

Relatório Técnico para Embasamento de Ação Civil Pública

Consultor: Dr. Carlos Afonso Nobre



São José dos Campos, SP

24 de Setembro de 2020

Lista de Siglas

ABC	Agricultura de Baixo Carbono
ABIOVE	Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais
AFOLU	Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo
ALC	América Latina e Caribe
ALS	Varredura de Laser Aerotransportada
ANEC	Associação Nacional dos Exportadores de Cereais
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CCST	Centro de Ciência do Sistema Terrestre
CRA	Centro Regional da Amazônia
DETER	Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real
EBA	Estimando Biomassa na Amazônia
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENSO	Oscilação Sul El Niño
ET	Evapotranspiração
FLONA	Floresta Nacional
FUNAI	A Fundação Nacional do Índio
GEE	Gases de Efeito Estufa
GLO	Garantia da Lei e da Ordem
GTE	Grupo Técnico Especializado
GWP	Potencial de Aquecimento Global
IAM	Modelos de Avaliação Integrada
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
ILPF	Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
IMAZON	Instituto do Homem e do Meio Ambiente da Amazônia
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	Painel Internacional de Mudanças Climáticas
LCA	Laboratório Criativo da Amazônia
LiDAR	Detecção de Luz e Alcance
LPVN	Lei de Proteção da Vegetação Nativa
LULUCF	Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MAS	Monitoramento Ambiental por Satélite no Bioma Amazônia
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MERCOSUL	Mercado Comum do Sul
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MUT	Mudanças de Uso e Cobertura da Terra
NDC	Contribuições Nacionalmente Determinadas
PADDD	Rebaixamento, Redução e Extinção de Status de Unidades de Conservação
PNMC	Plano Nacional de Mudanças Climáticas
PPCDAm	Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal
PPCerrado	Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado
PRA	Programa de Regularização Ambiental
PRODES	Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia
PRONAF	Programa Nacional da Agricultura Familiar
REDD+	Redução de Emissões do Desmatamento e da Degradação Florestal
SAD	Sistema de Alerta de Desmatamento
SAF	Sistemas Agroflorestais
SEEG	Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa
SICAFI	Sistema Integrado de Cadastro, Arrecadação e Fiscalização
SIRENE	Sistema de Registro Nacional de Emissões Legal por Satélite
TAC	Termo de Ajuste de Conduta

TI	Terra Indígena
UC	Unidade de Conservação
UHE	Usina Hidrelétrica

Conjunto de Perguntas e Respostas

1. Explique a relação entre florestas e mudanças climáticas, incluindo o funcionamento das florestas como sumidouro de carbono, as emissões de GEE causadas pelo desmatamento e qualquer outro aspecto que considere relevante.

De acordo com o Painel Internacional de Mudanças Climáticas (IPCC, do inglês *International Panel on Climate Change*), as mudanças climáticas são caracterizadas como mudanças no estado do clima que podem ser identificadas através de mudanças na média e/ou na variabilidade de suas propriedades (como temperatura e regimes de chuvas), que persistem por um longo período de tempo, geralmente décadas ou mais (IPCC, 2012). As mudanças climáticas passaram a receber visibilidade global a partir de meados do século passado, devido às evidências de intensificação de eventos climáticos extremos, como incêndios florestais e ondas de calor, de consequências desastrosas para os seres humanos em diferentes regiões do planeta (AHIMA, 2020; ARRIAGADA et al., 2020; HULME, 2020; MOSER, 2020). Na América Latina e no Caribe (ALC), por exemplo, registros mostram que a temperatura aumentou em torno de 1°C (LI et al., 2015; MAGRIN et al., 2007, 2014). Projeções de mudanças climáticas para essa região apontam para um aumento da temperatura em torno de 7°C até 2100 (MARENGO et al., 2012a). Climas mais secos vêm sendo registrados no oeste da América Central e no norte da América do Sul, abrangendo o norte do Brasil, sul do Peru, Chile, sudoeste da Argentina, Amazônia peruana e Andes (HAYLOCK et al., 2006; MAGRIN et al., 2014). Projeções também apontam para a intensificação de secas, ondas de calor e ciclones tropicais (REYER et al., 2017). Essas tendências climáticas representam um grande risco para os meios de subsistência humanos e as economias de países em diversas partes do mundo, que devem buscar planos de mitigação e adaptação aos seus efeitos (HERRON et al., 2014; MAGRIN et al., 2014).

