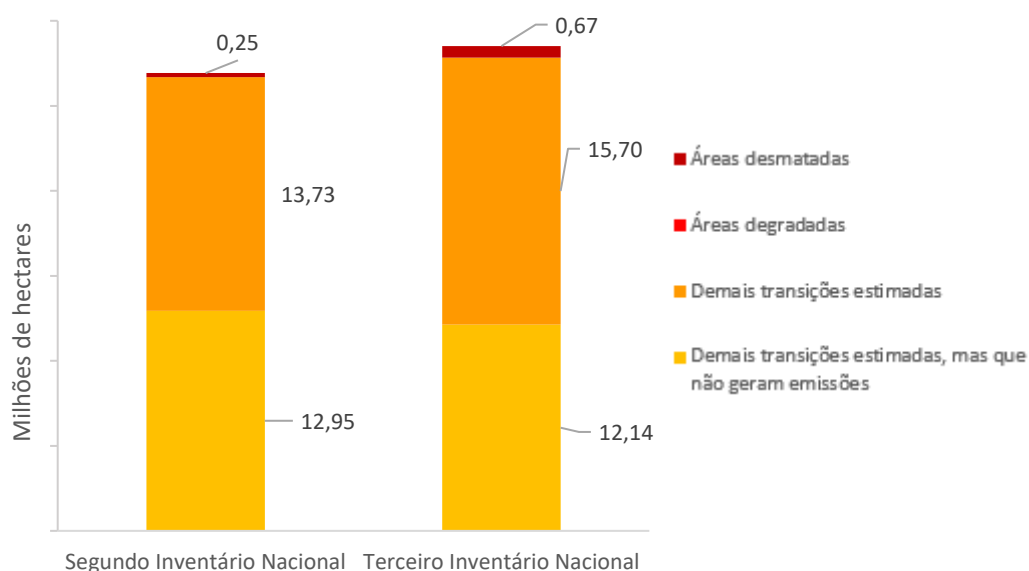


Figura 16- Áreas estimadas em 2005 pelo Segundo e Terceiro Inventário na Mata Atlântica

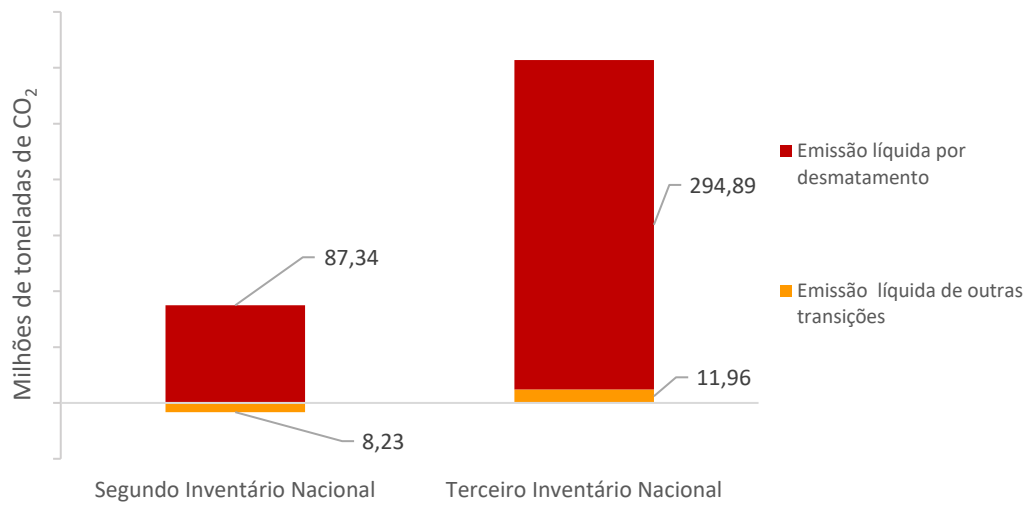


Figura 17- Emissões líquidas estimadas em 2005 pelo Segundo e Terceiro Inventário na Mata Atlântica

Na Figura 18 é apresentada uma imagem de Google Earth Pro da Mata Atlântica em 2002 e nas Figura 19 e Figura 20 essa mesma imagem sobreposta à classificação de uso da terra de 2002 e de 2010, respectivamente. Nela, é possível notar que, em 2002, um grande maciço dessa área foi classificado como floresta não manejada. Em 2010, porém, os polígonos dessa área foram diferenciados em pastagem, área não observada ou continuaram como floresta não manejada. Pela imagem original (Figura 18), percebe-se que os polígonos classificados como pastagem em 2010 provavelmente já eram áreas de não floresta em 2002. Isso significa que não houve desmatamento de floresta não manejada para pastagem (de 2002 para 2010), mas sim uma superestimação de áreas de formação florestal em 2002



Figura 18- Área de Mata Atlântica em 2002 extraída do Google Earth Pro



Figura 19- Área de Mata Atlântica em 2002 subposta à classificação de uso da terra no mesmo ano, cuja área em verde corresponde à floresta manejada.

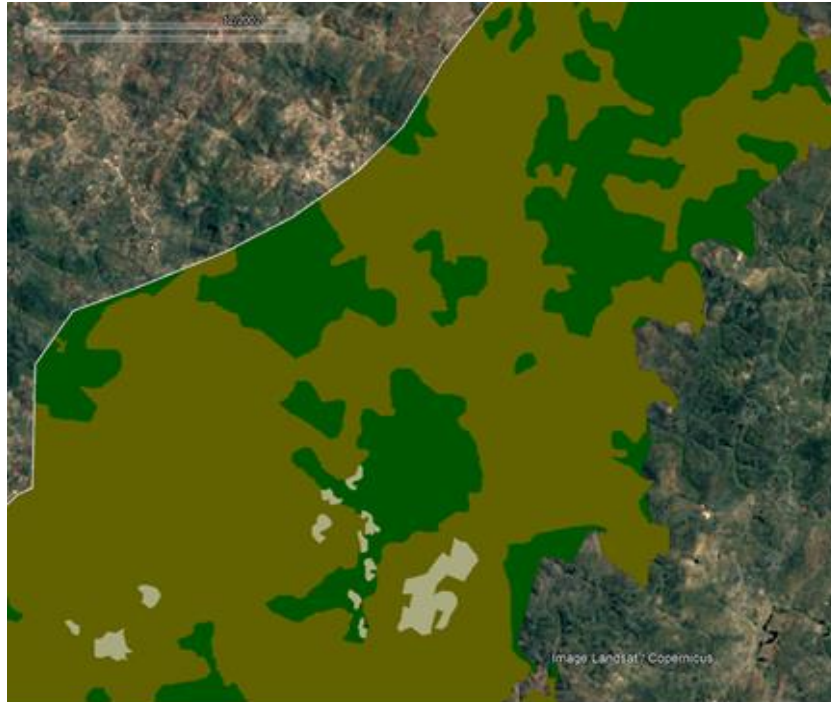


Figura 20- Área de Mata Atlântica em 2002 subposta à classificação de uso da terra em 2010. Área verde corresponde à floresta não manejada, área bege a áreas de pastagem e cinza, áreas não observadas.

Além de áreas que já estavam desmatadas em 2002 outras áreas foram erroneamente classificadas como floresta, como por exemplo, a represa Billings na grande São Paulo que foi classificada como floresta manejada e não manejada no mapa de uso do solo de 2002 (Figura 21, Figura 22, Figura 23). Em 2010, essas áreas foram corretamente classificadas como reservatórios e, portanto, a transição dos usos entre 2002 e 2010, não poderia ser considerada desmatamento.





Figura 21- Área da represa Billings e outros reservatórios na grande São Paulo em 2002, extraída do Google Earth Pro

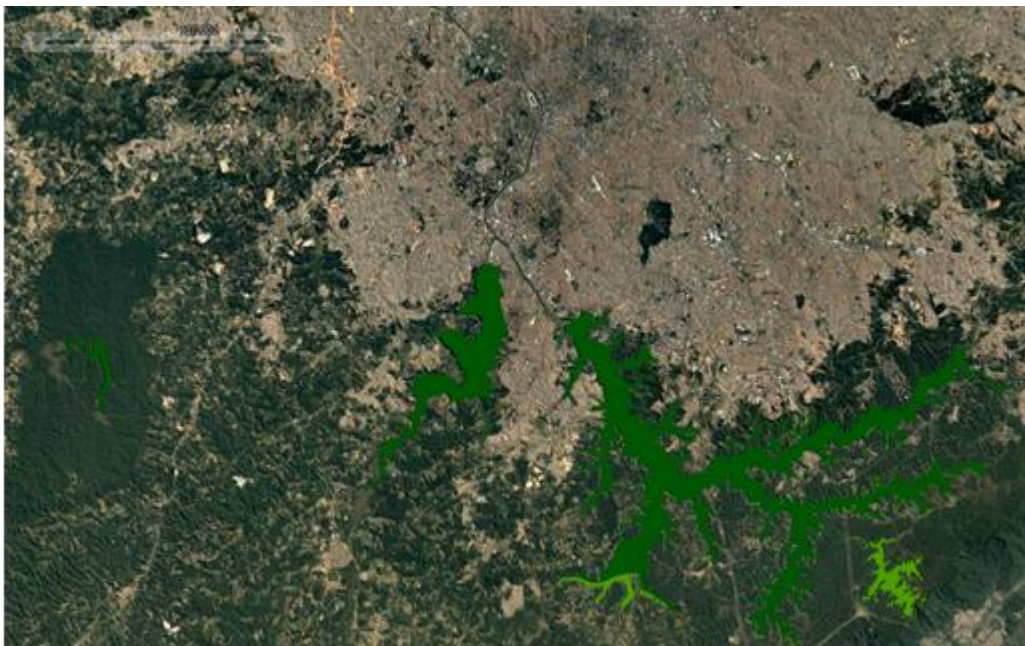


Figura 22- Área da represa Billings e outros reservatórios subpostos à classificação de uso da terra em 2002. Em verde escuro áreas classificadas como floresta não manejada e em verde claro áreas classificadas como floresta manejada

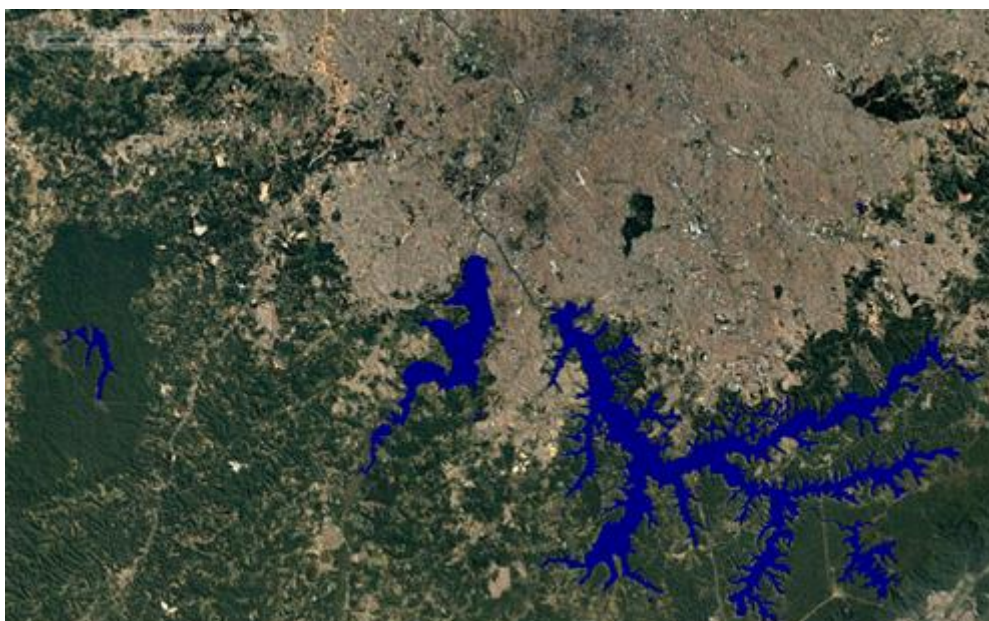


Figura 23- Área da represa Billings e outros reservatórios subpostos à classificação de uso da terra em 2010. Em azul, áreas classificadas como reservatórios.

#### 4.2.2.5. Mapa de cobertura e uso do solo – Pampa

As maiores diferenças percentuais entre os mapas de cobertura e uso do solo utilizados pelo Segundo e Terceiro Inventário para estimar as emissões de 2005 foram observadas no Pampa. O período de 1994 a 2002 coberto pelo Segundo Inventário incluiu poucas transições e, dessas, as áreas estimadas foram menores quando comparadas ao período seguinte – 2002 a 2010 – utilizado pelo Terceiro Inventário (Tabela 16). Além das conversões de campo manejado e campo secundário para os demais usos, observa-se que todas as transições de desmatamento de floresta manejada e floresta secundária foram visualizadas somente no mapeamento do último Inventário. Da mesma forma, a maior parte das conversões de agricultura, pastagem e reflorestamentos para outros usos estiveram presentes apenas nos mapas desse documento.

Tabela 16- Transições no uso da terra no Pampa relatados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional e suas diferenças.

<b>Bioma</b>	<b>Uso inicial</b>	<b>Uso final</b>	<b>Área estimada pelo II Inventário em 2005 (ha)</b>	<b>Área estimada pelo III Inventário em 2005 (ha)</b>	<b>Diferença (ha)</b>
Pampa	A	A	204.871,78	204.972,34	100,6
Pampa	A	Ac		13.394,41	13.394,4
Pampa	A	Ap		4.233,74	4.233,7

Pampa	A	FM		295,51	295,5
Pampa	A	FNM		3.803,71	3.803,7
Pampa	A	Fsec		138,76	138,8
Pampa	A	GM		3.301,59	3.301,6
Pampa	A	GNM		15.545,11	15.545,1
Pampa	A	Gsec		955,51	955,5
Pampa	A	NO		131,62	131,6
Pampa	A	O		882,15	882,1
Pampa	A	Ref		91,97	92,0
Pampa	A	Res		381,86	381,9
Pampa	A	S		54,28	54,3
Pampa	Ac	A		1.828,01	1.828,0
Pampa	Ac	Ac	396.671,90	408.043,41	11.371,5
Pampa	Ac	Ap	54,82	37.103,94	37.049,1
Pampa	Ac	Fsec		656,43	656,4
Pampa	Ac	Gsec		3.339,35	3.339,4
Pampa	Ac	NO		56,23	56,2
Pampa	Ac	Ref	0,18	1.475,38	1.475,2
Pampa	Ac	Res		161,53	161,5
Pampa	Ac	S	88,21	82,02	- 6,2
Pampa	Ap	A		1.665,10	1.665,1
Pampa	Ap	Ac	56,53	109.254,38	109.197,9
Pampa	Ap	Ap	548.743,63	419.191,41	- 129.552,2
Pampa	Ap	Fsec		3.334,14	3.334,1
Pampa	Ap	Gsec		6.332,86	6.332,9
Pampa	Ap	NO		399,05	399,0
Pampa	Ap	O		190,46	190,5
Pampa	Ap	Ref	4,27	32.098,70	32.094,4
Pampa	Ap	Res		328,31	328,3
Pampa	Ap	S	693,62	988,74	295,1
Pampa	FM	A		10,89	10,9
Pampa	FM	Ac		55,00	55,0
Pampa	FM	Ap		164,11	164,1
Pampa	FM	FM	9.309,33	4.593,14	- 4.716,2
Pampa	FM	NO		17,54	17,5

Pampa	FM	Ref		8,59	8,6
Pampa	FM	S		1,24	1,2
Pampa	FNM	A		1.049,20	1.049,2
Pampa	FNM	Ac	27,95	9.703,39	9.675,4
Pampa	FNM	Ap	9,61	49.238,32	49.228,7
Pampa	FNM	FM	2.500,17		- 2.500,2
Pampa	FNM	FNM	478.910,79	267.945,30	- 210.965,5
Pampa	FNM	NO		226,91	226,9
Pampa	FNM	O		104,83	104,8
Pampa	FNM	Ref	1,11	17.213,42	17.212,3
Pampa	FNM	Res		81,35	81,3
Pampa	FNM	S	99,01	170,43	71,4
Pampa	Fsec	A		8,63	8,6
Pampa	Fsec	Ac		1.620,33	1.620,3
Pampa	Fsec	Ap		2.640,02	2.640,0
Pampa	Fsec	Fsec		4.113,01	4.113,0
Pampa	Fsec	NO		32,44	32,4
Pampa	Fsec	Ref		282,30	282,3
Pampa	Fsec	Res		14,56	14,6
Pampa	Fsec	S		12,74	12,7
Pampa	GM	A		145,77	145,8
Pampa	GM	Ac		627,84	627,8
Pampa	GM	Ap		4.318,99	4.319,0
Pampa	GM	GM	34.282,02	37.021,23	2.739,2
Pampa	GM	NO		47,50	47,5
Pampa	GM	Ref		303,58	303,6
Pampa	GM	Res		0,64	0,6
Pampa	GM	S		0,52	0,5
Pampa	GNM	A		6.225,82	6.225,8
Pampa	GNM	Ac	1,07	75.665,28	75.664,2
Pampa	GNM	Ap	2,30	65.542,60	65.540,3
Pampa	GNM	GM	143,97	35,30	- 108,7
Pampa	GNM	GNM	497.775,92	348.631,58	- 149.144,3
Pampa	GNM	NO		210,31	210,3
Pampa	GNM	O		22,44	22,4

