

Observatório ABC



Impactos econômicos e ambientais do Plano ABC



RELATÓRIO COMPLETO

Setembro de 2017



PROJETO

Observatório ABC

APOIO

Aliança pelo Clima e Uso da Terra (CLUA)

ORGANIZAÇÃO RESPONSÁVEL PELO PROJETO

Fundação Getúlio Vargas (FGV)

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

COORDENAÇÃO DO GV AGRO

Roberto Rodrigues

COORDENAÇÃO DO PROJETO

Angelo Costa Gurgel

Cecília Fagan Costa

COORDENAÇÃO DO ESTUDO

Angelo Costa Gurgel

EQUIPE TÉCNICA DO ESTUDO

Cícero Zanetti de Lima

Susian Martins

Eduardo Assad

Eduardo Pavão

CONSULTORES TÉCNICOS EXTERNOS

Leila Harfuch

Marcelo Moreira

EDIÇÃO DO SUMÁRIO: Maura Campanili

REVISÃO DE TEXTO: Alexandre Sobreiro

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO: Alexandre Monteiro

Setembro de 2017

VEJA O ESTUDO EM: <http://observatorioabc.com.br/publicacoes>

Sumário

Introdução	4
1. A Evolução do Plano ABC.....	5
2. Método	8
2.1 Dimensões do modelo.....	8
2.2 Dados.....	10
2.3 Funcionamento do modelo	13
2.4 Implementação do Modelo	16
3. Resultados.....	20
3.1 Impactos Econômicos do Plano ABC a nível nacional.....	21
3.2 Impactos Econômicos Regionais do Plano ABC	24
3.3 Resultados Ambientais	28
4. Considerações Finais	36
Bibliografia.....	38
Anexo I.....	41

Introdução

Este relatório tem como objetivo apresentar uma avaliação quantitativa dos impactos econômicos e ambientais do 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) para o Brasil. Essa avaliação busca quantificar os efeitos da implementação da recuperação de pastagens (RP) em 15 milhões de hectares (ha) e da integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) em 4 milhões de ha até o ano de 2020, que são duas das metas do Plano ABC, que é parte da Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC).

Para atingir tal objetivo, foi desenvolvido um modelo econômico-ambiental capaz de representar a economia e a agropecuária brasileiras, considerando as relações econômicas entre diferentes regiões do país, divididas de acordo com critérios político-geográficos e ambientais de delimitação de biomas. O modelo é capaz de simular as diversas atividades econômicas existentes (agropecuária, indústria e serviços) e destas com os consumidores e entidades do governo, bem como o comércio de bens e serviços entre as regiões brasileiras representadas, e destas com o resto do mundo. Dessa forma, permite projetar cenários de como políticas e ações públicas, como o Plano e o Programa ABC, provocam mudanças em variáveis econômicas, como preços, quantidades e consumo agregado das famílias. Ainda, possibilita projetar variações nas áreas utilizadas pela agropecuária e nas áreas florestais e cobertas com vegetação natural.

Para avaliar os impactos do Plano ABC e do programa de financiamento às tecnologias de baixa emissão de carbono da agricultura, o Programa ABC, foi simulado no modelo econômico-ambiental a adoção das metas de recuperação de pastagens (15 milhões de ha) e de expansão dos sistemas de iLPF (4 milhões de ha) esperadas para 2020, através de incentivos financeiros aos agropecuaristas, ao estilo dos previstos pelo Programa ABC. O modelo gera como resultado a mudança na distribuição geográfica regional de adoção dessas práticas, bem como os efeitos das mesmas na produção agropecuária regional e nacional, na dinâmica de uso da terra, nos preços dos produtos agropecuários e de alimentos, e na renda regional dos consumidores. Posteriormente, através da espacialização dos dados por município e utilizando a ferramenta GHG Protocol Agrícola, os resultados de mudanças no uso da terra permitem mensurar os impactos sobre as emissões de gases de efeito estufa (GEE) diretamente associadas à adoção das práticas do Plano ABC, bem como as emissões indiretas provenientes de mudanças no uso da terra. Tal procedimento segue as diretrizes do Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa.

O modelo permite simular a adoção do Plano e do Programa ABC de forma independente de qualquer outra alteração na economia, isolando por completo o efeito desta política da dinâmica de crescimento ou de outros possíveis choques nos sistemas agropecuários e econômicos do Brasil e do mundo. Dessa forma, os resultados aqui encontrados podem ser interpretados como os efeitos diretos e indiretos que seriam esperados a partir da implementação do Plano e do Programa ABC, tomados isoladamente, sem interferências ou sinergias com outras políticas, programas ou alterações conjunturais na economia.

Este trabalho faz parte das atividades do Observatório da Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Observatório ABC). Trata-se da primeira avaliação quantitativa dos impactos

econômicos da ampla adoção das metas de recuperação de pastagens e de integração lavoura-pecuária previstas no Plano ABC no país.

O Observatório do Plano ABC visa engajar os diferentes setores da sociedade brasileira na transição para uma agricultura de baixa emissão de carbono, monitorando as ações do Plano e do Programa ABC, desenvolvendo estudos técnicos e conhecimento sobre o tema, e promovendo ações para subsidiar e facilitar o diálogo com *stakeholders*. Por sua vez, o Plano ABC prevê o desenvolvimento do setor agropecuário baseado na baixa emissão de carbono para a atmosfera, apontando uma série de alternativas produtivas e tecnológicas para o produtor rural brasileiro. Ele configura-se como um dos nove planos setoriais com diretrizes para que o Brasil atenda o compromisso de mitigação de suas emissões de gases do efeito estufa (GEE). O Programa ABC é a linha de crédito associada ao Plano ABC oferecida ao produtor que desejar incorporar em sua propriedade as tecnologias de produção menos emissoras de GEE, através do sistema de crédito rural brasileiro.

O primeiro capítulo desse relatório apresenta uma breve apresentação sobre o Plano e o Programa ABC que motivam a presente pesquisa. O segundo capítulo apresenta as principais características do modelo construído para mensurar os impactos do Plano e do Programa ABC e detalha os cenários simulados, enquanto o quarto capítulo apresenta os resultados encontrados. O último capítulo apresenta as conclusões e considerações finais do estudo.

1. A Evolução do Plano ABC

O Brasil está entre os maiores produtores e exportadores mundiais de produtos agropecuários. O agronegócio brasileiro responde por 23,5% do PIB do país, 25% dos empregos e 46% das exportações. Essa relevância na economia é consequência de um crescimento constante ao longo das últimas décadas, de 2,1% ao ano entre 1994 e 2016.

A geração e adoção de tecnologias, além da disponibilidade de condições climáticas e terras, permitiu ao país alcançar posições de destaque na produção e no comércio mundial de alimentos. Mas concomitante a tal crescimento, aumentaram as pressões sobre os recursos naturais e as preocupações com a sustentabilidade da atividade agropecuária e da sociedade como um todo, exigindo assim a busca contínua por métodos e formas de produção mais eficientes e poupadoras de recursos.

Dentre os muitos desafios ambientais provenientes do desenvolvimento das economias modernas, o relacionado às mudanças climáticas do planeta mostra-se o mais preocupante e complicado de ser entendido e combatido. E no contexto deste desafio, a agropecuária assume tanto o papel de causador, por conta das emissões de gases de efeito estufa provenientes diretamente da produção, quanto de vítima, já que mudanças na temperatura e nos regimes de chuva podem causar prejuízos à produção e desestabilizar a oferta de alimentos.

Nesse contexto, o Brasil assumiu um importante papel ao lançar uma política de redução de emissões de GEE na agropecuária brasileira, o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, chamado comumente de Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono ou Plano ABC. O mesmo foi concebido em 2009 como parte da Política Nacional de Mudança do

Clima e dos compromissos voluntários de mitigação assumidos pelo país na Conferência das Partes (COP) de Copenhague.

O Plano ABC objetiva reduzir as emissões de GEE na agropecuária em cerca de 134 a 163 milhões de toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂ eq.) através de práticas e tecnologias capazes de aumentar tanto a eficiência da produção quanto o uso dos recursos naturais. Essa redução seria alcançada via: a) recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas; b) ampliação em 4 milhões de hectares da adoção de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF); c) expansão da adoção do Sistema Plantio Direto (SPD) em 8 milhões de hectares; d) expansão da adoção da Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) em 5,5 milhões de hectares em substituição ao uso de fertilizantes nitrogenados; e) expansão do plantio de florestas em 3,0 milhões de hectares, e; f) ampliação do uso de tecnologias para tratamento de 4,4 milhões de m³ de dejetos animais (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, 2012).

Como forma de incentivar a adoção dessas práticas e acelerar o desenvolvimento da agricultura de baixa emissão de carbono no país via Plano ABC, foi lançado no ano-safra 2010/2011 o Programa ABC, linha de crédito integrante do Plano Agrícola Pecuário, que disponibiliza recursos financeiros de investimento ao produtor rural com taxas de juros mais atrativas. Os recursos do Programa ABC devem ser empregados em tecnologias e práticas preconizadas pelo Plano ABC.

O texto do Plano ABC original, quando do seu lançamento, previa a disponibilização de R\$ 152,33 bilhões para o financiamento do Programa ABC via crédito do Plano Agrícola Pecuário, para atingir as metas do Plano até 2020. Deste recurso, cerca de R\$ 27,15 bilhões deveriam ser incluídos nos Planos Pluri-Anuais (PPA), enquanto o restante viria de outras fontes não identificadas no documento do Plano ABC. Ainda, o Plano previa a aplicação de R\$ 30,6 bilhões de recursos na adoção de práticas de baixa emissão de carbono via Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar, o PRONAF. A Tabela 1 apresenta esses números.

Tabela 1: Recursos previstos para financiamento via crédito agrícola da adoção das práticas do Plano ABC (R\$ milhões)

	Financiamento Linha ABC (R\$ milhões)		PRONAF (R\$ milhões)	
	PPA	Outras Fontes	PPA	Outras Fonte
Tecnologias e Práticas				
Recuperação de pastagens	8.043	29.010	2.837	4.088
iLPF e sistemas agro-florestais	13.621	37.570	-	23.666
Sistema de plantio direto	-	49.580	-	-
Fixação biológica de nitrogênio	-	-	-	-
Florestas plantadas	5.481	9.024	-	-
Tratamento de dejetos animais	-	-	-	-
Total	27.146	125.185	2.837	27.754

Fonte: MAPA (2012).

Desde o lançamento do Programa ABC até o ano-safra 2015/2016, foram disponibilizados cerca de R\$ 20,5 bilhões de crédito aos agropecuaristas. No ano safra 2016/2017, mais R\$2,9 bilhões foram ofertados. Contudo, menos de R\$ 13,8 bilhões de recursos foram contratados até o final do ano-safra 2015/2016 (Observatório ABC, 2016).

Passados quase 7 anos do início do Plano e do Programa ABC, inexistiu até o momento alguma avaliação a respeito dos impactos econômicos dessas políticas, capazes de considerar tanto os benefícios potenciais em aumento de produção, de produtividade e de redução de pressões sobre abertura de novas áreas, quanto os custos da adoção dessas tecnologias, via crédito do Programa ABC.

Considerando essa lacuna, o presente estudo busca avaliar tais impactos através do uso de um modelo econômico que representa a produção agropecuária nacional. O modelo leva em conta as especificidades regionais dessa produção, bem como a relação do setor agropecuário com os demais setores da economia. Foca-se neste estudo apenas na implementação das metas do Plano ABC previstas para recuperação de pastagens degradadas, de 15 milhões de há, e de expansão da área de integração lavoura-pecuária-floresta, de 4 milhões de ha, como duas das principais práticas previstas do Plano ABC.

2. Método

Para avaliar os impactos do Plano e do Programa ABC foi desenvolvido um modelo econômico-ambiental que simula o comportamento da agropecuária e da economia das regiões brasileiras. São então implementados no modelo cenários de adoção das metas do Plano ABC, via recuperação de pastagens e integração lavoura-pecuária-floresta, a partir de estímulos na forma de crédito, ao estilo do Programa ABC.

O modelo econômico construído para essa análise considera as relações de compras e vendas de bens e serviços entre agricultores, empresas e consumidores de diferentes regiões brasileiras. Esse tipo de modelagem expressa em equações matemáticas as possíveis escolhas dos agentes econômicos (trabalhadores, empresários e consumidores) diante de diferentes opções, considerando que o objetivo desses agentes é alcançar o máximo benefício possível, seja através do consumo ou da produção de bens e serviços, considerando as limitações a que estão sujeitos, como a renda disponível para gastar, os preços dos bens e serviços, as tecnologias existentes, entre outras. O modelo construído pertence à classe dos “modelos de equilíbrio geral computável”, que visam entender o funcionamento da economia de forma completa, considerando todos os fluxos de renda entre empresas e consumidores. Esse tipo de modelo também considera que a soma dos fluxos monetários de compras e vendas deve ser consistente com o nível de atividade geral da economia, mensurado pelo Produto Interno Bruto (PIB).

A construção desses modelos segue a seguinte lógica: a) definição das dimensões do modelo, ou seja, dos setores, produtos, regiões e recursos que serão representados no modelo; b) coleta e construção da base de dados de fluxos de compras e vendas na economia e de informações físicas, como áreas de cultivo, de pastagens e de vegetação natural; c) definição das equações que representam como os agentes econômicos se comportam nas suas escolhas, considerando os preceitos e recomendações da teoria econômica e hipóteses sobre a consistência agregada de variáveis como PIB, emprego, investimento e consumo; d) teste do modelo, desenho de cenários e implementação de choques caracterizando os cenários desenhados. Cada uma dessas etapas será descrita adiante, considerando seus principais elementos e importância para a análise como um todo.

2.1 Dimensões do modelo

As dimensões do modelo de simulação econômica devem ser escolhidas de acordo com o objetivo do estudo que se quer realizar e da disponibilidade de dados. Independente das dimensões escolhidas, o modelo de equilíbrio geral computável deve ser capaz de abranger todos os setores produtivos e consumidores que compõem a economia da região que se quer representar. Contudo, agrega-se esses agentes e seus fluxos de compras e vendas em um número tangível, considerando características semelhantes e aqueles que são mais relevantes de acordo com o foco da pesquisa, o que é chamado de agregação. Dessa forma, optou-se por representar os setores, regiões e recursos de produção e naturais descritos na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2: Setores, regiões e recursos naturais representados no modelo

Regiões		Setores		Recursos	
Nome	Sigla	Nome	Sigla	Nome	Sigla
Sul	SUL	Minério de ferro	MIN	Capital	CAP
Sudeste	SDE	Carvão	COAL	Trabalho	LAB
Centro-Oeste	CEO	Extração mineral	NMM	Terra	LND
Norte	NOR	Carnes	MEAT	Terra de Culturas	CROP
Nordeste	NDE	Óleo de soja	OSD	Pastagem	PAST
Nordeste Cerrado	NDEC	Ind. Alimentos	FOOD	Pastagem degradada	DPAS
		Ind. Têxteis e madeira	TEX	Floresta natural	NFOR
		Refino do petróleo	ROIL	Floresta plantada	PFOR
Setores		Etanol	ETH	Floresta manejada	MFOR
Nome	Sigla	Ind. Químicos	CHM	Áreas de proteção	PA
Arroz	RICE	Ind. Fertilizantes	FERT	Sem uso	UNU
Milho	CORN	Ind. Defensivos	DFN		
Cana-de-açúcar	CANE	Ind. siderurgia e metal	MMI		
Soja	SOY	Ind. Máquinas	MAC		
Fruticultura	FRIT	Outras indústrias	OIND		
Outras culturas	OCUL	Eletricidade	ETRY		
Silvicultura	FRST	Gás encanada	PGAS		
Bovinos	CTTL	Água	WTR		
Outros animais vivos	OLA	Serviços Públicos	PSRV		
Suínos	SWIN	Construção	CONS		
Aves	PTRY	Serviços	SERV		
Leite	MILK	Transportes	TRNS		
Petróleo	OIL				
Gás Natural	GAS				

Fonte: dados da pesquisa.

