



abc
observatório
Agricultura de Baixo Carbono

Invertendo o sinal de carbono da agropecuária brasileira

**Uma estimativa do potencial de mitigação de tecnologias
do Plano ABC de 2012 a 2023**

Observatório do Plano ABC

RELATÓRIO 5 – ANO 2
JULHO 2015



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	4
PRINCIPAIS CONCLUSÕES DESTE ESTUDO	6
1 PARTE I – ESTIMATIVA DO BALANÇO DAS EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA (GEE) CONSIDERANDO AS PROJEÇÕES DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA BRASILEIRA DO MAPA E DA FIESP ATÉ O ANO DE 2023	8
2 PARTE II – ESTIMATIVA DO BALANÇO DAS EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA COM A ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO ATÉ O ANO DE 2023	20
BIBLIOGRAFIA	30



PROJETO

Observatório ABC

APOIO

Aliança pelo Clima e Uso da Terra (CLUA)

ORGANIZAÇÃO RESPONSÁVEL PELO PROJETO

Fundação Getulio Vargas (FGV)

Centro de Agronegócio (GV Agro), Escola de Economia de São Paulo (EESP)

COORDENADOR DO GV AGRO

Roberto Rodrigues

COORDENAÇÃO DO PROJETO

Angelo Costa Gurgel

Cecília Fagan Costa

COORDENAÇÃO DO ESTUDO

Eduardo Assad (Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária)

EQUIPE TÉCNICA DO ESTUDO

Eduardo Pavão

Marilene de Jesus

Susian Christian Martins

REVISÃO DO ESTUDO

Renato de Aragão Ribeiro Rodrigues

Stoécio Malta Ferreira Maia

Julho de 2015

APRESENTAÇÃO



As alterações no clima do Planeta podem se tornar o maior desafio ambiental já enfrentado pela humanidade. As consequências de possíveis elevações da temperatura e de mudanças nos regimes de chuva são preocupantes e podem provocar prejuízos sistêmicos e irreversíveis aos indivíduos e nações. Para enfrentar esses problemas, é preciso encontrar soluções políticas, econômicas e tecnológicas que possibilitem a redução das emissões de gases do efeito estufa e o crescimento econômico com respeito ao meio ambiente.

Nesse contexto, torna-se essencial conhecer e avaliar o potencial de contribuição da agropecuária brasileira para a mitigação das mudanças climáticas. Em que medida o papel do agronegócio brasileiro pode ir além do fornecimento de alimentos, matérias-primas e energia, bem como do equilíbrio da balança comercial e geração de empregos do País, contribuindo efetivamente para a redução nas emissões de gases do efeito estufa?

O objetivo do presente estudo publicado pelo Observatório ABC é buscar respostas para tal pergunta. Identificar os produtos e regiões que devem gerar maiores emissões na ausência de boas práticas, descobrir em quanto essas emissões seriam reduzidas diante da adoção de tecnologias de baixa emissão de

carbono, quantificar qual é o potencial da agropecuária brasileira para a mitigação das mudanças climáticas são todos elementos essenciais para uma estratégia nacional de produção sustentável.

O documento evidencia que o setor agropecuário brasileiro não só tem plenas condições de reduzir sua pegada de carbono, como pode tornar-se o principal setor na mitigação de emissões. E, ainda, reforça a urgente necessidade de expansão do Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC), que permite o uso racional dos recursos naturais e insumos produtivos. Esse tema possui importância estratégica para o País, uma vez que a próxima Conferência das Partes, a COP-21, marcada para dezembro em Paris, exigirá a apresentação de novos compromissos de mitigação de gases do efeito estufa para o pós-2020.

Fundamental para a realização do estudo tem sido o apoio da CLUA (Aliança pelo Clima e Uso da Terra), bem como o esforço de todos os participantes da equipe do projeto e a contribuição de diversas instituições e pessoas que ajudaram ao longo deste ano com o fornecimento de informações, dados, sugestões, comentários e participação ativa nos eventos promovidos pelo Observatório. A todos, o nosso muito obrigado! Esperamos que continuem contribuindo para o aprimoramento e a efetividade do Plano e do Programa ABC.



FABIANO MARQUES DOUJRAO BASTOS

PRINCIPAIS CONCLUSÕES DESTE ESTUDO

- O potencial de mitigação das emissões de gases do efeito estufa (GEE) da agropecuária brasileira é mais do que dez vezes maior do que a meta estipulada pelo Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). Entre 2012 e 2023, é possível chegar a 1,8 bilhão de toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂eq.), somando emissões evitadas e carbono armazenado no solo, apenas pela adoção de três das tecnologias preconizadas pelo ABC (recuperação de pastagens, integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta) em 52 milhões de hectares de pastos degradados.
- O cálculo é conservador, pois desconsidera outras tecnologias do ABC, como a fixação biológica de nitrogênio em culturas além da soja, e abarca apenas os 1.285 municípios brasileiros com pastagens degradadas (que suportam até 0,75 unidade animal por hectare), considerando o rebanho bovino e sete culturas agrícolas: arroz, milho, trigo, cana-de-açúcar, feijão, algodão e pastagem. Este universo corresponde a 13% do total de emissões de todo o setor agropecuário, que foi responsável por 32% das emissões de CO₂eq. no Brasil, chegando ao montante de 472,734 milhões de tCO₂eq. em 2010.
- Para calcular o potencial de mitigação das tecnologias do ABC, este estudo buscou estimar quais seriam as emissões do setor sem a sua adoção. Para isso, considerou-se a projeção de crescimento da produção agrícola e do rebanho bovino nesses onze anos segundo cálculos do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) e da Fiesp (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo).
- Sem abatimento, as emissões acumuladas da pecuária e da agricultura em todo o País no período analisado chegariam a 3,63 bilhões de toneladas de CO₂ equivalente (3,45 bilhões de toneladas somente para a pecuária). Nos municípios com pastagens degradadas, chegariam a 670,47 milhões de tCO₂eq. (projetadas a partir dos dados do MAPA) e 669,93 milhões de tCO₂eq. (a partir dos dados da Fiesp). As emissões acumuladas provenientes do rebanho bovino seriam de 647 milhões de tCO₂eq., e as oriundas da atividade agrícola, para ambas as instituições, de cerca de 22 milhões de tCO₂eq.
- Devido à maior área plantada, o milho foi a principal fonte de emissões de GEE entre as culturas analisadas, contribuindo com aproximadamente 9 milhões de tCO₂eq. entre 2012/13 e 2022/23. Logo após, aparecem a cana-de-açúcar e o arroz, com emissões de 8,6 milhões e 2,6 milhões de tCO₂eq., respectivamente. Posteriormente, vêm o feijão e o algodão, contribuindo com 1,1 milhão tCO₂eq. e 700 mil tCO₂eq., respectivamente. O trigo é responsável por emissões entre 89 mil e 109 mil tCO₂eq.
- A soja, principal cultura agrícola de exportação do País não teve emissões significativas, por utilizar a fixação biológica de nitrogênio (FBN), tecnologia que dispensa a aplicação de fertilizantes nitrogenados (principal fonte de emissão direta de GEE) para essa lavoura.

- Entre as regiões do País, o Sudeste foi o principal emissor no cenário sem a expansão das tecnologias de ABC. O total de emissões de GEE acumuladas na região no período entre 2012/13 e 2022/23 foi de 219,6 milhões de tCO₂eq. Em segundo lugar, ficou o Centro-Oeste (218 milhões de tCO₂eq.), seguido pelo Nordeste (125 milhões de tCO₂eq.), pelo Norte (117 milhões de tCO₂eq.) e pelo Sul (14 milhões de tCO₂eq.).
- Em todos os casos, o rebanho bovino é a principal fonte de emissões, com os estados com a maior área de pasto degradado liderando o *ranking* de cada região. Minas Gerais foi o principal emissor do Sudeste e do Brasil, com 194 milhões de tCO₂eq. acumulados. Em seguida, vêm Mato Grosso do Sul (103 milhões de tCO₂eq.), Pará (73 milhões de tCO₂eq.), Mato Grosso (71 milhões de tCO₂eq.) e Bahia (50 milhões de tCO₂eq.). Por terem menores áreas de pastagem degradada, os estados da região Sul contribuem pouco para as emissões.
- Com a tecnologia de recuperação de pastagens aplicada em 75% da área de pastos degradados e com a implantação da integração lavoura-pecuária e da integração lavoura-pecuária-floresta nos 25% restantes, seria possível evitar emissões de 670 milhões de toneladas de CO₂ equivalente e, ainda, armazenar 1,10 bilhão de toneladas de CO₂ no solo (cerca de 100,2 milhões de toneladas por ano), segundo a métrica de cálculo GWP (Global Warming Potential), adotada pelo IPCC¹ para esse tipo de análise.
- Adotando outra métrica, a GTP (Global Temperature Potential), as mesmas tecnologias aplicadas na mesma área e no mesmo período permitiriam evitar emissões de 164 milhões de tCO₂eq. e armazenar 1,88 bilhão de tCO₂eq. no solo (171 milhões de toneladas por ano). Entretanto, esta não é a métrica oficial utilizada pelo IPCC.
- Além disso, é possível estimar o número de cabeças de gado a mais que podem entrar no sistema produtivo no Brasil nesses 52 milhões de hectares de pastagens degradadas ou em processo de degradação. Com a recuperação de pastos, haveria um adicional de 0,75 unidade animal por hectare em 39 milhões de hectares (75% da área de pasto degradado), chegando a um adicional de 29,3 milhões de cabeças. Estas cabeças adicionais teriam suas emissões neutralizadas e, ainda, a vantagem de estocar mais carbono no sistema e sem a abertura de novas áreas – o chamado efeito poupa-terra.
- No recorte por região, considerando a métrica GWP, o Sudeste poderia evitar as emissões de 210,6 milhões de tCO₂eq. e armazenar cerca de 434 milhões de tCO₂eq. no solo com a recuperação de pastagens. O Centro-Oeste contribui com 218 milhões de tCO₂eq. evitados e teria um adicional de carbono no solo de 272 milhões de tCO₂eq. O Nordeste teria 125 milhões de tCO₂eq. neutralizados e 295 milhões de tCO₂eq. estocados no solo. O Norte viria em seguida, com 118 milhões de tCO₂eq. de emissões evitados e 97 milhões de tCO₂eq. armazenados no solo em onze anos. O Sul neutralizaria seus 14 milhões de toneladas de CO₂ de emissões e, ainda, estocaria 5 milhões de toneladas no solo. Os estados que mais emitiriam no cenário sem expansão das tecnologias do ABC são os que mais neutralizam emissões no cenário de mitigação.

¹ PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, NA SIGLA EM INGLÊS.

PARTE I

ESTIMATIVA DO BALANÇO DAS EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA (GEE) CONSIDERANDO AS PROJEÇÕES DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA BRASILEIRA DO MAPA E DA FIESP ATÉ O ANO DE 2023



INTRODUÇÃO

A primeira parte deste estudo tem a finalidade de estimar quais seriam as emissões de gases do efeito estufa (GEE) da agropecuária brasileira até 2023 caso não sejam adotadas as tecnologias de baixa emissão de carbono preconizadas pelo Plano ABC, considerando as projeções de aumento de produção agropecuária realizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2013) e pelo Outlook da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp, 2013). Tais informações permitirão identificar estados e regiões com maior potencial de crescimento da produção agropecuária até 2023 e as culturas com maior potencial de emissão e verificar a evolução da produção e das suas emissões ao longo de onze anos (safra 2012/13 até safra 2022/23). A Parte II deste estudo, por sua vez, apresentará projeções de redução das emissões da agropecuária a partir da adoção de tecnologias de baixa emissão de GEE.

Esses dados são estratégicos para a economia e a segurança alimentar do Brasil. Isso porque o setor agropecuário é o segundo principal emissor de GEE, respondendo por 32% do total nacional. Entre 2005 e 2010, as emissões do setor subiram de 415,754 milhões para 472,734 milhões de toneladas de CO₂ equivalente, segundo o 3º Inventário Brasileiro de Emissões (BRASIL, 2015). Com a crescente demanda mundial por alimentos pressionando cada vez mais a expansão da agropecuária, essas emissões tendem a crescer ainda mais.