Pampa	GNM	Ref	0,01	7.682,82	7.682,8
Pampa	GNM	Res		479,74	479,7
Pampa	GNM	S	63,51	652,67	589,2
Pampa	Gsec	A		141,58	141,6
Pampa	Gsec	Ac		2.300,36	2.300,4
Pampa	Gsec	Ap		4.038,40	4.038,4
Pampa	Gsec	Gsec		14.136,80	14.136,8
Pampa	Gsec	NO		7,46	7,5
Pampa	Gsec	Ref		200,70	200,7
Pampa	Gsec	Res		25,28	25,3
Pampa	Gsec	S		8,85	8,8
Pampa	NO	A		33,99	34,0
Pampa	NO	Ac		645,55	645,5
Pampa	NO	Ap		903,55	903,6
Pampa	NO	FNM		1.305,10	1.305,1
Pampa	NO	Fsec		874,65	874,7
Pampa	NO	GNM		120,18	120,2
Pampa	NO	Gsec		50,48	50,5
Pampa	NO	Ref		97,96	98,0
Pampa	NO	S		12,05	12,0
Pampa	O	A		5,57	5,6
Pampa	O	Ac		107,15	107,2
Pampa	O	Ap	39,45	64,26	24,8
Pampa	O	Fsec		0,45	0,4
Pampa	O	Gsec		0,16	0,2
Pampa	O	O	16.208,59	15.982,11	- 226,5
Pampa	O	Ref	2,60	716,82	714,2
Pampa	O	Res		19,60	19,6
Pampa	O	S	0,65	104,45	103,8
Pampa	Ref	A		15,26	15,3
Pampa	Ref	Ac		272,81	272,8
Pampa	Ref	Ap		1.974,89	1.974,9
Pampa	Ref	Fsec		46,59	46,6
Pampa	Ref	Gsec		75,15	75,1
Pampa	Ref	NO		189,91	189,9

Pampa	Ref	O		26,67	26,7
Pampa	Ref	Ref	27.793,43	30.197,50	2.404,1
Pampa	Ref	Res		24,54	24,5
Pampa	Ref	S	1,57	29,02	27,4
Pampa	Res	A		543,65	543,6
Pampa	Res	Ac		46,08	46,1
Pampa	Res	Ap		31,54	31,5
Pampa	Res	Fsec		3,98	4,0
Pampa	Res	Gsec		66,49	66,5
Pampa	Res	Ref		0,93	0,9
Pampa	Res	Res	99,63	6.753,36	6.653,7
Pampa	S	S	14.609,63	16.200,94	1.591,3

Legenda: FNM-Floresta primária não manejada, FM-Floresta primária manejada, Fsec-Floresta secundária, CS-Corte seletivo, Ref- Reflorestamento, GNM- Campo primário não manejado, GM- Campo primário manejado, Gsec - Campo secundário, Ap- Pastagem, Ac- Área agrícola, S- Área urbana, A- Rios e lagos, Res-Reservatórios, O- Outros usos, NO- Área não observada

Analisando as diferenças de área por atividade de conversão, em 2005 haviam sido estimados pouco mais de 136 hectares de áreas desmatadas no Segundo Inventário, ao passo que no Terceiro, esse valor foi de aproximadamente 60 mil hectares. Um aumento ainda maior foi observado nas áreas das demais transições, cujos valores passaram de 12 mil hectares para 440 mil no Terceiro Inventário (Figura 24). Essas diferenças podem estar associadas ao fato de que no Segundo Inventário as áreas de 2005 foram feitas com base em uma projeção, ao passo que no Terceiro as transições foram mapeadas.

Embora as emissões desse bioma apresentem baixa contribuição para todo o setor, houve um aumento significativo das emissões entre o Segundo e Terceiro Inventário. Somente para o desmatamento, as emissões aumentaram de 41 mil para 13 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> (Figura 25).

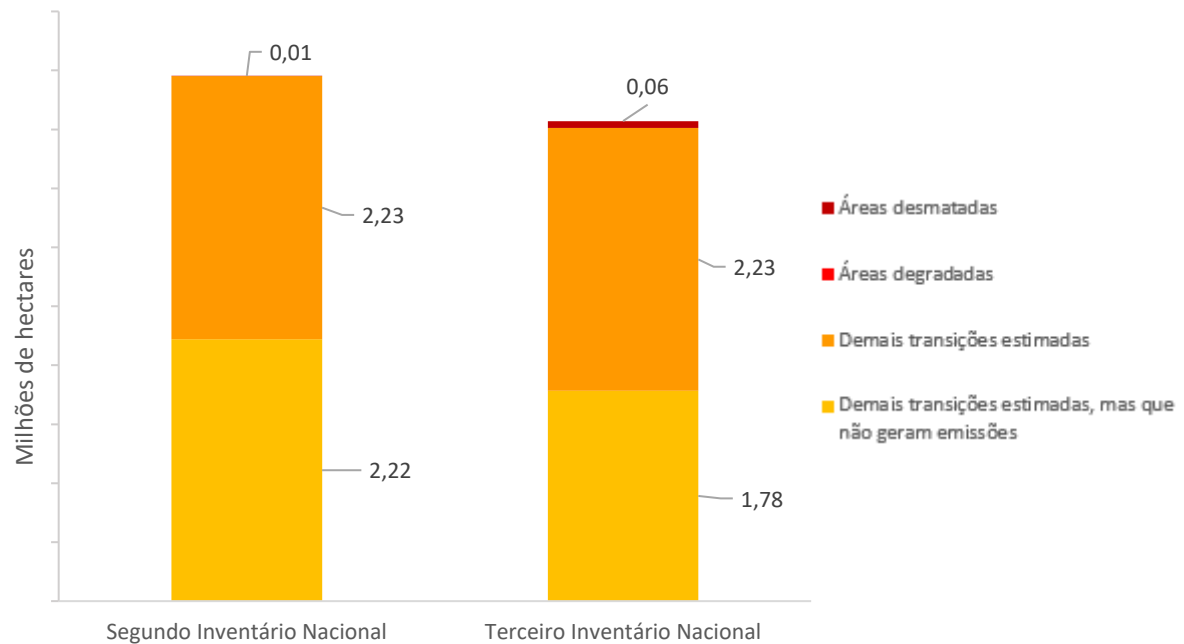


Figura 24- Áreas estimadas em 2005 pelo Segundo e Terceiro Inventário no Pampa

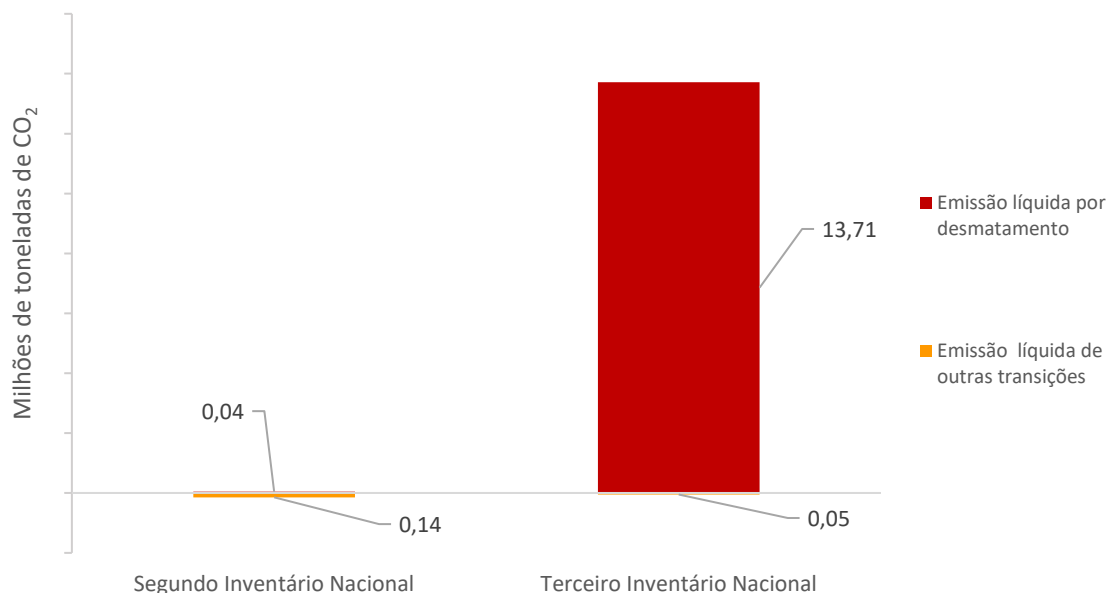


Figura 25- Emissões líquidas estimadas em 2005 pelo Segundo e Terceiro Inventário no Pampa

#### 4.2.2.6. Mapa de cobertura e uso do solo- Pantanal

Por fim, para o Pantanal, foram observadas poucas diferenças entre os mapas do Segundo e Terceiro Inventários (Tabela 17). Algumas transições foram detectadas somente nos mapas do último Inventário, como floresta secundária, campo secundário e reflorestamento para demais uso. Além dessas inclusões, as áreas de desmatamento de floresta manejada para áreas agrícolas, bem como áreas de regeneração de florestas e campo secundários, foram maiores no Terceiro Inventário. Por outro lado, as áreas de florestas não manejadas convertidas para outro uso foram menos representativas com relação ao Segundo Inventário.



Tabela 17- Transições no uso da terra no Pantanal relatados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional e suas diferenças.

<b>Bioma</b>	<b>Uso inicial</b>	<b>Uso final</b>	<b>Área estimada pelo II Inventário em 2005 (ha)</b>	<b>Área estimada pelo III Inventário em 2005 (ha)</b>	<b>Diferença (ha)</b>
Pantanal	A	A	65.634,38	80.840,86	15.206,5
Pantanal	A	Ap		96,01	96,0
Pantanal	A	FM		68,87	68,9
Pantanal	A	FNM		309,74	309,7
Pantanal	A	GM		64,84	64,8
Pantanal	A	GNM		1.584,12	1.584,1
Pantanal	A	O	0,38	1,60	1,2
Pantanal	A	Res	4,63	2,70	-1,9
Pantanal	Ac	A		0,40	0,4
Pantanal	Ac	Ac	5.393,74	756,85	- 4.636,9
Pantanal	Ac	Ap	9.333,57	2.829,27	- 6.504,3
Pantanal	Ac	Fsec	0,36	22,23	21,9
Pantanal	Ac	Gsec		0,18	0,2
Pantanal	Ac	O		0,02	0,0
Pantanal	Ac	Ref		240,00	240,0
Pantanal	Ap	A		185,47	185,5
Pantanal	Ap	Ac	5.628,36	1.562,77	- 4.065,6
Pantanal	Ap	Ap	106.174,29	255.200,77	149.026,5
Pantanal	Ap	Fsec	737,46	9.961,97	9.224,5
Pantanal	Ap	Gsec	34,56	5.874,01	5.839,4
Pantanal	Ap	O		235,20	235,2
Pantanal	Ap	Ref		267,23	267,2
Pantanal	Ap	Res		0,43	0,4
Pantanal	Ap	S	71,02	213,24	142,2
Pantanal	FM	A		131,24	131,2
Pantanal	FM	Ap	10,05	204,82	194,8
Pantanal	FM	FM	25.814,99	49.581,55	23.766,6
Pantanal	FNM	A		6.974,86	6.974,9
Pantanal	FNM	Ac	7.552,70	123,85	-7.428,9
Pantanal	FNM	Ap	74.179,70	83.864,46	9.684,8

Pantanal	FNM	FM	13.533,18	18.010,19	4.477,0
Pantanal	FNM	FNM	1.113.153,37	1.239.170,52	126.017,2
Pantanal	FNM	O	67,35	80,06	12,7
Pantanal	FNM	Ref		76,95	77,0
Pantanal	FNM	Res	3,95	10,60	6,6
Pantanal	FNM	S	329,83	92,57	- 237,3
Pantanal	Fsec	Ac		17,77	17,8
Pantanal	Fsec	Ap		1.516,61	1.516,6
Pantanal	Fsec	Fsec		3.993,43	3.993,4
Pantanal	GM	Ap		25,97	26,0
Pantanal	GM	GM	11.036,62	20.800,88	9.764,3
Pantanal	GNM	A		3.513,19	3.513,2
Pantanal	GNM	Ac	519,09	1,25	- 517,8
Pantanal	GNM	Ap	13.468,18	38.776,89	25.308,7
Pantanal	GNM	GM	6.081,40	732,84	-5.348,6
Pantanal	GNM	GNM	431.522,33	476.351,42	44.829,1
Pantanal	GNM	O		0,01	0,0
Pantanal	GNM	Ref		2,35	2,3
Pantanal	GNM	Res		0,15	0,2
Pantanal	GNM	S	1,25	5,55	4,3
Pantanal	Gsec	Ap		288,67	288,7
Pantanal	Gsec	Gsec		124,96	125,0
Pantanal	NO	Ap	16,50		-16,5
Pantanal	O	Ac	1,28	186,43	185,2
Pantanal	O	Ap	24,01	77,94	53,9
Pantanal	O	O	129,00		- 129,0
Pantanal	Ref	Ac		612,56	612,6
Pantanal	Ref	Ref		68,59	68,6
Pantanal	Res	Res	72,50	11,54	- 61,0
Pantanal	S	S	847,63	1.619,89	772,3

Legenda: FNM-Floresta primária não manejada, FM-Floresta primária manejada, Fsec-Floresta secundária, CS-Corte seletivo, Ref- Reflorestamento, GNM- Campo primário não manejado, GM- Campo primário manejado, Gsec - Campo secundário, Ap- Pastagem, Ac- Área agrícola, S- Área urbana, A- Rios e lagos, Res-Reservatórios, O- Outros usos, NO- Área não observada

Em 2005, as áreas de desmatamento estimadas pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional foram semelhantes, tendo aumentando apenas 3% no último Inventário (Figura 26). As áreas das demais transições, em contrapartida, aumentaram em mais de 100%. Assim como nos demais biomas, embora as áreas de desmatamento sejam menores que as demais, as emissões correspondentes a essa atividade respondem pela maior parte das emissões do bioma (Figura 27). No Terceiro Inventário a emissão de CO<sub>2</sub> por desmatamento foi de, aproximadamente, 21 milhões de toneladas, 26% a mais do que o Segundo Inventário.

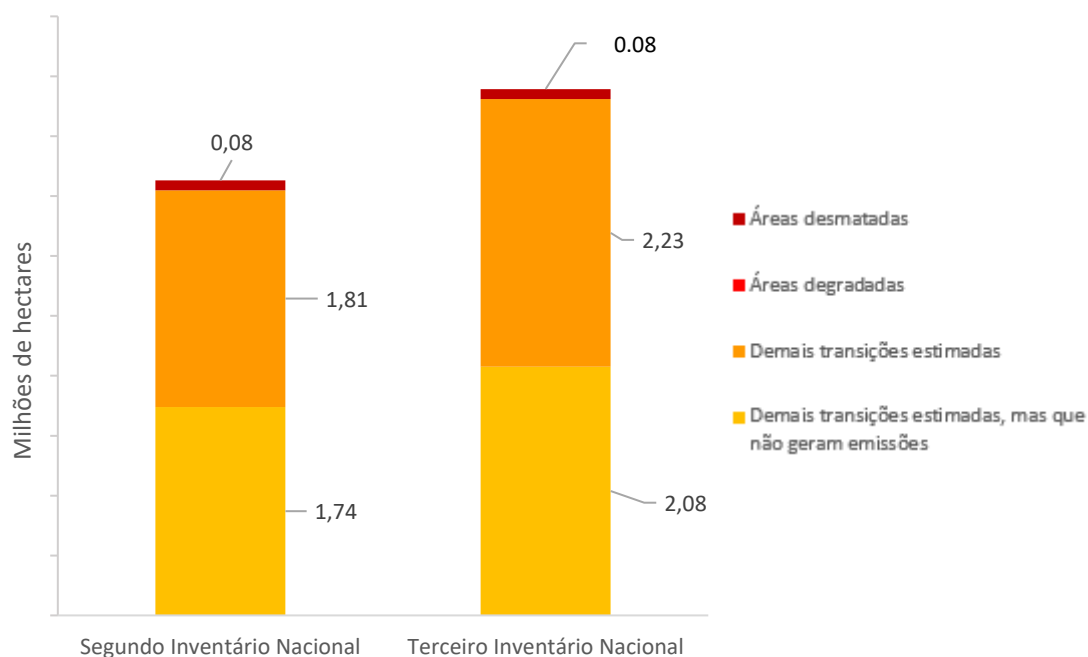


Figura 26- Áreas estimadas em 2005 pelo Segundo e Terceiro Inventário no Pantanal

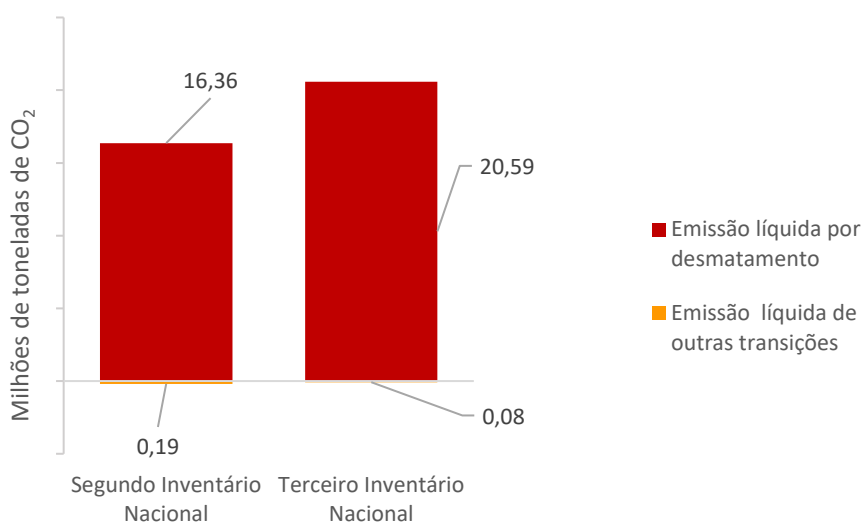


Figura 27-Emissões líquidas estimadas em 2005 pelo Segundo e Terceiro Inventário no Pantanal

### 4.2.3. Estoque total de carbono

Além dos fatores de remoção e mapas de cobertura e uso da terra, uma das principais diferenças entre o Segundo e Terceiro Inventário está relacionada aos mapas de estoque total de carbono. Tais mapas são elaborados levando em consideração os valores de biomassa de diferentes reservatórios: acima do solo, abaixo do solo, serapilheira e madeira morta. Estima-se que esse último compartimento corresponda a 7,1% a 8,6% da biomassa de florestas densas e não densas, respectivamente, porém no Segundo Inventário a madeira morta não foi incluída nos valores de estoque total (MMA, 2018). Comparando os dois Inventários, observa-se que os valores de biomassa utilizados por cada documento foram diferentes em quase todas as fitofisionomias (Tabela 18, Tabela 19, Tabela 20, Tabela 21, Tabela 22 e Tabela 23).