A Figura 1 ilustra a agregação das regiões brasileiras. A representação regional considera uma combinação de aspectos geográficos da produção agrícola e da economia do país, seguindo a agregação utilizada no modelo *Brazilian Land Use Model* – BLUM (Harfuch et al., 2017). Dessa forma, buscou-se considerar a separação entre os biomas Amazônia e Cerrado no Estado do Mato Grosso, adotando-se a fronteira desses biomas como separador das região Norte e Centro-Oeste. Ainda, retirou-se o estado do Tocantins da representação da Região Norte, pela maior predominância de áreas de cerrado nesse estado. Nesse sentido, os estados do Cerrado com expansão mais recente da fronteira agrícola na Região Nordeste, que abarcam Bahia, Maranhão e Piauí, foram considerados como uma região diferenciada do restante do Nordeste. Junto com o Tocantins, formam a região denominada de “Nordeste Cerrado”, e tem sido comumente chamada de MATOPIBA. Já as regiões Sudeste e Sul foram consideradas de acordo com suas fronteiras políticas, uma vez que as áreas de vegetação natural remanescentes nessas regiões possuem pouca dinâmica de alteração.

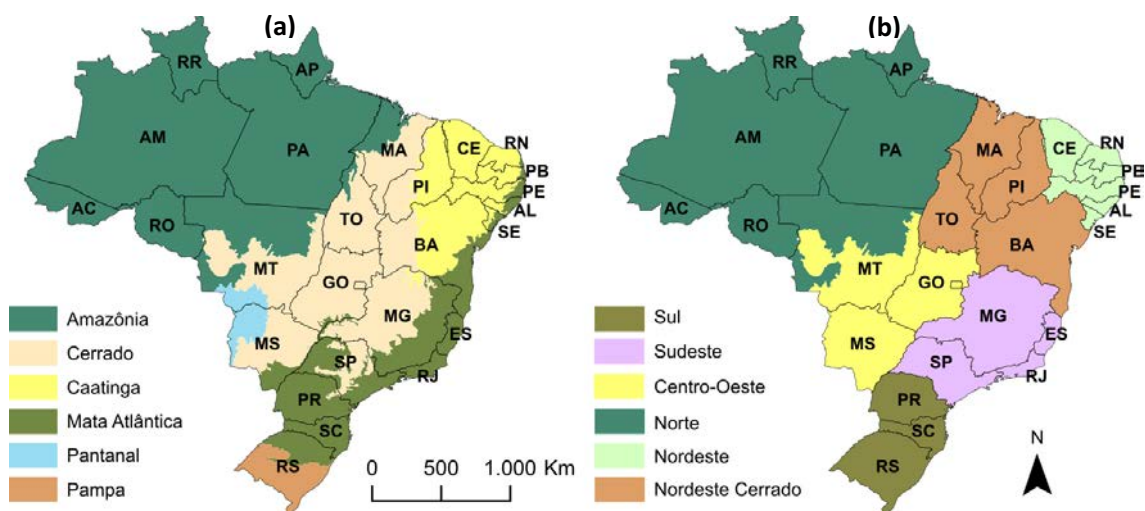


Figura 1. Biomas brasileiros (a) e regiões representadas no modelo (b)

Fonte: modelo BLUM (Harfuch et al., 2017).

Tanto a representação setorial escolhida quanto a representação regional permitem considerar especificidades relevantes da agropecuária brasileira. Dessa forma, diferenciam o tipo e o local da produção das atividades agrícolas e pecuárias no espaço nacional, que por sua vez estão relacionados com condições climáticas, tecnológicas, de mercados, culturais e naturais. Assim, pode-se representar de forma mais fidedigna as características da agropecuária brasileira e suas possíveis alterações diante de políticas e choques econômicos.

2.2 Dados

A construção do modelo envolveu o uso e a combinação de diferentes bases de dados. Os fluxos econômicos de compras e vendas entre setores, consumidores e regiões teve como fonte inicial a Matriz de Insumo-Produto do ano de 2009 construída pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A desagregação e organização dessa base de dados nas regiões e setores representados na Tabela 2 e na Figura 1, por sua vez, foi construída e fornecida pela equipe do NEREUS-USP¹.

Os dados dos diferentes recursos naturais e áreas de produção agropecuária foram montados a partir da combinação e ajuste de diversas bases de dados diferentes, incluindo os dados do Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2006), da Pesquisa Agrícola Municipal – PAM (IBGE, 2016a) e da Pesquisa Pecuária Municipal - PPM (IBGE, 2016b). Informações sobre área dos estabelecimentos, área arrendada e pagamentos por aluguel da terra foram aproveitadas do Censo Agropecuário. Já a PAM e a PPM forneceram dados de área plantada e colhida para diferentes culturas, valor e volume de produção de culturas, rebanhos animais, valor da produção e volume produzido da pecuária. A área de pastagens, por sua vez, foi coletada junto ao Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG, 2016) da

¹ <http://www.usp.br/nereus/>.

Universidade Federal de Goiás². Fez-se um esforço de conciliar os dados de pastagens do LAPIG com os dados de rebanho do IBGE.³

A definição das áreas de pastagens degradadas considerou como critério o nível de 0,75 unidades animal como limite, de forma que, áreas com taxa de ocupação média igual ou menor do que este valor foram classificadas como áreas de pasto degradado⁴. Esse critério permitiu identificar 48 Milhões de ha (Mha) de pastagens como degradadas, distribuídas nas regiões do modelo conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3: Áreas de pastagens (mil ha) e taxa de ocupação (UA/ha)

Regiões	Área de pastagem (1.000 ha)			Níveis de degradação	
	Total	Degradada	Taxa de ocupação	Muito alta	Alta
				0 <= to <= 0,4	0,4 < to <= 0,75
Sul	17.740	5.663	0,59	403	5.260
Sudeste	28.480	8.398	0,56	1.231	7.168
Centro-Oeste	37.743	1.232	0,65	10	1.222
Norte	34.325	1.834	0,54	461	1.373
Nordeste	14.259	11.317	0,38	6.586	4.731
Nordeste Cerrado	36.248	19.775	0,32	13.627	6.148
Total	168.794	48.220	0,51*	22.317	25.903

* Média das regiões

Fonte: Dados da pesquisa, IBGE, LAPIG.

As áreas de vegetação natural não florestal e as áreas de florestas foram desagregadas em diversas categorias, de forma a diferenciar áreas naturais dentro e fora das propriedades agrícolas, áreas protegidas, áreas manejadas e florestas plantadas. As áreas protegidas podem ser áreas públicas manejadas, ou áreas totalmente protegidas. Para tal desagregação, foram combinados e conciliados dados do LAPIG (LAPIG, 2016), do Terra Class Cerrado (INPE, 2016a), do Terra Class Amazônia (INPE, 2016b; Almeida et al., 2016), do SOS Mata Atlântica (SOS Mata Atlântica, 2016), do Registro Nacional de Florestas Públicas do Serviço Florestal Brasileiro – SFB (SFB, 2016) e da Associação Brasileira de Árvores – IBÁ (IBA, 2016).

As áreas de florestas representadas no modelo foram assim classificadas e definidas:

² http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartogra_a/default_territ_area.shtm

³ O esforço de combinação e compatibilização de diferentes bases de dados é necessário diante da inexistência de uma base de dados oficial consolidada e amplamente aceita a respeito do uso da terra no país. Por vezes encontram-se inconsistências entre bases diferentes a nível municipal, o que exige do pesquisador a escolha por algum critério de conciliação ou mesmo a preferência por uma das fontes, o que, por sua vez, pode gerar erros de estimativas, principalmente em relação à área de pastagens, ao nível dos municípios. O uso dos dados municipais agregados em grandes regiões no modelo, por outro lado, permite reduzir possíveis erros, uma vez que as informações regionalizadas do modelo são balizadas pelos totais encontrados nas bases de dados escolhidas.

⁴ O critério de definição de pastagens degradadas aqui utilizado é uma forma de inferir tais áreas usando como informação o baixo nível de produtividade das mesmas. Uma limitação associada a esse critério é a própria medida de produtividade, que é pouco precisa. Critérios mais precisos consideram a produção animal medida em arboas por ha, como adotado em Harfuch et al. (2016). Pretende-se testar critérios alternativos de definição de pastagens degradadas em futuros desenvolvimentos do modelo.

- Florestas manejadas: florestas utilizadas de forma sustentável. São divididas em públicas e privadas. As áreas públicas foram consideradas como não passíveis de conversão no modelo, e somam 164 Mha no país⁵. Já as florestas manejadas privadas, que cobrem 8 Mha, podem ser convertidas para outros usos.

- Florestas plantadas: áreas de florestas plantadas, na sua grande maioria, com espécies exóticas como Eucalipto e Pinus, em rotação curta e alta densidade, para fornecimento de madeira e matéria prima industrial.

- Pastagens naturais manejadas: concentram-se em regiões do bioma cerrado, de acordo com o Registro Nacional de Florestas Públicas, somando uma área de 9 Mha. Não são consideradas passíveis de conversão em outra categoria no modelo, pela dificuldade de caracterização do seu tipo de vegetação e potencial de conversão⁶.

- Áreas protegidas: subdivididas em áreas públicas e privadas, sendo as áreas públicas aquelas que ocorrem fora das áreas dos estabelecimentos rurais. As áreas públicas representam 135 Mha, e as privadas 51 Mha. As áreas públicas protegidas localizam-se na sua maioria na região do bioma Amazônia (73%), sendo também uma parcela importante (15%) está localizada no bioma Cerrado. As áreas protegidas privadas consideram aquelas previstas pelo Código Florestal como Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal. As áreas protegidas são consideradas indisponíveis para conversão no modelo, enquanto as áreas não protegidas são passíveis de conversão.

- Áreas naturais: demais áreas cobertas com vegetação natural, não categorizadas como nenhuma das anteriores e de difícil determinação da sua vegetação predominante. Na região Sul, por exemplo, predominam os campos naturais do bioma Pampa, enquanto no Centro-Oeste e Sudeste mesclam-se regiões de cerrado com formações florestais degradadas, bem como o bioma Pantanal em parte do Centro-Oeste. No Nordeste essas áreas naturais abarcam a Caatinga, entre outras formações. O total dessas áreas no modelo soma 111 Mha, que são considerados disponíveis para conversão em outros usos.

- Outras áreas: áreas não disponíveis para uso agropecuário ou crescimento de vegetação natural secundária, como cursos d'água, áreas inundadas, áreas urbanas, com formações rochosas predominantes, costeiras, com elevado nível de erosão e degradação, desertificadas ou salinizadas.

⁵ A pressuposição de que algumas áreas não são passíveis de conversão implica em menor disponibilidade de áreas a serem convertidas para agropecuária no modelo e, portanto, podem limitar a dinâmica de mudança de uso da terra projetada pelo mesmo. No presente estudo, em que se pretende simular a implementação das metas do Plano ABC, a pressão para conversão de áreas naturais em áreas agropecuárias tende a reduzir por conta do aumento da produtividade de pastagens e de áreas de culturas, portanto, a hipótese de não conversão de áreas públicas não deve afetar os resultados associados a possível desmatamento ou remoção de áreas de vegetação natural. Futuros desenvolvimentos e aplicações do modelo devem considerar hipóteses alternativas quanto à limitação de conversão de áreas de florestas públicas manejadas.

⁶ Como destacado na nota de rodapé anterior, a pressuposição de que algumas áreas não são passíveis de conversão implica em menor disponibilidade de áreas a serem convertidas no modelo. Espera-se que a atualização constante da base de dados permita dirimir as incertezas sobre a caracterização dessas áreas e assim, aprimorar a capacidade do modelo de representar as categorias de uso da terra passíveis de conversão.

A Tabela 4 sintetiza a distribuição das áreas de uso e ocupação do solo no modelo⁷.

Tabela 4: Distribuição das áreas no modelo (em mil ha)

Regiões	Culturas	Pastagem	Pastagem degradada	Áreas naturais	Floresta natural	Floresta manejada	Floresta Plantada	Outras categorias	Total
Sul	19.146	12.077	5.663	7.566	2.624	512	2.153	7.936	57.677
Sudeste	13.778	20.082	8.398	23.676	6.762	1.164	3.463	15.138	92.462
Centro-oeste	14.988	36.510	1.232	21.143	11.371	675	675	26.436	113.031
Norte	5.168	32.491	1.834	2.522	50.275	1.039	413	311.465	405.206
Nordeste	3.519	2.942	11.317	14.070	4.567	1.605	8	2.574	40.601
Nord. Cerr.	8.568	16.472	19.775	42.059	28.504	3.479	906	22.837	142.600
Total	65.166	120.575	48.220	111.035	104.103	8.472	7.619	386.387	851.577

Fonte: IBGE, LAPIG, INPE, SOS Mata Atlântica, SFB, IBÁ. Adaptados pelo autor.

2.3 Funcionamento do modelo

Modelos econômicos de equilíbrio geral computável representam as trocas de bens e serviços entre agentes econômicos, de acordo com hipóteses e parâmetros comumente testados e aceitos pela teoria econômica. Para tal, representam os diversos mercados em funcionamento na economia, pela caracterização matemática do comportamento de escolhas de compra e venda a partir de diferentes opções disponíveis e de acordo com os preços vigentes.

De forma simples, isso significa que, para cada setor representado no modelo, assume-se que o conjunto de empresas daquele setor busca escolher seus insumos de produção, incluindo a contratação de mão de obra e o uso de máquinas e equipamentos, de forma a produzir uma certa quantidade de produto ao menor custo possível, o que equivale a dizer que a indústria busca maximizar seu lucro. Nessa escolha, a indústria leva em conta os preços dos diferentes insumos e a tecnologia de produção disponível, que define se, e em que grau, as empresas são capazes de substituir insumos, dos mais caros para os mais baratos. Esse tipo de comportamento (maximização de lucros), assegura a competição constante e a busca de eficiência entre empresas de um mesmo setor (na venda do bem produzido) e entre empresas de setores diferentes (na disputa pelo uso dos insumos de produção).

Já no caso dos consumidores, representa-se que estes buscam atingir o maior nível de satisfação possível pela aquisição de bens e serviços diversos (alimentos, vestuário, energia, transporte, moradia), dada a renda disponível para ser gasta e os preços dos diversos bens. Já a renda dos consumidores é composta dos retornos obtidos pela venda da sua força de trabalho para as empresas e da renda do aluguel ou do lucro do capital que possuem (máquinas, equipamentos, terras agropecuárias). A representação do comportamento dos consumidores com bases nas premissas acima descritas assegura que haja uma constante busca pela melhoria nas condições de vida por parte dos consumidores, e que os mesmos percebem e mudam seu comportamento a partir de mudanças nos preços dos produtos e serviços que desejam adquirir.

⁷ Considerando que ao longo do tempo é possível esperar alterações tanto nas áreas de uso agropecuário como nas áreas de vegetação natural, sejam protegidas, preservadas ou não, pretende-se revisar e atualizar periodicamente os dados de uso da terra no modelo.

O funcionamento dos diferentes mercados de bens e serviços representados no modelo se dá pelas relações de oferta de bens e serviços, por parte das empresas, e de demanda pelos consumidores. Ainda, as famílias ofertam trabalho e capital, demandados pelas empresas. A interação entre estes agentes leva a um equilíbrio de preços e quantidades sendo transacionados em cada mercado representativo do modelo. Um algoritmo matemático se encarrega de encontrar tal equilíbrio, levando em conta pressupostos e regras de otimização prescritas pelas teorias econômica e matemática.

