

RELATÓRIO

IMPACTOS DAS METAS DE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS DO PLANO ABC+ NO BRASIL



EQUIPE TÉCNICA GPP/ESALQ/USP

Alberto G. O. P. Barretto

Arthur N. Fendrich

Giovani W. Gianetti

Joaquim Bento de Souza F. Filho

João Gabriel Ribeiro Giovanelli

Marcela Almeida de Araujo

Marluce da Cruz Scarabello

Marina Yamaoka

Pietro Gagnolati

Rodrigo de Almeida Nobre

Rodrigo F. Maule

Sergio Paganini Martins

Simone B. Lima Ranieri

TEEB AGRICULTURA E ALIMENTOS – BRASIL

Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ)



ESALQ

“IMPACTOS DAS METAS DE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS DO PLANO ABC+ NO BRASIL”

Relatório: Documento técnico apresentando os resultados das contribuições econômicas, sociais e ambientais da recuperação de pastagens degradadas no Brasil, incluindo recomendações para o Plano ABC+.

Execução:



Apoio:



Contratante:



Financiador:



Piracicaba, dezembro de 2023.

APRESENTAÇÃO

Este relatório é o quarto componente do projeto TEEB Agricultura & Alimentos (TEEBAgriFood) Brasil e apresenta os resultados consolidados da análise dos impactos socioeconômicos e ambientais da recuperação de 30 milhões de hectares de pastagens degradadas no Brasil (meta de RPD do Plano ABC+) considerando dois cenários que são comparados a uma linha de base em 2030:

- CEN1: recuperação de pastagens degradadas em moldes convencionais (RPD).
- CEN2: RPD com uso de integração lavoura-pecuária (RPD+iLP).

Para tanto, o estudo neste relatório faz uso de quatro frentes metodológicas complementares: (i) modelagem econômica, (ii) modelagem espacial, (iii) modelagem biofísica e análise da paisagem e (iv) análise territorial com abordagem multicritério.

O capítulo introdutório resgata o contexto de elaboração do estudo, com a síntese de seus antecedentes e a definição de objetivos. O Capítulo 2 traz uma nota sobre a organização dos resultados, envolvendo um quadro-resumo dos elementos avaliados e uma relação de perguntas que nortearam o estudo, divididas em três dimensões de impacto: econômica, social e ambiental. O Capítulo 3 apresenta os resultados divididos nessas três dimensões, começando pelos resultados do Modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC – item 3.1) quanto aos efeitos da política nos agregados macroeconômicos (variação no PIB real, investimento real, balança comercial, entre outros) e na produção dos setores de atividade econômica, seguidos pelos efeitos sobre a renda, emprego, preços dos produtos e consumo das famílias (item 3.2).

O item 3.3 se dedica a apresentar os resultados da dimensão ambiental, trazendo, no item 3.3.1, os efeitos da recuperação de pastagens nas taxas de transição de uso da terra, obtidos tanto por meio do EGC (3.3.1.1) como pela modelagem espacial (3.3.1.2). O item 3.3.2 traz os efeitos da RPD nas emissões de gases de efeito estufa (GEE), obtidos pelo modelo EGC. Já o item 3.3.3 apresenta os resultados da análise de paisagem, que mostram os efeitos dos dois cenários no serviço de manutenção de *habitats*. O item 3.3.4 aborda onde, possivelmente, deverá incidir a política, com base na análise territorial com abordagem multicritério. Esses resultados servem de base para o item seguinte (3.3.5), que mostra os efeitos nas taxas de erosão do solo obtidos por meio de modelagem biofísica.

O Capítulo 4 traz as recomendações para o aprimoramento do Plano ABC+, construídas a partir de contribuições colhidas tanto dos comitês como de outras fontes, como as imersões em campo – realizadas entre final de julho e início de agosto de 2023 (no Mato Grosso e no

Pará), que contribuíram para uma maior compreensão sobre as especificidades regionais para a recuperação de pastagens (RPD e iLP) e para o conhecimento das iniciativas dos governos estaduais – e recomendações coletadas em reuniões bilaterais com atores-chave, como membros da academia, sociedade civil, gestores públicos e iniciativa privada.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	4
1. INTRODUÇÃO	14
1.1 <i>A iniciativa TEEBAgriFood</i>	14
1.2 <i>Objetivos</i>	15
2. NOTA SOBRE A ORGANIZAÇÃO DOS RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES DE POLÍTICA	17
2.1 <i>Apresentação dos impactos econômicos, sociais e ambientais</i>	17
2.1.1 Quadro de avaliação do TEEBAgriFood	17
2.1.2 Apresentação dos impactos.....	26
2.2 <i>Recomendações para o Plano ABC +</i>	27
3. IMPACTOS DA META DE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS DO PLANO ABC+.....	29
3.1 <i>Impactos econômicos</i>	29
3.1.1 Efeitos sobre os agregados macroeconômicos.....	30
3.1.1.1 Nível nacional	30
3.1.1.2 Nível regional.....	32
3.1.2 Efeitos sobre a produção dos setores de atividade econômica	35
3.1.2.1 Nível nacional	35
3.1.2.2 Nível regional.....	37
3.2 <i>Impactos sociais e humanos</i>	42
3.2.1 Efeitos sobre a renda, preços e consumo das famílias	42
3.2.1.1 Nível nacional	42
3.2.1.2 Nível regional.....	47
3.3 <i>Impactos ambientais</i>	51
3.3.1 Efeitos sobre o uso da terra.....	52
3.3.1.1 Resultados do modelo EGC	53
Nível nacional	53
Nível regional.....	55
3.3.1.2 Resultados do modelo espacial	57
3.3.2 Efeitos sobre as emissões de GEE	62
3.3.2.1 Nível nacional	62
3.3.2.2 Nível regional.....	64
3.3.3 Efeitos sobre a manutenção de <i>habitats</i>	67

3.3.3.1	Indicador de quantidade: área de cobertura vegetal nativa	67
3.3.3.2	Indicador de qualidade: tamanho de fragmentos	70
3.3.3.3	Indicador de qualidade: área núcleo.....	73
3.3.3.4	Indicador de qualidade: conectividade funcional.....	75
3.3.4	Alocação espacial da RPD e RPD+iLP	79
3.3.5	Efeitos sobre a erosão do solo.....	85
3.3.5.1	Resultados para a linha de base.....	85
3.3.5.2	Erosão: cenário 1	88
3.3.5.3	Erosão: cenário 2.....	90
4.	RECOMENDAÇÕES PARA O PLANO ABC+.....	93
4.1	<i>Proposta 1: fortalecer a assistência técnica e extensão rural.....</i>	94
4.2	<i>Proposta 2: financiamento do Plano ABC+ e a tomada de crédito por parte dos produtores</i>	98
4.3	<i>Proposta 3: estabelecer mecanismos específicos que atendam à agricultura familiar e aos trabalhadores rurais menos qualificados.....</i>	102
4.4	<i>Proposta 4: garantir uma boa governança e coordenar políticas intersetoriais</i> 105	
	REFERÊNCIAS.....	110
	APÊNDICE.....	114
	ANEXO.....	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estoques de capitais, fluxos, resultados e impactos que compõem o quadro de avaliação do TEEBAgriFood.....	21
Figura 2. Resumo esquemático da forma de apresentação dos resultados do estudo: três dimensões de análise, ícones para a representação de estoques e fluxos e perguntas norteadoras	27
Figura 3. Resultados do modelo. Impacto no PIB real regional – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em relação à linha de base em 2030	33
Figura 4. Resultados do modelo. Impacto regional no consumo real das famílias – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em relação à linha de base em 2030	34
Figura 5. Uso do solo em 2030 na linha de base (<i>business as usual</i> – BAU)	58
Figura 6. Uso do solo em 2030 – CEN1 (RPD).....	59
Figura 7. Uso do solo em 2030 – CEN2 (RPD + iLP)	60
Figura 8. Cobertura vegetal nativa (%) presente nos estados brasileiros na linha de base (2030)	68
Figura 9. Subtração da área de cobertura vegetal nativa (%) – BAU e CEN1 (RPD).....	68
Figura 10. Subtração da área de cobertura vegetal nativa (%) – BAU e CEN2 (RPD + iLP).....	69
Figura 11. Subtração da área de regeneração natural (%) – BAU e CEN1 (RPD).....	69
Figura 12. Subtração da área de regeneração natural (%) – BAU e CEN2 (RPD+iLP).....	70
Figura 13. Efeito da aplicação dos cenários RPD (s1) e RPD+iLP (s2) em relação ao BAU no indicador tamanho de fragmentos. Cada gráfico representa a classe de tamanho no BAU, s1 e s2 para cada estado brasileiro. A barra cinza acima de cada gráfico indica crescimento (seta para cima), declínio (seta para baixo) ou estabilidade (=) dos dados para cada cenário e seus respectivos ganhos ou perdas proporcionais.....	72
Figura 14. Efeito da aplicação dos cenários RPD (s1) e RPD+iLP (s2) em relação ao BAU no indicador área núcleo. Cada gráfico representa a classe de tamanho no BAU, s1 e s2 para cada estado brasileiro. A barra cinza acima de cada gráfico indica crescimento (seta para cima), declínio (seta para baixo) ou estabilidade (=) dos dados para cada cenário e seus respectivos ganhos ou perdas proporcionais.....	74
Figura 15. Efeito da aplicação dos cenários RPD (s1) e RPD+iLP (s2) em relação ao BAU no indicador conectividade funcional. Cada gráfico representa a classe de tamanho no BAU, s1 e s2 para cada estado brasileiro. A barra cinza acima de cada gráfico indica crescimento (seta	

para cima), declínio (seta para baixo) ou estabilidade (=) dos dados para cada cenário e seus respectivos ganhos ou perdas proporcionais..... 77

Figura 16. Distribuição espacial de pastagem e pastagem degradada – BAU, CEN1 e CEN2 em 2030.....80

Figura 17. Distribuição espacial de pastagem sem degradação, pastagem degradada, pastagem recuperada e pastagem recuperada por meio da tecnologia iLP em 203084

Figura 18. Taxas de perda do solo para a linha de base (BAU)88

Figura 19. Taxas de perda do solo – CEN 1: recuperação de pastagens degradadas de forma convencional (RPD).....89

Figura 20. Diferença de taxas de perda do solo – CEN1 (RPD) e BAU89

Figura 21. Taxas de perda do solo – CEN2: recuperação de pastagens degradadas via moldes convencionais (RPD) + integração lavoura-pecuária (iLP).....91

Figura 22. Diferença entre taxas de perda do solo – CEN2 (RPD+iLP) e BAU91

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Resultados do modelo. Impacto macroeconômico – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030	30
Tabela 2. Parcelas de produção regional da agropecuária e industrialização de carnes em 2015	33
Tabela 3. Impacto na produção – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030	35
Tabela 4. Resultados do modelo. Impacto na exportação – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030	36
Tabela 5. Resultados do modelo. Impacto na produção regional – CEN1 e CEN2. Produtos selecionados. Variação % acumulada em relação à linha de base em 2030	38
Tabela 6. Resultados do modelo. Impacto na exportação regional de produtos selecionados – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em relação à linha de base em 2030.....	39
Tabela 7. Resultados do modelo. Impacto no consumo real das famílias – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030.....	43
Tabela 8. Resultados do modelo. Impacto no preço da cesta de consumo das famílias – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em relação a 2030	44
Tabela 9. Resultados do modelo. Impactos nos preços dos produtos – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em relação a 2030.....	44
Tabela 10. Resultados do modelo. Impactos no salário real – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030	45
Tabela 11. Composição setorial da demanda por trabalho por classes de qualificação do trabalho em 2020.....	45
Tabela 12. Resultados do modelo. Impactos no uso de capital – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030	46
Tabela 13. Resultados do modelo. Impacto regional no consumo real das famílias – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em relação a 2030	47
Tabela 14. Resultados do modelo. Impactos no mercado de trabalho regional da pecuária – CEN1. Variação % acumulada em relação à linha de base em 2030	48
Tabela 15. Resultados do modelo. Impacto regional no consumo real de alimento das famílias – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em relação a 2030	49
Tabela 16. Resultados do modelo. Impacto em LUC – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em relação a 2030	54

Tabela 17. Resultados do modelo. Impacto em LUC por setor de atividade – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em relação a 2030	55
Tabela 18. Resultados do modelo. Impacto regional em LUC – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em relação a 2030	56
Tabela 19. Resultados do modelo. Impacto regional em LUC por setor de atividade – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em relação a 2030. Setores selecionados	57
Tabela 20. Estoques de vegetação nativa, agricultura e pastagem em 2030 na linha de base e para cada cenário de aplicação da política ABC+	57
Tabela 21. Variação percentual dos estoques de vegetação nativa, agricultura e pastagem – CEN1 e CEN2. Em relação à linha de base em 2030	60
Tabela 22. Resultados do modelo. Impacto em emissões – CEN1 e CEN2. Variação na contribuição de cada fonte de emissões para a variação total. Métodos original e alternativo de contabilidade de emissões. Variação % acumulada em relação à linha de base em 2030.....	62
Tabela 23. Resultados do modelo. Impacto em emissões da pecuária bovina – CEN1. Métodos original e alternativo de contabilidade de emissões. Variação % acumulada em relação à linha de base de 2030	63
Tabela 24. Resultados do modelo. Impacto em emissões – CEN1. Métodos original e alternativo de contabilidade de emissões. Variação % acumulada em relação à linha de base em 2030.....	64
Tabela 25. Resultados do modelo. Impacto em emissões da pecuária bovina – CEN1. Métodos original e alternativo de contabilidade de emissões. Variação % acumulada em relação à linha de base em 2030.....	65
Tabela 26. Resumo dos principais resultados percentuais alcançados com os indicadores de quantidade e qualidade de manutenção de <i>habitats</i> na linha de base (BAU) e no CEN1 (RPD) e CEN2 (RPD+iLP)*	76
Tabela 27. Área de pastagem recuperada nos moldes convencionais (em mil hectares) por estado e tamanho de imóvel – CEN1	81
Tabela 28. Área de pastagem recuperada nos moldes convencionais/realizada em iLP (em mil hectares) por estado e tamanho de imóvel – CEN2	81
Tabela 29. Taxas médias de perda de solo ($Mg.ha^{-1}.ano^{-1}$) – BAU, CEN1 (RPD – realizada de forma convencional) e CEN2 (RPD +iLP) para as unidades federativas do Brasil.....	86
Tabela 30. Resultados do modelo. Impacto no trabalho nos setores agrícolas – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030.....	114

Tabela 31. Resultados do modelo. Impacto no salário real nos setores agrícolas – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030..... 114

Tabela 32. Resultados do modelo. Impacto no trabalho nos setores da pecuária bovina – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030..... 115

Tabela 33. Resultados do modelo. Impacto no salário real nos setores da pecuária bovina – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030..... 115

Tabela 34. Resultados do modelo. Impacto no trabalho nos setores de carnes – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030..... 116

Tabela 35. Resultados do modelo. Impacto no salário real nos setores de carnes – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030..... 116

Tabela 36. Resultados do modelo. Impacto no trabalho em outras agroindústrias – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030..... 117

Tabela 37. Resultados do modelo. Impacto no salário real em outras agroindústrias – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030..... 117

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Quadro-resumo dos elementos a serem avaliados no estudo, sua relação com o quadro de avaliação do TEEBAgriFood e perguntas norteadoras do estudo.....23

Quadro 2. Planejamento do MAPA para reativação dos GGEs, efetivação da participação dos estados no Plano ABC+ e implementação do Plano de Ação Estadual (PAEP) nos estados 105

RESULTADOS DAS CONTRIBUIÇÕES ECONÔMICAS, SOCIAIS E AMBIENTAIS DA RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS NO BRASIL

1. INTRODUÇÃO

1.1 A iniciativa TEEBAgriFood

O TEEB Agricultura & Alimentos (TEEBAgriFood) é uma iniciativa do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) que objetiva desenvolver análises integradas dos sistemas ecoagroalimentares com base na identificação e mensuração dos impactos e dependências entre os capitais natural, humano, produzido e social nesses sistemas, de forma a gerar informações relevantes para a tomada de decisão em políticas públicas. A iniciativa partiu da percepção de que a maioria das avaliações atuais dos sistemas agrícolas e alimentares são parciais e ignoram várias relações importantes que tais sistemas têm com a economia, a sociedade, o meio ambiente e a saúde, deixando de fora, assim, questões mais amplas sobre sustentabilidade e equidade (externalidades)¹.

Na concepção do Projeto TEEBAgriFood, não é possível refletir sobre um processo de governança que leve ao bem-estar comum da sociedade sem reconhecer sua interdependência com o meio ambiente, a biodiversidade e os serviços que presta à sociedade. Da mesma forma, é preciso aspirar por um modelo de desenvolvimento que reconheça essas interações entre sociedade, economia e natureza. Além disso, as principais questões que exigem a construção de consenso para direcionar a tomada de decisão de uma determinada política pública estão intimamente relacionadas à forma como a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos, que sustentam todos os processos produtivos, econômicos e de bem-estar, são acessados, usados e gerenciados.

Financiado pelo Instrumento de Parceria da União Europeia (do inglês, EU PI), o TEEBAgriFood está sendo implementado em diversos países, como China, Índia, Indonésia, México, Malásia e Tailândia. No Brasil, dois grandes temas são priorizados pelo

¹ “Em certas ocasiões, o consumo ou a produção de determinado bem ou serviço pode produzir efeitos colaterais, positivos ou negativos, que são chamados de externalidades ou economias externas. (...) O sistema de preços perde a capacidade de orientar a sociedade na alocação dos recursos escassos, pois os benefícios e os custos privados passam a diferir dos benefícios e custos sociais, que são os “verdadeiros”, do ponto de vista da coletividade. Justamente essa diferença é o que deixa de ser considerado ou “internalizado” pelos preços de mercado, daí o nome externalidade. Nesse caso, a sociedade sofrerá uma perda, um “peso morto”, posto que os custos sociais associados à quantidade transacionada pelo mercado serão maiores que os benefícios sociais derivados do consumo dessa quantidade” (VASCONCELLOS, 2015, p. 101).

TEEBAgriFood: agricultura urbana e periurbana e agricultura de baixa emissão de carbono. O último é o foco do presente estudo, cujo parceiro é o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Já a política a ser avaliada é o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (ABC+), mais especificamente, a tecnologia de recuperação de pastagens degradadas (RPD).

1.2 Objetivos

O objetivo geral do estudo é analisar os impactos socioeconômicos e ambientais das metas de recuperação de pastagens degradadas (RPD) do Plano ABC+ no Brasil.

Entre os objetivos específicos desse estudo estão:

- Tomando como base a abordagem do TEEBAgriFood (*evaluation framework*), construir um método integrado, envolvendo modelagem econômica, espacial e biofísica que aponte como a recuperação de pastagens degradadas resulta em impactos econômicos, sociais e ambientais e altera fluxos (exemplos: serviços ecossistêmicos e resíduos).
- Avaliar os impactos socioeconômicos e ambientais e os fluxos gerados pela adoção da tecnologia RPD, considerando uma recuperação de pastagens nos moldes convencionais e com a adoção de integração lavoura-pecuária (iLP).
- Comparar os resultados de diferentes cenários de adoção da recuperação de pastagens degradadas (como previsto nas metas do Plano ABC+) com o cenário *business as usual* (BAU) no Brasil.
- Consultar, discutir e incorporar sugestões dos Comitês Técnico e Diretivo sobre métodos, dados, cenários e resultados obtidos ao longo de todo o processo de desenvolvimento do estudo.
- Disseminar os resultados parciais e finais aos principais atores envolvidos na implementação do Plano ABC +, a fim de gerar recomendações e contribuir para o aprimoramento da política e para a promoção da sustentabilidade da produção agropecuária e conservação ambiental.

O estudo foi estruturado em quatro produtos, sendo os dois primeiros dedicados a desenvolvimento, discussão, aprimoramento e consolidação da metodologia a ser utilizada para atingir os objetivos. Deve-se reforçar que, por ser um estudo complexo envolvendo diversas frentes, as limitações, contornos e soluções metodológicas foram amplamente discutidas no

âmbito dos Comitês Técnico e Diretivo por meio de reuniões ordinárias e conversas bilaterais com diferentes especialistas. O Relatório 3 apresentou os resultados preliminares, e este Relatório é a versão consolidada dos resultados.

Box 1: Tecnologias RPD e iLP

A RPD consiste em processo direto de recuperação das pastagens (RPD) por meio da aplicação de práticas agronômicas com diferentes níveis de intervenção: desde a melhoria da cobertura do solo e do vigor das plantas forrageiras existentes nas pastagens, com técnicas de manejo e fertilização, até o completo restabelecimento de uma área por meio de revolvimento do solo, correção química e semeadura, em que intervenções mais conservadoras são insuficientes. A iLP é uma forma indireta de recuperação de pastagens que conta com o uso de culturas temporárias em consórcio ou rotação com as forrageiras (ZIMMER *et al.*, 2012).

A implantação de RPD ou iLP depende de uma série de fatores edafoclimáticos, biofísicos, sociais e econômicos. O contexto da RPD apresenta um sistema com menos componentes e processos, voltado exclusivamente à atividade pecuária. Contudo, em condições de meio físico favoráveis e em regiões com maior acesso à infraestrutura, com produção agrícola localmente presente e com menos restrições de acesso à tecnologia, a inserção de elementos a esses sistemas produtivos (como culturas anuais) pode ser viável. Essa integração lavoura-pecuária pode ocorrer de forma que predomine a agricultura (lavoura), usando as pastagens como rotação de cultivo e técnica para melhoria da qualidade dos solos, ou que as pastagens sejam o componente principal, utilizando o plantio agrícola como meio para sua recuperação ou para produção de silagem para os animais, também melhorando a qualidade dos solos (KICHEL *et al.*, 2014). Neste estudo, foi considerada a segunda situação, ou seja, a iLP como uma técnica para recuperação das pastagens degradadas.

2. NOTA SOBRE A ORGANIZAÇÃO DOS RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES DE POLÍTICA

Este capítulo está organizado em dois momentos. No primeiro (item 2.1), é feito um resgate sobre o quadro de avaliação do TEEBAgriFood – arcabouço conceitual e metodológico para avaliação dos efeitos de iniciativas (no caso, a recuperação de pastagens degradadas do Plano ABC+). Em seguida é apresentado um quadro-resumo com os elementos do quadro de avaliação a serem abordados (item 2.1.1). No item 2.1.2, é explicado como os resultados do estudo estão organizados no Capítulo 3. No item 2.2, são apresentadas as fontes de coleta das contribuições que farão parte das recomendações para o aprimoramento do Plano ABC+.

2.1 Apresentação dos impactos econômicos, sociais e ambientais

2.1.1 *Quadro de avaliação do TEEBAgriFood*

Para que seja possível gerar e visualizar as inter-relações entre componentes dos sistemas ecoagroalimentares que, em geral, são invisíveis, o TEEBAgriFood desenvolveu uma abordagem estruturada de avaliação, o quadro de avaliação (*evaluation framework*), fundamentado em um arcabouço conceitual e metodológico que permite o reconhecimento e a mensuração dos impactos positivos e negativos, ao longo das cadeias de valor, sobre as esferas social, ambiental e econômica. Com ele, o TEEBAgriFood busca comparar sistemas alimentares atuais com potenciais e avaliar impactos de cenários que representam a implementação de ações, políticas ou outras iniciativas com um cenário de não implementação (*business as usual – BAU*).

Grande parte do esforço em aplicar o quadro de avaliação do TEEBAgriFood no estudo se concentrou em entender quais são os resultados e impactos em caso de atingimento das metas assumidas pelo ABC+ para a tecnologia RPD (30 milhões de hectares de pastagens recuperadas até 2030 no Brasil) e em que medida as metas e a focalização geográfica do plano podem ser refinadas, de modo a produzir efeitos sinérgicos e positivos para as pessoas e a natureza. Deve-se ter em mente que toda metodologia escolhida para avaliação de resultados e impactos apresenta limitações. Esse também é o caso do presente estudo que, para a aplicação do quadro de avaliação, vale-se especialmente de modelagens (econômica, espacial, biofísica e análise da paisagem) que, por si só, já constituem-se em simplificações da realidade e possuem seus contornos em termos de aplicabilidade. É importante frisar, no entanto, que a aplicação do quadro de avaliação do TEEBAgriFood, no contexto deste estudo, tem a virtude de permitir a comparação com demais estudos que vêm sendo realizados sob essa abordagem

em outros países, fortalecendo sua apropriação pelos gestores e atores do setor como instrumento potente para a tomada de decisão.

Estruturalmente, o quadro de avaliação (Figura 1) é dividido em quatro componentes fundamentais:

(i) identificação e caracterização dos **estoques de capitais** (capital produzido, capital natural, capital humano e capital social): o **capital natural** representa “os estoques limitados de recursos físicos e biológicos encontrados na Terra e a capacidade limitada dos ecossistemas de fornecer serviços ecossistêmicos” (THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY, 2010, p. 33). No caso do estudo, são capitais naturais, por exemplo, o solo, a cobertura vegetal nativa e as próprias pastagens (objeto de intervenção do Plano ABC+). O **capital humano** refere-se aos “conhecimentos, habilidades, competências e atributos incorporados nos indivíduos que facilitam a criação de bem-estar pessoal, social e econômico”. Neste estudo, os métodos utilizados permitiram analisar qual o efeito da política sobre a massa salarial dos trabalhadores. Já o **capital produzido** ou manufaturado compreende os bens fabricados pelo homem e os ativos financeiros utilizados na produção e serviços. No estudo, esses capitais serão analisados em termos de mudança ocasionada pela política sobre o investimento real e a intensidade do uso do fator capital por parte dos setores econômicos, especialmente a pecuária (corte e leite). Por fim, o **capital social** é composto de redes formadas entre os indivíduos bem como de normas, valores e entendimentos compartilhados, que facilitam a cooperação dentro ou entre grupos e que permitem a produção e a alocação dos demais capitais (UNITED NATIONS UNIVERSITY; UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2014). No estudo, o capital social é abordado por meio da análise de incidência territorial da política, isto é, quais os perfis de produtores rurais que provavelmente adotarão a tecnologia e onde eles estão localizados.

(ii) **Fluxos** provenientes da alteração desses estoques. Os tipos de fluxos são: (a) **insumos comprados na produção**, que incluem mão de obra, bens intermediários utilizados na produção e insumos laborais. Neste estudo, o modelo de equilíbrio geral utilizado (TERM-BR) permite avaliar a mudança da quantidade produzida e da utilização de insumos por todos os setores econômicos por meio da comparação do resultado no cenário de aplicação da política em relação à linha de base ou BAU; (b) **produção agrícola e de alimentos**: esse tipo de fluxo é economicamente visível, pois

engloba os resultados das fazendas na produção agrícola e o valor agregado de processamento e distribuição de alimentos. No estudo, são fluxos relacionados a produção agrícola e de alimentos, produtividade diferencial entre as pastagens não degradadas e **degradadas**² (*input* do modelo TERM-BR), produção agropecuária, PIB, renda real e as alterações na balança comercial (*outputs* do modelo TERM-BR). Ressalta-se que outras pesquisas que mensuraram impactos da RPD já contribuíram para avaliar esse fluxo. Entretanto, o presente estudo traz como diferenciais avaliações a nível de paisagem, a exemplo das análises a respeito dos serviços ecossistêmicos; (c) **serviços ecossistêmicos**: contribuições dos ecossistemas para o bem-estar humano³, como sequestro de carbono, manutenção de *habitats* e serviços relacionados à água e ao solo. De acordo com o *The common international classification of ecosystem services* (CICES)⁴, eles são divididos em serviços de provisionamento, regulação e manutenção e culturais⁵. Neste estudo, os serviços ecossistêmicos considerados se referem à fase de produção agrícola, ou seja, não se estendem a outros elos da cadeia de valor. Entre eles, estão a manutenção de *habitats*, a fixação de carbono (com consequente mitigação das emissões líquidas de GEE) e o controle dos processos críticos de erosão (erosão evitada). Métricas de paisagem, como área de vegetação nativa, tamanho dos fragmentos e a conectividade funcional⁶ entre fragmentos, são indicativos (*proxies*) da manutenção de *habitats* que, por sua vez, são um indicativo da manutenção da biodiversidade. Vale dizer que a biodiversidade, por si só, não é

² As pastagens não degradadas apresentam capacidade de suporte animal superior às degradadas, permitindo atingir maior nível de produtividade, representada pelo valor bruto de produção por hectare na pecuária.

³ CICES (Common international classification of ecosystem services) webpage, 2018. The Common international classification of ecosystem services (CI-CES). Disponível em: <https://cices.eu/>.

⁴ Em português “Classificação internacional comum dos serviços ecossistêmicos (CICES)”, foi desenvolvida a partir do trabalho de contabilidade ambiental realizado pela Agência Europeia do Meio Ambiente (EEA). Ver: <https://cices.eu/>

⁵ A classificação CICES diverge ligeiramente da classificação dos serviços ecossistêmicos descritos na Lei n.º 14.119, de 13 de janeiro de 2021 (Lei de Pagamento por Serviços Ambientais). A Lei classifica os serviços nas seguintes modalidades: a) **provisão**: os que fornecem bens ou produtos ambientais utilizados pelo ser humano para consumo ou comercialização (ex.: água, alimentos, madeira, fibras e extratos, entre outros); b) **suporte**: os que mantêm a perenidade da vida na Terra (ex.: a ciclagem de nutrientes, a decomposição de resíduos, a produção, a manutenção ou a renovação da fertilidade do solo, a polinização, a dispersão de sementes, o controle de populações de potenciais pragas e de vetores potenciais de doenças humanas, a proteção contra a radiação solar ultravioleta e a manutenção da biodiversidade e do patrimônio genético); c) **regulação**: os que concorrem para a manutenção da estabilidade dos processos ecossistêmicos (o sequestro de carbono, a purificação do ar, a moderação de eventos climáticos extremos, a manutenção do equilíbrio do ciclo hidrológico, a minimização de enchentes e secas e o controle dos processos críticos de erosão e de deslizamento de encostas); e d) **culturais**: os que constituem benefícios não materiais providos pelos ecossistemas, por meio da recreação, do turismo, da identidade cultural, de experiências espirituais e estéticas e do desenvolvimento intelectual, entre outros.

⁶ Conectividade que incorpora informações sobre as propriedades de movimento observadas ou potenciais de um organismo (FLETCHER; FORTIN, 2018).

considerada um serviço ecossistêmico na abordagem do TEEBAgriFood⁷, mas a manutenção de *habitats* sim, na medida em que gera benefícios ao bem-estar humano por fornecer as condições necessárias para sustentar populações de espécies que as pessoas usam ou desfrutam; (d) **Fluxos residuais**: de acordo com o *System of environmental economic accounting – experimental ecosystem accounting* (SEEA-EEA⁸), os resíduos são “fluxos de materiais sólidos, líquidos e gasosos e energia que são descartados, descarregados ou emitidos por estabelecimentos e famílias por meio de processos de produção, consumo ou acumulação”. No caso do presente estudo, os fluxos residuais avaliados são as emissões de GEE⁹.

(iii) **Resultados** ou mudanças (qualitativas ou quantitativas) na extensão dos estoques de capital – produzido, social, humano e natural, devido às atividades da cadeia de valor.

(iv) **Impactos** (positivos ou negativos) em uma ou mais dimensões do bem-estar humano (ambiental, econômica, social e na saúde dos indivíduos).

Exemplificando de forma sintética o quadro de avaliação (Figura 1) no contexto deste estudo, em que a principal questão norteadora é “Quais são os impactos socioeconômicos e ambientais da recuperação de pastagens degradadas no Brasil?”, podemos tomar como base a pecuária brasileira a pasto. No âmbito do quadro de avaliação, entende-se que a pecuária a pasto depende, por exemplo, do capital natural (solo, água) para se viabilizar (produção de pastagem) e gerar fluxos de produção de alimentos (carne e leite) que beneficiam de múltiplas formas os atores envolvidos nas diversas etapas da cadeia de valor.

A depender de como a cadeia se expande (ocupa novas áreas) e de como as pastagens são manejadas, podem ser observados impactos positivos nos serviços ecossistêmicos (maior conservação dos solos sob pastagens bem manejadas, por exemplo), ou, caso contrário, podem ser geradas perdas no capital natural (perda de vegetação nativa, perda de solo e de sua fertilidade), com consequências negativas nos serviços ecossistêmicos de provisão de alimentos, regulação de erosão, manutenção de *habitats* e regulação climática, resultando em impactos negativos ao bem-estar humano. Esses impactos, por sua vez, podem ser considerados

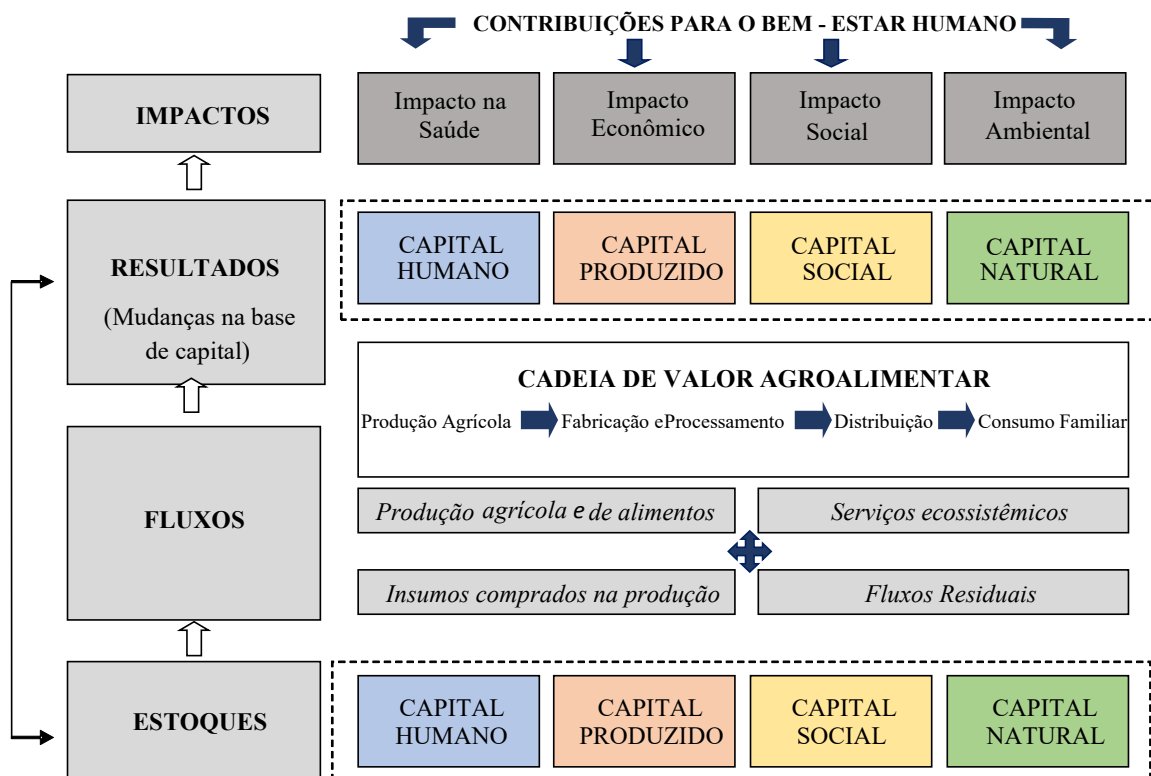
⁷ Na concepção do TEEBAgriFood, a biodiversidade em todos os níveis (ecossistema, espécies, genética), tanto em termos de quantidade quanto variabilidade, é considerada uma característica-chave do capital natural. Ela sustenta o funcionamento do ecossistema.