Tabela 18- Estoque total de carbono por fitofisionomia na Amazônia considerados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional

<b>Bioma</b>	<b>Fitofisionomia</b>	<b>Representatividade no bioma*</b>	<b>Estoque de carbono total II Inventário (tC/ha)</b>	<b>Estoque de carbono total III Inventário (tC/ha)</b>	<b>Diferença absoluta do III Inventário em relação ao II</b>
Amazônia	Aa	2,26%	141,2	183,3	30%
Amazônia	Ab	9,70%	163,74	164,08	0%
Amazônia	As	15,10%	134,77	146,94	9%
Amazônia	Cb	0,04%	116,27	145,37	25%
Amazônia	Cs	0,13%	116,27	136,35	17%
Amazônia	Da	4,82%	173,54	225,09	30%
Amazônia	Db	23,38%	166,78	198,28	19%
Amazônia	Dm	0,89%	127,03	155,27	22%
Amazônia	Ds	22,67%	164,22	197,71	20%
Amazônia	Fa	0,15%	140,09	133,2	-5%
Amazônia	Fb	0,56%	140,09	145,37	4%
Amazônia	Fm	0,02%	140,09	155,27	11%
Amazônia	Fs	5,44%	140,09	122,06	-13%
Amazônia	La	0,65%	196,53	20,52	-90%
Amazônia	Lb	0,27%	25,31	19,68	-22%
Amazônia	Ld	2,99%	NA	139,28	
Amazônia	Lg	0,39%	25,31	23,21	-8%
Amazônia	Pa	1,72%	105,64	141,38	34%
Amazônia	Pf	0,36%	117,2	117,2	0%
Amazônia	Pm	0,00%	94,48	130,7	38%
Amazônia	Rm	0,012%	6,55	5,67	-13%
Amazônia	Rs		6,55		-100%

Amazônia	Sa	1,18%	47,1	39,92	-15%
Amazônia	Sd	2,03%	77,8	49,76	-36%
Amazônia	Sg	0,38%	16,3	6,01	-63%
Amazônia	Sp	1,42%	24,1	15,21	-37%
Amazônia	Ta	0,00%	14,41	11,96	-17%
Amazônia	Td	0,12%	30,1	33,99	13%
Amazônia	Tg	0,02%	3,99	5,29	33%
Amazônia	Tp	0,08%	8,97	11,45	28%
Total Amazônia			2.664,52	2.879,52	8%

Fonte: MCTI, 2015

\*Com base no Terceiro Inventário

Aa- Floresta Ombrófila Aberta Aluvial, Ab-Floresta Ombrófila Aberta das Terras Baixas, Am-Floresta Ombrófila Aberta Montana, As- Floresta Ombrófila Aberta Submontana, Ca-Floresta Estacional Decidual Aluvial, Cb-Floresta Estacional Decidual das Terras Baixas, Cm-Floresta Estacional Decidual Montana, Cs-Floresta Estacional Decidual Submontana, Da-Floresta Ombrófila Densa Aluvial, Db-Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, Dm-Floresta Ombrófila Densa Montana, Dl-Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana, Ds-Floresta Ombrófila Densa Submontana, Ea-Estepe Arborizada, Fa-Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, Fb-Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas, Fm-Floresta Estacional Semidecidual Montana, Fs-Floresta Estacional Semidecidual Submontana, La-Campinarana Arborizada, Ld-Campinarana Florestada, Ma-Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Mi-Floresta Ombrófila Mista Alto Montana, Mm-Floresta Ombrófila Mista Montana, Ms-Floresta Ombrófila Mista Submontana, Pa-Vegetação com influência fluvial e/ou lacustre, Pf-Pioneiras com influência fluviomarinha (mangue), Pm-Pioneiras com influência marinha (restinga), Sa-Savana Arborizada, Sd-Savana Florestada, Ta-Savana Estépica Arborizada, Td-Savana Estépica Florestada, Eg-Estepe Gramíneo-Lenhosa, Ep-Estepe Parque, Lb-campinarana Arbustiva, Lg-Campinarana Gramíneo-Lenhosa, Rl-Refúgio Alto-Montano, Rm-Refúgio Montano, Rs-Refúgio Submontano, Sg-Savana Gramíneo-Lenhosa, Sp-Savana Parque, Tg-Savana Estépica Gramíneo-Lenhosa, Tp-Savana Estépica Parque

Tabela 19- Estoque total de carbono por fitofisionomia no Cerrado considerados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional

Bioma	Fitofisionomia	Representati vidade no bioma*	Estoque de carbono total II Inventário (tC/ha)	Estoque de carbono total III Inventário (tC/ha)	Diferença absoluta do III Inventário em relação ao II
Cerrado	Aa	0%	134,74	183,3	36%
Cerrado	Ab	1%	149,6	164,08	10%
Cerrado	As	1%	123,05	88,17	-28%
Cerrado	Cb	0%	116,27	105,11	-10%
Cerrado	Cm	1%	104,95	62,7	-40%
Cerrado				127,83	22%
Cerrado	Cs	3%	116,27	62,7	-46%
Cerrado				127,83	10%
Cerrado	Da	0%	158,97	225,09	42%
Cerrado	Dm	0%	139,03	177,75	28%
Cerrado	Ds	0%	164,84	118,48	-28%
Cerrado	Ea	0%	4,3	27,85	548%
Cerrado	Fa	3%	140,09	75,89	-46%

Cerrado				167,52	20%
Cerrado				98,27	-30%
Cerrado				86,08	-39%
Cerrado	Fb	0%	140,09	87,55	-38%
Cerrado	Fm	4%	140,09	145,37	4%
Cerrado	Fs	12%	140,09	54,98	-61%
Cerrado	MI	0%	118,81	87,55	-38%
Cerrado	Mm	0%	118,81	142,66	20%
Cerrado	Pa	0%	105,64	142,66	20%
Cerrado	Pf	0%	98,16	36,24	-66%
Cerrado	Pm	0%	94,48	142,15	45%
Cerrado	Rm	0%	6,55	130,7	38%
Cerrado	Sa	29%	47,1	18,49	182%
Cerrado	Sd	9%	77,8	39,92	-15%
Cerrado	Sg	10%	16,3	52,42	-33%
Cerrado	Sp	25%	24,1	49,76	-36%
Cerrado	Ta	1%	14,9	103,45	33%
Cerrado	Td	0%	38	68,99	-11%
Cerrado	Tg	0%	14,9	18,49	13%
Cerrado	Tp	0%	14,9	24,65	2%
Cerrado				15,23	2%
Cerrado				30,54	-20%
Cerrado				5,27	-65%
Cerrado				11,45	-23%
Total Cerrado			2.562,83	3.414,05	33%

Fonte: MCTI, 2015

\*Com base no Terceiro Inventário

Tabela 20-Estoque total de carbono por fitofisionomia na Mata Atlântica considerados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional

Bioma	Fitofisionomia	Representatividade no bioma*	Estoque de carbono total II Inventário (tC/ha)	Estoque de carbono total III Inventário (tC/ha)	Diferença absoluta do III Inventário em relação ao II
Mata Atlântica	Aa	0%	166,93	47,03	-72%
Mata Atlântica	Ab	0%	166,93	47,03	-72%
Mata Atlântica	Am	0%	166,93	47,03	-72%
Mata Atlântica	As	0%	166,93	47,03	-72%

Mata Atlântica	Ca	0%	116,27	121,76	5%
Mata Atlântica	Cb	0%	116,27	62,7	-46%
Mata Atlântica	Cm	4%	104,95	106,41	1%
Mata Atlântica	Cs	4%	116,27	106,41	-8%
Mata Atlântica	Da	0%	166,93	173,83	4%
Mata Atlântica	Db	2%	135,76	128,42	-5%
Mata Atlântica	Dl	0%	122,92	105,53	-14%
Mata Atlântica	Dm	9%	122,92	177,75	45%
Mata Atlântica	Ds	13%	122,92	151,42	23%
Mata Atlântica	Ea	0%	4,3	27,85	548%
Mata Atlântica	Eg	0%	4,3	2,12	-51%
Mata Atlântica	Fa	0%	140,09	75,89	-46%
Mata Atlântica	Fb	0%	140,09	87,55	-38%
Mata Atlântica	Fm	14%	140,09	106,88	-24%
Mata Atlântica	Fs	18%	140,09	123,07	-12%
Mata Atlântica	Ma	0%	104,23	123,21	18%
Mata Atlântica	Ml	2%	118,81	142,66	20%
Mata Atlântica	Mm	15%	118,81	142,66	20%
Mata Atlântica	Ms	0%	118,81	142,66	20%
Mata Atlântica	Pa	1%	105,64	105,38	0%
Mata Atlântica	Pf	1%	98,16	117,2	19%
Mata Atlântica	Pm	1%	94,48	130,7	38%
Mata Atlântica	Rl	0%	6,55	14,5	121%
Mata Atlântica	Rm	0%	6,55	18,49	182%
Mata Atlântica	Rs	0%	6,55	18,49	182%

Mata Atlântica	Sa	0%	47,1	39,92	-15%
Mata Atlântica	Sd	1%	77,8	52,42	-33%
Mata Atlântica	Sg	6%	16,3	18,49	13%
Mata Atlântica	Sp	1%	24,1	17,61	-27%
Mata Atlântica	Ta	5%	14,9	15,23	2%
Mata Atlântica	Td	0%	38	30,54	-20%
Mata Atlântica	Tg	0%	14,9	12,6	-15%
Total Mata Atlântica			3.373,58	2.888,47	-14%

Fonte: MCTI, 2015

\*Com base no Terceiro Inventário

Tabela 21- Estoque total de carbono por fitofisionomia na Caatinga considerados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional

<b>Bioma</b>	<b>Fitofisionomia</b>	<b>Representatividade no bioma*</b>	<b>Estoque de carbono total II Inventário (tC/ha)</b>	<b>Estoque de carbono total III Inventário (tC/ha)</b>	<b>Diferença absoluta do III Inventário em relação ao II</b>
Caatinga	Ab	0%	166,93	47,03	-72%
Caatinga	Am	0%	166,93	47,03	-72%
Caatinga	As	1%	166,93	47,03	-72%
Caatinga	Cb	0%	116,27	62,7	-46%
Caatinga	Cm	2%	104,95	62,7	-40%
Caatinga	Cs	3%	116,27	62,7	-46%
Caatinga	Ds	0%	122,92	151,42	23%
Caatinga	Fa	0%	140,09	75,89	-46%
Caatinga	Fb	0%	140,09	87,55	-38%
Caatinga	Fm	2%	140,09	54,98	-61%
Caatinga	Fs	1%	140,09	54,98	-61%
Caatinga	Pa	1%	105,64	66,88	-37%
Caatinga	Pf	0%	98,16	142,15	45%
Caatinga	Pm	0%	94,48	123,67	31%
Caatinga	Rl		6,55	-	
Caatinga	Rm	0%	6,55	16,24	148%
Caatinga	Sa	3%	47,1	39,92	-15%
Caatinga	Sd	1%	77,8	49,76	-36%
Caatinga	Sg	0%	16,3	18,49	13%
Caatinga	Sp	0%	24,1	17,61	-27%



Caatinga	Ta	74%	14,9	15,23	2%
Caatinga	Td	10%	38	30,54	-20%
Caatinga	Tg	0%	14,9	4,63	-69%
Caatinga	Tp	1%	14,9	10,06	-32%
Total Caatinga			2.080,94	1.289,19	-38%

Fonte: MCTI, 2015

\*Com base no Terceiro Inventário

Tabela 22- Estoque total de carbono por fitofisionomia no Pampa considerados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional

<b>Bioma</b>	<b>Fitofisionomia</b>	<b>Representatividade no bioma*</b>	<b>Estoque de carbono total II Inventário (tC/ha)</b>	<b>Estoque de carbono total III Inventário (tC/ha)</b>	<b>Diferença absoluta do III Inventário em relação ao II</b>
Pampa	Ca	2%	116,27	121,76	5%
Pampa	Cm	0%	104,95	106,41	1%
Pampa	Cs	6%	116,27	106,41	-8%
Pampa	Dm	0%	NA	177,75	
Pampa	Ds	0%	122,92	151,42	23%
Pampa	Ea	17%	4,3	55,74	1196%
Pampa	Eg	8%	4,3	2,12	-51%
Pampa	Fb	0%	140,09	86,08	-39%
Pampa	Fm	0%	140,09	106,88	-24%
Pampa	Fs	5%	140,09	123,05	-12%
Pampa	Mm	0%	118,81	142,66	20%
Pampa	Pa	9%	105,64	12,57	-88%
Pampa	Pf	0%	98,16	12,57	-87%
Pampa	Pm	1%	94,48	12,57	-87%
Pampa	Sd	0%	77,8	49,96	-36%
Pampa	Sg	1%	16,3	2,12	-87%
Pampa	Ta	2%	14,41	55,74	287%
Pampa	Tg	38%	3,99	12,6	216%
Total Pampa			1.418,87	1.338,41	-6%

Fonte: MCTI, 2015

\*Com base no Terceiro Inventário

Tabela 23- Estoque total de carbono por fitofisionomia no Pantanal considerados pelo Segundo e Terceiro Inventário Nacional

Bioma	Fitofisionomia	Representatividade no bioma*	Estoque de carbono total II Inventário (tC/ha)	Estoque de carbono total III Inventário (tC/ha)	Diferença absoluta do III Inventário em relação ao II
Pantanal	Ca	0%	116,27	121,76	5%
Pantanal	Cb	0%	116,27	105,11	-10%
Pantanal	Cs	1%	116,27	127,83	10%
Pantanal	Fa	4%	140,09	167,52	20%
Pantanal	Fb	0%	140,09	145,37	20%
Pantanal	Fs	0%	140,09	123,05	4%
Pantanal	Pa	17%	105,64	81,6	-23%
Pantanal	Sa	31%	47,1	55,92	19%
Pantanal	Sd	16%	77,8	103,45	33%
Pantanal	Sg	16%	16,3	18,49	13%
Pantanal	Sp	1%	24,1	31,68	31%
Pantanal	Ta	1%	14,41	11,96	-17%
Pantanal	Td	0%	30,1	99,32	230%
Pantanal	Tg	4%	3,99	5,27	32%
Pantanal	Tp	5%	8,97	11,45	28%
Total Pantanal			633,27	740,75	17%

Fonte: MCTI, 2015

\*Com base no Terceiro Inventário

No Terceiro Inventário, os mapas de carbono foram produzidos a partir de valores específicos e regionais para cada tipo de fitofisionomia e bioma (LAHSEN; BUSTAMANTE; DALLA-NORA, 2016). À época do Segundo Inventário, muitos desses valores, principalmente na Caatinga e no Pampa, eram provenientes de outros biomas. Exceto na Amazônia, cujo mapa de biomassa foi elaborado a partir de um método diferenciado, os valores de biomassa em todos os biomas foram modificados no último Inventário conforme atualização da literatura (AMORIM; SAMPAIO; ARAÚJO, 2005; BARBOSA; FEARNSSIDE, 2005; DE MIRANDA et al., 2014; METZKER et al., 2011). No Cerrado, das 28 fitofisionomias, 6 tiveram seus valores de estoque de carbono regionalizados por estado, conforme informação científica disponível. Foram também consideradas a distância entre as manchas, pluviosidade, sazonalidade e outros fatores ambientais. Para a Caatinga, a maior parte dos valores de estoque de carbono foram obtidos de estudos científicos conduzidos especificamente nesse bioma. Da mesma forma, para os demais biomas, foi dada prioridade aos trabalhos desenvolvidos na região.