Por outro lado, a agropecuária, em razão de suas características e de sua sensibilidade ao clima, é também um dos setores mais vulneráveis às mudanças climáticas. Considerando que o agronegócio responde por 25% do PIB e mais de 30% dos empregos do Brasil, movê-lo na direção da agricultura de baixa emissão de carbono (ABC) e mobilizar recursos para financiar essa transição é urgente e fundamental.

OBJETIVO

O objetivo desta primeira parte do relatório foi estimar as emissões de GEE considerando as projeções da produção agrícola brasileira do MAPA e da Fiesp de 2012 a 2023, sem adoção das práticas preconizadas no Plano ABC. Consideraram-se as seguintes fontes de emissão para o setor:

- Emissões na agricultura tendo como origem o nitrogênio (N) sintético² e orgânico proveniente de animais em pastagens, o N dos resíduos das culturas, o N proveniente do manejo de dejetos (exceto pastagens), a deposição atmosférica de N volatilizado

² EMISSÕES DE N ORGÂNICO (APLICADO COMO FERTILIZANTE) E DA QUEIMA DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS DE ALGODÃO NÃO FORAM CONSIDERADAS, DEVIDO A: I) NÃO HAVER APLICAÇÃO EM GRANDE ESCALA DE ADUBOS ORGÂNICOS PARA AS CULTURAS CONSIDERADAS NESTE RELATÓRIO; E II) A QUEIMA DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS DO ALGODÃO NÃO REPRESENTAR, ATUALMENTE, A REALIDADE AGRÍCOLA BRASILEIRA.

(emissão indireta), queima de resíduos da cultura da cana no Nordeste;

- Emissão de metano, devido a cultivo de arroz, fermentação entérica dos rebanhos, manejo de dejetos, queima de resíduos da cultura da cana no Nordeste;
- Emissão de óxido nitroso devido à aplicação de ureia no solo e emissão de dióxido de carbono devido aos sistemas e práticas de manejo do solo para cultivo convencional³.

METODOLOGIA

Os cálculos do balanço de emissões de GEE da agropecuária foram baseados nas diretrizes do Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases do Efeito Estufa – Relatório de Referência, da Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima, do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), publicado no ano de 2010. Este, por sua vez, tem como diretriz técnica os seguintes documentos elaborados pelo IPCC: “Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories” (Guidelines 1996), publicado em 1997; e “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories” (Guidelines 2006), publicado em 2006⁴. Também procurou-se utilizar os mesmos parâmetros aplicados para o cálculo das metas oficiais do Plano ABC, como emissão de um boi por fermentação entérica, doses de adubação nitrogenada e fator de emissão de nitrogênio aplicado.

Portanto, o presente trabalho considera o balanço de emissões de GEE da agropecuária, ou seja, todas as emissões e todos os sumidouros de CO₂eq. decorrentes do sistema produtivo⁵, diferentemente da metodologia do Inventário Brasileiro de Emissões, que considera apenas as emissões da atividade de forma desagregada. Por exemplo, para a atividade pecuária, o Inventário considera as emissões por animal (apenas N₂O e CH₄) e não considera o possível carbono armazenado no solo em sistemas produtivos bem manejados, bem como relata as emissões de CO₂ no Inventário de Mudança de Uso da Terra.

CULTURAS E RECORTES REGIONAIS CONSIDERADOS

Para as projeções de crescimento de produção e de emissões de GEE até 2023, foram consideradas as seguintes culturas: **soja, milho, arroz, feijão, algodão, trigo, cana-de-açúcar e pastagem**. Estas culturas respondem pela maior parte da área plantada e, conseqüentemente, são as mais representativas no cenário de emissões do setor agropecuário.

No Brasil, são destinados cerca de 63 milhões de hectares para o plantio das lavouras temporárias, sendo que as culturas selecionadas para o presente trabalho totalizam 58,89 milhões de hectares, representando mais de 93% desse total (IBGE, 2012). As áreas plantadas de cada cultura selecionada são: 25,09 milhões ha de soja; 15,07 milhões ha de milho; 9,75 milhões ha de cana; 3,18 milhões ha para feijão; 2,44 milhões ha para arroz; 1,94 milhões ha de trigo; 1,42 milhões ha de algodão (IBGE, 2012)⁶.

³ EMISSÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO DEVIDO À APLICAÇÃO DE CALCÁRIO NO SOLO NÃO FOI CONSIDERADA. UMA VEZ QUE O CRESCIMENTO DA AGROPECUÁRIA NO CENÁRIO CONSIDERADO NESTE RELATÓRIO DA-SE SEM ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS OU MANEJO ADEQUADO PARA A BAIXA EMISSÃO DE CARBONO.

⁴ DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW.IPC-NGGIP.IGES.OR.JP/PUBLIC/2006GL/](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/)

⁵ NA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA, O DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂) É EMITIDO PELO CULTIVO DOS SOLOS E, TAMBÉM, PELO USO DE ENERGIA FÓSSIL EM OPERAÇÕES AGRÍCOLAS, INCLUINDO-SE A ASSOCIADA AOS INSUMOS COMO RACÕES, FERTILIZANTES, INSETICIDAS, ENTRE OUTROS. O METANO (CH₄) É EMITIDO POR MEIO DA FERMENTAÇÃO ENTÉRICA E, EM MENOR PARTE, PELAS FEZES DOS ANIMAIS. FINALMENTE, O ÓXIDO NITROSO (N₂O) É EMITIDO, PRINCIPALMENTE, PELA ADUBAÇÃO NITROGENADA E PELAS FEZES E URINA DOS ANIMAIS. A QUANTIFICAÇÃO DAS EMISSÕES E A IMPORTÂNCIA DOS FATORES-CHAVE ENVOLVIDOS NAS EMISSÕES FORAM POUCO AVALIADAS NO BRASIL E AINDA REPRESENTAM UMA DAS PRIORIDADES DE PESQUISA EM NÍVEL GLOBAL. (CARDOSO, 2012).

⁶ AS CULTURAS OLERÍCOLAS NÃO FORAM CONSIDERADAS DEVIDO: I) À AUSÊNCIA DE INFORMAÇÕES SOBRE O SEU MANEJO, PRINCIPALMENTE SOBRE O TIPO DE ADUBAÇÃO (MINERAL OU ORGÂNICA), IMPOSSIBILITANDO O CÁLCULO CORRETO DAS EMISSÕES DE GEE DESTAS CULTURAS; E II) AO FATO DE O INVENTÁRIO NACIONAL DE EMISSÕES NÃO CONSIDERAR AS OLERÍCOLAS SEPARADAMENTE.

Para que seja possível comparar as emissões de GEE da agropecuária com e sem a adoção de tecnologias de baixa emissão de carbono, este estudo analisou apenas uma parte do território brasileiro. Considerou-se que a expansão da agricultura projetada até 2023 dar-se-á apenas nas áreas de **pastagens degradadas**, aquelas com capacidade de suporte menor ou igual a 0,75 UA/ha⁷. No País inteiro, estas áreas perfazem 52,32 milhões de hectares em 1.285 municípios (do total de 5.570 do Brasil). Para o cálculo das emissões, foram consideradas as áreas agrícolas das culturas selecionadas apenas dos municípios com pastagens degradadas. No caso da pecuária, para o cálculo das suas emissões, foram considerados o efetivo bovino constante e a baixa capacidade de suporte até 2023 nos municípios com pastagens degradadas. Emissões por desmatamento não foram computadas, já que a expansão da produção ocorreria apenas nestas pastagens.

RECOMENDAÇÕES PARA FUTURAS ESTIMATIVAS DE EMISSÕES DA PECUÁRIA NACIONAL

A metodologia de cálculo das emissões de GEE da pecuária nacional do Inventário Brasileiro (BRASIL, 2015) não considera o sistema de produção do rebanho bovino; para as suas estimativas de emissões da pecuária, é considerada apenas a fermentação entérica do animal. No entanto, sabe-se que o sistema de manejo influencia diretamente as emissões de GEE na produção pecuária. Por exemplo, com o avanço do processo de degradação, verifica-se perda de cobertura vegetal e a redução no teor de matéria orgânica do solo, o que causa a emissão de CO₂ para atmosfera, enquanto, com a recuperação das pastagens, inverte-se o processo e o solo passa a acumular carbono, reduzindo em pelo menos 60% a emissão de CO₂eq., no sistema de produção.

Adicionalmente, a recuperação e a manutenção da produtividade das pastagens que contribui para mitigar a emissão dos GEE resulta, também, em aumento significativo na produção de biomassa. Isso, por sua vez, permite um aumento da capacidade de suporte⁸ dessas pastagens para 1 ou mais unidade animal por hectare (UA/ha), reduzindo a pressão pela conversão de novas áreas em pastagens. Por outro lado, a reposição de nutrientes na pastagem assegura uma dieta de melhor qualidade para o gado, reduzindo o tempo de abate e, conseqüentemente, a emissão de gás metano (CH₄) por fermentação entérica (KURIHARA, MAGNER, HUNTER & MCCRABB, 1999) por quilo de carne produzida. Os sistemas integrados mais complexos, como iLPF (integração Lavoura-Pecuária-Floresta), podem gerar valores de redução de emissão ainda maiores, devido à fixação adicional de carbono na biomassa florestal e no solo. Tal fato abre caminhos importantes para reduzir barreiras não tarifárias e buscar a certificação ambiental da carne brasileira. Diante disso, a fim de retratar a realidade no campo, é necessário que os próximos inventários nacionais de emissões de GEE incorporem em suas estimativas de emissões também os sistemas de manejo da produção, uma vez que a mudança de paradigma da agropecuária já se faz presente com a implementação do Plano e do Programa ABC desde a safra 2010/11. Porém, isso só será possível se o Brasil passar a adotar as Guidelines 2006, que tratam do setor de agricultura, florestas e outros usos da terra. Isso poderá reduzir de forma significativa as emissões relatadas da agropecuária.

⁷ UNIDADE ANIMAL POR HECTARE (UA/HA): MEDIDA USADA PARA PADRONIZAR O PESO DOS ANIMAIS DE UM REBANHO E QUE CORRESPONDE A UM ANIMAL DE 450 KG EM 1 HECTARE.

⁸ CAPACIDADE DE SUPORTE: FUNÇÃO DA DISPONIBILIDADE DE FORRAGEM (MS, OU MATÉRIA SECA) NO PASTO E DO CONSUMO DE MATÉRIA SECA (MS) PELOS ANIMAIS.

RESULTADOS

A seguir, serão apresentadas as estimativas de emissões de GEE sem a adoção de tecnologias de baixa emissão de carbono para as principais culturas agrícolas e para a pecuária entre os anos-safra 2012/13 e 2022/23, segundo as projeções de crescimento da agricultura realizadas pelo MAPA e pela Fiesp para o mesmo período.

PROJEÇÕES DE CRESCIMENTO DA AGRICULTURA: MAPA X FIESP

Analisando as projeções de crescimento da agricultura, nota-se que existem diferenças substanciais entre elas, mas, para todas as culturas analisadas, a tendência foi de aumento da produção entre 2012/13 e 2022/23 (Tabela 1).

Segundo as projeções do MAPA, as culturas com maiores taxas de crescimento são algodão, cana, soja e milho, em ordem decrescente, seguidas por trigo, feijão e arroz, também nesta ordem. No entanto, a Fiesp apresenta classificação das taxas de crescimento da produção diferenciada da do MAPA com relação a algodão, trigo e soja, liderando a lista, em ordem decrescente, adiante de cana, feijão, milho e arroz. Contudo, em ambas projeções, o algodão e a soja aparecem entre as três primeiras culturas do *ranking*, demonstrando o elevado potencial de aumento da produção destas culturas entre os anos-safra analisados.