Observações científicas, percepções locais e previsões de modelos indicam que mudanças climáticas graduais e extremas, em particular o aquecimento global, são geradas principalmente por emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) relacionadas a combustíveis fósseis, produção de energia e uso da terra (REBOITA et al., 2014; SALAZAR et al., 2015). As emissões mundiais atingiram 39,4 GtCO₂eq em 2014. Os países da ALC foram responsáveis por 12,4% (3,9 Gt) desse total (CAIT, 2017). Na ALC, as atividades com potencial para gerar emissões incluem a produção de

commodities agrícolas para exportação, mudança no uso da terra e os setores de silvicultura, energia e agricultura. Entre os países tropicais da ALC, as emissões de GEE do Brasil são as mais altas, atingindo 1.730 MtCO₂eq em 1990, e a máxima em 2004 (no pico do desmatamento na Amazônia) com 3.959 MtCO₂eq, em seguida diminuindo para 1.929 MtCO₂eq em 2018 (Dados SEEG. Acesso: 03-Jul-2020).

Estima-se que as florestas úmidas na ALC cubram 817 Mha (41%), a maioria na América do Sul (40%), incluindo as florestas de várzea da América Central, Bacia Amazônica, Guiana, a metade norte da Mata Atlântica, e florestas de chuva e nuvem encontradas nas encostas ocidentais dos Andes (EVA et al., 2004). As florestas tropicais úmidas desempenham um papel crucial na mitigação e adaptação às mudanças climáticas, mantendo as funções do ecossistema e garantindo serviços essenciais para a sobrevivência e o bem-estar humano, como regulamentação climática, refúgio para a biodiversidade e fornecimento de bens (BUSTAMANTE et al., 2016; MEIGS; KEETON, 2018; ZHU et al., 2020). Em escala global, as florestas tropicais da ALC contribuem para o equilíbrio dinâmico dos ciclos biogeoquímicos e hidrológicos, crítico para o sequestro e armazenamento de grandes quantidades de carbono da atmosfera e para a umidade em todo o continente da América do Sul (BRANDO et al., 2008; HOUGHTON et al., 2012). Em escalas locais e regionais, as florestas da ALC proporcionam conforto climático através do efeito de resfriamento (BAKER; SPRACKLEN, 2019; LI et al., 2015) e proporcionam maior resiliência a eventos climáticos extremos, atenuando episódios climáticos como extremos de altas temperaturas da superfície, secas e inundações (GALEANO et al., 2017; MARTIN; WATSON, 2016). As florestas tropicais da ALC removem grandes quantidades de dióxido de carbono da atmosfera (CO₂) ($1,2 \pm 0,4 \text{ Gt C.ano}^{-1}$) (PAN et al., 2011) e armazenam-no em sua biomassa vegetal, acima do solo e nas raízes e no solo. Os estoques de carbono nessa região representam ~ 49% do carbono total acima do solo nos trópicos, equivalente a cerca de 93 — 120 GtC (GIBBS et al., 2007; MALHI et al., 2006; SAATCHI et al., 2011) e 16,5 — 30 GtC abaixo do solo (FAO, 2015; GUEVARA et al., 2019).