No caso da Amazônia, em ambos os Inventários foram utilizados os dados de coleta do projeto RADAMBRASIL (Figura 28, Box 1). Todavia, as amostras selecionadas por cada um não foram as mesmas: no Segundo Inventário foram utilizadas 1.710 amostras do RADAMBRASIL e, no Terceiro, esse número foi reduzido para 1.682 devido à inexistência de coordenadas geográficas das demais parcelas. No Segundo Inventário, os valores de fitofisionomia foram distribuídos por volume de RADAMBRASIL e, para cada volume, a média de biomassa em cada fitofisionomia foi calculada. Dessa forma, nesse documento, a mesma fitofisionomia em volumes diferentes possuía valores diferentes, porém, no mesmo volume, seus valores eram iguais. A distribuição da biomassa por volumes resulta em uma mudança abrupta nos valores de estoque que, nem sempre é observada em campo, principalmente quando se refere a áreas vizinhas (Figura 29). No Terceiro Inventário, foi aplicado método de interpolação IDW (*Inverse Distance Weighting*) por área basal, suavizando as discontinuidades entre diferentes fitofisionomias e regiões vizinhas (Figura 30) (ENGLUND et al., 2017). Nesse mapa, a biomassa se distribui em função da própria variabilidade que se tem dentro de cada fitofisionomia, por isso, em um mesmo volume uma determinada fitofisionomia pode assumir diferentes valores. No volume 12, por exemplo, a fitofisionomia floresta ombrófila aberta aluvial (Aa) apresenta um intervalo de estoque que varia de 112 tC/ha a 232 toneladas de carbono por hectare. Essa variação, porém, não está claramente descrita nos Relatórios de Referência, pois a cada fitofisionomia é atribuído um único valor de biomassa. Esse valor único, segundo a equipe do Terceiro Inventário, corresponde à média dos valores do mapa de biomassa.

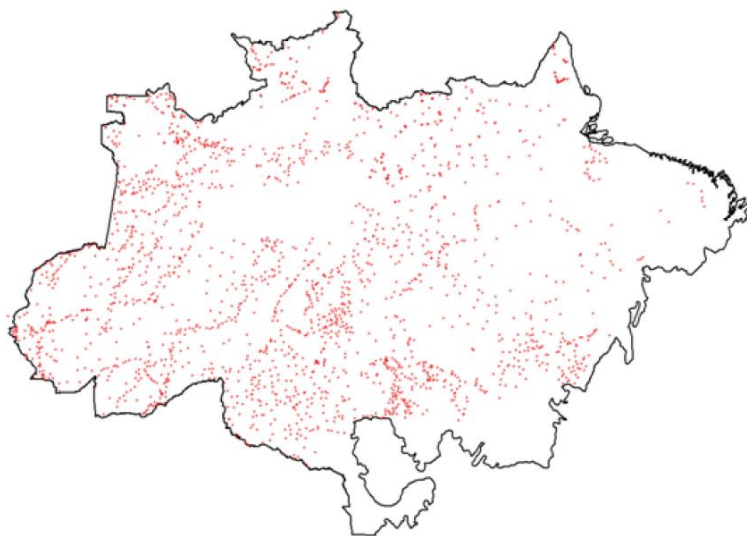


Figura 28- Distribuição das amostras do Projeto RADAMBRASIL  
Fonte: MCTI, 2015

### **Box 1: RADAMBRASIL**

O projeto RADAM foi um trabalho pioneiro na década de 70 que partiu do esforço do governo do Brasil para estudar uma região considerada, à época, como uma das mais pobremente mapeadas do mundo, a Amazônia brasileira (ESCOBAR et al., 2005). Assim, em 1970 foi criado o projeto RADAM (RADAR Amazônia), com a finalidade de coletar dados sobre recursos minerais, solos, vegetação, uso da terra e cartografia da Amazônia e áreas adjacentes da região Nordeste.

Segundo o Prof. Luiz Henrique Aguiar de Azevedo, coordenador-geral do RADAM, a ideia para sua criação surgiu quando ele trabalhava na NASA. À época, o pesquisador teve que fazer um curso de especialização em RADAR (*Radio Detection and Ranging*) e, após o primeiro contato com o equipamento pensou em aplicá-lo na Amazônia, pois, pelo fato de o local ter muitas nuvens, não era possível tirar fotografias de avião através de câmeras comuns. A única forma de fazê-lo seria por meio de um sensor, que penetrasse nas nuvens, como o RADAR. Nessa mesma época ele também pertencia ao Ministério de Minas e Energia (MME) e, então, sugeriu ao então ministro a criação do projeto (UERJ, 2009). Em virtude de os resultados terem tido repercussão, incluindo o reconhecimento internacional, altamente positivo em todos os aspectos, sobretudo os de ordem estratégica militar voltada para a soberania nacional em termos políticos, econômicos e infraestruturais, os estudos foram estendidos para o resto do Brasil, recebendo o nome de RADAMBRASIL (ASSIS, 2002).

A coleta sistemática de informações foi realizada pelo sistema imageador o GEMS (*Goodyear Mapping System 1000*) instalado em um avião Caravelle que sobrevoava a Amazônia a 11 km de altura. A partir da interpretação de 555 mosaicos semicontrolados dessas imagens a uma escala de 1:250.000 e com um intenso trabalho de campo, foram gerados 38 volumes contendo mapas temáticos de vegetação, geologia, relevo, pedologia e potencial uso da terra, na escala de 1:1.000.000 (MMA, 2017; GAMBA, 2009).

Apesar da escala de publicação ser pouco proveitosa, a importância do projeto RADAMBRASIL para a pesquisa no Brasil é indiscutível. Esse mapeamento permitiu conhecer as potencialidades e as opções de uso consciente dos recursos naturais, bem como possibilitou a indicação de áreas prioritárias para conservação, aspectos que até então eram desconhecidos (MEIS, 2018).

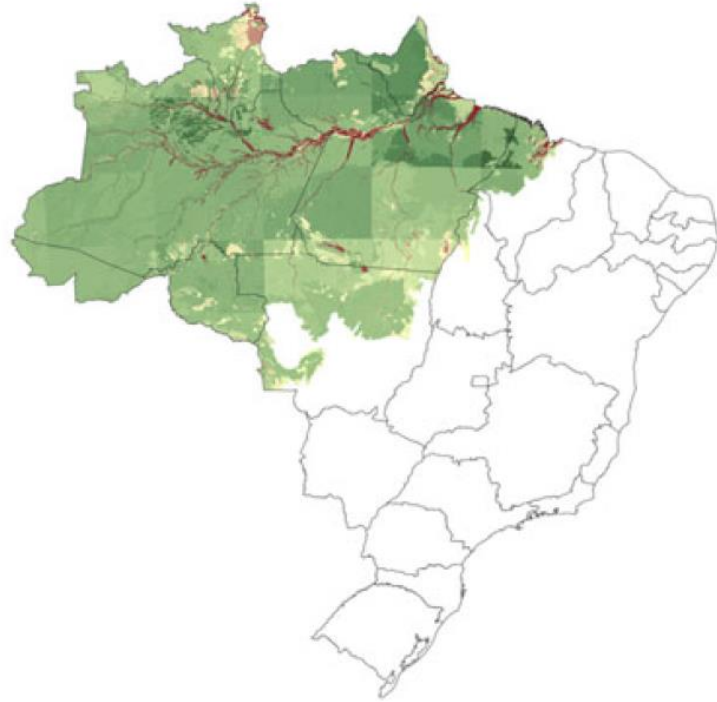


Figura 29- Mapa de biomassa de carbono na Amazônia produzido pelo Segundo Inventário  
Fonte: Euglund et al., 2017

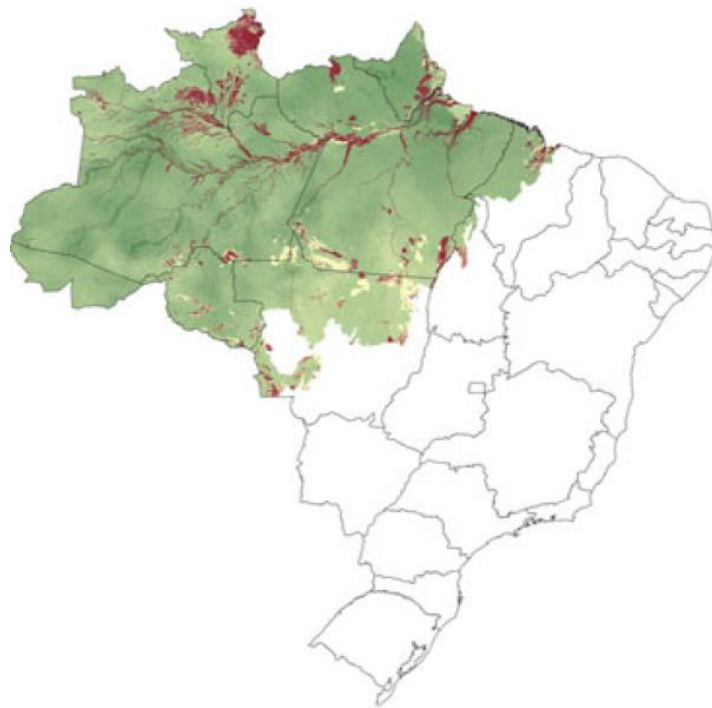


Figura 30-Mapa de biomassa de carbono na Amazônia produzido pelo Terceiro Inventário  
Fonte: Euglund et al., 2017

No presente trabalho, o mapa de biomassa da Amazônia não foi replicado, porém houve alguns questionamentos a respeito da sua reprodutibilidade, especificamente em relação ao método de interpolação dos dados. Conforme discutido na seção 2.2, alguns compromissos brasileiros, como o FREL, precisam ter consistência com os Inventários nacionais. Para o FREL C da Amazônia (período de 2016 a 2020), o mapa de biomassa do Terceiro Inventário, que já estava publicado, não foi utilizado como base para as estimar as emissões por redução de desmatamento e degradação. Devido à da necessidade de recálculo das estimativas de emissões de CO<sub>2</sub> para toda a série histórica de 1996 a 2015 caso fosse utilizado o mapa de carbono do Terceiro, optou-se, então, por utilizar o mapa de biomassa do Segundo Inventário, mantendo a mesma metodologia e dados do FREL A e B, a fim de manter transparência, completude e consistência das submissões brasileiras (KRUG, 2018).

Outro aspecto que diferencia a metodologia usada no mapa de carbono da Amazônia entre o Segundo e Terceiro Inventário é a estimativa dos dados de biomassa acima do solo. Esses valores foram determinados por meio de dados estruturais de vegetação (altura e diâmetro acima do peito DAP) coletados pelo RADAMBRASIL, aos quais são aplicadas equações alométricas para transformá-los unidades de carbono. No Terceiro Inventário, foram utilizadas as equações quadráticas e exponenciais propostas por Brown (1997) em substituição às equações de Higuchi (1998) utilizadas no Segundo. Embora os resultados de biomassa acima do solo produzidos por cada equação sejam semelhantes (Figura 31) existem algumas particularidades sobre as equações de Brown (1997) que as fazem ser mais apropriadas para a Amazônia. Esse bioma que, corresponde à quase 50% do território nacional (IBGE, 2018), possui um conjunto muito amplo de fitofisionomias e com condições climáticas que são variáveis. Dessa forma, no Terceiro Inventário buscou-se discriminar, sempre que possível, os tipos florestais dentro da Amazônia, pelo menos entre florestas densas e não densas (entrevista, Mercedes Bustamante). O estudo desenvolvido por Brown baseia-se em dados pantropicais, que incluem coletas mais abrangentes na Amazônia e contemplam a variação encontrada em florestas tropicais. As equações de Higuchi, em contrapartida, foram desenvolvidas a partir de coletas concentradas próximas à Manaus, abrangendo apenas áreas de floresta ombrófila densa. Além disso, essas equações são reportadas em biomassa fresca, ao passo que as de Brown são em biomassa seca. Outra justificativa se deve ao fato de que, os dados de biomassa calculados com as equações de Brown, são mais próximas aos dados de estudos independentes e que representam melhor a variação fitofisionômica do bioma Amazônia, como o Rede Amazônica de Inventários Florestais (RAINFOR). Contudo, nessa análise comparativa não foram testadas, ou pelo menos mostradas no Relatório de Referência, o resultado da comparação desse estudo

com os dados de Higuchi para saber o quanto esse estudo também se aproxima dos dados de terceiros. Tanto a equação quadrática de Brown e a equação de Higuchi tendem a subestimar a biomassa de árvores de grande porte. Embora a representatividade desses indivíduos seja baixa, no Terceiro Inventário optou-se por aplicar a equação quadrática para árvores com DAP>160cm e a equação exponencial para árvores com DAP<160, a fim de que essa subestimativa fosse compensada.

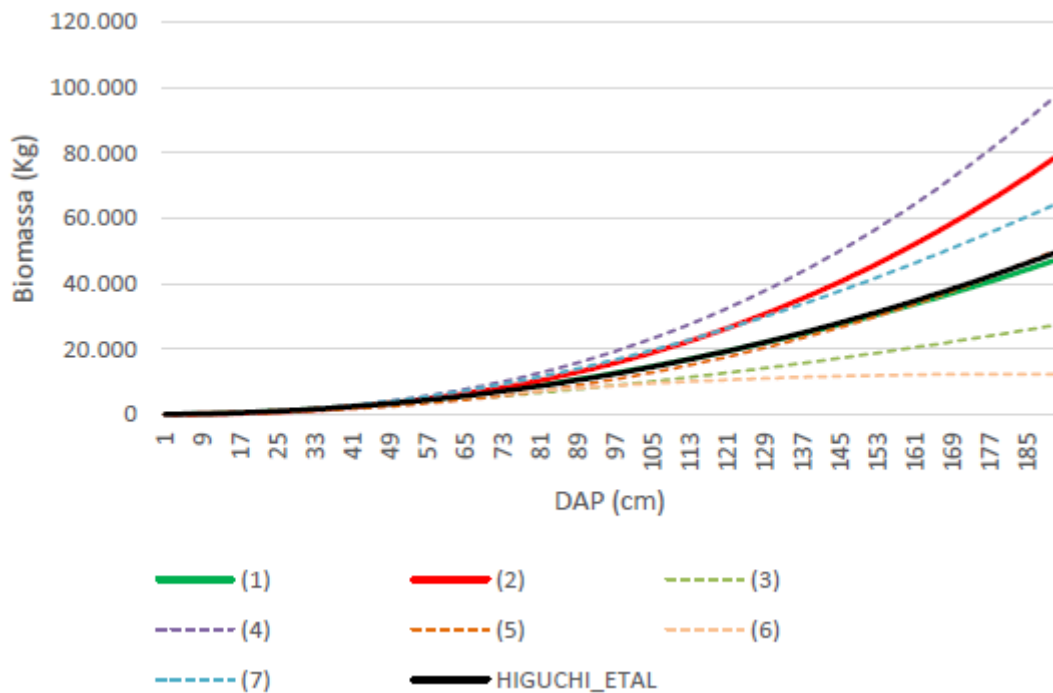


Figura 31- Biomassa acima do solo estimada por diferentes equações alométricas. 1- Brown (1997), 2-Brown (1997), 3- Araújo et al. (1999), 4- Carvalho Jr et al. (1998), 5- Baker et al. (2004), 6- Baker et al. (2004) e 7- Chave et al. (2005). Fonte: MCTI, 2015.

Todas as alterações metodológicas dos mapas da biomassa, desde os reservatórios considerados, os valores de estoque, as equações alométricas até a distribuição da biomassa propostas pelo Terceiro Inventário, são refletidas no total de CO<sub>2</sub> que é emitido (Tabela 24). No caso da Caatinga e Cerrado, percebe-se uma redução do potencial de emissão por desmatamento quando são utilizados os valores de estoque do Terceiro Inventário. No Pampa e Pantanal que, apesar de contribuírem em menor escala para as emissões totais do setor, o potencial emissor aumenta consideravelmente. A tendência de aumento das emissões também é observada na Amazônia e Mata Atlântica. Nesse último bioma, porém, com menor significância (4%).

