



## DOCUMENTO DE ANÁLISE

# EVOLUÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO BRASIL (1970-2013) SETOR DE AGROPECUÁRIA

### COORDENAÇÃO TÉCNICA

Imaflora – Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola

### EQUIPE TÉCNICA

Marina Piatto

Ciniro Costa Junior

Luís Fernando Guedes Pinto

### Revisão

Viviane Romeiro (World Resources Institute – WRI)

Agosto, 2015



## Coordenação Geral do SEEG

Tasso Rezende de Azevedo

## Coordenação Técnica do Setor de Agropecuária

Imaflora – Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola

## Equipe Técnica deste relatório

Marina Piatto

Ciniro Costa Junior

Luís Fernando Guedes Pinto

## Revisão

Viviane Romeiro (World Resources Institute – WRI)

## Facilitação

GVces

## Produção editorial

Walkyria Garotti (design)

Sandro Falsetti (infografia)

José Julio do Espírito Santo (revisão de texto)

Realização

Apoio



Documento de análise [recurso eletrônico] : evolução das emissões de gases de efeito estufa no Brasil (1970-2013) : setor agropecuário / Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (IMAFLORA). – São Paulo : Observatório do Clima, 2015.  
57 p.

1. Efeito estufa (Atmosfera). 2. Brasil – Indústrias – Aspectos ambientais. 3. Política ambiental. 4. Agropecuária – Brasil. 5. Políticas públicas. 6. Mudanças climáticas. I. Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (IMAFLORA). II. Título.

CDU 551.588

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Karl A. Boedecker da Fundação Getulio Vargas - SP.

# SUMÁRIO

SUMÁRIO EXECUTIVO .....	6
<b>1</b> INTRODUÇÃO .....	<b>8</b>
<b>1.1</b> AS EMISSÕES DE GEE NA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA ENTRE 1970-2013 .....	<b>9</b>
<b>1.2</b> A CONTRIBUIÇÃO DOS ESTADOS BRASILEIROS NAS EMISSÕES DE GEE NO SETOR AGROPECUÁRIO .....	<b>13</b>
<b>1.3</b> O REBANHO BOVINO E AS EMISSÕES DE GEE: DO MATO GROSSO EM DIREÇÃO À AMAZÔNIA .....	<b>16</b>
<b>1.4</b> FERTILIZAÇÃO NITROGENADA, EMISSÃO DE GEE E PRODUTIVIDADE: COMO CONCILIAR? .....	<b>19</b>
<b>1.5</b> CANA-DE-AÇÚCAR: A PROIBIÇÃO DA QUEIMA REDUZIU AS EMISSÕES DE GEE EM SÃO PAULO .....	<b>22</b>
<b>1.6</b> TRATAMENTO DOS DEJETOS ANIMAIS PODEM REDUZIR AS EMISSÕES DO SUL E SUDESTE DO BRASIL .....	<b>24</b>
<b>1.7</b> A PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO NO RIO GRANDE DO SUL E AS ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO .....	<b>27</b>
<b>2</b> TRAJETÓRIA, METAS E COMPROMISSOS DE REDUÇÃO DE EMISSÕES .....	<b>30</b>
<b>2.1</b> PLANO NACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (PLANO CLIMA) .....	<b>30</b>
<b>2.2</b> POLÍTICA NACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (PNMC) .....	<b>31</b>
<b>2.3</b> PLANO DE AGRICULTURA DE BAIXO CARBONO (PLANO ABC) .....	<b>33</b>
<b>2.4</b> PROGRAMA ABC: CRÉDITO AGRÍCOLA .....	<b>37</b>
<b>2.5</b> O PLANO SAFRA E O VOLUME DE CRÉDITO DESTINADO AO PROGRAMA ABC .....	<b>39</b>
<b>2.6</b> PRONAF .....	<b>41</b>
<b>2.7</b> PLANO MAIS PECUÁRIA .....	<b>42</b>
<b>2.8</b> INTENSIFICA PECUÁRIA .....	<b>43</b>
<b>2.9</b> PAGAMENTOS POR SERVIÇOS AMBIENTAIS .....	<b>45</b>
<b>2.10</b> RESUMO DOS OBJETIVOS, AÇÕES E METAS DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DOS PLANOS E POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O SETOR AGROPECUÁRIO .....	<b>48</b>
<b>3</b> CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	<b>49</b>
<b>4</b> LIMITAÇÕES E FUTURAS MELHORIAS PARA AS ESTIMATIVAS DO SEEG .....	<b>52</b>
<b>5</b> REFERÊNCIAS .....	<b>53</b>
<b>ANEXO</b> EMISSÕES DE GEE NO SETOR DE AGROPECUÁRIA 1970-2013 (Mt CO <sub>2</sub> e) .....	<b>56</b>

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> evolução das emissões brutas de CO <sub>2</sub> e pela agropecuária no Brasil.....	9
<b>Figura 2:</b> emissões diretas e indiretas provenientes da agropecuária brasileira em 2013 .....	10
<b>Figura 3:</b> Top 10 de emissões de GEE do mundo .....	10
<b>Figura 4:</b> emissões de CO <sub>2</sub> e por subsetor da agropecuária brasileira .....	11
<b>Figura 5:</b> emissões da agropecuária brasileira (418 Mt CO <sub>2</sub> e) por subsetores e fontes emissoras em 2013 .....	11
<b>Figura 6:</b> ranking das emissões de GEE mundiais pela agropecuária em 2011.....	12
<b>Figura 7:</b> emissões totais na agropecuária (mil t CO <sub>2</sub> e) e a evolução do rebanho bovino (mil cabeças) e das principais culturas agrícolas (mil t) entre 1970 e 2013.....	12
<b>Figura 8:</b> emissões históricas estaduais pela agropecuária brasileira (1970-2013) e a participação da pecuária de corte.....	13
<b>Figura 9:</b> ranking estadual das emissões de GEE pela agropecuária brasileira em 2013 (418 Mt de CO <sub>2</sub> e).....	13
<b>Figura 10:</b> participação dos estados nas emissões diretas de GEE pela agropecuária no Brasil e as atividades que compõem essas emissões em 2013 .....	14
<b>Figura 11:</b> participação histórica estadual na emissão total pelo Brasil .....	15
<b>Figura 12:</b> participação histórica das emissões de GEE da pecuária de corte por estado no Brasil .....	16
<b>Figura 13:</b> crescimento do rebanho de bovino de corte nacional nos estados do Mato Grosso e da Amazônia Legal (Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins) de 1970 a 2013.....	17
<b>Figura 14:</b> consumo de fertilizantes nitrogenados no Brasil e as emissões de GEE resultantes de sua aplicação entre 1970 e 2013.....	19
<b>Figura 15:</b> produção de milho, algodão e cana-de-açúcar e as emissões de GEE históricas pela aplicação de fertilizantes nitrogenados nos principais estados produtores brasileiros.....	20
<b>Figura 16:</b> nódulos formados nas raízes das leguminosas.....	21
<b>Figura 17:</b> emissões de GEE provenientes da queima de cana-de-açúcar e a produção dessa cultura no Brasil e no estado de São Paulo entre 1970 e 2013.....	23
<b>Figura 18:</b> emissões de GEE (Mt CO <sub>2</sub> e) provenientes de dejetos animais em 2013.....	24
<b>Figura 19:</b> participação dos principais estados produtores de suínos e aves nas emissões de GEE pelo manejo de dejetos desses animais no Brasil em 2013 .....	24
<b>Figura 20:</b> sistema de manejo de dejetos das principais categorias animais no Brasil e o número de animais com potencial de inclusão em projetos de mitigação de GEE via manejo de dejetos .....	25
<b>Figura 21:</b> emissões de GEE (Mt) do cultivo de arroz irrigado nas cinco regiões brasileiras e no estado do Rio Grande do Sul em 2013.....	27
<b>Figura 22:</b> tipos de preparo do solo no cultivo do arroz irrigado e seus fatores de emissão de CH <sub>4</sub> no Rio Grande do Sul.....	28
<b>Figura 23:</b> emissões de GEE da agropecuária brasileira projetadas sob a hipótese de crescimento do PIB a 5% e estimadas pelo SEEG (Mt CO <sub>2</sub> e).....	33
<b>Figura 24:</b> emissões e remoções de gases de efeito estufa em sistemas agropecuários.....	36
<b>Figura 25:</b> participação do Programa ABC no total dos recursos destinados ao financiamento da agropecuária brasileira (Plano Safra – R\$ 187,7 bilhões).....	41
<b>Figura 26:</b> conjunto de tecnologias e mecanismos de gestão (pontos de controle) da linha de crédito em elaboração Intensifica Pecuária.....	43
<b>Figura 27:</b> benefícios aos produtores à medida que cumprirem os requisitos da linha de crédito em elaboração Intensifica Pecuária.....	44

# ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> ações de mitigação descritas no Decreto nº 7.390, sobre PNMC .....	31
<b>Tabela 2:</b> subprogramas do Plano ABC e potencial de mitigação por redução de emissão de GEE (MAPA, 2010) .....	34
<b>Tabela 3:</b> crédito disponibilizado e desembolso do Programa ABC no Plano Agrícola e Pecuário brasileiro.....	38
<b>Tabela 4:</b> Plano Safra 2015/2016: recursos programados para custeio e investimento.....	40

# SUMÁRIO EXECUTIVO

A mudança do clima é considerada um dos principais problemas ambientais do século. Esse problema tem sido causado pelo aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, os quais são emitidos por atividades antrópicas referentes aos setores da agropecuária, de energia, do tratamento de resíduos e do uso da terra.

A agropecuária especificamente é responsável por cerca de 10-12% das emissões globais, sendo fonte de emissão de três GEE: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e metano (CH<sub>4</sub>). Entretanto, a Agência das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) aponta crescimentos entre 15% e 40% na demanda global por diversos tipos de alimentos nas próximas décadas, fato que leva a agropecuária mundial a enfrentar o desafio de produzir para alimentar uma crescente população ao mesmo tempo em que tem a obrigação de reduzir suas emissões de GEE.

Por ser um dos maiores produtores de alimentos do mundo, o Brasil será um dos principais países a elevar sua produção e exportação agropecuária de modo a atender a este aumento de demanda. No entanto, o Brasil já está entre os dez maiores emissores de GEE do mundo e é o segundo maior emissor pela produção agropecuária, com 418 Gt de equivalentes de CO<sub>2</sub> emitidos por esse setor em 2013, o que representa quase um terço das emissões nacionais. Dessa maneira, essa tendência torna-se ao mesmo tempo um risco ao aquecimento global, mas também uma oportunidade em planejar um crescimento baseado em baixas emissões de carbono e alta eficiência produtiva.

Para conhecer as fontes de emissão de GEE na agropecuária brasileira e entender como as políticas nacionais estão influenciando essas emissões, a Plataforma SEEG (Sistema de Estimativas de Emissões de GEE), disponibiliza estimativas de emissões de GEE para todos os estados brasileiros, cobrindo um período histórico de 1970 a 2013 (Anexo 1). Já este Relatório Analítico de Emissões de GEE interpreta os dados do SEEG, propõe medidas de mitigação e relaciona o impacto das políticas agrícolas nas emissões.

O resultado destas análises revela que em pouco mais de 40 anos as emissões de GEE do setor agropecuário aumentaram cerca de 160%. Durante as décadas de 1970 a 1990, as emissões eram predominantemente provenientes dos estados do Sul e Sudeste do país. Entretanto, essas emissões se deslocaram para estados do centro-oeste e, mais recentemente, para o norte, avançando rumo à Amazônia à medida que a fronteira agrícola se expande nessa direção.

Esse fato pode ser evidenciado pelo perfil das emissões de GEE estaduais. No começo dos anos 1970, o Rio Grande do Sul era o principal responsável pelas emissões da agropecuária devido às grandes áreas de arroz irrigado e atualmente o Mato Grosso ocupa essa posição, emitindo 13% do total, com seu rebanho bovino de quase 30 mil cabeças de gado. Estados como Pará e Rondônia, que antes ocupavam as últimas posições do ranking de emissões, hoje contribuem conjuntamente com mais de 10% das emissões da agropecuária devido ao crescimento da pecuária de corte nesses estados. No Brasil, a bovinocultura de corte é a principal fonte de emissão de GEE do setor, responsável também pela expansão da fronteira agrícola brasileira sob baixa eficiência de produção, utilizando apenas 33% da capacidade das pastagens instaladas (Strassburg et al., 2014).

Por outro lado, tem-se visto que a combinação de pesquisa, assistência técnica e política pública pode atuar efetivamente em reduzir as emissões de GEE. Esse é o caso das emissões pela queima de resíduos da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo e pelo cultivo de arroz irrigado no Rio Grande Sul. As emissões em São Paulo reduziram em 70% devido ao Protocolo Agroambiental que determina a eliminação da queima da cana-de-açúcar para colheita. No Rio Grande do Sul, pesquisas e assistência técnica vêm consolidando práticas de cultivo do arroz irrigado que mantêm a produtividade e promovem o uso mais eficiente da água e de insumos, refletindo em uma redução de 25% nas emissões quando comparado a sistemas convencionais de cultivo.

Quanto às políticas nacionais, com o lançamento do Plano ABC em 2010, houve a possibilidade de dar início a implementação de práticas de mitigação das emissões de GEE pela agropecuária nacional. Incorporado ao Plano Safra, a linha de crédito Programa ABC financia a adoção de práticas de baixo carbono, como a recuperação de pastagens degradadas e integração lavoura-pecuária-floresta. Contudo, menos de 1,6% do orçamento do Plano Safra 2015/2016 é destinado ao Programa ABC, que atualmente possui uma taxa de juros similar a outras linhas de crédito e grande burocracia para obtenção do crédito.

Adicionalmente, poucos esforços têm sido feitos para monitorar o efeito dos recursos desse plano nas emissões nacionais de GEE. O sistema de monitoramento foi elaborado pela EMBRAPA, mas ainda não está operando na prática, o que impede o governo de contabilizar a redução das emissões promovidas pelo Plano ABC. Conjuntamente ao atraso no monitoramento, o governo brasileiro também tem atrasado a revisão do Plano Clima, o qual deveria ser feito bianualmente e desde 2008 sofreu apenas uma atualização.

A agropecuária brasileira tem um grande potencial em reduzir suas emissões, porém todas as políticas agrícolas precisam ter o foco em práticas produtivas de baixas emissões e alto sequestro de carbono, onde o sistema sequestra mais do que emite. Contudo, nota-se que o Brasil ainda tem muito trabalho pela frente para reverter esse quadro e transformar o problema em oportunidade. Este relatório mostra que a recuperação de pastos degradados, a intensificação moderada das pastagens e a integração lavoura-pecuária-floresta têm potenciais fantásticos de sequestro e redução de emissões de carbono, porém precisam ser implementadas em larga escala e em um curto período de tempo para que o aquecimento global seja freado.

Avançar na coordenação dos setores produtivos e políticas públicas, atribuindo metas de redução ambiciosas em todas as linhas de financiamento agropecuário, permitiria que o Brasil cumprisse não apenas com os compromissos climáticos firmados, mas também incorporasse um modelo de crescimento e gestão baseado em baixas emissões de GEE.

# 1 INTRODUÇÃO

O Brasil já sofre impactos com as mudanças climáticas e atualmente é mais vulnerável a eventos naturais de maior intensidade. Essa foi uma das conclusões do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) em 2013, que relataram que o Brasil foi um dos países onde houve maior aumento da temperatura na região costeira (cerca de 2,5°C) de 1901 a 2012 (SAE, 2014). De acordo com a Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (SAE), os efeitos do aquecimento global são um problema de agenda de desenvolvimento comum em decisões de investimento público e requerem uma estratégia de alocação de recursos em diferentes ações compatíveis com as necessidades do momento.

Em 2014, o Observatório do Clima (OC) lançou a segunda versão da Plataforma SEEG, que disponibiliza o resultado das estimativas de emissões brasileiras de GEE, baseada na metodologia utilizada no Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa e nas diretrizes do IPCC. Essas estimativas de emissões foram calculadas em nível estadual para o período de 1970 a 2013 para cinco setores: agropecuária, energia, mudança de uso da terra, indústria e resíduos.

Essa abordagem possibilita visualizar a contribuição de cada um desses setores nas emissões brasileiras de GEE, suas tendências históricas e regionais, e assim pode orientar a elaboração e revisão de políticas públicas e planos setoriais específicos.

Os resultados da segunda versão da Plataforma SEEG mostram que o Brasil emitiu cerca de 1,5 bilhão de toneladas (1.500 Mt) de CO<sub>2</sub>e em 2013, do qual apenas o setor da agropecuária contribuiu diretamente com cerca de 30% (418 Mt CO<sub>2</sub>e) (SEEG, 2014). As emissões diretamente causadas especificamente pela agropecuária são distribuídas em cinco grupos de atividades: produção animal e vegetal, uso de fertilizantes nitrogenados na agricultura, disposição de dejetos animais e cultivo de organossolos.

Entretanto, a agricultura chega a ser responsável por quase 60% das emissões brasileiras quando as emissões relacionadas indiretamente com a produção agropecuária são contabilizadas. São elas: emissões provenientes do desmatamento dos ecossistemas naturais para expansão agrícola, do uso de combustíveis fósseis na agricultura e do tratamento de efluentes industriais.

Por outro lado, a agropecuária brasileira apresenta grande potencial em reduzir suas emissões de GEE através de inúmeras opções de práticas de mitigação, principalmente aquelas relacionadas ao aumento da eficiência de uso das pastagens no Brasil. Contudo, para que as tecnologias de mitigação e aumento do sequestro de carbono cheguem ao produtor, é necessário que políticas públicas promovam a implementação dessas práticas em larga escala, conciliando a conservação dos recursos naturais ao aumento da eficiência da produção agrícola para suprir a demanda global por alimentos.

Nesse sentido, com intuito de subsidiar e aumentar a capacidade de tomada de decisão quanto a esse desafio, e transformar o problema em oportunidade, o Imaflora analisou as emissões de gases de efeito estufa (GEE) no setor agropecuário brasileiro a partir das estimativas da Plataforma do Sistema de Estimativa de Emissões de GEE (SEEG), lançado em 2013, e fez uma análise do impacto das políticas públicas e dos planos setoriais nas emissões desse setor. Este trabalho também traz recomendações de ações governamentais para uma agropecuária de baixo carbono e de melhorias das estimativas de emissões de GEE.

## 1.1

# AS EMISSÕES DE GEE NA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA ENTRE 1970 E 2013

Segundo as estimativas do SEEG, as emissões de GEE brasileiras vêm crescendo continuamente desde 1970 e totalizaram cerca de 1500 Mt CO<sub>2</sub>e no ano de 2013, das quais a agropecuária foi responsável por cerca de 30% deste total (SEEG, 2014). Ao transformar as emissões desses GEE em uma unidade comum, o CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e), é possível notar que as emissões diretas do setor agropecuário cresceram em quase 160% desde 1970, alcançando 418 Mt CO<sub>2</sub>e em 2013 (Figura 1).