A ALC abriga uma grande proporção de áreas protegidas, cuja maior porcentagem está no Brasil (56% do território), ao mesmo tempo em que apresenta as maiores taxas de desmatamento do mundo (HANSEN; STEHMAN; POTAPOV, 2010). Cerca de 24% da perda global de florestas entre 2000 e 2017 ocorreu na ALC,

totalizando 120 milhões de ha (HANSEN; STEHMAN; POTAPOV, 2010). Além das altas taxas de desmatamento, evidências têm apontado que grande parte da floresta na ALC já experimenta diferentes níveis de degradação florestal (ARMENTERAS et al., 2017). A degradação florestal consiste no desmatamento parcial da floresta, implicando na perda de diversidade e densidade de biomassa, afetando a capacidade da floresta de fornecer recursos naturais e comprometendo o funcionamento e capacidade de regeneração dos ecossistemas após distúrbios (GHAZOUL et al., 2015; HOUGHTON et al., 2012; SASAKI; PUTZ, 2009). Estima-se que aproximadamente 2,4 Mkm² de florestas tropicais na ALC estejam em um estado crítico de degradação (ARMENTERAS et al., 2017), sendo que nas áreas protegidas esse número excede 1 Mha (LEISHER et al., 2013). Na ALC, os impactos da mudança do uso da terra nas emissões de GEE estão em grande parte associados à conversão líquida de florestas para outros usos, particularmente culturas agrícolas e pecuária (ARMENTERAS et al., 2017; FAO, 2017). 24% das emissões globais atribuídas a mudanças de uso da terra (22% do total de emissões de 2007 a 2016) (IPCC, 2019) provêm de países da ALC (CAIT, 2017). A principal emissão líquida de carbono do desmatamento vem da queima de biomassa e da perda de carbono do solo (respiração heterotrófica) (VAN DER WERF et al., 2010). A conversão da floresta é seguida principalmente pela queima de biomassa, que pode representar 11-70% dos valores de emissões do desmatamento, liberados principalmente durante a estação seca austral (ARAGÃO et al., 2018; VAN DER WERF et al., 2010). O aumento das emissões de carbono das áreas florestais também tem sido relacionado à fragmentação florestal, através de um aumento na extensão das bordas das florestas vulneráveis a fontes de ignição e dispersão de incêndios (ARAGÃO et al., 2018; BRANDO et al., 2020).

Estima-se que uma média de $443,4 \times 10^6$ tC.ano⁻¹ foram perdidas pelo desmatamento e degradação na América do Sul e América Central entre 1990 e 2000. Esse valor aumentou para a média de $464,8 \times 10^6$ tC.ano⁻¹ entre 2000 e 2010 (ACHARD et al., 2014). Essa perda florestal aumentou a liberação de CO₂ na atmosfera para níveis superiores ao total sequestrado (perda = $516,0 \pm 69,5$; ganho = $191,2 \pm 18,2$; líquido $324,8 \pm 73,5$ Tg C.ano⁻¹) (BACCINI et al., 2012), convertendo a floresta de um sumidouro em uma fonte de CO₂ (GATTI et al., 2014; HOUGHTON et al., 2012; PEARSON et al., 2017).

Reduzir as emissões do desmatamento e da degradação florestal (REDD +) é considerado um custo relativamente baixo (SOARES-FILHO et al., 2016; STERN et al., 2006) e essencial para manter o aquecimento global abaixo de 1,5°C (IPCC, 2019). Além disso, a regeneração natural da floresta ou a restauração ativa de terras degradadas e improdutivas é uma solução ecológica e natural para enfrentar os desafios atuais e futuros das mudanças climáticas (REID et al., 2018). O potencial de restauração em quase 1 bilhão de hectares de áreas adequadas no mundo e em cerca de 17 milhões de hectares de terras improdutivas e degradadas na Amazônia brasileira oferece uma grande oportunidade para armazenar carbono (BRANCALION et al., 2019), além de agregar valor socioeconômico ao meio ambiente e à floresta permanente, incluindo manejo florestal sustentável (NOBRE, 2019). Na ALC, tais iniciativas foram desenvolvidas em zonas de floresta úmida tropical, focando na restauração, regeneração e diminuição da vulnerabilidade da comunidade às mudanças climáticas (COPPUS et al., 2019).