⁸ Disponível em: <https://seea.un.org/>.

⁹ O modelo incorpora todas as fontes de emissões relacionadas ao rebanho bovino apresentadas no inventário de emissões do Brasil.

a partir do ponto de vista ambiental (ex.: aquecimento global), econômico (ex.: aumento ou redução do PIB), social e humano (ex.: aumento ou redução nos salários, na renda e no consumo das famílias).

Figura 1. Estoques de capitais, fluxos, resultados e impactos que compõem o quadro de avaliação do TEEBAgriFood



Fonte: THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY, 2018. Adaptada.

Dependendo da política pública/ação/iniciativa a ser analisada, nem todos os elementos que compõem o quadro de avaliação são considerados. Pelo contrário, faz parte do processo de avaliação a seleção dos mais relevantes para responder a determinadas questões norteadoras. Para a escolha de quais elementos seriam abarcados no presente estudo, partiu-se dos seguintes pressupostos:

- (i) Como uma das principais e mais abrangentes políticas do governo brasileiro para o enfrentamento das mudanças climáticas, **o Plano ABC+ preconiza importantes mudanças no uso da terra** decorrentes da intensificação da agropecuária, **com resultados e impactos que extrapolam os limites geográficos** de sua aplicação. **Quanto maior o número de impactos previstos para o próximo ciclo da política (2020-2030), maiores os subsídios fornecidos para redirecionamento, ajustes e**

priorização de ações por parte do gestor da política. Esses resultados ou impactos podem ser de natureza econômica, social e ambiental. Assim, **metodologias e bancos de dados que fornecessem esses tipos de informações e pudessem ser aplicados em escala nacional e estadual** (dado que as tomadas de decisão do plano são feitas a essas escalas) **foram consideradas na escolha dos elementos do quadro de avaliação** a serem abordados.

- (ii) **É extremamente relevante que se analise a dimensão espaço-temporal de políticas dessa natureza**, ou seja, políticas que operam alterando de forma clara o espaço rural e que têm seus reflexos de forma diferenciada no território. **Esse tipo de abordagem ainda é uma lacuna** a ser preenchida em estudos de avaliação de impactos de políticas. Entretanto, há, atualmente, bancos de dados tabulares e georreferenciados, aliados a metodologias de abordagem multidisciplinar, que permitem avançar nesse tipo de análise. Assim, **na escolha dos elementos do quadro de avaliação, foi também considerada a disponibilidade de dados em escala compatível com os objetivos do estudo e que pudessem ser tratados, sempre que possível, de forma espacialmente explícita**, com uso de modelagem, geotecnologias e ciência de dados.
- (iii) Portanto, **a escolha dos elementos do quadro de avaliação** abordados esteve, por um lado, **ancorada na perspectiva de abarcar de forma mais ampla possível os estoques, fluxos, resultados e impactos do Plano ABC+ (RPD)** e, por outro lado, muito fortemente **relacionada às possibilidades e limitações impostas pelas bases de dados e metodologias disponíveis.**
- (iv) Por último, cabe reforçar que, como a implementação do Plano ABC+ (RPD) incide diretamente no elo “produção agrícola” da cadeia ecoagroalimentar, **grande parte dos elementos do quadro abordados no estudo está relacionada a esse elo ou reflete modificações possíveis nas condições iniciais do espaço rural, resultantes da política.** Isso é importante, pois fornece aos gestores alternativas locais mais promissoras para a implementação da política.

O quadro 1 sintetiza os elementos selecionados dentro do quadro de avaliação do TEEBAgriFood e que serão analisados no estudo.

Quadro 1. Quadro-resumo dos elementos a serem avaliados no estudo, sua relação com o quadro de avaliação do TEEBAgriFood e perguntas norteadoras do estudo

Componentes do quadro de avaliação do TEEBAgriFood	Subdivisão dos componentes	Elementos que compõem o quadro de avaliação do TEEBAgriFood	Elementos a serem avaliados no estudo	Perguntas norteadoras
Estoques de Capitais	Capital natural	Solo	Análise relativa à perda de solo nos cenários BAU e de aplicação da política	Como a política afetará a perda de solo por erosão?
		Cobertura vegetal e qualidade do <i>habitat</i>	Cobertura vegetal nativa, pastagem, agricultura e florestas plantadas (transição de uso da terra)	A RPD diminui ou aumenta a pressão por abertura de novas áreas (desmatamento)? Libera área para outros usos, como agricultura? Observa-se efeito poupa-terra ou efeito rebote? Onde esses efeitos ocorrem?
	Capital produzido	Outros	Investimento real e demanda por capital (modelo fornece a informação de forma agregada, por isso encaixado em "outros")	A RPD leva a mudanças no investimento e na intensidade do uso do fator capital por parte dos setores econômicos, especialmente pecuária?
	Capital humano	Outros	Massa salarial	Qual o efeito da política sobre a massa salarial dos trabalhadores?
	Capital social	Acesso à tecnologia/concentração produtiva	Perfil de produtores que adotam a tecnologia	Onde, provavelmente, a política RPD vai incidir? (Perfil de produtores)

Componentes do quadro de avaliação do TEEBAgriFood	Subdivisão dos componentes	Elementos que compõem o quadro de avaliação do TEEBAgriFood	Elementos a serem avaliados no estudo	Perguntas norteadoras
		Segurança alimentar	Consumo das famílias, preço dos alimentos	Qual o efeito da RPD sobre a segurança alimentar das famílias brasileiras? As famílias acessam mais alimentos e com preços melhores?
Fluxos de Capitais	Outputs da produção agropecuária	Produção agrícola e de alimentos	Produtividade diferencial, produção pecuária	Qual a produtividade diferencial alcançada pelos produtores quando melhoram a qualidade de suas pastagens após a adoção da RPD? O quanto a RPD incrementa ou reduz a produção pecuária? (carne e leite)
		Renda	PIB, renda real, balança comercial	Qual o efeito da RPD sobre as variáveis macroeconômicas (PIB, renda real, exportações, importações)?
	Insumos necessários para a produção	Insumos de mão de obra	Salário real das famílias	A aplicação da RPD altera o salário real das famílias na economia como um todo? E apenas no setor agropecuário?
		Consumo intermediário (insumos necessários para a produção agropecuária, como água, energia, fertilizantes, pesticidas, saúde animal e insumos veterinários)	Insumos para a produção agrícola (quantidade)	Insumos para a produção agrícola (custos)
	Serviços ecossistêmicos	Provisão	Produção agropecuária, produção de recursos renováveis	O quanto a RPD incrementa ou reduz a produção agropecuária e de produtos renováveis? (carne, grãos, fibra, madeira etc.)

Componentes do quadro de avaliação do TEEBAgriFood	Subdivisão dos componentes	Elementos que compõem o quadro de avaliação do TEEBAgriFood	Elementos a serem avaliados no estudo	Perguntas norteadoras
		Regulação e manutenção	Controle de taxas de erosão, regulação do clima (fixação de carbono no solo), manutenção de <i>habitats</i> (métricas de paisagem – área de vegetação nativa, tamanho de fragmentos e conectividade funcional)	<p>A recuperação de pastagens degradadas via RPD e iLP resulta em menos erosão do solo?</p> <p>A adoção da tecnologia contribui para a fixação de carbono no solo?</p> <p>A adoção da tecnologia contribui para a manutenção (quantidade e qualidade) de <i>habitats</i>?</p>
		Emissões de GEE	Emissões de GEE para 38 produtos e intensidade de emissões (emissão por unidade de produto)	<p>Qual é o efeito da RPD sobre as emissões de GEE entre os diferentes setores da economia, especialmente no setor pecuário (corte e leite)?</p> <p>Há mudanças na intensidade das emissões (GEE por produto)?</p>

Fonte: Elaboração própria.

LEGENDA		Informação descritiva (qualitativa)
		Informação quantitativa
		Informação “monetizável”

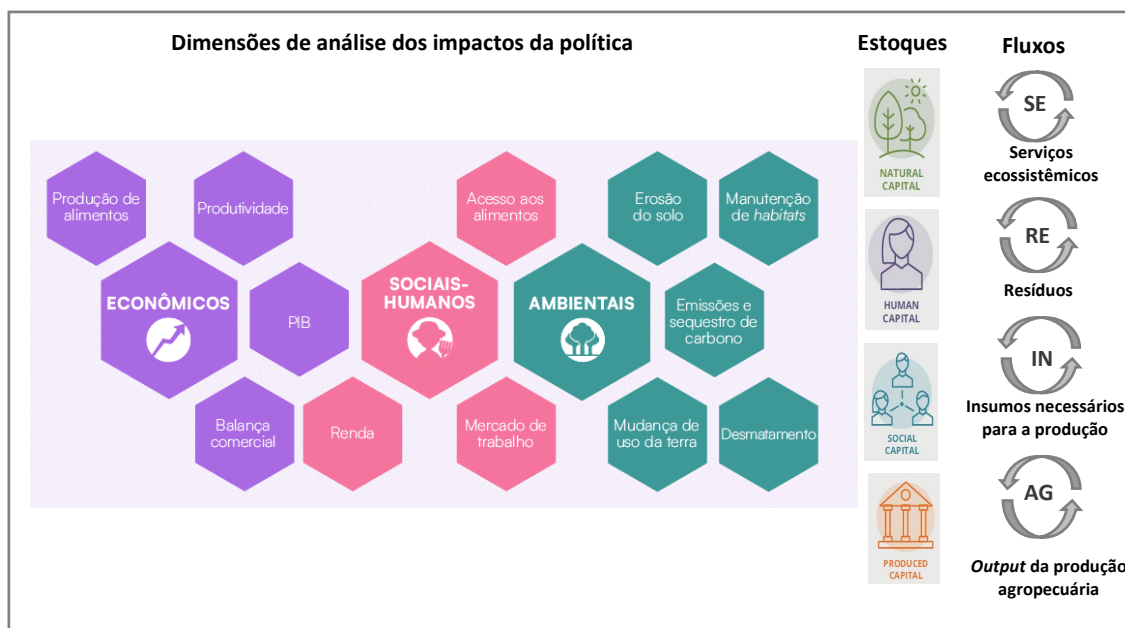
2.1.2 Apresentação dos impactos

É importante mencionar que o enfrentamento do problema metodológico central do estudo – gerar informações que permitam indicar de que maneira os quatro capitais trabalhados pelo quadro de avaliações do TEEBAgriFood¹⁰ (natural, humano, social e produtivo) se transformam diante da inserção da política – foi extremamente desafiador e exigiu uma abordagem multidisciplinar, uma vez que não há método preestabelecido que permita analisar de forma abrangente e espacialmente explícita as complexas relações entre os capitais e fluxos gerados a partir da aplicação de uma política como o ABC+. Assim, foi necessário gerar, compatibilizar e integrar diferentes conjuntos de dados a partir de uma metodologia integrada que trouxesse luz aos possíveis *trade-offs* e sinergias entre eles frente à adoção de RPD e iLP.

Esse desafio impôs determinadas escolhas metodológicas, todas apresentadas e discutidas com os Comitês Técnico e Diretivo e detalhadas no Relatório 2 deste estudo, as quais buscaram trazer um leque amplo de respostas norteadoras para o refinamento da política, porém dentro de um recorte espaçotemporal e temático. De forma sintética, pode-se colocar que a solução pensada para o projeto foi desenvolvê-lo em quatro frentes: (i) modelagem econômica, (ii) modelagem espacial, (iii) modelagem biofísica e análise da paisagem e (iv) análise territorial com abordagem multicritério. Tais frentes são integradas a partir de uma análise entre dois cenários futuros (até 2030) de aplicação da política (CEN1: RPD via sistemas convencionais e CEN2: RPD recuperada em parte via iLP), que são comparados a uma linha de base (tendência a ser seguida caso a política não fosse implementada, também em 2030, ou *business as usual* – BAU). As metodologias de simulação dos CEN1 e CEN2 foram detalhadas no Relatório 2, itens 3.2.1 a 3.2.3. Essas quatro frentes metodológicas trazem respostas a perguntas norteadoras que abarcam impactos da política em três dimensões: econômica, social e humana e ambiental. É preciso frisar que uma mesma frente metodológica pode trazer respostas a perguntas de dimensões distintas. Como saída didática e mais aderente ao arcabouço conceitual e metodológico do TEEBAgriFood, optou-se por apresentar os resultados organizados por dimensão, e não por frente metodológica. A Figura 2 mostra um resumo esquemático da forma escolhida para a apresentação dos achados do estudo.

¹⁰ Ver “[Relatório Síntese – TEEB Agricultura & Alimentos](https://teebweb.org/wp-content/uploads/2020/11/TEEBAgriFood-Synthesis-Report_Port.pdf)”. Disponível em: https://teebweb.org/wp-content/uploads/2020/11/TEEBAgriFood-Synthesis-Report_Port.pdf. Acesso em: 30 nov. 2023.

Figura 2. Resumo esquemático da forma de apresentação dos resultados do estudo: três dimensões de análise, ícones para a representação de estoques e fluxos e perguntas norteadoras



Fonte: Elaboração própria.

Assim, o Capítulo 3 está estruturado da seguinte forma: (i) apresentação das perguntas norteadoras de cada dimensão (econômica, social e humana e ambiental), relacionando-as com os componentes do quadro de avaliação (estoques e fluxos); (ii) apresentação das análises expandidas dos resultados obtidos com as modelagens; e (iii) resgate das perguntas e finalização com as respostas, trazidas de forma resumida e objetiva.

2.2 Recomendações para o Plano ABC +

As recomendações do estudo encontram-se em fase de elaboração e se baseiam tanto nos resultados das quatro frentes metodológicas e revisão bibliográfica quanto em contribuições de diversos atores-chave, colhidas em diferentes momentos ao longo do estudo: imersões de campo realizadas nos estados do Pará e Mato Grosso, reuniões com os Comitês Técnico e Diretivo, reuniões bilaterais com membros da academia, sociedade civil, poder público e iniciativa privada e outros eventos. Essas recomendações integrarão o Capítulo 4, e a proposta é que sejam organizadas em dois blocos.

O primeiro bloco será temático e trará informações e recomendações a respeito de lacunas para a implementação da meta de recuperação de 30 milhões de hectares de pastagens degradadas do Plano ABC+. Entre os temas abordados, estão assistência

técnica e extensão rural (acesso à assistência por parte dos produtores, principalmente, da agricultura familiar; capacitação dos técnicos para que possam incentivar os produtores a adotarem e aplicarem a tecnologia etc.), crédito/financiamento (acesso ao crédito, mecanismos e ferramentas de crédito, ferramentas para contabilidade do crédito dedicada ao Plano ABC+ etc.), pesquisa, regularização fundiária etc.

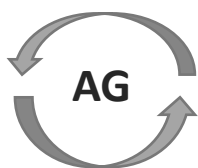
O segundo bloco apresentará pontos estruturais para que o plano possa ser implementado de forma efetiva e eficaz: integração do plano com outros planos setoriais do governo (como o PPCDAm e PPCerrado, por exemplo), a importância de uma abordagem integrada de diferentes planos e políticas (como agendas de clima e combate à pobreza e desigualdades), construção e/ou aprimoramento de arranjos institucionais e de governança para que a abordagem integrada seja possível, entre outros.

3. IMPACTOS DA META DE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS DO PLANO ABC+

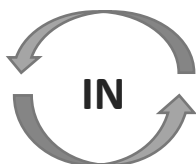
3.1 Impactos econômicos

Nesta seção, são apresentados os resultados de simulação do modelo de equilíbrio geral computável TERM-BR para os cenários propostos, considerando o atingimento das metas do Plano ABC+: CEN1 – recuperação de 30 Mha de pastagens degradadas por sistemas convencionais; CEN2 – recuperação de 30 Mha de pastagens degradadas, sendo 24 Mha por sistemas convencionais e 6 Mha por meio de integração lavoura-pecuária (iLP)¹¹.

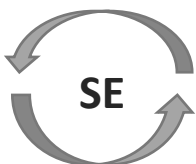
Os resultados buscam responder às seguintes perguntas norteadoras, que se relacionam com estoques de capitais e fluxos do quadro de avaliação do TEEBAgriFood (Figura 1):



- Qual a produtividade diferencial alcançada pelos produtores quando melhoram a qualidade de suas pastagens após a adoção da RPD?
- O quanto a RPD incrementa ou reduz a produção pecuária? (Carne e leite.)
- Qual o efeito da RPD sobre as variáveis macroeconômicas?



- A aplicação da RPD altera a quantidade e os custos associados aos insumos necessários para a produção?



- O quanto a RPD incrementa ou reduz a produção agropecuária e de produtos renováveis?

¹¹ O pressuposto do atingimento das metas do Plano ABC+ foi elaborado sem distinção da subvenção ou de fontes de recursos públicos/privados. A estratégia de simulação proporciona reproduzir os investimentos e custos médios bem como impactos médios em produtividade com base na estrutura econômica atual. Mais informações sobre as calibrações desses parâmetros médios podem ser consultadas no item 3.2 do Relatório 2 deste estudo.

O CEN1 evidencia os efeitos da recuperação de pastagens degradadas na ampliação da produtividade da pecuária bovina e dos investimentos correspondentes. O CEN2, ao incluir os sistemas de iLP, apresenta impactos adicionais referentes à ampliação da produção agrícola ao CEN1. Dessa forma, para obtenção do efeito total da política no CEN2, é preciso incluir os resultados já obtidos no CEN1 ¹².

Esta seção apresenta duas subseções principais, de acordo com os grupos de variáveis trabalhadas: efeitos sobre os agregados macroeconômicos e efeitos sobre a produção dos setores de atividade econômica. Para ambas as subseções, os resultados são apresentados a nível nacional e regional (considerando as 14 regiões analisadas pelo TERM-BR).

3.1.1 Efeitos sobre os agregados macroeconômicos

3.1.1.1 Nível nacional

A ampliação de produtividade na pecuária bovina e dos investimentos correspondentes proporcionariam crescimento econômico e do consumo das famílias em todos os cenários analisados (Tabela 1). Os resultados do CEN2 mostram o adicional da utilização de sistemas de integração para a recuperação de pastagens, permitindo obter, concomitantemente, os benefícios econômicos da produção pecuária e agrícola, que proporcionariam efeitos macroeconômicos mais elevados do que os observados no CEN1 apenas (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados do modelo. Impacto macroeconômico – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030

Agregados macroeconômicos (Brasil)	CEN1		CEN2
	(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)	(var. em relação à linha de base)
PIB real	1,3	0,31	1,62
Consumo das famílias	1,82	0,38	2,21
Investimento real	3,78	0,8	4,61
Exportações (volume)	-3,01	0,14	-2,87
Importações (volume)	3,76	1,32	5,12
Salário real	2,2	0,55	2,77
Índice preços dos alimentos (real)	-2,35	-0,21	-2,56

Fonte: elaboração própria.

¹² Os detalhes metodológicos desses cenários foram apresentados nas seções 3.1 a 3.3 do Relatório 2.

A RPD pelos sistemas convencionais (CEN1) impactaria em 1,30% o PIB real acumulado em 2030 com relação à linha de base (Tabela 1), ou seja, R\$ 164,1 bilhões a preços de 2023¹³. O aumento de produtividade da pecuária bovina proporcionaria o crescimento da produção nessa atividade, estimulando os demais setores a ela relacionados – em insumos, processamento e distribuição –, com efeitos de equilíbrio geral sobre o nível de atividade econômica. A maior disponibilidade de produtos da pecuária bovina ocasionaria, ainda, uma redução dos preços dos produtos, implicando em ganhos nas demais cadeias a jusante. Além disso, também ocasionaria a liberação de fatores de produção como terra e trabalho para outras atividades, que poderiam se expandir mais facilmente. Tanure, Porsse e Domingues (2021) também destacaram como o investimento e acumulação de capital em setores impactados por políticas para adaptação e mitigação das mudanças climáticas proporcionam a liberação de fatores primários para outros setores de atividade. Esses fenômenos serão discutidos ao longo do presente capítulo.

Ao incluir a iLP como sistema de RPD em 20% (6 Mha) das metas do Programa ABC+ (30 Mha), obtém-se, além dos efeitos sobre a pecuária, ampliações nas produções de milho e de soja, proporcionando, em 2030, aumento incremental de 0,31% do PIB real acumulado em relação ao CEN1, totalizando um efeito de 1,62% em relação à linha de base (Tabela 1), isto é, R\$ 202,4 bilhões a preços de 2023. A dinâmica desencadeada pelo aumento de produção agrícola é semelhante à da produtividade da pecuária bovina. Contudo, como se tratam de culturas com elevada parcela de produção destinada à exportação (superiores a 70% em 2020), observa-se que, não obstante o aumento da absorção doméstica, as exportações dessas *commodities* seriam ampliadas. As particularidades desses impactos serão detalhadas a seguir.

Os investimentos (aquisição de máquinas, equipamentos, armazéns, depósitos, silos, galpões, estufas, tratores, colhedadeiras e outros bens semelhantes) para a RPD somariam, em 2030, R\$ 13 bilhões de reais a preços de 2023. Comparando os investimentos com as ampliações no PIB real no CEN1 e CEN2, a política apresentaria retorno social entre 11,6 e 13,9 vezes para cada real investido¹⁴, respectivamente.

¹³ Corrigidos pelo IGPM de jun. 2023.

¹⁴ Bens e serviços de custeio usados para a recuperação de pastagens constituem consumo intermediário para a produção, componente que reduz o PIB. Dessa forma, os ganhos apresentados referem-se ao retorno puro dos bens e serviços de investimento usados e do progresso tecnológico.

Com o aumento da atividade econômica, haveria uma ampliação do salário real das famílias de 2,20% no CEN1 e de 2,77% no CEN2, acumulados em 2030, em relação à linha de base (Tabela 1). Também se observaria uma redução dos preços dos alimentos, que em 2030 teriam diminuição acumulada de 2,35% e 2,56%, no CEN1 e CEN2, respectivamente, em relação à linha de base. Desse modo, com o aumento do poder de compra (salário real) e diminuição do preço relativo dos produtos, as famílias ampliariam seu consumo real em 1,82% e 2,21%, no CEN1 e CEN2, respectivamente, em relação à linha de base em 2030, isto é, entre R\$ 104,7 e R\$ 128,9 bilhões de reais de 2023. Efeitos de ampliação de salários e consumo real das famílias advindos de política com ampliação da produtividade agrícola estão alinhados com aqueles apresentados por Ferrarini e Ferreira Filho (2020).

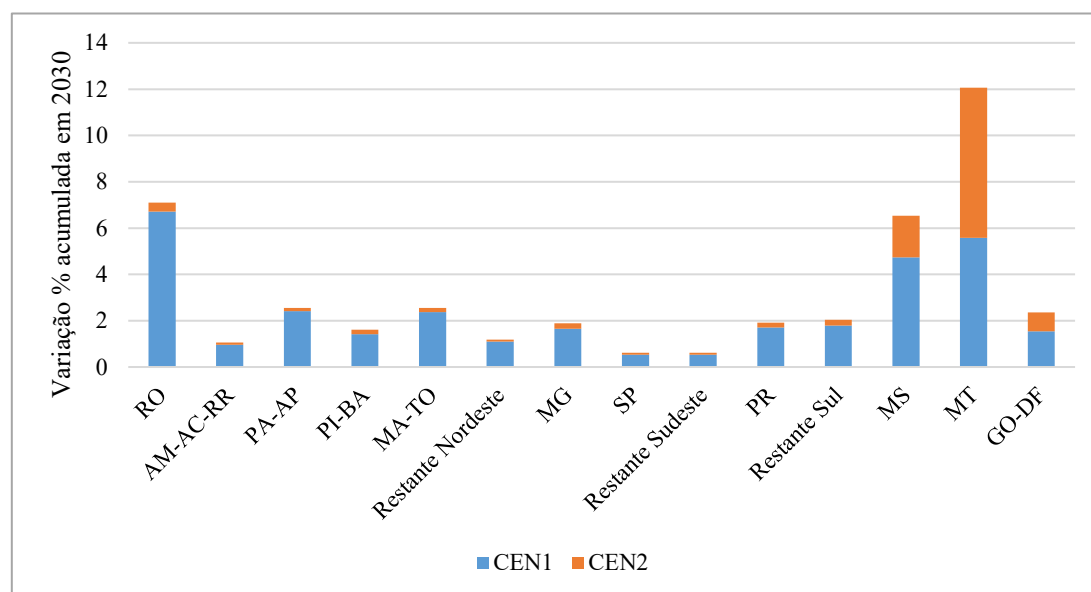
Finalmente, a elevação do consumo, determinada pelo crescimento da renda interna, levaria a uma redução das exportações agregadas do País (Tabela 1) bem como a uma elevação das importações. Como será mostrado a seguir, contudo, as exportações da pecuária e de seus derivados, assim como de outros produtos agrícolas, tenderiam a crescer.

3.1.1.2 Nível regional

Analisando os resultados regionalmente, tem-se que as 14 regiões de simulação apresentariam elevação no PIB real e no consumo real das famílias (Figura 3 e Figura 4). Contudo, a recuperação de pastagens degradadas mostrou capacidade de proporcionar convergência de renda entre as regiões, uma vez que as economias menos desenvolvidas, como RO, PA-AP, MA-TO, MS, MT e GO-DF, apresentariam maior crescimento no PIB real do que as economias mais desenvolvidas, localizadas no Sudeste e no Sul (Figura 3).

No CEN1, os maiores crescimentos regionais do PIB real ocorreriam em RO, MT e MS (Figura 3) e estariam relacionados tanto ao tamanho do choque de produtividade (Tabela 1 do Relatório 2, apresentada no Anexo) quanto às participações da pecuária bovina no valor da produção total dessas economias, que também são elevadas (Tabela 2).

Figura 3. Resultados do modelo. Impacto no PIB real regional – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em relação à linha de base em 2030



Fonte: elaboração própria.

No CEN2, os benefícios estariam mais concentrados no Centro-Oeste, como no MT e MS. Isso ocorreria pela representatividade dessas regiões na área de soja do Brasil, critério para alocação do sistema de iLP, bem como à maior dependência das economias regionais da cultura de soja (as duas maiores do Brasil) (Tabela 2).

Tabela 2. Parcelas de produção regional da agropecuária e industrialização de carnes em 2015

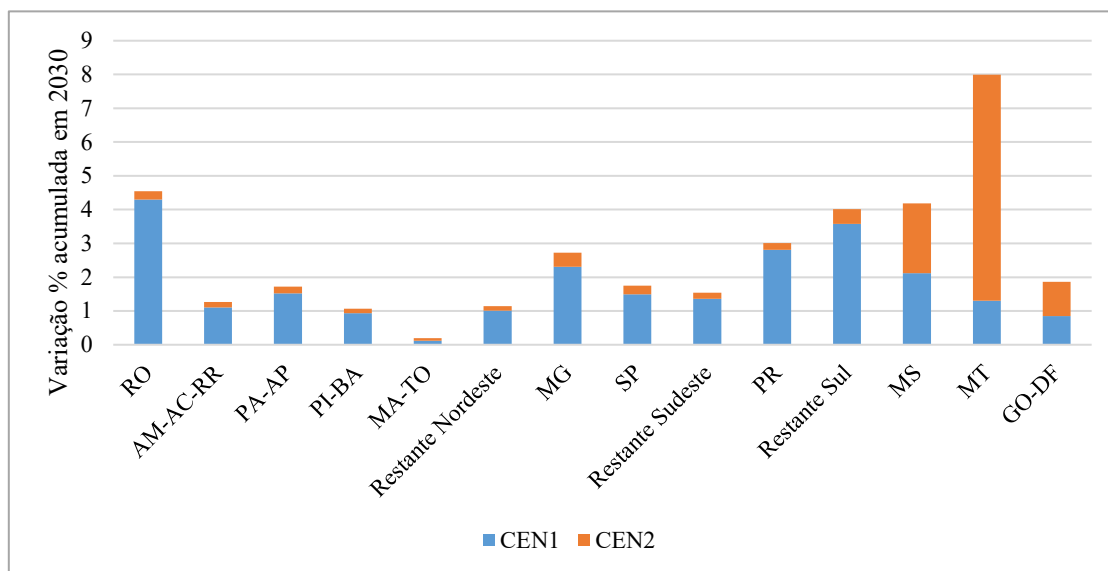
Parcelas de produção regional	Milho	Soja	Corte	Leite	Outras atividades
RO	0,5	1,1	6,0	0,7	91,7
AM-AC-RR	0,1	0,1	1,1	0,1	98,6
PA-AP	0,2	0,5	2,6	0,2	96,5
PI-BA	0,3	1,5	1,2	0,2	96,8
MA-TO	0,6	3,0	3,1	0,3	93,0
Restante Nordeste	0,1	0,0	0,8	0,3	98,8
MG	0,3	0,4	0,7	0,7	97,9
SP	0,1	0,1	0,1	0,0	99,7
Restante Sudeste	0,0	0,0	0,1	0,1	99,8
PR	0,7	2,7	0,4	0,4	95,8
Restante Sul	0,3	1,8	0,6	0,5	96,8
MS	2,0	5,3	4,1	0,2	88,4
MT	3,0	15,4	4,5	0,2	76,9
GO-DF	0,7	1,9	1,2	0,5	95,7

Fonte: elaboração própria.

O consumo real das famílias apresenta distribuição regional semelhante à do PIB real, mas com menores variações percentuais. Nas regiões do Norte e Nordeste, que

possuem maior dependência de trabalho menos qualificado, o crescimento do consumo seria menor do que na região Sul, por exemplo. Esse é um resultado da variação em conjunto de renda e de preços relativos, comentada anteriormente. O comportamento do consumo regional será explicado com maiores detalhes no item 3.2.1.2.

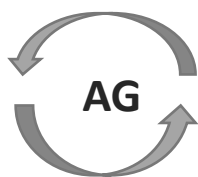
Figura 4. Resultados do modelo. Impacto regional no consumo real das famílias – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em relação à linha de base em 2030



Fonte: elaboração própria.

Observa-se que, apesar do potencial de contribuir na direção da equalização do PIB real entre as regiões brasileiras, a extensão dos benefícios sobre o consumo real das famílias não ocorreria da mesma forma, em especial nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Tanure, Porsse e Domingues (2021), Diniz (2019) e Santos e Ferreira Filho (2017) evidenciam como cenários de política podem trazer resultados heterogêneos sobre as classes de famílias, de acordo com as características dos choques (por exemplo, de produtividade ou investimento), setores e regiões afetadas.

As subseções 3.1.1.1 e 3.1.1.2 trazem a resposta à seguinte questão norteadora:



- Qual o efeito da RPD sobre as variáveis macroeconômicas?

A RPD proporcionaria crescimento econômico e do consumo real das famílias. A ampliação da absorção doméstica geraria aumento de importações e diminuição de exportações.

3.1.2 Efeitos sobre a produção dos setores de atividade econômica

3.1.2.1 Nível nacional

No CEN1, com a ampliação da produtividade da pecuária bovina, as produções de gado de corte (BovOutrAnim) e de leite (LeitVacOuAni) cresceriam 38,9% e 15,2%, respectivamente, em relação à linha de base em 2030 (Tabela 3). Observa-se que o aumento da disponibilidade de matérias-primas e diminuição de seus preços relativos¹⁵ para a indústria de abate e processamento de carnes (Carnes) resultaria em crescimento do setor de 18,2% em relação à linha de base em 2030. Os ganhos de competitividade se refletem, ainda, nas demais cadeias de produção de proteína animal, com o aumento de produção de suínos (10,2%) e aves (AvesOvos, 6,7%).

Tabela 3. Impacto na produção – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030

Classes de atividade	Setores de atividade	CEN1		CEN2
		(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)	(var. em relação à linha de base)
Agricultura	ArrozTrigOut	0,4	-1,9	-1,5
	MilhoGrao	0,0	0,1	0,1
	AlgodHerb	-0,5	-5,9	-6,4
	CanaDeAcucar	0,9	-0,2	0,7
	SojaGrao	0,9	22,2	23,3
	OutPrLavTemp	-0,5	-0,7	-1,1
	Laranja	-0,4	-0,7	-1,1
	CafeGrao	1,8	-2,2	-0,4
	OutPrLavPerm	0,2	-0,9	-0,8
Pecuária	BovOutrAnim	38,9	0,0	38,9
	LeitVacOuAni	15,2	0,0	15,2
	Suinos	10,2	-1,4	8,7
	AvesOvos	6,7	-0,9	5,7
	PescaAcq	-0,1	-0,5	-0,6
Extrativa	ExplFlorSilv	0,2	-1,2	-1,0
	Mineracao	-1,9	-0,5	-2,5
Indústria	Carnes	18,2	-1,0	17,1
	OutAliment	-0,7	-0,4	-1,1
	OutAgrindus	-5,7	-1,7	-7,3
	Etanol	1,6	0,1	1,7

Fonte: elaboração própria.

No que tange às atividades agrícolas, no CEN1, os impactos em relação à linha de base em 2030 são, em geral, menores que 1% (Tabela 3), fruto da reorganização da

¹⁵ Os efeitos sobre os preços serão comentados na seção “Efeitos sobre a renda, preços e consumo das famílias”.

produção, dados os impactos nos preços relativos e na rentabilidade dos produtos (que estão explorados em termos regionais no item 3.1.2.2, "Nível regional"). Entretanto, no CEN2, a produção de soja e milho¹⁶ (que estão diretamente envolvidos no processo de iLP) crescem em 22,2% e 0,1%, respectivamente, em relação ao CEN1, com seus ganhos de produção impactando negativamente outras atividades agropecuárias, o que acontece pela competição por recursos produtivos entre as atividades.

Como destacado anteriormente, o crescimento da renda doméstica e a apreciação cambial levariam a um menor volume agregado de exportações. Entretanto, no CEN1, haveria uma ampliação de exportações de gado de corte e de carnes em 572,4% e 38,2%, respectivamente, em relação à linha de base em 2030 (Tabela 4). Apesar do expressivo aumento na exportação de bovinos vivos, ela representava apenas 1% da produção do setor em 2020, ao passo que o setor de carnes exportava 30,8% da respectiva produção.