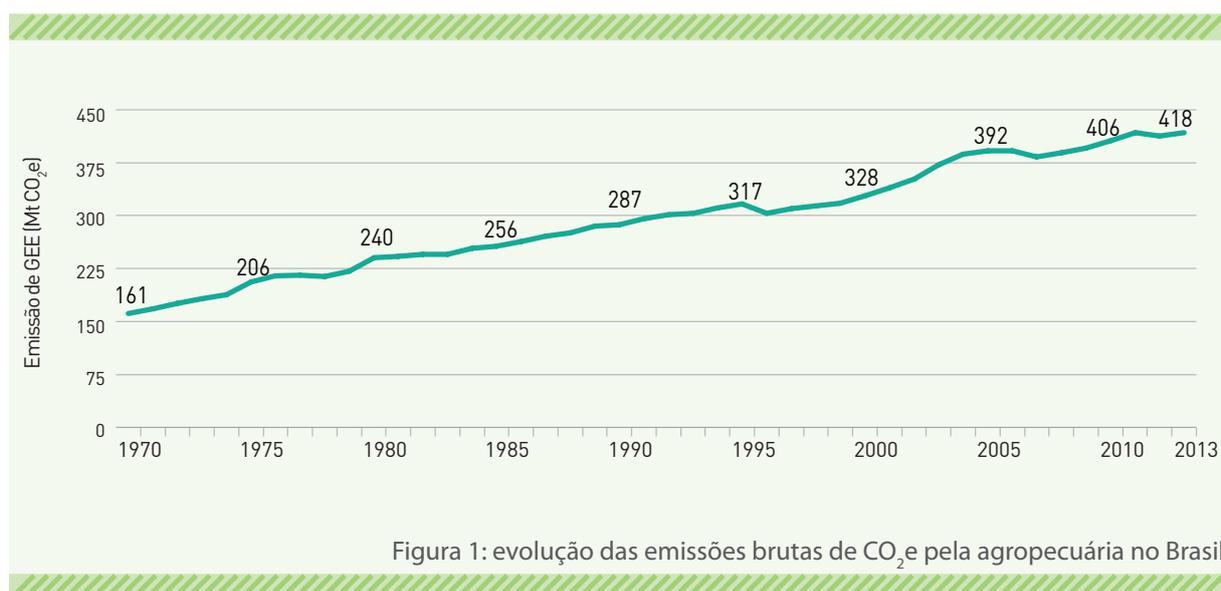
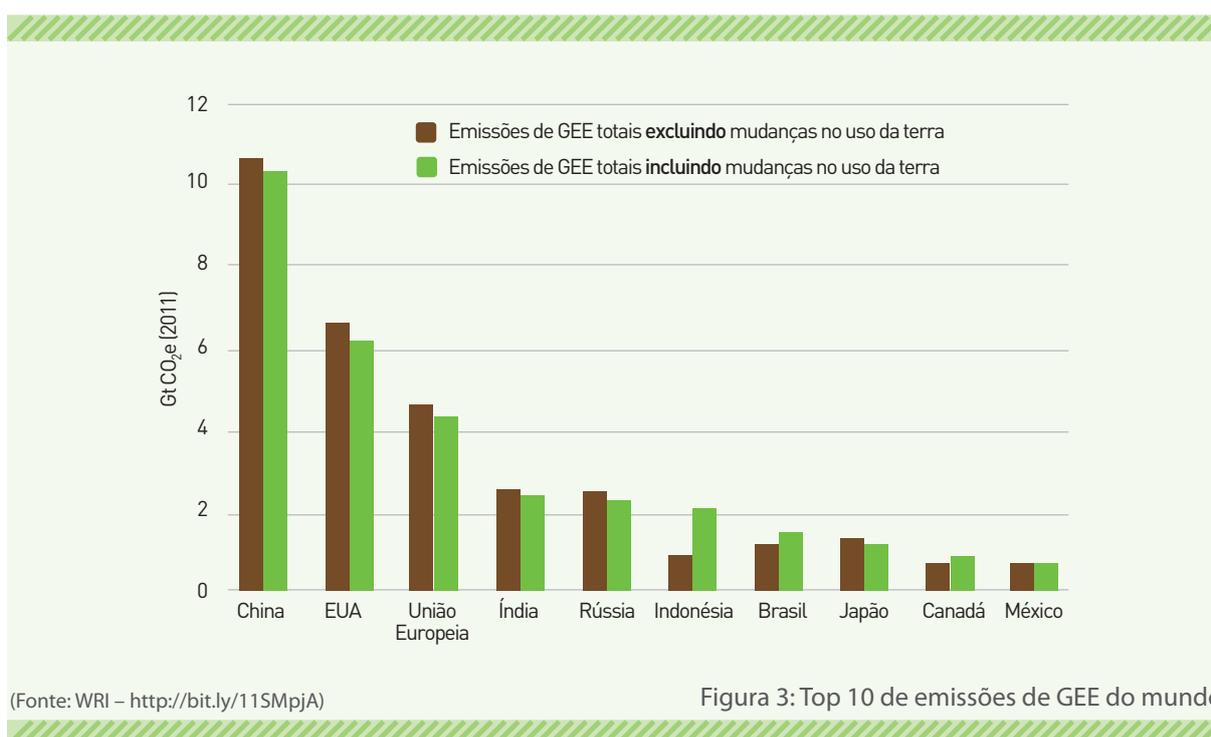
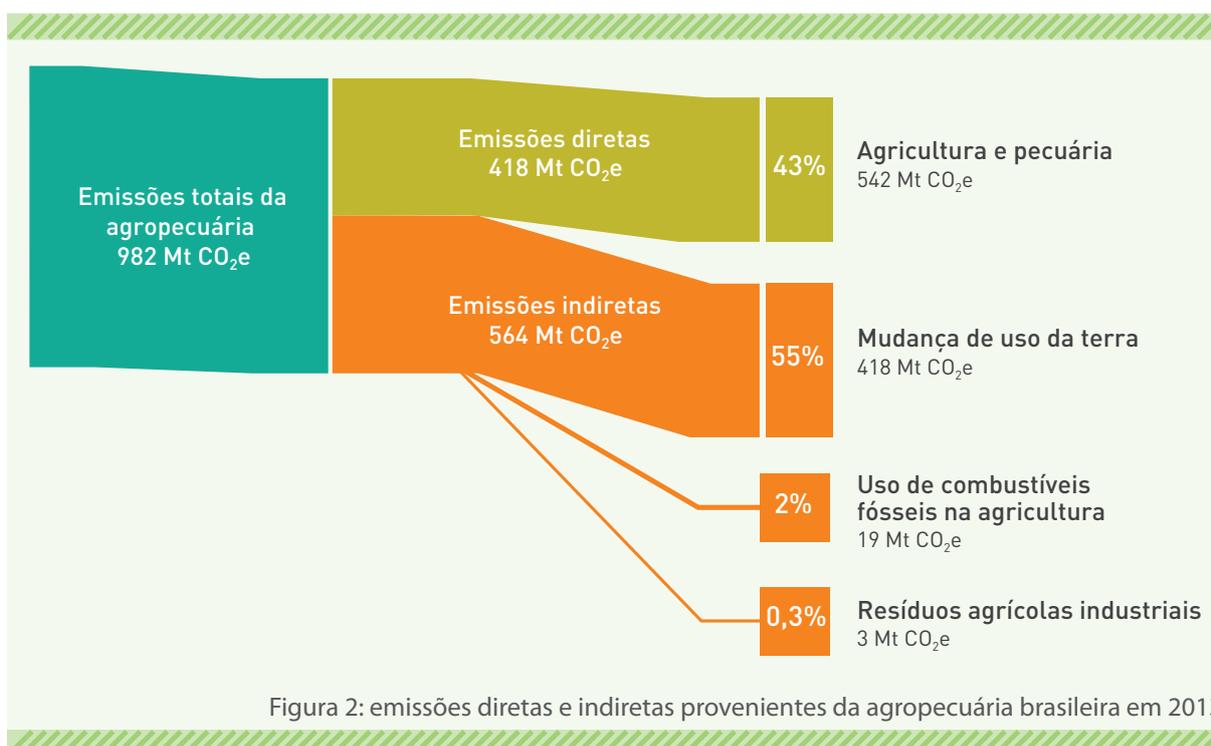
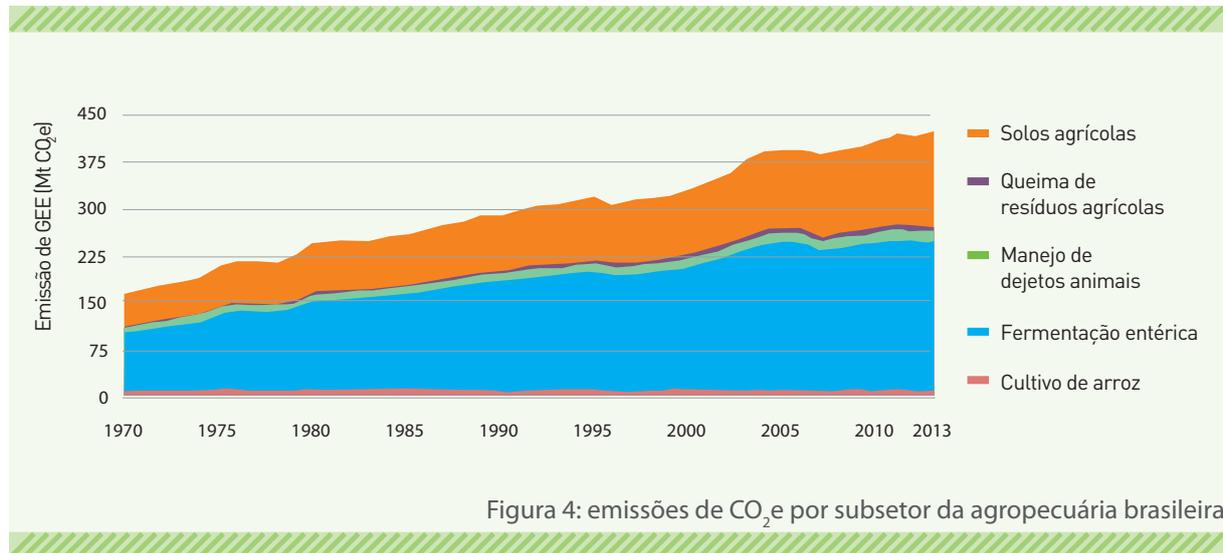


Figura 1: evolução das emissões brutas de CO<sub>2</sub>e pela agropecuária no Brasil

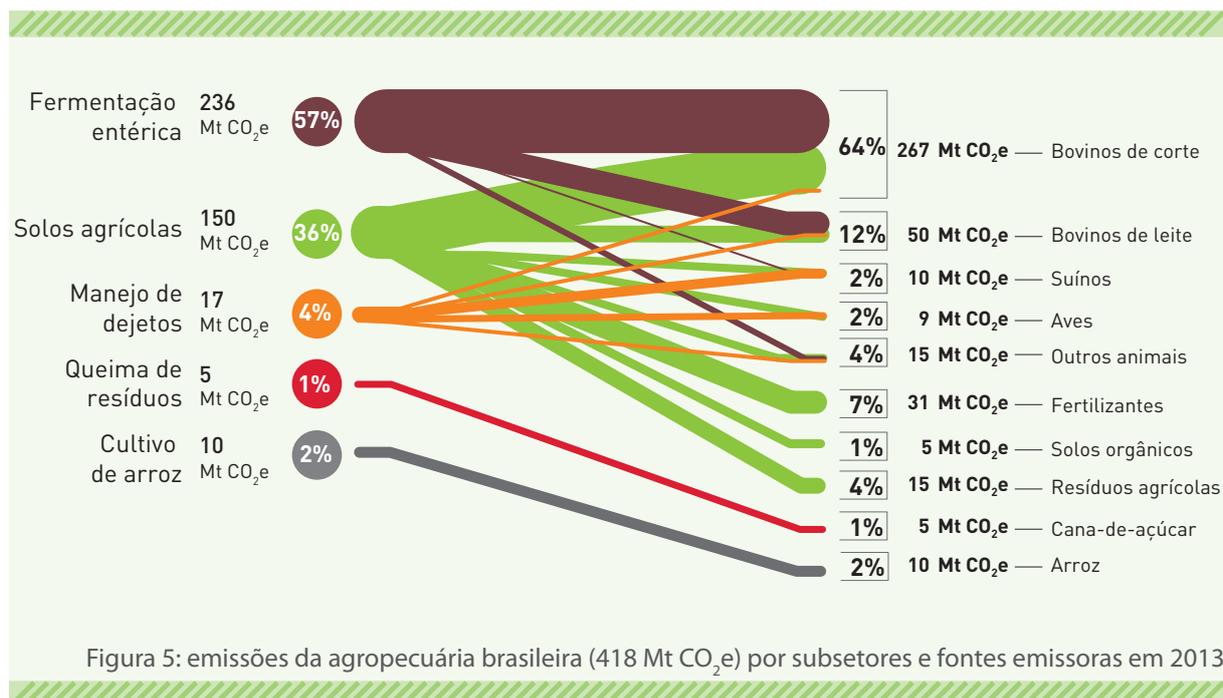
Entretanto, é importante lembrar que existem emissões que são relacionadas indiretamente com a produção agropecuária e que estão contabilizadas em outros setores devido à metodologia do IPCC, sendo elas: emissões por desmatamento dos ecossistemas naturais para expansão agrícola (mudança do uso da terra), emissões provenientes do uso de combustíveis fósseis na agricultura (energia) e emissões resultantes do tratamento de efluentes industriais (resíduos) (Figura 2). Essas emissões indiretas não estão computadas nestes 30%, mas, ao serem adicionadas, a agricultura chega a ser responsável por quase 60% das emissões brasileiras. Esses números potencialmente mantêm o Brasil entre os dez maiores países emissores de GEE (Figura 3).

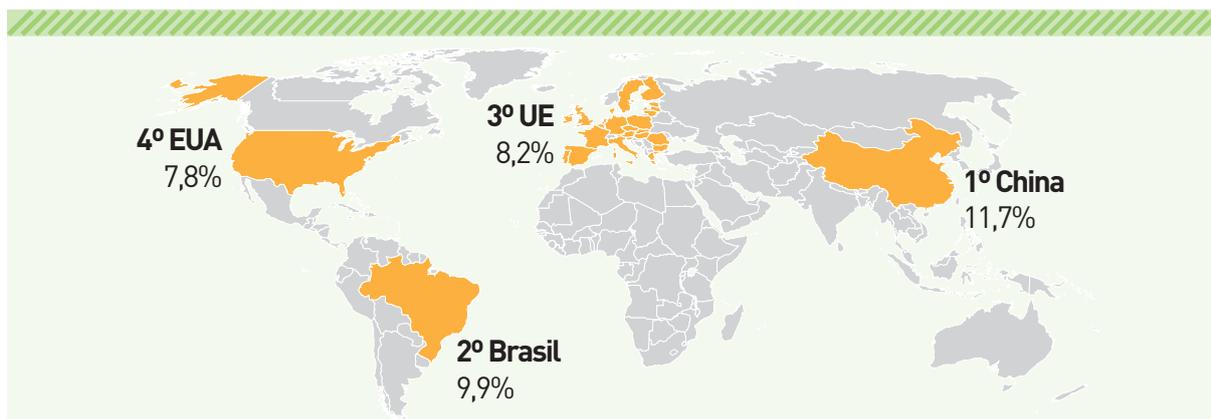


Dentre os setores da agropecuária, as emissões por fermentação entérica do rebanho de ruminantes (predominantemente bovinos de corte) é a causa da maior fatia de emissões de GEE do setor. Em segundo lugar vêm as emissões resultantes das atividades em solos agrícolas (que inclui os fertilizantes sintéticos, o adubo de origem animal, os dejetos animais depositados em pastagem, os cultivos de solos orgânicos e os restos de culturas agrícolas). Posteriormente vêm as emissões do manejo de dejetos de animais, as emissões provenientes do cultivo de arroz irrigado e da queima de resíduos agrícolas, como a cana-de-açúcar (Figura 4).



Se as emissões forem divididas por subsectores da agricultura e pecuária, nota-se que 84% das emissões do setor são provenientes da produção animal (76% provenientes da bovinocultura de corte e leite); aproximadamente 7%, da produção vegetal; 7%, da aplicação de fertilizantes nitrogenados; e os 2% restantes, de outras fontes (Figura 5). Segundo o World Resources Institute (WRI), estes números levam o Brasil a ocupar o 2º lugar no ranking das emissões em atividades agropecuárias do mundo (Figura 6).





(Fonte: WRI – <http://cait2.wri.org>)

Figura 6: ranking das emissões de GEE mundiais pela agropecuária em 2011

O crescimento das emissões na agropecuária nas últimas décadas, principalmente no período entre 1990 e 2013, acompanha o aumento da produção agrícola, principalmente das principais commodities brasileiras: soja, milho e carne (Figura 7). Até 2022/23, as projeções do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) mostram que o Brasil irá abastecer mais de 200 milhões de brasileiros e gerar excedentes exportáveis para algo em torno de vinte países (MAPA, 2013). Se esse avanço na produção não adotar técnicas de baixas emissões de GEE e alto sequestro de carbono, a tendência será a de aumentar as emissões nacionais e agravar o processo de mudanças no clima.

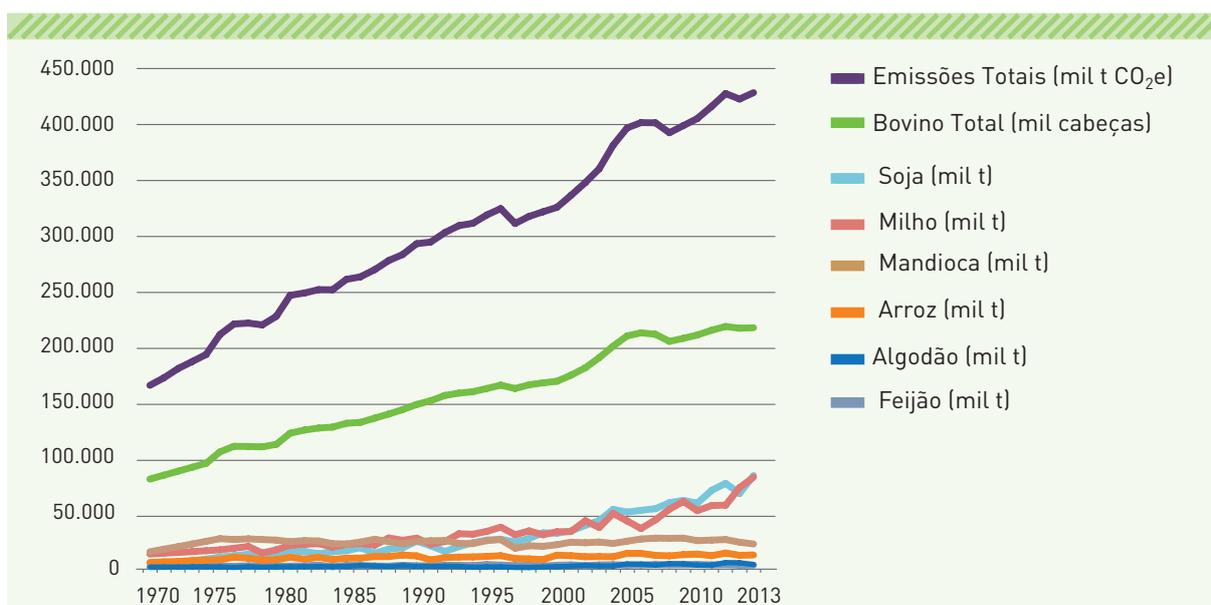
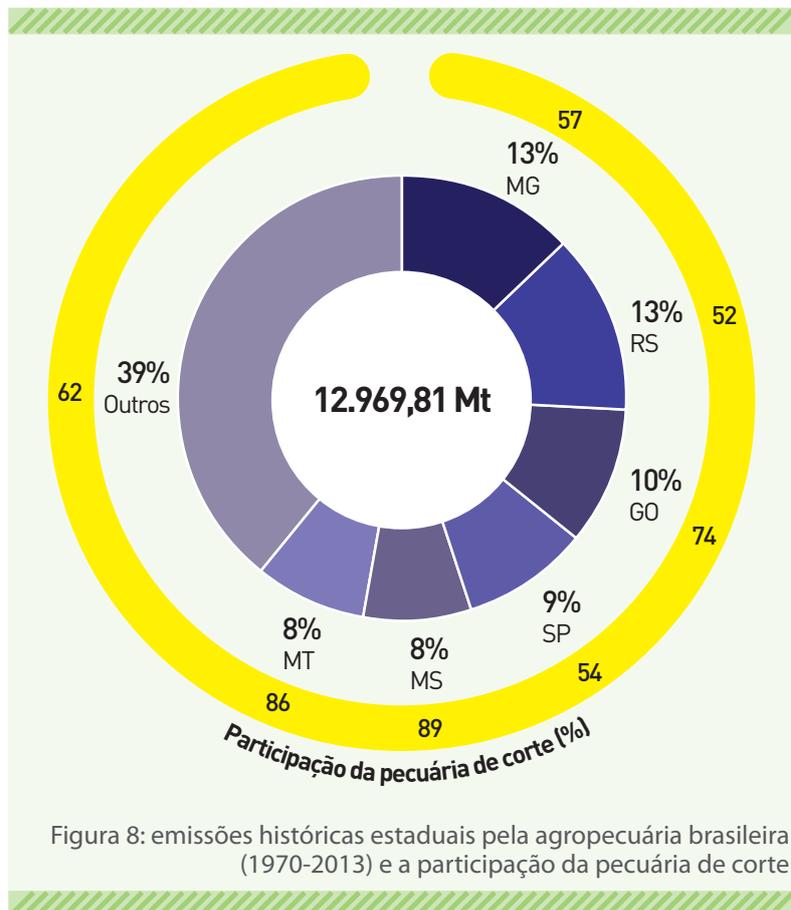


Figura 7: emissões totais na agropecuária (mil t CO<sub>2</sub>e) e a evolução do rebanho bovino (mil cabeças) e das principais culturas agrícolas (mil t) entre 1970 e 2013

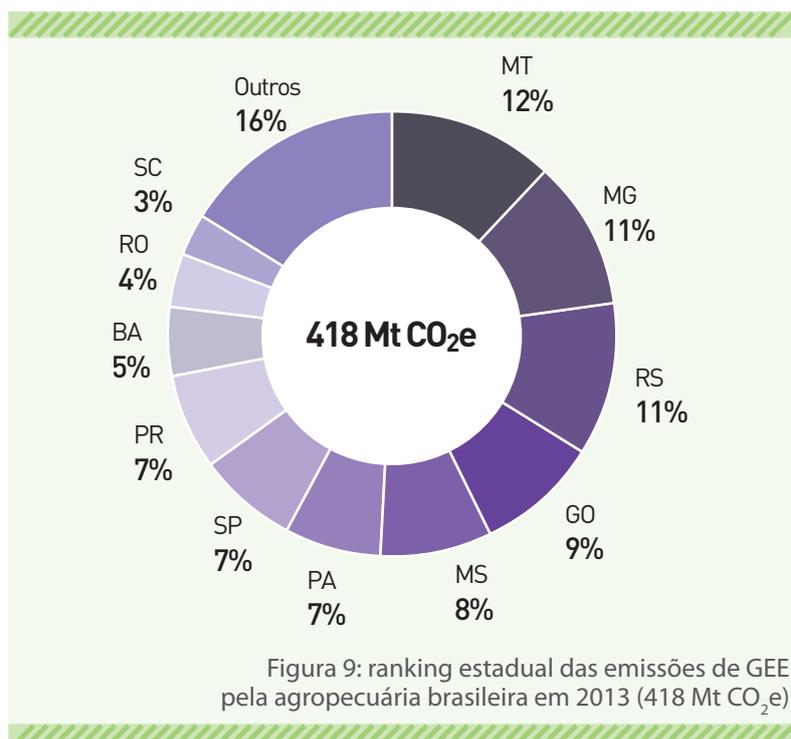
Historicamente, as emissões de GEE pela agropecuária brasileira eram majoritariamente provenientes dos estados do sudeste e sul do país, em especial dos estados de Minas Gerais e Rio Grande do Sul. Entretanto, a expansão agrícola para a região Centro-Oeste a partir da década de 1970 gradativamente aumentou a contribuição dessa região nas emissões de GEE brasileiras, tornando o Mato Grosso o maior emissor nacional em 2013. Assim, ao longo dos últimos 40 anos tem havido uma constante reconfiguração das principais regiões emissoras de GEE ao longo do território nacional, acompanhando a expansão da atividade agropecuária no Brasil. A fronteira agrícola caminha em direção à Amazônia, e os estados do norte do Brasil aumentam rapidamente sua participação nas emissões agropecuárias nos últimos anos.

## A CONTRIBUIÇÃO DOS ESTADOS BRASILEIROS NAS EMISSÕES DE GEE NO SETOR AGROPECUÁRIO

A agropecuária brasileira emitiu, entre 1970 e 2013, cerca de 12.970 Mt CO<sub>2</sub>e (emissão acumulada). Somente os estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Goiás, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso respondem por cerca de 60% destas emissões durante o período. Essas emissões foram e têm sido predominantemente derivadas da pecuária de corte (Figura 8).



Assim, nota-se que a região Sudeste, uma das primeiras regiões agrícolas brasileiras, é o local que possui a maior emissão acumulada de GEE nacional (soma das emissões anuais de 1970 a 2013). Entretanto, é no Centro-Oeste que as emissões desses gases vêm aumentando. Atualmente, o Mato Grosso lidera o ranking nacional devido ao extenso rebanho e produção de grãos, seguido por Minas Gerais com seu rebanho leiteiro e Rio Grande do Sul com arroz irrigado, com o segundo e terceiro lugares no ranking, respectivamente (Figura 9).



Atualmente, Mato Grosso, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Goiás, Mato Grosso do Sul, Pará e São Paulo são os estados brasileiros que mais emitem GEE pela produção agropecuária de forma direta, somando quase 70% das emissões nacionais desse setor em 2013. As principais fontes de emissão são a pecuária de corte e o uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos em quase todos os estados. Porém, a produção de soja no Mato Grosso, o cultivo de arroz irrigado no Rio Grande do Sul, a pecuária de leite em Minas Gerais e a produção de cana-de-açúcar em São Paulo também contribuem significativamente em regiões específicas (Figura 10).