A Figura 2 ilustra o funcionamento das relações econômicas dentro de uma região qualquer do modelo (Região “A” na figura), indicando o sentido dos fluxos de bens e serviços e dos fluxos monetários envolvidos. Esses fluxos indicam a formação da renda dos consumidores (famílias) pela venda dos seus serviços de trabalho e capital, bem como o uso dessa renda na forma de despesas com bens e serviços. A figura ainda ilustra as relações de compras de insumos entre as diferentes indústrias, comumente chamada de consumo intermediário, bem como as relações econômicas com o governo, que recebe impostos e fornece bens públicos e subsídios. Por fim, a figura ainda representa a possibilidade de trocas de bens e serviços com outras regiões do modelo, chamada na figura de comércio inter-regional.

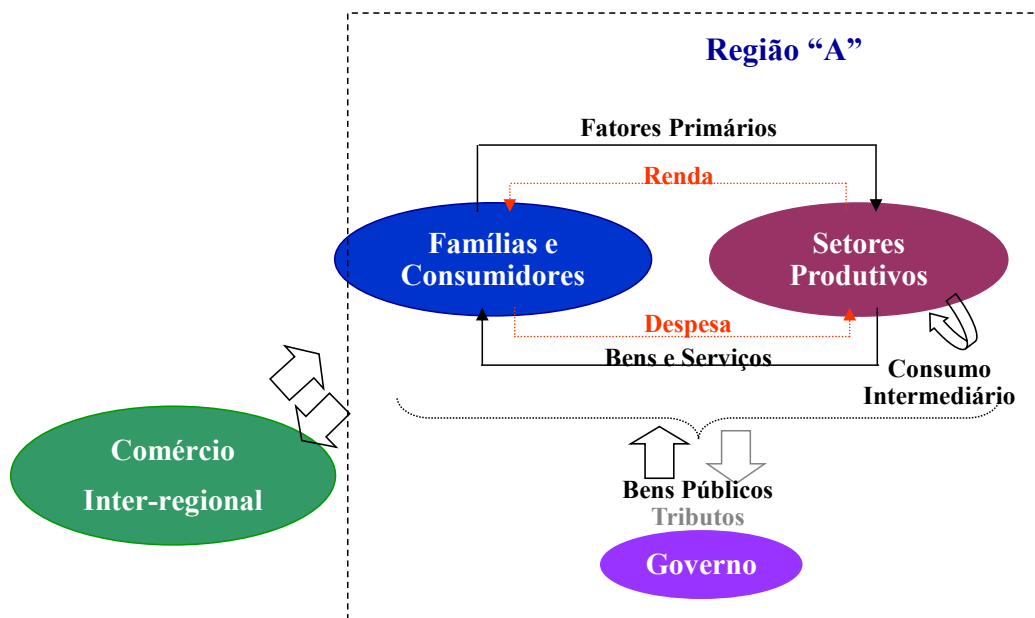


Figura 2 Esquema representativo do fluxo de renda do modelo

A base de dados econômica utilizada na modelagem, advinda das matrizes de insumo-produto, representa o equilíbrio inicial das economias das diferentes regiões do modelo, uma vez que essas matrizes, por construção, consideram que os fluxos monetários estão todos equilibrados no que diz respeito à oferta e demanda de bens e serviços. Essa base de dados alimenta o conjunto de equações do modelo. Parâmetros que especificam o comportamento de escolha dos agentes, ou seja, a capacidade que os mesmos possuem de mudar sua escolha de bens ou insumos diferentes diante de mudanças em preços, são importados da literatura científica ou assumidos de acordo com recomendações de outros estudos. Maiores detalhes sobre as equações e os dados que alimentam o modelo podem ser encontrados em Lima (2017).

Um último aspecto importante sobre o funcionamento do modelo diz respeito à representação dos diferentes usos da terra e as possíveis transições e mudanças de um uso para outro. Essa

representação é caracterizada para cada região do modelo, considerando o uso e distribuição inicial da terra entre as diferentes categorias, mostrada anteriormente na Tabela 4. Considera-se que um determinado uso da terra pode ser convertido em outro, de acordo com uma estrutura de decisão hierárquica lógica, que leva em conta o grau de dificuldade na conversão de um uso para outro. A Figura 3 representa um esquema simplificado dessa estrutura. Nessa figura, a parte mais inferior representa o estoque de terras disponíveis inicialmente para algum tipo de uso econômico ou ambiental. Cada ramo da figura procura caracterizar as diferentes possibilidades de alocação da terra por um agricultor “médio”, ou representativo, da sociedade. Essa caracterização considera as substituições diretas possíveis entre grupos de uso da terra com maiores similaridades. Dessa forma, o ramo mais à direita e abaixo da figura caracteriza que áreas de vegetação natural e de florestas naturais são áreas prontamente disponíveis para conversão em outros usos, desde que não estejam na categoria de áreas naturais protegidas. O ramo logo acima deste agrupa florestas manejadas e florestas naturais em áreas privadas, indicando que estas possuem um grau de conversão diferente do ramo anterior. Após as áreas de florestas, a próxima decisão de alocação dos agricultores considera as pastagens, e logo em seguida, as florestas plantadas para fins comerciais. Acima desse ramo, encontra-se a decisão de alocação entre as diferentes culturas agrícolas. Essa estrutura indica que é mais fácil o agropecuarista trocar o uso da terra entre culturas vegetais, do que de culturas para florestas plantadas, e vice-versa. Por sua vez, a conversão de áreas naturais ou florestais entre pastagens e outros usos agrícolas (culturas e florestas plantadas), envolve um grau diferente de flexibilidade em relação ao anterior. Por outro lado, quando a decisão é de converter áreas de florestas em áreas com algum tipo de produção agropecuária ou de base florestal, a primeira decisão a ser tomada é entre ocupar a área com pastagens ou com produção vegetal/florestal. Essa hierarquia de decisão procura refletir o grau de dificuldade e uma sequência lógica hipotética de decisão de um agricultor representativo em cada região⁸.

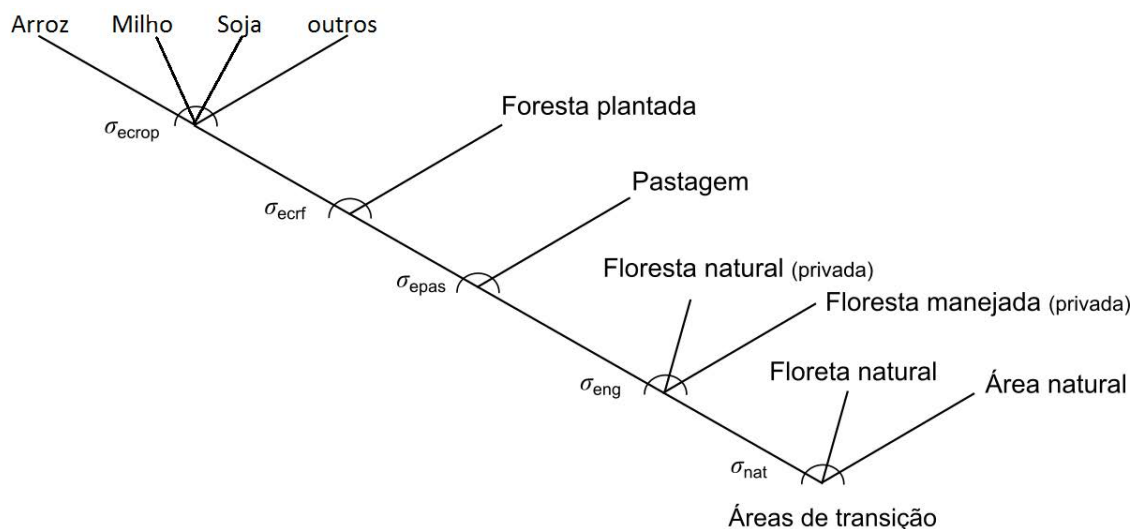


Figura 3. Esquema representativo da estrutura de alocação da terra no modelo

⁸ A estrutura de mudança no uso da terra entre diferentes categorias aqui utilizada é apenas uma entre outras possíveis de serem adotadas e disponíveis na literatura científica sobre o tema, e exige a calibragem de parâmetros a partir de dados observados. Futuramente, pretende-se testar no modelo abordagens alternativas, como a de Ferreira Filho e Horridge (2015) por exemplo.

Outro detalhe importante sobre a estrutura de modelagem de uso da terra é que, após a decisão de alocação entre os diferentes usos ter sido realizada, os diferentes tipos de uso da terra serão usados como insumo produtivo na agropecuária, no caso das terras de pastagens, de culturas ou de florestas plantadas e manejadas, seguindo a lógica descrita anteriormente sobre o comportamento dos setores produtivos, de minimização dos custos de produção. Se as áreas forem mantidas com vegetação natural, terão um valor de reserva ou de conservação para a sociedade.

Por fim, considera-se que as pastagens degradadas podem ser transformadas em pastagens de boa qualidade, a partir de investimentos em melhorias, que envolvem a compra e uso de insumos, como fertilizantes, mão de obra e horas de trabalho de máquinas e equipamentos. As pastagens de boa qualidade, por sua vez, podem ser utilizadas para produção pecuária ou para os sistemas de integração lavoura-pecuária e lavoura-pecuária-floresta, considerando os custos de produção e a produtividade dessas atividades. Para determinar os custos de produção desses sistemas e da recuperação de pastagens, utilizou-se os dados do Sistema de Operações do Crédito Rural e do Proagro (SICOR) do Banco Central (BACEN, 2017) a respeito dos desembolsos com recuperação de pastagens e sistemas integrados observados em 2015/2016 nas linhas do Programa ABC, bem como as respectivas áreas dos projetos contemplados com esse crédito. Isso permite auferir um valor médio de R\$/ha sendo gasto em cada região do modelo com essas tecnologias.

2.4 Implementação do Modelo

O modelo representa o equilíbrio da economia brasileira para as regiões descritas anteriormente no ano base de 2009, imediatamente antes do início da implementação do Programa ABC. Alterações no equilíbrio do modelo podem acontecer a partir de choques impostos no exercício de simulação de cenários. Por exemplo, pode-se simular uma mudança no nível de um imposto, ou a introdução de um novo imposto sobre determinada atividade. O novo imposto irá alterar o preço final pago pelos consumidores e o valor recebido pelo produtor, o que provoca mudanças nas escolhas dos consumidores e produtores, desencadeando alterações em demanda e oferta nos mercados do bem em questão. Mudanças na quantidade transacionada deste bem, por sua vez, devem alterar o equilíbrio em todos os demais mercados de bens e serviços, já que os bens são utilizados no consumo das famílias e como insumos na produção de outros setores econômicos. Ainda, mudanças na quantidade ofertada do bem sujeito ao novo imposto alteram as necessidades de trabalho e capital para sua produção, impactando por sua vez a oferta e a demanda desses fatores e seus preços, afetando indiretamente, portanto, todos os demais mercados. O algoritmo matemático de solução do modelo busca então um novo conjunto de preços e de quantidades de equilíbrio que consiga conciliar novamente as demandas e ofertas em todos os mercados de bens e serviços ao mesmo tempo, determinando assim um novo equilíbrio. Nesse novo equilíbrio, as quantidades de alimentos e produtos agropecuários, bem como dos demais bens e serviços, devem ser diferentes do equilíbrio inicial, o que, por sua vez, implica em uma nova distribuição do uso da terra na economia.

No presente estudo, objetiva-se mensurar os impactos econômicos da adoção de 15 Mha de recuperação de pastagens e expansão em 4 Mha de integração lavoura-pecuária-floresta, que são algumas das metas do Plano ABC a serem atingidas até 2020. Para implementar esses níveis de adoção no modelo, simula-se o fornecimento de subsídios à adoção dessas tecnologias, que

funcionam como impostos negativos, de forma a incentivar os agropecuaristas a realizarem os investimentos necessários à adoção dessas práticas. Essa forma de representação do Plano ABC no modelo é coerente com a lógica de aplicação do Programa ABC, que fornece crédito agrícola a taxa de juros inferiores às praticadas pelo mercado, para que haja a transformação tecnológica do modelo produtivo agropecuário na direção de técnicas de menores emissões de carbono.

Os subsídios são fornecidos nos cenários de implementação do Plano ABC até que as metas sejam atingidas, consideradas em termos de áreas de pastagens recuperadas e áreas de iLPF. A adoção dessas práticas leva a mudanças na produtividade e na quantidade produzida de produtos da pecuária, de culturas e florestais, alterando a oferta desses produtos e o uso da terra. Por sua vez, essas mudanças levam a novos equilíbrios de oferta e demanda no modelo, que se irradiam para todos os setores da economia. Quando um novo equilíbrio é encontrado, mensuram-se as mudanças em quantidades, uso da terra e de variáveis macroeconômicas, como o consumo agregado das famílias e o PIB.

O próximo capítulo apresenta os resultados da implementação da adoção das metas de recuperação de pastagens e iLPF do Plano ABC. São considerados dois cenários alternativos para o atingimento das metas do Plano ABC até 2020:

- Cenário “*Áreas Prioritárias*”: Recuperação de 15 Mha de pastagens degradadas em áreas prioritárias, ou seja, nas áreas com maior nível de degradação das pastagens observadas na base de dados;
- Cenário “*Livre Alocação*”: Recuperação de 15 Mha de pastagens a nível nacional, independente das áreas recuperadas serem prioritárias ou não.

Em ambos os cenários, aplica-se ainda a expansão dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta em 4 Mha. As áreas de expansão desses sistemas são determinadas com base na distribuição dos recursos do Programa ABC para adoção de sistemas de iLPF observados em 2015/2016 da base de dados do SICOR (SICOR, 2017).

A diferenciação entre os dois cenários escolhido reflete duas estratégias possíveis de adoção da política. No Cenário “*Áreas Prioritárias*” assume-se que seriam despendidos esforços de divulgação, treinamento e priorização da recuperação de pastagens naquelas regiões com maiores níveis de degradação, o que permitiria, a princípio, uma maior adoção da recuperação de pastagens nessas regiões e maior efetividade da política em termos do seu objetivo de redução de emissões. Já no Cenário B os recursos do Programa ABC são disponibilizados para que os agropecuaristas adotem a recuperação de pastagens de acordo com as oportunidades econômicas e vantagens relativas de produção e conhecimento de cada região. Nesse cenário, o próprio modelo econômico se encarrega de distribuir os recursos para recuperação de pastagens naquelas regiões em que a rentabilidade dessa prática tende a ser mais atrativa.

2.5 Avaliação ambiental – Balanço de emissões de gases de efeito estufa

Além da avaliação econômica, realizada pelo modelo de equilíbrio geral computável conforme descrito anteriormente, foi feita uma estimativa dos impactos ambientais de se atingir as metas de recuperação de pastagens e iLPF do Plano ABC, através do cálculo do balanço de emissões de gases de efeito estufa (GEE) para o Cenário de “*Livre Alocação*”.

O impacto ambiental em termos de emissões de GEE é um importante resultado associado ao cumprimento das metas estabelecidas no Plano ABC, em relação à recuperação de pastagem e adoção de sistemas integrados, conforme já relatados em diversas publicações⁹. Portanto, este capítulo visa apresentar o potencial de emissões de GEE evitadas com a adoção das metas estabelecidas no Plano ABC relacionadas à recuperação de pastos degradados e adoção de sistemas integrados, levando em consideração o escopo geral do estudo e do cenário econômico “livre alocação”. Dessa forma, o balanço anual de emissões de GEE foi calculado em dois momentos, antes e depois da adoção das metas ABC:

- “Pré-ABC”: antes da implementação das metas de recuperação de pastagens em 15 Mha e expansão dos sistemas integrados em 4 Mha, de acordo com a base de dados do modelo econômico, que reflete o ano de 2009;
- “Pós-ABC”: após a implementação das metas de recuperação de pastagens em 15 Mha e expansão dos sistemas integrados em 4 Mha, que foram definidas para serem atingidas no ano de 2020.