2. Explique a relação entre florestas e mudanças climáticas especificamente com relação à floresta Amazônica

Mudanças climáticas graduais e extremas têm sido registradas nas últimas décadas na Amazônia. A temperatura aumentou de 0,6–0,7°C nos últimos 40 anos (MARENGO et al., 2018) e temperaturas máximas mensais aumentaram de 0,04-0,06°C na maior parte da região amazônica (DA SILVA et al., 2019). Observações de longo prazo (últimos 20 anos) indicam que a atmosfera sobre a floresta amazônica está ficando mais seca, devido ao aquecimento global, queima de biomassa e mudanças no uso da terra (como a substituição de florestas para a pecuária), com uma redução da umidade produzida pela floresta, especialmente no sudeste da Amazônia, e eventos cada vez mais fortes de seca e incêndio (incluindo o noroeste da Amazônia) (BARKHORDARIAN et al., 2019). Além de eventos graduais associados ao aquecimento global, a Amazônia brasileira tem enfrentado secas historicamente intensas, como as registradas em 1906, 1912, 1926, 1964, 1986, 1992, 1998, 2005, 2010 e 2015 (NOBRE et al., 2016).

A Floresta Amazônica cumpre um papel chave na mitigação e adaptação às mudanças do clima, em especial no Brasil, em função de processos bioquímicos e biofísicos resultantes da interação entre a floresta e atmosfera. Os 5,3 milhões de km² de floresta amazônica funcionam como um grande sumidouro de carbono, armazenando em média 60 t.ha⁻¹ de carbono acima do solo, e sequestrando de 430 milhões a 2 gigatoneladas de carbono anualmente (BRIENEN et al., 2015). A absorção de grande quantidade de carbono pela floresta é responsável por reduzir as emissões líquidas do país com custos relativamente baixos (SOARES-FILHO et al., 2016) na região amazônica, onde 43% do território está sob algum status protegido (SOARES-FILHO et al., 2010). As áreas protegidas ou unidades de conservação, somadas aos territórios indígenas da Amazônia brasileira, detém 58% do estoque total de carbono da Amazônia e são responsáveis por uma proporção significativa do sequestro de carbono que ocorre em toda a região (SOARES-FILHO et al., 2010; WALKER et al., 2019).

As emissões de carbono nos trópicos são fortemente associadas ao desmatamento para conversão das florestas naturais em usos agrícolas. O Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE), com dados oficiais desenvolvidos pelo Ministério de Ciência e Tecnologia e Inovações (Decreto no 9.172 / 2017), indicou que entre 1994 e 2010 as mudanças de uso e cobertura da terra (MUT) no bioma Amazônia foram as principais responsáveis por cerca de 74% das emissões nacionais (resultados ainda em consulta pública, MCTI, 2019). Em termos percentuais, o desmatamento da Amazônia foi o

responsável por 25,7% do total das emissões de GEE anuais do país em 2018, e 59% das emissões por MUT.

Eventos climáticos extremos, como secas severas associadas ao El Niño, estão relacionadas ao aumento de incêndios florestais no sudeste da Amazônia e aumento da mortalidade de árvores e das emissões de GEE para a atmosfera (BRANDO et al., 2014). Embora em geral não sejam incluídas em inventários nacionais de emissão de carbono, emissões causadas por incêndios florestais colaboram de modo substancial para as emissões de GEE (ARAGÃO et al., 2018). Durante o ano de seca severa (ano de El Niño-Southern Oscillation — ENSO) em 1998, por exemplo, a área de floresta queimada por incêndios florestais ($3,9 \times 10^6$ ha) foi 13 vezes maior do que a área queimada durante o ano médio de precipitação ($0,2 \times 10^6$ ha) e duas vezes a área de desmatamento anual, resultando em um total de 0,049 a 0,329 Pg de biomassa arbórea morta (ALENCAR; NEPSTAD; DEL CARMEN VERA DIAZ, 2006). De modo semelhante, a incidência de queimadas durante a seca de 2015 foi aumentada em 36% em comparação com os 12 anos anteriores, resultando em emissões brutas de 989 ± 504 Tg $\text{CO}_2/\text{ano}^{-1}$ (ARAGÃO et al., 2018). Aerossóis produzidos por queima de biomassa no final da estação seca influenciam a formação da precipitação e podem atrasar a estação chuvosa na Amazônia (ANDREAE et al., 2015).