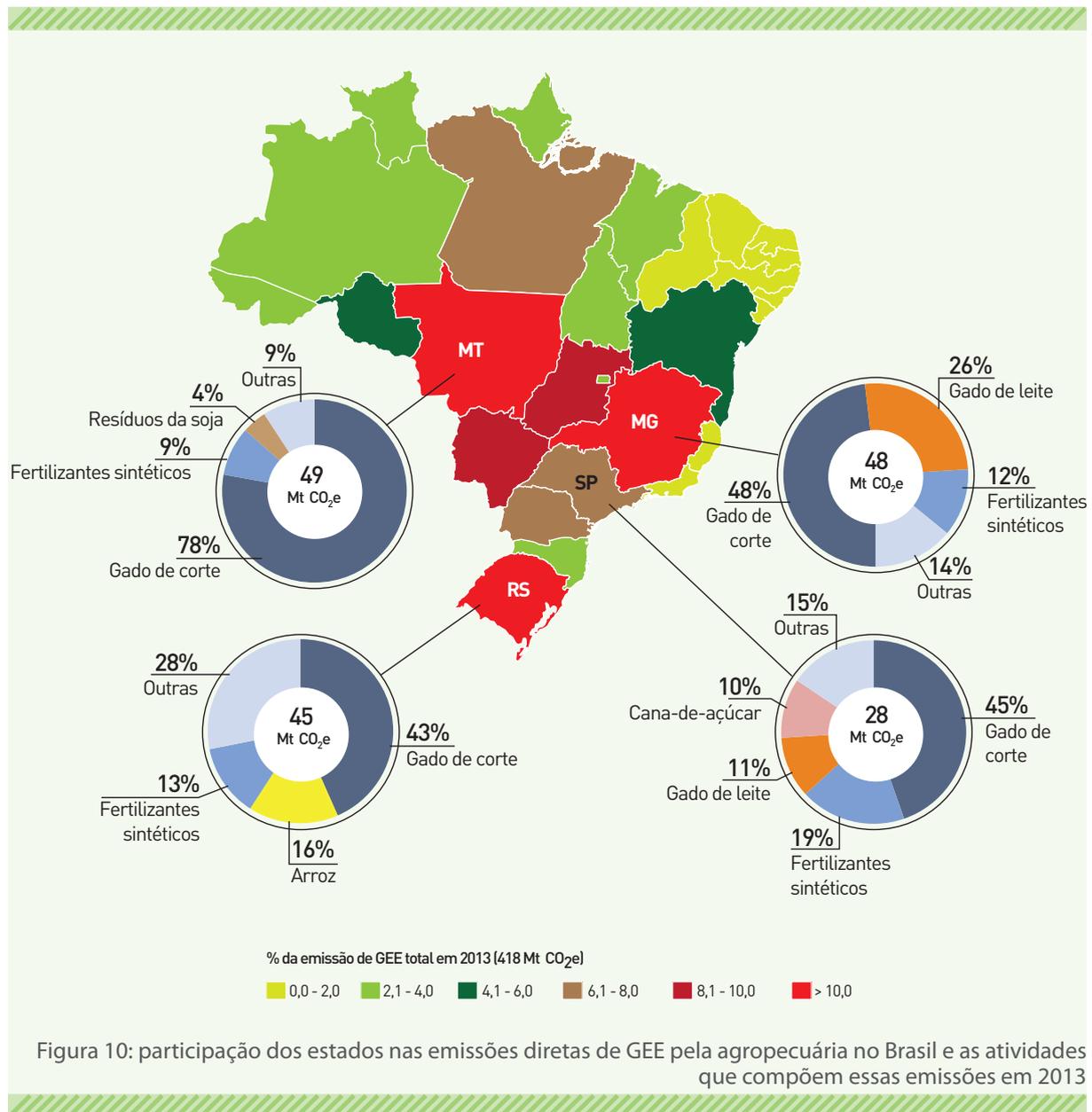
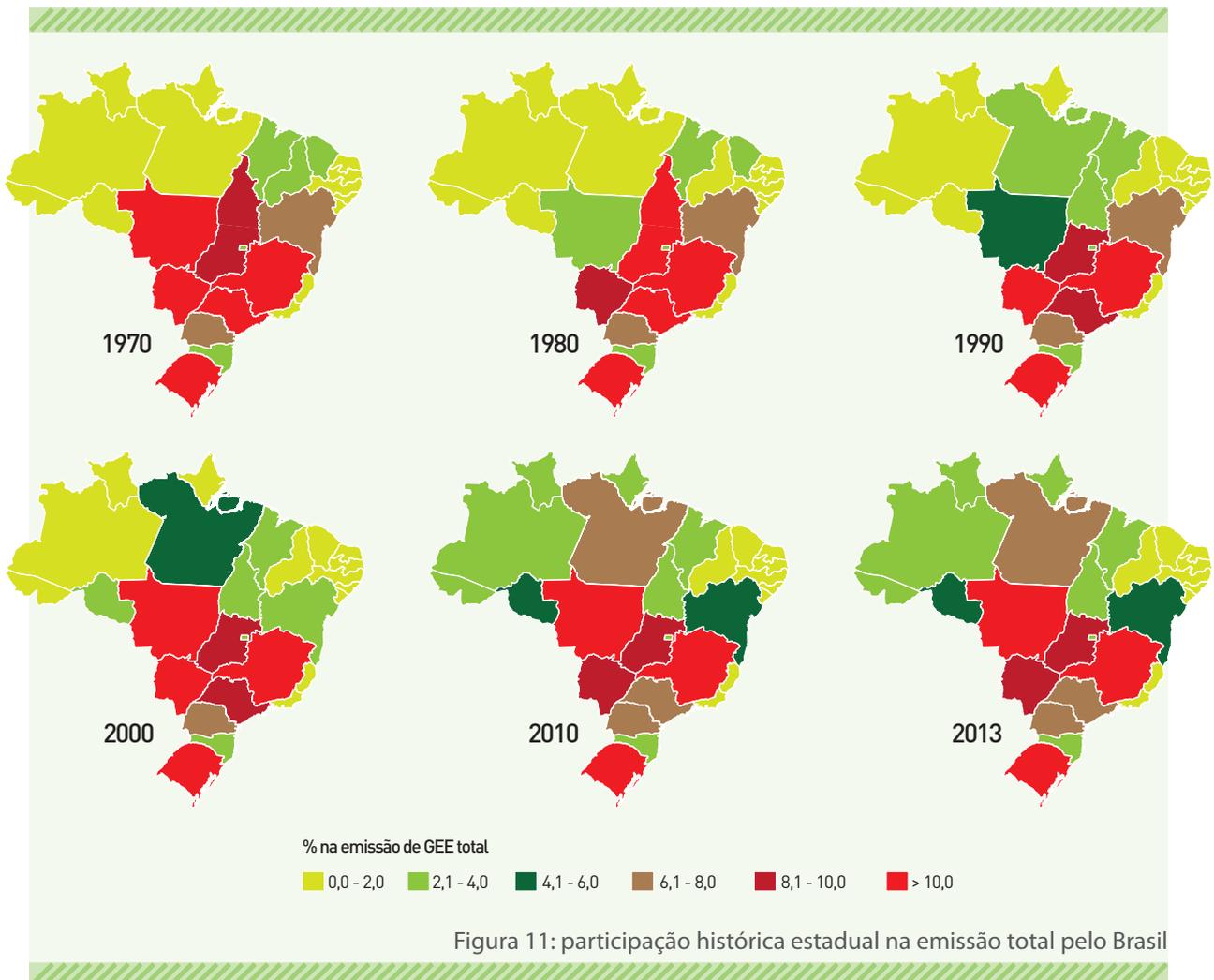


Figura 10: participação dos estados nas emissões diretas de GEE pela agropecuária no Brasil e as atividades que compõem essas emissões em 2013

É interessante notar que durante os últimos 40 anos os focos de emissão de GEE ao longo do território brasileiro acompanharam a expansão agrícola nacional. Nos anos 70, por exemplo, 60% das emissões de GEE brasileiras estavam concentradas nos estados do Sul e Sudeste, dominados pelas produções de carne e leite nos estados do Rio Grande do Sul, Minas Gerais e São Paulo. À medida que o Brasil expande sua fronteira agrícola, aproximadamente 30% das emissões nacionais foram deslocadas para a região Centro-Oeste,

especialmente para o estado do Mato Grosso como mostram os mapas a seguir (Figura 11). Atualmente, esse estado é uma das principais fronteiras agrícolas do mundo, concentrando o maior rebanho bovino e a maior produção de soja nacional, produtos que são exportados principalmente para a Europa e Ásia.

Mais recentemente, a pressão por novas áreas agrícolas além do Centro-Oeste levou a uma drástica mudança nos padrões de emissão de GEE nos estados do Norte, principalmente Pará, Acre e Rondônia. Nas décadas de 1970 e 1980, os estados da Amazônia contribuíam com menos de 2% das emissões nacionais e atualmente participam com cerca de 9% (Figura 11).



Adicionalmente, com o deslocamento da pecuária para os estados do Centro-Oeste e Norte, parte das pastagens dos estados do Sul e Sudeste deram lugar a culturas agrícolas, como a cana-de-açúcar e milho. Essas culturas aumentaram significativamente a demanda por fertilizantes sintéticos nitrogenados, outra importante fonte de emissão de GEE, que representa 7% das emissões totais brasileiras. Esses estados do Sul e Sudeste emitiram 65% do total das emissões provenientes de fertilizantes no Brasil em 2013.

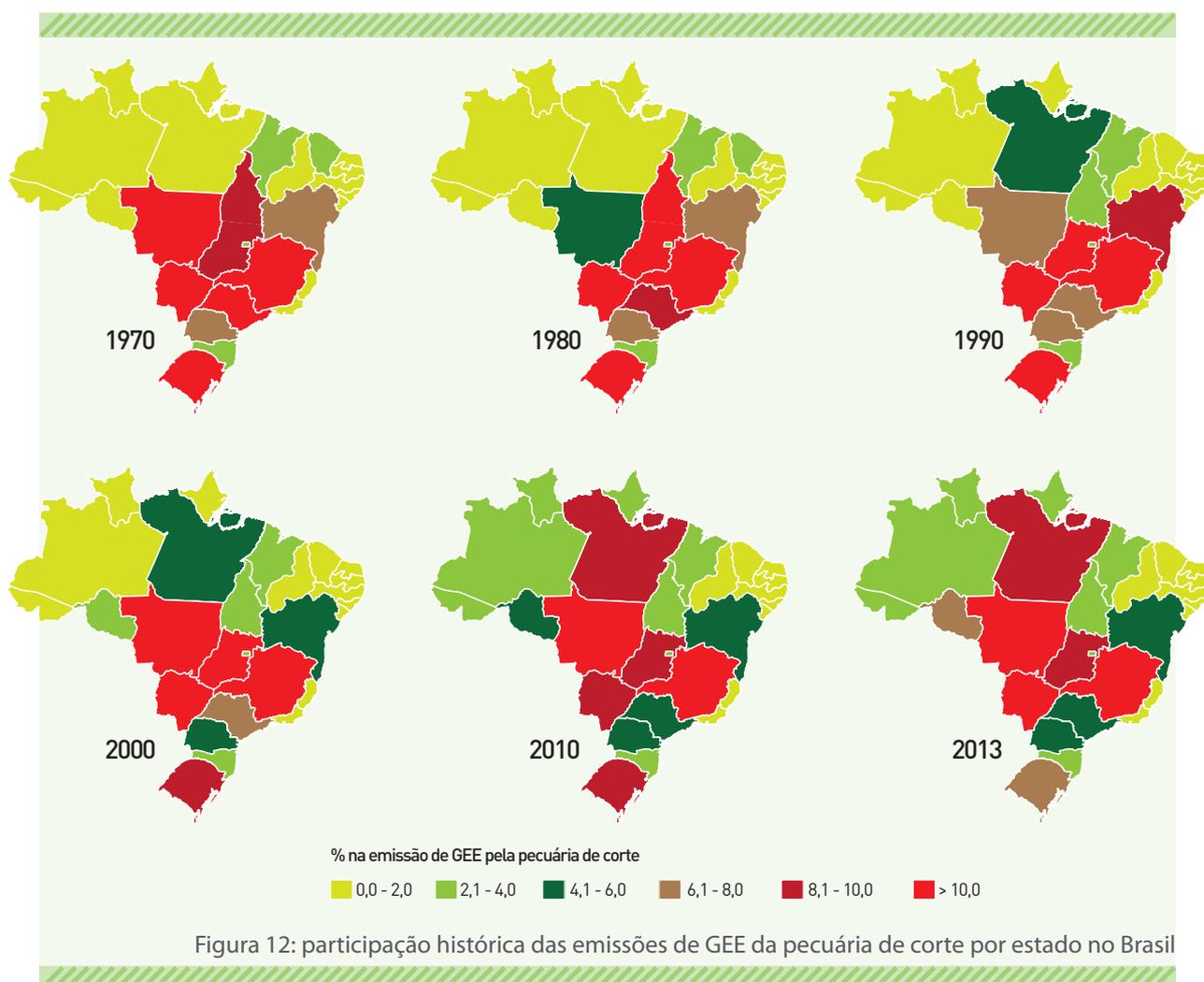
As culturas agrícolas por sua vez, deram suporte ao aumento da criação de suínos e aves, principalmente na região Sul do país, o que elevou as emissões pelo manejo de dejetos desses animais em 85% desde 1970. Atualmente essa fonte representa 4,2% das emissões nacionais. Nesse mesmo sentido, se destaca o impacto das emissões de GEE pelo cultivo do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Somente esse estado gera 79% das emissões causadas pelo cultivo do arroz.

## O REBANHO BOVINO E AS EMISSÕES DE GEE: DO MATO GROSSO EM DIREÇÃO À AMAZÔNIA

O rebanho da pecuária de corte no Brasil cresceu de 82 milhões cabeças em 1970 para 189 milhões em 2013 (IBGE, 2014), mantendo o país em segundo lugar no ranking de maior produtor de carne bovina do mundo e maior exportador mundial. Em 2014, o Valor Bruto da Produção (VBP) de carne foi de R\$ 60,9 bilhões, atrás apenas do complexo da soja (MAPA, 2015). Adicionalmente, estima-se que a cadeia produtiva da carne bovina movimente cerca de R\$ 167,5 bilhões por ano e gere aproximadamente 7 milhões de empregos (Neves, 2012).

Os bovinos são herbívoros ruminantes que, ao fazerem a digestão do alimento, liberam grande quantidade de  $\text{CH}_4$  na atmosfera através de um processo chamado fermentação entérica (MCTI, 2014a). Esse processo, somado à elevada população de animais ruminantes no país, especialmente bovinos de corte, responde por 57% das emissões totais de GEE ( $\text{CO}_2\text{e}$ ) na agropecuária brasileira.

Nos anos de 1970, o rebanho era concentrado predominantemente nos estados do Sul e Sudeste, os quais compreendiam cerca de 60% das emissões de GEE por essa fonte nesse período. Entretanto, a expansão da fronteira agrícola rumo aos estados no bioma amazônico deslocou completamente as emissões de GEE brasileiras (Figura 12).



Nos anos de 1990, o rebanho começou a se deslocar predominantemente para o recém-dividido estado do Mato Grosso (acompanhado de elevadas taxas de desmatamento) e, conseqüentemente, as emissões de GEE por essa fonte atingiram 7% do total emitido pelo Brasil. Nos anos 2000, esse padrão se acentuou e ainda houve o drástico aumento das emissões de GEE nos estados da Amazônia Legal, como Rondônia, Tocantins e, mais intensamente, Pará (Figura 12).

As projeções do agronegócio apresentadas pelo MAPA mostram que nos anos de 2022/2023 a expectativa é de que o rebanho bovino cresça em torno de 2% ao ano a partir do tamanho do rebanho atual (MAPA, 2013). Já as projeções do Outlook Fiesp preveem um aumento de 11% do rebanho em 2023. Desta forma, o Brasil alcançará mais de 225 milhões de cabeças de gado (Outlook Fiesp, 2012). Se não ocorrer um aumento na eficiência e na intensificação da produção em áreas já ocupadas por pecuária, a tendência é que o rebanho adicional seja alocado nos estados do bioma amazônico (Figura 13), o que pode acentuar o desmatamento nessa região assim como o crescimento das emissões nacionais, agravando ainda mais a contribuição do setor para as emissões brasileiras.

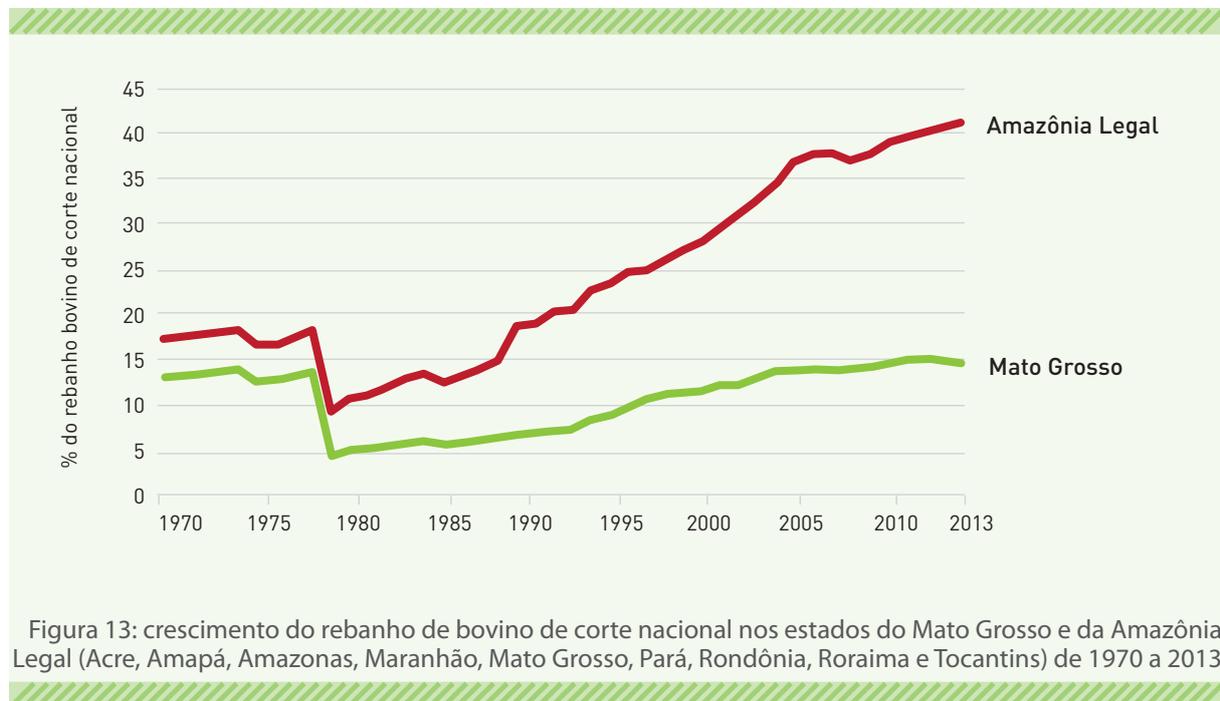


Figura 13: crescimento do rebanho de bovino de corte nacional nos estados do Mato Grosso e da Amazônia Legal (Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins) de 1970 a 2013

Segundo relatórios do Observatório do ABC (<http://www.observatorioabc.com.br>), para se aumentar o rebanho brasileiro com uma perspectiva de baixas emissões de carbono, é fundamental buscar maior eficiência no balanço final de GEE. A pecuária atualmente praticada no Brasil se dá de forma extensiva e com baixa adoção de tecnologias, o que leva em muitos casos a sistemas ineficientes, que favorecem a degradação das pastagens e conduzem ao abate dos animais tardiamente (cerca de quatro anos). Da mesma forma, à medida que a produtividade da pastagem se reduz, há estímulo ao desmatamento para abertura de novas áreas em busca de solos mais férteis e capazes de suportar o rebanho e seu crescimento.

Estima-se que atualmente são explorados apenas 33% da capacidade produtiva das pastagens brasileiras, mas, se essa taxa subisse para 50%, haveria um aumento da produção de carne associado à liberação de áreas capazes de suportar a demanda de crescimento de outros sistemas produtivos agrícolas previstos até 2040 e, ainda, a manutenção das atuais áreas nativas (Strassburg *et al.*, 2014).

## Emissões e sequestro: o balanço de carbono no sistema produtivo

É importante lembrar que os cálculos de emissões do SEEG seguem as metodologias do IPCC e dos Inventários Brasileiros, utilizando fatores de emissão específicos no caso da pecuária de corte e leite (Tier 2 para fermentação entérica e manejo de dejetos no solo, por exemplo). Contudo, a pecuária trata de um sistema de produção mais complexo, onde muitos dos fatores envolvidos no sistema não são sensíveis à metodologia atualmente utilizada pelo governo como, por exemplo, o sequestro de carbono pelo solo proporcionado por pastagens bem manejadas.

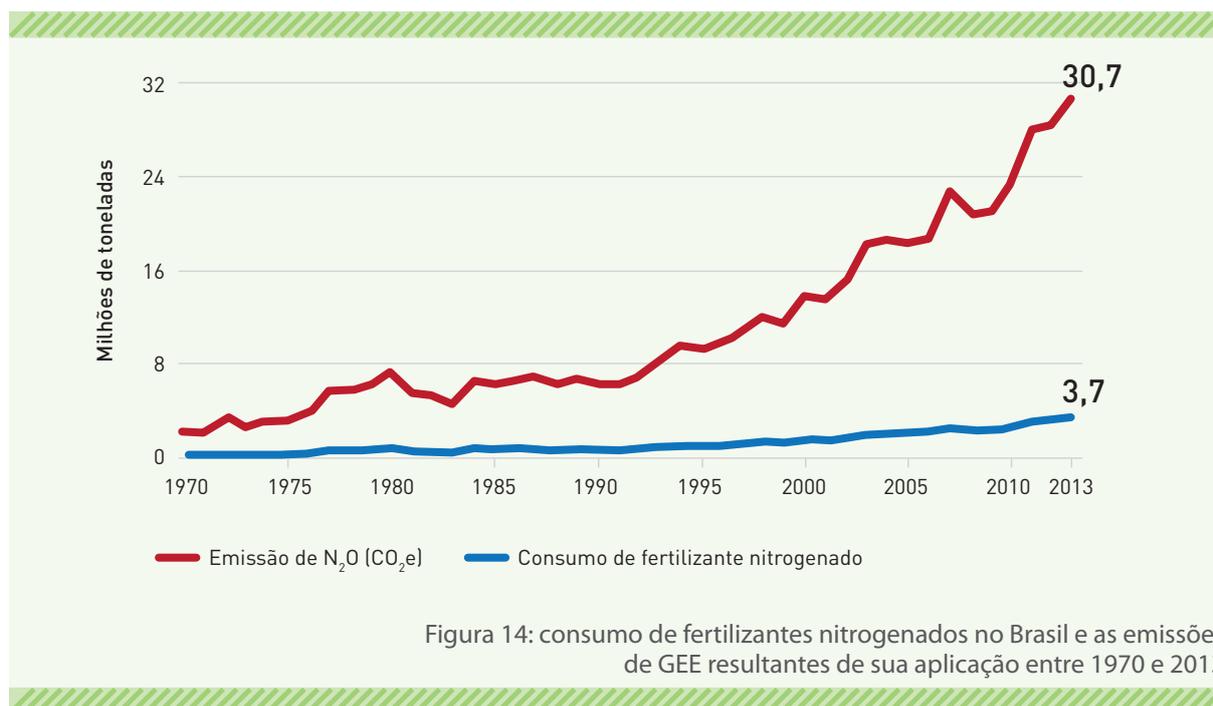
É necessário incluir nas metodologias oficiais todos os componentes que influenciam o sistema de produção, calculando, assim, o balanço de carbono (sequestro-emissões), como, por exemplo, o manejo da pastagem, a lotação, a genética animal, a idade de abate, o tipo e a qualidade do pasto, o carbono acumulado no solo, os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, entre outros. Isso trará maior precisão para as estimativas e para elaboração de estratégias de mitigação para as diferentes regiões brasileiras.

## O que é um Tier?

Tier é uma palavra que expressa a complexidade metodológica para se estimar as emissões de GEE e é representada por três níveis: 1, 2 e 3. A complexidade e, conseqüentemente, a precisão do cálculo aumentam com o aumento do Tier. A metodologia Tier 1 permite calcular as emissões de GEE utilizando-se valores de fatores default (padrão) fornecidos pelo IPCC. Contudo, por serem default, esses fatores possuem elevadas incertezas, o que diminui a precisão dos resultados e dificulta o entendimento das emissões de GEE em planos de mitigação, mas permite que qualquer país faça um inventário de emissão a partir de seus dados censitários (exemplo: número de cabeças de bovinos de corte no país). À medida que o país avança em pesquisas e conhecimento dos processos de emissões de GEE de seus próprios sistemas produtivos, ele não depende mais de fatores default, e assim é considerado que esse país passe a utilizar os níveis metodológicos Tier 2 e 3. Evidentemente, o desenvolvimento de Tiers mais elevados demanda mais recursos temporais e financeiros. Por outro lado, permite que o país avalie e planeje com maior clareza e precisão meios de reduzir suas emissões de GEE sem comprometer o sistema de produção.

## FERTILIZAÇÃO NITROGENADA, EMISSÃO DE GEE E PRODUTIVIDADE: COMO CONCILIAR?

Responsável por 7% das emissões de GEE na agropecuária em 2013, a contribuição dos fertilizantes nitrogenados sintéticos (como a ureia e o sulfato de amônio) para as mudanças climáticas vem crescendo rapidamente. A Figura 14 mostra o consumo desses fertilizantes e as emissões resultantes de sua aplicação ao solo entre 1970 e 2013 no Brasil.