Para arroz, milho e cana, as projeções de crescimento da produção, de acordo com o MAPA, foram 0,84%, 5,19% e 9,19% maiores do que as projeções da Fiesp, respectivamente, enquanto, para algodão, feijão, soja e trigo, essas taxas foram 4,71%, 14,37%, 26,35% e 45,81% menores, também respectivamente.

TABELA 1 PROJEÇÃO DE CRESCIMENTO DA AGRICULTURA ATÉ O ANO-SAFRA 2022/23, SEGUNDO MAPA E FIESP

CULTURA	MAPA				FIESP			
	2012/13 MIL TONELADAS	2022/23 MIL TONELADAS	VARIAÇÃO %	TAXA ANUAL %	2012/13 MIL TONELADAS	2022/23 MIL TONELADAS	VARIAÇÃO %	TAXA ANUAL %
Algodão	1,35	2,53	87,60	8,76	1,30	2,50	92,31	9,23
Arroz	12,37	13,75	11,10	1,11	11,70	12,90	10,26	1,03
Feijão	2,86	3,26	14,20	1,42	2,80	3,60	28,57	2,86
Milho	78,00	93,62	20,00	2,00	81,00	93,00	14,81	1,48
Soja	81,51	99,25	21,80	2,18	81,00	120,00	48,15	4,81
Trigo	5,94	6,98	17,60	1,76	4,10	6,70	63,41	6,34
Cana	589,13	833,17	41,40	4,14	652,00	862,00	32,21	3,22

PASTAGEM DEGRADADA

Para o presente relatório, considerou-se a expansão da agricultura projetada até 2023 nas áreas de pastagens degradadas. Na Tabela 2, pode-se verificar a extensão destas áreas em cada estado, totalizando, no País, 52,32 milhões de hectares de pastagens com capacidade de suporte menor do que 0,75 UA/ha. Nestas áreas de pastagens degradadas, tem-se um total de 39.791.956 cabeças de gado, ou seja, cerca de 20% do total do rebanho bovino no Brasil em 1.285 municípios selecionados.

A pecuária ocupa 25% da área total do Brasil. Isso corresponde a 220 milhões de hectares, dos quais estima-se que cerca de 50% estejam em processo de degradação e 25% com baixa capacidade de suporte, conforme verificado na Tabela 2. Boa parte desta pecuária ainda é extensiva, em razão da grande área de pastagens existente no Brasil. A redução da produtividade e da qualidade da forragem e dos estoques de carbono do solo e o baixo nível de produtividade animal resultam em mais emissões de GEE por unidade de produto nesse sistema.

As regiões prioritárias para a recuperação de pastos ou avanço da agricultura de baixa emissão de carbono são o Centro-Oeste (Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás), que concentra 34,4% do rebanho nacional, e os estados de Minas Gerais, Bahia e Pará, que apresentam maiores áreas de pasto degradado.

TABELA 2 ÁREA DE PASTO DEGRADADO NOS ESTADOS BRASILEIROS

REGIÃO	UF	PASTO DEGRADADO (ha)	REGIÃO	UF	PASTO DEGRADADO (ha)
N	AC	221.490	NE	PI	1.791.900
N	AM	588.313	NE	RN	741.435
N	AP	32.569	NE	SE	179.586
N	PA	2.851.837	CO	DF	142.781
N	RO	70.677	CO	GO	3.088.527
N	RR	102	CO	MS	5.174.972
N	TO	987.584	CO	MT	3.739.181
NE	AL	319.912	SE	MG	17.600.344
NE	BA	8.629.957	SE	RJ	790.933
NE	CE	1.321.240	SE	SP	638.967
NE	MA	1.037.182	S	PR	171.684
NE	PB	876.461	S	RS	212.373
NE	PE	1.096.545	S	SC	17.773
TOTAL					52.324.324

COMO EXPRESSAR AS EMISSÕES: COMPARANDO AS MÉTRICAS GTP E GWP

As emissões das culturas agrícolas analisadas e do rebanho bovino para o horizonte temporal de onze anos (2012/13 a 2022/23) foram calculadas utilizando as métricas Global Temperature Potential (GTP) e Global Warming Potential (GWP).

A métrica GWP considera a influência dos gases na alteração do balanço energético da Terra e o GTP, a influência no aumento de temperatura. Ambos são medidos para um prazo de cem anos, sendo mais comumente utilizado o GWP. Por exemplo, 1 tonelada de metano (CH₄) corresponde a 21 toneladas de carbono equivalente (CO₂eq.) GWP ou 5 toneladas de CO₂eq. GTP (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2014). A Tabela 3 apresenta comparativamente o GWP e GTP dos principais GEE.

TABELA 3 CONVERSÃO DE EMISSÕES EM GWP-100 E GTP-100

GÁS	GTP	GWP
CO ₂	1	1
CH ₄	5	25
N ₂ O	270	298
HFC-125	1.113	3.500
HFC-134 ^a	55	1.300
HFC-143 ^a	4.288	1.430
HFC-152 ^a	0,1	124
CF ₄	10.052	7.390
C ₂ F ₆	22.468	12.200
SF ₆	40.935	22.800

As emissões do setor agropecuário utilizando a métrica GWP são aproximadamente quatro vezes maiores em comparação à métrica GTP (ver Tabela 4 a Tabela 7).

Como as políticas climáticas internacionais utilizam a métrica GWP para calcular a contribuição de cada país para o aquecimento global, as demais discussões adiante, no presente relatório, também serão baseadas nas emissões quantificadas pelo GWP, porém os respectivos valores de emissões com o uso do GTP poderão ser visualizados nas mesmas tabelas.

EMISSÕES DE GEE ACUMULADAS ENTRE 2012/13 E 2022/23 DA AGROPECUÁRIA

A seguir, serão apresentados os principais resultados de emissões de GEE calculadas para o ano-safra 2012/13 e acumuladas até o ano-safra 2022/23 (horizonte temporal de onze anos), de acordo com as projeções de crescimento do MAPA e da Fiesp para as seguintes culturas agrícolas: arroz, algodão, feijão, milho, soja, trigo e cana. Também serão retratadas as emissões acumuladas da pecuária no mesmo período.

a) Recorte nacional

As emissões acumuladas da agropecuária (pecuária e atividades agrícolas) nos municípios selecionados, considerando a projeção de crescimento da produção agrícola e do rebanho bovino no período considerado (onze anos), segundo projeções do MAPA e da Fiesp, foram de 670,47 milhões de tCO₂eq. e 669,93 milhões de tCO₂eq., respectivamente (Tabela 4 e Tabela 5).

As emissões acumuladas provenientes do rebanho bovino foram de 647 milhões de tCO₂eq., e as oriundas da atividade agrícola, para ambas as instituições em onze anos, foram de aproximadamente 22 milhões de tCO₂eq.

Notadamente, o rebanho bovino é a principal fonte de emissões de GEE no presente trabalho, corroborando os dados do Inventário Brasileiro de Emissões (BRASIL, 2015).

No entanto, os valores das emissões provenientes do manejo das culturas agrícolas variaram substancialmente. O milho foi a principal fonte de emissões de GEE entre as culturas analisadas, contribuindo com aproximadamente 9 milhões de tCO₂eq. entre 2012/13 e 2022/23. Logo após, aparecem a cana-de-açúcar e o arroz, com emissões de 8,6 milhões e 2,6 milhões de tCO₂eq., respectivamente. E, depois, vêm o feijão e o algodão, contribuindo com 1,1 milhão tCO₂eq. e 700 mil tCO₂eq., também respectivamente. E, por fim, o trigo é responsável por emissões entre 89 mil a 109 mil tCO₂eq.

A soja, devido à fixação biológica de nitrogênio (FBN), contribuiu muito pouco para as emissões de GEE. O próprio sucesso da soja no Brasil está relacionado à FBN, capaz de fornecer todo o nitrogênio necessário, mesmo para variedades de alto rendimento. A tecnologia é, hoje, adotada em todas as áreas cultivadas com a soja no Brasil, cerca de 24 milhões de hectares, e sua utilização resulta em uma economia anual em torno de US\$ 7 bilhões em fertilizantes nitrogenados.

O uso de adubos nitrogenados é a principal causa das emissões de GEE das lavouras agrícolas. Os fertilizantes sintéticos contribuem com 38% das emissões de N₂O⁹ (BRASIL, 2015), e, diante disso, é preciso considerar o potencial de redução das emissões da agricultura pela redução do uso de fertilizantes sintéticos, sobretudo nitrogenados. Além disso, a cultura de arroz contribuiu com a emissão de 464,2 Gg de metano em 2010, por ter grande parte da sua produção em áreas alagadas.

⁹ O POTENCIAL DE AQUECIMENTO DO N₂O É 298 VEZES MAIOR DO QUE O DO CO₂.

Adicionalmente, a área de plantio de milho, comparativamente à das demais culturas, nos municípios selecionados no presente trabalho, é significativamente maior, sendo de 3,3 milhões de hectares, com uma produção de 17 milhões de toneladas na safra 2012/13, acarretando uma alta demanda de fertilizante nitrogenado e, conseqüentemente, as maiores emissões de GEE. O trigo, com a menor área plantada nos municípios selecionados, contribuiu com as menores emissões de GEE entre 2012/13 e 2022/23.

As emissões anuais estimadas no presente relatório, apenas considerando o rebanho bovino e as sete culturas agrícolas analisadas nos municípios com pastagens degradadas (1.285 municípios), representam cerca de 13% do total de emissões de todas as atividades do setor agropecuário consideradas no Inventário Nacional de Emissões (BRASIL, 2015).

TABELA 4 EMISSÕES ACUMULADAS (2012/13 A 2022/23) EM tCO₂eq. UTILIZANDO A MÉTRICA GWP E AS PROJEÇÕES DO MAPA

	CO	N	NE	S	SE	TOTAL
ARROZ	151.897	191.97	75.558	2.175.293	37.414	2.632.132
ALGODÃO	424.378	0	257.117	0	19.138	700.633
FEIJÃO	208.156	64.785	437.444	35.490	330.855	1.076.729
MILHO	5.412.951	351.012	988.061	445.522	2.157.394	9.354.941
TRIGO	4.972	0	0	49.130	35.086	89.188
SOJA	2.135	108	287	62	192	2.785
CANA	1.054.039	53.798	5.482.019	164.831	2.062.299	8.816.986
TOTAL CULTURAS	7.258.527	661.674	7.240.486	2.870.329	4.642.378	22.673.394
GADO (ANUAL)	18.604.903	10.610.812	9.623.475	988.136	19.062.884	58.890.211
GADO (ONZE ANOS)	204.653.928	116.718.934	105.858.229	10.869.500	209.691.727	647.792.318
CULTURA + GADO AC.	211.912.455	117.380.609	113.098.715	13.739.829	214.334.104	670.465.712

TABELA 5 EMISSÕES ACUMULADAS (2012/13 A 2022/23) EM tCO₂eq. UTILIZANDO A MÉTRICA GWP E AS PROJEÇÕES DA FIESP

	CO	N	NE	S	SE	TOTAL
ARROZ	149.788	191.772	75.558	2.175.025	36.849	2.628.992
ALGODÃO	424.383	0	257.120	0	19.138	700.641
FEIJÃO	209.504	64.785	437.874	38.695	336.679	1.087.538
MILHO	5.180.259	337.411	979.182	435.337	2.117.486	9.049.676
TRIGO	5.444	0	0	62.696	40.830	108.970
SOJA	2.369	120	318	69	213	3.090
CANA	1.032.356	51.854	5.287.319	160.316	2.026.768	8.558.612
TOTAL CULTURAS	7.004.104	645.942	7.037.371	2.872.139	4.577.963	22.137.519
GADO (ANUAL)	18.604.903	10.610.812	9.623.475	988.136	19.062.884	58.890.211
GADO (ONZE ANOS)	204.653.928	116.718.934	105.858.229	10.869.500	209.691.727	647.792.318
CULTURA + GADO AC.	211.658.032	117.364.877	112.895.600	13.741.639	214.269.689	669.929.837