Além de combater o desmatamento, conservar as florestas naturais dentro de propriedades privadas e em Unidades de Conservação são de extrema importância para reduzir as emissões líquidas do país relativamente a custos baixos (SOARES-FILHO et al., 2016; STERN et al., 2006), devido a sua função como sumidouro de carbono (PHILLIPS et al., 2017). No período de 1990 a 2002, a remoção de carbono pela floresta somou 3 Gt CO_2eq , pouco mais de um terço da remoção dos 15 anos seguintes. Esta nova tendência fez com que o setor de mudança do uso da terra e floresta deixasse de ser o principal setor econômico responsável pelas emissões dos GEE líquido desde 2009 (316 Mt CO_2eq em 2018), dando lugar ao setor agropecuário como principal setor de emissão de GEE líquida no Brasil (492 Mt CO_2eq em 2018).

Além de seu papel na regulação do clima em escala global, a floresta amazônica tem um papel essencial na mitigação dos efeitos de mudanças do clima em escalas local e regional, por meio da produção de umidade e resfriamento da superfície terrestre. O serviço de reciclagem das chuvas e manutenção da produção de umidade pela floresta em períodos secos são importantes mecanismos que regulam a sazonalidade das chuvas. O bombeamento de enormes quantidades de água do solo pelas raízes de árvores da

Amazônia para a atmosfera ajuda a manter umidade do ar durante a estação seca do ano e a mitigar impactos de secas prolongadas associadas a anomalias climáticas, umedecendo, resfriando a superfície da terra, e controlando o regime de descarga de rios e o pulso de inundação (MARENGO et al., 2018; SORRIBAS et al., 2016). Este processo de reciclagem da precipitação garante de 35 a 80% da precipitação dentro da floresta (MARENGO et al., 2018), e cria condições para a entrada de umidade do Oceano Atlântico, desencadeando a estação chuvosa (FU et al., 2013b; WRIGHT et al., 2017). O desmatamento pode ampliar os impactos de extremos climáticos advindos de mudanças do clima, como modelados no leste da Amazônia, resultando em aquecimento de mais de 3°C, e redução em até 40% da precipitação de julho a novembro, causando um atraso no início da estação chuvosa de 0,12 a 0,17 dias para cada 1% de aumento do desmatamento (LEITE-FILHO; SOUSA PONTES; COSTA, 2019).

A interação do clima e da floresta Amazônica é, portanto, um mecanismo essencial de mitigação climática para o Planeta, mantendo um grande estoque de carbono na floresta e sequestrando carbono da atmosfera, ajudando a manter a temperatura abaixo de 2°C, e para o Brasil, amenizando os impactos do aquecimento global por meio do resfriamento da superfície da terra e produção de umidade.

3. De que forma é medido o desmatamento da Amazônia Legal pelo governo brasileiro e quais as instituições responsáveis por coletar e divulgar esses dados? Explique o que são os sistemas PRODES e DETER e comente sobre a idoneidade, qualidade técnica e grau de precisão dos dados obtidos através desses sistemas.

O desmatamento na Amazônia brasileira é monitorado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) desde o ano de 1988, através do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES). O INPE divulga anualmente a taxa de incremento de desmatamento na região, ou seja, a área desflorestada sem considerar o desmatamento dos anos anteriores. Essa taxa é calculada a partir da análise de imagens de satélites, considerando o período de 1 de agosto do ano anterior a 31 de julho do ano cujas taxas serão divulgadas (ano PRODES). Por exemplo, o cálculo da taxa de desmatamento para o ano de 2019 foi baseada em dados de desmatamento obtido entre 01/08/2018 e 31/07/2019.