Tabela 24- Emissões por desmatamento conforme estoque total de carbono do Segundo e Terceiro Inventário Nacional

<b>Bioma</b>	<b>Emissão de desmatamento conforme estoque do II Inventário (Mt/2005)</b>	<b>Emissão de desmatamento conforme estoque do III Inventário (Mt/2005)</b>	<b>Diferença do III Inventário em relação ao II</b>
Amazônia	1.298,70	1.416,25	9%
Caatinga	59,88	44,99	-25%
Cerrado	409,63	310,24	-24%
Mata Atlântica	292,18	305,06	4%
Pampa	6,63	14,83	124%
Pantanal	18,63	22,85	23%

#### 4.2.4. Outros parâmetros

Além dos valores de fatores de remoção, área, estoque de carbono e mapeamento de uso e cobertura da terra o Segundo e o Terceiro Inventário foram comparados em relação aos seguintes parâmetros:

##### 4.2.4.1. Mapa de vegetação pretérita/fitofisionomia

Segundo o Relatório de Referência do Terceiro Inventário, o mapa de fitofisionomias (vegetação pretérita) foi o mesmo que o utilizado no Segundo, salvo algumas correções como áreas de mangue na Caatinga e de restinga no Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica, conforme classe dominante no entorno. Esse mapa tem sua origem do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO I), cuja classificação da cobertura vegetal foi feita na escala de 1:250.000, escala mais aprimorada que o mapa de vegetação do IBGE de 2004 desenvolvido na escala de 1:5.000.000. Como o mapa de cobertura vegetal do PROBIO inclui também áreas antropizadas, foi necessário reclassificá-lo desconsiderando as áreas de intervenção e ocupação humana. Para isso, recorreu-se ao mapa de vegetação do IBGE e à interpretação de imagens TM/Landsat-5 do ano de 1994.

##### 4.2.4.2. Estoque de carbono em áreas de vegetação secundária florestal ou campestre em relação a vegetação primária - $AvGsec/AvFsec$

Para os estoques de carbono em floresta e campo secundários, o Segundo Inventário adotou a fração de 35% em relação ao estoque da vegetação primária. Esse item corresponde à média dos valores 5% e 65% que são, contudo, mencionados no Relatório de Referência sem a origem bibliográfica. No Terceiro Inventário, esse valor foi alterado para



44% por levar em consideração trabalhos científicos que mensuraram o teor de biomassa em florestas secundárias sob diferentes estágios de sucessão na Amazônia, Mata Atlântica e Pantanal (ALVES et al., 1997; DE MELO; DURIGAN, 2006; FEARNSSIDE; GUIMARÃES, 1996; SCHÖNGART et al., 2011). Esse valor equivale à média dos valores apresentados em cada estudo.

#### 4.2.4.3. Perda de carbono em área florestal submetida à CS em relação a vegetação primária. – pCS

A perda de estoque de carbono em florestas submetidas ao corte seletivo considerada no Segundo Inventário foi de 33% (ASNER et al., 2005). O modo de obtenção desse valor, porém, não foi detalhado. Já no Terceiro Inventário esse valor foi alterado para 29%, justificado pela atualização da literatura (HUANG; ASNER, 2010). Ainda que pequena, no último Inventário foi também considerada a remoção de carbono pela recuperação de floresta submetida ao corte seletivo, equivalente a 0,02% em relação ao estoque de carbono pós corte seletivo (HUANG; ASNER, 2010).

#### 4.2.4.4. Estoque médio de carbono em áreas convertidas para pastagem- AvAp

Em relação a biomassa de carbono em pastagens plantadas, o Segundo Inventário Nacional utilizou um valor único de 8,05 tC/ha para todos os biomas, como sugerido pelo Guia Prático de 2003, do IPCC. Já no Inventário seguinte, foram utilizados valores do Guia IPCC de 2006 estipulados conforme zona climática de cada bioma (Tabela 25).

Tabela 25- Estoque médio de carbono em áreas convertidas para pastagem adotado pelo Terceiro Inventário Nacional.

<b>Zona climática</b>	<b>Bioma</b>	<b>Estoque de carbono (tC/ha)</b>
Temperada úmida	Pampa	6,35
Tropical seca	Caatinga	4,09
Tropical úmida	Demais biomas	7,57

#### 4.2.4.5. Porcentagem de carbono na biomassa

O Guia do IPCC 2003, documento base para elaboração do Segundo Inventário, considerava que o teor de carbono correspondia a 50% da biomassa de florestas e campos. Já no guia do IPCC de 2006, esse valor foi atualizado para 47% e, esse foi o valor escolhido pelo

Terceiro Inventário. Além disso, o IPCC 2003 considerou os mesmos 50% para todos os reservatórios, ao passo que no IPCC 2006 esses valores foram diferenciados para os outros reservatórios (Tabela 26).

Tabela 26- Porcentagem de carbono na biomassa, considerado pelo Terceiro Inventário Nacional

<b>Reservatório</b>	<b>Floresta</b>	<b>Campo</b>
Biomassa acima do solo	47%	47%
Biomassa abaixo do solo	47%	47%
Madeira morta	47%	50%
Serapilheira	47%	40%

#### 4.2.4.6. Emissões de outros gases não- CO<sub>2</sub>

Ainda no setor LULUCF, tanto o Segundo como o Terceiro Inventário estimaram as emissões de outros gases (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O e outros) pela queima de resíduos florestais associados ao desmatamento. Em 2005, as emissões de metano não foram significativamente diferentes entre o Segundo e Terceiro Inventário, contudo, as emissões de óxido nitroso foram significativamente maiores na estimativa do Terceiro. (Figura 32, Figura 33). Apesar do Terceiro Inventário estimar as emissões de outros gases não-CO<sub>2</sub> derivadas da queima não associada ao desmatamento para 2010, elas não foram incluídas no documento em virtude das limitações de dados para os anos anteriores e pela necessidade de aprimoramento metodológico para avaliar o impacto dessa atividade no processo de regeneração e nas emissões de GEE.

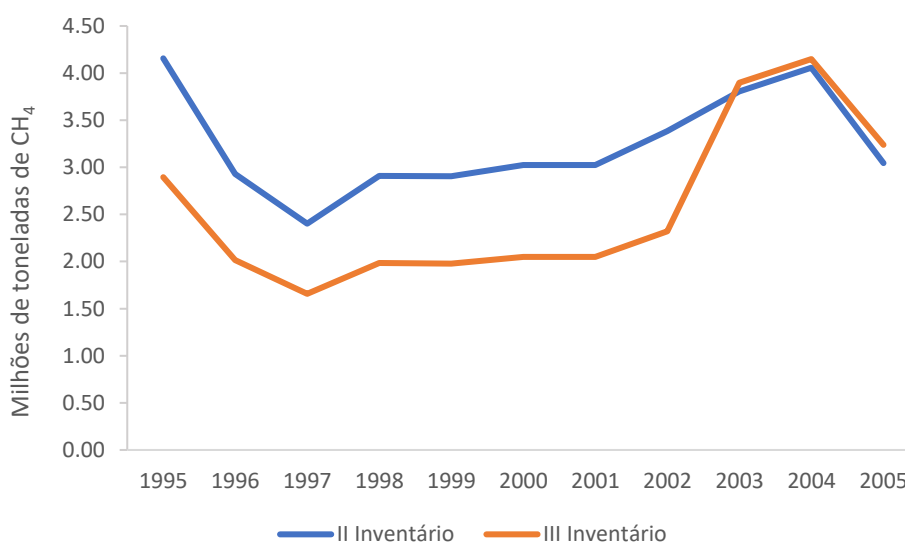


Figura 32- Emissão de metano decorrente da queima de resíduos florestais associados ao desmatamento conforme Segundo e Terceiro Inventário

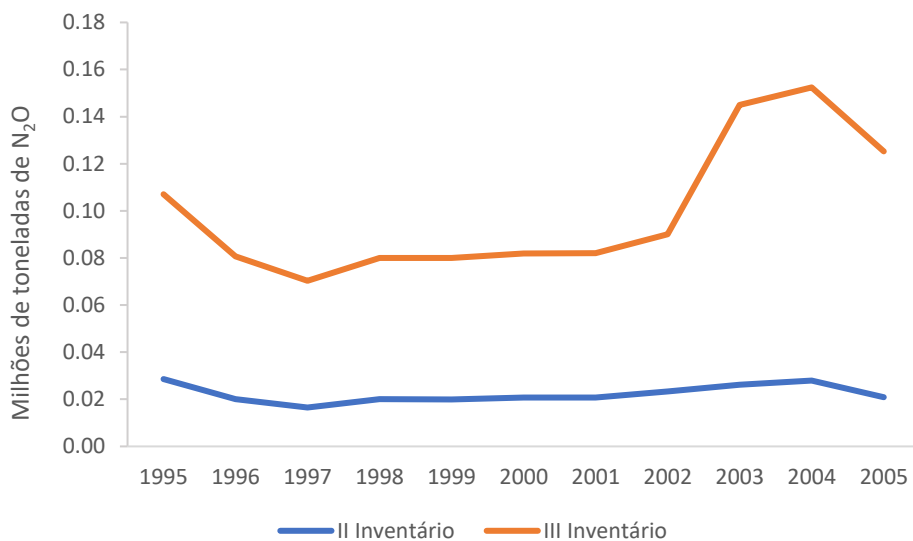


Figura 33-Emissão de óxido nitroso decorrente da queima de resíduos florestais associados ao desmatamento conforme Segundo e Terceiro Inventário

#### 4.2.4.7. Emissões de CO<sub>2</sub> pela aplicação de calcário nos solos

As emissões de CO<sub>2</sub> provenientes da aplicação de calcário foram estimadas pelo Segundo e Terceiro Inventário foram as iguais para o período de 1995 a 2005, pois a metodologia utilizada foi a mesma (Figura 34).

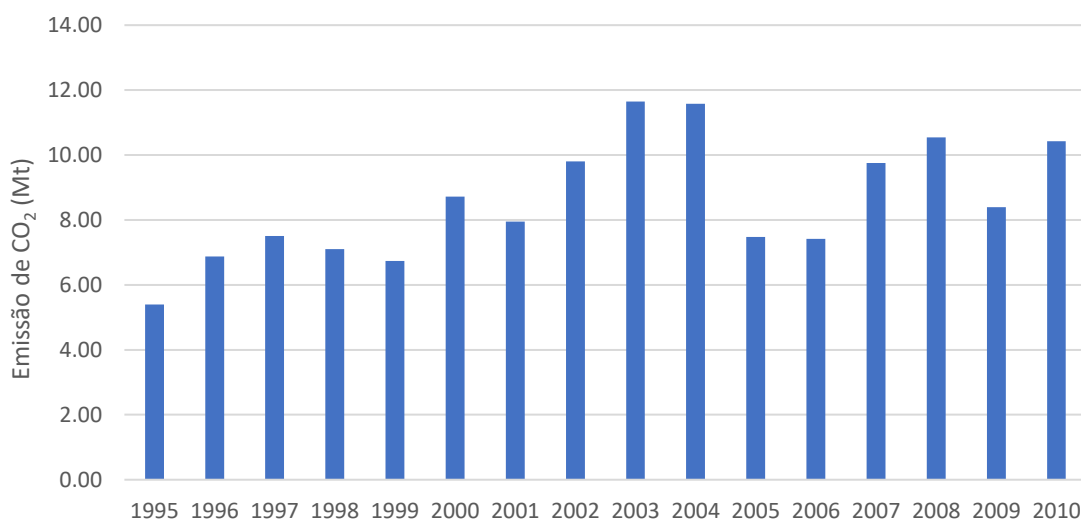


Figura 34- Emissão de CO<sub>2</sub> pela aplicação de calcário nos solos no Segundo e Terceiro Inventário (Fonte: autor)

#### 4.2.4.8. Avaliação de incertezas

A avaliação de incertezas das estimativas é um aspecto fundamental na elaboração dos Inventários. Essa etapa final de compilação dos dados foi realizada apenas no Terceiro Inventário. Na ocasião, foram testadas a acurácia de classificação de uso da terra das imagens de sensoriamento remoto pelo intérprete, as incertezas associadas aos valores de biomassa das fitofisionomias, ao processo de queima e sobre o tipo do manejo de pastagem e dos cultivos agrícolas. A avaliação de incertezas da classificação humana de uso e cobertura do solo através das imagens de satélite foi desenvolvida através da construção de matrizes de confusão. Para cada bioma, essas matrizes avaliaram o grau de assertividade do mapeamento de 2010 (e 2005 para Amazônia) em relação a validação amostral. Ao todo foram mais de 15 mil pontos amostrados no território brasileiro, distribuídos entre os biomas conforme sua representatividade e proporcionalmente à área de cada classe no bioma. A exatidão global do mapeamento variou de 82% (Pampa) a 99% (Amazônia). Em relação aos dados de biomassa por fitofisionomia, as incertezas estão associadas à carência de estudos em alguns biomas e fitofisionomias. Nesses casos, foi necessário recorrer a dados disponíveis de outros biomas, tornando a estimativa menos específica. Outra incerteza ligada a esse aspecto é a compatibilização de dados secundários da literatura científica à extensão geográfica do território brasileiro e variações naturais que ocorrem dentro de um mesmo bioma e até mesmo de uma mesma fitofisionomia, como é o caso dos estoques de carbono da Amazônia.

As incertezas associadas ao processo de queima não ligadas ao desmatamento são relacionadas à falta de registro histórico dessa atividade e pelo fato de que as imagens utilizadas para as estimativas não contemplaram necessariamente o período de secas, época de maior ocorrência de queimadas. Ainda, destacam-se as incertezas ligadas ao desconhecimento dos fatores de combustão mais adequados e a ausência de informações sobre as condições ambientais no momento da queima, como temperatura e umidade. Por fim, as incertezas relacionadas aos tipos de manejo de pastagem e cultivos agrícolas estão associadas à dificuldade em identificar as práticas aplicadas ao cultivo agrícola, o tipo de cultivo (perene ou anual) e a produtividade e condição das pastagens (naturais, plantadas ou degradadas).

#### 4.3.O SETOR DE LULUCF NO QUARTO INVENTÁRIO NACIONAL DE GASES DE EFEITO ESTUFA

Tão logo o Terceiro Inventário foi submetido à UNFCCC em 2016, iniciaram-se os primeiros contatos para o estabelecimento de parcerias e arranjos institucionais necessários para a coleta de dados e desenvolvimento dos produtos do Quarto Inventário (MCTIC, 2017).O

Fundo Mundial para Ambiente, aprovou o repasse de 7,5 milhões de dólares, aproximadamente, para elaboração do novo Inventário e também dos Relatórios de Atualização Bienais (GEF, 2018c). A previsão de submissão do Quarto Inventário à UNFCCC é dezembro de 2020, sendo o lançamento oficial das estimativas em janeiro do ano seguinte.

A responsabilidade de coordenação geral das estimativas continua sendo da Coordenação Geral de Mudanças Climáticas (CGMC) do MCTIC e a parceria com pesquisadores, consultores e bolsistas da Rede Clima para o setor de LULUCF também se mantém. A atuação da Rede será de coordenação técnica das estimativas, atualização dos valores de biomassa, revisão da metodologia do IPCC e atualização de outros dados. Em termos organizacionais, nesse Inventário foram divulgadas duas novas mudanças. A primeira, se refere a contratação de uma nova empresa de mapeamento de uso da terra, função que, desde então, vinha sendo executada pela FUNCATE. Em dezembro de 2017, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, PNUD, por meio do JOF (*Joint Operations Facility*), abriu um processo licitatório (processo N° 428/2017) para contratação de serviço de mapeamento de biomas brasileiros a fim de auxiliar o governo brasileiro na preparação da Quarta Comunicação Nacional e dos Relatórios de Atualização Bial (JOF, 2018). A chamada, que teve uma prorrogação, foi finalizada com apenas duas inscrições: da FUNCATE e da Agrosatélite Geotecnologia Aplicada Ltda. No processo de seleção, foram analisadas as propostas técnicas e financeiras das duas empresas concorrentes. Apesar de ambas apresentarem competências para o objeto de contratação, o critério financeiro, haja vista limitação dos recursos do GEF, foi decisivo na escolha final e, a vencedora, foi a Agrosatélite (entrevista, Roberta Cantinho). Além de fazer o mapeamento de uso da terra do Brasil para 2016, a empresa será responsável por ajustar os mapas anteriores, pela geração de matrizes de transição de uso da terra e emissões associadas (MCTIC, 2018b).

A segunda inovação, é a contratação de comitês de validação externos para verificação dos mapas anteriores (1994, 2002, 2005/Amazônia e 2010), acompanhamento e validação do mapeamento produzido pela Agrosatélite. O comitê também terá o papel de validar as imagens selecionadas pela Agrosatélite para o mapeamento de 2016, a fim de que sejam utilizadas as imagens de melhor qualidade e baixa cobertura de nuvens. Os comitês são compostos por especialistas de mapeamento de cada bioma. Para a Amazônia, o responsável será o Dr. Adriano Venturieri, chefe-geral da Embrapa Amazônia Oriental, também membro da equipe de Projeto de Mapeamento do uso da terra da Amazônia Legal brasileira – TERRACLASS. Nilson Ferreira, professor da Universidade Federal de Goiás e membro do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (Lapig), e Frans Pareyn, engenheiro florestal

e coordenador geral da Associação Plantas do Nordeste (APNE) compõem o comitê do Cerrado e Caatinga, respectivamente. Para os comitês da Mata Atlântica e Pantanal, o responsável será Marcos Rosa da ArcPlan. Integram o comitê do Pampa, o professor e coordenador do Laboratório de Geoprocessamento (Labgeo) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) Hans Hasenack e Gilvan Andrade do mesmo laboratório (MCTIC, 2018a; entrevista, Roberta Cantinho). Segundo entrevista com pesquisadores do Quarto Inventário, o trabalho desenvolvido pela Agrosatélite tem sido acompanhado de maneira muito próxima pelos comitês de validação, de modo a evitar problemas futuros de mapeamento.