TABELA 6 EMISSÕES ACUMULADAS (2012/13 A 2022/23) EM tCO₂eq. UTILIZANDO A MÉTRICA GTP E AS PROJEÇÕES DO MAPA

	CO	N	NE	S	SE	TOTAL
ARROZ	144.427	182.529	71.840	499.179	35.562	933.537
ALGODÃO	403.496	0	244.468	0	18.195	666.159
FEIJÃO	197.919	61.594	415.925	33.743	314.562	1.023.744
MILHO	5.146.809	333.749	939.472	423.614	2.051.285	8.894.927
TRIGO	4.727	0	0	46.714	33.360	84.800
SOJA	1.935	98	260	57	174	2.523
CANA	1.002.210	51.149	5.034.134	156.723	1.960.852	8.205.068
TOTAL CULTURAS	6.901.522	629.119	6.706.097	1.160.029	4.413.991	19.810.759
GADO (ANUAL)	4.171.926	2.377.293	2.149.527	220.285	4.265.545	13.184.576
GADO (ONZE ANOS)	45.891.182	26.150.227	23.644.799	2.423.134	46.920.998	145.030.340
CULTURA + GADO AC.	52.792.704	26.779.346	30.350.897	3.583.163	51.334.989	164.841.099

TABELA 7 EMISSÕES ACUMULADAS (2012/13 A 2022/23) EM tCO₂eq. UTILIZANDO A MÉTRICA GTP E AS PROJEÇÕES DA FIESP

	CO	N	NE	S	SE	TOTAL
ARROZ	142.421	182.340	71.840	498.924	35.026	930.551
ALGODÃO	403.502	0	244.470	0	18.195	666.167
FEIJÃO	199.202	61.595	416.333	36.790	320.100	1.034.020
MILHO	4.925.556	320.816	931.029	413.930	2.013.340	8.604.672
TRIGO	5.176	0	0	59.612	38.820	103.609
SOJA	2.146	109	288	63	193	2.799
CANA	981.593	49.300	4.855.424	152.431	1.927.069	7.965.817
TOTAL CULTURAS	6.659.597	614.160	6.519.384	1.161.750	4.352.743	19.307.635
GADO (ANUAL)	4.171.926	2.377.293	2.149.527	220.285	4.265.545	13.184.576
GADO (ONZE ANOS)	45.891.182	26.150.227	23.644.799	2.423.134	46.920.998	145.030.340
CULTURA + GADO AC.	52.550.779	26.764.387	30.164.184	3.584.884	51.273.742	164.337.975

b) Recorte regional

Entre as regiões do País, o Sudeste foi o principal emissor no cenário sem a expansão das tecnologias de ABC. O total de emissões de GEE acumuladas na região no período entre 2012/13 e 2022/23 foi de 214,6 milhões de tCO₂eq. Em segundo lugar, ficou o Centro-Oeste (212 milhões de tCO₂eq.), seguido pelo Nordeste (112 milhões de tCO₂eq.), pelo Norte (117 milhões de tCO₂eq.) e pelo Sul (14 milhões de tCO₂eq.).

Em todos os casos, o rebanho bovino é a principal fonte de emissões, com os estados com maior área de pasto degradado liderando o *ranking* de cada região. Minas Gerais foi o principal emissor do Sudeste e do Brasil, com 194 milhões de tCO₂eq. acumulados. Em seguida, vêm Mato Grosso do Sul (103 milhões de tCO₂eq.), Pará (73 milhões de tCO₂eq.), Mato Grosso (71 milhões de tCO₂eq.) e Bahia (50 milhões de tCO₂eq.). Por terem poucas áreas de pastagem degradada, os estados da região Sul contribuem pouco para as emissões¹⁰. A Tabela a seguir resume as emissões acumuladas da agricultura, da pecuária e o total por região do País entre os anos-safra 2012/13 e 2022/23.

¹⁰ AS INFORMAÇÕES DAS TABELAS 4 A 7 ENCONTRAM-SE DESAGREGADAS POR ESTADO DA FEDERAÇÃO NO RELATÓRIO COMPLETO, DISPONÍVEL NO SITE DO OBSERVATÓRIO ABC.

TABELA 8 EMISSÕES ACUMULADAS POR REGIÃO DA FEDERAÇÃO

	EMISSÕES DA AGRICULTURA	EMISSÕES DA PECUÁRIA	TOTAL
	MILHÕES DE tCO ₂ eq. ACUMULADOS ENTRE 2012 E 2023		
SUDESTE	4,6	209,7	214,3
CENTRO-OESTE	7,0	204,6	211,6
NORDESTE	7,0	105,9	112,9
NORTE	0,6	116,7	117,4
SUL	2,9	10,8	13,7

EMISSÕES AGRÍCOLAS NO BRASIL E NAS REGIÕES NAS SAFRAS 2012/13 E 2022/23 SEGUNDO PROJEÇÕES DE CRESCIMENTO DA PRODUÇÃO

ARROZ

Com o crescimento de 11,1% da produção de arroz projetado pelo MAPA, principalmente devido ao aumento de produtividade entre as safras 2012/13 e 2022/23, as suas emissões de GEE, que eram de 237,3 mil tCO₂eq., passaram para 242,4 mil tCO₂eq. Segundo a projeção de 10,26% de aumento da produção de arroz em onze anos da Fiesp, estas emissões aumentaram para 239,8 mil tCO₂eq.

ALGODÃO

A cultura do algodão é a que apresenta a maior taxa de crescimento da produção estimada pelo MAPA e pela Fiesp, chegando a, respectivamente, 87,7% e 92,3% entre 2012 e 2023. Apesar do aumento substancial da produção, as emissões mantiveram-se no patamar de aproximadamente 63 mil tCO₂eq., considerando as projeções de ambas as instituições.

FEIJÃO

A cultura do feijão é a que apresenta as menores taxas de crescimento da produção estimadas pelo MAPA e pela Fiesp: 14,2% e 28,6% entre 2012 e 2023, respectivamente. No entanto, para 2022/23, as projeções indicam que a área ocupada com feijão deve manter-se constante, nos 3,1 milhões de hectares (FIESP, 2013). Assim, o aumento da produção passará necessariamente por ganhos de produtividade, puxado também pelo aumento populacional.

MILHO

A cultura do milho apresenta taxas de crescimento da produção estimadas pelo MAPA e pela Fiesp de 20,0% e 14,8% entre 2012 e 2023, respectivamente. Na safra 2012/13, as emissões de GEE estimadas nos municípios selecionados foram de 744,2 mil tCO₂eq. Com as projeções de crescimento até 2022/23 do MAPA e da Fiesp, as emissões aumentaram para 940,9 mil tCO₂eq. e 909,4 mil tCO₂eq., respectivamente.

TRIGO

Na safra 2012/13, as emissões de GEE estimadas nos municípios selecionados foram de 7,4 mil tCO₂eq. Com as projeções de crescimento até 2022/23 do MAPA e da Fiesp, as emissões aumentaram para 8,6 mil tCO₂eq. e 12,9 mil tCO₂eq., respectivamente, uma vez que as projeções de crescimento da produção para o trigo foram de 17,60%, segundo o MAPA, e de 63,41%, de acordo com a Fiesp.

CANA-DE-AÇÚCAR

As projeções de crescimento da cana entre 2012/13 e 2022/23 do MAPA e da FIESP são distintas, o que acarretou diferenças nas emissões de GEE projetadas para 2023. Em 2012/13, a cultura plantada nos municípios com pastagens mal manejadas emitiu 275,9 mil tCO₂eq., enquanto, em 2022/23, com a inserção da taxa de crescimento da produção do MAPA e da FIESP nos cálculos, a mesma emitiria 978 mil tCO₂eq. e 928 mil tCO₂eq., respectivamente. Juntamente com o milho, a cana-de-açúcar é a principal emissora de GEE em um cenário sem mitigação.

SOJA

A soja, devido à FBN, não apresenta emissões significativas de GEE no seu cultivo no Brasil em comparação às demais culturas. As suas emissões são provenientes, unicamente, da decomposição de resíduos e chegam a 279 toneladas (MAPA) e 339 toneladas (Fiesp) de CO₂eq. em 2023.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, as emissões totais do Brasil para a agricultura calculadas pela métrica GWP foram de 187,2 milhões de tCO₂eq. (Fiesp) e 188,3 milhões de tCO₂eq. (MAPA) e podem ser visualizadas na Figura 1. As emissões da agricultura somente nas áreas de pastagens degradadas foram sintetizadas na Figura 2.

No *ranking* nacional, o arroz aparece em primeiro lugar, corroborando com o alto valor de emissões de metano pela cultura, conforme descrito no Inventário Nacional de Emissões (BRASIL, 2015). Porém, quando se considera as projeções de crescimento da produção agrícola dando-se apenas em áreas de pastos degradados, o arroz cai para o terceiro lugar no *ranking*; isso porque a produção de arroz no Brasil concentra-se, principalmente, no Rio Grande do Sul, estado com pequena área de pasto degradado (apenas 212.373 hectares).

FIGURA 1 EMISSÕES DE CO₂eq. DA AGRICULTURA NO BRASIL ENTRE 2012/13 E 2022/23 CONSIDERANDO ÀS CULTURAS AGRÍCOLAS DE ARROZ, ALGODÃO, FEIJÃO, MILHO, TRIGO, SOJA E CANA E AS PROJEÇÕES DE CRESCIMENTO DO MAPA E DA FIESP (EMISSÕES DE 2012/13 A 2022/23 – BRASIL)

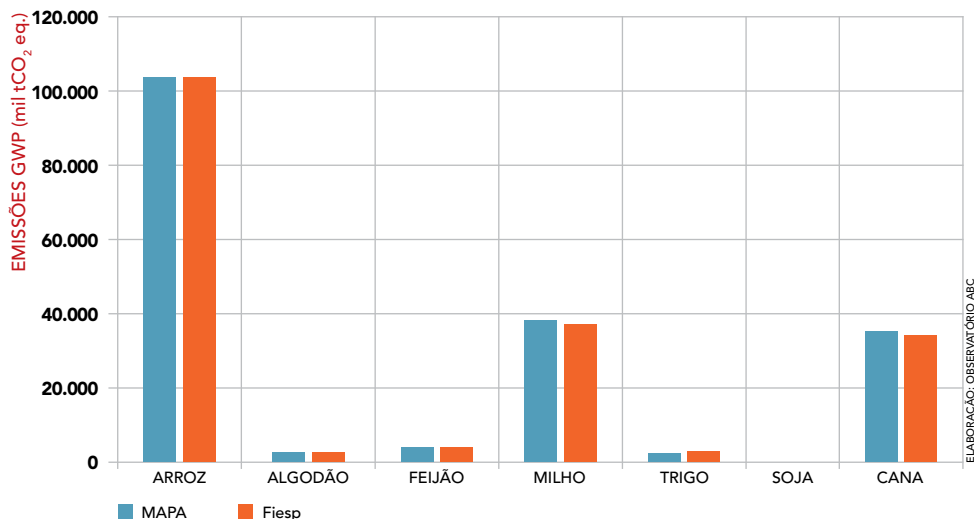
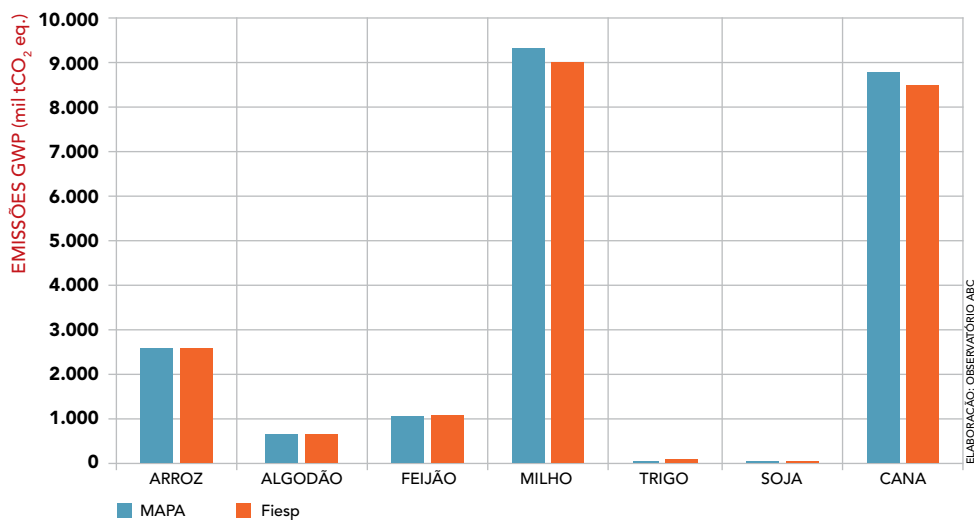
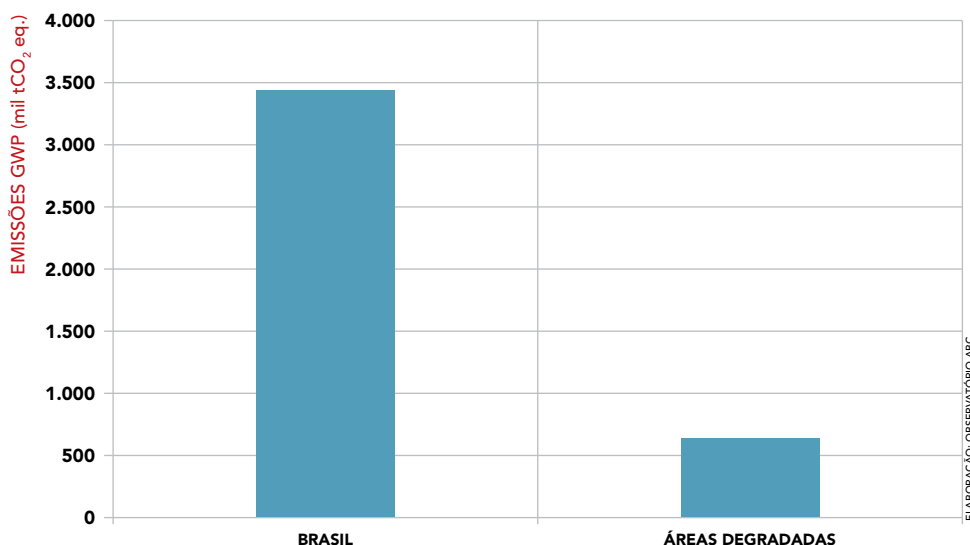