O PRODES adota métodos de sensoriamento remoto para interpretar imagens do satélite americano LANDSAT-5TM e de outros satélites cujas imagens dão suporte à análise de desmatamento, como Landsat-8, SENTINEL-2 e CBERS-4, sendo este último resultado de parceria técnica entre Brasil e China (INPE/CRESDA)¹. Todas as imagens adotadas no processo de análise de desmatamento podem ser acessadas livremente no próprio site do INPE². A resolução espacial das imagens de satélite utilizadas pelo PRODES para calcular o desmatamento é de 20 a 30 metros, permitindo que o sistema monitore áreas com tamanho mínimo de 6,25 hectares com corte raso, ou seja, onde a vegetação foi completamente removida³. Para evitar que uma área desflorestada em anos anteriores seja contabilizada novamente, o PRODES adota uma “máscara” que corresponde a uma mancha espacial com as áreas desmatadas em anos anteriores. Desse modo, o PRODES calcula apenas o incremento de desmatamento a cada ano.

Merecem destaque outras iniciativas que vêm sendo criadas com o objetivo de monitorar o desmatamento na Amazônia: o Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD), do Instituto do Homem e do Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON) e o MapBiomass,

¹ <http://www.cbears.inpe.br/>

² <http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>

³

http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes/pdfs/Metodologia_Prodes_Deter_revisada.pdf

que é o resultado de uma parceria entre diversas instituições de pesquisa e universidades. Porém, o grande diferencial do PRODES é a fotointerpretação, que consiste na análise dos polígonos de desmatamento por especialistas e validação das análises das imagens de satélite a partir do trabalho de campo. Devido a todo esse rigor metodológico, o sistema PRODES fornece uma análise precisa do desmatamento da Amazônia, com uma estimativa de erro de apenas 5 a 6%, considerada baixíssima para esse tipo de análise.

Enquanto o PRODES fornece resultados anualmente, o Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER) fornece alertas diários de desmatamento que dão suporte às ações de fiscalização do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis — IBAMA. O DETER foi criado em 2004, como uma das principais medidas do Governo Federal para frear o desmatamento na Amazônia e melhorar os sistemas de fiscalização e punição aos infratores. Até 2015, o DETER emitia alertas de desmatamento de corte raso com áreas mínimas de 25 hectares. Porém, com o aprimoramento da metodologia e a disponibilização de imagens do satélite CBERS-4, o DETER não só reduziu sua área mínima analisada para 5 hectares, como também passou a disponibilizar informações importantes sobre degradação florestal, que consiste na retirada parcial da vegetação. O DETER classifica a degradação florestal em três categorias: corte seletivo, degradação decorrente de extração de madeira e incêndios florestais. A detecção de desmatamento captada pelo DETER corresponde a algo em torno de 60 a 70% do desmatamento mapeado pelo PRODES (ver figura 1). Assim como o PRODES, o DETER não leva em consideração o desmatamento registrado anteriormente.

No final de 2019, o DETER começou a ser aprimorado com a integração de imagens de satélite com maior resolução espacial, e imagens de radar, permitindo análises mais detalhadas do desmatamento. Chamado de DETER Intenso⁴, esse sistema vem sendo aplicado desde fevereiro de 2020 em regiões onde o desmatamento alcançou estado crítico, concentrando-se atualmente em cinco municípios amazônicos: Anapú e Novo Progresso no estado do Pará, Apuí no Amazonas, Candeias do Jamari e Extrema em Rondônia.

⁴ <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/deter>

Os dados de desmatamento, tanto os consolidados fornecidos pelo PRODES quanto os alertas fornecidos pelo DETER, são de acesso livre na estão acessíveis a qualquer pessoa, através da plataforma terrabrasilis⁵.