Dando continuidade as estimativas brasileiras, no Quarto Inventário serão estimadas as emissões e remoções de GEE até 2016. Nesse documento, toda a série histórica de emissões, desde 1990, será recalculada a fim de manter a consistência entre Inventários. Algumas informações a respeito da construção do novo Inventário já foram divulgadas e, para o setor de LULUCF, espera-se que novos aprimoramentos sejam incorporados à metodologia, tal como tem sido feito nos últimos Inventários. Uma dessas alterações é que, para esse setor, as estimativas serão desenvolvidas, inteiramente, com base no Guia de 2006 do IPCC. Como discutido na seção 2.3, esse Guia é a consolidação dos três guias lançados anteriormente pelo IPCC em um único documento. Embora a orientação do Guia de 2006 sobre a união dos setores de Agricultura e Uso da Terra, Mudança de Uso da Terra e Floresta em único setor, o AFOLU, a princípio, o Brasil continuará estimando as emissões separadamente.

Conforme entrevista com membros do novo Inventário (Roberta Cantinho e Mercedes Bustamante), o mapeamento de uso a terra de 2016, poderá incluir a desagregação de áreas de agricultura em cultivos perenes, semiperenes (cana de açúcar) e anual, bem como identificar o estado de conservação de pastagens – degradada ou não degradada – no Cerrado. Essas distinções permitem uma melhor representação da dinâmica de uso da terra no Brasil e refinam as estimativas nacionais, uma vez que possibilitam o uso de fatores de emissão e remoção específicos para cada uso. A fim de manter a consistência dos dados é preciso, porém, que essas áreas também sejam identificadas nos mapeamentos anteriores.

Além do mapa de uso da terra, outras bases também poderão ser alteradas no Quarto Inventário (MCTIC, 2018a). São elas:

- Mapa de limite de biomas;
- Mapa de limites municipais;
- Mapas de áreas manejadas;
- Mapa de vegetação pretérita;

- Mapas de carbono
- Fatores de emissão e remoção.

O mapa de limites de biomas utilizado nos Inventários anteriores era o mapa produzido pelo IBGE em 2004 com cooperação do Ministério do Meio Ambiente. No Quarto Inventário, será utilizado o novo mapa atualizado pelo IBGE (MCTIC, 2018a). Desde o início de 2018, a equipe de Mapeamento de Recursos Naturais do IBGE está trabalhando na produção de um novo mapa dos biomas na escala cartográfica de 1:250.000 em substituição ao mapa anterior cuja escala era de 1:5.000.000 (Agência IBGE Notícias, 2018). A malha municipal digital do IBGE de 2010 será substituída pelo mapa atualizado em 2016, produzido pelo mesmo Instituto.

O mapa de áreas manejadas do Segundo e Terceiro Inventário combinava dados de Unidades de Conservação do ICMBio e de Terras Indígenas da Funai. A junção de informações dessas duas fontes resultou num produto que não correspondia aos mapas originais (entrevista, Mercedes Bustamante). No Quarto Inventário, os mapas oficiais do ICMBio e Funai continuarão sendo usados, porém serão indicadas as áreas onde há sobreposição de dados de demarcação. A adaptação de dados oficiais também ocorreu com o mapa de vegetação pretérita produzido no Segundo Inventário e usado no Terceiro. Esse mapa foi produto do mapa de vegetação do IBGE (2004) com algumas correções com base no mapa do PROBIO (2002), cuja metodologia não foi possível de ser resgatada no Quarto Inventário. Dessa forma, nesse Inventário será utilizado um novo mapa de vegetação pretérita disponibilizado pelo IBGE e revisado pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB) na escala de 1:250.000. Segundo a Dra Mercedes Bustamante, chefe da sub-rede de Uso da Terra da Rede Clima, a proposta para esse novo Inventário é articular todos os órgãos que tem a responsabilidade pela geração dos dados (IBGE, PROBIO, FUNAI, ICMBio etc) para serem parceiros do projeto do MCTIC. Essa proposta visa manter a rastreabilidade e transparência dos dados do Inventário uma vez que serão dados do governo do Brasil publicamente disponíveis.

Também, os mapas de carbono de todos os biomas, serão modificados conforme nova revisão bibliográfica por consultores e coordenados pela Rede Clima. Para Cerrado e Amazônia, entretanto, a mudança será mais profunda do que apenas a atualização de valores por fitofisionomia. No primeiro bioma, pretende-se empregar uma metodologia de espacialização de dados de biomassa por interpolação, conforme método desenvolvido no Terceiro Inventário para a Amazônia. Antes dessa nova proposta, o mapa de biomassa do Cerrado era elaborado com dados da literatura e regionalizados por estado.

Na Amazônia, o mapa de biomassa vem sendo refeito a partir de tecnologias mais modernas que as utilizadas nas estimativas anteriores. No Quarto Inventário, os dados de biomassa acima do solo serão estimados a partir da coleta de dados do sensor LiDAR aerotransportado. Esse sistema é capaz de extrair informações sobre modelo digital do terreno (MDT), o modelo digital da superfície (MDS) e métricas relacionadas à estrutura da vegetação, como altura das árvores e diâmetro de copa (INPE/CCST, 2018a). Esse mapa é um produto do projeto de pesquisa “Melhoria dos Métodos de Estimativa de Biomassa e de Modelos de Estimativa de Emissões por Mudança de Uso da Terra” desenvolvido pelo grupo Estimativa de Biomassa na Amazônia (EBA) do Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST), do INPE. Esse estudo corresponde ao subprojeto 7 da iniciativa “Monitoramento Ambiental por de Satélite no Bioma Amazônia”, que recebeu R\$ 67 milhões em 2014 financiados pelo BDNES através do Fundo Amazônia, cujo prazo de realização era de três anos e meio (FUNCATE, 2014). Liderado pelo professor Dr. Jean Ometto, o subprojeto 7 tem por objetivo reduzir as incertezas na quantificação da biomassa na Amazônia e da representação de dados na região (INPE/OBT, 2018b). Os pesquisadores propuseram a coleta de dados em 625 transectos, divididos em duas campanhas de voo na Amazônia (Figura 35). Foram coletados dados de altura da vegetação em áreas representativas e com variabilidade de condições e características florestais do bioma Amazônia, como florestas protegidas, degradadas, florestas secundárias e alagáveis. Ainda não é sabido quais métodos serão empregados na construção do mapa de biomassa a partir dos dados LiDAR. Para sua elaboração será preciso testar e escolher a equação alométrica mais adequada, validar dados do LiDAR com dados de coleta em campo, incluir dados de outros compartimentos como madeira morta caída e em pé, serapilheira, palmeiras, cipós, sub-bosque e biomassa subterrânea na estimativa de biomassa total do mapa, bem como especializar os dados para todo o território do bioma.



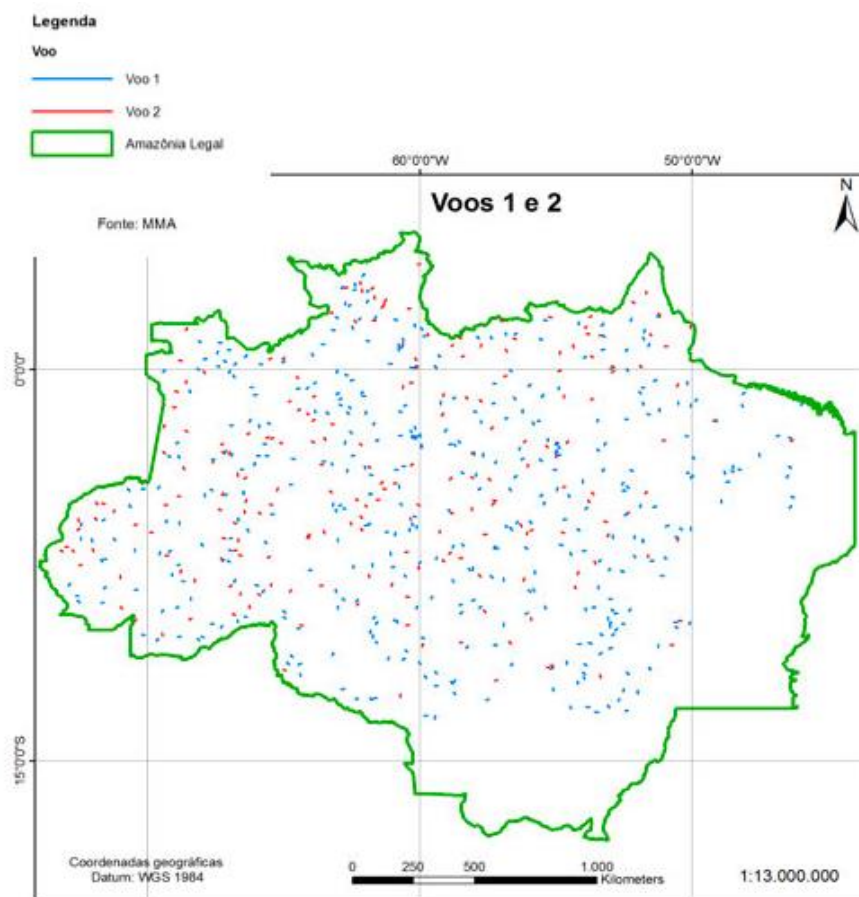


Figura 35- Distribuição dos 625 transectos. Fonte: INPE, 2017.

Em relação às superestimava de emissão de gases na Mata Atlântica no período de 2002 e 2010, a equipe do Quarto Inventário informou que, a priori, não será possível consertar e refazer o mapa de uso da terra de 2002 (entrevista, Roberta Cantinho e Mercedes Bustamante). Parte das emissões das emissões desse período serão estatisticamente redistribuídas temporalmente para anos anteriores, dado que parte das emissões eram provenientes de áreas já desmatadas a esse período.

## 5. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Nesse capítulo são apresentadas as principais considerações sobre os resultados alcançados. Na primeira seção é discutida a trajetória da construção dos Inventários de Gases de Efeito Estufa do Brasil para o setor LULUCF. Em seguida, a análise dos resultados de comparação entre os Segundo e Terceiro Inventários e, por fim, os desafios para a construção dos Inventários de GEE no Brasil e recomendações para as próximas estimativas.

## 5.1.EVOLUÇÃO DOS INVENTÁRIOS DE GEE DO BRASIL: O SETOR LULUCF

Desde a entrada em vigor da Convenção, o Brasil cumpre seus compromissos, como membro do grupo não-Anexo I, de desenvolver Inventários nacionais de emissão e remoção de gases de efeito estufa constantemente. No Brasil, o setor LULUCF é uma das principais fontes de emissão de CO<sub>2</sub> para atmosfera. Considerando a dimensão continental do país, a complexa dinâmica do uso da terra e suas vastas áreas de floresta, estimar as emissões desse setor é um desafio (BUSTAMANTE, 2018).

A construção do Primeiro Inventário nacional representou um grande desafio para o Brasil no sentido de criar competências para seu desenvolvimento e também pela aquisição de dados de qualidade específicos para o país. Exemplo disso, foi o esforço realizado para resgatar os dados do projeto RADAM, sem que houvesse a necessidade de recorrer aos valores *default* do IPCC. Nessa época, o Brasil estava aprendendo a fazer Inventários de GEE e, embora já houvesse pesquisadores capacitados para essa atividade, estavam construindo suas capacidades técnicas. O Segundo Inventário foi facilitado pela continuidade das parcerias realizadas no Primeiro Inventário. O maior desafio foi o setor LULUCF, já que o Brasil decidiu aplicar o Guia de Boa Prática para LULUCF, que representou uma revolução metodológica com relação ao Manual Revisado de 1996. Mesmo não sendo uma obrigação do Brasil, dentro dos compromissos internacionais com a UNFCCC, nesse documento as estimativas nacionais foram elaboradas com base no uso de metodologias mais complexas em termos de requisitos de dados e informações. Na abordagem *land based* para representação das categorias de uso da terra no território nacional, foi utilizada a abordagem mais completa de representação da terra, a abordagem 3, especialmente explícita. O uso da abordagem 3 possibilitou que o Brasil avançasse nas formulações de políticas públicas nacionais e internacionais sobre mudanças climáticas, uma vez que foi possível identificar quais e onde ocorriam as conversões de uso da terra no território nacional.

No Terceiro Inventário, o arcabouço metodológico adotado no Inventário anterior foi mantido, porém novas melhorias foram incorporadas na análise e no processamento dos dados. Exemplos desse aprimoramento incluem: a mudança dos fatores de remoção por valores específicos por bioma, ajuste da equação alométrica por uma que fosse mais representativa do bioma Amazônia, incorporação do estoque carbono em outros reservatórios e suavização das discontinuidades do mapa de carbono da Amazônia. No que diz respeito à transparência e reprodutibilidade desse mapa, em abril de 2018 foi publicado um artigo no qual se apresentou o fluxograma esclarecendo as etapas de desenvolvimento do mapa (BUSTAMANTE et al.,

2018, material suplementar). Os aperfeiçoamentos trazidos pelo Terceiro Inventário podem ser diretamente relacionados ao fomento à pesquisa através da participação da Rede Clima. A parceria com a comunidade científica fez com que o Terceiro Inventário se aproximasse mais da fronteira do conhecimento científico. Houve um grande esforço da nova equipe para incorporar ao Inventário dados mais específicos e ligados a pesquisas mais recentes e que, por isso, trouxessem estimativas com maior acurácia.

A partir dos aprimoramentos feitos do Primeiro Inventário para o Segundo, bem como deste para o Terceiro, seria esperado que o Brasil utilizasse o melhor dado disponível para ajustar seus compromissos internacionais. Se o Nível de Referência de Emissões Florestais devem ser consistentes com os Inventários (UNFCCC, 2012; FAO, 2015), o FREL C da Amazônia poderia, pois, ter utilizado o mapa de carbono da Amazônia do Inventário mais atual à época, ou seja, o Terceiro Inventário. O mesmo poderia ter sido feito com as NDCs brasileiras submetidas ao Acordo de Paris. As estimativas do Terceiro Inventário mostram que, em 2010, o Brasil emitiu 1,2 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub>. Isso significa que, o percentual de redução de 37% em 2025 conforme ano base de 2005 do Segundo Inventário - o equivalente a 1,3 bilhões emitidos em 2025-, já foi alcançado pelo país. Dessa forma, seria importante para o Brasil a revisão do nível de ambição de seus compromissos. Além de fortalecer o papel de liderança do país no cenário internacional, teria maior contribuição para o objetivo comum de limitar o aumento da temperatura a 1,5 °C.

Já em processo de desenvolvimento, o Quarto Inventário continuará incorporando novos aperfeiçoamentos em relação ao Terceiro Inventário. A principal mudança destacada pela equipe responsável por sua elaboração diz respeito à contratação do comitê de validação. Composto por especialistas de cada bioma, o benefício desse comitê para o Inventário é a garantia da qualidade das imagens selecionadas para o mapeamento de uso e cobertura da terra de 2016 e do mapeamento em si, reduzindo erros de classificação. Caberá, portanto, à equipe de Coordenação do Quarto Inventário, fazer a moderação entre os diferentes atores desse processo - comitê de validação, Agrosatélite e Rede Clima -, de modo a intermediar a comunicação entre os grupos e assegurar o alinhamento das metas. Também, será fundamental a articulação da Coordenação durante a transição de funções da FUNCATE para a Agrosatélite a fim de que, todos os dados e *know-how* acumulados até o presente, sejam repassados seguramente para a nova empresa contratada.

Outra mudança prevista para o Quarto Inventário que pode ter reflexo nas estimativas do Inventários refere-se aos novos mapas de estoque de carbono dos biomas Cerrado e da Amazônia. No primeiro bioma, a espacialização dos dados através da interpolação poderá

suavizar a distribuição da biomassa em função da própria variabilidade interna das fitofisionomias florestais no bioma. Na Amazônia, o uso do LiDAR poderá agregar grande benefícios para as estimativas. O sensor aerotransportado é capaz de estimar a biomassa aérea com bastante acurácia, principalmente se combinado com análise de imagem de satélite e medições em campo (KANDEL, 2015; ZOLKOS; GOETZ; DUBAYAH, 2013). Contemplam áreas de difícil acesso, preenchendo as lacunas onde o RADAM não possui dados, por exemplo (URBAZAEV et al., 2018). Além disso, as imagens não são prejudicadas por nuvens (ASNER, 2001; GIBBS et al., 2007) e o processo de coleta de dados demanda menos tempo e recursos humanos do que os tradicionais inventários florestais (URBAZAEV, 2018). Em contrapartida, o uso de laser aerotransportado é processo que tem um custo de desenvolvimento elevado, especialmente quando tem de ser feito em áreas extensas como a Amazônia (KANDEL, 2015).