Os ganhos na indústria de abate e processamento de carnes resultariam, ainda, em incremento em seu consumo intermediário (uso de matérias-primas), que, em conjunto com o aumento do consumo interno, resultaria em menor exportação de suínos (-19,5%) e aves vivas (-17,4%) (Tabela 4). Nas atividades agrícolas, as variações nas exportações são resultado de um balanço dos impactos na produção e no consumo interno. No CEN1, por exemplo, o setor de outros produtos agroindustriais (OutAgrindus), que compreende produtos têxteis, apresentou, na simulação, uma redução de produção, o que determinaria uma queda na demanda doméstica por algodão. Com isso, foi possível um aumento de 4,4% nas exportações desse Relatório (Tabela 4). No CEN2, contudo, a forte competição por terra com a cultura de soja reduz a produção de algodão, resultando em uma redução líquida nas exportações do produto.

Tabela 4. Resultados do modelo. Impacto na exportação – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030

Classes de atividade	Setores de atividade	CEN1		CEN2	
		(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)	(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)
Agrícola	ArrozTrigOut	0,1	-3,9	-3,8	
	MilhoGrao	0,9	0,7	1,6	
	AlgodHerb	4,4	-9,9	-5,9	
	SojaGrao	1,3	29,7	31,5	

¹⁶ A produção nacional de milho apresenta pequeno crescimento em comparação à da soja, pois as regiões simuladas com iLP de milho têm menor representatividade na produção brasileira de grãos, como será discutido também no item 3.1.2.2 "Nível regional".

Classes de atividade	Setores de atividade	CEN1		CEN2	
		(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)	(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)
	OutPrLavTemp	0,7	-3,7	-3,0	
	Laranja	-1,3	-3,8	-5,1	
	CafeGrao	2,2	-2,4	-0,2	
	OutPrLavPerm	-0,6	-3,2	-3,8	
Pecuária	BovOutrAnim	572,4	5,2	607,4	
	Suinos	-19,5	-5,3	-23,8	
	AvesOvos	-17,4	-5,4	-21,9	
	PescaAcq	-14,7	-5,0	-18,9	
Extrativa	ExplFlorSilv	5,4	-3,3	2,0	
	Mineracao	-10,7	-3,5	-13,8	
Indústria	Carnes	38,2	-2,1	35,3	
	OutAliment	-8,2	-3,3	-11,2	
	OutAgrindus	-14,6	-4,5	-18,4	

Fonte: elaboração própria.

No CEN2, a queda de produção da agropecuária, com exceção da soja e do milho, associada ao aumento da renda e do consumo doméstico, reduziria as exportações da agropecuária (Tabela 4) em relação ao que seria observado no CEN1. A ampliação na produção de soja, anteriormente discutida, permitiria crescimento das exportações deste produto de 29,8% em relação ao CEN1, representando uma variação total de 31,5% em relação à linha de base em 2030. Como a soja teria mais de 70% de sua produção exportada em 2030 e representa um importante produto na pauta de exportações do Brasil, observa-se que o resultado desse setor sustentou a ampliação de exportações agregadas no CEN2 (Tabela 1).

3.1.2.2 Nível regional

Como se pode verificar no CEN1, os efeitos regionais na produção de gado de corte (Tabela 5) são semelhantes às magnitudes dos choques de produtividade aplicados na simulação, vistos na Tabela 1 do Relatório 2 (Anexo). Os impactos de produção na pecuária leiteira, por outro lado, são menores que os choques. Foi observada maior redução do preço na atividade do leite do que na de corte em relação ao crescimento da produção, de forma que a rentabilidade da atividade leiteira seria mais afetada, fazendo com que ela liberasse áreas de pastagens para a pecuária de corte em todas as regiões (variações no uso da terra serão apresentadas no item 3.3.1). Não obstante, a única queda na produção de leite ocorreria no AM-AC-RR, onde os ganhos de produtividade seriam os menores do Brasil.

Tabela 5. Resultados do modelo. Impacto na produção regional – CEN1 e CEN2. Produtos selecionados. Variação % acumulada em relação à linha de base em 2030

Regiões	CEN1				
	MilhoGrao	SojaGrao	BovOutrAnim	LeitVacOuAni	Carnes
RO	-0,1	0,8	46,2	17,5	20,8
AM-AC-RR	5,6	5,9	11	-7	-5,2
PA-AP	0,4	1,2	29,2	5	4,3
PI-BA	-0,3	0,9	33,6	13,5	-4,6
MA-TO	0	0,7	31,2	7,2	0,6
Restante Nordeste	-0,2	0,7	49	16	-4,2
MG	1,1	2,4	27,3	14,4	8,9
SP	-0,2	0,4	54	28,5	21,9
Restante Sudeste	-0,5	0,2	45,5	24,2	17,9
PR	-0,4	0,6	27,3	11,9	21,4
Restante Sul	0,1	1	41,8	16,6	24,1
MS	-0,7	0,1	60,8	38,5	19,1
MT	-0,1	0,9	42,1	16,1	23,8
GO-DF	0,8	1,7	35,6	12,8	-9
Regiões	CEN2				
	MilhoGrao	SojaGrao	BovOutrAnim	LeitVacOuAni	Carnes
RO	39,1	-5,5	46,2	17,5	21,8
AM-AC-RR	76,8	3	11	-7	-4,9
PA-AP	40,5	-3,6	29,2	5	4
PI-BA	35,7	-4,1	33,6	13,5	-4,3
MA-TO	35,7	-4,7	31,2	7,2	0,5
Restante Nordeste	36,3	-11,2	49	16	-4
MG	-1	37,2	27,3	14,4	8,8
SP	-2,4	40,2	54	28,5	21,6
Restante Sudeste	-2,5	35,8	45,5	24,2	18,3
PR	-2,1	8,1	27,3	11,9	20,6
Restante Sul	-2,1	19,8	41,8	16,6	22,8
MS	-5,8	35,9	60,8	38,5	16,7
MT	-11,6	37,4	42,1	16,1	15,9
GO-DF	-3,3	37,2	35,6	12,8	-11,6

Fonte: elaboração própria.

Ainda no CEN1, os impactos nas atividades agrícolas, como milho e soja, seriam relativamente pequenos (Tabela 5), pois regiões com maior variação percentual nessas atividades, como o AM-AC-RR, possuem pequena produção em termos absolutos. Esses efeitos na agricultura são resultados dos efeitos sistemáticos da RPD em preços relativos na agropecuária e na disponibilidade dos fatores de produção.

No CEN2, as variações nas produções regionais de milho no Norte e Nordeste e de soja no resto do Brasil foram determinadas pela área de iLP implementada nas simulações (choques exógenos). Com o aumento dessas produções nas regiões selecionadas, ocorreriam reduções de preços relativos da soja e do milho, impactando as regiões que não apresentariam a iLP na respectiva atividade, resultando na diminuição da produção de soja no Norte e Nordeste e de milho no resto do Brasil.

No que se refere às exportações do CEN1, como destacado no resultado nacional, o ganho de competitividade na cadeia da carne resultaria em expressiva ampliação de exportações de animais vivos (não obstante a baixa representatividade no volume exportado, como mencionado anteriormente) e de carnes processadas (Tabela 6). Para as exportações de carnes, os impactos regionais guardam forte correlação (0,85) com as variações na produção, como discutido anteriormente (Tabela 6).

Tabela 6. Resultados do modelo. Impacto na exportação regional de produtos selecionados – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em relação à linha de base em 2030

Regiões	CEN1			
	MilhoGrao	SojaGrao	BovOutrAnim	Carnes
RO	0,2	0,9	736,6	60,8
AM-AC-RR	6,2	6	542,7	26,8
PA-AP	1	1,5	413,8	23,4
PI-BA	1,4	1,2	728,4	19,2
MA-TO	0,8	1	638,2	24,2
Restante Nordeste	0,6	1,1	788	18,9
MG	3,5	3,4	746,2	42,8
SP	0,4	1	819,2	45,9
Restante Sudeste	0,2	0,8	795,3	50,1
PR	0,2	1	640,4	37,1
Restante Sul	0,3	1,1	712,4	37,2
MS	0	0,7	943,2	54,7
MT	0,7	1,4	796,7	58,7
GO-DF	2,2	2,5	755,3	8,1
Regiões	CEN2			
	MilhoGrao	SojaGrao	BovOutrAnim	Carnes
RO	64,8	-1,1	785,9	57,7
AM-AC-RR	80	7,6	581,9	23,6
PA-AP	45,9	0,2	432,1	20,2
PI-BA	61,2	-1	777	15,9
MA-TO	41,3	-0,6	680,3	20,9

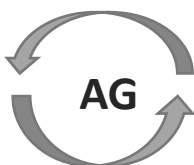
Restante Nordeste	58	2,5	835,9	15,8
MG	-0,1	73,7	793,4	39,7
SP	-2,4	52	874,6	43,4
Restante Sudeste	-1,8	48,1	844,6	47,7
PR	-2,4	13,3	686,7	35,1
Restante Sul	-2,8	24,5	764,3	34,7
MS	-5,4	49,5	1012	46,8
MT	-10,5	49,7	888,8	42,8
GO-DF	-2,3	55,5	808,9	2,1

Fonte: elaboração própria.

Ainda, quanto ao CEN1, apesar das pequenas variações na produção agrícola regional, todas as regiões apresentariam crescimento das exportações de milho e soja em grão. Em especial, as regiões AM-AC-RR, MG e GO-DF, que teriam os maiores crescimentos de produção, também apresentariam maiores ampliações nas exportações em relação às demais regiões (Tabela 6).

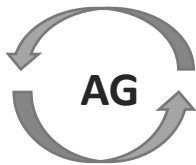
Os maiores impactos no CEN2 ocorrem nas exportações de milho e soja (Tabela 6). As variações guardam forte correlação (superiores a 0,96) com as variações na produção. As diferenças dos efeitos regionais se devem tanto às proporções dos impactos na produção quanto às estruturas regionais de consumo das famílias e consumo intermediário (por exemplo, para os setores industriais).

As subseções 3.1.2.1 e 3.1.2.2 responderam às seguintes questões norteadoras:



- **Qual a produtividade diferencial alcançada pelos produtores quando melhoram a qualidade de suas pastagens após a adoção da RPD?**

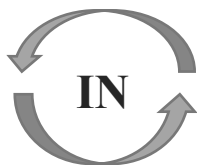
A recuperação de pastagens degradadas proporcionaria, nas regiões brasileiras, crescimentos do valor bruto de produção da pecuária entre R\$ 698 e R\$ 3.421 por hectare. A distribuição de áreas recuperadas para atingir a meta do Plano ABC+ ocasionaria, nas regiões, ampliações de 1,5% a 4,9% ao ano da produtividade média da pecuária.



- O quanto a RPD incrementa ou reduz a produção pecuária? (Carne e leite.)

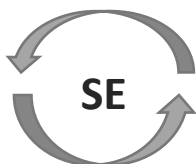
No sistema tradicional de RPD (CEN1), ocorreria crescimento das produções de gado de corte, gado de leite e de carnes em 38,9%, 15,2% e 18,2% em relação à linha de base em 2030.

No sistema de integração lavoura-pecuária (iLP), a produção pecuária permaneceria ao nível do CEN1, mas a industrialização de carnes cresceria menos, 17,1% em relação à linha de base em 2030. Adicionalmente, a produção de soja aumentaria 23,3% em relação à linha de base em 2030.



- A aplicação da RPD altera a quantidade e os custos associados aos insumos necessários para a produção?

É possível afirmar que a pecuária se torna mais capital intensiva com a ampliação dos investimentos para a recuperação de pastagens, isto é, a atividade substituiria uma parcela dos fatores de produção terra e trabalho pelo capital. Nesse contexto, é esperado que a porção recuperada utilize mais insumos.



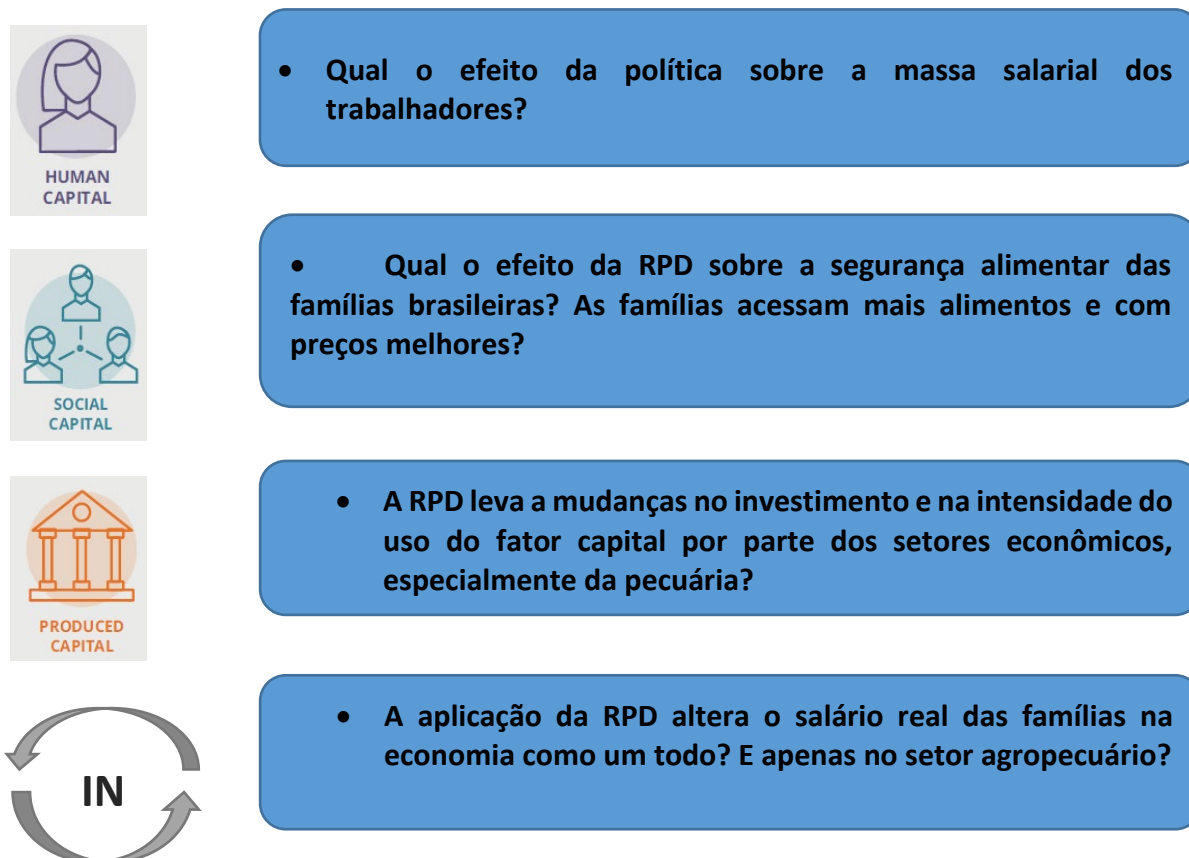
- O quanto a RPD incrementa ou reduz a produção agropecuária e de produtos renováveis?

No sistema tradicional de RPD (CEN1), haveria desvios inferiores a 1% nas produções das atividades agrícolas, exceto para o café, que apresentaria ampliação de 1,8% em relação à linha de base em 2030. Outras atividades da pecuária, como suínos e aves, cresceriam mais de 10% em relação à linha de base em 2030. A silvicultura (florestas plantadas) e a produção de etanol e outros biocombustíveis teriam aumento de 0,2% e 1,6%, respectivamente, em relação à linha de base em 2030.

No sistema de integração lavoura-pecuária (iLP), o crescimento das atividades de soja e milho ocasionariam preços menores e, conseqüentemente, queda nas produções das demais atividades agropecuárias em relação ao CEN1. A produção de etanol aumentaria em 0,1%, devido ao crescimento da atividade econômica, em relação ao CEN1. No total, além da soja, do milho e da pecuária bovina, apenas a cana-de-açúcar, suínos, aves e o etanol continuariam com resultados de crescimento de produção.

3.2 Impactos sociais e humanos

Os resultados, apresentados a nível nacional e regional (considerando as 14 regiões analisadas pelo TERM-BR) nesta seção, buscam responder às seguintes perguntas norteadoras (que se relacionam com estoques de capitais e fluxos do quadro de avaliação do TEEBAgriFood) (Figura 1):



3.2.1 Efeitos sobre a renda, preços e consumo das famílias

3.2.1.1 Nível nacional

Nos dois cenários analisados (CEN1 e CEN2), a recuperação de pastagens degradadas causaria a ampliação no consumo real das famílias. Isso vale para todas as classes de famílias, exceto para as mais pobres (POF1), para as quais haveria uma pequena redução (Tabela 7). Dessa forma, não obstante os efeitos positivos para o agregado da população, esse resultado chama atenção para a necessidade de desenvolvimento de políticas complementares para proporcionar ganhos às famílias mais pobres. Ademais, a análise espacial fornecerá mais informações sobre o perfil fundiário

e dos produtores rurais envolvidos no processo de recuperação de pastagens, que podem complementar as noções de impacto social na agropecuária brasileira.

Tabela 7. Resultados do modelo. Impacto no consumo real das famílias – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030

Famílias	CEN1		CEN2			
	(var. em relação à linha de base)		(var. em relação ao CEN1)		(var. em relação à linha de base)	
	Total	Alimentos	Total	Alimentos	Total	Alimentos
POF1	-0,04	0,58	-0,03	0,02	-0,08	0,60
POF2	1,07	1,30	0,03	0,07	1,10	1,37
POF3	1,29	1,49	0,25	0,20	1,55	1,69
POF4	1,50	1,74	0,32	0,24	1,82	1,98
POF5	1,70	1,94	0,42	0,31	2,13	2,25
POF6	1,65	1,64	0,44	0,32	2,09	1,97
POF7	1,84	1,80	0,49	0,35	2,34	2,16
POF8	2,02	2,06	0,50	0,36	2,53	2,42
POF9	2,02	1,83	0,51	0,38	2,54	2,22
POF10	2,26	2,17	0,44	0,34	2,70	2,52

Fonte: elaboração própria.

Esses impactos derivam de dois componentes principais: a variação do preço da cesta de consumo e a mudança na renda das famílias. A combinação desses fatores gera resultados diferentes, conforme o grupo de renda familiar. Os preços médios das cestas de consumo das classes de famílias mostraram maiores reduções para as famílias mais pobres (POF1 – Tabela 8) frente às das famílias mais ricas (POF10). Esse resultado está relacionado ao aumento de produção na agropecuária, que amplia a oferta desses e reduz seus preços relativos, especialmente de leite e carnes no CEN1 (Tabela 9). Como a alimentação tem maior peso na cesta de consumo das famílias mais pobres, isso explica a maior queda de preços anteriormente mencionada. Por isso, apesar da diminuição do consumo agregado, ainda haveria um aumento de 0,6% no consumo de alimentos pelas famílias mais pobres (POF1, Tabela 7).

Tabela 8. Resultados do modelo. Impactos no preço da cesta de consumo das famílias – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em relação a 2030

Famílias	CEN1		CEN2	
	(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)	(var. em relação ao CEN1)	(var. em relação à linha de base)
POF1	-1,17	-0,13	-0,13	-1,29
POF2	-1,05	-0,12	-0,12	-1,17
POF3	-0,94	-0,10	-0,10	-1,04
POF4	-0,86	-0,10	-0,10	-0,95
POF5	-0,81	-0,09	-0,09	-0,90
POF6	-0,51	-0,08	-0,08	-0,59
POF7	-0,50	-0,08	-0,08	-0,58
POF8	-0,55	-0,07	-0,07	-0,62
POF9	-0,31	-0,06	-0,06	-0,36
POF10	-0,18	-0,03	-0,03	-0,21

Fonte: elaboração própria.

Tabela 9. Resultados do modelo. Impactos nos preços dos produtos – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em relação a 2030

Classes de atividade	Setores de atividade	CEN1		CEN2	
		(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)	(var. em relação ao CEN1)	(var. em relação à linha de base)
Agrícola	ArrozTrigOut	-3,6	-0,1	-0,1	-3,7
	MilhoGrao	-4,1	-1,7	-1,7	-5,7
	AlgodHerb	-4,3	1,3	1,3	-3,0
	CanaDeAcucar	-3,3	0,1	0,1	-3,2
	SojaGrao	-3,4	-7,3	-7,3	-10,5
	OutPrLavTemp	-4,5	-0,2	-0,2	-4,7
	Laranja	-4,1	-0,2	-0,2	-4,3
	CafeGrao	-3,6	-0,5	-0,5	-4,2
	OutPrLavPerm	-3,8	-0,4	-0,4	-4,2
Pecuária	BovOutrAnim	-35,4	-2,4	-2,4	-37,0
	LeitVacOuAni	-40,7	-0,4	-0,4	-41,0
	Suinos	0,4	0,1	0,1	0,5
	AvesOvos	0,4	0,0	0,0	0,4
	PescaAcq	0,1	-0,2	-0,2	-0,1
Extrativa	ExpIFlorSilv	-5,0	-0,2	-0,2	-5,2
	Mineracao	-0,9	-0,4	-0,4	-1,3
Indústria	Carnes	-11,7	-0,6	-0,6	-12,2
	OutAliment	-1,7	-0,4	-0,4	-2,1
	OutAgrindus	-0,3	-0,2	-0,2	-0,5

Fonte: elaboração própria.

A renda, portanto, é o fator que explica a pequena redução do consumo real das famílias mais pobres. Essas famílias apresentariam ganhos menores no salário real (Tabela 10), pois, como a pecuária bovina (CEN1) e a agricultura (CEN2) apresentam maior demanda por trabalho menos qualificado (Tabela 11), normalmente fornecido pelas famílias mais pobres, o crescimento da produtividade da terra e do investimento torna a atividade pecuária mais “capital intensiva”, substituindo trabalho (Tabela 12). No APÊNDICE são mostrados os efeitos sobre a demanda de trabalho e salário real pelos grupos de setores de atividade da agricultura, pecuária e agroindústria. No CEN1, por exemplo, as pecuárias de corte e de leite reduziram a demanda por trabalho em 6,9% e 30,0%, respectivamente, em relação à linha de base em 2030. Dessa forma, mesmo com a redução de preços, o menor crescimento da renda explica os impactos negativos ou muito baixos sobre o consumo real das famílias mais pobres (Tabela 7).

Tabela 10. Resultados do modelo. Impactos no salário real – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030

Trabalhos	CEN1		CEN2	
	(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)	(var. em relação ao CEN1)	(var. em relação à linha de base)
OCC1	0,49	0,04	0,04	0,54
OCC2	1,47	0,10	0,10	1,58
OCC3	1,74	0,91	0,91	2,66
OCC4	2,16	1,12	1,12	3,30
OCC5	2,77	0,94	0,94	3,74
OCC6	3,15	0,79	0,79	3,96
OCC7	3,14	0,73	0,73	3,89
OCC8	3,22	0,65	0,65	3,89
OCC9	3,25	0,63	0,63	3,90
OCC10	2,93	0,56	0,56	3,51

Fonte: elaboração própria.

Tabela 11. Composição setorial da demanda por trabalho por classes de qualificação do trabalho em 2020

Trabalhos	Agricultura	Pecuária	Bovina	Outras atividades
OCC1	4,2	8,9	10,3	2,4
OCC2	41,6	55,0	54,6	28,6
OCC3	24,7	20,1	20,3	14,7
OCC4	11,7	5,9	5,6	8,8

Trabalhos	Agricultura	Pecuária	Bovina	Outras atividades
OCC5	5,3	2,5	2,3	6,2
OCC6	3,0	1,7	1,5	4,7
OCC7	1,8	1,3	1,1	3,8
OCC8	1,1	0,7	0,6	3,1
OCC9	1,6	1,1	1,0	5,0
OCC10	4,8	2,9	2,7	22,6
Total	100	100	100	100

Fonte: elaboração própria.

Tabela 12. Resultados do modelo. Impactos no uso de capital – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030

Classes de atividade	Setores de atividade	CEN1	CEN2	
		(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)	(var. em relação à linha de base)
Agrícola	ArrozTrigOut	-3,2	-2,0	-5,1
	MilhoGrao	-3,0	-0,7	-3,8
	AlgodHerb	-2,8	-4,4	-7,1
	CanaDeAcucar	-1,8	-0,1	-1,9
	SojaGrao	-1,9	13,0	10,9
	OutPrLavTemp	-4,2	-0,5	-4,7
	Laranja	-3,7	-0,6	-4,3
	CafeGrao	-1,5	-2,6	-4,0
	OutPrLavPerm	-3,2	-1,0	-4,2
Pecuária	BovOutrAnim	10,6	0,0	10,6
	LeitVacOuAni	9,5	0,0	9,5
	Suinos	10,3	-0,4	9,9
	AvesOvos	6,8	-0,2	6,6
	PescaAcq	-2,9	-1,1	-3,9
Extrativa	ExplFlorSilv	0,8	-0,2	0,6
	Mineracao	-1,7	-0,4	-2,1
Indústria	Carnes	18,0	-0,3	17,6

Fonte: elaboração própria.

Essa é uma característica comum de políticas de ampliação de produtividade da terra na agropecuária. Avaliações como de Otsuki (2013), Spolador e Roe (2018) e

Queiroz *et al.* (2018) também mostraram como o progresso tecnológico na agricultura pode enviesar a função de produção para o uso de um fator primário em detrimento de outros. Nesse contexto, políticas acessórias ao ABC+ para a requalificação e realocação dos trabalhadores rurais nos demais setores da economia, como na agroindústria, poderiam ampliar os benefícios às famílias mais pobres.

3.2.1.2 Nível regional

Conforme apresentado anteriormente, com a recuperação de pastagens, o consumo real das famílias aumentaria. Entretanto, desagregando os resultados por classe de famílias regionalmente, em alguns casos, as famílias mais pobres (POF1) teriam reduções no consumo (Tabela 13). Isso ocorreria, no CEN1, em AM-AC-RR, PA-AP, PI-BA, MA-TO, Restante do Nordeste, MG e GO-DF e, no CEN2, em RO, AM-AC-RR, PA-AP, PI-BA, MG e Restante do Sudeste.

Para analisar essa dinâmica, retomam-se os dois fatores para determinação do consumo das famílias: a renda e os preços. Os preços, em geral, tanto no CEN1 quanto no CEN2, são reduzidos em todas as regiões. Verifica-se, assim, que a renda das famílias foi novamente determinante para as variações regionais de consumo.

Tabela 13. Resultados do modelo. Impacto regional no consumo real das famílias – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030

Regiões	CEN1									
	POF1	POF2	POF3	POF4	POF5	POF6	POF7	POF8	POF9	POF10
RO	0,9	3,5	3,3	3,4	3,7	3,5	3,9	4,1	4,7	6,1
AM-AC-RR	-2,3	1,1	1	1,1	1,2	1,2	1,4	1,4	1,7	1,8
PA-AP	-0,4	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,7	1,8	2	2,1
PI-BA	-1,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1	1,2	1,2	1,7	1,7
MA-TO	-2,4	-0,1	0	0,1	0,2	0,2	0,7	0,6	0,6	1
Restante Nordeste	-0,2	0,6	0,8	0,8	0,8	1	1,3	1,2	1,5	1,8
MG	-0,6	1,6	1,4	1,5	2,8	1,9	2,1	2,4	2,4	3
SP	2,1	1,6	1,7	1,9	1,6	1,5	1,5	1,6	1,5	1,4
Restante Sudeste	0,8	1	1,7	1,5	1,6	1,7	1,8	2,1	1,9	1
PR	2,8	2,9	2,4	2,5	2,4	2,2	2,5	2,7	2,8	3,3
Restante Sul	2,4	1,4	1,7	1,9	2,3	2,5	3,1	3,4	3,6	5,1
MS	2,9	1,8	1,9	1,8	1,6	1,6	1,8	2,8	1,8	2,5
MT	1,1	3	1,5	1,1	0,9	0,5	0,5	0,6	0,8	1,5
GO-DF	-0,5	0	-0,2	0	0	0,2	0,8	0,6	1	1,8
Regiões	CEN2									
	POF1	POF2	POF3	POF4	POF5	POF6	POF7	POF8	POF9	POF10
RO	0,3	3,4	3,4	3,5	3,9	3,6	4,2	4,3	5,1	6,7

AM-AC-RR	-2,5	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,6	2	1,9
PA-AP	-0,6	1,3	1,4	1,5	1,7	1,7	2,1	2,2	2,4	2,3
PI-BA	-1,5	0,4	0,6	0,8	1	1,1	1,4	1,4	1,9	2
MA-TO	-2,2	-0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,8	0,6	0,7	1
Restante Nordeste	-0,2	0,6	0,8	0,9	0,9	1,2	1,5	1,5	1,8	2,2
MG	-1	1,6	1,7	1,8	3,2	2,4	2,6	2,9	3	3,5
SP	2,3	1,6	1,9	2,1	1,8	1,8	1,7	1,9	1,8	1,7
Restante Sudeste	0,6	0,9	1,8	1,7	1,9	2	2,1	2,5	2,2	1,2
PR	2,8	2,8	2,4	2,6	2,6	2,4	2,7	3	3	3,6
Restante Sul	2,3	1,4	1,8	2,1	2,6	2,8	3,5	3,7	4	5,8
MS	3,2	2,5	3,4	3,6	3,8	4	4,5	5,4	4,3	4,7
MT	2,2	3,7	5,5	6,9	8,2	8,7	10	10,3	10,5	10,5
GO-DF	0,3	0,3	0,9	1,2	1,5	2	2,6	2,5	2,8	2,4

Fonte: elaboração própria.

No CEN1, observa-se que as regiões que apresentaram redução no consumo possuem elevada parcela do trabalho de menor qualificação (OCC1) na pecuária de corte e de leite (Tabela 14). Essas regiões também têm as maiores reduções na demanda por trabalho das atividades da pecuária. No CEN2, a redução de consumo das famílias mais pobres é mais facilmente explicada pela dinâmica do choque na produção agrícola. Como explicado anteriormente, os ganhos de produção mais representativos ocorrem no Centro-Oeste, reduzindo preços da pecuária para todas as regiões. Desse modo, os ajustes no mercado de trabalho de produção agrícola resultariam no menor poder de compra das famílias mais pobres.

Tabela 14. Resultados do modelo. Impactos no mercado de trabalho regional da pecuária – CEN1. Variação % acumulada em relação à linha de base em 2030

Regiões	BovOutrAnim		LeitVacOuAni	
	Parcela de trabalho OCC1	Impacto na demanda total de trabalho	Parcela de trabalho OCC1	Impacto na demanda total de trabalho
RO	8,8	-1,2	8,8	-28,9
AM-AC-RR	17,8	-15,4	15,1	-35,1
PA-AP	13,5	-4,1	13,6	-29,7
PI-BA	27,5	-10,0	27,5	-29,5
MA-TO	18,9	-7,9	20,0	-31,9
Restante Nordeste	22,8	-0,5	23,0	-31,6
MG	13,7	-15,0	13,7	-27,5
SP	1,3	-0,1	1,3	-23,9

Regiões	BovOutrAnim		LeitVacOuAni	
	Parcela de trabalho OCC1	Impacto na demanda total de trabalho	Parcela de trabalho OCC1	Impacto na demanda total de trabalho
Restante Sudeste	5,4	-5,2	5,3	-25,2
PR	2,7	-19,4	2,7	-33,6
Restante Sul	1,8	-9,3	2,0	-32,3
MS	2,0	-0,2	2,0	-20,3
MT	3,8	-6,3	3,8	-30,8
GO-DF	6,9	-8,2	6,9	-30,3

Fonte: elaboração própria.

No que tange ao consumo de alimentos, a dinâmica de redução de preços dos produtos ocasionaria, no CEN1, crescimento do consumo desses bens pelas famílias mais pobres em PA-AP, restante do Nordeste, MG e GO-DF, os quais apresentam diminuição no total da cesta de consumo (Tabela 15). Já em AM-AC-RR, PI-BA e MA-TO, os resultados continuariam negativos, mas de menor intensidade do que os apresentados na Tabela 13. Os impactos do CEN2 não mudariam a direção dos efeitos totais sobre o consumo de alimentos, que continuariam negativos para as famílias mais pobres em AM-ACC-RR, PI-BA e MA-TO.

Tabela 15. Resultados do modelo. Impacto regional no consumo real de alimento das famílias – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030

Regiões	CEN1									
	POF1	POF2	POF3	POF4	POF5	POF6	POF7	POF8	POF9	POF10
RO	1,4	2,9	3	2,8	3,2	2,8	3	3,1	3,3	3,7
AM-AC-RR	-0,7	1,1	0,9	1	1	0,9	1,1	1	1	1,2
PA-AP	0,6	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,5	1,4	1,5	1,4
PI-BA	-0,2	0,8	0,9	1,1	1,1	1,2	1,3	1,2	1,5	1,4
MA-TO	-0,8	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	1,3	0,8	0,8	0,9
Restante Nordeste	0,5	0,9	1	1,1	0,9	1	1,1	1,1	1,2	1,3
MG	0,5	2,2	1,7	1,9	4	2	2,1	2,6	2,1	2,9
SP	1,9	1,8	1,9	2,3	1,8	1,6	1,5	1,8	1,6	1,8
Restante Sudeste	1,1	1,2	1,8	1,5	1,4	1,4	1,5	2	1,4	1
PR	3,4	2,7	2,4	2,6	2,3	2,2	2,3	2,5	2,4	3,1
Restante Sul	2,5	1,8	2,1	2,1	2,4	2,4	3,1	3,2	3,1	4,4
MS	3,1	1,9	2,4	2,1	1,8	2	1,9	4,5	2	2,7
MT	1,4	2,8	1,6	1,4	1,2	0,8	0,8	1	1	1,6
GO-DF	0,2	0,6	0,4	0,5	0,4	0,5	0,9	0,7	1	1,3
Regiões	CEN2									
	POF1	POF2	POF3	POF4	POF5	POF6	POF7	POF8	POF9	POF10

RO	1,1	2,9	3,1	2,9	3,4	2,9	3,2	3,3	3,6	4,1
AM-AC-RR	-0,8	1,2	1,1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3
PA-AP	0,5	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,7	1,7	1,8	1,6
PI-BA	-0,3	0,8	1	1,2	1,2	1,4	1,5	1,4	1,7	1,7
MA-TO	-0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	1,4	0,9	0,8	1
Restante Nordeste	0,6	0,9	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3	1,3	1,5	1,6
MG	0,3	2,3	1,9	2,1	4,3	2,3	2,5	3	2,5	3,3
SP	2,1	1,9	2,1	2,6	2	1,8	1,8	2,1	1,8	2
Restante Sudeste	1,1	1,3	1,9	1,7	1,6	1,6	1,7	2,3	1,6	1,2
PR	3,5	2,7	2,5	2,8	2,5	2,4	2,5	2,7	2,6	3,4
Restante Sul	2,6	1,9	2,2	2,3	2,6	2,7	3,4	3,5	3,4	5
MS	3,3	2,4	3,4	3,3	3,2	3,4	3,5	6,3	3,6	4
MT	2	3,2	4	4,7	5,3	5,5	6	6,4	6,5	6,7
GO-DF	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,5	1,9	1,7	2	1,7

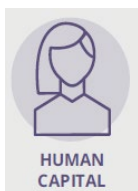
Fonte: elaboração própria.