Como o modelo é estático, o balanço anual de emissões no momento “Pós-ABC” devem ser entendidos como um “retrato” das emissões anuais da agropecuária caso as metas de recuperação de pastagens e de sistemas integrados fossem alcançadas em um determinado ano, ou seja, não se deve considerar o resultado como o que seria observado exatamente no ano de 2020, uma vez que o modelo não está projetando todas as mudanças possíveis na economia brasileira que poderiam ocorrer entre os anos de 2009 e 2020. Ainda, o balanço anual de emissões no momento “Pós-ABC” contabiliza apenas as emissões no ano de atingimento das metas, sem contabilizar as reduções ou sequestros em emissões que ocorreriam nos anos antes de se atingir a meta.

As metodologias utilizadas para contabilizar as emissões foram baseadas nas mesmas diretrizes utilizadas pelo Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa do Ministério da Ciência e Tecnologia (Brasil, 2016), no relatório do IPCC Guidelines 2006 (IPCC, 2006), nos relatórios de referência da Terceira Comunicação Nacional (Brasil, 2016) e também na ferramenta de cálculo GHG Protocolo da Agricultura (WRI, 2014). Também foi dada prioridade para a utilização de fatores de emissão adequados para a realidade brasileira, portanto fatores de emissão Tier 2 e, nos casos em que as métricas Tier 2 não estão disponíveis, foram utilizados fatores de emissão Tier 1, baseadas principalmente no IPCC Guidelines 2006.

As estimativas foram realizadas valendo-se de uma base municipal, diferentemente das análises econômicas, que utilizaram informações agregadas para as regiões contempladas no modelo. A análise ambiental por município permite uma avaliação mais precisa e espacializada do balanço de emissões de GEE. Para tanto, foram considerados os municípios que captaram recursos do Programa ABC na safra 2015/2016 conforme dados do SICOR. Os resultados de mudanças em área e produtividade gerados pelo modelo econômico por região foram desagregados por município proporcionalmente à quantidade de recursos do Programa ABC captados em cada município.

⁹ Assad e Martins (2015); Observatório ABC (2013, 2015).

A seguir são apresentadas as premissas adotadas para estimativa do balanço de emissões.

- Emissões da pecuária bovina:

Para o cálculo das emissões do rebanho bovino foram consideradas as fontes de emissões provenientes do manejo de dejetos e da fermentação entérica, sendo seus respectivos fatores de emissão relativos ao TIER 2 (dados estaduais), ou seja, os mesmos fatores utilizados nas Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil (Brasil, 2016).

- Emissões do manejo:

Esses cálculos referem-se às atividades de aplicação de adubo nitrogenado e calagem, nas seguintes doses¹⁰, respectivamente: 45 kg/ha/ano e 200 kg/ha/ano (Observatório ABC, 2015)¹¹.

- Mudanças no rebanho e na produtividade:

Aumento do nº de animais e produtividade da pecuária em 2020 com adoção da integração e recuperação de pastagem. Quanto ao número de cabeças, o modelo não rastreia esse número propriamente dito, portanto, foi estimada a produtividade da pecuária em 2020, com a recuperação de pastos e adoção de sistemas integrados, baseada em um número índice de quantidade média de carne por hectare na região como proxy para o ganho de produtividade. De acordo com o modelo, tal índice, considerado como 1,0 no momento “Pré-ABC”, atingiu os seguintes valores regionais no momento “Pós-ABC”: i) Sul: 1,12; ii) Sudeste: 1,05; iii) Centro-Oeste: 1,00; iv) Norte: 1,02; v) Nordeste Litorâneo: 1,10 e vi) Nordeste Cerrado: 1,14.

Assim, por exemplo, nos municípios da região Sul a média de produtividade das pastagens aumenta em 12% como um todo.

Após a estimativa do aumento de produtividade por município os animais foram classificados em cada sistema produtivo conforme classificação da Tabela 5.

Tabela 5. Produtividade em 2020 com adoção da integração e recuperação de pastos

Sistema Produtivo	Taxa De Lotação (Cabeças/Ha)
Pastagem Degradada	Até 0,75
Pastagem Bem Manejada	De 0,76 Até 1,5
iLP Milho-Pecuária	De 1,6 Até 2,0
iLP Soja-Pecuária	De 1,6 Até 2,0
iLPF Soja-Pecuária-Floresta	De 2,1 Até 2,5

- Fluxos de carbono (C) no solo dos sistemas agropecuários:

As seguintes premissas a respeito dos fluxos de carbono no solo foram consideradas para projeção das emissões a partir dos resultados do modelo econômico de variação de área e produção agropecuária:

¹⁰ As doses utilizadas para os cálculos de emissão do manejo foram consideradas como valores médios, que capturam o comumente aplicado no solo no País. Reconhece-se que essas doses variam em cada propriedade rural dependendo do seu resultado da análise de solo.

¹¹ A adubação nitrogenada não foi considerada nas áreas de soja, visto que, a soja no Brasil faz uso da Fixação Biológica de Nitrogênio. Também não foi considerada a adubação e calagem em áreas de pastos degradados.

- ✓ Pastagem bem manejada¹²: - 1,0 tC ha⁻¹ ano⁻¹;
 - ✓ Sistemas integrados¹³: - 1,7 tC ha⁻¹ ano⁻¹;
 - ✓ Pasto degradado¹⁴: 0,5 tC ha⁻¹ ano⁻¹;
 - ✓ Culturas agrícolas em sistemas de plantio direto (SPD)¹⁵: - 0,5 tC ha⁻¹ ano⁻¹.
- Estoque de carbono (C) na biomassa florestal e vegetação natural:

Dois procedimentos alternativos são utilizados para calcular o potencial de mudanças no estoque de carbono da biomassa florestal (tanto de florestas plantadas, manejadas quanto nativas) e da vegetação natural por conta das mudanças esperadas no uso da terra quando do atingimento das metas do Plano ABC. No primeiro cálculo considera-se que as áreas de florestas e de vegetação natural possuem, em média, cerca de de 85,06 tC ha⁻¹ estoque de carbono¹⁶, independente da região ou bioma em que se encontram. Reconhecendo que há uma diversidade grande de fisionomias vegetais distribuídas nos biomas e regiões brasileiras, e considerando a limitação de se utilizar um único valor médio para o país, buscou-se em uma segunda abordagem de cálculo refinar essa informação por região brasileira, utilizando valores médios de carbono na vegetação regionalizados sugeridos no trabalho de Plevin et al. (2015), adaptando coeficientes das Zonas Agroecológicas do trabalho citado para as regiões do modelo econômico aqui utilizado¹⁷. Como o objetivo maior do estudo é mensurar os impactos ambientais diretos do Plano ABC, enquanto a mudança em estoque de biomassa florestal e na vegetação natural é um efeito indireto esperado a partir de um possível efeito poupa-terra advindo do aumento de produtividade, acredita-se que o uso dessas duas formas alternativas de mensuração da variação do estoque de carbono acumulado na vegetação florestal e nativa fornecem uma primeira aproximação das direções e magnitudes relativas potenciais de alteração nos estoques de carbono por conta da implementação das metas do Plano ABC.

3. Resultados

Os resultados econômicos dos dois cenários simulados de adoção do Plano ABC são apresentados neste capítulo em duas seções. Primeiramente apresentam-se os resultados agregados para o país. Logo após, são apresentados e discutidos os resultados regionais. Apresentam-se também os resultados ambientais para o cenário “Livre Alocação”, comparando o balanço de emissões de gases de efeito estufa associado à agropecuária antes e depois da implementação do Plano ABC, na terceira seção deste capítulo.

¹² Fonte: Observatório ABC (2015), com base nos trabalhos de Moraes et al. (1996), Neill et al. (1997), Bernoux et al. (1998), Cerri et al. (1999, 2003), Mello et al. (2006), Bustamante et al. (2006), Carvalho et al. (2010).

¹³ Fonte: Observatório ABC (2015), com base nos trabalhos de Moraes et al. (1996), Neill et al. (1997), Bernoux et al. (1998), Cerri et al. (1999, 2003), Mello et al. (2006), Bustamante et al. (2006), Carvalho et al. (2010).

¹⁴ Fonte: IPCC (2006).

¹⁵ O SPD aumenta o teor de matéria orgânica do solo, principal compartimento de carbono, além de contribuir com outros co-benefícios (como: conservação do solo e da água, aumento da eficiência da adubação, redução do uso de agrotóxicos e do consumo de energia fóssil devido à menor exigência de máquinas agrícolas). O SPD é capaz de gerar um acúmulo médio de carbono no solo de 0,5 t ha⁻¹ ano⁻¹ a mais em comparação ao sistema de plantio convencional (Lovato *et al.*, 2004). O modelo econômico não simula explicitamente a expansão das áreas de SPD, então considera-se o plantio direto apenas em 25% da área de culturas solteiras, tanto no ti quanto no tf. Pretende-se em estudos futuros representar a expansão do SPD no modelo econômico de acordo com as metas do Plano ABC.

¹⁶ Fonte: SNIF (2017); Brasil (2016); ABRAF (2016). A média de C da biomassa foi calculada a partir do total de C estocado na biomassa vegetal no Brasil dividido pela área coberta por vegetação natural total.

¹⁷ Os coeficientes utilizados com base nesse modelo encontram-se listados no Anexo 1.

3.1 Impactos Econômicos do Plano ABC a nível nacional

A Tabela 6 apresenta os impactos econômicos da recuperação de 15 Mha de pastagens e expansão de 4 Mha de sistemas iLPF, sob os dois cenários alternativos de alocação dos recursos do Programa ABC. Esses resultados indicam que seriam necessários investimentos entre R\$ 26,7 e R\$ 31,3 bilhões para a recuperação de pastagens e entre R\$ 7,7 e R\$ 7,8 bilhões para a integração lavoura-pecuária-floresta. Os maiores gastos ocorreriam no cenário de recuperação de áreas prioritárias, uma vez que nesse cenário as áreas a serem recuperadas não necessariamente são as áreas com maior potencial de retorno econômico. Esse resultado confirma estudo recente do Observatório ABC (Observatório ABC, 2017), que discute sobre os maiores riscos e dificuldades de retorno econômico de aplicação das técnicas do Plano ABC nas áreas consideradas prioritárias, quando essas áreas são determinadas apenas com base nos critérios de produtividade das pastagens.

Tabela 6: Impactos econômicos da recuperação de pastagens e da adoção de iLPF

Impactos	Cenário	
	Áreas Prioritárias	Livre Alocação
Gasto com recuperação de pastagens (R\$ milhões)	31.288	26.685
Gasto com sistemas integrados (R\$ milhões)	7.789	7.732
Total dos gastos (R\$ milhões)	39.077	34.417
Varição no bem-estar (R\$ milhões)	-724	8.027
Custo da recuperação (R\$/ha)	2.086	1.779

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os gastos com investimentos para atingir as metas do Plano ABC projetados no presente estudo são inferiores aos previstos no Plano ABC original, apresentados anteriormente na Tabela 1. Como os custos de recuperação de pastagens e de sistemas integrados utilizados para balizar o modelo foram baseados nos desembolsos observados do Programa ABC e nas áreas declaradas como receptoras dos projetos financiados, o modelo indica que é possível atingir as metas do Plano ABC com menores desembolsos que o previsto inicialmente no texto do Plano ABC. Essa é uma boa notícia diante das restrições orçamentárias do setor público na conjuntura atual.

Contudo, o atual nível de adoção de recursos do Programa ABC é bem inferior ao montante que o presente estudo indica como necessário, caso as metas do Plano ABC fossem atingidas apenas a partir dos recursos públicos financiados pelo Programa. Até o final do ano safra 2015/2016 os desembolsos haviam alcançado quase R\$ 13,8 bilhões, incluindo os gastos não apenas com recuperação de pastagens e iLPF, mas também com as demais linhas do programa, como o plantio direto e o tratamento de dejetos. Esses gastos representam apenas 16% do montante previsto no texto do Plano ABC a ser empregado na recuperação de pastagens e iLPF. Em relação aos resultados do presente estudo, os gastos totais do Programa ABC observados até o final da safra 2015/2016 representam entre 35% e 40% do projetado pelo modelo, que simula apenas as tecnologias de recuperação de pastos e sistemas integrados. Essa constatação sugere que, a continuar o ritmo atual observado de adoção do crédito do Programa ABC, as metas do Plano ABC no âmbito da Política Nacional de Mudança do Clima não serão atingidas se dependerem apenas dos recursos públicos do Programa ABC.

A Tabela 6 ainda apresenta o custo por ha da recuperação de pastagens. Nota-se que o custo nas áreas prioritárias é ligeiramente maior, sendo de R\$ 2.086/ha em média, enquanto que, no cenário de livre alocação dos recursos do Programa ABC, esse valor é de R\$ 1.779/ha. Essa diferença é decorrente de uma maior alocação de desembolsos com recuperação de pastagens nas regiões em que o custo de recuperação é menor no cenário de livre alocação, o que contribui para explicar o resultado de gastos maiores no cenário de priorização das áreas de recuperação de pastagens.

Um último resultado agregado relevante da Tabela 4 é o resultado denominado de “Bem-estar”. O impacto em bem-estar é uma importante forma de se mensurar os resultados agregados de uma política econômica sobre a sociedade, e indica o quanto os consumidores se beneficiariam, de forma agregada, das políticas simuladas, após todos os efeitos possíveis do choque, tanto por conta das mudanças em preços dos bens e dos volumes comercializados, quanto na renda das famílias a partir das mudanças em salários e retornos do capital e da terra. A medida de bem-estar traduz todas essas mudanças na forma de uma indicação da variação no nível de consumo das famílias brasileiras como consequência do choque simulado. Dessa forma, o cenário de implementação do Plano ABC nas áreas prioritárias levaria a uma perda agregada de R\$ 724 milhões no total do consumo dos brasileiros. Já no caso do Plano ABC implementado de acordo com as melhores oportunidades disponíveis na economia (Cenário B), este geraria um aumento de R\$ 8 bilhões no consumo. Apesar dessas cifras soarem bastante volumosas, uma forma simples de tradução dessas magnitudes para um indicador mais compreensível é dividi-las pelo tamanho da população brasileira, para se ter uma ideia, mesmo que simplista, do quanto a política afetaria, em média, cada indivíduo da sociedade. Considerando a população do ano base do modelo (2009), o impacto do Cenário A indica uma perda de R\$ 3,71 de consumo por habitante, enquanto o Cenário B levaria a ganhos de R\$ 41,19 por habitante.

Os resultados dos cenários de implementação do Plano ABC sobre as mudanças no uso da terra são apresentados na Figura 4. A implementação da recuperação de pastagens e da integração lavoura-pecuária-floresta permitem um aumento na eficiência no uso do recurso natural terra, uma vez que geram maior quantidade de produto por área. Isolando-se esse efeito de outras possíveis mudanças econômicas, como crescimento da população, mudanças em padrões e hábitos de consumo, mudanças tecnológicas, entre outras, um aumento na produtividade da terra deve permitir uma menor necessidade de área agrícola para se gerar a mesma quantidade de produção. Essa intuição é refletida nos resultados encontrados pelo modelo. Em nível nacional, a recuperação de 15 milhões de ha (Mha) de pastagens combinada com a integração de 4 Mha no sistema ILPF permitiriam uma redução de 2.000 ha a 1,4 milhões de ha de áreas de culturas vegetais. A área de pastagens de boa qualidade aumentaria entre 9,6 Mha e 10,9 Mha, o que na prática significa dizer que cerca de 4 Mha a 5 Mha de pastagens poderiam ser retirados da produção pecuária, uma vez que foram recuperados 15 Mha no choque implementado. Esse “efeito poupa-terra” permitiria um aumento de no mínimo 4,8 Mha nas áreas de florestas e vegetação secundária não florestal, seja em área pública ou privada. Ainda, a área de florestas plantadas e manejadas poderia crescer entre 410 e 550 mil ha. Esses resultados indicam os benefícios do Plano ABC em termos de uso eficiente da terra e redução da pressão sobre os recursos naturais quando da adoção das tecnologias da agricultura de baixa emissão de carbono.