Como um processo natural, as estimativas de emissão de GEE tendem a melhorar à medida que a ciência e as próprias circunstâncias nacionais evoluem. Embora a contribuição da ciência seja extremamente valiosa para os Inventários, esses documentos não podem ser compreendidos como instrumentos puramente científicos. Os Inventários nacionais de GEE são uma exigência da Convenção e, por isso, são, essencialmente, documentos de política pública e são a base das negociações do clima. Nesse sentido Câmara (2017) argumenta que “quando saímos do domínio estrito da ciência e passamos ao espaço da diplomacia, os critérios de objetividade científica têm de ser balanceados com as conveniências das posições nacionais”. Por isso, se de um lado a equipe responsável pelos Inventários necessita de trabalhar de forma autônoma sem compromissos do ponto de vista político, apenas de calcular as emissões e remoções de GEE da maneira mais acurada possível, essa equipe precisa ter ciência também dos debates internacionais e das práticas de outros países de modo a fazer escolhas metodológicas mais apropriadas. Comparação entre as estimativas de 2005 do segundo e terceiro inventário

A diferença entre as estimativas de 2005 produzidas pelo Segundo e Terceiro Inventários está diretamente relacionada aos aprimoramentos da metodologia. Os pontos principais relacionados à origem dessa diferença são as áreas de desmatamento oriundas de diferentes matrizes de transição e os fatores de remoção utilizados em cada documento. Também, é importante destacar que as estimativas de emissão de 2005 do Segundo Inventário são projeções das emissões que ocorreram entre 1994 e 2002 e não observações específicas para esse ano como feito no Terceiro Inventário cujas emissões de 2005 foram estimadas com base nas matrizes de transição de uso da terra de 2002 a 2010 para todos os biomas e 2002-

2005; 2005-2010 para Amazônia. Matrizes de transição diferentes, mostram conversões e áreas diferentes e, por conseguinte, emissões diferentes.

Embora a diferença das estimativas entre os Inventários tenha sido percebida em todos os biomas, ela foi mais significativa na Amazônia, bioma de maior representatividade territorial e que responde por 62% das emissões líquidas do setor em 2005. A principal causa das emissões do setor de LULUCF é o desmatamento e, na Amazônia, a área desmatada considerada pelo Terceiro Inventário foi 51% maior do que área desmatada observada no Segundo. Sabendo que emissões de desmatamento são determinadas tanto pela área quanto pelo estoque total de carbono, esse último parâmetro também poderia ajudar a explicar a diferença de emissão entre Inventários, uma vez que houve um aumento de 9% nas emissões desse bioma se considerados os fatores de emissão do Terceiro Inventário. Além da área desmatada, a revisão dos fatores de remoção também mostrou forte influência sobre as emissões. Dado que os fatores de remoção utilizados pelo Terceiro Inventário foram menores tanto por florestas primárias quanto secundárias, era esperado, portanto, um menor potencial de sequestro de CO<sub>2</sub> atmosférico nessas estimativas. Em todos os biomas, essa diferença mostrou-se bastante significativa, mas, especificamente na Amazônia, cuja área de floresta primária é a maior do país, houve uma redução de 31% do potencial de sequestro de carbono quando utilizado o fator do Terceiro Inventário. Além disso, a remoção por florestas secundárias com histórico de diferentes usos diminuiu em, aproximadamente, 42% considerando todos os biomas. Em conjunto, o aumento da área desmatada e a redução dos fatores de remoção, podem explicar a diferença de 25% das emissões entre o Segundo e Terceiro Inventário para o setor de uso da terra, mudança de uso da terra e florestas.

## 5.2.DESAFIOS PARA A CONSTRUÇÃO DE INVENTÁRIOS NACIONAIS DE GEE NO BRASIL E SUGESTÃO PARA AS PRÓXIMAS ESTIMATIVAS

Embora se reconheça todos os avanços realizados nas estimativas do setor de LULUCF, existem alguns tópicos que deveriam ser considerados para o desenvolvimento dos futuros Inventários nacionais do Brasil. Essas observações e recomendações se dividem em aspectos: técnicos, institucionais (organizacional) e governamentais. Sob o ponto de vista técnico, é necessário que as estimativas do setor de LULUCF contemplem também as emissões de CO<sub>2</sub> e outros gases provenientes de queimadas não associadas ao desmatamento e de reservatórios hidrelétricos. Embora as queimadas não associadas ao desmatamento possam ser associadas a causas naturais (relâmpagos, por exemplo), pesquisas evidenciam que, na maioria dos casos, esses eventos têm origem antrópica e, por isso, deveriam ser incluídos nas

estimativas (BALCH, 2017; ICMBio, 2016). Um estudo demonstrou que, na Amazônia, as emissões brutas por incêndios florestais podem ser maiores (>50%) do que as emissões por desmatamento, especialmente durante períodos de seca (ARAGÃO et al, 2018). Apesar dessa significância, compreende-se, no entanto, que o processo para inclusão dessas emissões no Inventário de GEE do Brasil ainda é complexo. Considerando a *proxy* de terras manejadas, os Inventários devem estimar apenas as emissões e remoções de origem antrópica. Dessa forma, uma maneira para poder diferenciar as queimadas naturais das antrópicas seria estimar apenas as emissões que ocorrem dentro das áreas definidas como manejadas, ou seja, UCs e Terras Indígenas. Atualmente, a janela de monitoramento dos Inventários não permite detectar a frequência de eventos de queimadas antrópicas que ocorreram entre o ano inicial e o ano final. Nesse sentido, o programa “Monitoramento de Queimadas” do INPE que disponibiliza dados anuais de focos de queimadas em todos os biomas brasileiros e poderia ser usado como fonte de informação para essas estimativas. Todavia, a regeneração da vegetação pós-queimada também deveria ser monitorada regularmente a fim de estimar a quantidade de CO<sub>2</sub> que poderia ser descontada das emissões brutas. Uma das possíveis alternativas para estimar as emissões líquidas das queimadas não associadas ao desmatamento nos próximos Inventários, seria o uso de modelos de simulação de probabilidade de ocorrência de queimadas, acoplados a componentes de mudança de uso da terra e de estoque de carbono (OLIVEIRA et al., 2018; SILVESTRINI et al., 2011).

Da mesma forma que as queimadas, existem diversos estudos que evidenciam o potencial de emissões de metano ao longo dos anos de operação dos reservatórios hidrelétricos, especialmente em regiões tropicais (FEARNSIDE, 2004; FEARNSIDE; GUIMARÃES, 1996; GALY-LACAUX et al., 1999). Nos guias do IPCC (IPCC, 2006 e GPB, 2003) as metodologias sugeridas para essas estimativas são tratadas em um apêndice e não fornecem valores *default* para as emissões de CH<sub>4</sub> pela desgaseificação nas turbinas, pela ebulição (bolhas) da superfície do reservatório e pela ebulição e difusão no rio à jusante da barragem (FEARNSIDE, 2015). Embora não seja uma exigência da Convenção que os países incluam as emissões por essas fontes em suas estimativas, seria interessante que o Brasil estimasse a contribuição dos seus reservatórios nas emissões nacionais, haja vista a grande participação das hidrelétricas na matriz energética do país. Ademais, sob o ponto de vista técnico, há uma necessidade de uma maior desagregação das subcategorias de uso da terra nos Inventários do Brasil de forma a permitir uma avaliação da eficácia das políticas públicas. Atualmente, não é possível avaliar, por exemplo, a eficácia da implementação do Plano ABC e da NDC na redução de emissões

ou o fortalecimento de sumidouros na Agricultura e Pecuária, uma vez que os Inventários não diferenciam o tipo de cultivo agrícola e o estado de conservação de pastagens.

Sob o ponto de vista institucional, a administração dos dados que são produzidos a cada novo Inventário será um grande desafio, principalmente para o setor de LULUCF. A análise por sensoriamento remoto de todo o território brasileiro tem gerado um volume cada vez maior de dados: no Segundo Inventário, o Brasil foi dividido em 7,5 milhões de polígonos e, no Terceiro Inventário, esse número dobrou (SANTOS, 2017; entrevista Marcio Rojas). Cada polígono contém uma miríade de informações associadas àquela área: localização por município, bioma, tipo de vegetação, estoque de carbono acima do solo etc. Esse grande conjunto de informações (*big data*) requer um grande esforço de gestão, processamento e de interpretação de dados que, muitas vezes, ferramentas comuns não conseguem executar em um tempo hábil (CHEN; MAO; LIU, 2014; MA et al., 2015). Outro ponto que deveria ser considerado, diz respeito à frequência de desenvolvimento de Inventários brasileiros que, por sua vez, seguem a periodicidade exigida pela Convenção. Geralmente, os Inventários são publicados a cada 5 anos e, essa frequência, não necessariamente acompanha os prazos dos compromissos nacionais e internacionais. O Segundo Inventário foi a base para criação das NAMAs firmadas na PNMC, cujos objetivos devem ser alcançados em 2020. Entretanto, percebe-se um impasse em como serão medidos os resultados desse ano se, contanto que não haja atrasos, apenas as estimativas de 2016 do Quarto Inventário nacional estarão disponíveis. O mesmo impasse acontece para avaliar o alcance das metas propostas nas NDCs em 2025 e 2030. É provável que, até 2025, apenas o Quarto Inventário esteja publicado. Para reduzir essa lacuna, o Brasil teria que produzir Inventários anuais o que poderia ser um desafio haja vista a complexidade e os custos desse documento.

Do ponto de vista governamental, acredita-se que os Inventários nacionais poderiam ter uma melhor articulação com outras iniciativas nacionais de monitoramento de uso da terra. Ao invés de haver uma convergência de esforços de mapeamentos, por exemplo, o que se observa são iniciativas sendo desenvolvidas de maneira isolada. Projetos como o TerraClass Cerrado e Amazônia, possuem em comum com o Inventário o objetivo de realizar o mapeamento da dinâmica de uso e cobertura da terra, porém apresentam resultados diferentes entre si. Embora os projetos respondam a perguntas diferentes, tenham prazos e abrangência diferentes do Inventário (o TerraClass Amazônia visualiza a Amazônia Legal), idealmente, essas iniciativas poderiam ser conciliadas em único projeto de monitoramento. Deste modo poderiam ser desenvolvidos produtos com maior frequência, com melhor qualidade em termos de escala e resolução, além de promover a unicidade entre os dados oficiais e o melhor

gerenciamento de recursos financeiros que estão cada vez mais escassos. Também, dada a interseção dos Inventários com os compromissos internacionais do Brasil (FREL e NDC, por exemplo), é fundamental que haja uma melhor articulação as entre equipes responsáveis pelo desenvolvimento desses documentos (MCTIC, MMA e outras instituições). Modificações incorporadas a cada novo Inventário poderiam ser melhor discutidas entre as equipes, e reproduzidas, não somente em toda a série histórica das emissões, mas, também na elaboração dos compromissos internacionais. Em conjunto, a harmonização entre os Inventários nacionais de GEE e os compromissos internacionais poderia reduzir possíveis constrangimentos a respeito da conduta do Brasil ao utilizar informações que não estão em conformidade com os Inventários para elaborar suas submissões.



## 6. REFERÊNCIAS

Agência IBGE Notícias. IBGE em campo. **Instituto começa projeto para atualizar mapa dos biomas brasileiros**. 03 jul 2018. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/20784-instituto-comeca-projeto-para-atualizar-mapa-dos-biomas-brasileiros>>. Acesso em 06 nov. 2018.

ALVES, D. et al. Biomass of primary and secondary vegetation in Rondonia, Western Brazilian Amazon. **Global Change Biology**, v. 3, n. 5, p. 451–461, 1997.

AMORIM, I. L. DE; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. DE L. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 3, p. 615–623, 2005.

ASNER, G. . Cloud cover in Landsat observations of the Brazilian Amazon. **International Journal of Remote Sensing**, v. 22, n. 18, p. 3855–3862, 2001.

ASNER, G. P. et al. Ecology: Selective logging in the Brazilian Amazon. **Science**, v. 310, n. 5747, p. 480–482, 2005.

ASSIS, J. S. DE. O USO DO SENSORIAMENTO REMOTO NO PLANEJAMENTO de Unidades de Conservação. **I Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**, 2002.

BAKER, T. R. et al. Increasing biomass in Amazonian forest plots. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 359, n. 1443, p. 353–365, 2004.

BARBOSA, R. I.; FEARNSIDE, P. M. Above-ground biomass and the fate of carbon after burning in the savannas of Roraima, Brazilian Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 216, n. 1–3, p. 295–316, 2005.

BASTIANONI, S.; PULSELLI, F. M.; TIEZZI, E. The problem of assigning responsibility for greenhouse gas emissions. **Ecological Economics**, v. 49, n. 3, p. 253–257, 2004.

BÖTTCHER, H.; KURZ, W. A.; FREIBAUER, A. Accounting of forest carbon sinks and sources under a future climate protocol-factoring out past disturbance and management effects on age-class structure. **Environmental Science and Policy**, v. 11, n. 8, p. 669–686, 2008.

BRASIL. **Decreto N° 7.390** de 09 de dezembro de 2010. Regulamenta os arts. 6º, 11 e 12 da Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências.

BRASIL. **Decreto N° 9.578** de 22 de novembro de 2018. Consolida atos normativos editados pelo Poder Executivo federal que dispõem sobre o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, de que trata a Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009, e a Política Nacional sobre Mudança do Clima, de que trata a Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009.

BRASIL. **Lei N° 12.187**, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências

BRASIL. **Plano de Acao para a Prevencao e Controle do Desmatamento na Amazonia Legal**. Brasília: Casa Civil, 2004.

BRASIL. **Portaria Nº 728**, de 20 de novembro de 2007. Institui a Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais - Rede Clima e constitui Sub-Redes temáticas

BRASIL. **Portaria MCTI Nº 1.295**, de 16 dezembro 2013. Altera dispositivos da Portaria MCT nº 728, de 20 de novembro de 2007, que instituiu a Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais - Rede CLIMA e constituiu Sub-Redes temáticas.

BRASIL. **Pretendida contribuição nacionalmente determinada para consecução do objetivo da convenção-quadro das nações unidas sobre mudança do clima**, 2015.

BUN, R. et al. Spatial GHG inventory at the regional level: Accounting for uncertainty. **Climatic Change**, v. 103, n. 1–2, p. 227–244, 2010.

BUSTAMANTE, M. M. C. et al. Engagement of scientific community and transparency in C accounting: The Brazilian case for anthropogenic greenhouse gas emissions from land use, land-use change and forestry. **Environmental Research Letters**, v. 13, n. 5, 2018.

CERRI, C. E. P. et al. Brazilian greenhouse gas emissions: the importance of agriculture and livestock. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 6, p. 831–843, 2009

CHEN, M.; MAO, S.; LIU, Y. Big data: A survey. **Mobile Networks and Applications**, v. 19, n. 2, p. 171–209, 2014.

CIANCIARUSO, M. V.; AUÍLIO DA SILVA, I.; BATALHA, M. A. Aboveground biomass of functional groups in the ground layer of savannas under different fire frequencies. **Australian Journal of Botany**, v. 58, n. 3, p. 169–174, 2010.

DE MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, n. 71, p. 149–154, 2006.

DE MIRANDA, S. DO C. et al. Regional variations in biomass distribution in Brazilian Savanna Woodland. **Biotropica**, v. 46, n. 2, p. 125–138, 2014.

EMBRAPA. Notícias, geotecnologia. **Brasil lança o mapa de carbono orgânico do solo**. 28 nov. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/30179699/brasil-lanca-o-mapa-de-carbono-organico-do-solo>>. Acesso em 06 nov. 2018.

ENGLUND, O. et al. A new high-resolution nationwide aboveground carbon map for Brazil. **Geo: Geography and Environment**, v. 4, n. 2, p. 1–12, 2017.

ESCOBAR, I. P. et al. Reprocessamento digital das imagens SLAR geradas pelos projetos RADAM e RADAMBRASIL–projeto RADAM–D. **XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, p. 4395–4397, 2005.

EUROPEAN COMMISSION. **Second Biennial Report of the European Union under the UN Framework Convention on Climate Change** European Commision. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <[https://unfccc.int/files/national\\_reports/biennial\\_reports\\_and\\_iar/submitted\\_biennial\\_reports/application/pdf/eu\\_second\\_biennial\\_report\\_under\\_the\\_unfccc\\_\(2\).pdf](https://unfccc.int/files/national_reports/biennial_reports_and_iar/submitted_biennial_reports/application/pdf/eu_second_biennial_report_under_the_unfccc_(2).pdf)>.

FAO. **Technical considerations for Forest Reference Emission Level and / or Forest Reference Level construction for REDD+ under the UNFCCC**. Rome: FAO, 2015.

FEARNSIDE, P. M. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams: Controversies provide a springboard for rethinking a supposedly “clean” energy source. An editorial comment. **Climatic Change**, v. 66, n. 1–2, p. 1–8, 2004.

FEARNSIDE, P. M. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams: Reply to Rosa et al. **Climatic Change**, v. 75, n. 1–2, p. 103–109, 2006.