FIGURA 2 EMISSÕES DE CO₂eq. DA AGRICULTURA ENTRE 2012/13 E 2022/23 CONSIDERANDO AS CULTURAS DE ARROZ, ALGODÃO, FEIJÃO, MILHO, TRIGO, SOJA E CANA E AS PROJEÇÕES DE CRESCIMENTO DO MAPA E DA FIESP APENAS NAS ÁREAS DE PASTAGEM DEGRADADA (EMISSÕES DE 2012/13 A 2022/23 – ÁREAS DEGRADADAS)



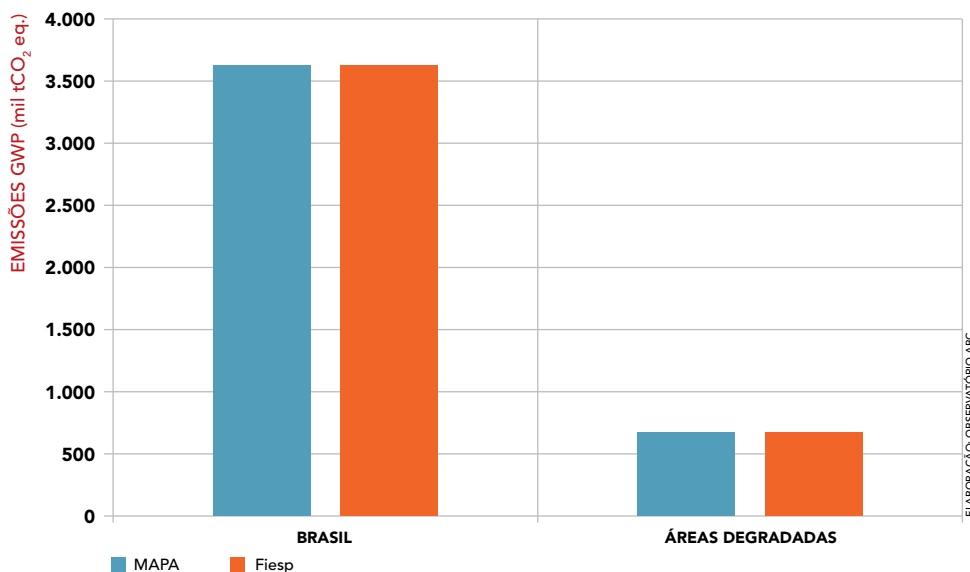
As emissões da pecuária (gado de corte) acumuladas em onze anos foram de 3,45 bilhões tCO₂eq. para o Brasil todo e de 647,79 milhões tCO₂eq. (Figura 3) nas áreas de pastos degradados (Tabela 2). As emissões acumuladas em onze anos da pecuária e da agricultura juntas no Brasil foram de aproximadamente 3,63 bilhões tCO₂eq. e, considerando apenas as áreas de pastos degradados, de 665 milhões tCO₂eq. (Figura 4)¹¹.

FIGURA 3 EMISSÕES DE CO₂eq. DA PECUÁRIA ENTRE 2012/13 E 2022/23 CONSIDERANDO O CRESCIMENTO NO BRASIL E APENAS NAS ÁREAS DE PASTAGEM DEGRADADA (EMISSÕES DA PECUÁRIA ENTRE 2012/13 E 2022/23)



¹¹ AMBAS AS PROJEÇÕES DE EMISSÕES ACUMULADAS EM ONZE ANOS CONJUNTAMENTE DA PECUÁRIA E AGRICULTURA LEVARAM EM CONSIDERAÇÃO AS ESTIMATIVAS DE CRESCIMENTO DA AGRICULTURA DO MAPA E DA FIESP, PORÉM AS DIFERENTES ESTIMATIVAS INSTITUCIONAIS NÃO INTERFERIRAM, SIGNIFICATIVAMENTE, NAS EMISSÕES, COMO PODE SER VERIFICADO NA FIGURA 4.

FIGURA 4 EMISSÕES DE CO₂eq. DA PECUÁRIA E DA AGRICULTURA ENTRE 2012/13 E 2022/23 CONSIDERANDO O CRESCIMENTO NO BRASIL E APENAS NAS ÁREAS DE PASTAGEM DEGRADADA (EMISSÕES DA PECUÁRIA E DA AGRICULTURA ENTRE 2012/13 E 2022/23)



PARTE II

ESTIMATIVA DO BALANÇO DAS EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA COM A ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO ATÉ O ANO DE 2023

2



OBJETIVOS

Nesta parte do estudo, as emissões de GEE do setor agropecuário foram projetadas considerando a adoção de três tecnologias de baixa emissão de carbono preconizadas pelo Plano ABC: recuperação de pastagens, integração lavoura-pecuária (iLP) e integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF). Como na primeira parte do estudo, consideram-se as projeções de aumento de produção agropecuária até 2023 realizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2013) e pelo Outlook da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP, 2013) como cenário de crescimento da produção física.

Também se buscou definir as áreas prioritárias para a expansão das tecnologias de baixa emissão de carbono, sobretudo recuperação de pastos e iLP/iLPF na Amazônia Legal, considerando os resultados do Projeto TerraClass, executado pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), que visa mapear o uso e a cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal.

Para exemplificar a redução das emissões de GEE no setor agropecuário, toma-se como referência a recuperação da pastagem. A técnica proporciona ao sistema um maior estoque de carbono em comparação a um pasto degradado, uma vez que o sistema radicular das forrageiras, naquela condição, é mais abundante, e o acúmulo

FIGURA 5. ESQUEMA REPRESENTATIVO DE DEGRADAÇÃO DE PASTAGEM



de matéria orgânica no solo diminui as perdas de CO₂ para a atmosfera, conforme ilustrado na Figura 5.

No Brasil, foram estimados 52 milhões de hectares de pastos degradados. Assim, o potencial de mitigação pode ser, no mínimo, três vezes maior do que o possível financiamento para tal atividade proposto no Plano ABC, no qual é contemplada a recuperação de apenas 15 milhões de hectares degradados até o ano de 2020. Aliando-se a recuperação de pastagens à implantação de sistemas como a iLP e a iLPF, esse potencial pode ser cinco vezes superior.

METODOLOGIA

Além dos aspectos metodológicos já discutidos na Parte I do estudo, acrescentam-se, aqui, alguns aspectos e especificidades presentes apenas na Parte II, uma vez que esta considera a adoção de práticas de baixa emissão de carbono. Tais aspectos são apresentados a seguir.

CULTURAS E RECORTES REGIONAIS

Para as estimativas do balanço de emissões e/ou sumidouros de GEE até 2023 pela agropecuária nacional, foram consideradas as seguintes culturas: **soja, milho, arroz, feijão, trigo e pastagem**¹. Estas culturas, que podem compor sistemas de iLP e iLPF, apresentam maior representatividade em relação à área plantada² e, conseqüentemente, no cenário de emissões do setor agropecuário.

EXPANSÃO DA AGROPECUÁRIA DE BAIXA EMISSÃO DE GEE TECNOLOGIAS CONSIDERADAS

Para as estimativas das emissões de GEE considerando as projeções da produção agrícola brasileira do MAPA e da Fiesp e a adoção da agropecuária de baixa emissão de carbono até o ano de 2023, foram consideradas as seguintes tecnologias de baixa emissão de carbono preconizadas no Plano ABC:

- Recuperação de pastagens;
- Sistemas integrados de produção – iLP e iLPF.

Além do mais, foi considerada a fixação biológica de nitrogênio (FBN) em toda a área plantada com soja no Brasil. A FBN proporciona a redução no uso de insumos agrícolas, como os fertilizantes sintéticos³.

No entanto, é importante ressaltar que já existe a tecnologia da FBN para o feijão e que ela está em desenvolvimento para variedades de gramíneas como milho e forrageiras. Entretanto, a mesma não foi considerada para tais culturas, uma vez que são necessários mais investimentos em pesquisa, conforme preconizado inicialmente no Plano ABC, para estudos com FBN para todas as variedades de milho e forrageiras, bem como para as demais culturas no País. Além disso, há um número baixo de contratos do Programa ABC para a FBN, conforme relatado em relatórios anteriores do Observatório ABC (Observatório ABC, 2014).

Porém, o potencial da FBN é imenso no Brasil, uma vez que existem 190 milhões de hectares de pastagens cultivadas (FERREIRA, SOUZA & ARANTES, 2014) e 15,8 milhões de hectares de área plantada com milho na safra 2013/14 (CONAB, 2015).

¹ NESTA PARTE II DO ESTUDO, NÃO FORAM CONSIDERADAS AS CULTURAS DA CANA E DO ALGODÃO DEVIDO AO FATO DE AS MESMAS NÃO FAZEREM PARTE DE SISTEMAS ILP E ILPF.

² AS CULTURAS DE ARROZ, FEIJÃO, SOJA, MILHO E TRIGO REPRESENTARAM MAIS DE 90% DA ÁREA PLANTADA DE 57,1 MILHÕES HA NO BRASIL NA SAFRA 2013/14 (CONAB, 2015). AS PASTAGENS PLANTADAS OCUPAM CERCA DE 190 MILHÕES HA NO BRASIL (FERREIRA, SOUZA & ARANTES, 2014).

³ DE ACORDO COM A ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS (ANDA), NO ANO DE 2013 FORAM ENTREGUES EM TODO O PAÍS 30,5 MILHÕES DE TONELADAS DE FERTILIZANTES, O QUE SIGNIFICA UM AUMENTO DE 4% EM RELAÇÃO AO ANO DE 2012. DE ACORDO COM A AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA), O PAÍS É RESPONSÁVEL POR UM QUINTO DO CONSUMO MUNDIAL DE AGROTÓXICOS.