As subseções 3.2.1.1 e 3.2.1.2 respondem às seguintes questões norteadoras:



- **A RPD leva a mudanças no investimento e na intensidade do uso do fator capital por parte dos setores econômicos, especialmente a pecuária?**

A ampliação do investimento na pecuária de corte e de leite aumentaria a utilização de capital em 10,6% e 9,5%, respectivamente, em relação à linha de base em 2030. Ao mesmo tempo, a utilização de trabalho e terra seria reduzida, destacando a intensificação do uso de capital na pecuária bovina. As demais culturas agrícolas incrementariam o uso dos fatores produtivos liberados pela pecuária, reduzindo a intensidade de uso de capital.



- **Qual o efeito da política sobre a massa salarial dos trabalhadores?**

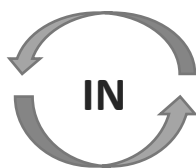
Com a aplicação da política, a massa salarial total cresce para todas as qualificações de trabalhadores no agregado do Brasil, porém a dos trabalhadores pouco qualificados cresce menos do que a dos mais qualificados.



- Qual o efeito da RPD sobre a segurança alimentar das famílias brasileiras? As famílias acessam mais alimentos e com melhores preços?

Em todas as classes de famílias ocorreria crescimento do consumo de alimentos e a menores preços relativos do que os observados na linha de base em 2030 para ambos os cenários de simulação.

Destaca-se, inclusive, que as famílias mais pobres obteriam preços de alimentos entre 1,24% e 1,38% mais baixos que na linha de base em 2030, o que proporcionaria aumento do consumo de alimentos em aproximadamente 0,6%.



- A aplicação da RPD altera o salário real das famílias na economia como um todo? E apenas no setor agropecuário?

No agregado da economia o salário real aumentaria para todas as qualificações de trabalho. Contudo, para grupos de atividade econômica, como a pecuária bovina no CEN1 e a agricultura no CEN2, os trabalhos menos qualificados na economia registrariam menores salários reais em relação aos observados na linha de base em 2030.

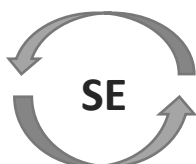
3.3 Impactos ambientais

Essa dimensão do estudo contou com o uso de diversas frentes metodológicas: modelagem econômica, modelagem espacial, modelagem biofísica e métricas de paisagem. Assim, os resultados serão apresentados fazendo referência aos respectivos métodos adotados.

Os resultados buscaram responder às seguintes perguntas norteadoras – relacionadas a estoques de capitais e fluxos do quadro de avaliação do TEEBAgriFood (Figura 1):



- A RPD diminui ou aumenta a pressão por abertura de novas áreas (desmatamento)?
- Libera área para outros usos, como agricultura?
- Observa-se efeito poupa-terra ou efeito rebote?
- Onde esses efeitos ocorrem?
- Como a política afetará a perda de solo por erosão?



- Há mudanças na intensidade das emissões (GEE por produto)?
- A adoção da tecnologia contribui para a fixação de carbono no solo?
- A adoção da tecnologia RPD resulta em menos erosão do solo? Que parte desse serviço se deve à recuperação das pastagens ou ao desmatamento evitado?
- A adoção da tecnologia contribui para a manutenção de *habitats*?
- Qual é o efeito da RPD sobre as emissões de GEE entre os diferentes setores da economia, especialmente no setor pecuário (corte e leite)?

3.3.1 Efeitos sobre o uso da terra

Nota a respeito dos resultados sobre a mudança de uso da terra

Nesta seção, são descritos os efeitos dos cenários da recuperação de pastagens degradadas no uso do solo. Algumas considerações iniciais são importantes para o esclarecimento dos resultados. Para essa análise, foi necessária a integração dos resultados de dois modelos diferentes: o modelo de EGC, TERM-BR15, que apresenta resultados para 14 regiões do Brasil; e um modelo espacial de alocação de uso da terra, espacialmente explícito para todo o território nacional com detalhamento de 1 km². Esses modelos são diferentes tanto em termos de sua aplicação quanto da sua base de dados.

O TERM-BR15 usa, em sua base de dados, informações sobre áreas plantadas oriundas da pesquisa de Produção Agrícola Municipal (PAM) e de *Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura* (PEVS) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018a; 2018b) e, para as áreas de pastagens, o *Atlas das Pastagens* (LABORATÓRIO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS E GEOPROCESSAMENTO, 2023). A área de vegetação nativa é obtida de forma residual aos usos para agricultura e pastagens. A simulação do uso da terra no modelo conta, também, com uma matriz de transição de uso do solo oriunda de dados do Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE) (BRASIL, 2016), que pode sofrer, ainda, impactos endógenos na simulação devido a mudanças tecnológicas, de produtividade e na remuneração das atividades nos diferentes usos da terra e regiões. Essas

bases de dados são, por sua natureza, agregadas ao nível estadual, que é a escala geográfica adequada ao modelo EGC.

O modelo de alocação espacial, por sua vez, utiliza como base de dados uma união entre o mapa de uso da terra do Mapbiomas e o mapa de pastagens do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (Lapig) em 2020.

Dessa forma, para a integração dos modelos, foi necessária a utilização de uma técnica conhecida como *soft link*. Nessa opção metodológica, os modelos são resolvidos separadamente, e os resultados de um deles são transmitidos para o outro, gerando resultados mais desagregados. Essa é uma técnica muito usada em modelagem econômica, como quando se utiliza o ajustamento de preços internacionais em modelos globais para conhecer os efeitos sub-regionais dentro de um país por meio de um modelo inter-regional mais detalhado. Ela foi utilizada, por exemplo, em Ferreira Filho e Horrigan (2006a, 2006b), Ferrarini e Ferreira Filho (2020), Ibarra *et al.* (2023) e Hanusch *et al.* (2023). Nesse tipo de estudo, as “condições de contorno” do modelo mais geral são transmitidas para o modelo mais específico.

A definição dessas “condições de contorno”, ou “de fronteira”, é sempre uma questão de escolha da modelagem, em termos da definição de qual é o modelo mais geral e o mais específico. Dada a natureza deste estudo, o modelo EGC foi definido como o modelo mais geral. Assim, em termos da análise de uso do solo, as condições de fronteira são definidas a partir do modelo EGC e transmitidas ao modelo espacial detalhado. Dessa maneira, as variações percentuais nas transições no uso da terra do modelo TERM-BR15, por uso agregado (culturas agrícolas, pastagens, florestas plantadas e vegetação nativa) e por região são transmitidas para o modelo espacial, que faz a alocação territorial detalhada.

Deve-se notar, portanto, que os resultados em termos de variações absolutas não são iguais em ambos os modelos, dadas as diferenças previamente descritas nas bases de dados. Da mesma forma, e como consequência do anteriormente exposto, os resultados em termos de variações percentuais, uma vez computados a partir dos resultados do modelo espacial, não são idênticos aos observados inicialmente a partir do modelo TERM-BR15. Essa limitação é intrínseca à metodologia utilizada, devendo ser destacada para esclarecer o modo de interpretação dos resultados dos modelos. Nesse sentido, **os resultados do modelo de equilíbrio fornecem as “condições de contorno”, porém a consolidação dos impactos da aplicação da política ABC+ sobre as variações de uso da terra devem ser interpretadas sob o ponto de vista do modelo de alocação espacial.**

3.3.1.1 Resultados do modelo EGC

Esta subseção trata dos efeitos da recuperação de pastagens na mudança de uso da terra e nas emissões de gases de efeito estufa (GEE) estimados pelo modelo de equilíbrio geral (EGC).

Nível nacional

No que se refere ao uso da terra, à mudança de uso da terra e às florestas (*land use, land use change, and forestry – LUC*), o crescimento da produtividade da pecuária bovina, ao proporcionar a ampliação da produção (ver item 3.1.2) e, conseqüentemente, a redução de preço dos produtos (ver item 3.2.1), impactaria a rentabilidade do setor. No CEN1, isso levaria a um impacto de redução da demanda por áreas de pastagem em -1,88% em relação à linha de base em 2030 (Tabela 16). Isso permitiria evitar o desmatamento de 0,5% da vegetação nativa, ou seja, a intensificação da pecuária bovina

proporcionaria maior preservação da vegetação nativa do que observado na linha de base (efeito *Borlaug*). Os resultados corroboram as evidências de Villoria, Byerlee e Stevenson (2014), nas quais, em geral, o progresso tecnológico local ou nacional apresenta efeito de desmatamento evitado. Ademais, haveria expansão da área agrícola (0,52%) e florestas plantadas (0,2%), ou seja, a liberação de recursos produtivos da pecuária permitiria ampliar mais facilmente essas atividades.

Tabela 16. Resultados do modelo. Impacto em LUC – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em relação a 2030

LUC	CEN1	CEN2	
	(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)	(var. em relação à linha de base)
Agricultura	0,52	-0,27	0,25
Pastagens	-1,88	0,00	-1,88
Florestas plantadas	0,20	0,00	0,20
Vegetação nativa	0,50	0,04	0,54

Fonte: elaboração própria.

No CEN2, por sua vez, no qual se manteve a área de pastagem fixa – determinada pelas condições do CEN1 –, os impactos sobre a produção agrícola e seus preços aumentariam o desmatamento evitado em 0,04% em relação ao CEN1, por meio da liberação de áreas da agricultura (Tabela 16). Portanto, no total do CEN2, a área agrícola cresceria 0,25%, e o desmatamento evitado seria de 0,54% em relação à linha de base em 2030.

Em termos das variações de uso da terra por setor de atividade econômica, no CEN1, observa-se que a liberação de pastagens ocorreria, principalmente, na pecuária leiteira, com diminuição de 16,9% em relação à linha de base em 2030, enquanto na pecuária de corte o decréscimo seria de 0,5% (Tabela 17). Além do desmatamento evitado, as culturas de soja, cana-de-açúcar e café registrariam os maiores crescimentos de área, relacionados às alterações na rentabilidade das atividades econômicas.

No CEN2, há modificação de áreas na pecuária para manutenção do nível de produção estimado no CEN1, resultando em pequena transição de áreas de pastagens de gado de corte para gado de leite. As culturas agrícolas apresentariam pequenas variações de área em relação ao CEN1 (Tabela 17). Para o milho e a soja, como haveria ampliações da produção em regiões selecionadas, o milho no Norte e Nordeste e a soja no restante do

Brasil, as regiões não impactadas pela política sofreriam com a queda de preço dos bens, reduzindo suas áreas para essas culturas, como será apresentado no item 3.3.2. A área de cana-de-açúcar cresce pelo aumento da atividade econômica e o consumo de combustíveis, determinado pelo aumento da renda.

Tabela 17. Resultados do modelo. Impacto em LUC por setor de atividade – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em relação a 2030

Setores de atividade	CEN1	CEN2	
	(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)	(var. em relação à linha de base)
ArrozTrigOut	0,2	-0,2	0,1
MilhoGrao	0,0	-1,3	-1,3
AlgodHerb	-0,4	0,0	-0,4
CanaDeAcucar	0,8	0,6	1,4
SojaGrao	0,9	-0,2	0,7
OutPrLavTemp	-0,4	0,5	0,1
Laranja	-0,5	0,0	-0,5
CafeGrao	1,9	-0,7	1,1
OutPrLavPerm	0,1	0,2	0,3
BovOutrAnim	-0,5	-0,1	-0,6
LeitVacOuAni	-16,9	0,8	-16,2
ExplFlorSilv	0,2	0,0	0,2
Vegetação nativa	0,5	0,0	0,5

Fonte: elaboração própria.

Nível regional

Observa-se, no CEN1, que, em todas as regiões, haveria redução ou manutenção nas áreas de pastagens, com ampliação do desmatamento evitado (aumento do estoque de vegetação nativa em relação à linha de base) (Tabela 18). A liberação de áreas para agricultura também se daria em praticamente todas as regiões. No CEN2, por sua vez, manteve-se a área de pastagem fixa – determinada pelas condições do CEN1 –, de maneira que as liberações de áreas agrícolas gerariam crescimento do desmatamento evitado, que também ocorreria em todas as regiões. Os impactos do CEN2 ocasionariam, em RO, MA-TO, restante do Nordeste, restante do Sudeste, restante do Sul e MT, uma reversão do crescimento da área destinada aos setores agrícolas do CEN1, resultando em redução em relação à linha de base em 2030.

Tabela 18. Resultados do modelo. Impacto regional em LUC – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em relação a 2030

Regiões	CEN1				CEN2			
	(var. em relação à linha de base)				(var. em relação ao CEN1)		(var. em relação à linha de base)	
	Agricult.	Past.	Flor. plant.	Veg. nativa	Agricult.	Veg. nativa	Agricult.	Veg. nativa
RO	0,15	-0,63	0,05	0,45	-0,36	0,02	-0,20	0,47
AM-AC-RR	4,74	-4,36	-0,01	0,16	-0,07	0,00	4,67	0,16
PA-AP	0,29	-1,59	-0,51	0,33	-0,16	0,00	0,13	0,34
PI-BA	0,39	-3,48	1,50	1,25	-0,28	0,05	0,11	1,30
MA-TO	0,45	-2,51	0,50	0,88	-0,47	0,05	-0,02	0,93
Restante Nordeste	0,00	0,00	0,05	0,00	-0,09	0,02	-0,09	0,02
MG	2,38	-4,10	1,43	1,98	-0,21	0,06	2,17	2,04
SP	0,05	0,00	-0,36	0,00	-0,02	0,02	0,03	0,02
Restante Sudeste	0,11	0,00	-0,37	0,00	-0,19	0,08	-0,08	0,08
PR	0,06	0,00	-0,34	0,00	-0,05	0,11	0,01	0,11
Restante Sul	0,06	0,00	-0,27	0,00	-0,10	0,08	-0,04	0,08
MS	-0,03	-0,24	-0,39	0,35	-0,31	0,13	-0,34	0,48
MT	0,52	-1,54	0,18	0,56	-0,73	0,24	-0,21	0,80
GO-DF	1,46	-2,22	1,00	1,40	-0,17	0,10	1,29	1,50

Fonte: elaboração própria.

Em relação aos setores de atividade econômica, no CEN1, em todas as regiões, a pecuária leiteira liberaria áreas de pastagem para a pecuária de corte (Tabela 19). Além disso, no AM-AC-RR, PA-AP, PI-BA, MA-TO, MG, MT e GO-DF, a área de pastagem para pecuária de corte também seria reduzida, liberando, em termos absolutos, áreas que seriam convertidas para agricultura e gerariam desmatamento evitado.

No CEN2, foi possível destacar a dinâmica anteriormente comentada, na qual ocorreriam ampliações da área de milho no Norte e Nordeste e de soja no resto do Brasil, enquanto as regiões não impactadas pela iLP teriam reduzidas as áreas para as culturas de milho e soja em relação ao observado no CEN1 (Tabela 19). Esse efeito no CEN2 seria capaz de superar o crescimento da área de soja no CEN1 nas regiões RO, PA-AP, PI-BA, MA-TO, restante do Nordeste e restante do Sudeste, que passariam a registrar redução dessa área.

Tabela 19. Resultados do modelo. Impacto regional em LUC por setor de atividade – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em relação a 2030. Setores selecionados

Regiões	CEN1				CEN2			
	(var. em relação à linha de base)				(var. em relação ao CEN1)		(var. em relação à linha de base)	
	Milho Grao	Soja Grao	Bov OutrAnim	LeitVac OuAnim	Milho Grao	Soja Grao	Milho Grao	Soja Grao
RO	-0,32	0,59	1,03	-18,82	0,55	-2,62	0,22	-2,05
AM-AC-RR	5,29	5,61	-2,98	-18,65	0,11	-2,11	5,40	3,38
PA-AP	0,31	1,05	-0,04	-18,74	0,34	-2,49	0,65	-1,46
PI-BA	-0,22	1,01	-2,32	-17,01	-0,01	-2,24	-0,23	-1,25
MA-TO	0,08	0,73	-1,25	-19,25	-0,20	-1,74	-0,12	-1,02
Restante Nordeste	-0,14	0,72	1,92	-20,68	-0,03	-8,28	-0,17	-7,62
MG	1,46	2,71	-3,30	-13,07	-0,60	-0,28	0,86	2,43
SP	-0,38	0,30	1,49	-15,30	-1,44	-0,11	-1,82	0,19
Restante Sudeste	-0,47	0,16	0,93	-13,82	-0,96	-0,20	-1,43	-0,03
PR	-0,42	0,51	1,49	-10,76	-0,64	0,10	-1,06	0,61
Restante Sul	-0,40	0,48	2,01	-16,11	-0,76	0,10	-1,15	0,58
MS	-0,57	0,24	0,87	-13,14	-1,44	0,27	-2,00	0,51
MT	-0,12	0,89	-0,09	-18,40	-3,11	0,31	-3,22	1,20
GO-DF	0,75	1,66	-0,67	-17,37	-1,57	0,20	-0,84	1,86

Fonte: elaboração própria.

3.3.1.2 Resultados do modelo espacial

Esta subseção trata dos resultados da alocação espacial dos usos da terra obtidos por meio da frente metodológica modelagem espacial. Nessa frente de trabalho, foram utilizadas as taxas de transição de uso da terra geradas pelo modelo de EGC (TERM-BR) para cada cenário de aplicação do Plano ABC+ (RPD e RPD + ILP), respectivamente CEN1 e CEN2. Essas taxas foram aplicadas sobre os dados de uso da terra em 2020 do Mapbiomas, com o objetivo de prever em que porções do território nacional ocorreriam as transições estimadas pelo modelo econômico. Os resultados são apresentados de forma agregada (Brasil) e por Unidade da Federação (UF).

Observando os resultados da Tabela 20, é possível fazer uma comparação entre o uso da terra em 2030 na linha de base e nos cenários de aplicação da política, de modo a quantificar seu impacto sobre os estoques de vegetação nativa, agricultura e pastagem.

Tabela 20. Estoques de vegetação nativa, agricultura e pastagem em 2030 na linha de base e para cada cenário de aplicação da política ABC+

Uso da terra	Linha de base	CEN1	CEN2
	Mha		
Vegetação nativa	508,4	514,6	515,6
Agricultura	108,9	107,8	107,9
Pastagem	176,9	171,8	170,7

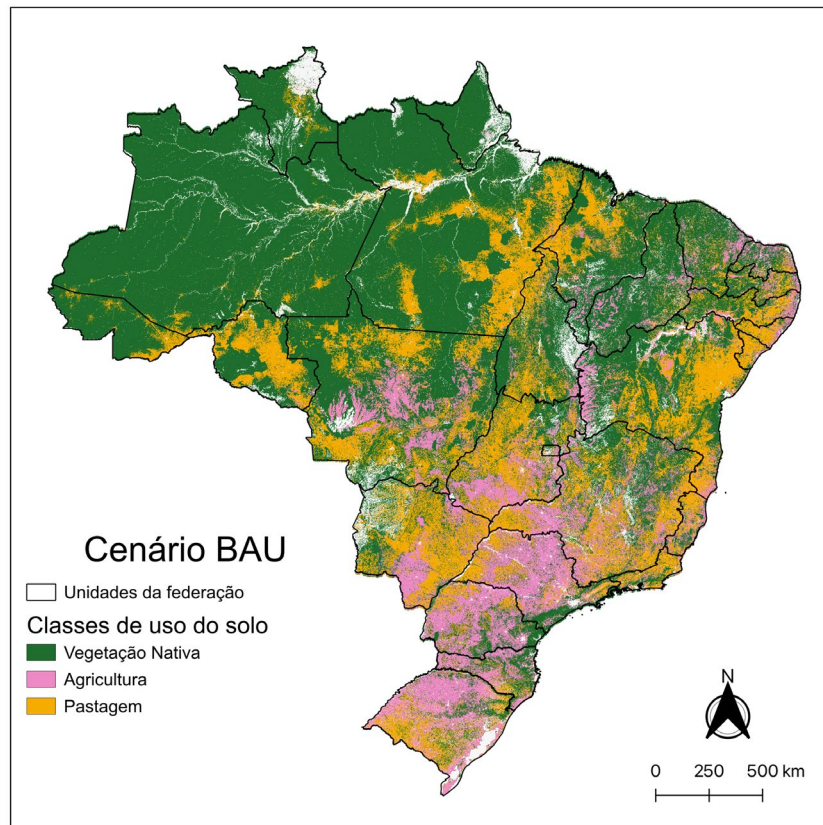
Fonte: Elaboração própria.

De acordo com a modelagem espacial, a recuperação de 30 Mha de pastagens degradadas no Brasil tem o potencial de promover um efeito “poupa-terra” em torno de 6,2 Mha em nível nacional. Desses 6,2 Mha, 5,1 Mha viriam da redução da área de pastagem, e 1,1 Mha viriam da redução da área de agricultura em relação à linha de base.

Ao inserir o componente agrícola na recuperação de pastagens degradadas (iLP) no CEN2, o efeito “poupa-terra” seria ainda maior, de 7,2 Mha. Dessa área, 6,2 Mha viriam da redução da área de pastagem, e 1 Mha viriam da redução da área de agricultura em relação à linha de base. As Figuras 5, 6 e 7 mostram a distribuição espacial desses três usos da terra na linha de base e nos CEN1 e CEN2, respectivamente.

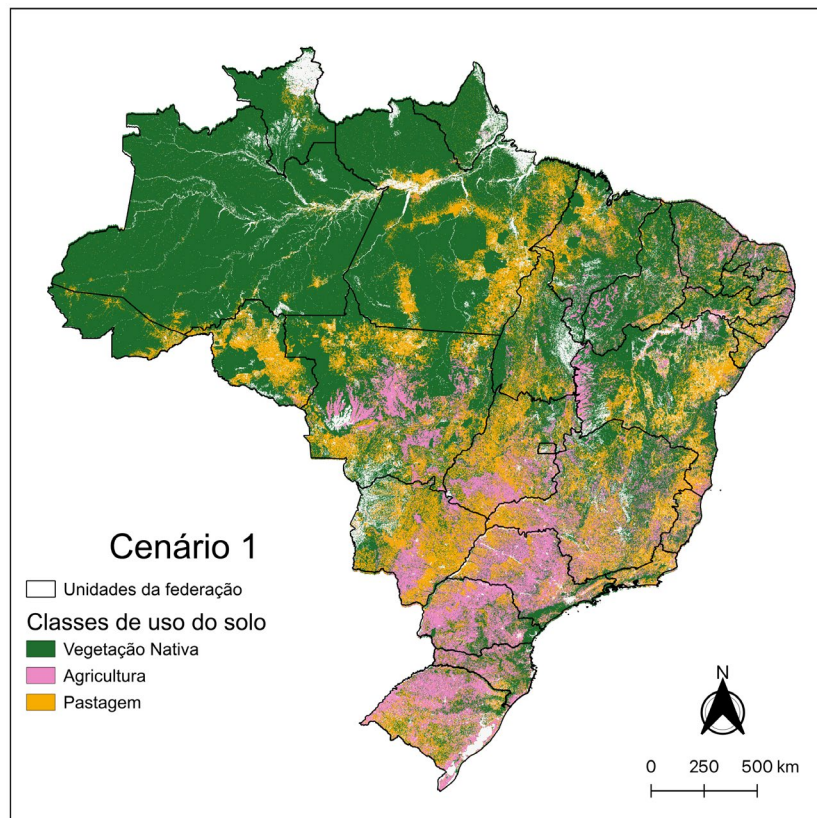
Em escala nacional, o efeito “poupa-terra” seria de 1,2% e 1,4% nos CEN1 e CEN2, respectivamente. Entretanto, na Tabela 21, é possível observar que, em alguns estados, haveria um “efeito rebote”, em que a intensificação da pecuária resultaria em uma expansão das áreas de produção agropecuária sobre a vegetação nativa. Esse efeito ocorreria em sete estados: Amapá, Ceará, Distrito Federal, Mato Grosso, Piauí, Paraná e Rio de Janeiro. Na maioria desses estados, o que explica o efeito rebote é a expansão da área de pastagem, com exceção dos estados do Mato Grosso e Rio de Janeiro, onde a atividade que expandiria sua área sobre a vegetação nativa seria a agricultura.

Figura 5. Uso do solo em 2030 na linha de base (*business as usual* – BAU)

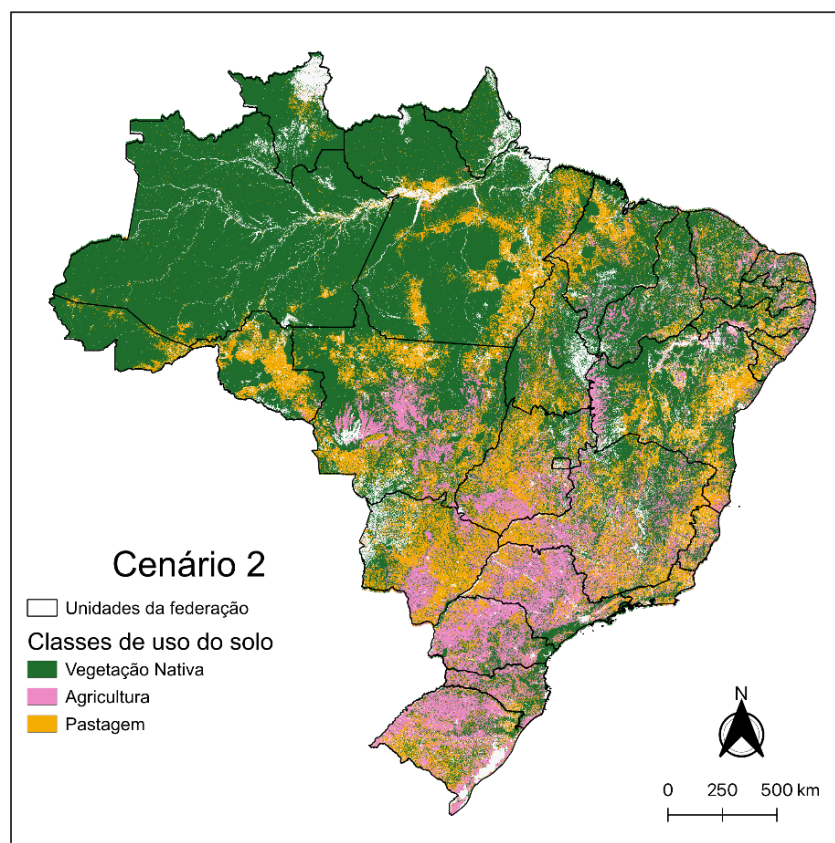


Fonte: Elaboração própria.

Figura 6. Uso do solo em 2030 – CEN1 (RPD)



Fonte: Elaboração própria.

Figura 7. Uso do solo em 2030 – CEN2 (RPD + iLP)

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 21. Variação percentual dos estoques de vegetação nativa, agricultura e pastagem – CEN1 e CEN2. Em relação à linha de base em 2030

Grande região	UF	Vegetação nativa		Agricultura		Pastagem	
		CEN1	CEN2	CEN1	CEN2	CEN1	CEN2
NORTE	AC	3,6	3,7	1.931,9	1.965,9	-19,9	-20,3
	AM	0,1	0,1	305,9	308,6	-4,7	-5,7
	AP	-3,2	-3,1	2,3	2,2	393,9	383,0
	PA	1,4	1,5	-13,4	-13,2	-4,8	-5,3
	RO	2,0	2,3	-12,6	-12,3	-2,1	-2,5
	RR	2,0	2,0	-27,6	-27,3	-24,5	-24,9
	TO	1,5	1,9	-2,9	-2,9	-2,7	-3,4
NORDESTE	AL	87,2	87,5	-13,4	-13,4	-22,7	-22,8
	BA	8,0	8,6	6,9	7,1	-13,1	-13,9
	CE	-7,2	-7,2	-1,2	-1,3	47,0	47,0
	MA	1,4	1,7	2,2	2,1	-4,2	-5,0
	PB	6,4	6,4	-5,0	-5,1	-8,8	-8,8
	PE	11,5	11,6	3,2	3,1	-17,2	-17,3
	PI	-7,1	-6,9	-2,5	-2,5	121,8	117,7
	RN	0,3	0,3	-15,0	-15,1	35,1	35,2
SE	104,1	104,3	9,0	9,0	-26,7	-26,8	
SUDESTE	ES	1,5	1,6	-6,1	-6,2	3,3	3,2
	MG	3,5	4,0	-0,9	-0,5	-3,0	-3,9

Grande região	UF	Vegetação nativa		Agricultura		Pastagem	
		CEN1	CEN2	CEN1	CEN2	CEN1	CEN2
	RJ	-5,1	-5,0	21,1	20,9	-3,2	-3,2
	SP	8,2	8,2	-4,9	-5,0	4,0	4,0
SUL	PR	-7,4	-7,3	3,0	3,0	4,1	4,1
	RS	21,2	21,4	-7,2	-7,2	-2,1	-2,1
	SC	3,7	3,8	-8,1	-8,2	16,1	16,1
CENTRO-OESTE	DF	-4,0	-3,7	-7,0	-6,8	22,1	20,9
	GO	1,9	2,5	1,0	1,3	-2,2	-2,8
	MS	2,1	2,6	0,0	0,4	-1,3	-1,8
	MT	-0,5	-0,1	5,2	4,9	-1,8	-2,4

Fonte: Elaboração própria.

A subseção 3.3.1.2 responde às seguintes questões norteadoras:

- **A recuperação de pastagens diminui ou aumenta a pressão por abertura de novas áreas (desmatamento)?**

Em escala nacional, a recuperação de 30 Mha de pastagens diminuiria a pressão por abertura de novas áreas, resultando em 6,2 Mha (1,2%) e 7,2 Mha (1,4%) de desmatamento evitado nos CEN1 e CEN2.

- **Libera área para outros usos, como agricultura?**

A nível nacional, haveria uma redução do estoque de área de agricultura no CEN1 (-1,1 Mha ou -1%) e CEN2 (-1 Mha ou -0,9%) em relação à linha de base.

A nível estadual, onze estados teriam um aumento da área de agricultura em relação à linha de base no CEN1 (com maiores aumentos percentuais no AM e AC), e doze estados no CEN2 (com maiores aumentos percentuais no AP, CE, PI e RN).

- **Observa-se efeito poupa-terra ou efeito rebote?**

A nível nacional, observa-se um efeito poupa-terra nos dois cenários, muito embora esse efeito não seria suficiente para reverter a tendência de desmatamento existente na linha de base. Entretanto, a nível estadual, em sete estados foi observado o efeito rebote para ambos os cenários. Em cinco deles, haveria aumento da área de pastagens e, em quatro, haveria aumento da área de agricultura. Destaca-se a presença de efeito rebote no estado do Mato Grosso, terceiro no ranking de desmatamento atual no Brasil (atrás do Pará e Amazonas).



3.3.2 Efeitos sobre as emissões de GEE

3.3.2.1 Nível nacional

Os efeitos sobre as emissões de GEE associadas às transições bem como ao nível de atividade dos setores produtivos, consumo de combustíveis e insumos serão apresentados neste item. No CEN1, considerando o método original de contabilidade das emissões de GEE¹⁷, o desmatamento evitado reduziria em 1,4% a participação das emissões em LUC nas emissões totais em relação à linha de base em 2030 (Tabela 22). Contudo, o crescimento da atividade econômica implicaria aumento de 11,2% nas emissões, aumentando as emissões totais em 9,9% em relação à linha de base. Esse aumento de emissões com a recuperação de pastagens também foi registrado por Ferreira Filho e Horridge (2016).

Tabela 22. Resultados do modelo. Impacto em emissões – CEN1 e CEN2. Variação na contribuição de cada fonte de emissão para a variação total. Métodos original e alternativo de contabilidade de emissões. Variação % acumulada em relação à linha de base em 2030

Método de contabilidade de emissões	Fonte de emissões	CEN1	CEN2	
		(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)	(var. em relação à linha de base)
Original	LUC	-1,4	-0,2	-1,6
	Produção	11,2	0,1	11,3
	Total	9,9	-0,1	9,7
Alternativo	LUC	-1,3	-0,3	-1,6
	Produção	0,0	0,1	0,1
	Total	-1,3	-0,1	-1,5

Fonte: elaboração própria. *Produção: emissões no consumo intermediário + nível de atividade.

Caso seja considerado o método alternativo de contabilidade das emissões de GEE, que inclui os benefícios da fixação de carbono orgânico no solo (*soil organic carbon* – SOC), no CEN1, as emissões associadas ao consumo intermediário e ao nível de atividade ficariam praticamente constantes, diferente do que é visto no método original

¹⁷ O método original de contabilidade de emissões de GEE considera apenas os dados fornecidos pelo inventário nacional de emissões de GEE. O método alternativo de emissões incorpora a fixação de carbono orgânico no solo como benefício da mudança do sistema de manejo e recuperação de pastagens, com parâmetros apresentados no Relatório 2, item 3.3 Elasticidade de produtividade-emissões de GEE na pecuária bovina.

(isto é, uma ampliação de 11,2%) (Tabela 22). A mitigação de 1,3% das emissões em relação à linha de base estimada pelo método alternativo se deve, portanto, ao efeito da mudança de uso da terra (LUC). Assim, o carbono no solo apresenta potencial de mais do que compensar as implicações ambientais (isto é, as emissões de GEE) resultantes do aumento da atividade econômica.

No CEN2, o método de contabilidade das emissões não é relevante, pois a produção da pecuária permaneceria inalterada. Contudo, como há ampliação no desmatamento evitado em relação ao CEN1, seria observada nova diminuição nas emissões de LUC em relação ao CEN1 (Tabela 22). Mesmo com o crescimento econômico, as emissões totais no CEN2 seriam reduzidas em 0,1% em relação ao CEN1.

Observa-se que os principais impactos sobre as emissões de GEE ocorrem no CEN1, dada a importância da pecuária bovina como fonte de emissões. Nesse cenário, e com o método original de contabilidade das emissões, a pecuária de corte e de leite ampliaria as emissões em 38,36% e 14,46% em relação à linha de base em 2030 (Tabela 23). O crescimento da produtividade permitiria pequena redução na intensidade de emissões (GEE por unidade de produto), inferior a 1% em ambos os setores de atividade econômica.

Tabela 23. Resultados do modelo. Impacto em emissões da pecuária bovina – CEN1. Métodos original e alternativo de contabilidade de emissões. Variação % acumulada em relação à linha de base de 2030

	GEE	BovOutrAnim	LeitVacOuAni
Original	Emissões	38,36	14,46
	Intensidade	-0,42	-0,68
Alternativo	Emissões	-1,04	-1,59
	Intensidade	-28,78	-14,60

Fonte: elaboração própria.

Ao incluir a fixação de SOC, obtém-se uma inversão do sinal das emissões nas atividades da pecuária, que passam a registrar reduções de 1,04% e 1,59% em relação à linha de base em 2030 para corte e leite, respectivamente (Tabela 23). Isso proporcionaria diminuições na intensidade de emissões de GEE no corte e leite na ordem de 28,8% e 14,6%, respectivamente.

Apesar desse resultado, destaca-se que foi considerado exclusivamente o impacto da RPD na fixação de SOC. Reduções adicionais, porém, poderiam ocorrer devido a

efeitos sobre a dieta animal, genética, tempo para abate, entre outros fatores que têm potencial de proporcionar maiores reduções da intensidade de emissões de GEE na pecuária bovina. Esses efeitos não foram considerados no modelo pela ausência de dados, porém são aspectos a serem incluídos em estudos futuros.