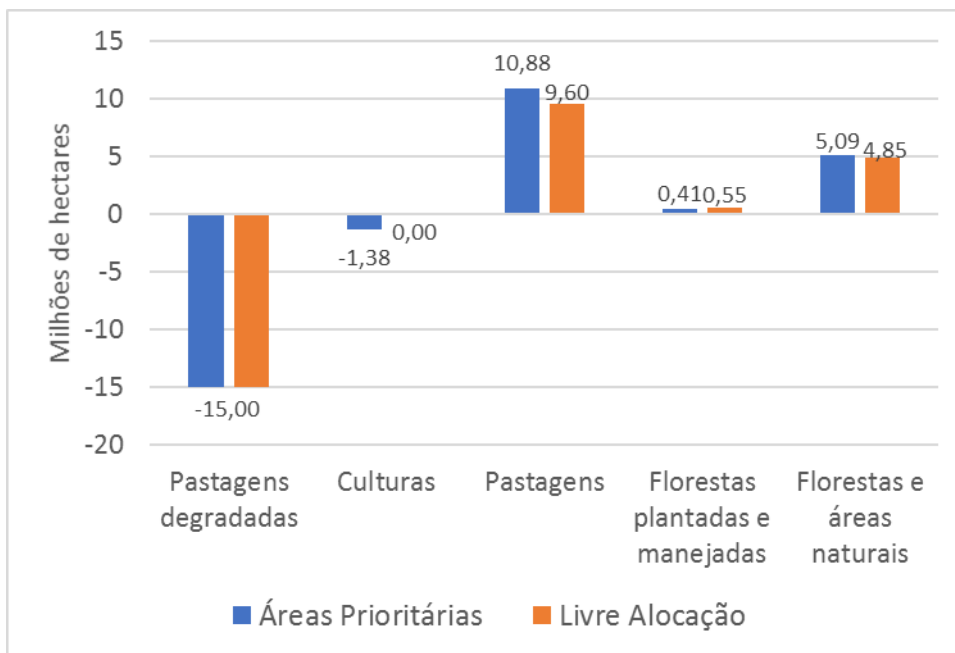


Figura 4. Mudanças no uso da terra (milhões de ha).

Fonte: Resultados da pesquisa.

Deve-se atentar para o fato de que esses resultados capturam o que aconteceria com a alocação da terra caso apenas o Plano ABC fosse implementado via crédito público, sem nenhuma outra interferência econômica concomitante, como crescimento populacional, por exemplo. Considerando que a meta do Plano ABC foi traçada para ser atingida em um intervalo de 10 anos, e que a população brasileira e mundial crescerá durante esse período, o resultado do estudo indica que a agricultura de baixa emissão de carbono é capaz de reduzir as pressões esperadas sobre a demanda e o preço de alimentos, sendo, portanto, uma transformação importante e desejável para a segurança alimentar futura do país e do mundo.

A Figura 5 mostra os efeitos dos cenários na expansão dos sistemas iLPF. Os sistemas integrados expandiriam predominantemente na forma de sistema lavoura-pecuária, sendo que a integração com produção de soja ocuparia cerca de 3,2 Mha a 3,4 Mha, enquanto a integração da pecuária com milho ocuparia entre 269 mil ha e 461 mil ha. Os sistemas lavoura-pecuária-floresta ocupariam cerca de 360 mil ha. Esses resultados refletem a simulação da expansão desse sistema de acordo com o padrão observado dos mesmos atualmente, conforme o estudo da Rede de Fomento iLPF (2016).

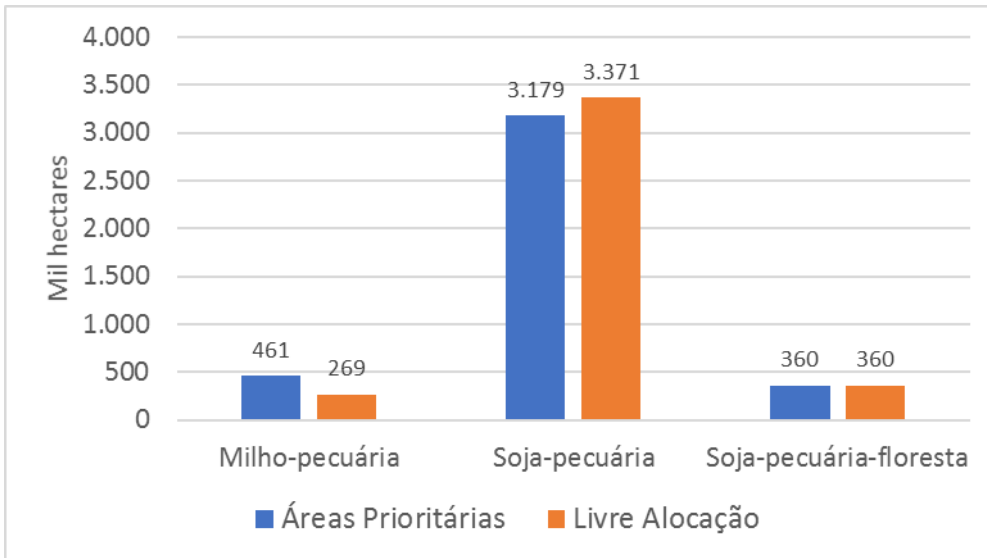


Figura 5 Áreas com sistemas integrados nos cenários simulados (mil ha).

Fonte: Resultados da pesquisa.

3.2 Impactos Econômicos Regionais do Plano ABC

Os resultados da implementação das metas de recuperação de pastagens e de expansão dos sistemas integrados sobre o uso da terra nas diferentes regiões do modelo são apresentados na Figura 6.

Várias lições podem ser extraídas dessa figura. A primeira delas diz respeito à distribuição das práticas do ABC no território nacional de acordo com o tipo de cenário simulado. No cenário de áreas prioritárias, a maior parte da recuperação das pastagens concentra-se nas regiões de cerrado do Nordeste (que inclui o Estado do Tocantins), uma vez que tal região do modelo possui maior percentual das pastagens com maior nível de degradação (ver Tabela 3). As áreas recuperadas chegam a 6,1 Mha nessa região. O Nordeste litorâneo, por sua vez, concentra o segundo maior nível de recuperação de pastagens neste cenário, de cerca de 3,5 Mha. Assim, o Nordeste como um todo, somado do estado do Tocantins, concentraria mais da metade da meta de recuperação de pastagens, caso a implementação do Plano ABC priorizasse as regiões com maior concentração de pastagens degradadas. A Região Norte, onde se concentra o bioma Amazônico, teria cerca de 570 mil ha de pastagens recuperadas nesse cenário, reflexo da sua participação relativamente pequena no total de pastagens degradadas.

Já no cenário de livre distribuição dos recursos do Programa ABC, percebe-se que as regiões Sudeste e Sul teriam os maiores níveis de adoção dos recursos destinados para recuperação de pastagens, sendo responsáveis, agora pelo cumprimento de mais da metade da meta em área, sendo 5,2 Mha recuperados no Sudeste e 3,9 Mha no Sul. A região do Cerrado Nordestino + Tocantins recuperaria cerca de 2,7 Mha, enquanto a região Norte viria em quarto lugar, recuperando 1,2 Mha. Esses resultados indicam que a distribuição das metas e dos recursos do Programa ABC dependem bastante da estratégia de implementação da política. Sem priorização alguma, os recursos seriam mais absorvidos pelas regiões com maiores aptidão e tradição na operacionalização do crédito e na adoção de tecnologias. Como consequência, como discutido na primeira seção de resultados, os impactos econômicos do Plano ABC seriam maiores.

Contudo, as áreas prioritárias do ponto de vista da produtividade das pastagens receberiam menor volume de recursos e, conseqüentemente, sofreriam menor nível de melhoria no uso do recurso natural

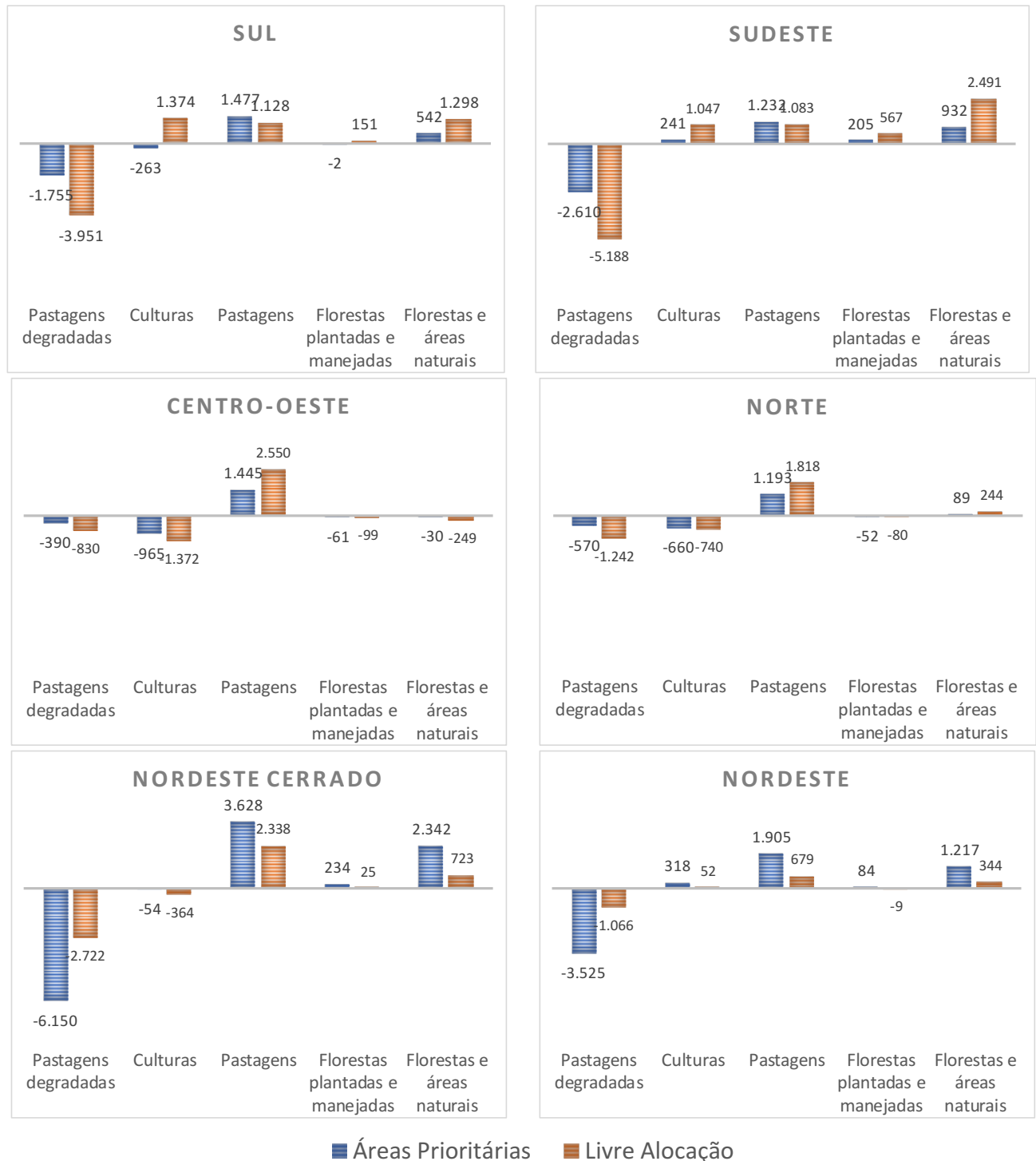


Figura 6 Mudanças no uso da terra nas regiões do modelo (mil ha).

Fonte: resultados da pesquisa.

Uma segunda lição que pode ser apreendida a partir dos resultados da Figura 6 diz respeito aos efeitos regionais diferenciados em termos de mudanças no uso da terra. Estando as regiões conectadas entre si pelo comércio inter-regional, os diferentes níveis de recuperação de pastagens nos cenários simulados implicam em padrões distintos em relação à redistribuição da área “poupada” via ganhos de produtividade nas pastagens e nos sistemas integrados. No que diz respeito às áreas de cultivo agrícola, essas aumentam na região Sudeste independente do cenário simulado, enquanto na região Sul essas áreas aumentam apenas no cenário de livre alocação dos recursos do Programa ABC. Nas regiões Centro-Oeste, Norte e Cerrado Nordeste a recuperação de pastagens provoca redução da área de culturas. Esse resultado está intimamente relacionado com a mudança na área de pastagens de boa qualidade. Nas regiões Sudeste e Sul essas pastagens aumentam menos do que a área de pastagens recuperadas, o que significa que parte das pastagens boas são convertidas em áreas de culturas ou em florestas e áreas de vegetação secundária. Já nas regiões Norte e Centro-Oeste, as áreas de pastagens de boa qualidade crescem mais que as áreas de pastagens recuperadas, sendo que parte das áreas de culturas são convertidas para pasto de boa qualidade. As áreas com vegetação natural e florestas, por sua vez, aumentam em termos líquidos em quase todas as regiões, com destaque para as regiões Sudeste e Sul, enquanto reduzem na região Centro-Oeste. Esses resultados sugerem que o aumento de produtividade das pastagens diminui a necessidade de áreas agrícolas na maior parte do território brasileiro, mas leva a uma maior especialização em produção de culturas vegetais no Sudeste e no Sul e de produção pecuária no Centro-Oeste e no Norte.

A distribuição das áreas ocupadas com sistemas integrados pode ser visualizada na Figura 7. Predomina o sistema de integração soja-pecuária, que se distribui em maior proporção nas regiões Sul, entre 1,3 e 1,5 Mha, e Centro-Oeste, em cerca de 977 mil ha a 994 mil ha. A região Norte ocupa o terceiro lugar na distribuição dos sistemas integrados, com áreas entre 776 mil ha e 792 mil ha. O sistema integrado à base de produção de milho e pecuária se distribui mais no Sul (231 mil ha), no cerrado nordestino+Tocantins (143 mil ha) e na região Norte (124 mil ha) no cenário de priorização de aplicação dos recursos do ABC em áreas mais degradadas. Já os sistemas de integração soja-pecuária-floresta se distribui mais na região Sul, Centro-Oeste e Norte. A região Sudeste é a que menos apresenta desenvolvimento dos sistemas integrados.