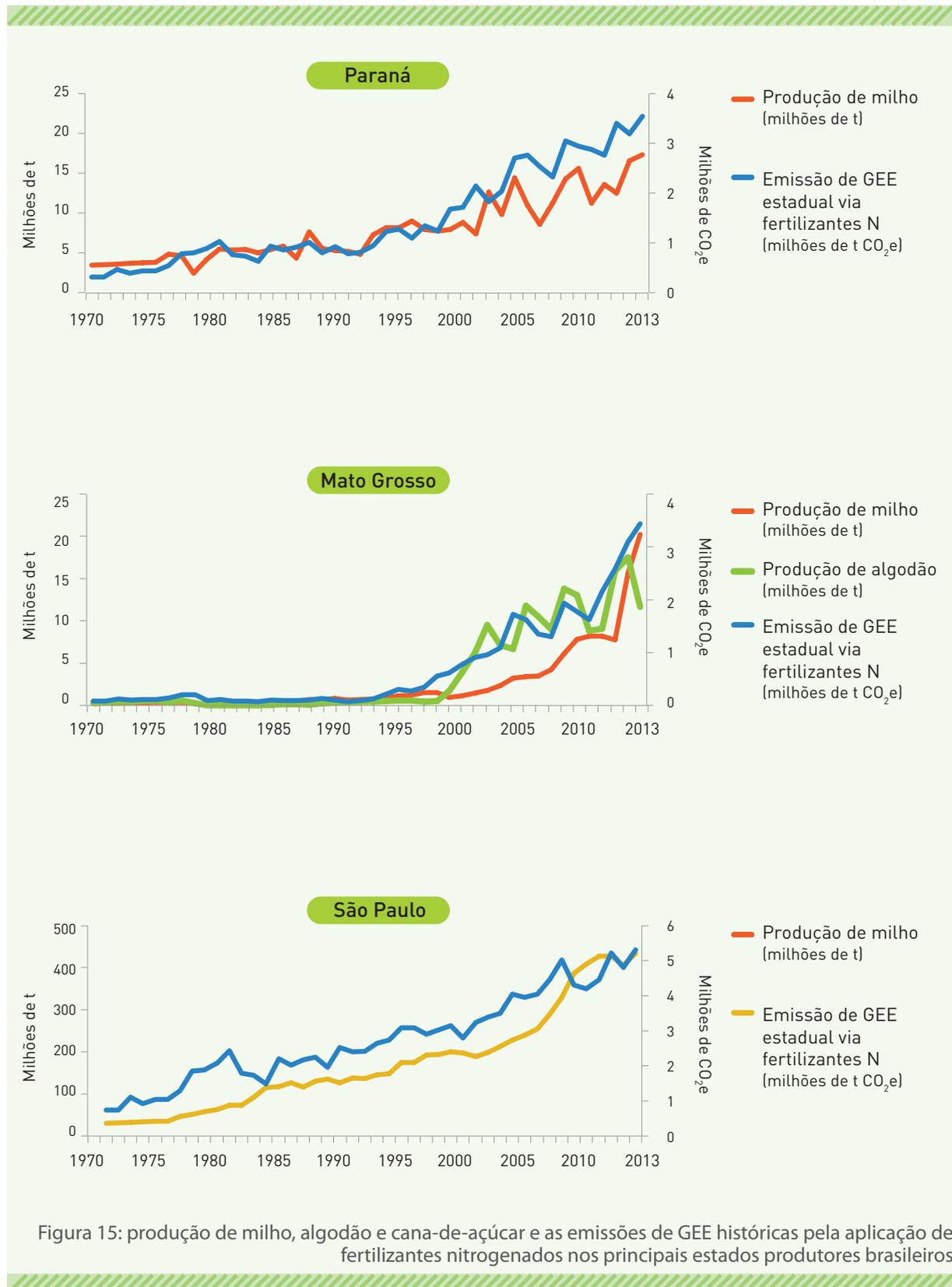


Os relatórios da Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA, 1991; 2001; 2014) indicam que o consumo em 1990 era de 780 mil toneladas de adubo nitrogenado, passando para quase 1,7 milhões de toneladas em 2000 e chegando ao volume de 3,7 milhões em 2013. Isto significa que a cada dez anos a quantidade de nitrogênio utilizada na agricultura brasileira chega a dobrar, assim como as emissões provocadas pela aplicação desse insumo.

Segundo o site da empresa Heringer, o Brasil está em 4º lugar no ranking dos maiores consumidores de fertilizantes sintéticos do mundo. A indústria nacional não consegue suprir essa demanda, sendo necessária a importação desse insumo. O Brasil consome cerca de 6% de todo adubo do mundo, ficando atrás apenas da China, Índia e Estados Unidos.

As culturas que mais consomem adubo nitrogenado no Brasil são milho, cana, café, arroz e trigo, sendo que a produtividade por hectare e as áreas de produção dessas culturas não param de crescer no Brasil. Em 1990, por exemplo, eram produzidos 21 milhões de toneladas de milho (cultura exigente em adubação), passando para 32 milhões em 2000 e para 80 milhões em 2013 segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Produção Agrícola Municipal ([www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)). O estudo do MAPA mostra que a produção de milho projetada para a safra de 2022/23 é de 93,6 milhões de toneladas.

A Figura 15 ilustra a estreita relação entre a produção de algumas das principais culturas agrícolas brasileiras e as emissões totais por fertilizantes nitrogenados tanto nos estados tradicionalmente produtores, como o Paraná, quanto em estados localizados em fronteiras agrícolas, como o Mato Grosso, onde a cultura do milho, por exemplo, vem sendo amplamente introduzida em sucessão com a soja.



Apesar de grande parte das culturas agrícolas exigirem adubação nitrogenada, esta análise não pode ser resumida apenas na produção agrícola versus o total de adubo utilizado, pois o incremento em produtividade depende de tecnologias complementares ao fertilizante nitrogenado. Práticas como o melhoramento genético dos cultivares, preparo do solo, adubação com macro e micro nutrientes, manejo integrado de pragas e doenças, entre outras técnicas agronômicas, são amplamente utilizadas para aumentar a produtividade agrícola no Brasil. No caso do milho, por exemplo, esse conjunto de tecnologias possibilitou passar de uma produtividade de 1.873 kg/ha em 1990 para 5.252 kg/ha em 2013 segundo dados do IBGE ([www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)).

## A fixação biológica do nitrogênio e o potencial de mitigação das emissões de GEE

Outro método que reduz a aplicação de adubo nitrogenado sintético é a fixação biológica do nitrogênio (FBN). Nesse caso, a associação entre plantas e bactérias permite que o nitrogênio da atmosfera seja disponibilizado para utilização pelas plantas. Através de processos biológicos, a FBN é capaz de disponibilizar o nitrogênio contido no ar (78% da composição atmosférica) em formas assimiláveis às plantas leguminosas (soja e feijão, por exemplo) e gramíneas (como milho, trigo e arroz). Nas leguminosas, a FBN ocorre por meio da formação de nódulos em suas raízes, que, na maioria dos casos, fornecem todo o nitrogênio necessário ao seu desenvolvimento (Figura 16). Já nas gramíneas, esse processo se dá por bactérias que vivem próximas às suas raízes ou no interior dos tecidos do vegetal, fornecendo parte do nitrogênio que a planta precisa ([http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Desenvolvimento\\_Sustentavel/Abc/2.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Abc/2.pdf)). Estudos da EMBRAPA vêm sendo desenvolvidos sobre FBN em gramíneas, principalmente nas culturas de milho e cana-de-açúcar, o que poderá diminuir as aplicações de fertilizantes sintéticos nessas culturas ou mesmo aumentar suas produtividades sem o aumento do uso desse insumo.

O Plano ABC (MAPA, 2010) prevê viabilizar e aumentar a adesão do uso de inoculantes para fixação biológica de nitrogênio (FBN) em 5,5 milhões de hectares com culturas agrícolas até 2020. Com isso, calcula-se uma potencial redução de emissões de GEE de até 10 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>e devida à diminuição do uso de adubos nitrogenados sintéticos.

O Imaflora estima que, se a FBN suprisse a necessidade de nitrogênio das plantações de milho no Brasil, poderia-se reduzir a emissão de 4,3 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>e ao ano, ou seja, 14% das emissões de GEE provenientes da aplicação de adubos nitrogenados sintéticos no Brasil (considerando uma adubação conservadora de apenas 50 kg desse fertilizante por hectare de milho plantado).



Figura 16: nódulos formados nas raízes das leguminosas onde os rizóbios produzem a enzima nitrogenase, que incorpora o nitrogênio atmosférico em compostos orgânicos que são utilizados pelas plantas (Fonte: Embrapa – [http://www.cpac.embrapa.br/noticias/noticia\\_completa/357/](http://www.cpac.embrapa.br/noticias/noticia_completa/357/))

## É possível manter a produção agrícola e reduzir as emissões?

Pesquisas mostram que cerca da metade do adubo consumido é perdido desde o transporte até a aplicação no campo (Muller et al., 2014). Dessa forma, aumentando a eficiência do uso do adubo nitrogenado, é possível reduzir tanto os volumes comprados como a aplicação do produto na lavoura, além de manter a produtividade e reduzir as emissões. Algumas das práticas agrícolas que colaboram com a eficiência de aplicação são: uso de fertilizantes menos voláteis, fertilizantes organominerais, aumentar a precisão no momento da aplicação, realizar aplicações localizadas e parceladas, calcular o volume exato de fertilizante necessário para cada tipo de solo, cultura e produtividade esperada, etc.

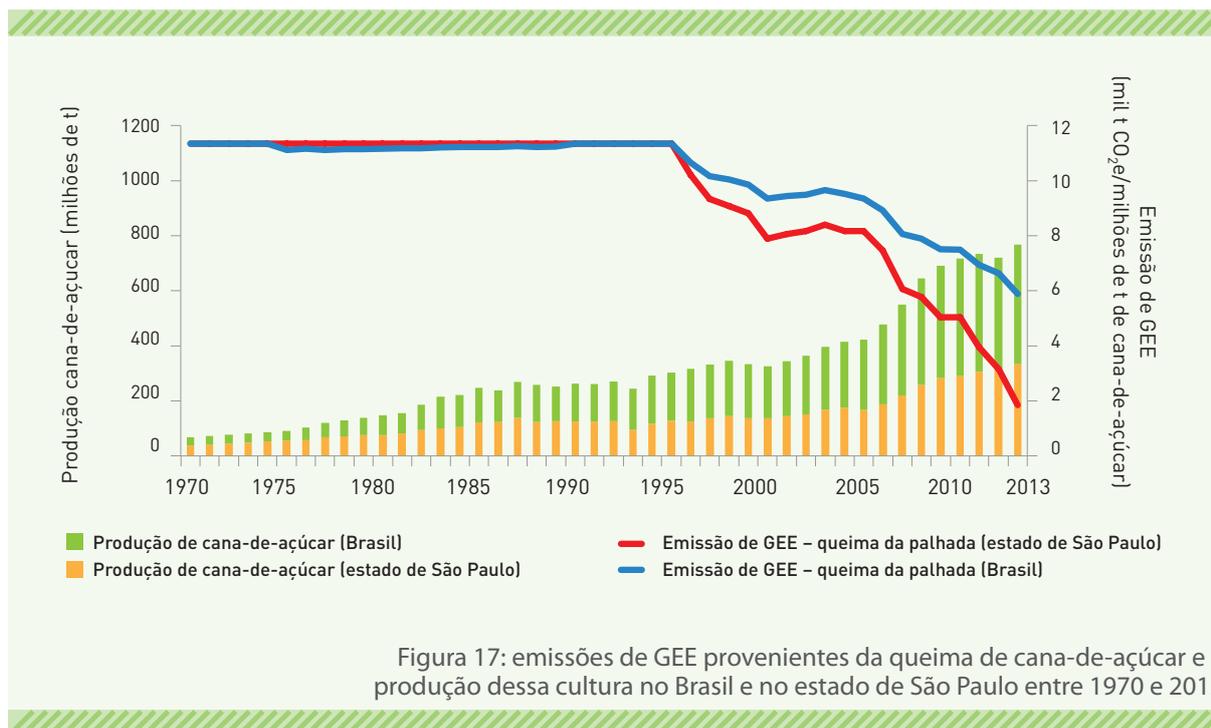
### 1.5

## CANA-DE-AÇÚCAR: A PROIBIÇÃO DA QUEIMA REDUZIU AS EMISSÕES DE GEE EM SÃO PAULO

O fogo tem sido tradicionalmente utilizado na pré-colheita da cana-de-açúcar para melhorar o rendimento da colheita manual. A queima de resíduos agrícolas emite não somente GEE ( $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$ ), mas também precursores desses gases na atmosfera, como o monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ) e outros óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ).

Em 2013, essa prática contribuiu somente com 1,1% das emissões nacionais. Contudo, a emissão de GEE para se produzir uma tonelada de cana-de-açúcar era 80% maior vinte anos atrás (Figura 17). Essa redução nas emissões se deve à proibição da prática de queima definida no Decreto Federal nº 2.661, de 8 de julho de 1998, que determina que a prática da queima da cana-de-açúcar seja eliminada em todo o Brasil até 2021 de forma gradativa em áreas passíveis de mecanização da colheita (cuja declividade seja inferior a 12%) e 2031 para áreas não mecanizáveis ([http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D2661.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2661.htm)).

Entretanto, vale notar que essa tendência tem sido liderada pelo Estado de São Paulo que, em 2007 firmou o Protocolo Agroambiental do Estado de São Paulo. Esse acordo antecipou os prazos legais para a eliminação da prática da queima de 2021 para 2014 e de 2031 para 2017. O acordo é voluntário e mais de 170 unidades agroindustriais e 29 associações de fornecedores (que juntos representam mais de 90% da produção paulista) aderiram ao fim da queima.



Segundo dados da Secretaria de Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo, com base em estudo liderado pela Agrosatélite, mais de 80% da área colhida de cana na safra de 2013/2014 no estado foi feita sem queima (<http://www.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/files/2014/12/Protocolo-Agroambiental-do-Sector-Sucroenergético-Relatório-consolidado.pdf>). Como consequência, as emissões de GEE nesse estado foram de 1,9 mil toneladas de CO<sub>2</sub>e por milhões de toneladas de cana-de-açúcar produzida, 70% menor que a média nacional (Figura 17).

Recentemente, a legislação de controle e eliminação da queima de cana vem sendo adotada por outros estados, como, por exemplo, Mato Grosso do Sul (Lei 3.367/2007), Minas Gerais (Portaria 147/2007), Goiás (Lei nº 15.834, 23/11/2006), e em fase de discussão nos estados do Paraná e Rio de Janeiro.

As projeções do MAPA (2013) indicam que os maiores aumentos de produção de cana-de-açúcar devem ocorrer no Estado de Goiás, embora esse ainda seja um estado com produção inferior a São Paulo e Paraná. Entretanto, as emissões provenientes dessa atividade tendem a ser eliminadas até 2021, sendo assim possível notar o progresso contínuo da mecanização da colheita de cana verde na maioria dos estados do Brasil. O decreto que determina o fim da queima e as legislações e acordos estaduais, como o Protocolo Agroambiental, são exemplos de iniciativas que podem colaborar diretamente com a redução de emissões na agricultura sem afetar o crescimento do agronegócio brasileiro.

Contudo, importantes regiões produtoras, como o Nordeste, responsável por aproximadamente 10% da produção brasileira, ainda não têm previsão de elaborar legislações estaduais para regularizar o fim da queima da cana. Nessa região, apenas 30% da área produzida é plana suficiente para adotar a colheita mecanizada (declividade menor que 12%), e assim, segundo a Confederação Nacional da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), a mecanização aumentaria fortemente as taxas de desemprego nessa região, que absorve cerca de 30% de toda mão de obra ocupada por essa produção no Brasil (<http://www.canal-doprodutor.com.br/comunicacao/noticias/cna-alerta-proibicao-da-queima-da-palha-da-cana-podera-causar-forte-desemprego>).

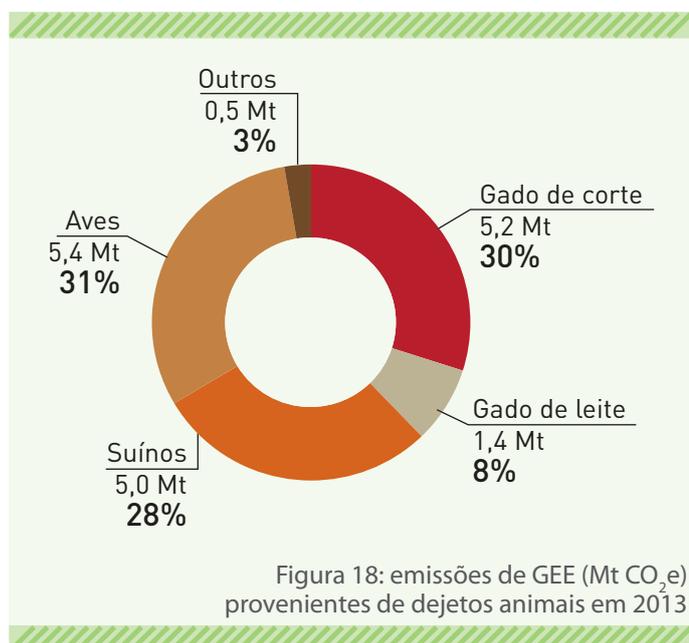
## TRATAMENTO DOS DEJETOS ANIMAIS PODE REDUZIR AS EMISSÕES DO SUL E SUDESTE DO BRASIL

A produção animal gera grande quantidade de dejetos. Um bovino de leite, por exemplo, produz aproximadamente 3,5 kg de dejetos (matéria seca de estrume) por dia, ao passo que um suíno, cerca de 1 kg diariamente. O Imaflora estima que no Brasil haja geração de cerca de 850 kg de dejetos de animais por segundo que podem ser recolhidos para tratamento.

Animais criados de forma confinada têm seus dejetos acumulados em lagoas, charcos e tanques de tratamento que, ao serem decompostos por bactérias metanogênicas sob condições anaeróbicas, produzem grandes quantidades de  $\text{CH}_4$ . Adicionalmente, por conter nitrogênio, esses dejetos, ao serem depositados diretamente no solo, liberam  $\text{N}_2\text{O}$  para a atmosfera, também contribuindo para as mudanças climáticas.

Todas as emissões oriundas do manejo de dejetos animais no Brasil representam atualmente cerca de 5% das emissões do setor agropecuário. Entretanto, quando somadas às emissões de GEE pela aplicação desses dejetos ao solo como adubo, a contribuição por essa fonte se eleva para 15%.

Na Figura 18, é possível notar que apenas o manejo de dejetos de suínos, bovinos de corte e aves foram responsáveis por quase 90% das emissões desse subsetor no ano de 2013, as quais estão concentradas nos estados do Sul e Sudeste, os maiores produtores de aves e suínos do país (Figura 18 e 19).



### Emissão de GEE pelo manejo dos dejetos

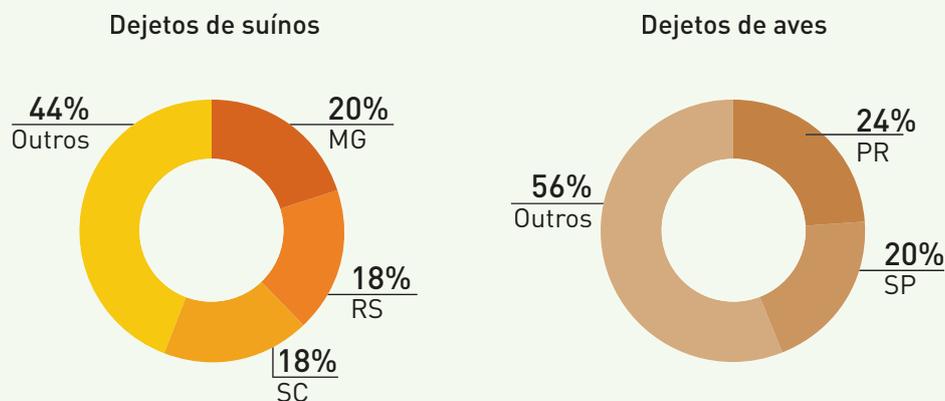
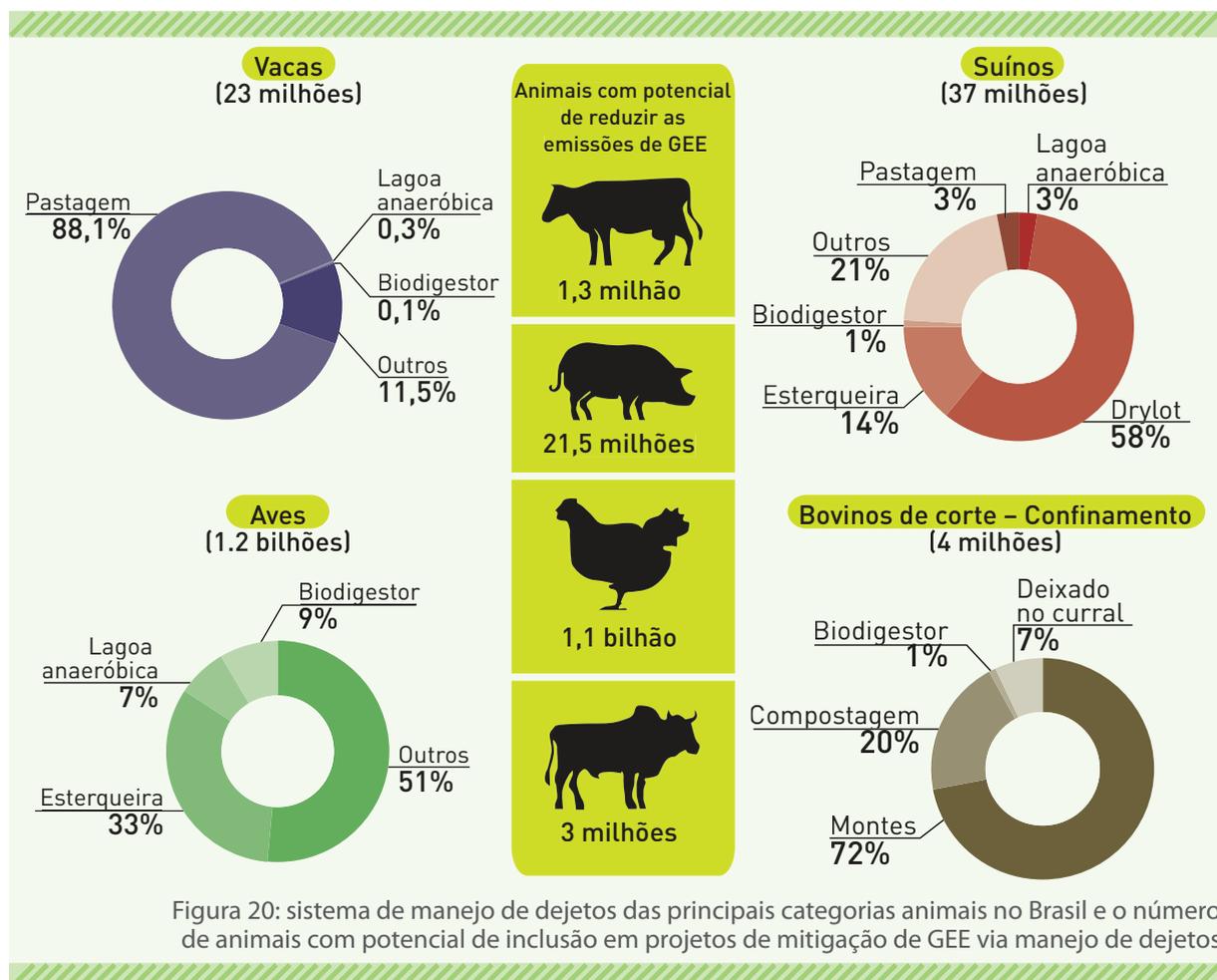


Figura 19: participação dos principais estados produtores de suínos e aves nas emissões totais de GEE pelo manejo de dejetos desses animais no Brasil em 2013

De acordo com dados do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI, 2014a,b), a maioria dos dejetos animais são manejados em esterqueiras e em currais (drylots), sistemas que possuem um dos maiores potenciais em emitir GEE (IPCC, 2006). Sem tratamento adequado, essa concentração de carga orgânica promove um ambiente favorável para que microorganismos decompositores desencadeiem reações que levam à emissão de GEE, principalmente  $N_2O$  e  $CH_4$ , em sistemas de manejo de dejetos sólidos e líquidos, respectivamente (Li *et al.*, 2012).