3.3.2.2 *Nível regional*

Como foram apresentados pequenos impactos em emissões de GEE no CEN2, a análise regional das emissões foca apenas o CEN1. Os impactos regionais reforçam os resultados nacionais, mostrando que, no método original de contabilidade de emissões, sua mitigação com o desmatamento evitado não seria suficiente para superar a ampliação de emissões devido ao nível de atividade econômica e ao consumo intermediário (Tabela 24). A única exceção ocorreria na região AM-AC-RR, onde a vegetação nativa do bioma Amazônico possui elevado coeficiente de carbono. Dessa forma, o desmatamento evitado apresenta importante contribuição para a mitigação regional. Observa-se, também, que, não obstante o crescimento das emissões totais em todas as regiões, as magnitudes mostram a heterogeneidade regional nas emissões de GEE. As diferenças são resultado de uma combinação de fatores, como o tamanho do impacto de produtividade na pecuária, a participação da pecuária no valor de produção regional, o crescimento do nível de atividade (PIB), entre outros.

Tabela 24. Resultados do modelo. Impacto em emissões – CEN1. Métodos original e alternativo de contabilidade de emissões. Variação % acumulada em relação à linha de base em 2030

Regiões	Original (sem SOC)*	Alternativo (com SOC)
RO	22,2	-0,3
AM-AC-RR	-9,6	-15,4
PA-AP	7,4	-2,0
PI-BA	9,0	-2,4
MA-TO	11,0	-3,1
Restante Nordeste	16,1	-0,4
MG	5,2	-2,9
SP	4,0	-0,1
Restante Sudeste	2,9	-0,8
PR	6,4	0,9
Restante Sul	10,7	0,5
MS	35,0	-0,2
MT	18,2	-2,0
GO-DF	14,5	-0,9

* Fixação de carbono orgânico no solo (*soil organic carbon* – SOC).

Fonte: elaboração própria.

Com o método alternativo de contabilidade das emissões, ocorreria inversão delas no nível de atividade por mitigações em 12 das 14 regiões do modelo. Nas regiões em que ainda ocorreriam incrementos nas emissões (PR e restante do Sul), os valores seriam reduzidos para menos de 1% em relação à linha de base (Tabela 24). A permanência do nível de emissões estaria relacionada ao tamanho do choque de produtividade e do crescimento econômico, às elasticidades de produtividade e mitigação e à intensidade de emissões de GEE originalmente observada nas regiões.

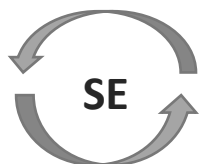
Quanto às emissões da pecuária bovina, observa-se que, no método original de contabilidade, ocorrem variações proporcionais aos aumentos de produtividade (Tabela 25). Isso ocorre, porque os ganhos de eficiência sem modificações nos parâmetros de emissão geram alterações desprezíveis em sua intensidade, que crescem proporcionalmente à produção. Quando incorporada a fixação de SOC, as pecuárias de corte e leite passam a mitigar emissões de GEE em todas as regiões do Brasil.

Tabela 25. Resultados do modelo. Impacto em emissões da pecuária bovina – CEN1. Métodos original e alternativo de contabilidade de emissões. Variação % acumulada em relação à linha de base em 2030

Regiões	Emissões				Intensidade de Emissões			
	BovOutrAnim		LeitVacOuAni		BovOutrAnim		LeitVacOuAni	
	Original	Altern.	Original	Altern.	Original	Altern.	Original	Altern.
RO	45,7	0,0	16,6	-1,0	-0,4	-31,6	-0,8	-15,7
AM-AC-RR	10,7	-0,2	-7,5	-1,4	-0,2	-10,1	-0,6	6,0
PA-AP	28,8	-0,1	4,3	-1,1	-0,3	-22,7	-0,7	-5,9
PI-BA	33,1	-1,0	12,7	-2,2	-0,4	-25,9	-0,7	-13,8
MA-TO	30,7	-1,4	6,5	-3,5	-0,3	-24,8	-0,7	-10,0
Restante Nordeste	48,4	-1,4	15,1	-1,7	-0,4	-33,8	-0,7	-15,2
MG	26,8	-2,0	13,6	-1,1	-0,4	-23,0	-0,7	-13,6
SP	53,3	-0,4	27,5	-0,9	-0,4	-35,3	-0,7	-22,8
Restante Sudeste	45,0	-3,1	23,3	-1,7	-0,4	-33,4	-0,8	-20,9
PR	27,0	-0,4	11,2	-0,9	-0,2	-21,8	-0,7	-11,5
Restante Sul	41,3	-2,3	15,8	-2,2	-0,3	-31,1	-0,7	-16,1
MS	60,1	-1,0	37,3	-7,3	-0,5	-38,4	-0,9	-33,1
MT	41,6	-0,7	15,1	-4,3	-0,4	-30,2	-0,8	-17,5
GO-DF	35,1	-0,5	12,0	-1,2	-0,4	-26,6	-0,7	-12,4

Fonte: elaboração própria.

A subseção 3.3.2 responde às seguintes perguntas norteadoras:



- Há mudanças na intensidade das emissões (GEE por produto)?

A RPD causaria redução na intensidade de emissões da pecuária menores que 1% em relação à linha de base em 2030. Contudo, incorporando a fixação de carbono orgânico no solo na estimativa, poder-se-ia reduzir a intensidade em 28,8% e 14,6% para a pecuária de corte e leite, respectivamente.

- A adoção da tecnologia contribui para a fixação de carbono no solo?

A RPD no sistema tradicional poderia resultar em fixação de carbono orgânico no solo suficiente para manter a quantidade de emissões resultantes do nível de atividade e utilização de insumos em relação à linha de base em 2030, mesmo com maiores produções. Isso significa que a fixação de carbono no solo seria capaz de reverter o potencial crescimento de 11,2% nas emissões na estimativa sem a inclusão dos parâmetros de fixação de carbono no solo.

- Qual é o efeito da RPD sobre as emissões de GEE entre os diferentes setores da economia, especialmente no setor pecuário (corte e leite)?

No método original de contabilidade, a ampliação da pecuária de corte e de leite resultaria em aumento de 38,4% e 14,5% nas emissões de GEE, respectivamente, em relação à linha de base em 2030 a nível nacional. Contudo, considerando a fixação de carbono no solo, haveria mitigação de 1% e 1,6%, respectivamente.

3.3.3 Efeitos sobre a manutenção de habitats

Por meio da mensuração de indicadores de **quantidade** (área da cobertura vegetal nativa) e de **qualidade** (tamanho dos fragmentos com capacidade para a manutenção da biodiversidade, área núcleo dos fragmentos e conectividade funcional), buscou-se avaliar o possível impacto da implementação da política do ABC+ em termos do serviço de manutenção de *habitats*. Essa análise foi realizada para a linha de base (BAU) e para os dois cenários de aplicação da política (CEN1: RPD e CEN2: RPD +iLP), além de para cada estado do Brasil e Distrito Federal.

3.3.3.1 Indicador de quantidade: área de cobertura vegetal nativa

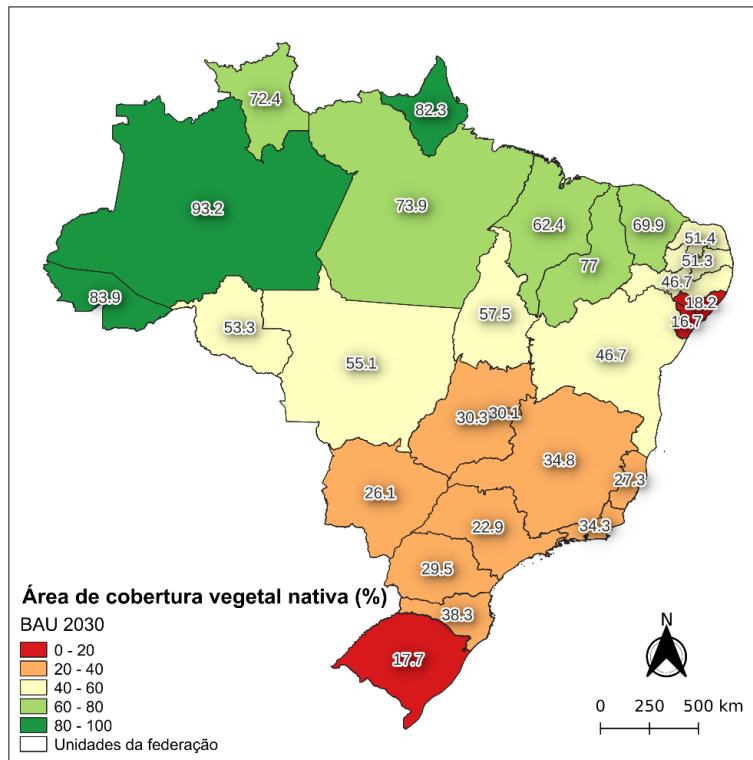
No cenário BAU (2030), todos os estados da região Norte apresentariam porcentagem acima do limiar de cobertura de 30% de área de vegetação nativa¹⁸, o que, segundo Banks-Leite *et al.* (2014), pode garantir a conservação de espécies e a manutenção da integridade ecológica para um nível semelhante ao observado em áreas protegidas. Esse limiar de 30% foi estabelecido, também, como meta de conservação de *habitat* para diversos biomas pela Conferência de Biodiversidade da ONU (COP 15). Na região Nordeste e Centro-Oeste, respectivamente, apenas os estados de Alagoas (18,2%), Sergipe (16,7%) e Mato Grosso do Sul (26,1%) apresentariam valores abaixo desse limiar. Na região Sudeste, esses valores seriam inferiores para São Paulo (22,9%) e Espírito Santo (27,3%). Já para a região Sul, apenas Santa Catarina (38,3%) obteriam um valor de cobertura de vegetação nativa acima de 30% (Figura 8).

No geral, tanto no CEN1 como no CEN2 haveria um aumento da porcentagem de vegetação (maior no CEN2), com exceção de MT, AP, PI, CE, RJ, PR e DF. Esse incremento da porcentagem seria suficiente para elevar os estados AL e SE acima do limiar de 30%. No entanto, DF seria rebaixado (Figura 9 e Figura 10).

No geral, em ambos os cenários avaliados, haveria uma diminuição da porcentagem dos remanescentes que são oriundos de processos de regeneração natural (supressões pretéritas que estão se recuperando), mostrando que o aumento da vegetação nativa seria em função do desmatamento evitado (Figura 11 e Figura 12).

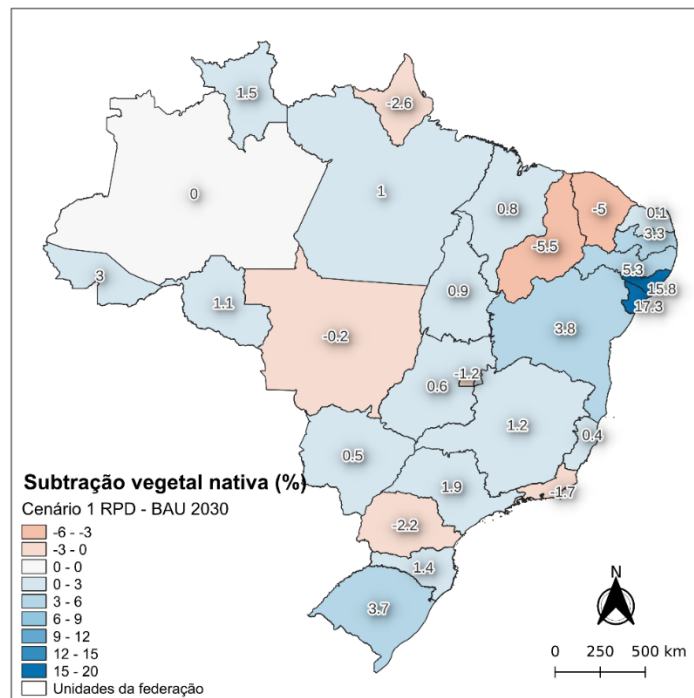
¹⁸ Há referências que podem subsidiar "*tipping-point*" para recortes geográficos específicos (Amazônia, Pantanal etc.), porém o limiar de 30% foi utilizado neste estudo pelo fato de ele ser consenso em escala global e porque a presente análise foca a escala estadual, não os recortes dos biomas. No entanto, é importante ressaltar que a métrica de área total de vegetação nativa foi calculada independentemente dos limiares, sendo seguida de ampla discussão e comparação entre os valores alcançados.

Figura 8. Cobertura vegetal nativa (%) presente nos estados brasileiros na linha de base (2030)



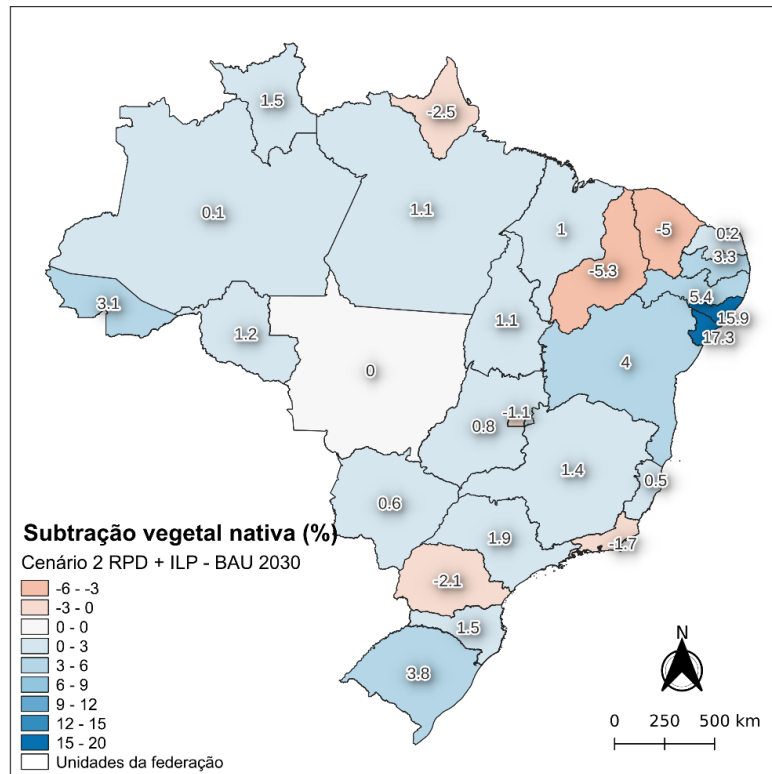
Fonte: Elaboração própria.

Figura 9. Subtração da área de cobertura vegetal nativa (%) entre os cenários BAU e CEN1 (RPD)



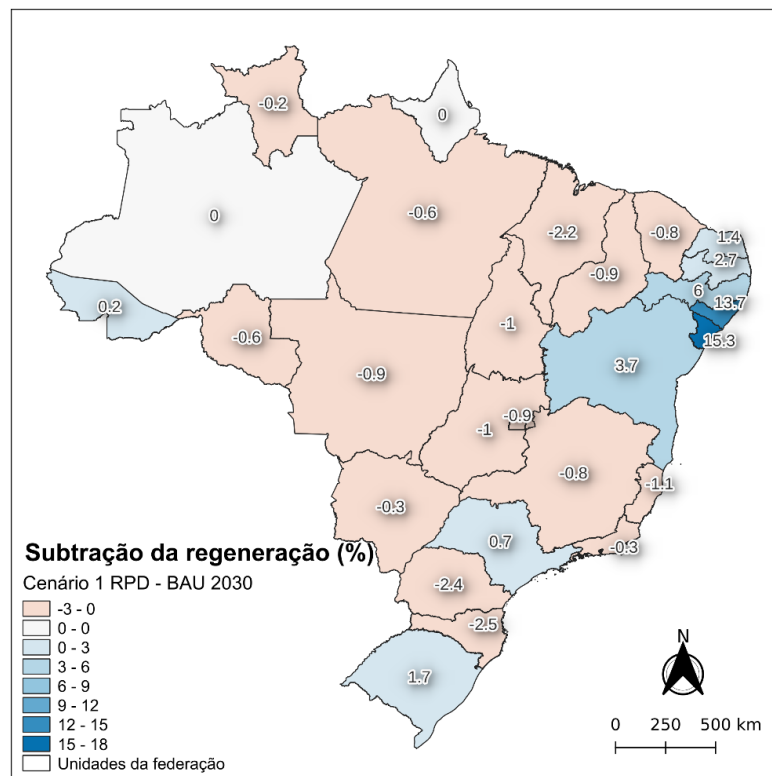
Fonte: Elaboração própria.

Figura 10. Subtração da área de cobertura vegetal nativa (%) entre os cenários BAU e CEN2 (RPD + iLP)



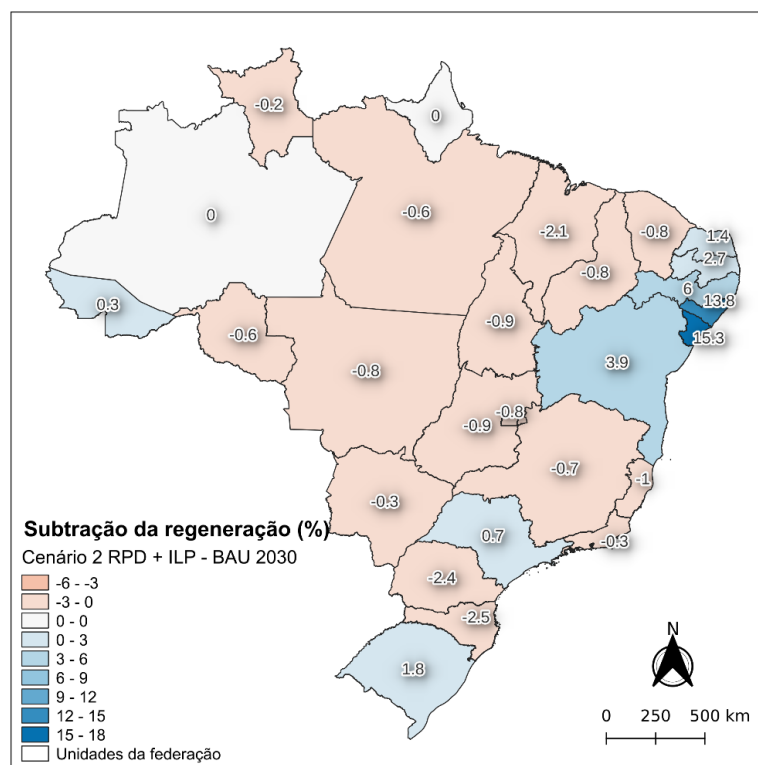
Fonte: Elaboração própria.

Figura 11. Subtração da área de regeneração natural (%) entre os cenários BAU e CEN1 (RPD)



Fonte: Elaboração própria.

Figura 12. Subtração da área de regeneração natural (%) entre os cenários BAU e CEN2 (RPD+iLP)



Fonte: Elaboração própria.

3.3.3.2 Indicador de qualidade: tamanho de fragmentos

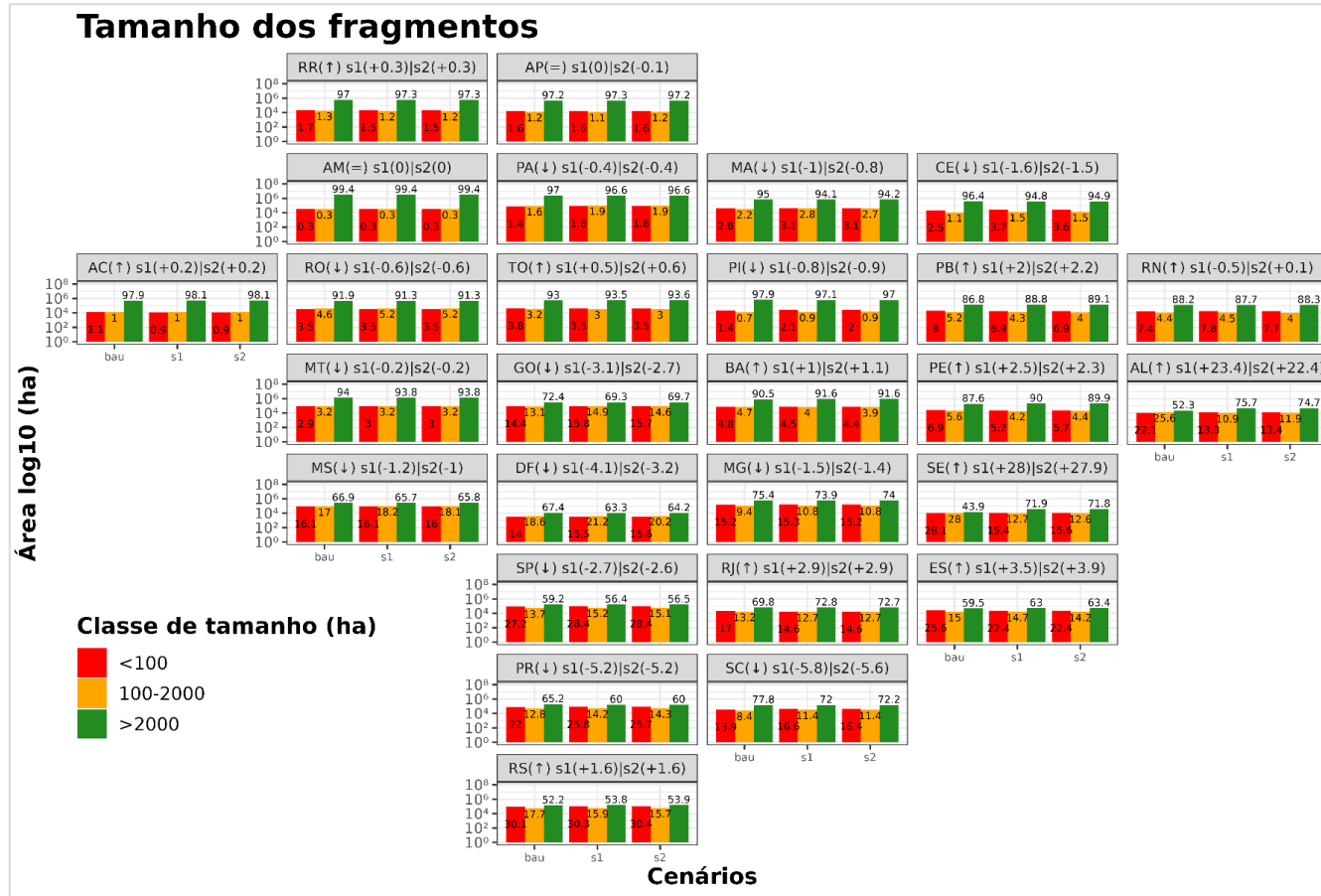
Os resultados da comparação dos CEN1 e CEN2 com o BAU mostram que haveria tanto aumento como diminuição da proporção de fragmentos de vegetação nas classes de tamanho analisadas. Apenas os estados do Amapá e Amazonas não teriam mudanças nas proporções de classes de tamanho dos fragmentos. Rio Grande do Norte seria o único estado que obteria padrões distintos entre os cenários, com uma diminuição de -0,5% no CEN1 e um ligeiro aumento de +0,1 no CEN2. É importante salientar que, no geral, o efeito do CEN1 e do CEN2 na proporção de fragmentos de vegetação das classes analisadas foi praticamente o mesmo frente ao BAU, não existindo diferenças significativas entre eles.

Observou-se que haveria um aumento na proporção da classe de tamanho dos fragmentos acima de 2 mil ha na região Norte, nos estados de Roraima (+0,3%), Acre (+0,2%) e Tocantins (+0,6%); na região Nordeste, nos estados da Paraíba (+2,2%), Bahia (+1,1%), Pernambuco (+2,2%), Alagoas (+23,4%) e Sergipe (+28%); na região Sudeste, nos estados do Rio de Janeiro (+2,9%) e Espírito Santo (+3,9%); e na região Sul, somente

no estado do Rio Grande do Sul (+1,6%). Nessa análise, o aumento na proporção da classe de tamanho dos fragmentos seria maior nos estados de Alagoas e Sergipe, incrementando a proporção de fragmentos acima de 2 mil ha em 23,4% e 28% em comparação com o BAU.

Constatou-se, também, um efeito negativo da aplicação dos CEN1 e CEN2 para esse indicador no restante dos estados. Haveria diminuição na proporção da classe de tamanho dos fragmentos acima de 2 mil ha na região Norte, nos estados do Pará (-0,4%) e Rondônia (-0,6%); na região Nordeste, nos estados do Maranhão (-1,0%), Ceará (-1,6%) e Piauí (-0,9%); na região Centro-Oeste, nos estados do Mato Grosso (-0,2%), Goiás (-3,1%), Mato Grosso do Sul (-1,2%) e Distrito Federal (-4,1%); na região Sudeste, nos estados de Minas Gerais (-1,5%) e São Paulo (-2,7%); e na região Sul, nos estados do Paraná (-5,2%) e Santa Catarina (-5,8%). A diminuição da proporção na classe de tamanho dos fragmentos seria maior nos estados do Paraná e Santa Catarina, que perderiam a proporção de fragmentos acima de 2 mil ha em -5,2% e -5,8% em relação ao BAU (Figura 13).

Figura 13. Efeito da aplicação dos cenários RPD (s1) e RPD+iLP (s2) em relação ao BAU no indicador tamanho de fragmentos. Cada conjunto de gráficos representa a classe de tamanho no BAU, s1 e s2 para cada estado brasileiro. A barra cinza acima de cada gráfico indica crescimento (seta para cima), declínio (seta para baixo) ou estabilidade (=) dos dados frente aos cenários e seus respectivos ganhos ou perdas proporcionais



Fonte: Elaboração própria.

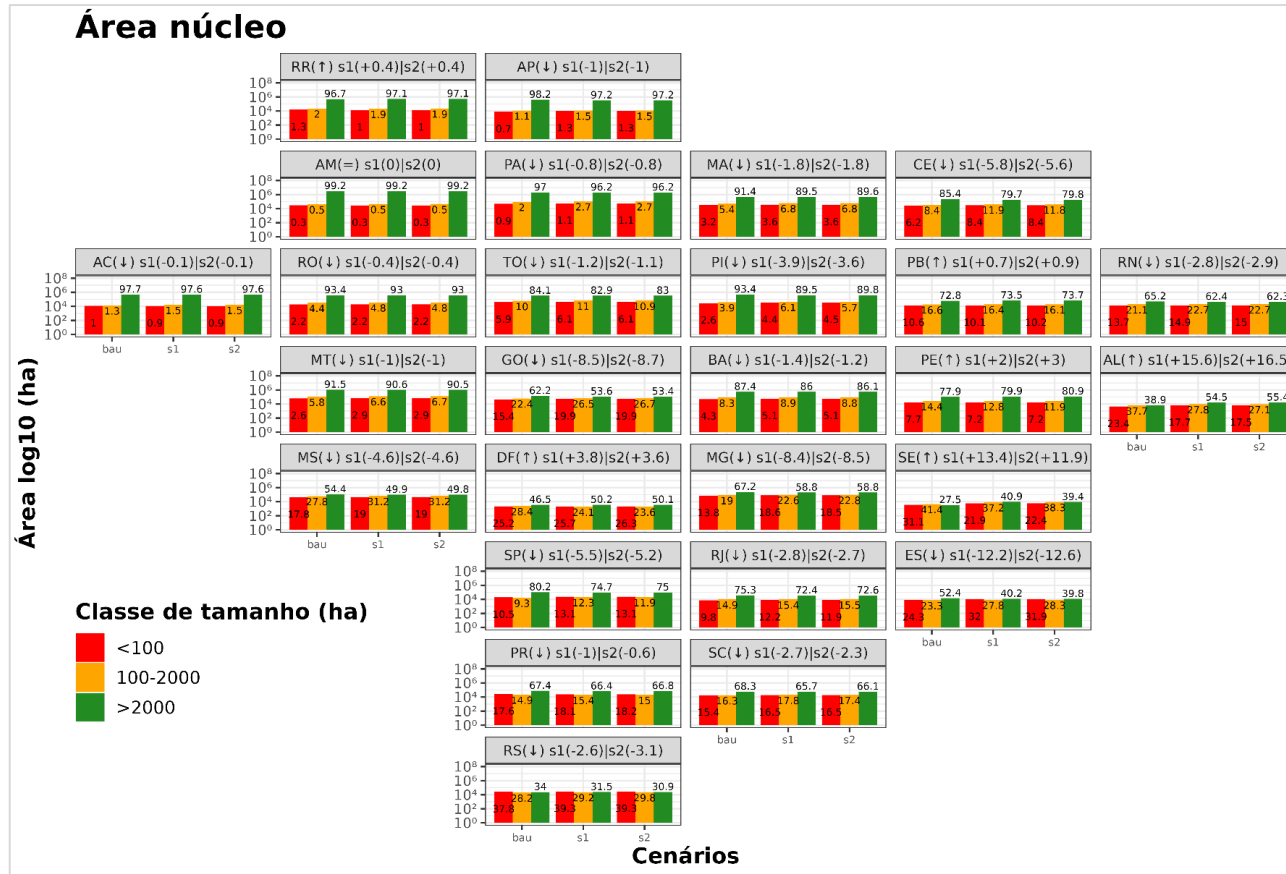
3.3.3.3 Indicador de qualidade: área núcleo

Semelhante ao indicador anterior, a comparação entre os cenários com o BAU resultou em aumento e diminuição da proporção de área núcleo analisada nos estados. Além disso, no estado do Amazonas, não seriam observadas mudanças nas proporções de classes de tamanho da área nuclear devido às grandes porções de *habitat* que os cenários apresentaram. É importante salientar que o efeito do CEN1 (RPD) e CEN2 (RPD+iLP) foi praticamente o mesmo em relação ao BAU, não existindo diferenças significativas entre eles (com exceção para os estados do Sergipe, Paraná e Rio Grande do Sul).

Observou-se que haveria um aumento na proporção da classe de tamanho das áreas nucleares acima de 2 mil ha na região Norte, no estado de Roraima (+0,4%); na região Nordeste, nos estados da Paraíba (+0,9%), Pernambuco (RPD +2%; RPD+iLP +3%), Alagoas (+16,5%) e Sergipe (RPD +13,4%; RPD+iLP +11,9%); e na região Centro-Oeste, no Distrito Federal (+3,8%). Nessa análise, o aumento na proporção da classe de tamanho dos fragmentos seria maior nos estados de Alagoas e Sergipe, incrementando a proporção de áreas nucleares acima de 2 mil ha em até 16,5% em comparação com o BAU.

Constatou-se, também, um efeito negativo da aplicação dos cenários para esse indicador no restante dos estados. Haveria uma diminuição na proporção da classe de tamanho das áreas nucleares na região Norte, nos estados do Amapá (-1,0%), Acre (-0,1%), Rondônia (-0,4%), Pará (-0,8%) e Tocantins (-1,2%); na região Nordeste, nos estados do Maranhão (-1,8%), Ceará (-5,8%), Piauí (-3,9%), Paraíba (-0,9%), Rio Grande do Norte (-2,9%) e Bahia (-1,4%); na região Centro-Oeste, nos estados do Mato Grosso (-1%), Goiás (-8,7%) e Mato Grosso do Sul (-4,6%); na região Sudeste, nos estados de Minas Gerais (-8,5%), São Paulo (-5,5%), Rio de Janeiro (2,8%) e Espírito Santo (-12,6%); e na região Sul, nos estados do Paraná (RPD -1%; RPD+iLP -0,6%), Santa Catarina (-2,7%) e Rio Grande do Sul (RPD -2,6%; RPD+iLP -3,1%). A diminuição na classe de tamanho dos fragmentos seria significativa nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, que perderiam a proporção de área nuclear de até -12,6% frente ao BAU (Figura 14).

Figura 14. Efeito da aplicação dos cenários RPD (s1) e RPD+iLP (s2) em relação ao BAU no indicador área núcleo. Cada conjunto de gráficos representa a classe de tamanho no BAU, s1 e s2 para cada estado brasileiro. A barra cinza acima de cada gráfico indica o crescimento (seta para cima), declínio (seta para baixo) ou estabilidade (=) dos dados frente aos cenários e seus respectivos ganhos ou perdas proporcionais



Fonte: Elaboração própria.

3.3.3.4 Indicador de qualidade: conectividade funcional

A conectividade é uma propriedade da paisagem que influencia fortemente a abundância e a distribuição das espécies, sendo um aspecto-chave para entender as interações entre organismos e os processos ecológicos resultantes delas (por exemplo, CURTIN; TABOR, 2016; FLETCHER; FORTIN, 2018). Além disso, as métricas funcionais, como a conectividade funcional, consideram a capacidade e resposta das espécies no que diz respeito à estrutura da paisagem (RIVA; NIELSEN, 2020). As áreas funcionalmente conectadas, considerando a capacidade de cruzar a distância de 100 m entre fragmentos, foram categorizadas nas três classes de tamanho: 0 a 100 ha, 100 a 2 mil ha e acima de 2 mil ha.

Novamente, semelhante ao indicador anterior, a comparação entre os CEN1 (RPD) e CEN2 (RPD+iLP) com o BAU resultaria tanto no aumento como na diminuição na proporção das classes de tamanho analisadas. Além disso, o estado do Amazonas, Amapá, Pará e Mato Grosso não apresentariam mudanças nas proporções de classes de tamanho das áreas funcionalmente conectadas. É importante salientar que o efeito de ambos os cenários foi praticamente o mesmo em relação ao BAU, não existindo grandes diferenças entre eles. No entanto, os estados de Roraima (RPD 0%, RPD+iLP +0,1%), Maranhão (RPD -0,1%, RPD+iLP 0%) e Ceará (RPD -0,1%, RPD+iLP 0%) obtiveram padrões distintos entre os cenários.

Foi observado um aumento na proporção da classe de tamanho das áreas nucleares acima de 2 mil ha na região Norte, no estado do Acre (+0,4%) e Tocantins (+0,3%); na região Nordeste, nos estados do Alagoas (+14,7%), Bahia (+0,7%), Paraíba (+0,7%), Pernambuco (+2,0%) e Sergipe (+20,5%); na região Sudeste, nos estados de Minas Gerais (+1,1%), São Paulo (+2,5%), Rio de Janeiro (+1,4%) e Espírito Santo (+3,4%; +2,4%); e na região Sul, nos estados do Rio Grande do Sul (+2,8%) e Santa Catarina (+0,9%). Nessa análise, o aumento na proporção da classe de tamanho dos fragmentos seria significativo nos estados de Alagoas e Sergipe, incrementando a proporção de áreas funcionalmente conectadas acima de 2 mil ha em até 20,5% em comparação com o BAU.

Constatou-se, também, um efeito negativo da aplicação dos cenários para esse indicador no restante dos estados. Haveria uma diminuição na proporção da classe de tamanho das áreas nucleares na região Norte, somente no estado de Rondônia (-0,4%); na região Nordeste, no estado do Piauí (-0,1%); na região Centro-Oeste, nos estados de Goiás

(-0,9%), Mato Grosso do Sul (-1,0%) e Distrito Federal (-1,3%); e na região Sul, no Paraná (-2,4%) (Figura 15). A Tabela 26 resume os principais resultados do trabalho.