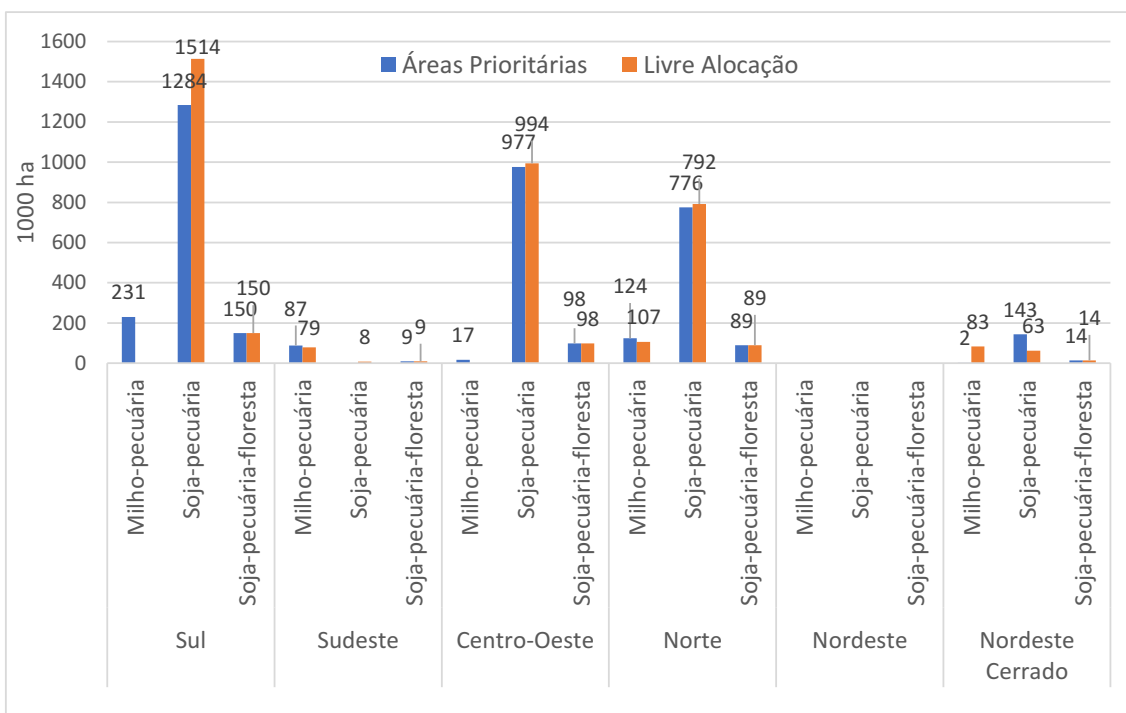


Figura 7 Áreas com sistemas integrados iLP e iLPF nos cenários simulados (mil ha) nas regiões do modelo.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os gastos necessários para atingir as metas de recuperação de pastagens e sistemas integrados do Plano ABC nas diferentes regiões do modelo são apresentados na Tabela 7. Os gastos em cada região são bastante dependentes do cenário considerado. No cenário em que se prioriza a recuperação das pastagens mais degradadas, a região Nordeste (litorânea) recebe o maior volume de recursos para recuperação de pastagens (R\$ 11,7 bilhões), seguida da região de Cerrado Nordestino + Tocantins (R\$ 10,8 bilhões). Esse resultado reforça a discussão anterior sobre os impactos agregados do ABC, que são menos favoráveis do ponto de vista econômico quando se colocam maiores esforços para recuperação de pastagens em áreas de menor aptidão ou com maiores desafios ambientais e mercadológicos. As regiões Sudeste e Sul também despendem volumes consideráveis de recursos para recuperação de pastagens, de R\$ 4,5 bilhões e R\$ 2,8 bilhões, respectivamente. Já as regiões Centro-Oeste e Norte se destacam por despendem maiores volumes para implantação de sistemas integrados do que para a recuperação de pastagens, o que reflete a implementação do cenário de acordo com o padrão de gastos observados do Programa ABC com essas tecnologias até o momento.

No cenário em que a recuperação de pastagens é realizada de acordo com a vontade dos agentes econômicos, as regiões Sudeste, Sul e Norte passam a despendem maiores volumes de recursos do que no cenário anterior. Esse resultado sugere que as oportunidades de rentabilidade da recuperação de pastagens são mais favoráveis nessas regiões, e não exatamente nas regiões com maiores níveis de degradação.

Tabela 7. Gastos com recuperação de pastagens e adoção de iLPF nas regiões (R\$ milhões)

Regiões			Centro		Nordeste	
	Sul	Sudeste	Oeste	Norte	Nordeste	Cerrado
<i>Cenário Áreas Prioritárias (R\$ milhões)</i>						
Rec. Pastagens	2.837	4.526	454	987	11.656	10.828
Milho-pecuária	616	201	117	331	-	2
Soja-pecuária	2.363	-	1.755	1.100	-	243
Soja-pecuária-floresta	523	26	232	247	-	32
<i>Cenário Livre Alocação (R\$ milhões)</i>						
Rec. Pastagens	6.374	8.972	964	2.146	3.479	4.751
Milho-pecuária	3.032	190	-	289	-	80
Soja-pecuária	-	19	1.800	1.134	-	105
Soja-pecuária-floresta	544	27	233	247	-	31

Fonte: Resultados da pesquisa.

3.3 Resultados Ambientais

Os efeitos ambientais do cenário de “Livre Alocação” do Plano ABC foram mensurados em relação às emissões de gases de efeito estufa. A partir das estimativas de área e de mudança de uso do solo em cada região, oriundas dos resultados do modelo econômico, foram determinados os balanços anuais de emissões provenientes dos sistemas produtivos, seus respectivos manejos e os fluxos de armazenamento de carbono no solo por conta das práticas de recuperação de pastagens e sistemas integrados. Ainda, foram calculadas as mudanças esperadas no estoque de carbono nas formações florestais e nas áreas de vegetação natural. A diferença no balanço de emissões dos sistemas produtivos entre os momentos antes e depois da implementação das metas do Plano ABC pode ser considerada como um impacto direto do Plano ABC sobre as emissões de GHGs, enquanto a mudança esperada no estoque de carbono florestal e na vegetação natural será considerada aqui como um impacto indireto do Plano ABC.¹⁸

As Tabelas 8 e 9 apresentam a distribuição do uso do solo entre as grandes categorias do modelo, no período “Pré-ABC”, de acordo com a base de dados do modelo e no período “Pós-ABC”, que foram projetadas pelo modelo econômico, utilizadas como base para se calcular o balanço de emissões e o estoque de carbono na biomassa florestal e áreas naturais. Pode-se observar que as áreas destinadas às culturas agrícolas na Tabela 9 se mantiveram praticamente estáveis em todas as regiões, quando comparadas com as da Tabela 8. Em contrapartida, 15 milhões de ha de pastagens degradadas foram alocadas em pastagens bem manejadas (5,6 Mha), sistemas integrados (4,0 Mha), com destaque para o sistema iLP com soja, e formações florestais e vegetação natural (5,4 Mha). Essa reestruturação da produção agropecuária e do

¹⁸ Ressalva-se ue os cálculos das emissões de carbono aqui apresentados são uma primeira tentativa de se dimensionar os efeitos ambientais diretos e indiretos de se cumprir as metas do Plano ABC, reconhecendo-se as diversas fontes de incertezas e oportunidades de refinamento da metodologia utilizada, como por exemplo, a respeito dos coeficientes de emissões de cada sistema e de carbono na biomassa vegetal em diferentes regiões e biomas brasileiros, a espacialização dos resultados do modelo econômico para o nível municipal, a dinâmica de acúmulo ou emissão de carbono nos solos de pastagens, entre outros. Reconhecendo essas limitações e incertezas, acredita-se que os resultados de emissões do presente estudo são uma primeira importante contribuição sobre os potenciais efeitos ambientais de se atingir as metas de recuperação de pastagem e expansão de sistemas integrados do Plano ABC.

uso do solo com a adoção de práticas de baixa emissão de carbono, possibilitou o aumento de 5% do rebanho bovino sem a necessidade de abertura de novas áreas, passando de, cerca de 196 milhões de cabeças em 2009 para 206 milhões de cabeças em 2020. Esse aumento do rebanho com redução da área total de pastagens é comumente denominado de efeito poupa terra. Além do mais, a adoção das metas do Plano ABC proporciona o aumento da oferta de grãos (soja e milho) com a adoção de sistemas integrados em áreas degradadas e expansão da área florestal e de vegetação natural nas regiões Sul e Sudeste.

Tabela 8. Alocação de área nos diferentes sistemas produtivos e rebanho bovino no momento “Pré-ABC” em cada região

Regiões	Culturas	Pastagem boa	Pastagem degradada	Florestas ¹ e áreas naturais	Rebanho
	(ha)				(nº de cabeças)
Centro-Oeste	14.988	36.510	1.232	33.864	55,500,578
Nordeste Cerrado	8.568	16.472	19.775	74.948	26,403,094
Sudeste	13.778	20.082	8.398	35.065	38,016,674
Sul	19.146	12.077	5.663	12.855	27,904,576
Norte	5.168	32.491	1.834	54.248	47,991,027
Nordeste litorâneo	3.519	2.942	11.317	20.249	9,492,005
Total	65.166	120.575	48.220	231.229	205,307,954

¹Inclui florestas naturais e plantadas.

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela 9. Alocação de área nos diferentes sistemas produtivos e rebanho bovino no momento “Pós-ABC” em cada região considerada no presente trabalho, segundo as premissas do modelo econômico no cenário de “livre alocação”.

Regiões	Culturas	Pastagem boa	Pastagem degradada	ILP-milho	ILP-soja	ILPF-soja	Florestas ¹ e áreas naturais	Rebanho
	(ha)							(nº de cabeças)
Centro-Oeste	13.616	37.968	402	0	994	98	33.516	55,500,578
Nordeste Cerrado	8.204	18.651	17.053	83	63	14	75.695	30,099,527
Sudeste	14.825	21.069	3.210	79	8	9	38.123	39,917,508
Sul	20.520	11.541	1.712	0	1.514	150	14.304	31,253,125
Norte	4.428	33.321	592	107	792	89	54.412	48,950,848
Nordeste litor.	3.570	3.621	10.251	0	0	0	20.584	10,441,206
Total	65.164	126.171	33.220	269	3.371	360	236.634	216,162,791

¹Inclui florestas naturais e plantadas.

Fonte: Resultados da pesquisa

Diante disso, considerando os diferentes sistemas produtivos com suas respectivas fontes (fermentação entérica, excretas bovinas, adubação e aplicação de calcário) e sumidouro de CO₂eq. (armazenamento de carbono no solo) em todos os municípios analisados, tem-se um saldo líquido de cerca de 30 milhões de tCO₂eq. sendo emitidos para a atmosfera no cenário agropecuário de 2009 (“Pré-ABC”) (Tabela 10). Importante destacar que o fluxo de armazenamento de carbono no solo das pastagens boas existentes no momento “Pré-ABC” praticamente neutraliza as emissões de GEE provenientes das pastagens degradadas, restando as emissões líquidas das áreas agrícolas pelo uso de fertilizantes nitrogenados e calcário. Esse

resultado considera não apenas as emissões anuais do processo de produção, mas também as emissões e remoções anuais, respectivamente provenientes dos solos em áreas de pastagens degradadas e sob pastagens de boa qualidade. Esse resultado evidencia elevado potencial de mitigação e de atingimento das metas de redução do Plano ABC a partir da recuperação de pastagens no Brasil, uma vez que a conversão de pastagens degradadas para pastagens de boa qualidade é capaz de reverter as emissões do sistema de produção de bovinos de positivas para negativas. Essa possibilidade de mitigação é potencializada por conta das dimensões continentais de áreas a serem exploradas com tecnologias ABC, estimadas em 48 milhões de hectares de pastagens com baixa eficiência tecnológica (taxa de lotação menor que 0,75 cabeças por hectare).

Tabela 10. Balanço de emissões de GEE da agropecuária no momento “Pré-ABC” por região no cenário “livre alocação”

Região	Emissão anual (T CO ₂ eq.) ¹		
	Culturas	Pastagem boa	Pastagem degradada
Centro-Oeste	1.607.359	-35.299.085	3.349.220
Nordeste Cerrado	2.519.865	-20.605.259	45.412.378
Sudeste	4.032.650	-14.242.212	21.807.301
Sul	4.014.915	-334.216	15.277.944
Norte	1.090.097	-31.908.970	4.733.588
Nordeste Litorâneo	2.310.001	-1.210.059	27.014.178
Total	15.574.888	-103.599.800	117.594.610

Fonte: resultados da pesquisa.

¹ obs.: sinais negativos significam sequestro de emissões.

Em relação ao momento “Pós-ABC”, ou seja, após a adoção das tecnologias do Plano ABC designadas à recuperação de pastagens e sistemas integrados, o balanço de emissões de GEE do setor agropecuário deixa de ser positivo para torna-se negativo, revelando-se um sumidouro de carbono, capaz de remover 20,5 milhões de tCO₂ eq no ano (Tabela 1111). Essas tecnologias acarretam um aumento significativo do carbono armazenado no solo, possibilitando uma produção de alimentos neutros em carbono e com adicional fluxo de carbono estocado no solo. Desse balanço total de remoções do setor, o fluxo de remoção de carbono no solo dos sistemas integrados responde por 10,7 milhões de tCO₂eq. e dos pastos bem manejados por 123,0 milhões de tCO₂eq. (Tabela 1111), enquanto as áreas de culturas emitem cerca de 16,4 milhões de tCO₂eq. e a pecuária sobre pastagens degradadas remanescentes emitem 96,8 milhões de tCO₂eq.

Tabela 11. Balanço de emissões de GEE da agropecuária no momento “Pós-ABC” por região no cenário “livre alocação”

Região	Emissão anual ¹
--------	----------------------------

	Culturas	Pastagem boa	Pastagem degradada	ILP milho-pecuária	ILP soja-pecuária	ILPF soja-pecuária-floresta
	T CO _{2eq}					
Centro-Oeste	1.538.647	-42.029.470	1.145.122	0	-2.828.566	-212.922
Nordeste Cerrado	2.457.615	-31.516.265	49.659.936	-221.971	-168.212	-28.189
Sudeste	4.395.592	-11.739.817	9.199.952	-221.555	-23.216	-18.205
Sul	4.603.948	4.232.781	5.011.631	0	-3.993.469	-285.309
Norte	1.066.915	-35.127.650	1.703.242	-295.460	-2.195.936	-184.272
Nordeste Litorâneo	2.344.034	-6.835.978	30.042.137	0	0	0
Total	16.406.751	-123.016.399	96.762.020	-738.987	-9.209.400	-728.897

Fonte: resultados da pesquisa.

¹ obs.: sinais negativos significam sequestro de emissões.

A Tabela 122 apresenta a diferença em emissões da agropecuária entre os momentos “Pós-ABC” e “Pré-ABC” no cenário “Livre Alocação” dos recursos do Programa ABC, evidenciando qual seria a mudança no balanço anual em emissões a partir da implementação das metas do Plano ABC de recuperação de pastagens e expansão de sistemas integrados. As emissões de culturas solteiras aumentam em 0,8 milhões de tCO_{2eq}., uma vez que a área total de culturas cresce ligeiramente após a implementação das metas do Plano ABC em regiões intensivas em emissões na agricultura, como o Sudeste e o Sul, e assumiu-se que não há expansão da área de plantio direto. Por outro lado, a recuperação de pastagens gera uma redução nas emissões de 40,2 milhões de tCO_{2eq}., sendo 19,4 milhões de tCO_{2eq}. provenientes da expansão das pastagens de boa qualidade e 20,8 milhões de tCO_{2eq}. advindos da redução da área de pastagens degradadas. Considerando que a meta de redução de emissões do Plano ABC é de 83 a 104 milhões de tCO_{2eq}. no intervalo de 2010 a 2020, quando atingida a recuperação de 15 milhões de ha as emissões anuais seriam reduzidas em cerca de 39% a 48% da meta total prevista para todo o período de implementação do Plano.

Tabela 12. Variação no balanço de emissões de GEE com a adoção da recuperação de pastagens e sistemas integrados (emissões em Tf menos emissões em Ti) por região e por sistema produtivo

Região	Variação no Balanço de Emissões de GEE ¹					
	Culturas	Pastagem boa	Pastagem degradada	ILP milho-pecuária	ILP soja-pecuária	ILPF soja-pecuária-floresta
T CO _{2eq}						
Centro-Oeste	-68.712	-6.730.385	-2.204.098	0	-2.828.566	-212.922
Nordeste Cerrado	-62.250	-10.911.007	4.247.558	-221.971	-168.212	-28.189
Sudeste	362.942	2.502.395	-12.607.349	-221.555	-23.216	-18.205
Sul	589.033	4.566.997	-10.266.313	0	-3.993.469	-285.309
Norte	-23.182	-3.218.680	-3.030.346	-29.546	-2.195.936	-184.272
Nordeste Litorâneo	34.033	-5.625.919	3.027.959	0	0	0
Total	831.863	-19.416.599	-20.832.590	-738.987	-9.209.400	-728.897

Fonte: resultados da pesquisa.

¹ obs.: sinais negativos significam redução no balanço de emissões.