Apenas uma pequena parcela dos dejetos de animais no Brasil são manejados sob sistemas capazes de mitigar essas emissões, como a compostagem, a separação de sólidos e/ou a biodigestão anaeróbia (Figura 20). Estudos mostram que esses sistemas emitem cerca de 40% a menos GEE que sistemas que apenas estocam os dejetos em montes ou esterqueiras antes de serem adicionados ao campo (Costa Junior *et al.*, 2015; Amon *et al.*, 2006; Hou *et al.*, 2014).



(Fonte: Costa Junior *et al.*, 2013; Costa Junior, 2015; MCTI, 2014a,b)

Além disso, vale lembrar que essas técnicas ainda agregam valor agrônomo e econômico aos dejetos por torná-los materiais capazes de aumentar a disponibilidade de nutrientes no solo para cultivos agrícolas e ainda gerar energia elétrica através do biogás quando adotados biodigestores, colaborando, assim, com a minimização dos efeitos da crise hídrica.

De acordo com dados do MCTI (2014a,b), ainda é possível notar que pouco esforço tem sido feito na adoção desses sistemas ao longo dos últimos anos. Estima-se que pelo menos 40% dos animais mantidos de forma confinada no Brasil poderiam ser incluídos em projetos de manejo de dejetos que levem a mitigação das emissões de GEE (Figura 20), os quais teriam potencial de reduzir pela metade as emissões atuais por esse subsetor da agropecuária.

## Potencial de mitigação no uso de dejetos animais – biodigestores e composteiras

A produção de carne de frango, bovina e suína no Brasil tem um crescimento projetado que varia de 1,9 a 3,9% ao ano, o que significa que a produção total de carnes passará de mais de 26,5 milhões de toneladas em 2013 para 35,8 milhões em 2023 (MAPA, 2013). Essas projeções podem levar ao aumento proporcional de emissões se o metano e óxido nitroso emitidos pelos dejetos desses animais não forem utilizados. Atualmente existem tecnologias acessíveis ao produtor, como biodigestores e composteiras, por exemplo.

Os biodigestores são construídos junto à estrutura de confinamento dos animais para armazenar os dejetos e produzir biogás a partir da fermentação desses dejetos. O biodigestor pode ser ligado a um gerador e/ou “queimador”, assim produzindo energia elétrica e calor. Assim, por impedir que os dejetos se decomponham ao ar livre, as emissões de GEE são evitadas. Além disso, o processo tem como subproduto o biofertilizante, que pode ser utilizado como adubo nas pastagens e lavouras. Dependendo da quantidade de dejetos gerada, o empreendimento rural pode se tornar autossustentável em energia e adubo.

No Brasil, já foram desenvolvidos 38 projetos de mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL) para suinocultura. Estes projetos promovem a redução de emissões de GEE pela adoção de biodigestores e assim geram créditos de carbono que podem ser vendidos (CETESB).

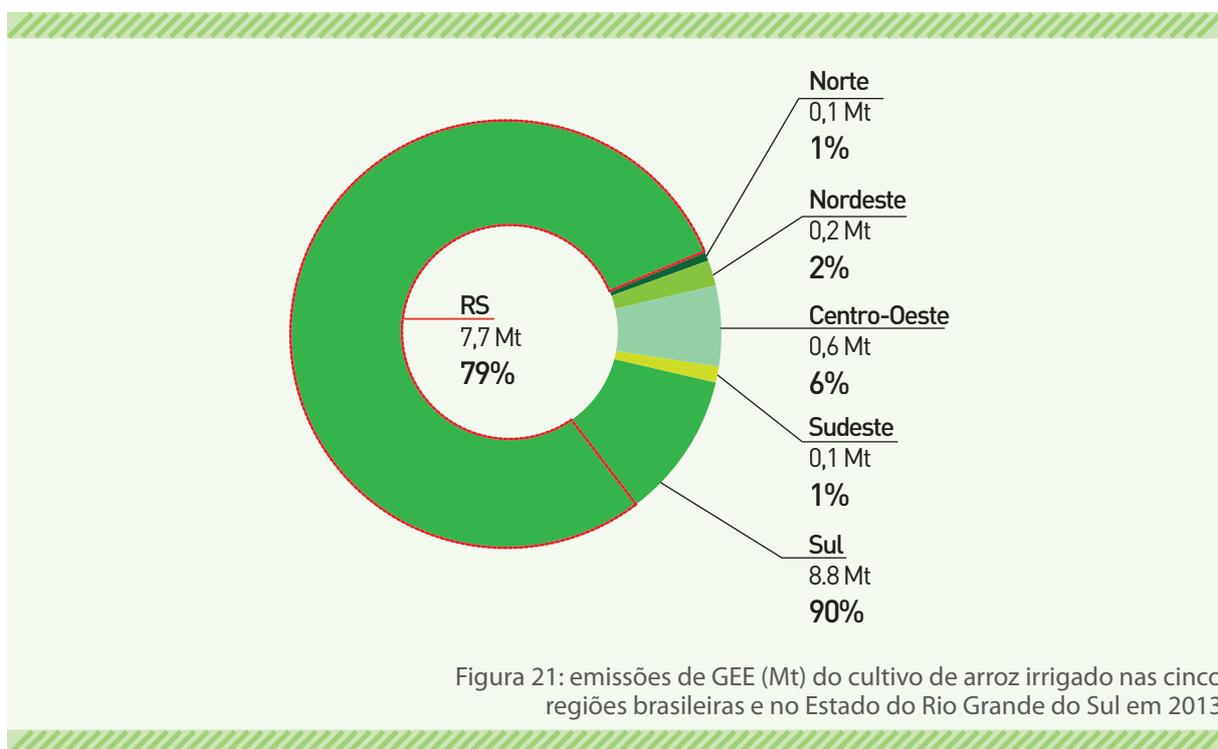
Apesar dos benefícios, cerca de 1% dos bovinos de corte (sob confinamento), de leite e suínos, e 6% das aves no Brasil possuem seus dejetos tratados por biodigestores. A falta de assistência técnica, alto investimento de implementação e o baixo retorno financeiro (devido ao valor da eletricidade em propriedades rurais ser baixo) apresentam-se como uma das principais barreiras para adoção dessa tecnologia. Uma alternativa para minimização dos custos de implementação seria a criação de grupos de produtores para formar “condomínios de agroenergia”. Isto facilita a manutenção desses centros de tratamento de dejetos e promove a produção contínua de gás (Itaipu, 2009).

Uma alternativa ao biodigestor é a composteira mecanizada em que o tratamento do dejetos deixa de ser líquido e o espaço necessário para sua construção chega a ser um quarto do necessário para a instalação do sistema de biodigestor. Esse processo, além de ser uma vantagem para os produtores, gera um material organicamente estabilizado e de alto valor agrônomico, que pode reduzir em cerca de 40% as emissões de GEE pelos dejetos (Hou et al., 2014; Amon, et al., 2006).

Nesse sentido, o Plano ABC (MAPA, 2010) possui um subprograma que se refere ao tratamento de dejetos animais, que estimula a adoção dessas tecnologias interligadas à produção animal. Entretanto, a obtenção de crédito para esse fim é a mais baixa dentre as linhas contempladas pelo Plano (Observatório do ABC, 2013). Assim, com o atraso na implementação de tais tecnologias, o Brasil tem perdido a chance de reduzir as emissões de GEE pelo uso dos dejetos de animais nos biodigestores, na substituição da adubação sintética pela orgânica e na produção de energia através do biogás.

## A PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO NO RIO GRANDE DO SUL E AS ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO

No Brasil, o arroz é produzido em áreas inundadas (arroz irrigado) e em áreas secas (arroz de sequeiro), sendo que a maior parte da produção ocorre no Rio Grande do Sul, onde predomina o arroz irrigado e concentra cerca de 70% da produção atual. Outros estados com produção expressiva e sua participação relativa na produção nacional são Santa Catarina (9%), Maranhão (5%), Tocantins (5%) e Mato Grosso (4%). O arroz cultivado em campos inundados ou em áreas de várzea emite  $\text{CH}_4$  devido à decomposição anaeróbica de matéria orgânica presente na água. A Figura 21 mostra a concentração das emissões pelo cultivo do arroz irrigado nas principais regiões brasileiras em 2013.

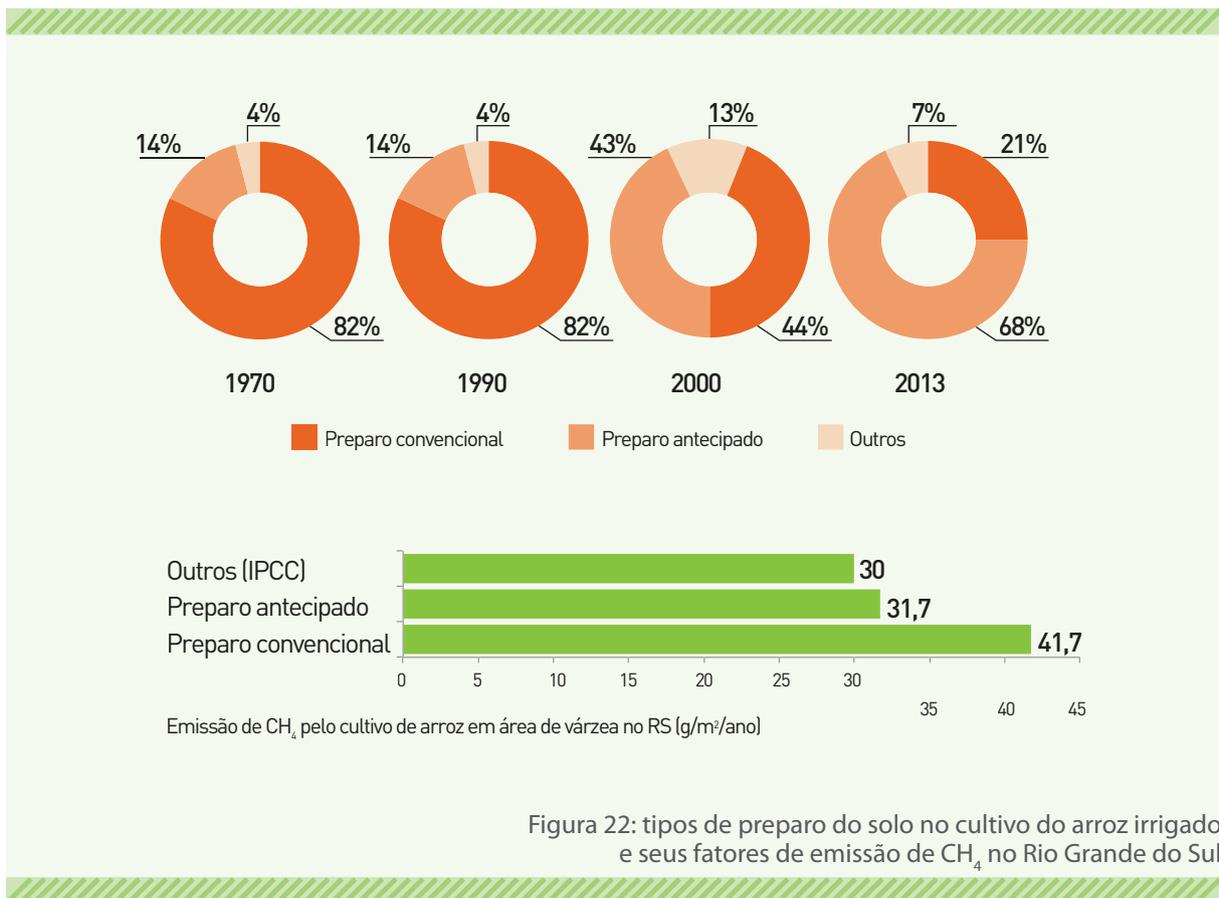


Apesar de maior emissor, é interessante notar que o Estado do Rio Grande do Sul tem mostrado esforços em entender melhor o impacto de seus sistemas nessas emissões e já conta com fatores de emissão (FE) específicos (MCTI, 2014c). Os demais estados ainda precisam utilizar fatores de emissão fornecidos pelo IPCC, os quais foram obtidos a partir de pesquisas desenvolvidas em outros países e possivelmente não são adequados às condições nacionais.

Os FE específicos desenvolvidos para o cultivo de arroz irrigado no Rio Grande do Sul dizem respeito aos sistemas de preparo do solo convencional e antecipado. Os FE para esses preparos do solo são 39% e 6% maiores que os fornecidos pelo IPCC (2006), respectivamente. Entretanto, tem-se maior precisão na definição das mudanças necessárias nos sistemas de manejo para reduzir as emissões. Além disso, esses dados sugerem que os FE fornecidos pelo IPCC (2006) podem estar subestimando as emissões de  $\text{CH}_4$  por esse cultivo em outros estados no Brasil.

O preparo do solo convencional, que emite cerca de 30% mais  $\text{CH}_4$  por metro quadrado de várzea que o preparo antecipado, compreendia mais da metade das áreas de produção entre as décadas de 1970 e 2000 (Figura 22). Entretanto, o sistema de preparo antecipado vem sendo mais amplamente adotado e atualmente representa cerca de 70% das áreas de produção do Rio Grande do Sul.

Apesar da substituição gradativa, o Estado do Rio Grande do Sul ainda tem potencial para reduzir as emissões nacionais por essa fonte em cerca de 20% caso todo o estado venha a adotar o sistema de cultivo antecipado na área que ainda está sob preparo convencional (Figura 22). Portanto, o estímulo à adoção de tal sistema deve favorecer não só os produtores no Rio Grande do Sul, mas todo o território nacional.



O preparo do solo antecipado é uma estratégia recomendada basicamente para se evitar atrasos no plantio e diminuir riscos de perda de produtividade. Dessa maneira, assim que se termina de colher uma safra, os produtores iniciam a preparação do solo para a safra seguinte, sendo mais um exemplo de mudança de prática que combinou redução das emissões com aumento de produtividade. Contudo, é importante notar que esse cenário só foi atingido devido ao trabalho e coordenação entre pesquisas e assistência técnica ao produtor rural e que, portanto, serve de exemplo a ser replicado em todo o Brasil.

## A expansão da produção de arroz: irrigado ou sequeiro?

A contribuição do arroz irrigado para as emissões na agropecuária brasileira é de apenas 2%, porém o MAPA projeta um aumento de 11,1% na produção da cultura do arroz nos próximos dez anos. Esse acréscimo deverá ocorrer especialmente por meio do crescimento do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. É provável que as emissões sigam o mesmo aumento projetado de 11%, passando de 8,5 Mt CO<sub>2</sub>e para 9,4 Mt CO<sub>2</sub>e. Apesar de este volume representar apenas 0,2% no aumento das emissões totais do setor agropecuário brasileiro em relação a 2013, muita atenção deve ser dada para que esta expansão não ocorra em Áreas de Preservação Permanente (APP), como várzeas ou áreas alagadas naturalmente.

Estão sendo desenvolvidas pesquisas para aumentar a produtividade do arroz irrigado por hectare. De qualquer forma, esse aumento de produtividade pode acarretar no incremento de matéria orgânica residual nas áreas inundadas, assim emitindo maiores quantidades de metano por hectare, alterando o fator de emissão atual para esta cultura.

Quase todos os anos, o arroz é um dos principais produtos agrícolas importados pelo Brasil, principalmente do Paraguai, Uruguai e da Argentina. As importações brasileiras são resultantes de um excesso de demanda doméstica pelo cereal. Segundo a página da Embrapa Clima Temperado, o Brasil atualmente encontra-se entre os dez maiores importadores de arroz, absorvendo cerca de 5% do volume das exportações mundiais. Para atender a essa demanda nacional e ao mesmo tempo produzir dentro dos princípios da agricultura de baixo carbono, o crescimento da produção de arroz brasileiro deveria ser priorizado em áreas de sequeiro ou adotando-se boas práticas na produção irrigada, como o cultivo antecipado praticado no Rio Grande do Sul.

## TRAJETÓRIA, METAS E COMPROMISSOS DE REDUÇÃO DE EMISSÕES

Através do SEEG, é possível entender como as emissões de GEE da agropecuária se comportaram em cada estado brasileiro desde 1970 até 2013. Essas informações históricas, somadas às análises feitas neste relatório, auxiliam na compreensão da trajetória das futuras emissões, ajudam a estimar o potencial de mitigação e sua relação com as políticas agrícolas, e mostram o alcance das metas e compromissos assumidos pelo Brasil.

Para entender com maior precisão essa trajetória das emissões brasileiras no setor agropecuário, foram analisadas as principais políticas e planos agrícolas que impactam diretamente no desenvolvimento do setor e, conseqüentemente, nas emissões, sendo elas:

- Plano Nacional sobre Mudança do Clima;
- Política Nacional sobre Mudança do Clima;
- Plano de Agricultura de Baixo Carbono;
- Plano Safra Agrícola e Pecuário;
- Plano Safra da Agricultura Familiar;
- Plano Mais Pecuária;
- Intensifica Pecuária (proposta);
- Pagamento por Serviços Ambientais.

### PLANO NACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (PLANO CLIMA)

Durante a 15ª COP, o governo brasileiro oficializou um compromisso junto à Convenção-Quadro da ONU sobre Mudança do Clima de reduzir suas emissões de GEE entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020 (3.236 Mt CO<sub>2</sub>e) em relação ao ano base de 1990. Esse compromisso é a base para o Plano Nacional sobre Mudança do Clima ou Plano Clima, o qual tem por objetivo incentivar o desenvolvimento e aprimorar ações de mitigação no Brasil, colaborando com o esforço mundial de redução das emissões de GEE, bem como preparar o país para adaptar-se aos impactos das mudanças climáticas (Brasil, 2008).

Vale ressaltar que esse compromisso é voluntário, uma vez que o Brasil não faz parte dos países do Anexo I do Protocolo de Kyoto (os quais são países desenvolvidos e que ratificaram o protocolo tendo o compromisso de diminuir suas emissões de GEE até 2012 numa média de 5,2% em relação aos níveis que emitiam em 1990).

O Plano Clima é interministerial e conta com a contribuição dos estados e municípios para ser executado, sendo estruturado em quatro frentes de ação: oportunidades de mitigação; impactos, vulnerabilidades e adaptação; pesquisa e desenvolvimento; e educação, capacitação e comunicação (Brasil, 2008). Para alcançar suas metas, o Plano Clima estabelece os seguintes objetivos específicos:

- 1 Identificar, planejar e coordenar as ações para mitigar as emissões de gases de efeito estufa geradas no Brasil, bem como aquelas necessárias à adaptação da sociedade aos impactos que ocorram devido à mudança do clima.
- 2 Fomentar aumentos de eficiência no desempenho dos setores da economia na busca constante do alcance das melhores práticas.
- 3 Buscar manter elevada a participação de energia renovável na matriz elétrica, preservando posição de destaque que o Brasil sempre ocupou no cenário internacional.
- 4 Fomentar o aumento sustentável da participação de biocombustíveis na matriz nacional de transportes e ainda atuar com vistas à estruturação de um mercado internacional de biocombustíveis sustentáveis.
- 5 Buscar a redução sustentada das taxas de desmatamento, em sua média quinquenal, em todos os biomas brasileiros, até que se atinja o desmatamento ilegal zero.
- 6 Eliminar a perda líquida da área de cobertura florestal no Brasil até 2015.
- 7 Fortalecer ações intersetoriais voltadas para redução das vulnerabilidades das populações.
- 8 Procurar identificar os impactos ambientais decorrentes da mudança do clima e fomentar o desenvolvimento de pesquisas científicas para que se possa traçar uma estratégia que minimize os custos sócio-econômicos de adaptação do País.

## 2.2 POLÍTICA NACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (PNMC)

Em 2009 foi instituída a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) por meio da Lei nº 12.187/2009, que oficializa o compromisso voluntário assumido pelo Brasil, e o Decreto nº 7.390, que regulamenta a PNMC. A tabela a seguir descreve as ações de mitigação relacionadas aos setores da agropecuária e mudança de uso da terra, e as metas de redução de emissões definidas no decreto (Brasil, 2009).

AÇÕES DE MITIGAÇÃO RELACIONADAS À AGRICULTURA E FLORESTA	AMPLITUDE DA REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GEE PARA 2020 EM T CO <sub>2</sub> E
Reduzir em 80% a taxa de desmatamento na Amazônia Legal e em 40% no Cerrado	669 milhões
Adotar intensivamente práticas sustentáveis na agricultura	Entre 133 e 166 milhões
Ampliar a eficiência energética	Entre 174 e 217 milhões
<b>Total de redução nacional previsto que envolve direta ou indiretamente a agropecuária</b>	<b>Entre 976 e 1.052 milhões</b>

Tabela 1: ações de mitigação descritas no Decreto nº 7.390, sobre a PNMC

O Decreto nº 7.390/2010 também prevê a elaboração de planos setoriais com a inclusão de ações, indicadores e metas específicas de redução de emissões e mecanismos para a verificação do seu cumprimento para guiar cada setor: Agropecuária, Energia, Processos Industriais, Tratamento de Resíduos e Uso da Terra e Florestas. Esses planos setoriais são chamados de NAMAs (Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas) e foram definidos para colocar em prática as metas de mitigação e adaptação de cada setor.

Especificamente para a agropecuária, foi elaborado o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC), que define ações de mitigação e adaptação para o setor até o ano de 2020.

Adicionalmente, de acordo com o Decreto nº 7390/2010, as revisões do Plano Clima e dos planos setoriais deveriam ocorrer previamente à elaboração do Plano Plurianual (instrumento de planejamento governamental de médio prazo, previsto no Artigo 165 da Constituição Federal) em períodos regulares não superiores a dois anos. Entretanto, o Plano Clima de 2008 nunca foi revisado, sofrendo apenas um processo de atualização em 2013 (Brasil, 2013). Nota-se o atraso nas revisões e atualizações dos planos, refletindo o baixo interesse do governo relativo ao tema. No que se refere a atualização do Plano ABC, também não foi observado nenhum avanço na revisão das metas, nas práticas de mitigação ou nas questões de monitoramento.

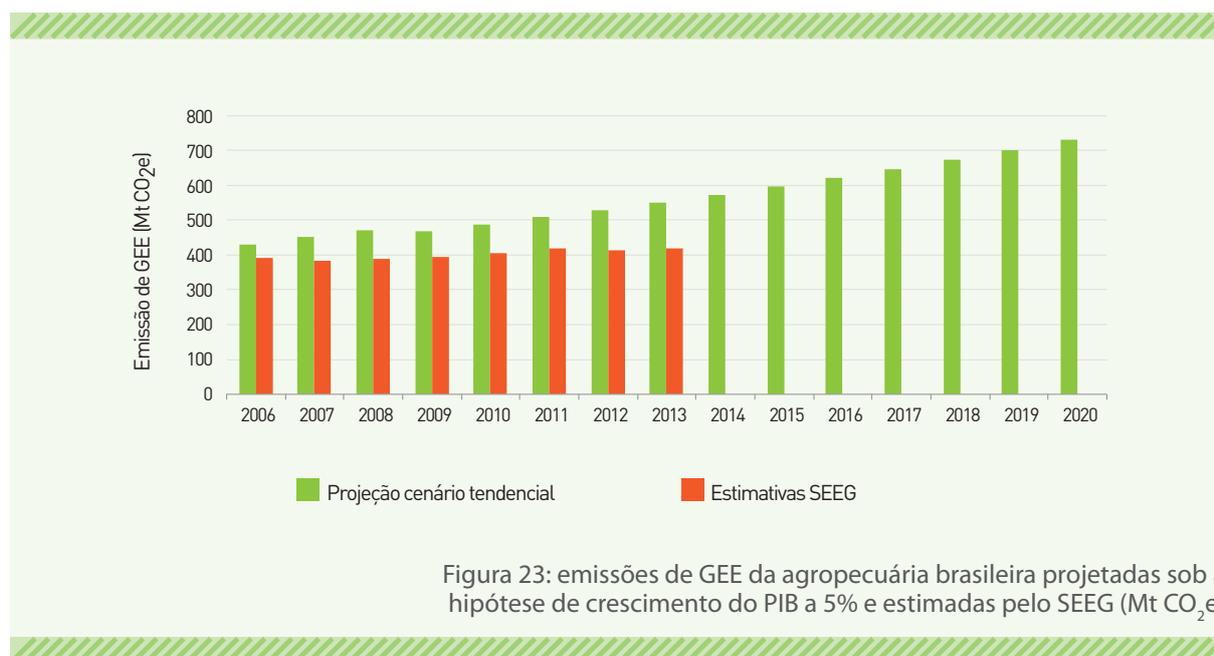
## O Brasil irá atingir a meta da PNMC?