Tabela 26. Resumo dos principais resultados percentuais¹⁹ alcançados com os indicadores de quantidade e qualidade de manutenção de *habitats* na linha de base (BAU) e no CEN1 (RPD) e CEN2 (RPD+iLP)*

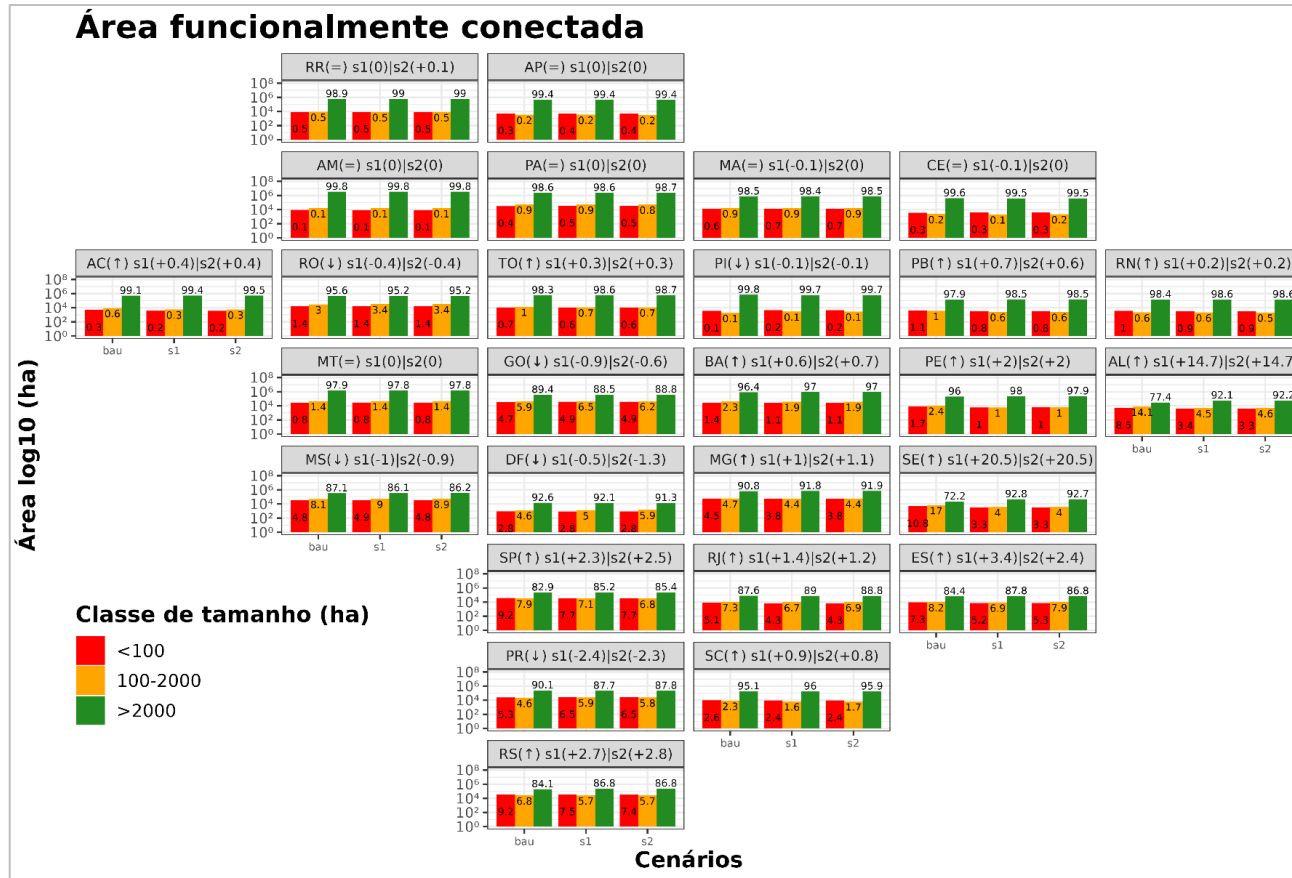
Estados	Área de cobertura vegetal nativa			Tamanho dos fragmentos		Área nuclear		Conectividade funcional	
	BAU	CEN1 (RPD)	CEN2 (RPD+iLP)	CEN1 (RPD)	CEN2 (RPD+iLP)	CEN1 (RPD)	CEN2 (RPD+iLP)	CEN1 (RPD)	CEN2 (RPD+iLP)
Acre	83,9	+3,0	+3,1	+0,2	+0,2	-0,1	-0,1	+0,4	+0,4
Amapá	82,3	-2,6	-2,5	0,0	0,1	-1,0	-1,0	0,0	0,0
Amazonas	93,2	0,0	+0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pará	73,9	+1,0	+1,1	-0,4	-0,4	-0,8	-0,8	0,0	0,0
Rondônia	53,3	+1,1	+1,2	-0,6	-0,6	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Roraima	72,4	+1,5	+1,5	+0,3	+0,3	+0,4	+0,4	0,0	+0,1
Tocantins	57,5	+0,9	+1,1	+0,5	+0,6	-1,2	-1,1	+0,3	+0,3
Alagoas	18,2	+15,8	+15,9	+23,4	+22,4	+15,6	+16,5	+14,7	+14,7
Bahia	46,7	+3,8	+4,0	+1,0	+1,1	-1,4	-1,2	+0,6	+0,7
Ceará	69,9	-5,0	-5,0	-1,6	-1,5	-5,8	-5,6	-0,1	0,0
Maranhão	62,4	+0,8	+1,0	-1,0	-0,8	-1,8	-1,8	-0,1	0,0
Paraíba	51,3	+3,3	+3,3	+2,0	+2,2	+0,7	+0,9	+0,7	+0,6
Pernambuco	46,7	+5,3	+5,4	+2,5	+2,3	+2,0	+3,0	+2,0	+2,0
Piauí	77,0	-5,5	-5,3	-0,8	-0,9	-3,9	-3,6	-0,1	-0,1
Rio Grande do Norte	51,4	+0,1	+0,2	-0,5	+0,1	-2,8	-2,9	+0,2	+0,2
Sergipe	16,7	+17,3	+17,3	+28,0	+27,9	+13,4	+11,9	+20,5	+20,5
Distrito Federal	30,1	-1,2	-1,1	-4,1	-3,2	+3,8	+3,6	-0,5	-1,3
Goiás	30,3	+0,6	+0,8	-3,1	-2,7	-8,5	-8,7	-0,9	-0,6
Mato Grosso	55,1	-0,2	0,0	-0,2	-0,2	-1,0	-1,0	0,0	0,0
Mato Grosso do Sul	26,1	+0,5	+0,6	-1,2	-1,0	-4,6	-4,6	-1,0	-0,9
Espírito Santo	27,3	+0,4	+0,5	+3,5	+3,9	-12,6	-12,6	+3,4	+2,4
Minas Gerais	34,8	+1,2	+1,4	-1,5	-1,4	-8,4	-8,5	+1,0	+1,1
Rio de Janeiro	34,3	-1,7	-1,7	+2,9	+2,9	-2,8	-2,7	+1,4	+1,2
São Paulo	22,9	+1,9	+1,9	-2,7	-2,6	-5,5	-5,2	+2,3	+2,5
Paraná	29,5	-2,2	-2,1	-5,2	-5,2	-1,0	-0,6	-2,4	-2,3
Rio Grande do Sul	17,7	+3,7	+3,8	+1,6	+1,6	-2,6	-3,1	+2,7	+2,8
Santa Catarina	38,3	-2,2	+1,5	-5,8	-5,6	-2,7	-2,3	+0,9	+0,8

Fonte: Elaboração própria.

*Para o BAU, a cor verde indica os valores acima do limiar de 30% (Banks-Leite et al., 2014), e a vermelha indica os valores abaixo desse limiar. Para o CEN1 e CEN2, a cor verde indica incremento percentual, a cor vermelha, decréscimo, e azul, estabilidade dos indicadores de manutenção de *habitats* avaliados.

¹⁹ As variações percentuais expressas na tabela e ao longo do texto são sempre em relação à linha de base (BAU).

Figura 15. Efeito da aplicação dos cenários RPD (s1) e RPD+iLP (s2) em relação ao BAU no indicador conectividade funcional. Cada conjunto de gráficos representa a classe de tamanho no BAU, s1 e s2 para cada estado brasileiro. A barra cinza acima de cada gráfico indica crescimento (seta para cima), declínio (seta para baixo) ou estabilidade (=) dos dados frente aos cenários e seus respectivos ganhos ou perdas proporcionais



Fonte: Elaboração própria.

A subseção 3.3.2 responde à seguinte pergunta norteadora:

- A adoção da tecnologia contribui para a manutenção de *habitats*?

Após a aplicação da política, no geral, nos dois cenários (RPD e RPD+iLP), haveria, em relação à linha de base, aumento da área de cobertura vegetal nativa, inclusive nos estados com os maiores rebanhos bovinos. Porém, não haveria melhoria nos indicadores de qualidade de *habitats* (tamanho do fragmento, área nuclear e conectividade funcional).

A recuperação de pastagens nos dois cenários contribuiria para o incremento de todos os indicadores relacionados a quantidade e qualidade de *habitats* dos estados de Roraima, Alagoas, Paraíba, Pernambuco e Sergipe. No entanto, faria decrescer todos os indicadores relacionados a quantidade e qualidade de *habitats* dos estados do Ceará, Piauí e Paraná.

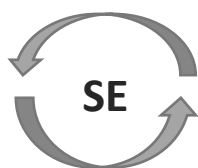
No cenário BAU, apenas os estados de Alagoas, Sergipe, Mato Grosso do Sul, Espírito Santo, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul não alcançariam o limiar de 30% de cobertura de vegetação nativa. Após a aplicação da política (em ambos os cenários: CEN1 e CEN2), haveria um aumento da porcentagem de vegetação, com exceção de MT, AP, PI, CE, RJ, PR e DF. Esse incremento foi suficiente para elevar Alagoas e Sergipe acima do limiar de 30%. No entanto, DF seria rebaixado.

No geral, haveria uma diminuição da porcentagem dos remanescentes que são oriundos de processos de regeneração natural, mostrando um aumento da vegetação nativa em função do desmatamento evitado.

Na região Norte, nos estados do Pará e Rondônia, apesar de haver incremento na quantidade de cobertura de vegetação nativa, seria observada piora nos indicadores de qualidade de *habitats* em ambos os cenários de aplicação da política. O estado do Amazonas foi o menos influenciado pela aplicação da política.

Na região Nordeste, para os estados de Sergipe e Alagoas, o incremento de vegetação seria grande para todos os indicadores relacionados à manutenção de *habitats*.

Nas regiões Sudeste e Sul, com exceção do Paraná, em todos os estados haveria incremento da conectividade funcional após a aplicação da RPD.



3.3.4 Alocação espacial da RPD e RPD+iLP

Este item trata da alocação espacial da pastagem que seria recuperada nos dois cenários de aplicação da política avaliados neste estudo. Como essa alocação deve ocorrer nas áreas de pastagens degradadas, foi necessário fazer essa identificação, para ambos os cenários, a partir das áreas de pastagem obtidas na modelagem espacial (item 3.3.1.2 deste estudo) e da localização das áreas de pastagens degradadas em 2020, definidas pelo Lapig²⁰.

De acordo com a simulação, a área de pastagens degradadas no Brasil, em 2030, seria de 79,3 Mha no BAU, 80,7 Mha no CEN1 e 80,5 no CEN2. Os estados com maior área seriam Mato Grosso, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul nos três cenários (ver Figura 16). A definição da localização das áreas de pastagens recuperadas foi baseada na análise das áreas de pastagens degradadas em 2020²¹ nos imóveis rurais²². A Tabela 27 e a Tabela 28 resumizam os resultados obtidos sobre os totais de pastagens recuperadas nos moldes tradicionais (CEN1 e CEN2) e com iLP (CEN2)²³ por estado e por tamanho dos imóveis rurais.

De acordo com alocação da RPD projetada no CEN1, 10 Mha de pastagem seriam recuperadas nos imóveis com mais de mil hectares, sendo que quase metade desta recuperação estaria concentrada nos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Os imóveis com menos de 50 hectares têm o potencial de recuperar pouco mais de 5 Mha, com destaque para a recuperação de 1,3 Mha no estado da Bahia e 1 Mha em Minas Gerais. Uma dinâmica semelhante ocorre na alocação de recuperação de pastagem no CEN2, o qual simula que 6 Mha de pastagem seriam recuperados por meio da tecnologia iLP. Desses, a metodologia de alocação indica que 2 Mha estariam no estado no Mato Grosso, dos quais, 1,2 Mha estariam concentrados nos imóveis rurais com mais de mil hectares. Vale ressaltar que, de acordo com a metodologia, a alocação da RPD realizada com iLP ocorre nos imóveis mais bem ranqueados em função da aptidão agrícola, condições de infraestrutura e acesso ao crédito rural.

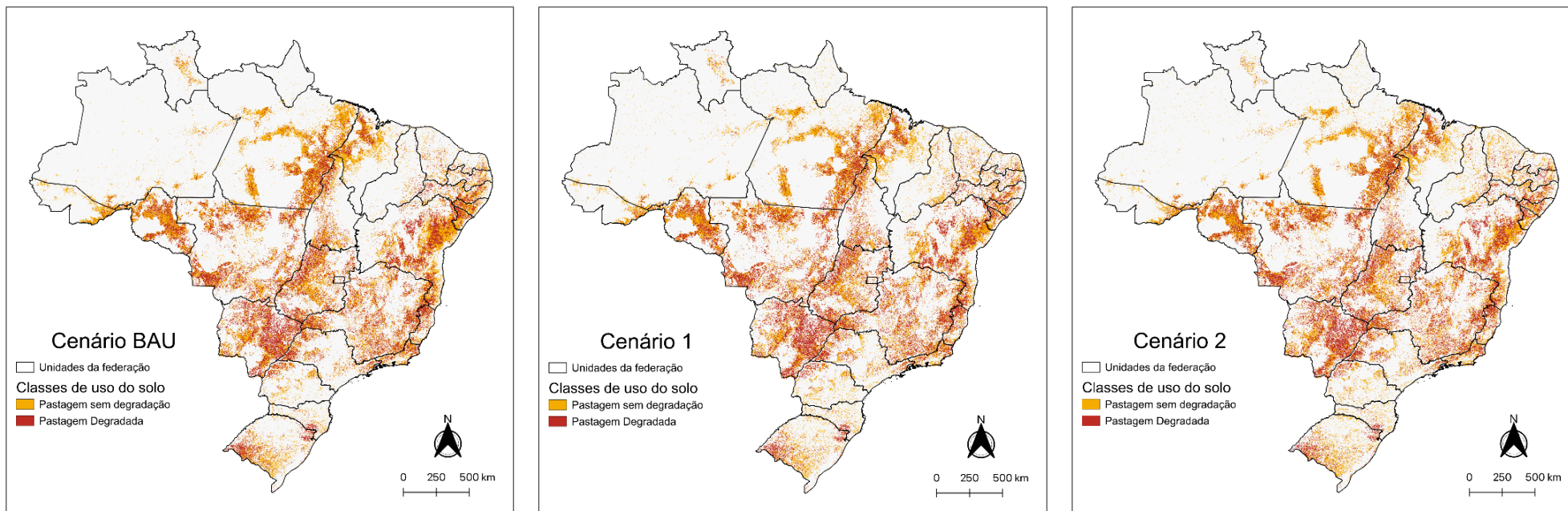
²⁰ Detalhamento da metodologia descrito na seção 6.2 do Relatório 2.

²¹ Pastagem com degradação intermediária ou severa, segundo classificação do Lapig.

²² Imóveis rurais da malha fundiária do Brasil, estimada por Freitas *et al.* (2018).

²³ Lembrando que apenas parte das pastagens recuperadas no CEN2 seria via iLP.

Figura 16. Distribuição espacial de pastagem e pastagem degradada – BAU, CEN1 e CEN2 em 2030



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 27. Área de pastagem recuperada nos moldes convencionais (em mil hectares) por estado e tamanho de imóvel – CEN1

Grande região	UF	Tamanho do imóvel (em mil hectares)					Área total (mil ha)
		0-50	50-100	100-500	500-1.000	>1.000	
NORTE	RO	252	273	433	144	262	1.365
	AC	18	13	23	11	53	118
	AM	13	20	52	22	79	186
	RR	3	17	23	12	32	87
	PA	128	220	631	324	1.115	2.417
	AP	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,4
	TO	33	54	330	239	551	1.207
NORDESTE	MA	112	102	317	105	208	844
	PI	116	49	31	7	19	222
	CE	122	60	85	16	24	306
	RN	59	23	40	11	10	143
	PB	142	39	81	14	14	290
	PE	339	107	164	32	38	680
	AL	115	31	80	24	26	276
	SE	107	39	73	15	14	247
SUDESTE	BA	1.332	403	796	316	542	3.388
	MG	1.010	663	1483	434	476	4.066
	ES	133	73	140	34	32	413
	RJ	91	56	125	27	21	320
SUL	SP	317	162	347	101	121	1.047
	PR	144	55	148	43	36	426
	SC	51	25	75	26	16	194
CENTRO-OESTE	RS	118	95	409	207	273	1.102
	MS	66	64	542	566	2.264	3.501
	MT	155	191	906	563	2.605	4.420
	GO	168	177	779	482	992	2.598
	DF	5	1	5	2	8	21
Brasil		5.149	3.012	8.117	3.776	9.830	29.885

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 28. Área de pastagem recuperada nos moldes convencionais/realizada em iLP (em mil hectares) por estado e tamanho de imóvel – CEN2

Grande região	UF	Tamanho do imóvel (em mil hectares)					Área total (mil ha)
		0-50	50-100	100-500	500-1.000	>1.000	
NORTE	RO	244 / 8	265 / 9	419 / 14	139 / 4	253 / 8	1.320 / 44
	AC	18 / 0	13 / 0	23 / 0	11 / 0	53 / 0	118 / 0
	AM	13 / 0	20 / 0	52 / 0	22 / 0	79 / 0	186 / 0,1
	RR	3 / 0	15 / 1	21 / 2	11 / 1	29 / 3	80 / 7
	PA	125 / 3	214 / 5	615 / 15	316 / 8	1.087 / 26	2.357 / 58
	AP	0,1 / 0	0,1 / 0	0,1 / 0	0,1 / 0	0 / 0	0,4 / 0

Grande região	UF	Tamanho do imóvel (em mil hectares)					Área total (mil ha)
		0-50	50-100	100-500	500-1.000	>1.000	
	TO	31 / 3	49 / 4	303 / 27	219 / 20	506 / 45	1.108 / 99
NORDESTE	MA	96 / 16	87 / 14	273 / 45	90 / 15	179 / 28	725 / 118
	PI	76 / 40	32 / 17	9 / 23	3 / 4	12 / 6	132 / 90
	CE	90 / 32	45 / 16	55 / 30	11 / 6	17 / 6	217 / 89
	RN	34 / 24	13 / 9	20 / 21	6 / 6	6 / 4	79 / 64
	PB	121 / 21	33 / 6	68 / 13	12 / 2	12 / 2	246 / 44
	PE	305 / 34	96 / 11	148 / 16	29 / 3	34 / 4	612 / 68
	AL	105 / 11	29 / 3	73 / 7	21 / 2	24 / 2	251 / 25
	SE	103 / 4	37 / 1	70 / 3	14 / 1	13 / 0	237 / 9
	BA	1.248 / 84	377 / 25	746 / 50	296 / 20	508 / 34	3.175 / 213
SUDESTE	MG	923 / 87	606 / 57	1.355 / 128	397 / 37	437 / 38	3.719 / 347
	ES	91 / 43	50 / 23	95 / 44	24 / 11	22 / 10	282 / 131
	RJ	70 / 21	43 / 13	97 / 28	21 / 6	17 / 4	249 / 71
	SP	317 / 0	162 / 0	347 / 0	101 / 0	122 / 0	1.047 / 0
SUL	PR	58 / 86	22 / 33	59 / 89	17 / 26	14 / 21	171 / 256
	SC	0 / 51	0 / 25	1 / 74	0 / 26	0 / 16	2 / 192
	RS	55 / 63	45 / 51	192 / 217	97 / 109	129 / 144	518 / 584
CENTRO-OESTE	MS	55 / 10	54 / 10	456 / 85	477 / 89	1.902 / 357	2.945 / 552
	MT	81 / 74	100 / 91	476 / 430	295 / 267	1.367 / 1.238	2.320 / 2.100
	GO	116 / 52	122 / 55	538 / 241	333 / 149	686 / 307	1.795 / 803
	DF	1 / 4	0 / 1	1 / 4	1 / 2	2 / 6	5 / 16
Brasil		4.379 / 770	2.531 / 481	6.511 / 1.607	2.962 / 814	7.513 / 2.311	23.897 / 5.983

Fonte: Elaboração própria.

A Figura 17 apresenta a distribuição espacial de pastagens sem degradação²⁴, pastagens degradadas²⁵ e pastagens recuperadas em ambos os cenários. No estado do Mato Grosso, a recuperação de pastagem estaria concentrada nas porções norte, leste e sudoeste do estado. Mais de 50% dos 4,4 Mha da RPD projetada no estado estão localizados em 14 dos seus 141 municípios. Já 53% da recuperação de pastagem realizada com iLP projetada no estado estaria em apenas 7 municípios mato-grossenses.

Em Goiás, as microrregiões São Miguel do Araguaia e Rio Vermelho seriam responsáveis por 53% da RPD projetada no estado pelo CEN1. Em relação à RPD

²⁴ Áreas de pastagem sem degradação são aquelas que não foram identificadas como degradadas e as áreas que transitaram para pastagem (ou seja, eram identificadas como vegetação nativa, agricultura ou outros e, na projeção de 2030, foram classificadas como pastagem).

²⁵ As áreas de pastagem dos cenários foram classificadas como degradadas com base nos dados de pastagem degradada do Lapig de 2020.

realizada com iLP, a microrregião São Miguel do Araguaia concentraria 77% da área projetada para o estado.

Concentração semelhante ocorreria no estado do Mato Grosso do Sul, onde 57% da área de RPD estaria na microrregião de Três Lagoas. Ao adicionar a RPD das microrregiões Alto Taquari e Paranaíba, seria alcançada 85% da área de RPD do estado. Além disso, a microrregião de Três Lagoas concentraria 69% da RPD realizada com iLP.

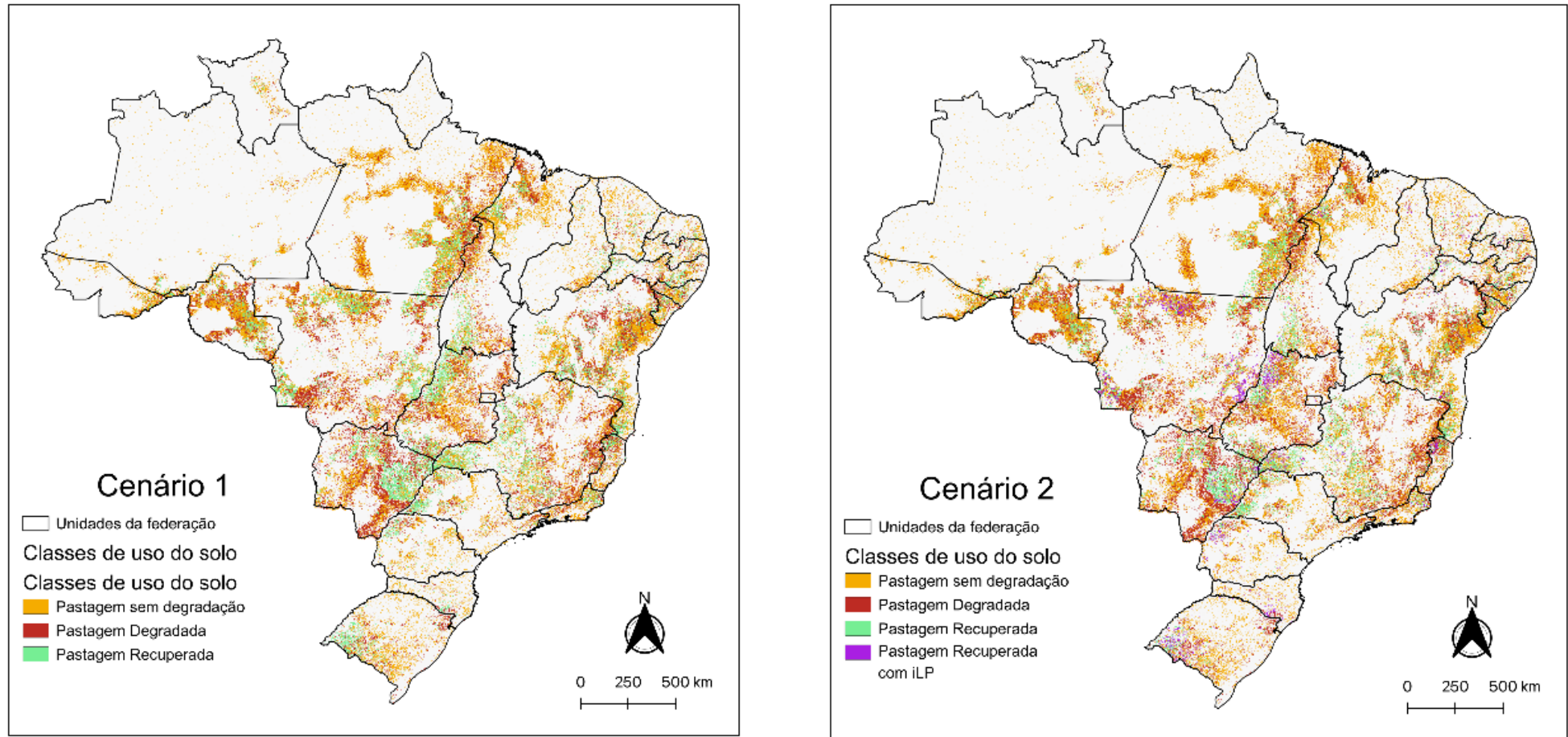
Na Bahia, a área de RPD estaria bem distribuída pelo estado, com maior concentração nas microrregiões Guanambi e Porto Seguro. Da mesma forma, em Minas Gerais, a alocação da RPD de forma convencional estaria mais concentrada na sua porção oeste. No caso da pastagem recuperada por meio da tecnologia de iLP, os quase 350 mil hectares estariam, também, na porção oeste do estado, majoritariamente no Triângulo Mineiro e no Alto Paranaíba.

No Paraná, as microrregiões de Umuarama e Paranavaí concentrariam mais de 50% da área de RPD e de RPD realizada com iLP do estado. Já as microrregiões Campanha Ocidental e Campanha Central no Rio Grande do Sul concentrariam 80% da área de RPD e 86% da área de RPD realizada com iLP do estado.

Por sua vez, no Pará, a RPD ocorre majoritariamente na mesorregião Sudeste Paraense, com destaque para as microrregiões São Félix do Xingu e Redenção, com 34% e 21% das áreas de RPD do estado, respectivamente. Em Tocantins, a RPD ocorreria apenas na mesorregião Ocidental do Tocantins, principalmente nas microrregiões do sul do estado (Rio Formoso e Gurupi), que concentrariam mais de 79% da área de RPD.

De forma geral, em todos os estados, a localização das áreas de RPD e RPD realizada com iLP está concentrada em algumas microrregiões. Isso é consequência direta do indicador de acesso ao crédito rural utilizado no ranqueamento das propriedades.

Figura 17. Distribuição espacial de pastagem sem degradação, pastagem degradada, pastagem recuperada e pastagem recuperada por meio da tecnologia iLP em 2030



Fonte: Elaboração própria.

A subseção 3.3.4 responde à seguinte pergunta norteadora:



- **Onde, provavelmente, a política vai incidir? (Perfil de produtores)**

Para o CEN1, a maior porção de áreas recuperadas (10 Mha) estaria em imóveis com mais de mil hectares, concentrados, principalmente (mais de 50%), nos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Porém, os imóveis menores (< 50 hectares) têm potencial de recuperar pouco mais de 5 Mha, especialmente na Bahia e em Minas Gerais. Uma dinâmica semelhante ocorreria no CEN2. Dos 6 Mha de pastagens previstos para recuperação com essa tecnologia, a maior parte (2 Mha) estaria no Mato Grosso, concentrada, principalmente, em imóveis rurais com mais de mil hectares.

3.3.5 *Efeitos sobre a erosão do solo*

3.3.5.1 *Resultados para a linha de base*

Para conseguir responder se a tecnologia de recuperação de pastagens degradadas resulta em menor erosão do solo, a equação universal de perda de solo (RUSLE) foi utilizada. A RUSLE é uma equação empírica que estima as taxas de perda do solo (A) em $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e utiliza como parâmetros de entrada a erosividade da chuva (R), a erodibilidade do solo (K), fatores topográficos (L e S), a cobertura do solo (C) e o manejo do solo (P), este, omitido no estudo. Para a modelagem dos cenários, o fator cobertura do solo foi ajustado conforme a tecnologia de recuperação de pastagem, enquanto os demais fatores mantiveram-se constantes em cada cenário. Com todos os fatores espacialmente estimados, procedeu-se com a estimativa da perda de solo para a linha de base (BAU) referente ao ano de 2030 (Figura 18). O cenário BAU foi definido por condições de pastagem degradada para os locais onde foram identificados o potencial de recuperação via RPD (CEN 1) e RPD+iLP (CEN 2), além das demais porções de pastagem em condições normais, que não foram utilizadas pelo modelo de alocação em nenhum dos cenários ou para outro uso, conforme o modelo de alocação do uso da terra.

Os resultados mostraram que as maiores taxas de perda de solo seriam verificadas nos estados da região Sul, com destaque para boa parte do território do Paraná, porção oeste de Santa Catarina e porção norte do Rio Grande do Sul. Vale lembrar que, de modo

geral, diversos estudos apontam para grandes taxas de erosividade da chuva no sul do País (BORRELLI *et al.*, 2017; PANAGOS *et al.*, 2017). Especialmente no oeste de Santa Catarina e Paraná, as taxas de erosão do solo são bastante consideráveis e comparativamente mais altas que os demais países da América do Sul. Na região Amazônica, valores significativos de perda foram estimados para a porção ocidental (Amazonas e Acre), porção norte (Amapá e norte do Pará) e porção oriental, que compreende boa parte do estado do Pará. Nesses locais, também há altas taxas de erosividade da chuva (BORRELLI *et al.*, 2017; PANAGOS *et al.*, 2017). Na região Norte, cerca de 40% do território paraense apresenta solos com uso agrícola mais restrito, principalmente em razão de sua suscetibilidade à erosão do solo ser maior devido à razão textural e relevo mais acentuado (GAMA *et al.*, 2020). Em conjunto com o crescente avanço da mudança da terra na região, as tecnologias de recuperação se tornam fortes aliadas para amenizar os impactos ambientais da erosão do solo. A ausência de um planejamento mais adequado nas áreas agrícolas está associada a um maior risco de erosão e degradação do solo no estado do Pará (CARNEIRO; DUARTE, 2017).

O estado de Minas Gerais, na região Sudeste, também apresentaria taxas significativas de perda de solo. Já a região pantaneira no Mato Grosso do Sul e o vale do Araguaia na divisa de Mato Grosso, Tocantins e Goiás apresentariam as menores taxas de perda de solo. É importante mencionar, entretanto, que projeções climáticas indicam um aumento nas taxas de erosão para o bioma Cerrado, onde a presença de áreas de pastagens degradadas ou uso intensivo do solo pela agricultura aumentam ainda mais o risco de perda do solo no futuro (BORRELLI *et al.*, 2022).

As diferenças relativas nas taxas de erosão do solo entre os cenários de adoção de tecnologia de recuperação de pastagem e a linha de base estão apresentadas a seguir.

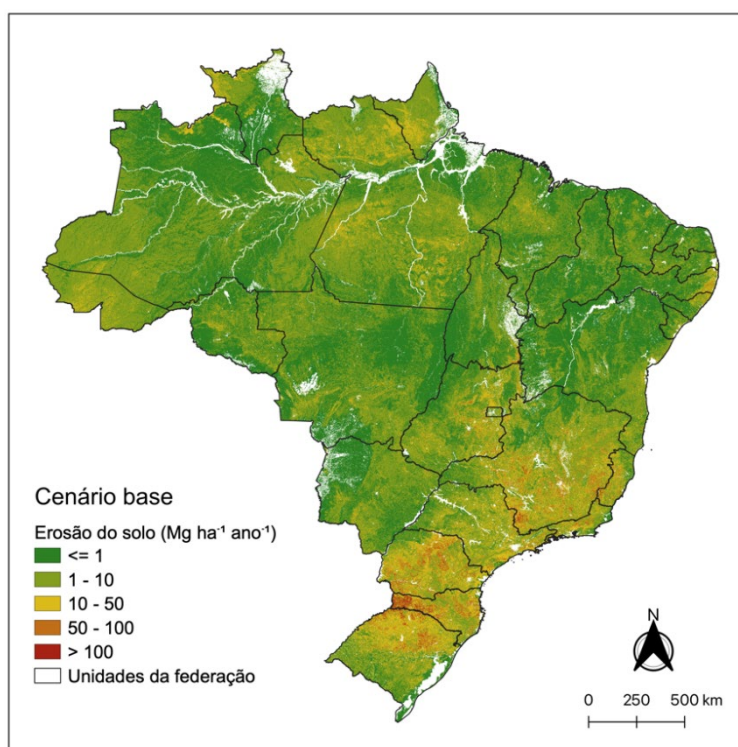
Tabela 29. Taxas médias de perda de solo ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$) para – BAU, CEN1 (RPD – realizada de forma convencional) e CEN2 (RPD +iLP) para as unidades federativas do Brasil

Região	Estado	Erosão	Erosão	Erosão	Diferença	Diferença
		BAU	CEN1	CEN2	CEN1 e BAU	CEN2 e BAU
		Mg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹			%	
Sul	Santa Catarina	30,40	27,67	27,82	-8,99	-8,50
	Paraná	21,51	21,92	21,98	1,87	2,16
	Rio Grande do Sul	14,91	13,15	13,21	-11,82	-11,39
	Média regional	20,48	19,01	19,09	-7,21	-6,81
Norte	Tocantins	2,63	2,48	2,48	-5,64	-5,60

Região	Estado	Erosão	Erosão	Erosão	Diferença	Diferença
		BAU	CEN1	CEN2	CEN1 e BAU	CEN2 e BAU
		Mg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹			%	
	Rondônia	2,41	2,10	2,11	-12,64	-12,40
	Amazonas	2,30	2,30	2,30	-0,11	-0,10
	Pará	3,98	3,83	3,84	-3,64	-3,57
	Roraima	2,65	2,65	2,65	-0,03	-0,02
	Acre	5,80	5,82	5,82	0,35	0,38
	Amapá	5,43	5,36	5,36	-1,31	-1,26
	Média regional	3,16	3,03	3,03	-4,10	-4,02
Sudeste	São Paulo	9,85	9,41	9,41	-4,47	-4,49
	Rio de Janeiro	13,89	14,56	14,65	4,78	5,47
	Espírito Santo	14,40	13,73	13,91	-4,67	-3,45
	Minas Gerais	12,69	12,31	12,35	-2,96	-2,67
	Média regional	12,43	12,16	12,22	-2,21	-1,74
Nordeste	Sergipe	2,81	2,80	2,81	-0,28	-0,10
	Paraíba	2,68	2,60	2,61	-3,11	-2,69
	Pernambuco	3,28	2,99	2,99	-8,98	-8,91
	Piauí	1,46	1,48	1,48	1,35	1,56
	Rio Grande do Norte	1,74	1,67	1,67	-4,38	-4,00
	Alagoas	5,41	3,99	4,00	-26,35	-26,06
	Bahia	2,10	2,27	2,27	7,85	8,13
	Ceará	2,06	2,13	2,13	3,32	3,61
	Maranhão	2,83	2,83	2,84	-0,13	0,27
	Média regional	2,37	2,33	2,33	-1,98	-1,69
Centro-Oeste	Distrito Federal	6,82	7,25	7,35	6,32	7,77
	Goiás	6,89	7,32	7,36	6,26	6,81
	Mato Grosso	2,15	2,21	2,23	2,93	3,96
	Mato Grosso do Sul	2,73	2,61	2,63	-4,27	-3,47
	Média regional	3,56	3,61	3,64	1,28	2,22
	Média nacional	3,55	3,47	3,48	-2,26	-1,94

Fonte: Elaboração própria.