Considerando apenas a cultura do feijão, observa-se que, se, em toda a sua área plantada, fosse empregada a tecnologia da FBN, mais da metade da meta do Plano ABC para tal tecnologia seria atingida, com economia de 82,5 mil de toneladas de adubo nitrogenado por ano.

ÁREA CONSIDERADA

Considerou-se que a expansão da agropecuária projetada até 2023 dar-se-á, linearmente, apenas nas áreas de pastagens degradadas, totalizando 52,32 milhões de hectares. Nessas áreas de pastagens degradadas, tem-se um total de 39.791.956 cabeças de gado, ou seja, cerca de 20% do total do rebanho bovino no Brasil em 1.285 municípios selecionados, do total de 5.570 municípios brasileiros (IBGE, 2014).

Para as estimativas do potencial de mitigação pela recuperação de pastos e implantação de iLP e iLPF, assumiu-se que 75% (39,24 milhões ha) da área de pastagem degradada (UA/ha menor do que 0,75) seriam recuperados e nos 25% (13,08 milhões ha) restantes seriam implantados sistemas integrados como a iLP e a iLPF⁴.

Assumiu-se, também, que a expansão das culturas consideradas no presente relatório até 2023 dar-se-á em 25% da área de pastos degradados por meio de sistemas integrados de produção como iLP e iLPF.

⁴ ESTA DISTRIBUIÇÃO CORROBORA COM A PORCENTAGEM DE RECURSOS CONTRATADOS DO PROGRAMA ABC PARA A RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS – CERCA DE 75% DESTES RECURSOS SÃO DESTINADOS PARA TAL FINALIDADE.

⁵ TRABALHOS DESENVOLVIDOS PELA EMBRAPA E PELA UNICAMP, COM APOIO DA EMBAIXADA BRITÂNICA EM 2012 – “MITIGANDO MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO SETOR AGRÍCOLA – PSF LCHG 0663” – APONTAM UMA DIFERENÇA NO ESTOQUE DE CARBONO NO SOLO ENTRE PASTO DEGRADADO E ILP/ILPF ENTRE 16 A 17 TC HA⁻¹ NUM HORIZONTE DE DEZ ANOS, O QUE CORRESPONDE A UMA TAXA ANUAL DE 1,6 A 1,7 TC/HA/ANO.

CÁLCULO DO BALANÇO DE EMISSÕES DA AGROPECUÁRIA

No presente trabalho, assumiu-se que a expansão da agricultura de baixa emissão de carbono dar-se-á em áreas de pasto degradado. Nesse caso, ocorrerão as seguintes mudanças de uso do solo:

- Pastagem degradada ou em processo de degradação para pastagem recuperada e/ou produtiva;
- Pastagem degradada ou em processo de degradação para sistemas de produção integrados como iLP e iLPF.

Para os cálculos de emissões referentes à essa mudança de uso do solo, considerou-se uma taxa de alteração de carbono do solo de 1 tC/ha/ano para a conversão de pasto degradado para pasto produtivo e de 1,5 tC/ha/ano para a conversão de pasto degradado em iLP e iLPF.

Trabalhos publicados sobre levantamentos de estoque de carbono no solo em diferentes localidades do Brasil demonstram uma diferença de 10 tC ha⁻¹ entre o estoque de carbono num pasto degradado e num pasto bem manejado (1 tC ha⁻¹ ano⁻¹), bem como os trabalhos de campo da Embrapa apontam uma diferença no estoque de carbono no solo entre pasto mal manejado e sistemas integrados de 15 a 17 tC ha⁻¹ (1,5 a 1,7 tC ha⁻¹ ano⁻¹)⁵, ambos em dez anos (ROSA, SANO & ROSENDO, 2014; ASSAD *et al.*, 2013; PINTO & ASSAD, 2014; COSTA *et al.*, 2009; CARVALHO *et al.*, 2010).

DEFINIÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS NA AMAZÔNIA LEGAL PARA A EXPANSÃO DAS TECNOLOGIAS DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO

A definição de áreas prioritárias para a adoção e/ou ampliação das tecnologias de baixa emissão de carbono – recuperação de pastagens e iLP/iLPF – na Amazônia

foi realizada cruzando a malha municipal do IBGE com o mapeamento do uso e da cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal do Projeto Terra-Class, executado pelo INPE e pela Embrapa.

Foram determinadas nove classes de uso do solo em cada município da Amazônia Legal, sendo elas: desflorestamento, floresta, pasto limpo, pasto sujo, mosaico de ocupações, pasto com solo exposto, regeneração com pasto, vegetação secundária, outros.

Os municípios com elevadas áreas de pasto, ou seja, mais de 50% do total de área antropizada e agrícola, principalmente pasto com solo exposto⁶, foram considerados prioritários.

RESULTADOS

BALANÇO DE EMISSÕES DE GEE ACUMULADAS (2012/13 A 2022/23) DA AGROPECUÁRIA COM A ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO

a) Recorte nacional

Considerando que, num intervalo de onze anos, seria possível atingir o valor médio da diferença entre o estoque de carbono em pastos degradados ou em processo de degradação e em sistemas integrados (1,5 tC/ha/ano) ou recuperados (1,0 tC/ha/ano), e que a produtividade dessas pastagens aumentasse de 0,75 para 1,5 UA/ha⁷ em pastos recuperados e para 2,5 UA/ha na iLP e na iLPF, é possível:

- Evitar as emissões de 670 milhões de tCO₂eq., considerando as projeções de crescimento da agricultura do MAPA e da Fiesp e a métrica GWP, e, ainda, armazenar cerca de 1,10 bilhão tCO₂eq. no solo (aproximadamente 100,2 milhões tCO₂eq./ano) com a recuperação de pastagens em 75% da área de pasto degradado e com a implantação de iLP/iLPF em 25% da área de pasto degradado;
- Evitar as emissões de 164 milhões de tCO₂eq., considerando as projeções de crescimento da agricultura do MAPA e da Fiesp e a métrica GTP, e, ainda, armazenar aproximadamente 1,88 bilhão tCO₂eq. no solo (aproximadamente 171 milhões tCO₂eq./ano) com a recuperação de pastagens em 75% da área de pasto degradado e com a implantação de iLP/iLPF em 25% da área de pasto degradado (Tabela 10 e Tabela 12).

Ademais, é possível estimar o número de cabeças a mais que podem entrar no sistema produtivo no Brasil nesses 52 milhões de hectares de pastagens degradadas ou em processo de degradação.

Com a recuperação de pastos, haveria um adicional de 0,75 UA/ha (0,75 a 1,5 UA/ha) em 39 milhões ha (75% da área de pasto degradado estimada no presente relatório), chegando a um **adicional de 29,3 milhões de cabeças** e, o mais importante, com suas emissões neutralizadas e, ainda, com a vantagem de estocar mais carbono no sistema e sem a abertura de novas áreas – o chamado efeito poupa-terra.

Se toda a área de pastagens degradadas restante e disponível para a expansão da agricultura fosse colocada sob sistemas integrados como iLP e iLPF, que têm

⁶ ÁREAS QUE, APÓS O CORTE RASO DA FLORESTA E O DESENVOLVIMENTO DE ALGUMA ATIVIDADE AGROPASTORIL, APRESENTAM UMA COBERTURA DE PELO MENOS 50% DE SOLO EXPOSTO (TERRACLASS, 2012).

⁷ CONSIDERANDO 1 UA = 450 KG DE PESO VIVO = 1 BOI. O PESO MÉDIO DE ABATE PRECOCE É DE 400 A 450 KG DE PESO VIVO. O ABATE PRECOCE PROMOVE A REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE POR UNIDADE DE CARNE PRODUZIDA, CORROBORANDO COM OS OBJETIVOS DO PLANO E DO PROGRAMA ABC.

maior produtividade do que os sistemas de forrageiras em monocultura (BALBINO et al., 2011; EMBRAPA, 2011), a taxa de lotação poderia passar de 0,75 UA/ha para 2,5 UA/ha em 13 milhões ha (25% da área de pasto degradado). Isso traria um aumento ainda maior do número de cabeças no sistema produtivo: mais **22,8 milhões**, com suas emissões neutralizadas e com adicional de carbono no solo.

TABELA 9 BALANÇO DE EMISSÕES DE GEE ACUMULADAS (2012/13 A 2022/23) DA AGROPECUÁRIA EM tCO₂eq. COM A ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO NAS ÁREAS DE PASTO DEGRADADO (75% EM RECUPERAÇÃO DE PASTOS E 25% EM ILP/ILPF) UTILIZANDO A MÉTRICA GWP E AS PROJEÇÕES DO MAPA

	CO	N	NE	S	SE	TOTAL
ARROZ	-3.220.877	-6.978.796	-4.657.529	1.777.997	-2.458.069	-15.537.274
FEIJÃO	-8.445.097	-8.417.204	-95.059.041	-361.022	-73.961.491	-186.243.855
MILHO	-50.745.814	-24.482.647	-64.325.018	-2.064.296	-168.084.584	-309.702.360
SOJA	-105.635.418	-16.790.366	-4.968.113	-1.232.398	-33.287.691	-161.913.986
TRIGO	-18.288	0	0	-291.315	-832.314	-1.141.917
TOTAL SISTEMA ILPF	-156.845.225	-52.278.472	-154.233.856	-1.799.814	-261.043.552	-626.200.919
TOTAL RECUPERAÇÃO DE PASTOS	-114.821.909	-44.265.372	-140.616.487	-3.400.026	-173.125.864	-476.229.659
TOTAL CULTURAS EM ILPF E RECUPERAÇÃO DE PASTOS	-271.667.134	-96.543.844	-294.850.342	-5.199.840	-434.169.417	-1.102.430.578

TABELA 10 BALANÇO DE EMISSÕES DE GEE ACUMULADAS (2012/13 A 2022/23) DA AGROPECUÁRIA EM tCO₂eq. COM A ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO NAS ÁREAS DE PASTO DEGRADADO (75% EM RECUPERAÇÃO DE PASTOS E 25% EM ILP/ILPF) UTILIZANDO A MÉTRICA GTP E AS PROJEÇÕES DO MAPA

	CO	N	NE	S	SE	TOTAL
ARROZ	-8.394.071	-18.210.238	-12.789.812	-640.318	-6.502.900	-46.537.339
FEIJÃO	-8.459.436	-8.421.425	-95.083.221	-363.539	-73.984.236	-186.311.857
MILHO	-51.121.402	-24.506.526	-64.386.802	-2.095.497	-168.236.428	-310.346.655
SOJA	-105.836.348	-16.800.627	-4.995.127	-1.238.349	-33.305.897	-162.176.348
TRIGO	-18.619	0	0	-294.613	-834.611	-1.147.843
TOTAL SISTEMA ILPF	-162.610.167	-63.548.495	-162.479.854	-4.261.114	-265.284.353	-658.183.982
TOTAL RECUPERAÇÃO DE PASTOS	-284.912.059	-111.354.327	-373.079.238	-9.346.495	-445.061.123	-1.223.753.243
TOTAL CULTURAS EM ILPF E RECUPERAÇÃO DE PASTOS	-447.522.226	-174.902.822	-535.559.091	-13.607.610	-710.345.476	-1.881.937.225

TABELA 11 BALANÇO DE EMISSÕES DE GEE ACUMULADAS (2012/13 A 2022/23) DA AGROPECUÁRIA EM tCO₂eq. COM A ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO NAS ÁREAS DE PASTO DEGRADADO (75% EM RECUPERAÇÃO DE PASTOS E 25% EM ILP/ILPF) UTILIZANDO A MÉTRICA GWP E AS PROJEÇÕES DA FIESP