As metas de redução das emissões de GEE da PNMC deverão ser atingidas até 2020. Portanto, em um curto espaço de tempo. Conforme a tabela acima, pode-se notar que 80% do total da meta brasileira de redução (mais de 1.000 Gt CO<sub>2</sub>e) são de responsabilidade dos setores florestal e agropecuário. Para atingir essa meta, os planos setoriais de mitigação e adaptação deverão acelerar a implementação de suas ações, além de integrar a redução do desmatamento em todos os biomas com a intensificação da agropecuária em áreas já abertas.

O objetivo geral do Plano ABC é incentivar a melhor utilização de áreas já desmatadas em bases sustentáveis, aumentando a produtividade e diminuindo as pressões sobre florestas remanescentes (MAPA, 2012).

Esse plano contempla inovações tecnológicas no manejo de pastagens, em sistemas agroflorestais, na recuperação de áreas degradadas e no aumento da fixação de carbono no solo, entre outros. Sua abrangência é nacional e o período de vigência é de 2010 a 2020. Estima-se que serão necessários quase R\$ 200 bilhões para que suas ações sejam implementadas.

As emissões estimadas para o setor agropecuário em 2020 são de 730 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>e, segundo o Decreto regulamentador da PNMC (Figura 23). Nessa projeção, somente a agricultura e a pecuária têm a responsabilidade de contribuir com a redução que pode variar entre 144 e 173 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>e. O Plano ABC se divide em sete subprogramas com metas específicas de redução de GEE projetadas para o ano de 2020 (Tabela 2).



SUBPROGRAMA	ÁREA ATUAL 2010	EXPANSÃO ENTRE 2010 E 2020	REDUÇÃO DE EMISSÃO DE GEE 2010/2020
<b>Recuperação de pastagens degradadas</b> Subsídios para manejo e adubação. Base de cálculo foi de 3,79 Mg de CO <sub>2</sub> e.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> .	40 milhões de ha	15 milhões de ha	83 a 104 milhões de t CO <sub>2</sub> e
<b>Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)</b> Adoção de sistemas pecuários integrados com agricultura e/ou floresta, incluindo sistemas agroflorestais (SAFs). Base de cálculo foi de 3,79 Mg de CO <sub>2</sub> e.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> .	2 milhões de ha	4 milhões de ha	18 a 22 milhões de t CO <sub>2</sub> e
<b>Sistema Plantio Direto (SPD)</b> Implementação de SPD. Base de cálculo foi de 1,83 Mg de CO <sub>2</sub> e.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> .	25 milhões de ha	8 milhões de ha	16 a 20 milhões de t CO <sub>2</sub> e
<b>Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN)</b> Adoção de sistemas com plantio de leguminosas. Base de cálculo foi de 1,83 Mg de CO <sub>2</sub> e.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> .	11 milhões de ha	5,5 milhões de ha	10 milhões de t CO <sub>2</sub> e
<b>Florestas Plantadas</b> Plantio comercial de árvores. Não está computado o compromisso brasileiro relativo ao setor da siderurgia, e não foi contabilizado o potencial de mitigação de emissão de GEE.	6 milhões de ha	3 milhões de ha	10 milhões de t CO <sub>2</sub> e (potencial de captura)
<b>Tratamento de dejetos animais</b> Produção de biogás e fertilizante orgânico Base de cálculo foi de 1,56 Mg de CO <sub>2</sub> e.m <sup>-3</sup> .		4,4 milhões de m <sup>3</sup> tratados	6,9 milhões de t CO <sub>2</sub> e
<b>Adaptação às Mudanças Climáticas</b>	Ainda não foram estabelecidas as ações de adaptação		
<b>Total de redução prevista até 2020</b>			<b>144 a 173 milhões de t CO<sub>2</sub>e*</b>

\* Este total inclui o potencial de captura resultante da implantação de florestas. O plantio de florestas e a recuperação de áreas degradadas (ecossistemas naturais) alteram o total de redução prevista devido ao crescimento vegetativo, portanto capturando carbono.

Tabela 2: subprogramas do Plano ABC e potencial de mitigação por redução de emissão de GEE (MAPA, 2010)

O Plano ABC define uma série de ações além das linhas de financiamento. São elas: assistência técnica, capacitação de produtores e técnicos, campanhas de divulgação, pesquisa e desenvolvimento tecnológico, disponibilização de insumos básicos e inoculantes, fomento a viveiros e redes de coletas de sementes, regularização fundiária e ambiental, e ações junto aos segmentos de insumos, produtos e serviços. Além das estratégias de mitigação, o Plano ABC prevê ações de adaptação às mudanças climáticas que ainda estão em aberto e deverão ser estabelecidas. Estão previstos também os mecanismos para o monitoramento do plano, as ações transversais e as necessidades de fontes de financiamento.

Adicionalmente, o Plano ABC considera a interação com os demais planos setoriais para otimizar os custos de implementação e evitar a dupla contabilização da redução das emissões de GEE. Com relação à redução do desmatamento, o Plano ABC prevê ações que contribuirão com a redução do desmatamento através da

intensificação agropecuária, da recuperação de pastagens degradadas e da adoção de sistemas de ILPF e SAFs. O aumento da produção agrícola proposto no Plano ABC não deverá comprometer o desmatamento de ecossistemas naturais e assim se manter alinhado ao Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) e ao Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (PPCerrado).

Além disso, o Plano ABC também prevê a interface com outras ações do governo federal, como, por exemplo, o Programa Mais Ambiente, a Operação Arco Verde (OAV), o Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Prevfogo), o Programa Terra Legal Amazônia, entre outros. Por outro lado, existe uma falta de sinergia com as demais interfaces da agropecuária brasileira com elevado potencial de redução das emissões de GEE nacionais, como é o caso da produção energética e biocombustíveis.

Entretanto, vale lembrar que esse estudo não avaliou a implementação e interação dessas interfaces e se estas interfaces estão realmente acontecendo na prática. Contudo, torna-se necessário fazê-lo no futuro.

## Energia, agricultura e emissões

A agricultura tem um papel muito importante para a produção de energia renovável de baixa emissão de GEE na matriz energética brasileira, tanto para combustíveis como eletricidade (mais informações no relatório do setor de energia). A contribuição de biocombustíveis se dá na produção de biodiesel, álcool hidratado (etanol) e álcool anidro (com teor entre 25% e 27% na gasolina), substituindo integral ou parcialmente o uso de combustíveis fósseis, que são altos emissores de GEE. Como já discutido nesse relatório, os resíduos da produção de animais (principalmente bovinos, aves e suínos) também podem ser convertidos em eletricidade pelo uso de biodigestores, mitigando as emissões de GEE.

O mesmo pode ser feito com a conversão de biomassa para a produção de eletricidade. O principal exemplo é a queima do bagaço da cana-de-açúcar em caldeiras para a produção de eletricidade. Segundo a UNICA, de 2010 a 2014, a energia gerada a partir da biomassa da cana-de-açúcar dobrou em volume, tendo chegado a 20.815 GWh, o equivalente a 4% da energia produzida no País no ano e 52% da energia a ser produzida por Belomonte a partir de 2019. A produção de 2014 teria resultado na economia de 14% da água dos reservatórios da região Sudeste. Ainda segundo a UNICA, o potencial de produção de eletricidade somente pelo setor canavieiro pode chegar a 20 mil MW médios até 2023, o que corresponderia à energia produzida por duas usinas de Itaipu (<http://unica.com.br/imprensa/36560336920326811142/unica-e-ccee-lancam-selo-energia-verde>).

Além disso, a agricultura tem um papel fundamental na proteção das nascentes e mananciais de água, que abastecem os reservatórios que produzem energia hidroelétrica. Porém, a crise hídrica de 2014/2015 nos revelou uma situação inversa. A agricultura ocupa grande parte das Áreas de Preservação Permanente (APP) de nascentes e beiras de rio, tendo efeito negativo sobre a produção de água, e o Código Florestal aprovado em 2012 diminuiu a proteção dessas APP. Assim, a redução das reservas de água e produção de energia nos reservatórios é contornada com a queima de combustíveis fósseis.

Fica evidente que as políticas agrícolas, energética, de clima, ambientais e outras não se complementam e não colaboram para um movimento virtuoso que resulte numa sinergia positiva agricultura-energia-água-emissões, que pode ser altamente positiva para todos os setores. O Brasil é um dos poucos países com a possibilidade de aumentar a produção energética e agropecuária com a mitigação e a diminuição das emissões e não tem articulado políticas que aproveitem essa oportunidade.

## O Inventário Nacional não inclui o balanço de emissões de GEE na agropecuária

Os Inventários Nacionais de todos os países do mundo devem seguir as diretrizes do IPCC para calcular suas emissões e posteriormente compará-las. Essas diretrizes não contabilizam as remoções de  $\text{CO}_2$  atmosférico que é estocado no solo quando, por exemplo, um pasto é bem manejado ou quando se adota o sistema de plantio direto como mostra a Figura 24.

O Plano ABC propõe uma redução de emissões de quase 180 milhões de toneladas de  $\text{CO}_2$  e até 2020 em relação às emissões do ano de 1990 e as ferramentas de monitoramento do plano estão sendo desenvolvidas para quantificar a redução de emissões no campo. Porém, existe o desafio de contabilizar esta redução de emissões no Inventário Nacional, cuja metodologia não contabiliza o sequestro de carbono promovido pelas práticas propostas no plano.

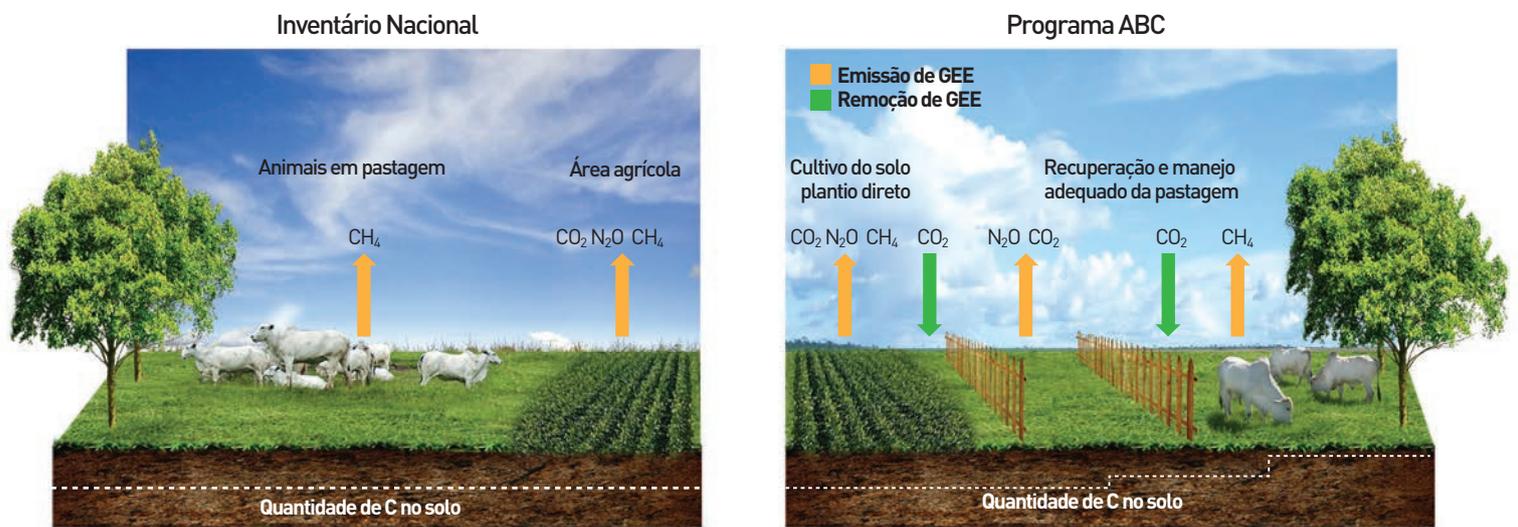


Figura 24: emissões e remoções de gases de efeito estufa em sistemas agropecuários

Se as metodologias oficiais não incorporarem a redução de emissões por boas práticas agrícolas e o sequestro de carbono em seus cálculos, não será possível contabilizar no Inventário Nacional a redução das emissões promovidas pelo setor ao longo da implementação do Plano ABC.

Segundo o Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010, que considera um crescimento econômico de 5% ao ano, as emissões projetadas para a agricultura até 2020 mais que dobrarão em relação a 1990. As estimativas do SEEG (que também seguem a metodologia do Inventário e IPCC) mostram que as emissões estão realmente aumentando a cada ano. Este resultado sugere que o impacto do Plano ABC ainda não está sendo contabilizado em sua totalidade.

Esse desalinhamento de metodologias pode vir a ser um desafio para o Brasil ao reportar o cumprimento das metas brasileiras em negociações internacionais. Para esse problema ser equalizado, a metodologia do IPCC deverá ser revisada e incluir o balanço de carbono na agropecuária (sequestro-emissão), tornando o cálculo mais preciso e incorporando todo o potencial do setor em reduzir as emissões de GEE.

## Qual o potencial da pecuária de corte em reduzir as emissões e sequestrar carbono?

Algumas publicações estimam que no Brasil exista em torno de 60 milhões de hectares de pastos degradados em vez de 40 milhões como descritos no Plano ABC. Nesse caso, o potencial de mitigação pode chegar até 400 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> e se todas essas pastagens forem recuperadas. Adicionalmente, as pastagens manejadas sob boas práticas agrícolas podem estocar uma alta quantidade de carbono no solo, compensando as emissões de metano provenientes dos animais, gerando um balanço de emissões positivo por quilo de carne produzida.

Os resultados do SEEG mostram que em 2013 a pecuária de corte foi responsável por cerca de 65% das emissões diretas do setor agropecuário. Esse resultado representa as emissões de GEE, mas não inclui o sequestro de carbono pelas pastagens e assim não chega ao balanço de carbono na produção da carne. Essa limitação ocorre porque esta é a metodologia definida pelo IPCC e considera somente emissões. O SEEG e o Inventário Brasileiro seguem a metodologia do IPCC para que seus resultados possam ser comparados com as emissões de outros países, entretanto, práticas que sequestram carbono e o balanço de carbono no sistema produtivo deveriam ser incorporadas em todos os cálculos de inventários nacionais.

## 2.4 PROGRAMA ABC: CRÉDITO AGRÍCOLA

O MAPA desenvolveu o Programa ABC (Agricultura de Baixo Carbono) como uma linha de crédito específica para a implementação do Plano ABC, sendo o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e o Banco do Brasil seus principais agentes financeiros.

O Programa abrange todos os subprogramas do Plano ABC (Tabela 2) com exceção das ações de adaptação. Os beneficiários são produtores rurais, pessoas físicas ou jurídicas, e suas cooperativas, com limite de crédito por beneficiário de R\$ 2 milhões e prazo de 15 anos para pagamento, três anos de carência e juros de 7,5% a 8% ao ano.

Desde a safra 2010/2011 até janeiro de 2015, foram investidos cerca de R\$ 9,4 bilhões através do Plano ABC na agricultura brasileira. Apesar de ter mostrado sinais de melhora nos últimos anos, esses dados sugerem que o ritmo de contratação de financiamentos aos produtores tem sido lento (Tabela 3).

PLANO AGRÍCOLA E PECUÁRIO	CRÉDITO DISPONIBILIZADO AO PROGRAMA ABC	DESEMBOLSO/REPASSE DO PROGRAMA ABC
2010/2011	R\$ 2 bilhões	20%
2011/2012	R\$ 3,2 bilhões	40%
2012/2013	R\$ 3,4 bilhões	85%
2013/2014	R\$ 4,5 bilhões	67%
2014/2015	R\$ 4,5 bilhões	51% até janeiro de 2015
2015/2016	R\$ 3 bilhões	-
<b>Total</b>	<b>R\$ 20,1 bilhões</b>	<b>R\$ 9,4 bilhões</b>

Tabela 3: crédito disponibilizado e desembolso do Programa ABC no Plano Agrícola e Pecuário brasileiro

Fontes: Observatório do ABC, GVCes, Plano Safra 2014/2015 e MAPA

Segundo o MAPA, até janeiro de 2015 haviam sido realizados 4825 contratos, totalizando um desembolso de R\$ 2,3 bilhões, o que corresponde a mais da metade do recurso disponível na safra de 2014/2015. De acordo com dados do MAPA, a região Centro-Oeste foi a que mais utilizou recursos do ABC (R\$ 834 milhões), seguido das regiões Sudeste (R\$ 744 milhões), Nordeste (R\$ 260 milhões), Sul (R\$ 255 milhões) e Norte (R\$ 218 milhões). Nota-se que cerca de 60% desses recursos estão concentrados no Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Goiás e Minas Gerais. O Observatório do ABC explica que a maioria desses recursos foi destinado à recuperação de pastagens degradadas (Observatório ABC, 2014).

Por um lado, essas contratações são positivas por estarem sendo feitas nos estados que concentram a maior parte das emissões nacionais. Por outro, ainda existe um baixo número de contratos realizados em estados que sofrem a pressão da fronteira agrícola, como Pará e Rondônia. Nesses estados, a produção agropecuária de baixas emissões também deve ser priorizada, pois a curva de emissões sobe a cada ano.

Segundo o Observatório do ABC, para a implementação do plano na sua totalidade, seriam necessários aproximadamente 78 mil contratos a pecuaristas até 2020. Projeções feitas por esse estudo mostram que o Plano ABC não cumprirá a meta mesmo com um aumento de 80% nas contratações em relação à execução atual.

As hipóteses levantadas pelos agentes bancários relacionadas ao baixo desembolso do Programa ABC estão relacionadas a: 1) dificuldade dos produtores rurais em providenciar toda a burocracia necessária; e 2) outras linhas de crédito oferecem juros similares aos do Programa ABC. Adicionalmente, ainda existe o desconhecimento do funcionamento dessa linha de crédito por agentes bancários.

Adicionalmente, o Brasil ainda não colocou em prática o monitoramento das ações previstas no Plano ABC, o que dificulta ainda mais avaliar os resultados e direcionar esforços necessários ao bom andamento e expansão do mesmo. Foi elaborado um Sistema Virtual Multi-Institucional de Mudanças Climáticas e Agricultura, o qual deveria estar funcionando desde o final de 2014 e que será responsável pelo recebimento e o processamento de informações, análise de imagens de satélite e de documentos referentes ao monitoramento das ações do ABC.

Para aumentar a aderência ao programa e garantir a adoção das práticas do Plano ABC no campo, o programa deve melhorar a comunicação das práticas aos produtores, engajando associações e sindicatos rurais em uma ampla divulgação. Também deve desburocratizar as contratações, deixar claro o impacto positivo na produção agropecuária e que a redução das emissões de GEE pode ser uma oportunidade para agregar valor à produção.

Nesse sentido, o estabelecimento da precificação do carbono e meios para comercializá-lo pode ser mais um estímulo ao produtor para a adoção de práticas de mitigação. Segundo atualização do Plano Clima (MAPA, 2013), esse assunto foi discutido em 2012 pelo Grupo de Trabalho Interministerial (GTI) sobre Mercado de Carbono. Esse GTI identificou que essa demanda tende a crescer e pode viabilizar a implementação das medidas previstas na PNMC, tendo em vista o compromisso brasileiro de reduzir suas emissões de GEE até 2020. Entretanto, esse planejamento encontra-se parado e uma análise de instrumentos de precificação ainda deve ser desenvolvida com a participação de diferentes atores e projetos de cooperação com organizações nacionais e internacionais.

## 2.5

### O PLANO SAFRA E O VOLUME DE CRÉDITO DESTINADO AO PROGRAMA ABC

O Plano Safra (Plano Agrícola e Pecuário) é desenvolvido pelo MAPA e é composto por políticas de apoio financeiro e técnico ao setor agropecuário brasileiro. É um instrumento que assegura recursos ao custeio da produção, comercialização e investimento agropecuário. Todos os anos, por volta do mês de abril/maio, é lançado o Plano do ano agrícola seguinte (<http://www.agricultura.gov.br/pap>).

O financiamento total proposto para a safra 2015/2016 foi de R\$ 187,7 bilhões, o que corresponde a um aumento de 17% em relação à safra 2014/2015. A Tabela 4 mostra os recursos do Plano Safra distribuídos entre as diferentes linhas de crédito disponibilizadas aos produtores rurais. Dentre essas linhas, nota-se que apenas o Programa ABC se refere a questões de mitigação de emissões GEE e de adaptação às mudanças climáticas. Mesmo com tal relevância, esse programa corresponde a apenas 1,6% do valor de todo o financiamento do setor agropecuário (R\$ 3 de R\$ 187,7 bilhões) (Figura 25). Houve, portanto uma redução de 33% do volume de recurso destinado à agricultura de baixo carbono em relação ao ano anterior, e as taxas de juros passaram de 4,5 a 5% para 7,5 a 8% neste último plano.

Programa	Recursos Programados	Limite de Crédito/ Beneficiário	Prazo Máximo	Carência	Taxa de Juros
	(R\$ bilhões)	(R\$ milhões)	(anos)		(%)
<b>Custeio</b>					
Pronamp	13,6	0,71	2	Não tem	7,75
Estocagem de álcool (I)	2,0	Não tem	270 dias	Não tem	TJLP + 2,7
Outros	80,9	1,2	2	Não tem	8,75 (II)
<b>Investimento</b>					
Pronamp	5,29	0,385	12	2	7,5
<b>ABC</b>	<b>3,0</b>	<b>2,0 (IV)</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>7,5 (V)/8,0 (VI)</b>
Procap-Agro	0,34	50,0	6	2	7,5
Procap-Agro (integralização de cotas-partes)	0,34	50,0	6	2	7,5
Procap-Agro (capital de giro)	1,65	Até 20.000/ de 20.000 à 60.000	2	0,5	8,75/10,5
PCA	2,0	7,0 até 90 milhões de RBA e 9,5% acima de R\$90 milhões de RBA	15	3	7,5
Moderfrota	10,0	Não tem	8	2	7,5 até 90 milhões de RBA e 9,0 acima de 90 milhões de RBA (VII)
PSI (cerealistas)	0,4	7,5 até 90 milhões de RBA e 9,0% acima de R\$ 90 milhões de RBA	15	3	9,0 até 90 milhões de RBA e 10,0 acima de 90 milhões de RBA
PSI (rural)	10,0	Não tem	10	3	7,0 até 90 milhões de RBA e 9,5 acima de 90 milhões de RBA
Inovagro	1,4	1,0	10	3	7,5
Moderagro	0,4	0,8 (VIII)	10	3	8,75
Moderinfra (agricultura irrigada)	0,29	2 (III)	12	3	8,75
Moderinfra (modernização e reforma de armazéns)	0,29	2	12	3	7,5
ProRenova (rural e industrial)	1,5	Não tem (I)	6	1,5	TJLP + 2,7%
<b>TOTAL (R\$ bilhões) (IX)</b>	<b>187,7</b>				

(I) Observadas as políticas do BNDES. (II) 10,5% ao ano para financiamento de comercialização às agroindústrias e cerealistas. (III) Limite de crédito coletivo: R\$ 6 milhões. (IV) Limite para plantio comercial de florestas: produtores com até 15 módulos fiscais: R\$ 3 milhões. Acima de 15 módulos: R\$ 5 milhões. (V) Produtores do Pronamp. (VI) Demais produtores. (VII) RBA: Renda Bruta Anual. (VIII) Limite para crédito coletivo: R\$ 2,4 milhões. (IX) Inclui recursos livres.