Figura 18. Taxas de perda do solo para a linha de base (BAU)

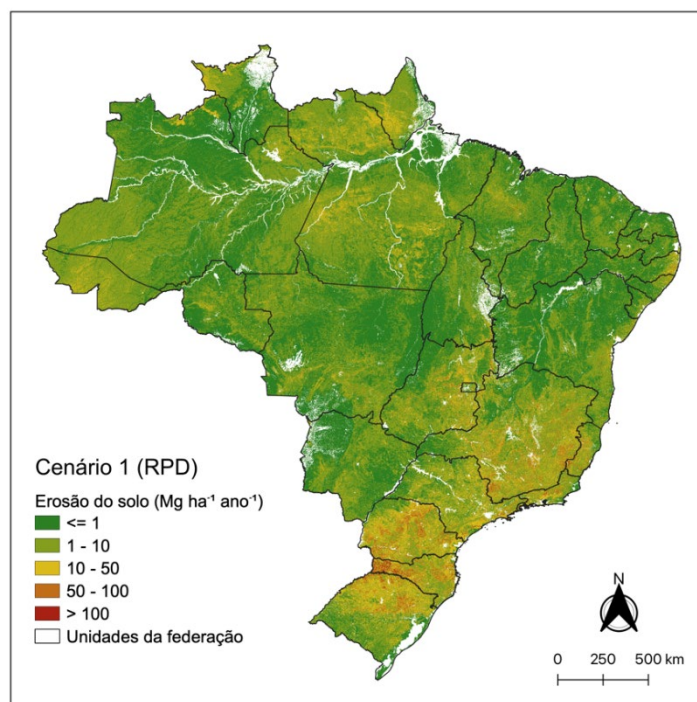


Fonte: Elaboração própria.

3.3.5.2 Erosão: cenário 1

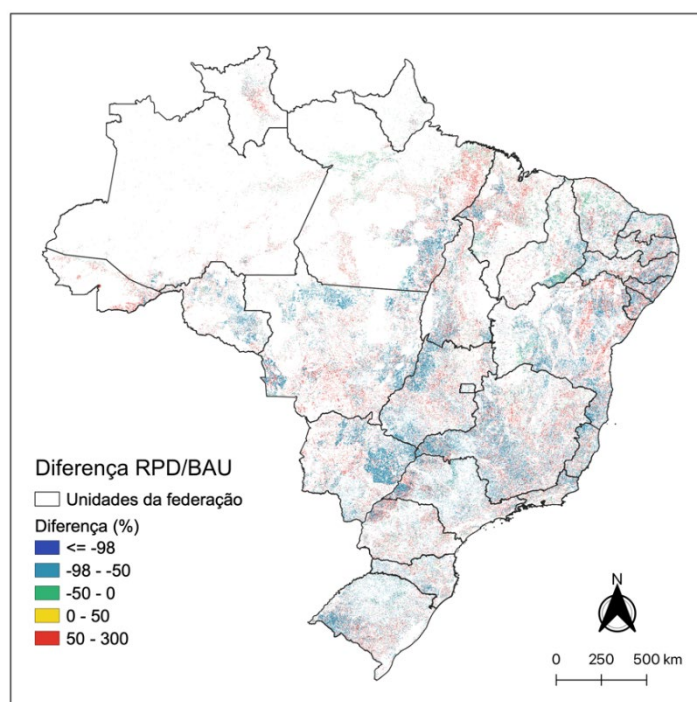
Considerando o cenário de recuperação de 30 Mha de pastagens degradadas de forma convencional (RPD), as taxas de perda de solo para o território brasileiro seriam ligeiramente minimizadas em relação à linha de base (BAU), conforme representado na Figura 19. Os padrões espaciais são muito parecidos com o BAU. Entretanto, o mapa de diferença relativa entre taxas de perda do solo mostra que haveria uma redução significativa para o território brasileiro, principalmente no arco de desmatamento da Amazônia, no noroeste de Goiás e sul de Tocantins, na região que forma fronteira entre Mato Grosso do Sul, Goiás e São Paulo e na campanha gaúcha, no extremo sudoeste do estado do Rio Grande do Sul (Figura 20).

Figura 19. Taxas de perda do solo – CEN 1: recuperação de pastagens degradadas de forma convencional (RPD)



Fonte: Elaboração própria.

Figura 20. Diferença de taxas de perda do solo – CEN1 (RPD) e BAU



Fonte: Elaboração própria.

Esses padrões espaciais foram confirmados pelas estimativas das taxas de perda de solo a nível estadual (Tabela 29). Embora a região Sul apresente os maiores valores absolutos de perda do solo, com destaque para o estado de Santa Catarina, a redução da

perda de solo via RPD seria de 7,21% em média, maior valor entre as regiões do País. Em termos relativos, a região Centro-Oeste é que apresentaria menor redução das taxas de erosão, atingindo uma redução de pouco mais de 1%. Os estados da região Norte apresentariam leve aumento (Acre, de 0,35%) ou redução de até 12,64% (Rondônia), resultando em uma redução média de 4,10%. A média nacional, por sua vez, apresentaria 2,26% de redução via RPD.

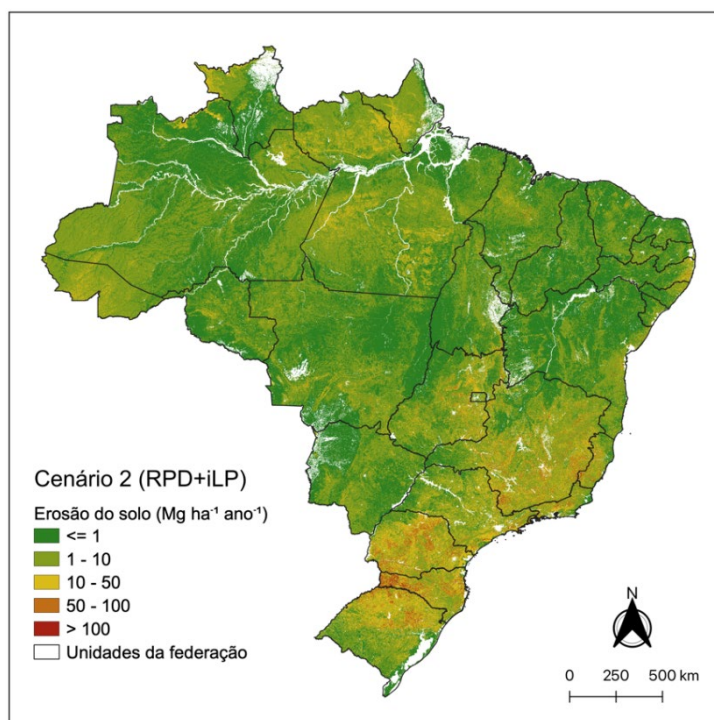
3.3.5.3 Erosão: cenário 2

Com a indicação complementar de 6 Mha para recuperação de pastagens via integração lavoura-pecuária (iLP) dentro do montante total de 30 Mha a serem recuperados até 2030, as taxas de perda de solo apresentaram variabilidade espacial no território brasileiro próxima à apresentada nos mapas anteriores, mas com magnitudes entre as encontradas na linha de base (BAU) e no CEN1 (RPD) (Figura 21).

Como a alocação dos 6 Mha é aninhada ao montante de 30 Mha, os padrões espaciais de diferença entre CEN2 (RPD+iLP) e BAU são bastante parecidos com o mapa da diferença entre CEN1 (RPD) e BAU, com destaque para uma menor tonalidade em alguns locais do território brasileiro devido a uma menor capacidade de redução das taxas de erosão do solo via iLP. Isso ocorre pelo iLP apresentar um ano de agricultura seguido de 5 anos de pastagens em boas condições, o que compromete parcialmente a proteção do solo via cobertura (culturas anuais requerem revolvimento do solo para correção, preparo e plantio, resultando em maior erosão em relação às pastagens).

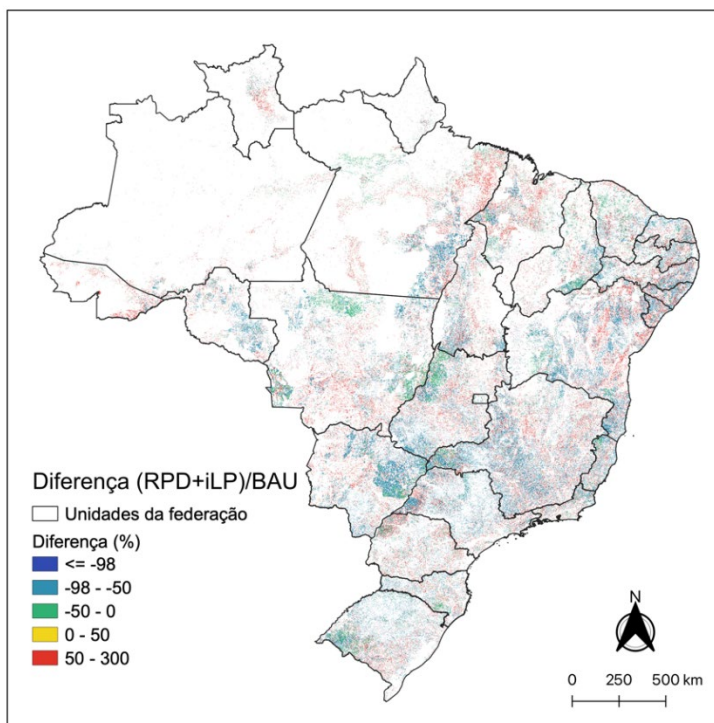
As estimativas estaduais das taxas de erosão para o CEN2 resultaram em menores reduções de perda do solo quando comparadas ao BAU (Figura 22 e Tabela 29). A região Sul apresentaria os maiores valores absolutos de perda, embora com maior capacidade de redução, de -6,81%. Com exceção do estado do Mato Grosso do Sul, os demais estados do Centro-Oeste apresentariam maiores perdas do solo, com um valor médio de 2,22% de aumento. Esse montante é maior que a média regional para o CEN1 (de 1,28%), indicando que a região Centro-Oeste seria impactada negativamente pela tecnologia de recuperação de pastagem para o contexto de erosão do solo. A região Norte teria uma redução média de 4,02%, enquanto a média nacional de redução da erosão seria de 1,94%, valor relativo menor que no CEN1, que atingiria, em média, uma redução de 2,26%.

Figura 21. Taxas de perda do solo – CEN2: recuperação de pastagens degradadas via moldes convencionais (RPD) + integração lavoura-pecuária (iLP)



Fonte: Elaboração própria.

Figura 22. Diferença entre taxas de perda do solo – CEN2 (RPD+iLP) e BAU



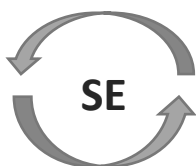
Fonte: Elaboração própria.

Os resultados mostraram, portanto, redução das taxas de erosão do solo para ambos os cenários em relação à linha de base. De fato, a tecnologia de recuperação de

pastagem é um mecanismo eficiente para promover maior cobertura do solo a longo prazo e, conseqüentemente, reduzir as taxas de erosão. Alguns trabalhos documentam o benefício dessa tecnologia a partir de registros fotográficos (VISCHI-FILHO; LEME; CHAIM, 2007). Entretanto, quando as áreas de pastagem se encontram com alto grau de compactação do solo, há a necessidade de intervenção via preparo do solo com subsolagem e gradação. Esse manejo aumenta a suscetibilidade ao processo erosivo em uma janela de tempo menor, sendo necessário atenção para a época do ano e características topográficas do local no planejamento do preparo (PEREIRA *et al.*, 2013; DUARTE *et al.*, 2018).

No que se refere aos arranjos para recuperação de pastagem degradadas, a introdução de pasto que proporcione uma maior cobertura do solo é, normalmente, muito eficiente no controle do escoamento superficial da água e, conseqüentemente, da erosão (DUARTE *et al.*, 2018; VILELA *et al.*, 2011). A reversão do processo de degradação, em que, geralmente, os solos apresentam baixa cobertura vegetal e baixa qualidade física, por si só, já demonstra o potencial da tecnologia RPD no controle da erosão.

A subseção 3.3.5 responde à seguinte pergunta norteadora:



- **A recuperação de pastagens degradadas via RPD e iLP resulta em menos erosão do solo?**

Ambos os cenários contribuem para a redução das taxas de erosão, com o CEN1 (RPD) apresentando maior impacto positivo que o CEN2 (RPD+iLP). Isso ocorre, porque o arranjo temporal do iLP do CEN2 apresenta um ano de agricultura sucedido por 5 anos de pastagens em boas condições, o que pode comprometer parcialmente a capacidade de proteção do solo quando a agricultura se torna presente no local. De modo geral, as reduções médias de perda do solo para o território brasileiro são de -2.26% (CEN1) e -1,94% (CEN2).

4. RECOMENDAÇÕES PARA O PLANO ABC+

Este documento buscou apresentar a descrição consolidada dos resultados da análise de impactos e dependências sobre os capitais econômicos, sociais, humanos e ambientais do Plano ABC+ no âmbito da recuperação de pastagens degradadas no Brasil. Os resultados apresentados refletem um intenso e contínuo processo de discussão, no qual a equipe técnica contou com contribuições dos Comitês Técnico e Diretivo, criados para amparar tecnicamente e orientar o estudo. Os dois comitês foram compostos de uma ampla diversidade de atores, membros de instituições de pesquisa, gestão pública (nacional e regional), representantes da iniciativa privada e do terceiro setor.

Esta seção do estudo traz recomendações para a implementação da meta de recuperação de 30 milhões de hectares de pastagens degradadas do Plano ABC+, explora as possibilidades de sinergias entre os benefícios gerados e identifica possíveis *trade-offs*, considerando o setor agropecuário, a sociedade e a natureza. Tais recomendações se baseiam tanto nos resultados das quatro frentes metodológicas e revisão bibliográfica quanto em contribuições de diversos atores-chave, colhidas em diferentes momentos ao longo do estudo: imersões de campo realizadas nos estados do Pará e Mato Grosso; reuniões com os Comitês Técnico e Diretivo; oficina sobre degradação de pastagens organizada pela Embrapa e Banco Mundial em Brasília; além de uma série de reuniões em grupos de três a quatro pessoas com membros da academia, sociedade civil, poder público e iniciativa privada.

As recomendações estão organizadas em propostas para quatro temas principais: (1) assistência técnica e extensão rural; (2) financiamento da política e crédito; (3) agricultura familiar e mão de obra no campo; e (4) governança. É importante ressaltar que a divisão temática foi adotada para facilitar a apresentação do conteúdo. No entanto, os diferentes temas estão interligados. Por exemplo, não basta fortalecer a assistência técnica e extensão rural sem ações que facilitem o acesso ao financiamento via crédito rural do Plano ABC+ e vice-versa. Além disso, a governança deve considerar a interdependência entre os temas, o que significa um esforço intersetorial, coordenado e multinível de modo a potencializar os efeitos positivos e atuar nos gargalos identificados, viabilizando o alcance da meta.

4.1 Proposta 1: fortalecer a assistência técnica e extensão rural

A assistência técnica e extensão rural (ATER) é fator essencial para que efetivamente ocorra a transição para uma agricultura de baixa emissão de carbono no Brasil. Amparada por ações de capacitação, é considerada o principal instrumento transformador do primeiro ciclo do Plano ABC (2010-2020) pelo Governo Federal.

Nesse sentido, a recuperação de pastagens degradadas depende, principalmente, de três condições em relação à ATER. A primeira é garantir o acesso à ATER pública prioritariamente aos produtores mais vulneráveis. A segunda é fortalecer as tendências, observadas no Censo Agropecuário de 2017, de crescimento da ATER própria e da ATER proveniente de cooperativas nas regiões de agricultura mais consolidada. Essas tendências fazem com que produtores mais estruturados disponham de ATER para acessar linhas de crédito que exijam projeto técnico, como é o caso do Plano ABC+. Um estudo desenvolvido em 2018 reforça a intensa correlação entre recebimento de ATER, cooperativismo e acesso ao crédito rural. Por último, é necessário assegurar que os técnicos extensionistas estejam capacitados para fazer com que conhecimento e tecnologias de agricultura de baixa emissão de carbono cheguem aos produtores rurais. Não se trata apenas de fornecer informações técnicas, mas da capacidade de os extensionistas construírem, com os agricultores, uma nova compreensão sobre a agricultura de baixa emissão de carbono, auxiliando-os no planejamento financeiro e econômico das propriedades rurais. Trata-se, em outras palavras, de um letramento financeiro dos agentes de ATER, que permita trazer aos agricultores uma perspectiva de melhores retornos econômicos e ganhos na conservação ambiental, assim como em aspectos sociais e humanos.

Ademais, nas ações de ATER, é preciso que seja adotada uma abordagem sistêmica e dinâmica sobre a paisagem rural, que extrapole a área cultivada, buscando garantir a manutenção de serviços ecossistêmicos. Uma possibilidade seria o estabelecimento de corredores ecológicos para fauna e flora, através, por exemplo, da restauração e conservação de áreas de preservação permanente e reservas legais. Essa estratégia, além de estar alinhada ao cumprimento da legislação ambiental, também busca garantir benefícios como o estabelecimento de fluxo gênico para espécies da fauna e flora (por exemplo, criação de ambiente favorável para polinizadores e agentes de controle biológico), bem como oferece aos produtores maior resiliência climática. Essa visão é compartilhada pelo Plano ABC+, que adota a abordagem integrada da paisagem (AIP)

como um de seus eixos orientadores para o enfrentamento dos impactos adversos das mudanças climáticas. Tal eixo preconiza o uso eficiente de áreas com aptidão para produção agropecuária, estimulando, ao mesmo tempo, a valorização da paisagem, de modo a garantir a conservação da qualidade do solo, da água e da biodiversidade, e a valorização das especificidades locais e culturas regionais. Os sistemas, práticas, produtos e processos de produção sustentáveis (SPS_{ABC}), entre os quais estão a RPD e os sistemas integrados como a iLP (objetos deste estudo), também induzem a utilização integrada dos componentes da paisagem. Esses e outros SPS devem fazer parte do escopo de atuação dos extensionistas, que precisam estar preparados para orientar os produtores sobre uma compreensão mais integrada das práticas da agricultura de baixa emissão de carbono, que vão muito além da reforma convencional de pastagens.

Grande parte da pecuária bovina brasileira encontra-se em estabelecimentos rurais de pequeno porte, englobando agricultores familiares e médios produtores, muitos dos quais não têm acesso à ATER, seja pública ou privada, ou, ainda, recebem ATER pública de forma descontinuada e não especializada. Sendo assim, é necessário melhorar e universalizar esse serviço para ampliar o alcance dos objetivos do Plano ABC+. Há, também, a questão da heterogeneidade no recebimento da ATER dentro de grupos específicos de agricultores. Uma análise da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios de 2014, publicada em 2020, mostrou, por exemplo, que mesmo entre os agricultores familiares, existem disparidades regionais e socioeconômicas quanto ao acesso à ATER. Um indicador foi que, à medida que aumenta a faixa de renda domiciliar e a escolaridade, aumenta também o acesso à ATER. Além disso, a análise indicou que produtores rurais menos escolarizados e nordestinos têm menor probabilidade de ter acesso à ATER do que outros agricultores familiares. Desse modo, para combater desigualdades como essas e para que os produtores rurais estejam capacitados e aptos a empregar as tecnologias da recuperação de pastagens degradadas e outras SPS_{ABC}, faz-se necessário fortalecer a ATER em diferentes frentes, tais como recursos financeiros, contratação de novos quadros, capacitação dos extensionistas etc.

Existem instituições públicas estaduais de ATER em todas as 27 unidades da federação. De acordo com estudo desenvolvido em 2021 pela Associação Brasileira das Entidades de Assistência Técnica e Extensão Rural, Pesquisa Agropecuária e Regularização Fundiária (Asbraer), são alocados cerca de R\$ 3 bilhões ao ano para o funcionamento dessa estrutura, que cobre mais de 80% dos municípios brasileiros, reúne

cerca de 10 mil extensionistas e é voltada, principalmente, ao atendimento da agricultura familiar (cerca de 1 milhão de famílias são atendidas anualmente). Assim, nota-se que a ATER pública estadual possui enorme capilaridade, porém observa-se uma tendência de diminuição de profissionais e recursos por parte dos órgãos estaduais. O último Censo Agropecuário, de 2017, mostrava que não houve incrementos significativos na cobertura da ATER no Brasil em relação aos 10 anos anteriores (o penúltimo Censo Agropecuário foi realizado em 2006). Entretanto, havia atuações nitidamente demarcadas, com a ATER pública concentrada no atendimento aos setores mais pobres (incluindo a agricultura familiar), a ATER própria predominando nos setores mais produtivos (produtores mais capitalizados e geralmente de maior porte), e as cooperativas, *traders* e outras empresas privadas aumentando sua participação no fornecimento da ATER para os produtores inseridos em cadeias produtivas mais verticalizadas ou que são capazes de pagar por uma ATER mais especializada.

De acordo com o documento da Asbraer, cabe ao Governo Federal compreender a importância de ampliar a cobertura da ATER e, em um cenário de crise fiscal, estimular o crescimento do atendimento pela iniciativa privada para determinados setores da agropecuária brasileira. No caso da ATER pública, é preciso capacitar os extensionistas municipais (os municípios representam a segunda fonte de financiamento para os órgãos estaduais de ATER) de forma organizada e articulada com as esferas federal e estadual, de modo que os municípios recebam suporte em planejamento, formação, sistemas informatizados de gestão, subsídios para implantação de unidades demonstrativas, entre outros, cujos custos de transação são muito elevados para os municípios individualmente, mas que podem ser minimizados quando planejados de forma estratégica pelos estados e Governo Federal. Todas essas fontes e instâncias de ATER devem ser capazes de preparar seu corpo técnico para atuar no sentido de uma transição efetiva para uma agricultura de baixa emissão de carbono, no sentido mais amplo da definição, isto é, disseminando o conceito de abordagem integrada de paisagem preconizado no Plano ABC+ e tornando concreta a adoção das SPS_{ABC}. Essa situação ainda é uma profunda lacuna nos serviços de ATER.

Um estudo em relação à primeira fase do Plano ABC (2010-2020) apontou que existe um descompasso entre a disseminação das técnicas previstas no plano e a possibilidade de aplicação delas, principalmente nas regiões Norte e Nordeste. Isto é, os produtores não têm conhecimento específico das tecnologias, levando à necessidade de

assistência técnica para que possam se interessar em buscá-las. Há, também, uma lacuna de conhecimento em relação ao financiamento, por exemplo, de que forma acessar o crédito por meio do RenovAgro e construir o projeto financeiro que será analisado pelo banco. Há, ainda, um desconhecimento quanto à aplicação da tecnologia de recuperação de pastagens degradadas, seja nos moldes convencionais, seja via integração lavoura-pecuária. Em alguns casos, há o desconhecimento da existência do próprio plano.

Por último, é importante ressaltar que os produtores rurais podem não considerar atrativa a alteração de seu modo de produção, manejo ou uso da terra em suas propriedades de forma a adequá-los a propostas preconizadas para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Também pode haver relutância de parte dos produtores em “perder” parte de sua área cultivada para a conservação da vegetação nativa, sem que isso se reverta em benefícios ou compensações. Dessa forma, cabe aos extensionistas estarem informados para que possam orientá-los no sentido de incorporar a AIP em suas propriedades, conforme preconizado no Plano ABC+.

Importante:

- Fortalecer a rede prestadora de serviços de ATER pública para melhorar seu atendimento e ampliar o número de produtores assistidos, oferecendo condições aos órgãos estaduais de ATER, tanto para coordená-la em âmbito municipal quanto para prestar serviços diretos aos produtores. Esse fortalecimento deve se dar por meio de: (i) garantia de estabilidade orçamentária das Empresas de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATERS) e de seus recursos de custeio, permitindo o aumento do quadro de extensionistas e a melhoria das condições de trabalho; (ii) inovação da ATER por meio do fortalecimento, tanto desse serviço na esfera pública quanto do estabelecimento de parcerias com a iniciativa privada para capacitação de técnicos e maior capilarização dos atendimentos especializados; (iii) do planejamento de forma regionalizada, sob coordenação dos órgãos estaduais, de modo a estabelecer e fortalecer arranjos locais para disponibilizar ATER a um número crescente de produtores rurais.
- Atualizar o perfil dos extensionistas, preparando-os para o enfrentamento dos novos paradigmas da produção sustentável e da agricultura de baixa emissão de carbono, e para a adoção de uma abordagem sistêmica e dinâmica sobre a paisagem rural, que extrapole a área cultivada, buscando garantir a manutenção de serviços ecossistêmicos. Para isso, é preciso: (i) mudanças no processo de formação de profissionais graduados e técnicos em ciências agrárias (grade curricular); (ii) fortalecimento e ampliação da residência agrônoma em ATER; (iii) sistematização e disponibilização de conhecimentos sobre AIP, SPS_{ABC} e outros conteúdos relacionados à agricultura de baixa emissão de carbono para técnicos e extensionistas; (iv) integração entre pesquisa e extensão

rural de forma coordenada e com cooperação entre instituições; (v) treinamento de extensionistas para elaboração de projetos de financiamento para acesso ao RenovAgro.

- Planejar e monitorar os resultados da ATER com foco em AIP e SPS_{ABC}. O planejamento de cada propriedade e seu monitoramento pode se dar mediante o uso de indicadores qualitativos e quantitativos organizados em uma plataforma de alimentação contínua. Nela pode constar, por exemplo, a área implantada das SPS_{ABC} na propriedade rural, permitindo o monitoramento dos resultados das metas do Plano ABC+.

4.2 Proposta 2: financiamento do Plano ABC+ e a tomada de crédito por parte dos produtores

Um importante resultado econômico do presente estudo é que o Plano ABC+ pode trazer um retorno entre 11,6 e 13,9 vezes a cada real investido na tecnologia recuperação de pastagens degradadas preconizada pela política, beneficiando economia e sociedade. Parte de tal retorno poderia ser alocado na execução da própria política, fortalecendo a agricultura de baixa emissão de carbono. Ao mesmo tempo, é fundamental garantir recursos no orçamento público para que o plano possa ser implementado em sua integralidade.

Além de assegurar os recursos, também é importante desenvolver um sistema de monitoramento do financiamento e de seu impacto no que diz respeito aos capitais econômicos, sociais, humanos e ambientais. Uma análise em relação ao Programa ABC (hoje RenovAgro) mostrou que a correlação entre o valor do crédito concedido e a área de pastagens degradadas foi moderada (0,4029)²⁶, apontando para a necessidade da construção de um sistema de dados transparente, que permita a compreensão e o monitoramento do uso dos recursos públicos direcionados para a recuperação de pastagens degradadas. É necessário criar um sistema de dados oficiais que disponibilize estatísticas atualizadas, espacialmente explícitas, e que considere métricas e variáveis de diferentes naturezas para que seja possível monitorar a variação na extensão e condição das pastagens. Um exemplo promissor é o Sistema de Contabilidade Econômica Ambiental (SEEA)²⁷, que, por sua vez, segue uma estrutura contábil semelhante à do

²⁶ GIANETTI, G. W. *O Plano e Programa ABC: uma avaliação da execução e distribuição dos recursos*. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018. <https://doi.org/10.11606/D.11.2018.tde-03052018-132608>. Acesso em: 18 dez. 2023.

²⁷ SYSTEM of Environmental-Economic Accounting. Disponível em: <https://seea.un.org/>. Acesso em: 18 dez. 2023.

Sistema de Contas Nacionais (SCN). O SEEA pode ser um importante instrumento para o direcionamento e monitoramento de políticas públicas, gerando estatísticas e contas comparáveis a nível internacional, capazes de apoiar poder público, indústria, terceiro setor e demais atores relevantes, através de uma visão mais abrangente e multifuncional das inter-relações entre a economia e o ambiente. Também é fundamental monitorar a médio e longo prazo se as pastagens recuperadas pelo Plano ABC+ são mantidas em altos níveis de produtividade ou se voltam rapidamente ao estágio de degradação anterior à aplicação do recurso, beneficiando produtores que mantenham a pastagem com baixo nível de degradação por mais tempo. Caso contrário, o processo de RPD pode se tornar mais uma fonte de emissão de gases de efeito estufa, que não será devidamente compensada pela fixação de carbono orgânico no solo a longo prazo. Por último, um sistema robusto de dados também permitiria analisar quais outras linhas de crédito rural, fora do RenovAgro e Pronaf ABC+, financiam práticas que também são oferecidas pelo plano, contribuindo para o monitoramento e a disseminação do financiamento e da adoção de práticas agropecuárias sustentáveis.

Uma vez estabelecido um protocolo de monitoramento das áreas de SPS_{ABC} que assegure o acompanhamento da sua efetiva implantação, pode-se pensar em criar mecanismos, desde que amparados em metodologias consolidadas, que estimulem mais incisivamente os produtores a alcançarem resultados significativos entre os preconizados pela política, como bonificações para produtores que tenham bom desempenho na redução de emissões de Gases de Efeito Estufa. Como visto anteriormente, uma possibilidade é desenvolver um sistema de “contabilidade de ecossistemas”, como o SEEA, com uma estrutura estatística integrada e abrangente que organiza dados sobre *habitats* e paisagens, mede os serviços ecossistêmicos, acompanha as mudanças nos ativos ecossistêmicos e vincula essas informações às atividades econômicas e outras atividades humanas. No caso da recuperação das pastagens degradadas e da AIP, tal sistema poderia incluir métricas em relação a qualidade dos fragmentos, conectividade funcional da paisagem, taxas de erosão no solo e impactos sociais e humanos no mercado de trabalho, na renda e no consumo das famílias.

O desconhecimento das possibilidades de financiamento da recuperação de pastagens degradadas é outro entrave para o alcance da meta do Plano ABC+. O RenovAgro é um dos principais instrumentos de financiamento do plano e permite que médios e grandes produtores financiem projetos de investimento destinados a práticas que

contribuam para a redução da emissão dos gases de efeito estufa oriundos das atividades agropecuárias. Há uma linha específica, a RenovAgro Recuperação/Conversão, direcionada especificamente para a recuperação de pastagens degradadas. Ainda que possa haver dificuldades de acesso ao crédito, boa parte dos médios e grandes produtores contam, geralmente, com melhores condições para isso em relação à média dos agricultores familiares, pois são mais capitalizados e têm mais acesso à assistência técnica capaz de elaborar projetos exigidos pelas instituições financeiras (ver Proposta 1).

Já os agricultores familiares, como mencionado anteriormente, em geral, precisam contar com o apoio da ATER pública e políticas complementares para acessar crédito voltado à agricultura e pecuária de baixa emissão de carbono (como o Pronaf ABC+). Para melhor atender a esse público, é necessário, entre outras medidas, reduzir a burocracia de acesso ao crédito, adequando-a à realidade das pequenas unidades produtivas e tornando o processo mais ágil. Tal desburocratização deve considerar potenciais *trade-offs* e ser realizada de forma que a simplificação das operações não acarrete perda de qualidade e de volume de informações em relação à adoção efetiva da agricultura de baixa emissão de carbono e de outras métricas relevantes à avaliação de impacto da política. Cabe destacar que os produtores familiares, em grande medida, não são tomadores de crédito ou evitam contratos que exijam um grande número de garantias de pagamento ou que dependam da elaboração de projetos (como é o caso do Plano ABC+). Dessa forma, acabam precisando da contratação e do apoio de técnicos para acessá-lo. Ainda, pecuaristas familiares costumam acessar o Pronaf essencialmente para compra de bovinos, pois há retorno rápido do investimento e maior capacidade de saldo da dívida com as instituições financeiras. Uma possível abordagem para amenizar essa situação é o uso de instrumentos de *blended finance*, que permitem que parte do custeio seja realizado a fundo perdido sob supervisão. Ou ainda, a criação de mecanismos que incentivem e assegurem que o agente financeiro disponibilize financiamentos que propiciem uma transformação dos sistemas produtivos, como a RPD.

Além de promover uma abordagem sistêmica e dinâmica sobre a paisagem rural (ver Proposta 1), a ATER poderia agregar uma visão mais econômica e gerencial da propriedade rural. Na prática, isso poderia ser feito a partir da educação financeira dos pecuaristas e do ensino de gestão da propriedade de maneira mais sistêmica. Um primeiro passo seria capacitar os gerentes bancários para que trabalhassem com os extensionistas, para que estes possam transmitir orientações aos produtores, facilitando seu acesso ao

crédito (RenovAgro e Pronaf ABC+) ao mesmo tempo em que melhoram as práticas produtivas das unidades como um todo.

O crédito para a pecuária de baixa emissão de carbono poderia chegar nas unidades produtivas das regiões e estados brasileiros por meio do estabelecimento de parcerias entre Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) e bancos públicos regionais, como o Banco do Nordeste ou o Banco da Amazônia. A descentralização de recursos poderia ajudar o Plano ABC+ a ganhar capilaridade e amplitude, estabelecendo relações mais próximas com os Grupos Gestores Estaduais (ver Proposta 4) e adaptando a implementação do Plano ABC+ aos diferentes cenários de cada unidade federativa. Tais arranjos podem trazer um grau suplementar de complexidade para a gestão do crédito, no entanto, a proximidade com as diversas realidades pode facilitar a compreensão das necessidades de cada local. Um exemplo de como a realocação do crédito para uma gestão regional ou estadual poderia ser benéfica é o caso das áreas prioritárias do então Programa ABC (hoje RenovAgro). Um estudo indicou que as áreas mais degradadas e de maiores necessidades ambientais possuíam maiores deficiências econômicas e logísticas, mostrando que estados e municípios terão que lidar com realidades e demandas de investimento diferentes entre si.