Ainda, os sistemas integrados, em conjunto, seriam responsáveis por uma redução nas emissões anuais da ordem de 10,7 milhões de tCO₂eq. Isso representa 48% a 59% da meta de redução nas emissões prevista no Plano ABC por conta da expansão dos 4 milhões de ha de sistemas integrados, meta prevista no Plano ABC para serem alcançadas até 2020.

Considerando o diferencial do balanço de emissões entre os momentos “Pós-ABC” e “Pré-ABC”, o total de redução de emissões seria de 50,1 milhões de tCO₂eq. Esse valor representa entre 31% e 37% da meta total de redução de emissões do Plano ABC como um todo, prevista para 133,9 milhões de tCO₂eq. a 162,9 milhões de tCO₂eq.

A Figura 8 ilustra os resultados da Tabela 12, evidenciando que as maiores contribuições em termos de melhorias no balanço anual de emissões são oriundas das reduções de emissões de pastagens degradadas nas regiões Sudeste e Sul e de melhoria das pastagens na região Nordeste Cerrado. É interessante notar que apenas na região Centro-Oeste a conversão das pastagens degradadas é capaz de reduzir o balanço de emissões da pecuária no sistema sob pastagens degradadas quanto sob pastagens de boa qualidade.

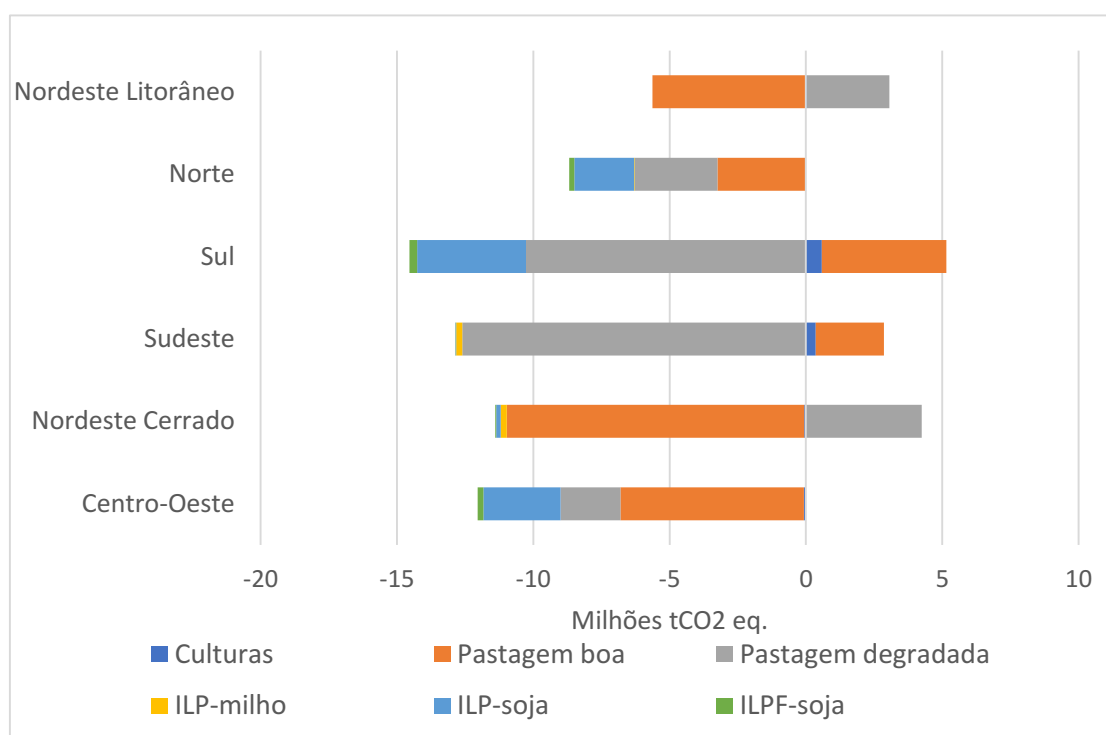


Figura 8. Variação no balanço de emissões de GEE com a adoção da recuperação de pastagens e sistemas integrados (emissões no momento “Pós-ABC” menos emissões no momento “Pré-ABC”) por região e por sistema produtivo.

Fonte: Resultados da pesquisa.

No que diz respeito à contribuição indireta do Plano ABC para a redução das emissões de GEE por conta da menor pressão sobre a conversão de áreas de florestas e de vegetação natural, calculou-se a potencial variação no estoque de carbono que pode ser perdido ou acumulado a partir das mudanças nas áreas florestais e de vegetação natural projetadas pelo modelo

econômico, seguindo dois métodos alternativos, como descrito na metodologia. No primeiro, assume-se um valor médio de estoque de carbono na vegetação florestal e nativa de 85,06 tC ha⁻¹. No segundo, utilizam-se coeficientes de estoque de carbono regionalizados, com base em Plevin et al. (2015), disponíveis no Anexo I. A Tabela 13 apresenta os resultados de variação nos estoques de carbono.

O potencial de acúmulo de carbono por conta da expansão das áreas de florestas plantadas e liberação de áreas para recomposição florestal e de vegetação natural atinge entre 1,7 bilhão e 1,9 bilhão de tCO₂eq. Esse estoque pode passar de cerca de 72,0 bilhões de tCO₂eq para 73,7 bilhões de tCO₂eq. quando se utiliza um coeficiente único de carbono em todas as regiões. As regiões Sudeste e Sul seriam as que mais contribuiriam para esse acúmulo de carbono usando esse método, por conta do maior crescimento de áreas florestais e de vegetação natural no cenário “Livre Alocação” aqui considerado, enquanto a região Centro-Oeste traria uma contribuição negativa. Utilizando coeficientes regionalizados, a perda de carbono da região Centro-Oeste torna-se bem mais pronunciada, contudo, as regiões Sudeste, Nordeste e Norte passam a contribuir de forma mais bem expressiva no acúmulo de carbono na biomassa vegetal.

Tabela 13. Estoques de carbono na biomassa florestal e na vegetação natural nos momentos “Pré-ABC” e “Pós-ABC” e variação dos estoques entre esses dois momentos no cenário “Livre Alocação” calculados por dois métodos alternativos e variação no estoque de carbono no cenário “Áreas Prioritárias” calculado por um dos métodos, em mil tCO₂eq.

Região	Método de coeficiente único de carbono			Cálculo com Coeficientes de Plevin et al. (2015)	
	Estoque de Carbono Inicial	Estoque de Carbono Final	Variação no Estoque de Carbono	Variação no Estoque de Carbono	
	Cenário "Livre Alocação"				Cenário "Áreas Prioritárias"
1000 tCO ₂ eq.					
Centro-Oeste	10.542.553	10.434.326	-108.227	-592.315	-154.453
Nordeste Cerrado	23.332.641	23.565.382	232.741	86.199	335.028
Sudeste	10.916.410	11.868.357	951.947	1.420.890	528.435
Sul	4.001.916	4.453.139	451.223	256.988	124.150
Norte	16.888.467	16.939.432	50.966	336.767	76.558
Nordeste	6.304.014	6.408.243	104.229	410.519	1.414.351
Total	71.986.001	73.668.880	1.682.879	1.919.048	2.324.069

Fonte: Resultados da pesquisa.

A Tabela 13 também apresenta os resultados de potencial acúmulo de carbono nas áreas florestais e de vegetação natural calculados para o cenário “Áreas Prioritárias” a partir do método de coeficientes de carbono regionalizados. Esses números podem ser comparados com os do cenário “Livre Alocação” de forma a identificar se há potencial de ganhos ambientais diferenciados entre esses cenários. Os resultados indicam que no cenário de “Áreas Prioritárias” haveria um potencial bem mais expressivo de acúmulo no carbono da biomassa florestal e das

áreas de vegetação natural nas regiões com maior nível de degradação de pastagens antes da implementação do ABC, quais sejam as regiões Nordeste (litorâneo) e Nordeste Cerrado (MATOPIBA). As demais regiões teriam potencial de acúmulo de emissões bem menor que no cenário de “Livre Alocação”, contudo, a perda de estoque de carbono na região Centro-Oeste é bem menor no cenário de “Áreas Prioritárias”. No total, a variação no estoque potencial nas áreas de vegetação natural e florestais no país se mostra mais expressiva quando a recuperação de pastagens é priorizada nas regiões com maior incidência de pastos degradados do que sob a livre alocação dos recursos do Programa ABC.

Ressalva-se que essa contribuição na forma de acúmulo de carbono só seria observada ao longo de um intervalo de tempo suficiente para que essas classes de vegetação alcancem um estágio de maturação, bem como a sua perenidade depende de outros aspectos e tendências da economia, não consideradas aqui. De qualquer forma, esses resultados indicam como o aumento de produtividade proporcionado pela adoção das tecnologias de recuperação de pastagens e de sistemas integrados podem contribuir para reduzir a pressão pelo desmatamento e pela conversão de áreas naturais, o chamado “efeito poupa-terra”, e indiretamente contribuir para atenuar o problema de mudança do clima por proporcionar o sequestro de carbono em áreas de vegetação secundárias e recuperadas.

É importante destacar que a manutenção do componente florestal e de vegetação natural, em conjunto com tecnologias de baixo carbono, proporcionam co-benefícios ambientais, econômicos e sociais relevantes para a sociedade em geral. Ainda, a redução na pressão para a abertura de novas áreas é sinérgica com o papel estratégico da recomposição e manutenção das áreas de preservação permanente (APP) e de reserva legal (RL) nas propriedades rurais, preconizadas pelo Código Florestal. Por fim, esses benefícios podem se tornar um ativo interessante para entrada em novos mercados consumidores preocupados com as questões climática e ambiental, como os mercados europeu e norte americano, agregando serviços e valores ambientais ao produto agropecuário brasileiro.

Ainda se tratando de emissões evitadas do setor agropecuário no cenário “livre alocação”, considerando os 1.035 municípios que captaram recursos do Programa ABC na safra 2015/2016, a Figura 9 apresenta como seria a distribuição geográfica da diferença entre o balanço de CO₂eq. nos sistemas produtivos entre os momentos “Pós-ABC” e “Pré-ABC”, assumindo que os resultados regionais do modelo econômico se distribuíssem nesses municípios. As áreas agropecuárias tornam-se, em grande parte, sumidouros importantes de carbono, sobretudo armazenado no solo, com destaque para o oeste baiano e mineiro, região Centro-Oeste, sudeste paraense, estados do AC e RO e de forma mais pulverizada nos estados da região Sudeste, chegando a uma redução em emissão de quase 1,5 milhão de tCO₂eq. em alguns municípios dessas áreas.

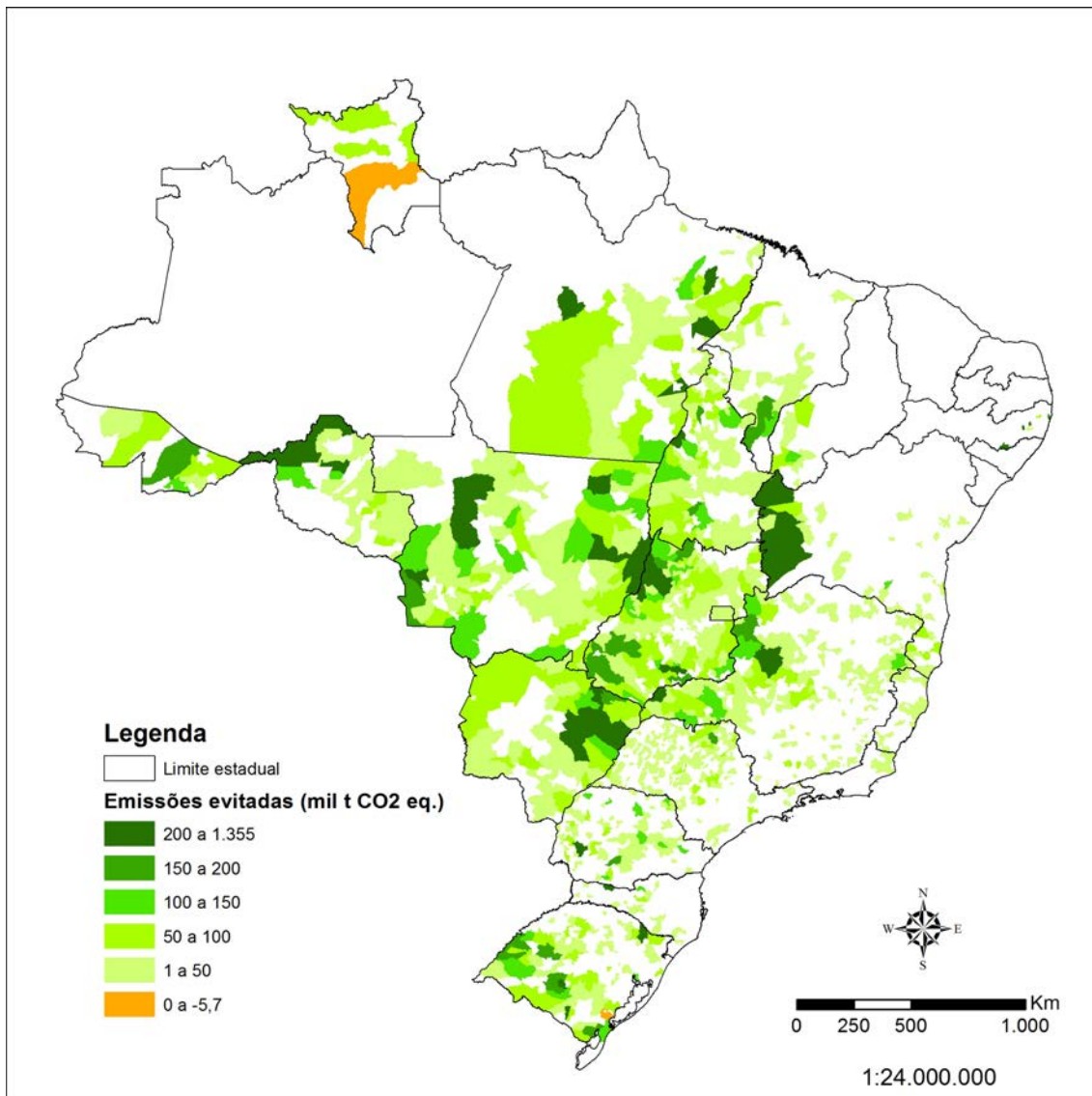


Figura 9. Distribuição espacial das emissões evitadas de GEE entre os momentos “Pós-ABC” e “Pré-ABC” nos municípios que captaram recursos do Programa ABC na safra 2015/2016.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Considerando a distribuição espacial das mudanças no estoque de carbono do componente florestal e das áreas naturais, utilizando-se o primeiro método de único coeficiente de carbono, nota-se que na maior parte do país, devido ao aumento dessas áreas estimadas pelo modelo econômico, a quantidade de CO₂eq. armazenada na biomassa teria o potencial de aumentar em cerca de 55 milhões de tCO₂ eq. em algumas regiões do Brasil (Figura 10). Distribuição espacial das emissões evitadas de GEE por conta das mudanças nas áreas florestas e de vegetação natural entre os momentos “Pós-ABC” e “Pré-ABC” nos municípios que captaram recursos do Programa ABC na safra 2015/2016.

10). Apenas os estados de GO e MS apresentaram perda de carbono armazenado na biomassa, uma vez que, houve uma redução de 1,03% da área florestal e/ou de vegetação natural na região Centro-Oeste (348 hectares) pelos resultados do modelo apresentados na Figura 6 e Tabela 9, e o procedimento utilizado aqui para especializar esse resultado distribui a perda de carbono sobre todos os municípios que captaram recursos do ABC. Possivelmente essa perda de

biomassa tenderia a se concentrar apenas em poucos municípios, e não nos estados como um todo.