Tabela 4: Plano Safra 2015/2016: recursos programados para custeio e investimento

Fonte: MAPA (<http://www.agricultura.gov.br/pap>)

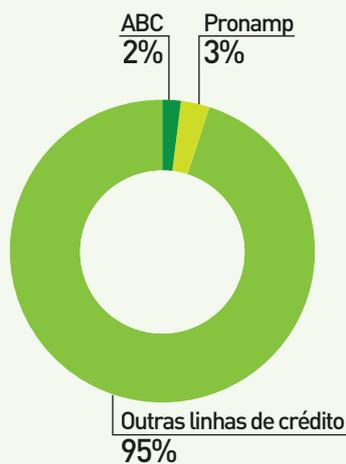


Figura 25: participação do Programa ABC no total dos recursos destinados ao financiamento da agropecuária brasileira (Plano Safra – R\$ 187,7 bilhões)

Segundo o MAPA, os produtores rurais brasileiros já haviam contratado, entre julho e agosto de 2014, 19% (R\$ 29,1 bilhões) dos R\$ 156,1 bilhões destinados ao Plano Safra 2014/2015. Entretanto, o Programa ABC, que permite limite de crédito de R\$ 2 milhões por beneficiário, apresentava contratação de apenas R\$ 0,4 bilhão. Já o Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural (Pronamp), destinado ao médio produtor rural, que permite o financiamento de R\$ 660 mil (custeio) e R\$ 400 mil (investimentos) por beneficiário, havia chegado a R\$ 2,4 bilhões em contratações, quantia seis vezes maior que o Plano ABC. A redução dos recursos destinados ao Plano ABC para a Safra 2015/2016 pode ser um reflexo da baixa contratação dessa linha de crédito observada nos anos anteriores (Tabela 3). O baixo investimento do governo federal no Programa ABC mostra uma mudança de foco do setor que destina os investimentos à produção agrícola sem pré-requisitos climáticos justamente em um ano onde novos acordos internacionais serão firmados em Paris na COP 21.

## 2.6 PRONAF

Anualmente, o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) lança o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), com vigência de julho a junho do ano seguinte. Os recursos são liberados pelo MDA e, em doze anos, o crédito ofertado por esse plano cresceu mais de dez vezes – de R\$ 2,3 bilhões (Safra 2002/2003) para R\$ 24,1 bilhões (Safra 2014/2015) ([http://www.mda.gov.br/plano\\_safra/](http://www.mda.gov.br/plano_safra/)). Nesse período, a renda da agricultura familiar cresceu mais de 50%, o que permitiu que cerca de 4 milhões de pessoas ascendessem para a classe média, segundo o próprio MDA.

Do montante liberado na Safra 2014/2015, R\$ 16,5 bilhões ou 77% já haviam sido financiados de julho de 2014 a janeiro de 2015 em 1,2 milhão de contratos, segundo o MDA. Desses, R\$ 9 bilhões foram destinados para operações de investimento, como aquisição de maquinário, sistema de irrigação e recuperação de pastagens. Os R\$ 7,4 bilhões restantes foram para operações de custeio, as quais compreendem a compra de insumos e fertilizantes, produção de mudas, aquisição de sementes e beneficiamento e/ou industrialização do produto gerado pelo financiamento contratado.

Assim como o Pronamp, é evidente que as ações contempladas pelo Pronaf poderiam somar aos esforços de redução das emissões de GEE ou sequestro de carbono. Contudo, não há menção de assessorar a agricultura familiar a implementar tais práticas, principalmente no que se refere a utilização de fertilizantes nitrogenados e na recuperação de pastagens.

## Pronaf não inclui redução de emissões em suas metas

O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar tem o objetivo de aumentar a renda do agricultor familiar, promover inovação e tecnologia e estimular a produção de alimentos. Porém, o Plano não demonstra esforços relacionados a ações de mitigação de emissões de GEE ou de processos de adaptação dos produtores familiares às mudanças climáticas, deixando, assim, uma lacuna de oportunidade de mobilizar grande fatia da sociedade na transição para uma nova agricultura de baixas emissões.

Segundo o Censo Agropecuário de 2006, o Brasil possui mais de 4,5 milhões de propriedades familiares, o que representa 84% dos estabelecimentos rurais do país, ocupando cerca de 105 milhões de hectares. Esses produtores são responsáveis por 33% do Produto Interno Bruto (PIB) e empregam 74% da mão de obra no campo.

## 2.7 PLANO MAIS PECUÁRIA

O MAPA lançou, em fevereiro de 2014, o Plano Mais Pecuária com o objetivo de aumentar de forma sustentável a produtividade e a competitividade da pecuária bovina de leite e de corte (<http://www.agricultura.gov.br/mais-pecuaria>). O Plano será executado através de dois programas –o Mais Leite e o Mais Carne –, sendo que cada programa está organizado em quatro eixos: melhoramento genético, ampliação de mercados, incorporação de tecnologias, e segurança e qualidade dos produtos. A proposta tem prazo de até dez anos, portanto suas metas deverão ser atingidas até 2024, e um comitê gestor discutirá os projetos prioritários para o setor. A principal meta é de aumentar a produção brasileira de leite em 40% nos próximos dez anos e a produção e a produtividade de carne em 40 e 100%, respectivamente. De acordo com a proposta, a taxa de lotação passaria dos atuais 1,3 para 2,6 animais/ha sem a necessidade de expansão da fronteira agrícola. A intensificação poderá liberar 46,2 milhões de hectares para outras atividades, segundo o MAPA.

## Mais eficiência na produção, menos emissão de GEE

O Plano Mais Pecuária não menciona metas ou objetivos explicitamente relacionados à redução de emissões de GEE, porém a proposta de intensificação da produção tenderá a um aumento de produtividade e possivelmente a redução de emissões de GEE por animal por hectare. O aumento da produção afetará diretamente o aumento de emissões de GEE, porém, se a eficiência do rebanho aumentar, as emissões por animal/hectare ou por quilo de carne ou leite tenderão a diminuir. Assim, seria importante que as propriedades contempladas pelo Mais Carne fossem assistidas com sistemas de monitoramento das emissões de GEE.

Está em elaboração a linha de crédito Intensifica Pecuária, que engloba um conjunto de tecnologias e mecanismos de gestão que irão aprimorar os processos produtivos a fim de garantir melhor qualidade da carne, reduzir os custos de produção e fornecer alimentos mais seguros ([http://www.pecuariasustentavel.org.br/gtps/SAE-Sergio\\_Margulis.pdf](http://www.pecuariasustentavel.org.br/gtps/SAE-Sergio_Margulis.pdf)). De maneira geral, essa proposta contempla nove pontos de controle que serão verificados conforme sua implementação, como mostra a Figura 26.

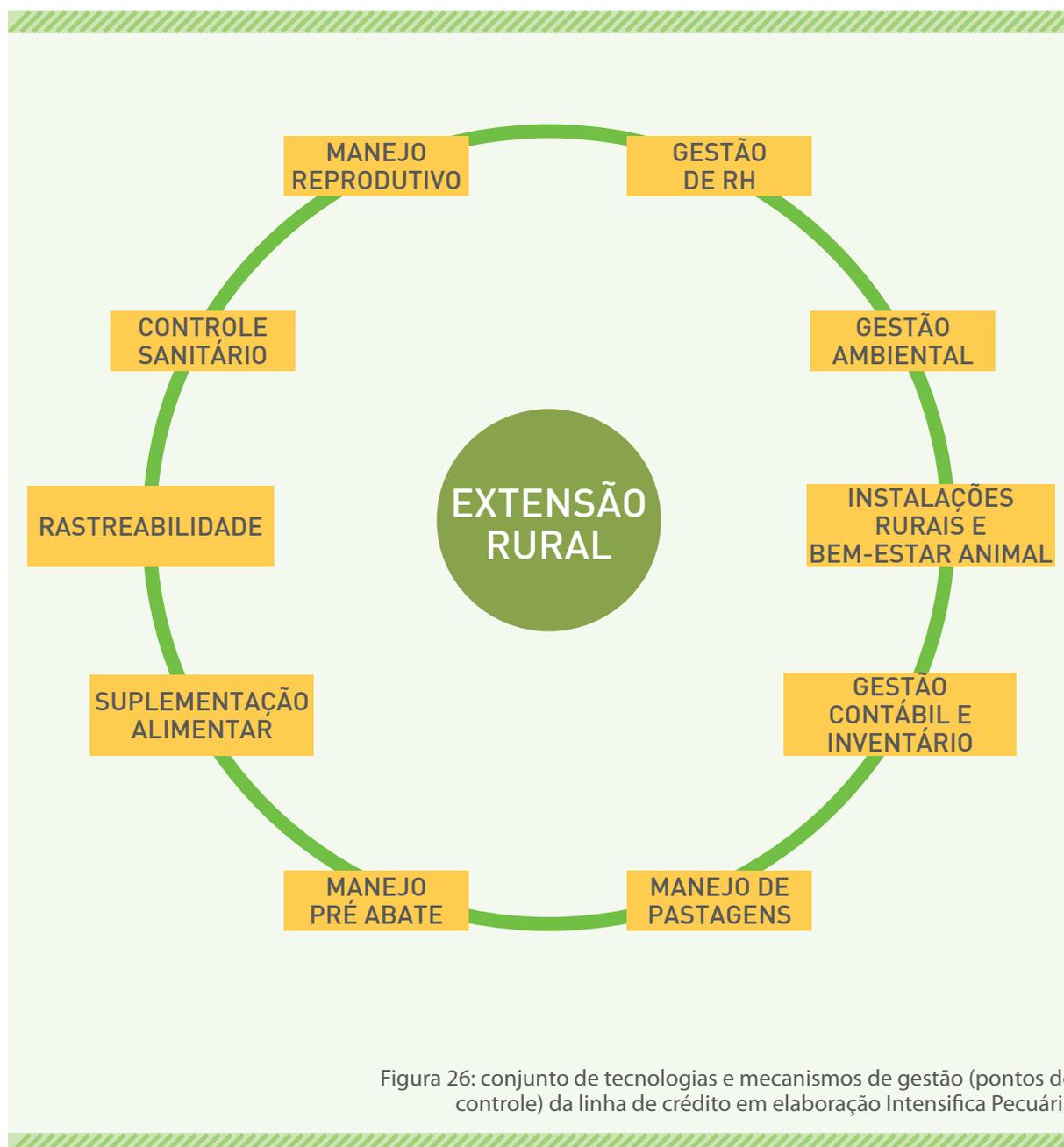
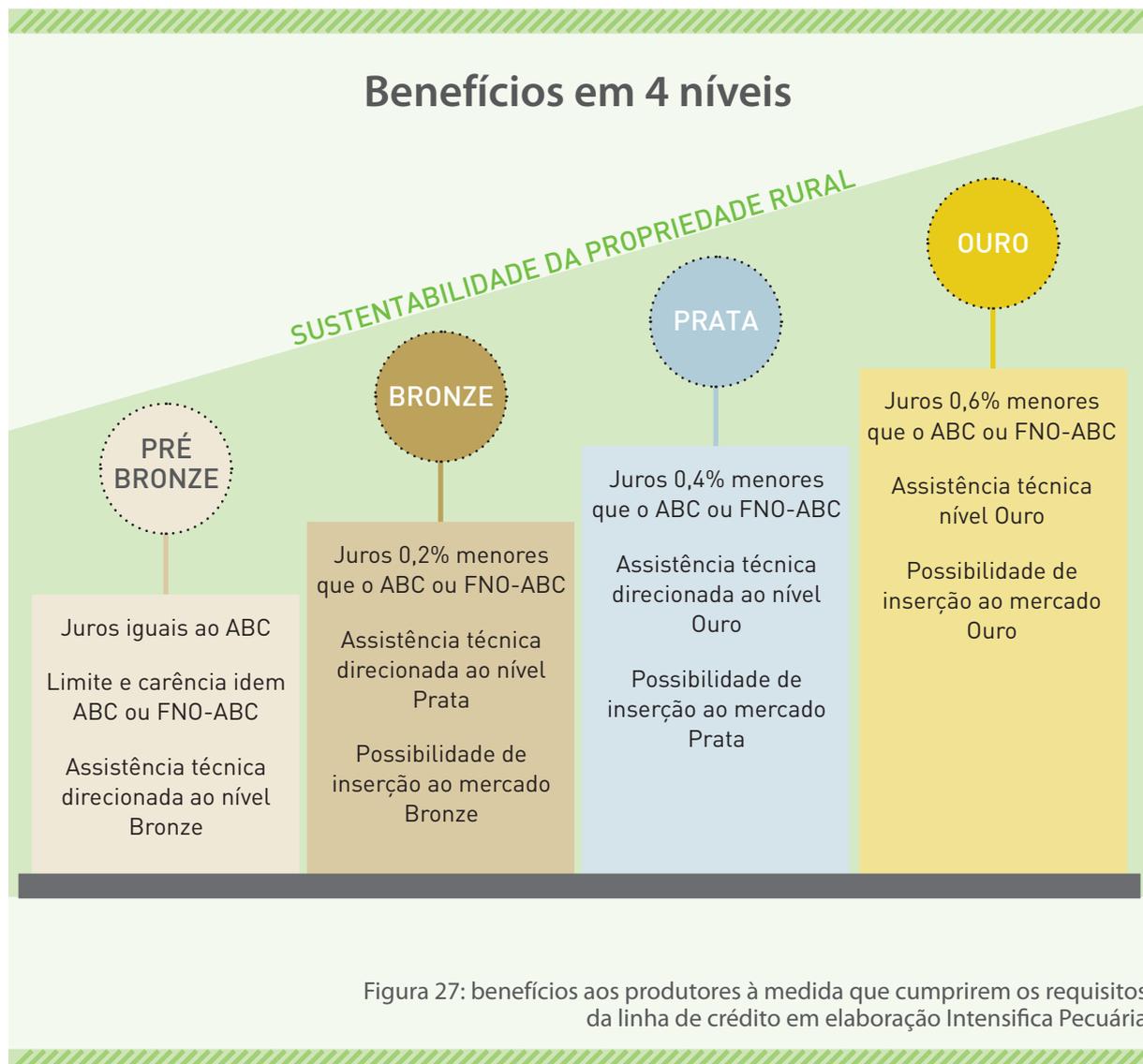


Figura 26: conjunto de tecnologias e mecanismos de gestão (pontos de controle) da linha de crédito em elaboração Intensifica Pecuária

Fonte: Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (SAE/PR)

Nessa linha de crédito, os produtores serão beneficiados à medida que cumprirem os itens dessa lista de verificação. Uma vez cumpridos os percentuais mínimos, o produtor se beneficia progressivamente de taxas de juros mais baixas e de assistência técnica direcionada ao nível produtivo em que se encontra. Dessa forma, aumenta-se a possibilidade de inserção de seu produto (carne) em um mercado de melhor remuneração pela qualidade e segurança alimentar. A Figura 27 explica como os benefícios são disponibilizados conforme a adoção das práticas de sustentabilidade ambiental e melhoria na gestão da fazenda.



Fonte: Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (SAE/PR)

Essa linha de crédito não menciona atributos de redução de emissões. De qualquer forma, a melhoria no manejo, suplementação, manejo pré-abate, entre outros, levam a uma melhoria na eficiência produtiva e possivelmente na redução de emissões por quilo de carne produzido. Seria interessante incluir critérios de baixas emissões de GEE na lista de pontos de controle dessa linha de crédito para garantir que a intensificação não causará aumento nas emissões.

Outra política que pode estimular práticas de mitigação das emissões de GEE pelo setor agropecuário é o Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA). O PSA é um mecanismo que atribui valor e remunera quem gera benefícios ambientais adicionais ao mesmo tempo que utiliza os recursos naturais. Esses benefícios podem estar relacionados, por exemplo, a sistemas que além de produzirem alimento ou materiais de consumo, reduzem suas emissões de GEE, promovam a conservação do solo, da biodiversidade e da paisagem, assim como a conservação e produção de água.

**A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO-ONU), em um relatório publicado em 2008, indica que os PSA são uma das principais maneiras de se evitar a perda da vegetação nativa devido à expansão da agropecuária. Nessa mesma lógica, o pagamento por sequestro de carbono no solo e redução das emissões é um serviço ambiental com grande potencial a ser explorado no Brasil.**

Todas as propostas de PSA vinculadas ao recebimento de recursos públicos no Brasil são avaliadas pelo governo. Assim, as iniciativas privadas que não se enquadram nos modelos públicos preestabelecidos não são elegíveis para os PSA. Segundo a publicação *Sistemas Estaduais de Pagamento por Serviços Ambientais – Relatórios Estaduais* (Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2014), seis estados brasileiros já possuíam legislação sobre PSA aprovada no ano de 2010 e, desde então, vêm trabalhando em suas implementações: Amazonas, Acre, São Paulo, Espírito Santo, Minas Gerais e Paraná.

As políticas de PSA desenvolvidas por esses estados têm focado, de maneira geral, na conservação e recuperação da cobertura florestal e dos recursos hídricos. Ao recuperar Áreas de Preservação Permanente (APP), por exemplo, há melhorias na infiltração da água no solo, proteção do solo e redução da sedimentação dos cursos d'água e sequestro de carbono, além da reconstituição de habitat para a vida selvagem.

## Código Florestal, incentivos econômicos e emissões de GEE

O novo Código Florestal, publicado em maio de 2012 (Lei Federal nº 12.651), trata explicitamente de incentivos para o balanço de carbono na agropecuária. O Artigo 41 define que o Poder Executivo Federal deveria instituir um “programa de apoio e incentivo à conservação do meio ambiente, bem como para adoção de tecnologias e boas práticas que conciliem a produtividade agropecuária e florestal, com redução dos impactos ambientais, como forma de promoção do desenvolvimento ecologicamente sustentável...”. Seu Item I especifica o “pagamento ou incentivo a serviços ambientais como retribuição, monetária ou não, às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas e que gerem serviços ambientais”, incluindo “o sequestro, a conservação, a manutenção e o aumento do estoque e a diminuição do fluxo de carbono” entre outros serviços ambientais possíveis de reconhecimento pela lei.

Entretanto, até o momento os incentivos econômicos não foram definidos nem regulamentados pelo governo federal e pelos governos estaduais. Essa tem sido uma lacuna muito importante para a implementação do Código Florestal, que continua contando somente com a abordagem de comando e controle para o seu cumprimento. Os incentivos econômicos são fundamentais para os avanços no Código Florestal, que se inicia pelo registro de todos os imóveis rurais do país no CAR (Cadastro Ambiental Rural) até maio de 2016 – o prazo de maio de 2015 foi prorrogado por um ano.

A posterior execução do PRA (Programa de Regularização Ambiental) resultará na restauração e proteção da vegetação nativa, com consequências diretas para o balanço de emissões de uso da terra e da agropecuária. Portanto, interessa às metas brasileiras de redução das emissões os incentivos econômicos que alavanquem a implementação do Código Florestal.

No estado de São Paulo, por exemplo, o Programa Remanescentes Florestais contempla atividades específicas, como sistemas agroflorestais e silvopastoris, e processos que contribuem para a redução de assoreamento de rios e erosão de solos.

Em nível nacional, a Agência Nacional de Águas (ANA), vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, tem, desde 2014, suportado o Programa Produtor de Água (PPA) (<http://produtordeagua.ana.gov.br/>). Esse programa consiste basicamente na apresentação de propostas para a proteção de mananciais e PSA em todo o país. Até 2015, 38 projetos foram aprovados pelo programa e vêm sendo executados, abrangendo uma área de 400 mil hectares, das quais mais de 45 mil hectares já foram recuperados. Estima-se que 1,2 mil produtores recebem por esses serviços ambientais prestados e impactam positivamente a vida de 35 milhões de pessoas (ANA, 2015).

## Produzindo água e removendo carbono

Os projetos aprovados pelo Programa Produtor de Água, da Agência Nacional de Águas, abrange uma área de 400 mil hectares de mananciais em todo o país, das quais mais de 10% dessa área já foi recuperada (<http://produtordeagua.ana.gov.br>). Utilizando a ferramenta EX-ACT da FAO (Bernoux *et al.*, 2011), o Imaflora estima que, até o momento, essa área recuperada (45 milhões de ha) sequestre por volta de 3 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>e até 2020, o que representa aproximadamente 2% da meta do Plano ABC de redução de GEE.

Entretanto, caso toda a área abrangida por esse programa fosse recuperada esse ano (400.000 ha), o sequestro de carbono seria de aproximadamente 30 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>e até 2020, ou seja, aproximadamente 3% da atual meta brasileira de redução das emissões de GEE pelo PNMC (cerca de 1.200 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>e até 2020). Nesse sentido, fica evidente que esse projeto tem gerado uma significativa situação de ganha-ganha, produzindo água e removendo carbono da atmosfera. Portanto, deve não somente ser apoiado, mas replicado e expandido.

Contudo, pouco enfoque ainda tem sido dado à redução das emissões de GEE na produção agropecuária especificamente. Assim, devido ao enorme potencial de redução de GEE pela agropecuária brasileira (Tabela 2), os PSA podem ser um importante mecanismo de estímulo à adoção de práticas que reduzam as emissões de GEE desse setor, conjuntamente com a conservação do solo, da água e de áreas de vegetação nativa. Para isso, é evidente que projetos de PSA ligados à produção agropecuária deveriam ter maior inserção nas pautas de gestão estaduais e serem conectados aos programas federais de financiamento agropecuários, como o Programa ABC.

## RESUMO DOS OBJETIVOS, AÇÕES E METAS DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DOS PLANOS E POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O SETOR AGROPECUÁRIO

PLANO OU POLÍTICA	OBJETIVOS E AÇÕES	META DE REDUÇÃO DE EMISSÕES
<b>Plano Clima e PNMC</b>	<p>Ações relacionadas à agropecuária e mudança de uso da terra:</p> <p>reduzir em 80% a taxa de desmatamento na Amazônia e em 40% no Cerrado;</p> <p>adotar intensivamente práticas sustentáveis na agricultura;</p> <p>ampliar a eficiência energética</p>	Entre 1.168 e 1.259 Mt CO <sub>2</sub> e
<b>Plano ABC</b>	<p>Recuperação de pastagens degradadas</p> <p>Integração Lavoura-Pecuária-Floresta</p> <p>Sistema Plantio Direto</p> <p>Fixação biológica do nitrogênio</p> <p>Florestas plantadas</p> <p>Tratamento de dejetos animais</p> <p>Adaptação às mudanças climáticas</p>	Entre 144 e 173 Mt CO <sub>2</sub> e
<b>Plano Safra Agrícola e Pecuário</b>	<p>Objetivos relacionados à redução de emissões de GEE:</p> <p>incentivar as boas práticas agrícolas e pecuárias;</p> <p>incentivar a agricultura de baixo carbono, reforçando o apoio às práticas agrônômicas que assegurem a mitigação dos gases causadores de efeito estufa;</p> <p>fortalecer a produção de biocombustíveis</p>	Não existem metas específicas de redução de emissões de GEE
<b>Pronaf</b>	<p>O objetivo é aumentar a renda do agricultor familiar, inovação e tecnologia, e estímulo à produção de alimentos. O Plano não demonstra esforços relacionados a ações de mitigação de emissões de GEE ou de processos de adaptação.</p>	
<b>Programa Mais Pecuária</b>	<p>O objetivo é aumentar de forma sustentável a produtividade e a competitividade da pecuária bovina de leite e de corte. A principal meta é aumentar a produção em 40% e a produtividade em 100%. Esse plano não menciona metas relacionadas à redução de emissões, porém a proposta de intensificação da produção tenderá a um aumento de produtividade e possivelmente à redução das emissões de GEE por leite e carne produzidos.</p>	

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da análise dos resultados do SEEG, é possível verificar que o Brasil é atualmente um dos principais emissores de GEE do mundo, ocupando a segunda posição quando se trata das emissões pelo setor da agropecuária.