Importante:

- Garantir o orçamento necessário para a implementação do Plano ABC+ com uma combinação de recursos públicos e parte do retorno do investimento na própria política.
- Criar um sistema de dados oficial de monitoramento da implementação do ABC+ (RPD) no campo, que disponibilize estatísticas atualizadas e considere métricas e variáveis de diferentes naturezas para que seja possível monitorar a variação na extensão e condição das pastagens. Uma possibilidade seria o desenvolvimento do Sistema de Contabilidade Econômica Ambiental (SEEA) das Nações Unidas²⁸.
- Reduzir a burocracia para o pequeno produtor acessar o crédito ABC+ e estudar a possibilidade do uso de instrumentos de *blended finance*, que permitem que parte do custeio seja realizado a fundo perdido sob supervisão.

²⁸ UNITED NATIONS. System of Environmental-Economic Accounting. *System of Environmental-Economic Accounting – Ecosystem Accounting*. Pré-edição, [s.l.]: ONU, 2021. Disponível em: https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/documents/EA/seea_ea_white_cover_final.pdf. Acesso em: 18 dez. 2023.

- Agregar uma visão econômica e gerencial da propriedade rural a partir da educação financeira dos pecuaristas e do ensino de gestão da propriedade de forma mais sistêmica. Um primeiro passo seria capacitar os gerentes bancários para que trabalhassem com os extensionistas, para que estes possam transmitir orientações aos produtores, facilitando seu acesso ao crédito (RenovAgro e Pronaf ABC+) ao mesmo tempo em que melhoram as práticas produtivas das unidades como um todo.
- Fornecer assistência técnica especializada acessível para a elaboração de projetos de baixa emissão de carbono para agricultores familiares.
- Descentralizar recursos por meio de parcerias entre Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) e bancos públicos regionais, como o Banco do Nordeste ou o Banco da Amazônia, fazendo com que o crédito para a pecuária de baixa emissão de carbono ganhe em capilaridade e amplitude, alcançado as unidades produtivas das regiões e estados.

4.3 Proposta 3: estabelecer mecanismos específicos que atendam à agricultura familiar e aos trabalhadores rurais menos qualificados

O presente estudo indicou que pouco mais de 5 milhões de hectares de pastagens degradadas seriam potencialmente recuperadas até 2030 em imóveis rurais com menos de 50 hectares, principalmente no Piauí, Bahia e Minas Gerais. Dessa forma, é necessário que o Plano ABC+ estabeleça mecanismos específicos para atender às unidades produtivas de menor porte, como é o caso da agricultura familiar. Algumas características desse público-alvo tornam fundamental que a implementação da meta seja desenhada de forma a amortizar os riscos para esses produtores ao mesmo tempo em que providencie assistência técnica e facilite o acesso às tecnologias e ao crédito (ver Propostas 1 e 2).

Além disso, no âmbito da dimensão social, o estudo aponta que a recuperação de pastagens degradadas e a integração lavoura-pecuária têm o potencial de gerar duas consequências desfavoráveis. A primeira é a redução da demanda de trabalho, principalmente dos trabalhadores menos qualificados, que, geralmente, estão alocados na atividade pecuária menos intensiva. Já a segunda seria a redução de ganhos salariais para as famílias de menor renda. Tais elementos podem acarretar um aumento da desigualdade no campo, afetando os trabalhadores e famílias envolvidas principalmente no setor da pecuária.

Logo, é indispensável considerar políticas públicas complementares que atuem no setor para proporcionar melhor formação e capacitação para esses trabalhadores, contribuindo para que permaneçam no meio rural, exercendo tarefas que exijam maior grau de especialização e que sejam importantes em uma agricultura mais tecnificada, tais como mecânicos de máquinas e implementos agrícolas, técnicos especializados em instalações para irrigação, entre outras. Essas atividades proporcionam melhor remuneração.

Também é necessário integrar outras políticas sociais, como as de segurança alimentar e nutricional, por exemplo, para que as famílias menos beneficiadas tenham seu direito à alimentação adequada garantido. Parcela dessas ações, programas e políticas complementares poderia ser financiada por parte do retorno positivo oriundo do investimento no próprio Plano ABC+ (entre 11,6 e 13,9 vezes a cada real investido na política), visando mitigar essas desigualdades.

Evitar a potencial concentração de terras é outro elemento que deve ser considerado. Como as unidades produtivas da agricultura familiar podem encontrar mais dificuldades de financiar e implementar a recuperação de pastagens degradadas, há o risco de endividamento por parte dos agricultores que, eventualmente, teriam que abandonar e vender suas terras. Além disso, é possível que haja uma disparidade de ganhos na eficiência de produção entre os diferentes tipos de produtores rurais. Os agricultores familiares podem não conseguir intensificar a produção pecuária, ao passo que produtores maiores podem se tornar mais eficientes. No longo prazo, essa dinâmica pode levar ao abandono da atividade pecuária por parte dos agricultores familiares, enquanto os maiores, com maior uso de capital na atividade, decorrente da implementação da tecnologia de RPD, podem expandir e, eventualmente, comprar as propriedades menores. Tais dinâmicas representariam um custo social e humano e poderiam gerar ainda mais desigualdades na questão fundiária brasileira. Portanto, faz-se necessário pensar em ações ou mecanismos que permitam que a recuperação de pastagens degradadas seja feita de forma economicamente viável e socialmente justa.

Cabe pontuar que a recuperação de pastagens e a intensificação da pecuária não são as únicas forças capazes de levar à concentração fundiária e à transformação do campo no caminho da comoditização. Uma delas se dá pela substituição de pastagens pela cultura da soja, tendência muito observada no Brasil. Assim, para evitar que o crédito subsidiado não seja mais um elemento que favoreça esse movimento, é necessário

promover a capacidade dos produtores de menor porte em permanecerem nas suas propriedades, o que implica uma maior articulação de instrumentos de apoio que vão além do crédito, como o Bolsa Verde e outros instrumentos da rede de segurança alimentar, de saúde e de educação no meio rural, além do fortalecimento de instrumentos de comando e controle (para cumprimento da Lei de Proteção da Vegetação Nativa) e de uma política embasada em planejamento territorial em escala nacional, para evitar que a comoditização avance sobre áreas de agricultura de menor escala, produtoras de alimentos.

Por último, é preciso que o Plano ABC+ considere medidas de adaptação climática voltadas especialmente a produtores rurais menos capitalizados. Esse é um paradigma fundamental a ser enfrentado, inclusive para garantir que a meta de recuperação de 30 milhões de hectares de pastagens degradadas ou em degradação até 2030 seja atingida. Produtores mais fragilizados terão menos resiliência frente às mudanças climáticas, alimentando o processo de acirramento das desigualdades no campo.

Destaque

- Adotar políticas públicas complementares que visem à melhora da qualificação dos trabalhadores que atuam na atividade pecuária, contribuindo para que permaneçam no mercado de trabalho e com melhor remuneração.
- Caso não seja possível manter esses trabalhadores na atividade pecuária, avaliar a implementação de políticas de realocação para outros setores da economia, preferencialmente no campo, minimizando os efeitos negativos da migração para as zonas urbanas.
- Adotar outras políticas sociais para minimizar as possíveis desigualdades no campo decorrentes da intensificação da pecuária pela RPD, como as políticas de segurança alimentar e nutricional. Parte do retorno positivo oriundo do investimento no próprio Plano ABC+ pode ser alocado em políticas para mitigar essas desigualdades.
- Implementar instrumentos que inibam o efeito rebote da RPD, como os de comando e controle (como Código Florestal, PPCDam e PPCerrado, mencionados na Proposta 4).
- Adotar medidas de adaptação às mudanças climáticas voltadas a produtores rurais mais vulneráveis e descapitalizados, de modo a reduzir as desigualdades.

4.4 Proposta 4: garantir uma boa governança e coordenar políticas intersetoriais

Uma instância fundamental para a implementação das metas do Plano ABC+ são os grupos gestores estaduais (GGE), colegiados formados por diversas instituições ligadas ao setor agropecuário responsáveis pela elaboração e execução dos respectivos Planos de Ação Estadual (PAE).

A abordagem na escala estadual permite customizar a execução do Plano às diferentes realidades e cenários de cada unidade federativa. Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em 2023, apenas dez estados possuíam grupos gestores, e somente oito planos haviam sido elaborados. Um primeiro passo seria garantir recursos (humanos, financeiros, materiais etc.) para o fomento da continuidade ou reativação dos grupos nos estados (Quadro 2). De acordo com o MAPA, o custo estimado do orçamento para o Plano ABC+, incluindo ações de fomento, articulação, comunicação, reuniões com estados, apoio à pesquisa e consultorias é de R\$ 17,5 milhões até 2030, sendo 2,5 milhões (dois milhões e quinhentos mil reais) por ano, orçamento ainda limitado, portanto, para as ações nos estados.

Quadro 2. Planejamento do MAPA para reativação dos GGEs, efetivação da participação dos estados no Plano ABC+ e implementação do Plano de Ação Estadual (PAE) nos estados

nº	Descrição	Ano			
		2023	2024	2025	2026
1	Grupos Gestores Estaduais (GGEs)	10	20	25	27
2	Planos de Ação Estaduais (PAEs)	8	14	20	25

Fonte: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/agricultura-de-baixa-emissao-de-carbono/resultados-e-levantamentos>. Acesso em: 7 dez. 2023.

A governança do Plano ABC+ também pode ser aprimorada conciliando-a a outras políticas e programas. Como mencionado anteriormente, é fundamental que haja uma coordenação entre as metas de mitigação de gases de efeito estufa na pecuária brasileira por meio da RPD e da AIP com a agenda de combate às desigualdades e promoção de inclusão social.

Outra área que poderia se beneficiar de melhor integração é a ambiental. Poderia haver uma melhoria no cumprimento do objetivo de redução de emissões e adaptação às mudanças climáticas caso haja integração do Plano ABC+ com outras políticas já existentes no Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), como o Plano

de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (PPCerrado) e o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima. Cabe, ainda, ressaltar que a AIP, preconizada no Plano ABC+, estimula a regularização ambiental das propriedades rurais, o que implica o cumprimento da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei n.º 12.651/2012, conhecida como Novo Código Florestal). Outros sistemas integrados, como a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e sistemas agroflorestais (SAF), são SPS_{ABC} que podem ser implantados como parte da recuperação da reserva legal das propriedades.

O presente estudo indicou que seria possível, com a recuperação dos 30 milhões de hectares de pastagens degradadas, observar, em alguns estados (Amapá, Ceará, Distrito Federal, Mato Grosso, Piauí, Paraná e Rio de Janeiro), um efeito “rebote”, isto é, a intensificação da pecuária. Em vez de “poupar terras”, acarretaria busca por novas terras para produção, aumentando o desmatamento. Contudo, esse resultado considera apenas o efeito isolado da aplicação do Plano ABC+, evidenciando a necessidade de fortalecer órgãos e medidas de comando e controle para combater o desmatamento nos diferentes biomas brasileiros. Além disso, o estudo mostra a importância da aplicação do Plano ABC+ em todo o território brasileiro, não apenas em algumas localidades, de modo a minimizar o efeito rebote. Por sua vez, o estudo também mostra que, em diversos estados, apesar de haver aumento da cobertura de vegetação nativa com a aplicação da política, isso não implicaria a melhoria dos indicadores de qualidade de *habitats* (como tamanho e área *core* de fragmentos e conectividade funcional), o que requer atenção quanto ao planejamento de áreas prioritárias para restauração da vegetação nativa que leve em conta o estabelecimento de corredores ecológicos e de configurações dos fragmentos favoráveis à manutenção da biodiversidade.

Além de mecanismos de comando e controle, merecem destaque mecanismos econômicos que valorizem a manutenção da vegetação nativa nas propriedades rurais, aliados a boas práticas agrícolas. A certificação agrícola é uma delas (com diversos selos atualmente disponíveis), assim como linhas de créditos atreladas à emissão de *green bonds*, instrumentos financeiros emitidos com o objetivo específico de financiar projetos ou atividades que tenham um impacto positivo no meio ambiente. Outro exemplo é o Certificado de Recebíveis do Agronegócio Verde (CPR Verde), instrumento financeiro que tem como objetivo viabilizar o financiamento de atividades agrícolas sustentáveis e

ambientalmente responsáveis. Mecanismos como mercado de carbono e pagamento por serviços ambientais (PSA) também devem evoluir para que se tornem alternativas viáveis aos produtores. O presente estudo mostrou que a implementação da política gera, em termos de serviços ambientais, benefícios diretos (via sequestro de carbono no solo em pastagens recuperadas) e indiretos (via sequestro de carbono e retenção de sedimentos advindos do processo erosivo pela vegetação nativa, que seria mantida devido ao desmatamento evitado), que poderiam ser contabilizados, resultando em retorno financeiro para o produtor e contribuindo para o bem-estar humano.

Por sua vez, outro programa do Governo Federal que poderia ser planejado anualmente em consonância com as metas do Plano ABC+ é o Plano Safra, que visa apoiar o setor agropecuário, oferecendo linhas de crédito, incentivos e políticas agrícolas para os produtores rurais. Um estudo publicado em 2020 demonstrou que apenas 2% do Plano Safra era destinado à agricultura de baixa emissão de carbono, indicando que há um enorme potencial para que os investimentos direcionados à agricultura brasileira sejam descarbonizados²⁹.

As instituições de pesquisa também podem estar mais envolvidas na agenda da agricultura de baixa emissão de carbono. Larcher (2016) menciona que a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), as universidades e outras entidades de pesquisa foram instituições fundamentais para a geração de pesquisas relevantes para a disseminação do Plano ABC (2010-2020) no Brasil. Da mesma forma, é possível extrapolar essa consideração para o Plano ABC+ e considerar formas de aproximá-lo das instituições de pesquisa que podem colaborar tanto com a adequação dos sistemas produtivos às realidades locais e aos diferentes perfis de produtores quanto na avaliação e no monitoramento dos impactos do Plano ABC+.

A disseminação do Plano ABC+, no que tange à recuperação de pastagens, deve enfrentar, simultaneamente, as barreiras técnicas, financeiras, socioeconômicas, demográficas e de coordenação institucional. A vasta cesta de políticas públicas, perfis dos produtores e das propriedades rurais, características regionais e aspectos de mercado materializam a necessidade de governanças federal, estadual e municipal. Além de programas executados individualmente, é crucial que haja uma implementação de forma

²⁹ FONTES, C.; LEITE, M. Só 2% do Plano Safra vão para agricultura de baixo carbono, critica pesquisador Eduardo Assad. *Folha de S.Paulo*, 28 jun. 2022. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2022/06/so-2-do-plano-safra-vaopara-agricultura-de-baixo-carbono-critica-pesquisador-eduardo-assad.shtml>. Acesso em: 18 dez. 2023.

coordenada com outras políticas e agendas que colaborem com a agricultura de baixa emissão de carbono e que superem as dificuldades de ATER, crédito e financiamento, que apoiem a agricultura familiar e fortaleçam a governança. Uma opção de organização seriam os arranjos territorializados, que aproveitam espaços de governança nas diferentes esferas de governo e possibilitam desenhar a execução de acordo com cada realidade local (como a escala municipal).

Fortalecer a rede prestadora de serviços de ATER pública estadual, de modo a coordenar a ATER oferecida em âmbito municipal, como mencionado na Proposta 1, é uma possibilidade para concretizar esses arranjos em âmbito público. Outra possibilidade, que pode caminhar concomitantemente a outras, é o estabelecimento de parcerias com a iniciativa privada dentro da cadeia da pecuária bovina, a fim de aprimorar a capacitação no manejo de pastagens e do rebanho. Isso permitiria gerir de forma mais eficiente potenciais externalidades econômicas, sociais e ambientais, ao mesmo tempo em que potencializaria os ganhos da RPD.

Destaque

- Garantir recursos humanos, financeiros e materiais para o fomento da continuidade ou reativação dos grupos gestores estaduais.
- Integrar o Plano ABC+ a outras políticas de combate à desigualdade, de promoção de inclusão social, de controle do desmatamento, de conservação da biodiversidade, de mecanismos de comando e controle e de mecanismos econômicos de valorização da abordagem integrada da paisagem (por exemplo: certificação agrícola, linhas de créditos atreladas à emissão de *green bonds*, Certificado de Recebíveis do Agronegócio Verde, mercado de carbono e pagamento por serviços ambientais).
- Especificamente em relação à agenda ambiental, a integração do Plano ABC+ com outras políticas já existentes no Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, como o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) e o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (PPCerrado), podem auxiliar o cumprimento do objetivo de redução de emissões e adaptação às mudanças climáticas. Cabe, ainda, ressaltar que a abordagem integrada da paisagem, preconizada no Plano ABC+, estimula a regularização ambiental das propriedades rurais, o que implica o cumprimento da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei n.º 12.651/2012, conhecida como Novo Código Florestal). Outros sistemas integrados, como a integração lavoura-pecuária-

floresta e sistemas agroflorestais, são SPS_{ABC} que podem ser implantados como parte da recuperação da reserva legal das propriedades.

- Planejamento de áreas prioritárias para restauração da vegetação nativa que leve em conta o estabelecimento de corredores ecológicos e de configurações dos fragmentos favoráveis à manutenção da biodiversidade.
- Planejar o Plano Safra, programa do Governo Federal que visa apoiar o setor agropecuário, em consonância com as metas do Plano ABC+, oferecendo linhas de crédito, incentivos e políticas agrícolas para os produtores rurais. Um estudo publicado em 2020³⁰ demonstrou que apenas 2% do Plano Safra era destinado à agricultura de baixa emissão de carbono, indicando que há um enorme potencial para que os investimentos direcionados à agricultura brasileira sejam descarbonizados.
- Organizar arranjos territorializados que aproveitem espaços de governança nas diferentes esferas de governo, bem como estabelecer parcerias público-privadas para gerir de forma mais eficiente potenciais externalidades econômicas, sociais e ambientais da RPD, potencializando os ganhos com a implementação da política.

³⁰ Idem nota de rodapé 29.

REFERÊNCIAS

- BANKS-LEITE, C. *et al.* Using ecological thresholds to evaluate the costs and benefits of set-asides in a biodiversity hotspot. *Science*, v. 345, n. 6200, p. 1041-1045, 2014.
- BORRELLI, P. *et al.* An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion. *Nature Communications*, v. 8, n. 1, dez. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-017-02142-7>. Acesso em: 5 dez. 2023.
- BORRELLI, P. *et al.* High-resolution global estimates of present and future soil displacement in croplands by water erosion. *Scientific Data*, v. 9, p. 406, jul. 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s41597-022-01489-x>. Acesso em: 5 dez. 2023.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. *Terceira comunicação nacional do Brasil à convenção-quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima*. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2016. Disponível em: https://repositorio.mcti.gov.br/bitstream/mctic/4312/1/2016_terceira_comunicacao_nacional_brasil_convencao_quadro_nacoes_unidas_sobre_mudanca_clima_sumario_executivo.pdf. Acesso em: 5 dez. 2023.
- CARNEIRO, R. S. G. S.; DUARTE, J. F. S. *Análise de vulnerabilidade erosiva no município de Paragominas-PA*. [s.l.]: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2017.
- CURTIN, C. G.; TABOR, G. M. Large landscape conservation: addressing the realities of scale and complexity. *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*, 2016.
- DINIZ, T. B. Impactos econômicos e regionais dos investimentos em geração de energia elétrica no Brasil. 2019. Tese (doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2019. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-22072019-100002/publico/Tiago_Barbosa_Diniz_versao_revisada.pdf. Acesso em: 5 dez. 2023.
- DUARTE, P. M. *et al.* Integração lavoura-pecuária (iLP): uma revisão literária. *Uniciências*, v. 22, n. 2, p. 106-108, dez. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17921/1415-5141.2018v22n2p106-109>. Acesso em: 5 dez. 2023.
- FERRARINI, A. D. S. F.; FERREIRA FILHO, J. B. S. Demanda por uso de água (consumo) na agricultura irrigada nos estados do Nordeste para 2025. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 51, n. 4, p. 67-84, 2020.
- FERRAZ, G. *et al.* Rates of species loss from Amazonian forest fragments. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 100, n. 24, p. 14069-14073, 2003.
- FERREIRA FILHO, J. B. S.; HORRIDGE, M. J. The doha development agenda and Brazil: distributional impacts. *Review of Agricultural Economics*, v. 28, n. 3, p. 362-369, 2006b.
- FERREIRA FILHO, J. B. S.; HORRIDGE, M. J. Economic integration, poverty and regional inequality in Brazil. *Revista Brasileira de Economia*, v. 60, n. 4, p. 363-387, dez. 2006a.
- FERREIRA FILHO, J. B. S.; HORRIDGE, M. Reductions in land use change and agriculture GHG emissions in Brazil: the Brazilian commitment to COP21. In: ANNUAL CONFERENCE ON GLOBAL ECONOMIC ANALYSIS, 19., 2016, Washington D.C. *Anais [...]*. Washington D.C.: GTAP, 2016.
- FLETCHER, R.; FORTIN, M. *Spatial ecology and conservation modeling*. Gewerbestrasse: Springer, 2018.
- FREITAS, F. L. M. *et al.* Nota técnica: malha fundiária do Brasil, v. 1812. In: ATLAS – a geografia da agropecuária brasileira. [s.l.]: Imaflora; Geolab, 2018. Disponível em:

- https://www.imaflora.org/public/media/biblioteca/1594237486-imaflora_atlasagropecuario_documentacao_malhafundiaria_v1812.pdf. Acesso em: 5 dez. 2023.
- GAMA, J. R. N. F. *et al.* Solos do estado do Pará. In: BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S.; VIEGAS, I. J. M. (eds.). *Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará*. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2020.
- GODOI, R. F. *et al.* High-resolution soil erodibility map of Brazil. *Science of The Total Environment*, v. 781, n. 2, mar. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146673>. Acesso em: 5 dez. 2023.
- HANUSCH, M. *et al.* Economic growth and land use. In: HANUSCH, M. (ed.). *A balancing act for Brazil's Amazonian states: an economic memorandum*. Washington D.C.: The World Bank, 2023. p. 87-136.
- HARPER, K. A. *et al.* Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology*, v. 19, n. 3, p. 768-782, jun. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00045.x>. Acesso em: 5 dez. 2023.
- IBARRA, G. *et al.* People and livelihoods in Amazonia. In: HANUSCH, M. (ed.). *A balancing act for Brazil's Amazonian states: an economic memorandum*. Washington D.C.: The World Bank, 2023. p. 45-86.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção agrícola municipal. 2018a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 5 dez. 2023.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção da extração vegetal e da silvicultura. 2018b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/quadros/brasil/2018>. Acesso em: 5 dez. 2023.
- KICHEL, A. N. *et al.* Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF): experiência no Brasil. *Boletim de Indústria Animal*, v. 71, n. 1, p. 94-105, 2014.
- LABORATÓRIO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS E GEOPROCESSAMENTO. Atlas das pastagens. 2023. Disponível em: <https://atlasdaspastagens.ufg.br/>. Acesso em: 5 dez. 2023.
- LAPOLA, D. M. *et al.* The drivers and impacts of Amazon forest degradation. *Science*, v. 379, n. 6630, jan. 2023.
- LARCHER, T. P. A. O. Construção de um modelo lógico do Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) como uma proposta de avaliação. 2016. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
- MAGIOLI, M. *et al.* Thresholds in the relationship between functional diversity and patch size for mammals in the Brazilian Atlantic Forest. *Animal Conservation*, v. 18, n. 6., p. 499-511, 2015.
- METZGER, J. P. Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. In: CULLEN JR., L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PÁDUA, C. *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Curitiba: UFPR, 2003.
- MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 10, n. 2, p.58-62, fev. 1995.
- OTSUKI, T. Nonparametric measurement of the overall shift in the technology frontier: an application to multiple-output agricultural production data in the Brazilian Amazon. *Empirical Economics*, v. 44, n. 3, p. 1455-1475, abr. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00181-012-0582-4>. Acesso em: 8 dez. 2023.

- PANAGOS, P. *et al.* Global rainfall erosivity assessment based on high-temporal resolution rainfall records. *Scientific Reports*, v. 7, n. 1, jun. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-04282-8>. Acesso em: 8 dez. 2023.
- PANAGOS, P.; BORRELLI, P.; MEUSBURGER, K. A new European slope length and steepness factor (LS-Factor) for modeling soil erosion by water. *Geosciences*, v. 5, n. 2, p. 117-126, abr. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/geosciences5020117>. Acesso em: 8 dez. 2023.
- PEREIRA, D. N. *et al.* Diagnóstico e recuperação de áreas de pastagens degradadas. *Revista Agrogeoambiental*, Pouso Alegre, Edição Especial n. 1, p. 49-53, jul. 2013.
- PIRES, M. M. *et al.* Terrestrial food web complexity in Amazonian forests decays with habitat loss. *Current Biology*, v. 33, n. 2, p. 389-396, 2023.
- QUEIROZ, P.; SILVA, F.; FULGINITI, L. E. How did technical change affect land use in Brazilian agriculture? *In: 2018 ANNUAL MEETING, 2018, Washington D.C. Anais [...] Washington D.C.: Agricultural and Applied Economics Association, 2018.*
- RIVA, F.; NIELSEN, S. E. Six key steps for functional landscape analyses of habitat change. *Landscape Ecology*, v. 35, p. 1495-1504, jun. 2020.
- SANTOS, J. A. D.; FERREIRA FILHO, J. B. D. S. *Substituição de combustíveis fósseis por etanol e biodiesel no Brasil e seus impactos econômicos: uma avaliação do Plano Nacional de Energia 2030*. [s.l.]: IPEA, 2017.
- SPOLADOR, H.; ROE, T. The agriculture TFP growth and labor allocation in the Brazilian economy. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF AGRICULTURAL ECONOMISTS, 30., 2018, Vancouver. Anais [...]. Washington D.C.: Research in Agricultural and Applied Economics, 2018.*
- TANURE, T. M. P.; PORSSSE, A. A.; DOMINGUES, E. P. Política industrial verde no Brasil: impactos econômicos de opções de mitigação de gases de efeito estufa-uma análise através de equilíbrio geral computável (EGC). *In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA (ANPEC), 49., 2021, [s.l.]. Anais eletrônicos [...]. [s.l.]: Associação Nacional dos Centros de Pós-graduação em Economia, 2018.*
- THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY (TEEB). TEEB for Agriculture & Food: Scientific and Economic Foundations. Geneva: UN Environment, 2018. Disponível em: https://teebweb.org/wp-content/uploads/2018/11/Foundations_Report_Final_October.pdf. Acesso em: 19 dez. 2023.
- THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY (TEEB). A economia dos ecossistemas e da biodiversidade: integrando a economia da natureza: uma síntese da abordagem, conclusões e recomendações do TEEB. [s.l.]: TEEB, 2010.
- TURNER, M. G.; GARDNER, R. H.; O'NEILL, R. V. *Landscape ecology in theory and practice*. 2. ed. Nova York: Springer, 2015.
- UNITED NATIONS UNIVERSITY – INTERNATIONAL HUMAN DIMENSIONS PROGRAMME (UNU-IHDP); UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). Inclusive wealth report 2014: measuring progress toward sustainability: summary for decision-makers. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.
- VASCONCELLOS, M. A. S. *Economia: micro e macro*. 6. ed. Barueri: Grupo GEN, 2015.
- VICTORIA, D. C. *et al.* Water demand prospects for irrigation in the São Francisco River: Brazilian public policy. *Water Policy*, v. 22, n. 3, p. 449-467, abr. 2020.
- VILELA, L. *et al.* Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 46, n. 10, out. 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000003>. Acesso em: 8 dez. 2023.

- VILLORIA, N. B.; BYERLEE, D.; STEVENSON, J. The effects of agricultural technological progress on deforestation: what do we really know? *Applied Economic Perspectives and Policy*, v. 36, n. 2, p. 211-237, maio 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/AEPP/PPU005>. Acesso em: 8 dez. 2023.
- VISCHI-FILHO, O. J.; LEME, J. E. C.; CHAIM, M. J. Utilização de fotos digitais na avaliação da recuperação de solo degradado sob pastagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. *Anais [...]*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.
- YAMAZAKI, D. *et al.* MERIT Hydro: a high-resolution global hydrography map based on latest topography dataset. *Water Resources Research*, v. 55, n. 6, p. 5053-5073, maio 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/2019WR024873>. Acesso em: 8 dez. 2023.
- ZIMMER, A. H. *et al.* *Degradação, recuperação e renovação de pastagens*. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2012.

APÊNDICE

Tabela 30. Resultados do modelo. Impacto no trabalho nos setores agrícolas – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030

Agricultura	CEN1	CEN2	
	(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)	(var. em relação à linha de base)
OCC1	-2,24	0,73	-1,53
OCC2	-3,18	2,19	-1,06
OCC3	-2,88	4,51	1,50
OCC4	-2,86	4,69	1,69
OCC5	-3,13	4,62	1,35
OCC6	-3,34	4,06	0,58
OCC7	-3,54	4,20	0,51
OCC8	-3,70	3,25	-0,57
OCC9	-3,71	3,44	-0,41
OCC10	-3,95	4,05	-0,05

Fonte: elaboração própria.

Tabela 31. Resultados do modelo. Impacto no salário real nos setores agrícolas – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030

Agricultura	CEN1	CEN2	
	(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)	(var. em relação à linha de base)
OCC1	0,13	-0,08	0,05
OCC2	1,63	0,10	1,74
OCC3	1,45	1,93	3,40
OCC4	1,67	3,93	5,67
OCC5	2,40	3,91	6,41
OCC6	2,88	3,00	5,96
OCC7	3,21	2,60	5,90
OCC8	3,48	1,97	5,52
OCC9	3,43	1,79	5,28
OCC10	3,76	1,82	5,65

Fonte: elaboração própria.

Tabela 32. Resultados do modelo. Impacto no trabalho nos setores da pecuária bovina – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030

Pecuária bovina	CEN1	CEN2	
	(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)	(var. em relação à linha de base)
OCC1	-9,99	-1,54	-11,38
OCC2	-10,88	-1,83	-12,52
OCC3	-10,29	-2,81	-12,81
OCC4	-9,76	-3,35	-12,78
OCC5	-10,02	-3,14	-12,84
OCC6	-9,87	-2,86	-12,45
OCC7	-9,79	-3,05	-12,54
OCC8	-10,12	-2,80	-12,64
OCC9	-10,04	-3,02	-12,75
OCC10	-10,38	-2,95	-13,02

Fonte: elaboração própria.

Tabela 33. Resultados do modelo. Impacto no salário real nos setores da pecuária bovina – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030

Pecuária bovina	CEN1	CEN2	
	(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)	(var. em relação à linha de base)
OCC1	-0,62	0,01	-0,62
OCC2	1,47	0,18	1,66
OCC3	1,33	2,12	3,48
OCC4	1,84	3,55	5,46
OCC5	2,51	3,15	5,75
OCC6	2,95	2,40	5,41
OCC7	3,20	2,65	5,93
OCC8	3,57	2,04	5,68
OCC9	3,36	2,15	5,58
OCC10	3,30	2,29	5,67

Fonte: elaboração própria.

Tabela 34. Resultados do modelo. Impacto no trabalho nos setores de carnes – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030

Carnes	CEN1		CEN2	
	(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)	(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)
OCC1	15,02	-0,92	13,97	
OCC2	17,82	-1,04	16,60	
OCC3	19,45	-1,58	17,55	
OCC4	19,11	-1,61	17,19	
OCC5	18,81	-1,64	16,86	
OCC6	18,70	-1,59	16,81	
OCC7	18,35	-1,57	16,50	
OCC8	17,90	-1,51	16,12	
OCC9	17,83	-1,56	15,98	
OCC10	18,57	-1,55	16,73	

Fonte: elaboração própria.

Tabela 35. Resultados do modelo. Impacto no salário real nos setores de carnes – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030

Carnes	CEN1		CEN2	
	(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)	(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)
OCC1	1,47	0,06	1,53	
OCC2	2,10	0,09	2,19	
OCC3	2,01	1,01	3,04	
OCC4	2,56	1,36	3,96	
OCC5	3,52	1,35	4,92	
OCC6	3,99	1,16	5,20	
OCC7	4,15	1,19	5,39	
OCC8	4,38	1,01	5,44	
OCC9	4,41	1,03	5,49	
OCC10	4,75	1,16	5,97	

Fonte: elaboração própria.

Tabela 36. Resultados do modelo. Impacto no trabalho em outras agroindústrias – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030

Outras agroindústrias	CEN1	CEN2	
	(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)	(var. em relação à linha de base)
OCC1	-3,54	-1,27	-4,76
OCC2	-4,45	-1,41	-5,80
OCC3	-4,35	-1,62	-5,90
OCC4	-4,23	-1,59	-5,75
OCC5	-4,40	-1,53	-5,86
OCC6	-4,51	-1,47	-5,91
OCC7	-4,52	-1,45	-5,90
OCC8	-4,43	-1,37	-5,73
OCC9	-4,42	-1,37	-5,73
OCC10	-4,32	-1,26	-5,53

Fonte: elaboração própria.

Tabela 37. Resultados do modelo. Impacto no salário real em outras agroindústrias – CEN1 e CEN2. Variação % acumulada em 2030

Outras agroindústrias	CEN1	CEN2	
	(var. em relação à linha de base)	(var. em relação ao CEN1)	(var. em relação à linha de base)
OCC1	0,42	0,04	0,46
OCC2	1,43	0,09	1,51
OCC3	1,79	0,80	2,61
OCC4	2,23	0,98	3,23
OCC5	2,89	0,88	3,79
OCC6	3,27	0,76	4,05
OCC7	3,27	0,73	4,03
OCC8	3,32	0,65	4,00
OCC9	3,32	0,65	3,99
OCC10	2,96	0,59	3,56

Fonte: elaboração própria.

ANEXO

Tabela apresentada no Relatório 2.

Tabela 1. Pastagens degradadas, meta de RPD para 2030 e choque de produtividade de 2021

Regiões TERM	Pastagens degradadas em 2020 (Mha)	Pastagens degradadas em 2020 (%)	Meta de RPD 2030 (Mha)	Choque de produtividade médio anual (%)
Rondonia	4,7	4,6	1,4	3,9
AmazACRR	1,3	1,3	0,4	1,5
ParaAP	8,3	8,1	2,4	2,7
PiBa	12,5	12,2	3,6	3,2
MaTo	7,0	6,8	2,1	3,0
RNordeste	6,9	6,7	2,0	3,8
MinasG	13,9	13,6	4,1	2,6
SaoPaulo	3,6	3,5	1,0	4,3
RSudeste	2,5	2,4	0,7	3,7
Parana	1,5	1,4	0,4	2,2
RSul	4,4	4,3	1,3	3,3
MtGrSul	12,0	11,7	3,5	4,9
MtGrosso	15,2	14,7	4,4	3,7
GoiasDF	9,0	8,7	2,6	3,2
Brasil	102,8	100,0	30,0	3,5

Fonte: Elaboração própria. *Em negrito, regiões total ou parcialmente inseridas na Amazônia Legal.