	CO	N	NE	S	SE	TOTAL
ARROZ	-3.102.843	-6.877.643	-4.636.635	1.778.070	-2.427.043	-15.266.093
FEIJÃO	-8.760.920	-8.829.812	-97.210.645	-377.744	-77.163.471	-192.342.593
MILHO	-47.952.622	-23.637.788	-62.081.753	-1.990.720	-163.284.372	-298.947.255
SOJA	-108.486.678	-17.530.563	-5.106.010	-1.266.681	-34.880.252	-167.270.183
TRIGO	-20.694	0	0	-301.709	-948.490	-1.270.893
TOTAL SISTEMA ILPF	-157.103.488	-52.485.266	-154.259.197	-1.787.564	-261.123.029	-626.758.543
TOTAL RECUPERAÇÃO DE PASTOS	-114.821.909	-44.265.372	-140.616.487	-3.400.026	-173.125.864	-476.229.659
TOTAL CULTURAS EM ILPF E RECUPERAÇÃO DE PASTOS	-271.925.397	-96.750.638	-294.875.683	-5.187.590	-434.248.893	-1.102.988.202

TABELA 12 BALANÇO DE EMISSÕES DE GEE ACUMULADAS (2012/13 A 2022/23) DA AGROPECUÁRIA EM tCO₂eq. COM A ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO NAS ÁREAS DE PASTO DEGRADADO (75% EM RECUPERAÇÃO DE PASTOS E 25% EM ILP/ILPF) UTILIZANDO A MÉTRICA GTP E AS PROJEÇÕES DA FIESP

	CO	N	NE	S	SE	TOTAL
ARROZ	-8.093.243	-17.950.935	-12.733.001	-639.508	-6.420.749	-45.837.436
FEIJÃO	-8.775.585	-8.834.096	-97.234.965	-380.467	-77.186.886	-192.411.998
MILHO	-48.314.286	-23.660.846	-62.142.790	-2.021.208	-163.433.214	-299.572.344
SOJA	-108.709.577	-17.541.940	-5.135.976	-1.273.278	-34.900.441	-167.561.213
TRIGO	-21.065	0	0	-305.841	-951.178	-1.278.084
TOTAL SISTEMA ILPF	-162.694.046	-63.597.496	-162.471.624	-4.249.101	-265.312.747	-658.325.015
TOTAL RECUPERAÇÃO DE PASTOS	-284.912.059	-111.354.327	-373.079.238	-9.346.495	-445.061.123	-1.223.753.243
TOTAL CULTURAS EM ILPF E RECUPERAÇÃO DE PASTOS	-447.606.105	-174.951.824	-535.550.862	-13.595.596	-710.373.870	-1.882.078.257

B) Recorte nacional

Os gráficos a seguir mostram a quantidade de carbono estocada no solo e as emissões evitadas no período entre os anos-safra 2012/13 e 2022/23 em cada região do País.

FIGURA 6 ESTOQUE DE CO₂eq. NO SOLO DAS ÁREAS DE PASTAGENS DEGRADADAS (UA/HA < 0,75) COM A RECUPERAÇÃO DE PASTOS E ILP/ILPF ENTRE 2012/13 E 2022/23 NAS DIFERENTES REGIÕES DO PAÍS (ESTOQUE DE CO₂ NO SOLO COM A RECUPERAÇÃO DE PASTOS E ILP/ILPF ENTRE 2012/13 E 2022/23 – TOTAL: 1,1 BILHÃO tCO₂eq.)

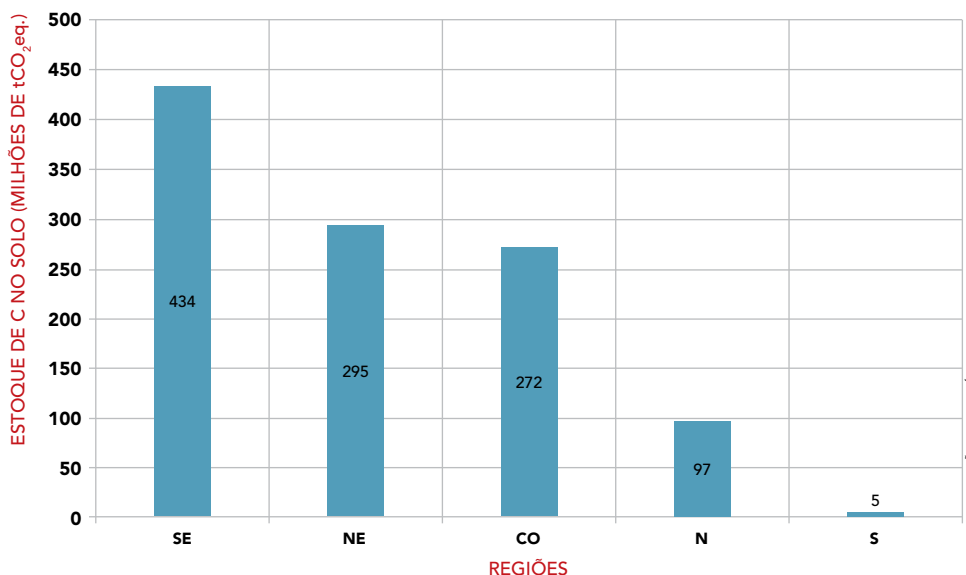
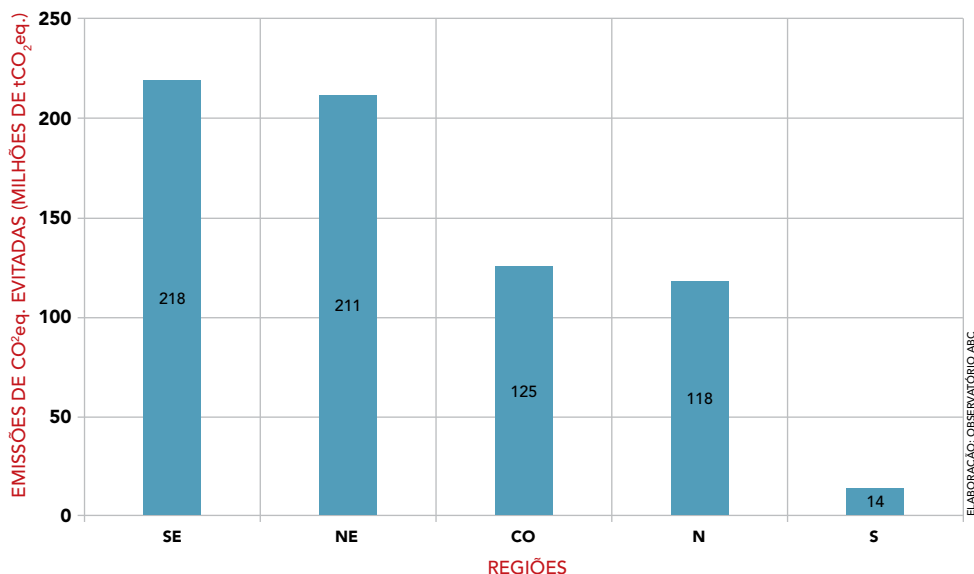


FIGURA 7 EMISSÕES DE CO₂eq. EVITADAS PELA RECUPERAÇÃO DE PASTOS DEGRADADOS E POR ILP/ILPF ENTRE 2012/13 E 2022/23 (EMISSÕES DE CO₂eq. EVITADAS PELA RECUPERAÇÃO DE PASTOS E ILP/ILPF ENTRE 2012/13 E 2022/23 – TOTAL: 686 MILHÕES tCO₂eq.)



ÁREAS PRIORITÁRIAS NA AMAZÔNIA LEGAL

De forma a priorizar áreas na Amazônia Legal para a adoção ou ampliação das tecnologias de baixa emissão de carbono preconizadas pelo Plano e pelo Programa ABC, foram determinadas as classes de uso e cobertura do solo e elaborados os respectivos mapas em todos os municípios da região.

Nota-se que os estados da Amazônia Legal com maiores áreas de pasto, sobretudo de pasto com solo exposto e pasto sujo, classes prioritárias para a recuperação de pastagens, são Mato Grosso e Pará, prioritários para a alocação das ações e dos recursos do Plano e do Programa ABC, respectivamente.

Além da grande área de pastagem, o estado do Mato Grosso também já possui uma cadeia de atores envolvidos com o Plano e o Programa ABC ramificada, como fornecedores de insumos, ATER, cooperativas etc., conforme relatado em estudos anteriores do Observatório ABC (Observatório ABC, 2013). No entanto, o estado do Pará ainda apresenta lacunas e entraves importantes, que precisam ser solucionados para o avanço das tecnologias de baixa emissão de carbono, como regularizações fundiária e ambiental, baixa atuação da ATER, entre outros.

TABELA 13 EXTENSÃO TERRITORIAL EM HECTARES (HA) DAS CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA EM ÁREAS DESFLORESTADAS DOS ESTADOS DA AMAZÔNIA LEGAL

UF	DESFLORESTAMENTO	FLORESTA	MOSAICO DE OCUPAÇÕES	PASTO COM SOLO EXPOSTO	PASTO LIMPO
AC	27.129,05	14.683.795,10	99.953,98	0,00	1.215.575,25
AM	59.079,23	124.729.239,90	282.037,11	969,98	409.336,74
AP	7.457,35	4.555.912,80	10.830,70	10,72	14.094,91
MA	69.856,85	3.505.757,75	465.604,55	883,77	2.772.456,52
MT	82.291,50	28.119.957,91	101.434,61	30.979,83	11.305.421,92
PA	344.140,98	87.871.156,09	660.062,89	3.803,00	10.070.060,72
RO	45.116,81	12.670.804,79	154.506,33	201,69	5.198.209,50
RR	24.625,41	13.053.997,20	75.028,24	230,90	188.583,39
TO	5.679,94	991.061,36	8.429,14	438,52	1.976.778,04
TOTAL	665.377,12	290.181.682,89	1.857.887,55	37.518,41	33.150.516,99

UF	PASTO SUJO	REGENERAÇÃO COM PASTO	VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA	OUTROS
AC	45.573,16	62.856,71	471.898,49	74.574,01
AM	186.897,73	209.689,20	1.629.074,97	9.705.814,60
AP	7.152,99	31.713,31	96.650,97	3.043.067,18
MA	1.547.355,61	1.606.858,75	1.966.470,77	8.962.898,24
MT	784.262,09	775.629,56	3.167.853,28	40.351.666,08
PA	2.122.651,05	2.887.041,55	6.574.877,12	14.412.081,20
RO	708.817,41	450.632,83	1.481.471,36	3.042.462,37
RR	106.723,41	114.345,72	351.208,44	6.096.713,10
TO	141.014,32	127.798,69	698.413,05	8.946.483,10
TOTAL	5.650.447,77	6.266.566,32	16.437.918,45	94.635.759,88

No que se refere aos dez principais municípios da Amazônia Legal com as maiores extensões territoriais em hectares (ha) de pasto com solo exposto e pasto com solo sujo, observa-se que grande parte deste grupo pertence ao Pará, porém aparecem, nessa lista, Bom Jardim e Santa Luzia, ambos no Maranhão, e Porto Velho, em Rondônia (Tabela 14).