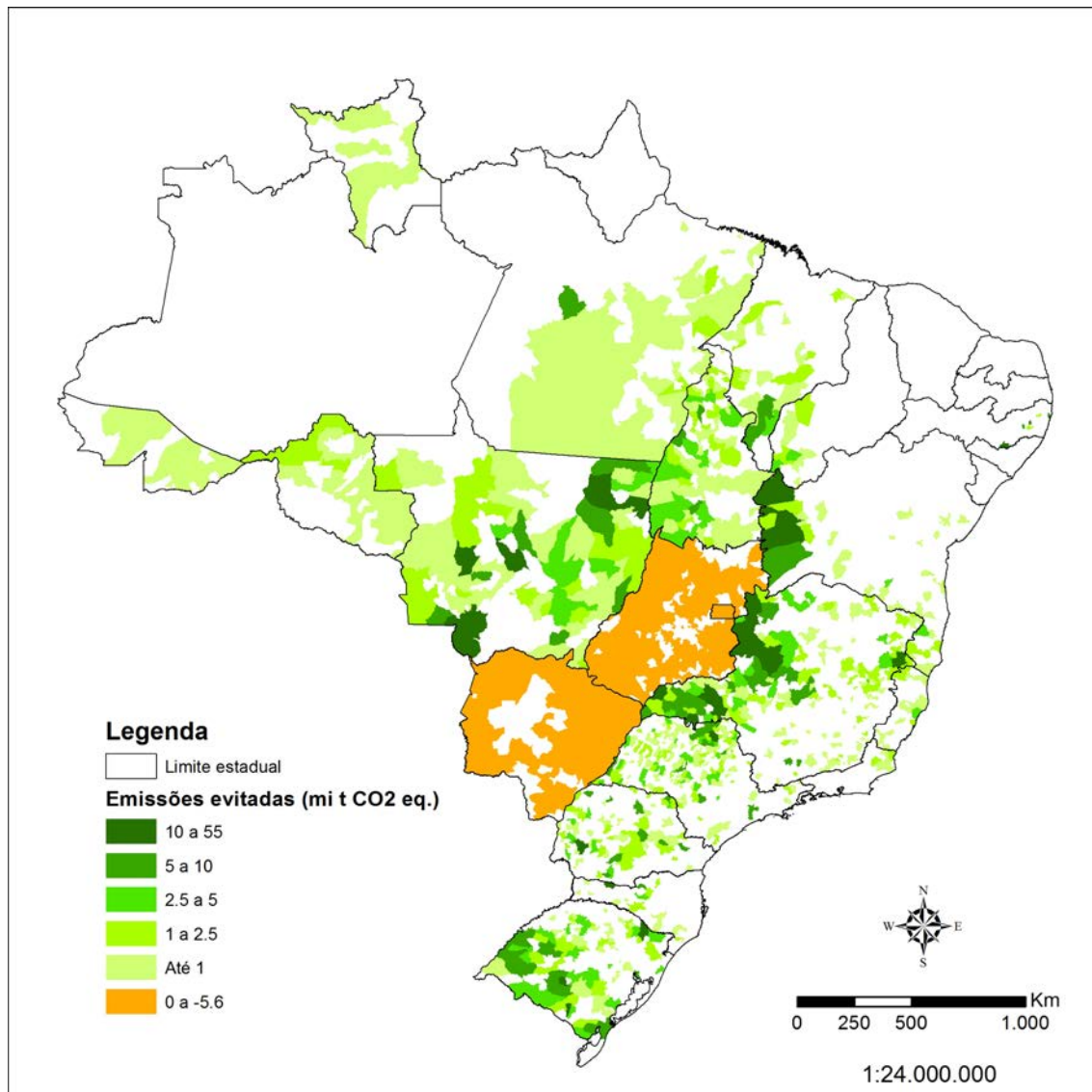


Figura 10. Distribuição espacial das emissões evitadas de GEE por conta das mudanças nas áreas florestais e de vegetação natural entre os momentos “Pós-ABC” e “Pré-ABC” nos municípios que captaram recursos do Programa ABC na safra 2015/2016.

4. Considerações Finais

O presente estudo buscou contribuir com uma análise quantitativa dos impactos econômicos e ambientais de se atingir as metas do Plano ABC previstas para 2020 de recuperação de pastagens e expansão de sistemas integrados. Para tal, desenvolveu-se um modelo computacional que representa a economia e a agropecuária brasileira, considerando suas diferenças regionais, e um método de cálculo de emissões de gases de efeito estufa para projetar os impactos ambientais. Os resultados indicam que os custos econômicos de se recuperar 15 Mha de

pastagens e expandir sistemas integrados em 4 Mha são inferiores ao previsto no texto original do Plano ABC. Contudo, o ritmo de adoção atual do Programa ABC está aquém do necessário para que as metas do Plano sejam atingidas até 2020, se estas dependerem apenas dos recursos do Programa ABC, ou seja, não forem implementadas por iniciativa dos agropecuaristas sem recursos públicos.

Se a recuperação de pastagens fosse priorizada nas áreas de maior nível de degradação, consideradas como as de menor capacidade de suporte de animais por ha, o custo econômico para a sociedade seria equivalente a retirar cerca de R\$ 3,70 de consumo anual de cada habitante do país. Contudo, se o Plano ABC fosse implementado considerando a livre escolha dos agropecuarista sobre onde aplicar a recuperação de pastagens, ou seja, de acordo com o potencial de retorno de cada região, o plano traria um ganho de R\$ 41,18 de consumo adicional por habitante. Esse resultado indica que, apesar do custo para a sociedade ser baixo de se focar nas áreas prioritárias, essas possuem desafios econômicos consideráveis, como maior risco climático, menor proximidade a mercados e menor ganho potencial de produtividade. A livre escolha de alocação pelos agropecuaristas das áreas a serem recuperadas levaria a um impacto econômico positivo sobre o consumo coletivo na economia, uma vez que as tecnologias do Plano ABC permitem aumentar a produção de alimentos, considerando que o setor público é quem arca com os subsídios associados à equalização de juros do Programa ABC.

Em contrapartida, o benefício ambiental indireto, em termos de efeito “poupa-terra” e acúmulo potencial no estoque de carbono das formações florestais e vegetação natural, seria maior se a recuperação de pastagens ocorresse nas áreas prioritárias.

Em relação ao benefício ambiental de redução de emissões na agropecuária diretamente proporcionados pelo Plano ABC, o cenário de livre alocação permite alcançar uma redução em emissões anuais de 51,8 milhões de tCO₂eq. quando se alcançar os 15 Mha de pastagens recuperadas e os 4 Mha de ILPF expandidos, o que representa entre 32% e 39% da meta total de redução de emissões previstas para o Plano ABC como um todo.

Em termos regionais, a distribuição dos efeitos do Plano ABC pode ser bem diferente, dependendo da estratégia de implementação do Plano. Se o foco for na recuperação de pastagens nas áreas prioritárias, a região Nordeste receberia maiores volumes de recursos e reduziria mais a pressão sobre os recursos naturais. Caso a recuperação de pastagens seja feita pela livre vontade dos mercados agropecuários, as regiões Sul e Sudeste receberiam maiores volumes de recursos e liberariam mais áreas para conservação.

Finalmente, independente da alocação dos recursos para recuperação de pastagens serem direcionados ou não para as áreas prioritárias, o Plano ABC tende a proporcionar maior especialização das regiões Sudeste e Sul na produção de culturas, enquanto o Centro-Oeste e o Norte tendem a se especializar na produção pecuária.

Os resultados aqui encontrados contribuem com uma primeira projeção dos impactos econômicos e ambientais do Plano e do Programa ABC. Como tal, revelam os potenciais benefícios da agricultura de baixa emissão de carbono para o país, seja na intensificação da produção com redução da pressão sobre os recursos naturais, seja nos desdobramentos econômicos positivos para a sociedade, ou de baixo custo agregado dessas políticas. Como tal,

permitem concluir que as tecnologias do Plano ABC devem ser fomentadas e expandidas na agropecuária brasileira, com vistas a contribuir para a sustentabilidade do agronegócio brasileiro para a segurança alimentar futura da sociedade.

Finalmente, é importante ressaltar que o modelo aqui utilizado é uma ferramenta de projeção de cenários, construída com base na teoria econômica e na disponibilidade de dados. Como tal, muitos dos parâmetros utilizados, que representam como consumidores e produtores reagem diante de mudanças no ambiente econômico, precisam ser estimados ou deduzidos com base nas observações da realidade. Ainda, modelos são simplificações da realidade, que assumem comportamentos racionais e acertados. Por essas razões, os resultados aqui encontrados devem ser sempre considerados como bons indicativos de direção e magnitudes relativas (ou comparativas) do que se espera observar no mundo real, sem contudo, serem tomados como verdades absolutas ou previsões perfeitas. Portanto, recomenda-se em futuros estudos o aprimoramento de aspectos como: definição e representação das áreas de pastagens degradadas e de vegetação natural passíveis de conversão, revisão e teste de valores alternativos dos parâmetros e da formulação que determina a conversão entre diferentes categorias de uso da terra, teste de cenários observados nos últimos anos e comparação dos resultados do modelo com dados recentes da dinâmica de uso do solo no Brasil, entre outros.

Bibliografia

Almeida, C.A.; Coutinho, A.C.; Esquerdo, J.C.D.M.; Adami, M.; Venturieri, A.; Diniz, C.G.; Dessay, N.; Durieux, L.; Gomes, A.R. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. *Acta Amazonica*, Vol 46 (3) 2016: 291-302.

BACEN. Sistema de Operações do Crédito Rural e do Proagro - SICOR. 2017. Disponível em: http://www.bcb.gov.br/htms/sicor/novo_recor/tabelas_novo_recor.asp

BERNOUX, M.; ARROUAYS, D.; CERRI, C.C.; GRAÇA, P.M.A.; VOLKOFF, B. & TRICHET, J. Estimation des stocks de carbone des sols du Rondônia (Amazonie brésilienne). *Études Gestion Sols*, 5:31-42, 1998.

BUSTAMANTE, M.M.C.; CORBEELS, M.; SCOPEL, E. & ROSCOE, R. Soil carbon and sequestration potential in the Cerrado Region of Brazil. In: LAL, R.; CERRI, C.C.; BERNOUX, M.; ETCHEVERS, J. & CERRI, C.E.P. Carbon sequestration in soils of Latin America. New York, Haworth, 2006. p. 285-304.

CARVALHO, J.L.N.; CERRI, C.E.P.; FEIGL, B.J.; PICOLLO, M.C.; GODINHO, V.P. & CERRI, C.C. Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazilian Amazon. *Soil Tillage Res.*, 103:342-349, 2009.

CARVALHO, J.L.N et al. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 277-290, abr. 2010.

CERRI, C.C.; BERNOUX, M.; ARROUAYS, D.; FEIGL, B.J. & PICCOLO, M.C. Carbon stocks in soils of the Brazilian Amazon. In: LAL, R.; KIMBLE, J.; FOLLET, R. & STEWART, B.A. Global climate change and tropical ecosystems. Boca Raton, CRC Press, 1999. p.33-50.

CERRI, C.E.P.; COLEMAN, K.; JENKINSON, D.S.; BERNOUX, M.; VICTORIA, R.L. & CERRI, C.C. Modeling soil carbon from forest and pasture ecosystems of Amazon, Brazil.. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 67:1879-1887, 2003.

Ferreira Filho, J. B. d. S.; Horridge, M. Ethanol expansion and indirect land use change in Brazil. *Land Use Policy*, v. 36, p. 595-604, 2014.

Harfuch, L.; Bachion, L. C.; Moreira, M. M. R.; Nassar, A. M.; Carriquiry, M. Empirical Findings from Agricultural Expansion and Land Use Change in Brazil. In: Khanna, M.; Zilberman, D. (ed.). *Handbook of Bioenergy Economics and Policy: Volume II – Modelling Land Use and Greenhouse Gas Implications*. New York, Springer, 2017. DOI 10.1007/978-1-4939-6906-7.

Harfuch, L.; Nassar, A.M.; Zambianco, W.M.; Gurgel, A.C. Modelling Beef and Dairy Sectors' Productivities and their Effects on Land Use Change in Brazil. Brasília, *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 54, n. 2, 2016.

IBA. Histórico de desempenho do setor. 2016. Disponível em: <http://iba.org/pt/>.

IBGE/SIDRA. (14 de 7 de 2016). Banco de dados agregados. Fonte: Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/default.asp?z=t&o=1&i=P>

IBGE. Censo agropecuário 2006: resultados preliminares. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://servicodados.ibge.gov.br/Download/Download.ashx?http=1&u=biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/49/agro\ }2006\ }resultados\ }prel>.

IBGE. Mapa de Biomassas e Vegetação. 2015. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>.

IBGE. Produção agrícola municipal : culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro, 2016a. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=>.

IBGE. Produção da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro, 2016b. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2015/default.shtm>.

INPE. Projeto Terra Class Amazônia. 2016a. Disponível em: http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/dados_terraclass.php.

INPE. Projeto TerraClass Cerrado Mapeamento do Uso e Cobertura Vegetal do Cerrado. 2016b. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/tccerrado/>.

IPCC. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, 2014. 151 p.

IPCC. Summary for Policymakers. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, p. 133, 2014. ISSN 1476-4687.

LAPIG. Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento. 2016. Disponível em: <https://www.lapig.iesa.ufg.br/lapig/>.

Lima, C. Z. Impacts of low carbon agriculture in Brazil: a CGE application. Thesis (Doctor Scientiae - Applied Economics). Universidade Federal de Viçosa, 2017.

MAPA. Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura. Brasília, DF, 2012.

MELLO, F.F.C.; CERRI, C.E.P.; BERNOUX, M.; VOLKOFF, B. & CERRI, C.C. Potential of soil carbon sequestration for the Brazilian Atlantic Region. In: LAL, R.; CERRI, C.C.; BERNOUX, M.; ETCHEVERS, J. & CERRI, C.E.P. Carbon sequestration in soils of Latin America. New York, Haworth, 2006. p. 349-368.

MORAES, J.F.L.; VOLKOFF, B.; CERRI, C.C. & BERNOUX, M. Soil properties under Amazon forest and changes due to pasture installation in Rondonia, Brazil. *Geoderma*, 70:63-81, 1996.

NEILL, C.; CERRI, C.C.; MELILLO, J.M.; FEIGL, B.J.; STEUDLER, P.A.; MORAES, J.F.L. & PICCOLO, M.C. Stocks and dynamics of soil carbon following deforestation for pasture in Rondonia. In: LAL, R.; KIMBLE, J.M.; FOLLETT, R.F. & STEWART, B.A., eds. Soil processes and the carbon cycle. Boca Raton, CRC Press, 1997. p. 9-28.

Observatório ABC. Análise dos Recursos do Programa ABC, Safra 2015/2016 – Instituições Financeiras Privadas. GVCes, GVAgro e CLUA. Agosto de 2016.

Plevin, R. J., Beckman, J., Gollub, A. A., Witcover, J., O'Hare, M. Carbon accounting and economic model uncertainty of emissions from biofuels-induced land use change. *Environmental Science & Technology*, v. 49, n. 5, p. 2656-2664, 2015.

Rede de Fomento ILPF. Avaliação da adoção de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) no Brasil. Nota Técnica. Setembro 2016.

SOS Mata Atlântica, S. M. Atlas da Mata Atlântica. 2016. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/>.

Anexo I

Coefficientes de carbono na biomassa vegetal florestal e natural nas regiões do modelo, com base no trabalho de Plevin et al. (2015).

Região	Carbono na biomassa abaixo do solo	Carbono na biomassa acima do solo
	(Mg C/ha)	
Sul	48,3567	14,329
Sudeste	99,4919	27,2391
Centro-Oeste	99,4919	27,2391
Norte	120,7074	32,3013
Nordeste	31,1383	9,7053
Nordeste Cerrado	54,3033	15,9149

Fonte: Plevin et al. (2015)



www.observatorioabc.com.br