No Brasil, as atividades agrícolas e a produção animal são responsáveis pela emissão de quase 30% das emissões nacionais, ficando atrás apenas dos setores de Uso da Terra e Energia. Entretanto, essas emissões têm crescido significativamente nos últimos 40 anos, passando de 161 Mt CO<sub>2</sub>e em 1970 para 418 Mt CO<sub>2</sub>e em 2013 – um aumento de 160%.

As principais fontes de emissão pela agropecuária brasileira são a fermentação entérica (majoritariamente pelos bovinos de corte – aproximadamente 60% das emissões totais), seguida pelos solos agrícolas, cultivo do arroz irrigado e queima de resíduos agrícolas.

Geograficamente, essas emissões eram concentradas nos estados do Sudeste e Sul do país. Entretanto, estão avançando rumo à Amazônia à medida que a fronteira agrícola avança nessa direção. Esse fato pode ser evidenciado pelo perfil das emissões de GEE estaduais. No começo dos anos 1970, o Rio Grande do Sul era o principal emissor. Atualmente, o Mato Grosso ocupa essa posição, emitindo 13% do total das emissões do setor. Estados como Pará e Rondônia, que antes ocupavam as últimas posições, hoje contribuem conjuntamente com mais de 10% das emissões nacionais.

Entre 2008 e 2010, o governo brasileiro estabeleceu compromissos e políticas nacionais relevantes para tratar a questão climática nacional, como o Plano Clima e a Política Nacional de Mudanças Climáticas. Essas iniciativas culminaram na elaboração de metas de redução a serem cumpridas até 2020 (redução de 36% das emissões projetadas até 2020) e de planos setoriais como meios para atingir esse objetivo.

No caso da agropecuária, foi elaborado o Plano ABC, que conta com práticas de manejo que vão desde a recuperação de pastagem, passando pelo uso de inoculantes em culturas agrícolas para fixar nitrogênio no solo, integração lavoura-pecuária-floresta e florestas plantadas, até a adoção de sistema de plantio direto para cultivo do solo e de tecnologias para tratamento de dejetos animais.

O Plano ABC é apoiado pelo Programa ABC como meio de financiamento de suas práticas, o qual foi inserido no Plano Safra. Contudo, apenas 1,6% do orçamento do Plano Safra 2015/2016 é destinado ao Programa ABC, dificultando o cumprimento das metas brasileiras de redução de emissões. O programa também sofre com baixo conhecimento pelos agentes bancários, alta burocracia para obtenção do crédito e juros não atrativos comparados a outras linhas de financiamento disponíveis. Esses fatores têm comprometido a aderência desse plano entre os produtores e sua adoção em larga escala.

Adicionalmente, poucos esforços têm sido feitos para monitorar o efeito dos recursos investidos na redução das emissões nacionais de GEE. Conjuntamente com o atraso no monitoramento, o governo brasileiro também tem atrasado a revisão do Plano Clima, o qual deveria ser feito bianualmente e desde 2008 teve apenas uma atualização.

Avançar na coordenação entre os setores produtivos e alinhar todas as políticas públicas agropecuárias às metas de redução de emissões de GEE permitiriam que o Brasil cumprisse não apenas com os compromissos climáticos firmados, mas também incorporasse um modelo de crescimento e gestão baseado em baixas emissões de GEE.

Nesse sentido, abaixo seguem algumas recomendações para os planos e políticas governamentais se tornem mais efetivos na redução das emissões pela agropecuária brasileira.

## Plano Clima e Política Nacional sobre Mudança do Clima

- Revisão periódica do Plano Clima, conforme disposto no decreto da Política Nacional sobre Mudança do Clima.
- Apoiar a criação e operacionalização da Plataforma de Dados de Emissões de Gases de Efeito Estufa.
- Acelerar a implementação de um sistema de precificação do carbono no Brasil.
- Fortalecer a integração das políticas e planos setoriais (PNMC, Plano ABC, Plano Safra, Plano da Agricultura Familiar, PPCDAm, PPCerrado, etc.).
- Integrar o setor da agropecuária com a geração de energia.
- Revisar as metas de redução de emissões e os investimentos financeiros que serão destinados a cada setor para que o compromisso nacional seja alcançado até 2020.

## Plano e Programa ABC

- Revisão do Plano ABC conforme previsto do decreto regulamentador da PNMC.
- Ampliar o ABC para além da propriedade rural para abranger um escopo de gestão territorial.
- Monitorar se os financiamentos concedidos no âmbito do Programa ABC estão realmente promovendo a redução das emissões.
- Garantir que o financiamento chegue ao campo, reduzindo a burocracia necessária para os produtores acessarem o crédito.
- Validar as práticas de baixa emissão de carbono implementadas, realizando o monitoramento dos projetos.
- Conduzir avaliações efetivas e transparentes da real aplicação dos recursos do Plano ABC nas ações de baixo carbono.
- O diferencial de juros para o Programa ABC em relação aos outros programas de crédito agrícola deve ser baixo para estimular o produtor a fazer essa opção.
- Aumentar o montante de recursos do programa.<sup>2</sup>
- Aperfeiçoar os subprogramas existentes, principalmente aqueles relacionados ao melhoramento das práticas agronômicas para intensificação da pecuária extensiva de corte.
- Ampliar a oferta de projetos amparados pelo programa relacionados ao ganho de produtividade na pecuária de corte, como melhoramento genético, controle de doenças, novas tecnologias reprodutivas (FIV, Inseminação em Tempo Fixo – IATF), entre outros.
- Promover o uso eficiente de fertilizantes nitrogenados com o objetivo de reduzir o volume utilizado sem perda de produtividade.
- Incluir nos itens financiáveis a mecanização da colheita de cana-de-açúcar.<sup>2</sup>

- Fortalecer as ações de capacitação de produtores e assistência técnica.
- Aumentar as campanhas de disseminação do programa, principalmente na região Norte do país.
- Definir as ações relacionadas à adaptação para o setor agropecuário.
- Revisar a metodologia do IPCC utilizada no Inventário Nacional para incluir o balanço de carbono na agropecuária (sequestro-emissão), tornando o cálculo mais preciso e incorporando todo o potencial do setor em reduzir as emissões de GEE.

## Plano Safra

- Todos os programas de crédito rural do Plano Safra deveriam incorporar e priorizar ações de baixo carbono na agricultura e não somente o Plano ABC.
- Ampliar o financiamento e as pesquisas para a produção eficiente de arroz sequeiro, evitando o aumento da produção de arroz irrigado.
- Avaliar o uso eficiente de adubação nitrogenada ao financiar culturas altamente dependentes deste insumo.
- Incentivar financiamentos para construção de compostagem, separadores de sólidos e biodigestores em sistemas de manejo de dejetos em áreas agrícolas.
- Incentivar financiamentos para integração envolvendo lavoura, pecuária e floresta.

## Plano Safra da Agricultura Familiar

- Incluir, em seus objetivos, ações que promovam a redução de emissões de GEE, principalmente as ações contempladas no Plano ABC e as boas práticas de manejo de gado de corte e leite e uso eficiente de fertilizantes nitrogenados.
- Incentivar a produção de arroz sequeiro e desestimular o crescimento da área de arroz irrigado sob manejo do solo convencional.

## Plano Mais Pecuária

- Promover técnicas de ganho de eficiência na produção de carne e leite.
- O monitoramento do plano deve incluir indicadores de redução ou aumento de emissões para garantir que o aumento de produção e produtividade auxilie na redução de emissões de GEE, contribuindo assim com a meta nacional.

## Pagamento por Serviços Ambientais

- Fundamentar, no uso da política de Pagamento por Serviços Ambientais, a adoção de boas práticas agropecuárias voltadas à redução das emissões de GEE.
- Desenvolver e implementar incentivos econômicos para cumprimento do código florestal.

## LIMITAÇÕES E FUTURAS MELHORIAS PARA AS ESTIMATIVAS DO SEEG

O cálculo das emissões pela agropecuária desenvolvido pelo SEEG é baseado no 3º Inventário Nacional de Emissão e Remoção de GEE, o qual, por sua vez, é baseado na metodologia do IPCC (IPCC, 1996). Para efetuar esses cálculos, necessita-se, basicamente, de dois tipos de informações: dados de atividade (exemplo: área produzida e número de cabeças de animais) e fatores de emissão (quantidade de GEE emitida pela atividade agropecuária). Entretanto, como o SEEG utiliza apenas dados públicos para efetuar sua estimativa, a ausência de algumas informações detalhadas no Inventário Brasileiro e de alguns dados de atividade, certas estimativas foram relativamente difíceis de serem replicadas. São elas:

- Emissões decorrentes do **uso de fertilizantes nitrogenados** por unidade da Federação foram calculadas com base em dados da Associação Nacional para a Difusão de Adubos (ANDA). Como esses dados não são públicos e os relatórios são comercializados, eles foram obtidos na biblioteca da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq/USP) e no site do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).
- Emissões por solos orgânicos ainda não levam em conta a área efetivamente cultivada desses solos, assumindo-se um percentual fixo, não importando a unidade da federação ou região onde esses solos estão localizados. Esse aspecto pode estar levando a estimativas superestimadas por esse subsetor da agropecuária.

### Recomendações para melhorar as informações:

- Apesar do 3º Inventário Brasileiro já contar com FE específicos para o Brasil, necessita-se ampliar o desenvolvimento de FE específicos para os demais subsetores da agropecuária, como os relacionados às emissões pela fertilização nitrogenada, uma vez que os fatores fornecidos pelo IPCC não são adequados às condições nacionais. Como consequência, esses valores podem não estar resultando em estimativas precisas e atrasando a elaboração de meios capazes de reduzir essas emissões.
- Pesquisas deverão ser ampliadas para elaborar metodologias mais robustas para que as práticas de baixo carbono possam ser consideradas na estimativa, como é o caso da remoção de CO<sub>2</sub> da atmosfera e acúmulo de carbono no solo causado pela prática do sistema de plantio direto e manejo de pastagens, ainda não contabilizado.
- Os relatórios de referência do Inventário Brasileiro devem ser disponibilizados de forma integral e detalhados para assim facilitar a replicabilidade da metodologia utilizada.
- Avaliar meios de colaboração entre a sociedade civil, o governo e as instituições que possuem dados fundamentais para o cálculo das emissões do setor, assim tornando a estimativa mais precisa e transparente.

**Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA)**

<http://www.anda.org.br/index.php?mpg=03.00.00>

ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos, Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes, 1990. São Paulo, 1991.

ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos, Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes, 2000. São Paulo, 2001.

ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos, Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes, 2013. São Paulo, 2014.

**Itaipu (2009) – Biodigestores**

<http://www.itaipu.gov.br/sala-de-imprensa/itaipunamidia/itaipu-transformara-poluicao-em-renda>

**Brasil (2008) – Plano Nacional do Clima – Plano Clima**

<http://www.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima/plano-nacional-sobre-mudanca-do-clima>

**Brasil (2009) – Política Nacional sobre Mudança Climática (PNMC)**

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm)

[http://www.mma.gov.br/estruturas/169/\\_arquivos/169\\_29092008073244.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/169/_arquivos/169_29092008073244.pdf)

**Brasil (2013) - Plano Nacional do Clima – Plano Clima – atualização**

[http://www.mma.gov.br/images/editais\\_e\\_chamadas/atualizacao%20plano%20clima%20\\_verso%20consulta%20pblica%20marca%20dagua.pdf](http://www.mma.gov.br/images/editais_e_chamadas/atualizacao%20plano%20clima%20_verso%20consulta%20pblica%20marca%20dagua.pdf)

**Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - Esalq/Usp (Cepea)**

[http://www.cepea.esalq.usp.br/comunicacao/Cepea\\_PIB\\_BR\\_dez12.pdf](http://www.cepea.esalq.usp.br/comunicacao/Cepea_PIB_BR_dez12.pdf)

**Governo do Estado de São Paulo**

<http://www.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/files/2011/10/protocoloAgroindustriais.pdf> <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=13463>

[http://www.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/files/2014/05/Resultados-safra-2013\\_2014-Etanol-Verde.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/files/2014/05/Resultados-safra-2013_2014-Etanol-Verde.pdf)

**Fertilizantes Heringer**

[http://www.heringer.com.br/heringer/web/conteudo\\_pt.asp?idioma=0&conta=28&tipo=2265](http://www.heringer.com.br/heringer/web/conteudo_pt.asp?idioma=0&conta=28&tipo=2265)

**IBGE – Produção Agrícola Municipal (1990-2013)**

<http://www.sidra.ibge.gov.br>

**Instituto O Direito por um Planeta Verde (2014)**

Sistemas Estaduais de Pagamento por Serviços Ambientais. Relatórios Estaduais. Paula Lavratti, Guillermo Tejeiro e Marcia Stanton, organizadores. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2014 (Direito e Mudanças Climáticas; 7). 309 p. [http://www.planetaverde.org/arquivos/biblioteca/arquivo\\_20140803211247\\_8261.pdf](http://www.planetaverde.org/arquivos/biblioteca/arquivo_20140803211247_8261.pdf)

## Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)

### MAPA (2010) - Plano ABC

[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/download.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/download.pdf)

[http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80076/Plano\\_ABC\\_VERSAO\\_FINAL\\_13jan2012.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80076/Plano_ABC_VERSAO_FINAL_13jan2012.pdf)

[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/camaras\\_setoriais/Cacau/18RO/App\\_ABC.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Cacau/18RO/App_ABC.pdf)

### Plano Agrícola e Pecuário

<http://www.agricultura.gov.br/pap>

### Plano Safra

[http://www.mda.gov.br/portalmda/sites/default/files/user\\_arquivos\\_278/cartilha\\_0.pdf](http://www.mda.gov.br/portalmda/sites/default/files/user_arquivos_278/cartilha_0.pdf)

### Valor Bruto da Produção (VBP)

<http://www.agricultura.gov.br/ministerio/gestao-estrategica/valor-bruto-da-producao>

## Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)

BRASIL, MCTI a. Emissões de Metano por Fermentação Entérica e Manejo de Dejetos de Animais. Relatórios de Referência: Agricultura. 3º Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, Brasília, DF: MCTI, 2014. Versão para consulta pública em outubro de 2014 (<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/360077.html>).

BRASIL, MCTI b. Emissões de Óxido Nitroso de Solos Agrícolas e de Manejo de Dejetos. Relatórios de Referência: Agricultura. 3º Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, Brasília, DF: MCTI, 2014. Versão para consulta pública em outubro de 2014 (<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/360077.html>).

BRASIL, MCTI c. Emissões de Metano do Cultivo de Arroz. Relatórios de Referência: Agricultura. 3º Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, Brasília, DF: MCTI, 2014. Versão para consulta pública em outubro de 2014 (<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/360077.html>).

## Observatório do ABC

<http://www.observatorioabc.com.br/>

## Outlook Fiesp 2023

<http://www.fiesp.com.br>

## Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC)

Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC – 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, 996 pp.

Intergovernmental Panel On Climate Change – IPCC – 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston HS, Buendia L, Miwa K, Ngara T, Tanabe K, editors, Japan: IGES; 2006. Disponível em: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>. Acesso em: junho de 2014.

## Plano ABC – Banco do Brasil

[http://www.bb.com.br/portalbb/page100,8623,8653,0,0,1,1.bb?codigoNoticia=30750&codigoMenu=11720&-codigoRet=11766&bread=2\\_1](http://www.bb.com.br/portalbb/page100,8623,8653,0,0,1,1.bb?codigoNoticia=30750&codigoMenu=11720&-codigoRet=11766&bread=2_1)

## Plano Mais Pecuária

<http://www.agricultura.gov.br/mais-pecuaria>

## Projeções do Agronegócio Brasil 2012/13 a 2022/23 – MAPA

[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/projecoes%20-%20versao%20atualizada.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/projecoes%20-%20versao%20atualizada.pdf)

## Projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil – CETESB

<http://www.cetesb.sp.gov.br/mudancas-climaticas/biogas/Projetos%20de%20MDL/22-Projetos%20de%20MDL>

## Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (SAE)

<http://www.sae.gov.br/site/?p=23465>

[http://www.pecuariasustentavel.org.br/gtps/SAE-Sergio\\_Margulis.pdf](http://www.pecuariasustentavel.org.br/gtps/SAE-Sergio_Margulis.pdf)

## Sistema de Estimativas de Emissões

<http://seeg.observatoriodoclima.eco.br/>

## Demais Literaturas Consultadas

Amon, B., Kryvoruchko, V., Amon, T., Zechmeister-Boltenstern, S. Methane, nitrous oxide and ammonia emissions during storage and after application of dairy cattle slurry and influence of slurry treatment. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v.112, p.153–162, 2006.

Bernoux, M., Tinlot, M., Bockel, L., Branca, G., Gentien, A., 2011. EX-Ante Carbon-balance Tool (EX-ACT) Technical Guidelines for Version 3, Easypol Module 218. FAO, Rome, 93 pp. Available from: <http://www.fao.org/tc/exact/technical-guidelines/en/> (accessed 30.07.11).

Bonfante, T. M. 2010. Análise da viabilidade econômica de projetos que visam à instalação de biodigestores para o tratamento de resíduos da suinocultura sob as ópticas do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e da geração de energia. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Administração e Economia da Universidade de São Paulo. 175 p.

Brasil (2013). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio : Brasil 2012/2013 a 2022/2023 / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. Brasília : Mapa/ACS, 2013. 96 p.

Costa Junior, C., Cerri, C. E. P., Pires, A. V., Cerri, C. C. Net greenhouse gas emissions from manure management using anaerobic digestion technology in a beef cattle feedlot in Brazil. *Science of the Total Environment*, v. 505, p. 1018-1025, 2015.

Hou, Y., Velthof, G. L., Oenema, O. Mitigation of ammonia, nitrous oxide and methane emissions from manure management chains: a meta-analysis and integrated assessment. *Global Change Biology*, 2014. Doi: 10.1111/gcb.12767.

Li, C., Salas, W., Zhang, R., Krauter, C., Rotz, A., Mitloehner, F. Manure-DNDC: A biogeochemical process model for quantifying greenhouse gas and ammonia emissions from livestock manure systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v.93, p.163–200, 2012.

Mueller, N. D., West, P. C., Gerber, J. S., MacDonald, G. K., Polasky, S., Foley, J. A. A tradeoff frontier for global nitrogen use and cereal production. *Environmental Research Letters*, v. 9, 054002, 2014. Doi:10.1088/1748-9326/9/5/054002

Neves, M. Estratégias para a Carne Bovina no Brasil. São Paulo, Ed. Atlas. 2012. 272 p.

## ANEXO

EMISSÕES DE GEE NO SETOR DE  
AGROPECUÁRIA 1970-2013 (Mt CO<sub>2</sub>e)

FONTE DE EMISSÃO	1970	1980	1990	2000	2010	2013
<b>Cultivo do arroz</b>	<b>8,1</b>	<b>11,1</b>	<b>9,1</b>	<b>9,4</b>	<b>9,8</b>	<b>9,8</b>
<b>Fermentação entérica</b>	<b>93,4</b>	<b>139,7</b>	<b>172,7</b>	<b>196,3</b>	<b>234,3</b>	<b>236,4</b>
Asinino	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
Bubalino	0,1	0,6	1,6	1,3	1,4	1,5
Caprino	0,6	0,9	1,2	1,0	1,0	0,9
Equino	1,8	1,9	2,3	2,2	2,1	2,0
Gado de corte	75,6	111,4	138,8	164,4	196,9	198,9
Gado de leite	12,1	21,8	25,2	24,7	29,9	30,0
Muar	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3
Ovino	1,9	1,9	2,1	1,6	1,8	1,8
Suíños	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8
<b>Manejo de dejetos animais</b>	<b>8,2</b>	<b>10,9</b>	<b>12,0</b>	<b>13,6</b>	<b>17,4</b>	<b>17,5</b>
Asinino	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aves	1,0	2,0	2,4	3,6	5,1	5,4
Bubalino	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
Caprino	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Equino	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2
Gado de corte	2,1	3,1	3,8	4,4	5,2	5,2
Gado de leite	0,6	1,0	1,1	1,1	1,4	1,4
Muar	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Ovino	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Suíños	4,2	4,5	4,1	4,1	5,2	5,0
<b>Queima de resíduos agrícolas</b>	<b>0,9</b>	<b>1,8</b>	<b>3,1</b>	<b>3,0</b>	<b>5,4</b>	<b>4,5</b>
Algodão	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
Cana-de-açúcar	0,8	1,7	3,0	3,0	5,4	4,5
<b>Solos agrícolas</b>	<b>50,3</b>	<b>76,6</b>	<b>90,1</b>	<b>105,6</b>	<b>139,6</b>	<b>149,8</b>
Arroz	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
Asinino	0,8	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5
Aves	0,8	1,5	1,9	2,6	3,7	4,1
Bubalino	0,1	0,3	0,8	0,6	0,7	0,8
Cana-de-açúcar	0,1	0,2	0,3	0,6	1,7	2,2
Caprino	0,7	1,1	1,5	1,2	1,2	1,1
Equino	2,7	2,8	3,4	3,3	3,1	3,0
Feijão	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
Fertilizantes sintéticos	2,3	7,5	6,5	13,8	23,7	30,7
Gado de corte	22,6	33,5	42,4	56,6	62,3	63,0
Gado de leite	7,5	13,5	15,7	14,6	18,7	18,7
Mandioca	0,5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7
Milho	0,6	1,0	1,1	1,6	2,8	4,1
Muar	0,9	0,9	1,1	0,8	0,7	0,7
Outras culturas	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,1
Ovino	2,2	2,3	2,5	1,9	2,2	2,2
Soja	0,1	1,1	1,5	2,5	5,2	6,2
Solos orgânicos	4,1	4,3	4,4	4,6	4,8	4,9
Suíños	3,4	3,7	3,6	3,4	4,2	3,9
Vinhaça	0,0	0,2	0,7	0,8	1,6	1,4
<b>Total</b>	<b>160,9</b>	<b>240,2</b>	<b>287,0</b>	<b>328,0</b>	<b>406,5</b>	<b>418,0</b>

## Organizações que fazem parte do Observatório do Clima:

APREC Ecossistemas Costeiros  
APREMAVI – Associação de Preservação do Meio Ambiente e da Vida  
CARE Brasil  
COIAB – Coordenação das Organizações Indígenas da Amazônia Brasileira  
Conservação Internacional Brasil  
FBDS – Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável  
Fundação Avina  
Fundação O Boticário de Proteção à Natureza  
Greenpeace Brasil  
GTA – Grupo de Trabalho Amazônico  
IBio – Instituto BioAtlântica  
ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade  
IDESAM – Instituto de Conservação e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas  
IEMA – Instituto de Energia e Meio Ambiente  
IESB – Instituto de Estudos Sócio-Ambientais do Sul da Bahia  
IIEB – Instituto Internacional de Educação do Brasil  
Instituto Centro de Vida – ICV  
Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola – IMAFLORA  
Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – IMAZON  
Instituto Ecoar para Cidadania  
Instituto Ecológica  
Instituto Socioambiental – ISA  
IPAM – Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia  
IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas  
Mater Natura – Instituto de Estudos Ambientais  
SBDIMA – Sociedade Brasileira de Direito Internacional do Meio Ambiente  
SNE – Sociedade Nordestina de Ecologia  
SOS Amazônia  
SOS Mata Atlântica  
SPVS – Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental  
The Nature Conservancy – Brasil  
WWF Brasil

### Instituições observadoras:

Centro de Estudos em Sustentabilidade da FGV-EAESP (GVces)  
Engajamundo  
WRI – World Resources Institute  
350.org

Realização

Apoio