TABELA 14 MUNICÍPIOS DA AMAZÔNIA LEGAL COM AS MAIORES EXTENSÕES TERRITORIAIS EM HECTARES (HA) DE PASTO COM SOLO EXPOSTO E PASTO SUJO

UF	MUNICÍPIO	PASTO COM SOLO EXPOSTO E SUJO (ha)
PA	Água Azul do Norte	69.298,10
PA	Pacajá	70.379,07
PA	Brasil Novo	71.933,50
PA	Brejo Grande do Araguaia	72.901,80
MA	Bom Jardim	80.124,00
RO	Porto Velho	80.708,30
PA	Cumarú do Norte	99.703,79
PA	Altamira	105.584,46
MA	Santa Luzia	133.651,36
PA	São Félix do Xingu	184.351,26

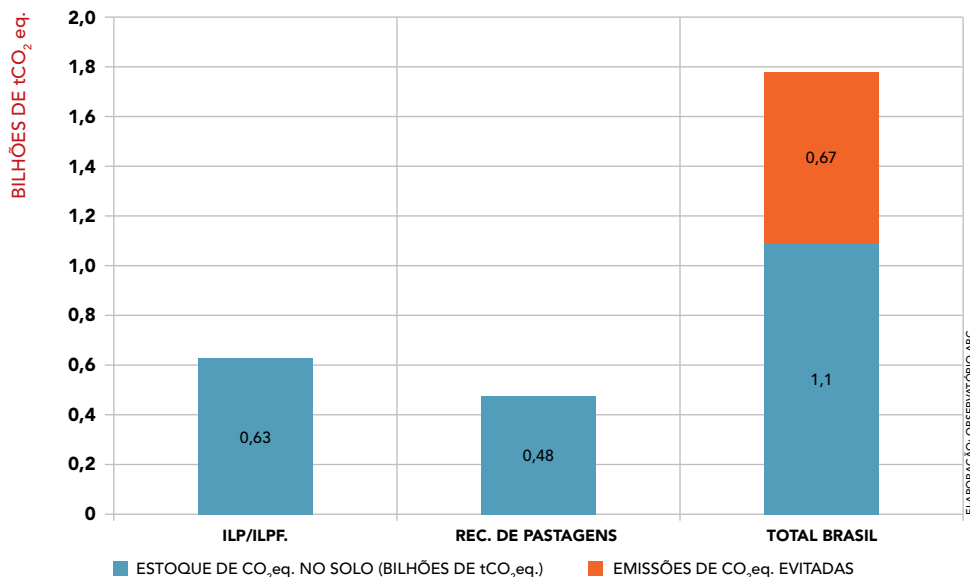
CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, nota-se que as emissões totais do Brasil de 0,67 bilhão tCO₂eq. pela agricultura calculadas pela métrica GWP (Figura 8) entre 2012/13 e 2022/23 podem ser neutralizadas devido ao aumento do estoque de carbono no solo de 1,0 t/ha/ano para recuperação de pastagens e de 1,5 t/ha/ano nos solos sob sistemas integrados como iLP e iLPF

Adicionalmente às emissões evitadas, para o mesmo período citado, ocorre um expressivo armazenamento de estoque de carbono nos solos das áreas de pastagens degradadas ou em processo de degradação com a adoção das tecnologias de baixo carbono preconizadas no presente relatório.

Após onze anos de adoção da recuperação e da manutenção de pastos em 75% da área de pastagem degradada considerada no presente estudo, o ganho de estoque de carbono no solo pode chegar a 0,48 bilhão tCO₂eq., considerando o abatimento, sobretudo, das emissões pela fermentação entérica e pela adubação nitrogenada nos sistemas produtivos. Em se tratando de sistemas integrados como iLP e iLPF, o estoque de carbono no solo pode chegar a 0,63 bilhão tCO₂eq. em onze anos (Figura 8).

FIGURA 8 BALANÇO DE EMISSÕES DE CO₂eq. ENTRE 2012/13 E 2022/23 DA AGROPECUÁRIA COM A ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO – RECUPERAÇÃO DE PASTOS DEGRADADOS E ILP/ILPF (BALANÇO DE EMISSÕES DE CO₂eq. ENTRE 2012/13 E 2022/23)

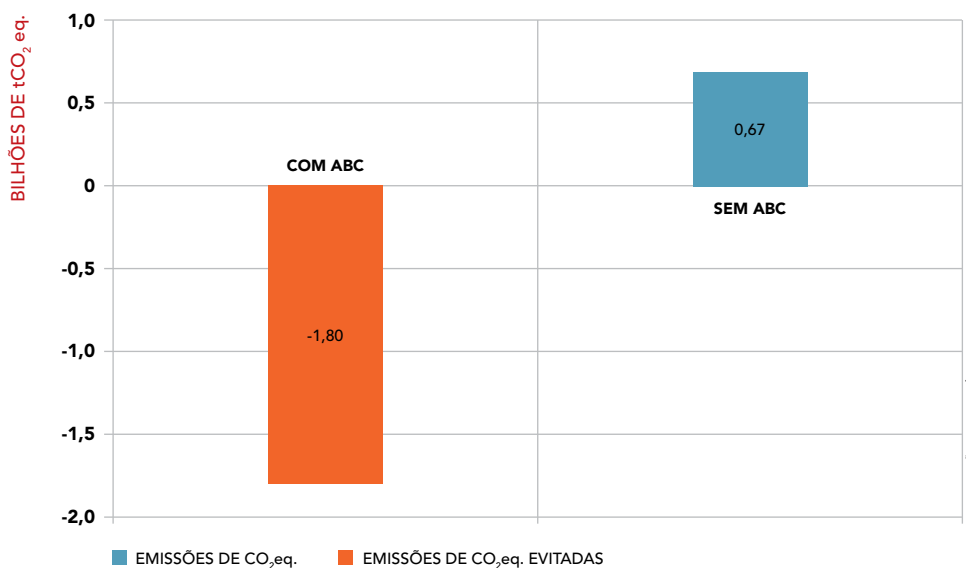


As emissões da agropecuária são neutralizadas pelas tecnologias de baixa emissão de carbono independentemente do aumento do número de animais no sistema produtivo. Ou seja, apesar do aumento das emissões pela fermentação entérica, as mesmas são neutralizadas pelo alto armazenamento de carbono no solo devido ao manejo correto dessas tecnologias de baixa emissão em comparação ao estoque de carbono no solo de pastos degradados.

Com a recuperação de pastos e com sistemas iLP e iLPF, ocorre significativa melhora na produtividade dos sistemas produtivos, passando de 0,75 UA/ha para até 2,5 UA/ha. O aumento do número de animais no sistema produtivo nacional pode chegar a 52 milhões de cabeças, com suas emissões neutralizadas e com adicional de carbono no solo.

Por fim, nota-se que o potencial de mitigação das emissões de GEE da agropecuária de 1,8 bilhão tCO₂eq. (emissões evitadas mais estoque de CO₂eq. no solo) em onze anos, pela recuperação de pastos e pela implantação de iLP e iLPF (Figura 9) em 52 milhões de hectares de pastos com baixa capacidade de suporte (< 0,75 UA/ha) no País, é muito maior do que a meta estipulada no Plano ABC em dez anos, demonstrando que a agropecuária brasileira tem plenas condições de se transformar de uma forte emissora de gases do efeito estufa em uma atividade eficiente na sua mitigação.

FIGURA 9 BALANÇO DE EMISSÕES DE CO₂eq. ENTRE 2012/13 E 2022/23 DA AGROPECUÁRIA COM E SEM A ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO (BALANÇO DE EMISSÕES DE CO₂eq. ENTRE 2012/13 E 2022/23)



BIBLIOGRAFIA

- AGOSTINETTO, D. F. (2002). Potencial de emissão de metano em lavouras de arroz irrigado. *Ciência Rural*, 1073-1081.
- ASSAD, E. D., PINTO, H. S., MARTINS, S. C., GROppo, J. D., SALGADO, P. R., EVANGELISTA, B., . . . MARTINELLI, L. A. (2013). Changes in soil carbon stocks in Brazil due to land use: paired site comparisons and a regional pasture soil survey. *Biogeosciences*, 6141-6160.
- BALBINO et al., L. C. (outubro de 2011). Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura pecuária floresta no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 1-12.
- BRASIL (2015). *Terceiro inventário de emissões anuais de gases do efeito estufa no Brasil* (em processo de revisão). Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Brasília: MCTI.
- CARDOSO, A. D. (2012). *Avaliação das emissões de gases do efeito estufa em diferentes cenários de intensificação de uso das pastagens no Brasil Central*. Seropédica: UFRRJ.
- CARVALHO, J. L., RAUCCI, G. S., CERRI, C. E., BERNOUX, M., FEIGL, B. J., WRUCK, F. J., & CERRI, C. C. (2010). Impact of Pasture , Agriculture and Crop-livestock Systems on Soil C Stocks in Brazil. *Soil & Tillage Research*, 175-186.
- CONAB (2015). *Acompanhamento da safra brasileira de grãos*. Brasília: Observatório Agrícola.
- COSTA, O., CANTARUTTI, R., FONTES, L., COSTA, L. d., NACIF, P., & FARIAS, J. (2009). Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de Tabuleiro Costeiro no sul da Bahia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 1137-1145.
- EMBRAPA (2011). *Integração Lavoura Pecuária Floresta: Estruturação dos Sistemas de Integração Lavoura Pecuária*. Dourados: Embrapa.
- EMBRAPA (2012). *Pecuária de corte brasileira: redução do aquecimento global pela eficiência dos sistemas de produção*. Campo Grande/MS: Embrapa.
- EMBRAPA (10 de 9 de 2014). *Pesquisadores estudam emissão de metano em cultivo de arroz irrigado por inundação em 3 regiões do país*. Fonte: Embrapa Meio Ambiente: <http://www.cnpma.embrapa.br/nova/mostra2.php3?id=1006>
- EMBRAPA (06 de 12 de 2013). *Emissão anual de CO₂ eq por GVP até abate em 4 cenários de manejo*.
- FERREIRA, L. G., SOUZA, S. B., & ARANTES, A. E. (2014). *RADIOGRAFIA DAS PASTAGENS DO BRASIL*. Goiânia: LAPIG.
- FIESP (2013). *Outlook Fiesp 2023 projeções para o agronegócio brasileiro*. FIESP, São Paulo.
- GVCES/FGV (2013). *Agricultura de baixa emissão de carbono: Financiando a transição*. São Paulo: FGV.
- IBGE (2006). *Censo Agropecuário 2006: Brasil, grande regiões e unidades da federação*. In: IBGE.
- IBGE (2009). *Produção da Pecuária Municipal*. Rio de Janeiro.
- IBGE (2012). *Produção Agrícola Municipal*. Brasília: IBGE.
- IBGE (12 de 9 de 2014). *Perfil dos municípios brasileiros - 2013*. Fonte: IBGE: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2013/>
- KURIHARA, M., MAGNER, T., HUNTER, R., & McCRABB, G. (1999). Methane production and energy partition of cattle in the tropics. *British Journal of Nutrition*, 81, pp. 227-234.
- MAPA (2013). *Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Assessoria de Gestão Estratégica, Brasília.
- MAPA (2013a). *Plano Agrícola e Pecuário 2013/2014*. Brasília: Secretaria de Política Agrícola.
- MMA; GVCES/FGV (2013). *DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DAS PRINCIPAIS INFORMAÇÕES SOBRE PROJEÇÕES CLIMÁTICAS E SOCIOECONÔMICAS, IMPACTOS E VULNERABILIDADES DISPONÍVEIS EM TRABALHOS E PROJETOS DOS ATORES MAPEADOS*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Fonte: Ministério do Meio Ambiente.
- OBSERVATÓRIO ABC (2013). *Agricultura de Baixa Emissão de Carbono – A Evolução de um novo paradigma*. FGV, São Paulo.
- OBSERVATÓRIO ABC (2014). *Análise dos Recursos do Programa ABC - Safra 2013/2014 (até abril)*. São Paulo: FGV.
- OBSERVATÓRIO DO CLIMA (9 de 9 de 2014). *REDE DE ORGANIZAÇÕES DA SOCIEDADE CIVIL QUE ATUA EM MUDANÇAS CLIMÁTICAS E BUSCA ESTIMULAR POLÍTICAS PÚBLICAS EFETIVAS NO BRASIL*. Fonte: Metodologia - Como foram feitas as estimativas de emissões: <http://www.oc.org.br/index.php/page/13-Metodologia>
- PINTO, H. S., & ASSAD, E. D. (2014). *Mitigando mudanças climáticas no setor agrícola: Estoques de carbono nos solos da Amazônia – Brasil*. Campinas: Embrapa e Unicamp.
- ROSA, R., SANO, E. E., & ROSENDO, J. d. (2014). *ESTOQUE DE CARBONO EM SOLOS SOB PASTAGENS CULTIVADAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA*. *Soc. & Nat.*, 333-351.
- TERRACLASS (2012). *Mapeamento do uso e cobertura da terra na Amazônia Legal Brasileira*. Brasília: MAPA, MMA e MCTI. Fonte: http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/TerraClass_2012.pdf
- USDA (10 de 9 de 2014). *United States Department of Agriculture - Economic Research Service*. Fonte: USDA: <http://www.ers.usda.gov/publications>



WWW.OBSERVATORIOABC.COM.BR



APOIO:



Climate and
Land Use Alliance