FEARNSIDE, P. M. Emissions from tropical hydropower and the IPCC. **Environmental Science and Policy**, v. 50, n. 92, p. 225–239, 2015.

FEARNSIDE, P. M.; GUIMARÃES, W. M. Carbon uptake by secondary forests in Brazilian Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 80, n. 1–3, p. 35–46, 1996.

FEDERICI, S.; PENMAN, J.; WOLOSIN, M. GHG fluxes from forests : An assessment of national reporting and independent science in the context of the Paris Agreement. p. 1–42, 2016.

FUNCATE. **Institucional:** Quem somos. Disponível em: <<https://www.funcate.org.br/pt/institucional/>>. Acesso em 15 out. 2018.

GALY-LACAUX, C. et al. Long-term greenhouse gas emissions from hydroelectric reservoirs in tropical forest regions • Georges Kouadio ; Sandfine and Philippe Gosse maximum Then the time course of dissolved over the three average dissolved methane concentrations were lower and r. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 13, n. 2, p. 503–517, 1999.

GAMBA, C.T.C. Contribuição ao estudo da vegetação da porção leste da Ilha de Marajó. Tese de Doutorado (Geografia Física), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

GEF. **Second National Communication of Brazil to the UNFCCC**. Disponível em: <<https://www.thegef.org/project/second-national-communication-brazil-unfccc>>. Acesso em 05 dez. 2018a.

GEF. **Third National Communication of Brazil to the UNFCCC**. Disponível em: <<https://www.thegef.org/project/third-national-communication-unfccc>>. Acesso em 05 dez. 2018b.

GEF. **Fourth National Communication and Biennial Update Reports to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC): Project Summary**. Disponível em: <<https://www.thegef.org/project/fourth-national-communication-and-biennial-update-reports-united-nations-framework>>. Acesso em 03 nov. 2018c.

GIBBS, H. K. et al. Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: Making REDD a reality. **Environmental Research Letters**, v. 2, n. 4, 2007.

GOVERNO DO BRASIL. **Compromisso Voluntário do Brasil**. 2011. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/meio-ambiente/2011/11/o-compromisso-voluntario-do-brasil>>. Acesso em 23 fev. 2019

GRASSI, G. et al. The key role of forests in meeting climate targets requires science for credible mitigation. **Nature Climate Change**, v. 7, n. 3, p. 220–226, 2017.

GURGEL, A. C.; LAURENZANA, R. D. Desafios e Oportunidades da Agricultura Brasileira de Baixo Carbono. In: RIBEIRO VIEIRA FILHO, J. E.; GARCIA GASQUES, J. (Eds.). .

**Agricultura, Transformação Produtiva e Sustentabilidade.** Brasília: Ipea, 2016. p. 343–366.

HARRIS, N. L. et al. A review of land-based greenhouse gas flux estimates in Indonesia. **Environmental Research Letters**, v. 13, n. 5, p. 1–11, 2018.

HOUGHTON, R. et al. The annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use 1850 – 1990 \*. **Tellus**, v. 51B, p. 378–390, 1999.

HOUGHTON, R. A. et al. Carbon emissions from land use and land-cover change. **Biogeosciences**, v. 9, n. 12, p. 5125–5142, 2012.

HUANG, M.; ASNER, G. P. Long-term carbon loss and recovery following selective logging in Amazon forests. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 24, n. 3, p. 1–15, 2010.

IBGE. **Mapa de biomas e de vegetação.** Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>. Acesso em 06 dez. 2018.

INPE. **Projeto busca reduzir incertezas na quantificação de biomassa na Amazônia.** 06 jan. 2017. Disponível em: <<http://www.inpe.br/informativo/08/nota02>>. Acesso: 09 nov. 2018.

IPCC. **First Assessment Report- Overview.** In: Climate Change. The IPCC First Assessment Report. Cambridge, UK: Press Syndicate of University of Cambridge, 1990 p.51-62.

IPCC. **Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.** Kanagawa, Japão: Institute for Global Environmental Strategies, 2000.

IPCC. **Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry.** 2003. ed. Kanagawa, Japão: Institute for Global Environmental Strategies, 2003.

IPCC. **History.** Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/about/history/>>. Acesso em 24 fev. 2019

IPCC. Volume 1 Chapter 6 Quality Assurance / Quality Control and Verification. In: **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.** Kanagawa, Japão: Institute for Global Environmental Strategies, 2006a p. 1–31.

IPCC. Introduction to the 2006 Guidelines. In: EGGLESTON, S. et al. (Eds.). . **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.** Kanagawa, Japão: Institute for Global Environmental Strategies, 2006b. p. 12.

IPCC. Time series consistency. In: **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.** Kanagawa, Japão: Institute for Global Environmental Strategies, 2006c. p. 1–49.

IPCC. **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.** Kanagawa, Japão: Institute for Global Environmental Strategies, 2006d.

IPCC. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. In: EGGLESTON, S. et al. (Eds.). . **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.** Kanagawa, Japão: Institute for Global Environmental Strategies, 2006e. p. 21.

IPCC. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. In: EGGLESTON, S. et al. (Eds.). . **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.** Kanagawa, Japão:

- Institute for Global Environmental Strategies, 2006f. p. 59.
- IPCC. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. In: EGGLESTON, S. et al. (Eds.). . **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Kanagawa, Japão: Institute for Global Environmental Strategies, 2006g. p. 42.
- IPCC. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. In: EGGLESTON, S. et al. (Eds.). . **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Kanagawa, Japão: Institute for Global Environmental Strategies, 2006h. p. 104–128.
- IPCC. **Revisiting the use of managed land as a proxy for estimating national anthropogenic emissions and removals** **Metting Report**. São José dos Campos: [s.n.].
- IPCC. **2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol**. [s.l.] Intergovernmental Panel on Climate Change., 2014a.
- IPCC. **2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands**. Kanagawa, Japão: Intergovernmental Panel on Climate Change., 2014b.
- IVERSEN, P.; LEE, D.; ROCHA, M. **Understanding land use in the UNFCCC**, 2014.
- JOF BR. **Processo Nº 428/2017 - Mapeamento dos biomas brasileiros**. Disponível em :< <https://vendor.un.org.br/processes/177#!>>. Acesso em 06 dez. 2018.
- KANDEL, P. N. Estimation of Above Ground Forest Biomass and Carbon Stock by Integrating Lidar, Satellite Image and Field Measurement in Nepal. **Journal of Natural History Museum**, v. 28, n. 8, p. 160, 2015.
- KRUG, T. **Aprimoramentos do FREL C com relação ao FREL A e FREL B e preparação para avaliação técnica**. Disponível em: <[http://redd.mma.gov.br/images/gttredd/thelmakrug\\_elaboracaofrelc.pdf](http://redd.mma.gov.br/images/gttredd/thelmakrug_elaboracaofrelc.pdf)>. Acesso em 10 out. 2018.
- KURZ, W.A. Large inter-annual variations in carbon emissions and removals. 2010. Kurz, W.A. Pages 41-48 Invited Background Paper in H.S. Eggleston, N. Srivastava, K. Tanabe, and J. Baasansuren, (Eds). In IPCC 2010, **Revisiting the Use of Managed Land as a Proxy for Estimating National Anthropogenic Emissions and Removals**, 2009, INPE, São José dos Campos, Brazil. IGES, Hayama, Japan.
- LAHSEN, M. A science-policy interface in the global south: The politics of carbon sinks and science in Brazil. **Climatic Change**, v. 97, n. 3, p. 339–372, 2009.
- LAHSEN, M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; DALLA-NORA, E. L. Undervaluing and overexploiting the Brazilian Cerrado at our peril. **Environment**, v. 58, n. 6, p. 4–15, 2016.
- LE TREUT, H.; SOMMERVILLE, R. Historical Overview of Climate Change Science. In: SOLOMON, S., D. QIN, M. MANNING, Z. CHEN, M. MARQUIS, K.B. AVERYT, M. T. AND; MILLER, H. L. (Eds.). . **Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. United Kingdom and New York: Cambridge University Press, 2007. p. 94–127.
- MA, Y. et al. Remote sensing big data computing: Challenges and opportunities. **Future**

**Generation Computer Systems**, v. 51, p. 47–60, 2015.

MAPA. **Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas para Consolidação da Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura**. Brasília: 2012

MCT. **Comunicação inicial do Brasil à Convenção- Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2004.

MCT. **Segunda Comunicação do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010.

MCTI. **Relatórios de Referência: Setor Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2015.

MCTI. **3ª Comunicação nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2016. v. I

MCTIC. **RELATÓRIO DE GESTÃO DO EXERCÍCIO DE 2016**. Brasília: 2017.

MCTIC. **Sirene: Sistema de Registro Nacional de Emissões**. Publicações. Disponível em < sirene.mcti.gov.br>. Acesso em: 20 fev. 2018a.

MCTIC. **Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima: Visão geral do IV Inventário Nacional de Emissões do setor LULUCF**. Brasília, 22 e 23 de agosto de 2018. Disponível em: < [http://redd.mma.gov.br/images/gttredd/reuniaio9/lidianemelo\\_mctic\\_inventarioemissoes4.pdf](http://redd.mma.gov.br/images/gttredd/reuniaio9/lidianemelo_mctic_inventarioemissoes4.pdf) >. Acesso em 05 nov. 2018b.

MCTIC; ONU MEIO AMBIENTE. **Opções de mitigação de emissões de gases de efeito estufa em setores-chave do Brasil: Modelagem setorial de opções de baixo carbono para agricultura, florestas e outros usos do solo (AFOLU)**. Brasília: MCTIC, ONU Meio Ambiente, 2017. v. 91

METZKER, T. et al. Forest dynamics and carbon stocks in Rio Doce State Park - an Atlantic rainforest hotspot. **Current Science**, v. 100, n. 12, p. 1855–1862, 2011.

MICES. **Mudança do clima e indústria brasileira: Iniciativa e recomendações estratégicas para implementação e financiamento da NDC do Brasil**. Brasília: 2018

MMA. **Brazil's submission of a Forest Reference Emission Level (FREL) for reducing emissions from deforestation in the Amazonia biome for REDD + results-based payments under the UNFCCC from 2016 to 2020** Brasília, 2018.

OGLE, S. M. et al. Delineating managed land for reporting national greenhouse gas emissions and removals to the United Nations framework convention on climate change. **Carbon Balance and Management**, v. 13, n. 1, 2018.

OLIVEIRA, A. S. DE et al. Economic losses to sustainable timber production by fire in the Brazilian Amazon. **The Geographical Journal**, v. 00, n. July, p. 1–13, 2018.

PHILLIPS, O. L. Changes in the Carbon Balance of Tropical Forests: Evidence from Long-Term Plots. **Science**, v. 282, n. 5388, p. 439–442, 1998.

PROBIO I. **Edital 02/2004**. Resultados da seleção de projetos do Edital Probio I N.º 02/2004. Disponível em: < [http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/\\_arquivos/result204.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/result204.pdf)>. Acesso em 16 jan. 2019a.

PROBIO I. **Edital 03/2004**. Resultados da seleção de projetos do Edital Probio I N.º 02/2004. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/\\_arquivos/result\\_03\\_2004.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/result_03_2004.pdf)>. Acesso em 16 jan. 2019b.

PRODES- Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite. Disponível em: < <http://www.obt.inpe.br/obt/assuntos/programas/amazonia/prodes>>. Acesso em: 29 de jan. 2018

RAJÃO, R.; DUARTE, T. Performing postcolonial identities at the united nations' climate negotiations. **Postcolonial Studies**, v. 21, n. 3, p. 364–378, 2018.

RAJÃO, R.; MOUTINHO, P.; SOARES, L. The Rights and Wrongs of Brazil's Forest Monitoring Systems. **Conservation Letters**, v. 10, n. 4, p. 494–495, 2017.

ROCHA, H. R. DA et al. Measurements of CO<sub>2</sub> exchange over a woodland savanna (Cerrado *Sensu stricto*) in southeast Brasil. **Biota Neotropica**, v. 2, p. 1–11, 2002.

ROSA, L. P. et al. Greenhouse gas emissions from hydroelectric reservoirs in tropical regions. **Climatic Change**, v. 66, n. 1–2, p. 9–21, 2004.

RYPDAL, K.; WINIWARTER, W. Uncertainties in greenhouse gas emission inventories - Evaluation, comparability and implications. **Environmental Science and Policy**, v. 4, n. 2–3, p. 107–116, 2001.

SANTOS, M.M.O. Entendendo as emissões de gases ligados ao desmatamento no Brasil. **Eco 21**, v. 236, 2016. Disponível em <<http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=3928>>. Acesso em: 19 out. 2017.

SANTOS, M. Seminário Internacional Relacionando Mudança do Clima e Contas Nacionais Painel 3: **Relacionando inventários nacionais de emissões à contabilidade econômica Inventário de emissões e remoções de GEE do Brasil**. Brasília, 17 out. 2017.

Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/agencia/images/apresentacoes/painel\\_3\\_apresentacao\\_2\\_MAURO\\_Meirelles.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/apresentacoes/painel_3_apresentacao_2_MAURO_Meirelles.pdf)>. Acesso em 07 dez. 2018.

SCHLAMADINGER, B. et al. A synopsis of land use, land-use change and forestry (LULUCF) under the Kyoto Protocol and Marrakech Accords. **Environmental Science and Policy**, v. 10, n. 4, p. 271–282, 2007.

SCHÖNGART, J. et al. Age-related and stand-wise estimates of carbon stocks and sequestration in the aboveground coarse wood biomass of wetland forests in the northern Pantanal, Brazil. **Biogeosciences**, v. 8, n. 11, p. 3407–3421, 2011.

SEEG. **Emissões do setor de agropecuária**: período 1970-2015. 2017

SENADO FEDERAL. **Protocolo de Quioto e Legislação Correlata**. Brasília: 2004.

SILVESTRINI, R. A. et al. Simulating fire regimes in the Amazon in response to climate change and deforestation. **Ecological Applications**, v. 21, n. 5, p. 1573–1590, 2011.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica 2015-2016**. Dados mais recentes. Disponível em <<https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recents/>>. Acesso em: 29 mar.2018.

UnB. Laboratório de Ecossistemas. **Rede Clima**. Disponível em <<http://bustamantelab.com.br/pt/rede-clima/>>. Acesso em 05 jan. 2019.

UNFCCC. **United nations framework convention on climate change**. New York, USA, 1992.

UNFCCC. Decision 17, Guidelines for the Preparation of National Communications from Parties not Included in Annex I to the Convention. v. 2, n. d, 2003.

UNFCCC. **Report of the Conference of the Parties on its seventeenth session, held in Durban from 11 to 23 November 2011 FCCC/CP/2011/9/Add.1**. Durban: 2012.

UNFCCC. **Report of the Conference of the Parties on its nineteenth session, held in Warsaw from 28 November to 11 December 2013 FCCC/CP/2013/10/Add.3**. Varsóvia: 2013.

UNFCCC. **Paris Agreement on Climate**. Paris: 2015.

UNFCCC. **Preparations for the implementation of the Paris Agreement and the first session of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement FCCC/CP/2018/L.23**. Katowice: 2018.

UNFCCC. **National greenhouse gas inventory data for the period 1990-2015**, 2017. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/2017/sbi/eng/18.pdf>>. Acesso em out. 2017a.

UNFCCC. **Status of Ratification**. Disponível em <[http://unfccc.int/essential\\_background/convention/status\\_of\\_ratification/items/2631.php](http://unfccc.int/essential_background/convention/status_of_ratification/items/2631.php)>. Acesso em 20 de outubro de 2017b.

UNFCCC. **National Reports**. Disponível em <<https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/review-process>>. Acesso em: 20 out. 2017c.

UNFCCC. **REDD+ Web Platform: Forest reference emission levels**. Disponível em: <<https://redd.unfccc.int/fact-sheets/forest-reference-emission-levels.html>>. Acesso em 06 dez.2018.

UNFCCC. **Biennial Update Reports**. Disponível em: <<https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/biennial-update-reports-and-international-consultation-and-analysis-non-annex-i-parties/biennial-update-reports>>. Acesso em 24 fev. 2019a.

UNFCCC. **INDC: INDCs as communicated by Parties**. Disponível em: <<https://www4.unfccc.int/sites/submissions/indc/Submission%20Pages/submissions.aspx>>. Acesso em 09 jan. 2019b.

UNFCCC. **REDD+ Web Platform**. Disponível em: <<https://redd.unfccc.int/submissions.html>>. Acesso em 09 jan. 2019c.



URBAZAEV, M. et al. Estimation of forest aboveground biomass and uncertainties by integration of field measurements, airborne LiDAR, and SAR and optical satellite data in Mexico. **Carbon Balance and Management**, v. 13, n. 1, 2018.

YAMIN, F.; DEPLEGE, J. **The international climate change regime a guide to rulers, institutions and procedures**. New York, USA: Cambridge University Press, 2004.

ZOLKOS, S. G.; GOETZ, S. J.; DUBAYAH, R. A meta-analysis of terrestrial aboveground biomass estimation using lidar remote sensing. **Remote Sensing of Environment**, v. 128, n. October 2017, p. 289–298, 2013.