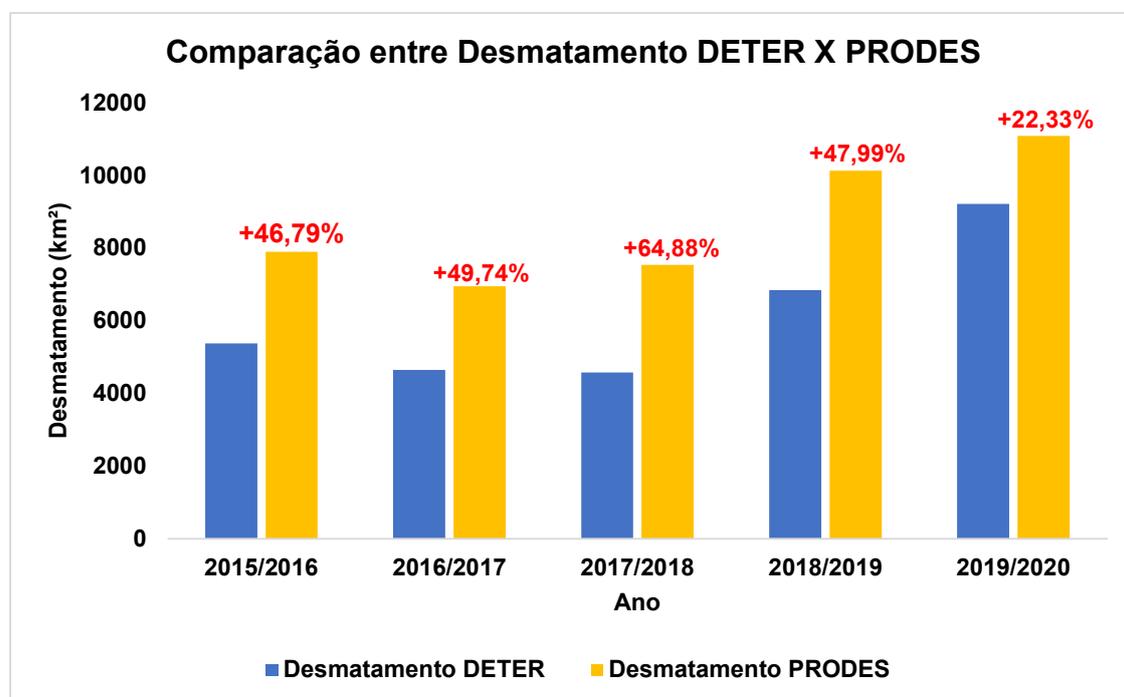


Figura 1: comparação entre os valores de desmatamento medidos pelos sistemas PRODES e DETER no período de 2015 a 2020. O ano de referência 2015/2016 é medido de agosto de 2015 a julho de 2016. Notem os valores consolidados pelo sistema PRODES sempre são maiores do que os do sistema DETER (% de diferença indicado em vermelho). Dados de desmatamento dos sistemas PRODES e DETER estão disponíveis em <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/>.

Em relação à idoneidade do sistema PRODES, é possível verificar que seus dados são amplamente utilizados pela comunidade científica. Até o dia 29 de junho de 2020, o sistema foi citado em 1.221 artigos científicos em 411 periódicos⁶, comprovando um alto grau de confiabilidade. Um artigo publicado por Rajão et al. (2017) reafirma a importância dos sistemas desenvolvidos pelo INPE, esclarecendo a abrangência, resolução, frequência e tipo de detecção desenvolvida por instituto e enfatizando a existência de sistemas complementares também desenvolvidos pelo INPE, como o DETER B - que mapeia incêndios, extração seletiva de madeira e degradação florestal - e o TerraClass - que faz uma análise das classes de uso da terra em áreas desmatadas na

⁵ <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/>

⁶ <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes/citacoes-ao-prodes>

Amazônia e no Cerrado. Adicionalmente, trabalho recente trouxe evidências sobre a qualidade do sistema. Ao comparar os dados do sistema PRODES com o do sistema Mapbiomas, Maurano e Escada (2019) identificaram que até 2017, os dados do Mapbiomas subestimaram o desmatamento em 36% em relação ao PRODES, isto é, o PRODES classificava as áreas como desmatadas, enquanto o Mapbiomas as classificava como floresta (MAURANO; ESCADA, 2019).

Em agosto de 2019, o sistema DETER foi duramente criticado pelo Governo Federal, especialmente pelo Presidente Jair Bolsonaro, devido ao aumento de 88% no desmatamento registrado pelo sistema DETER na Amazônia. A crítica aos resultados divulgados pelo INPE culminou na exoneração do diretor do instituto, Ricardo Galvão, que em dezembro do mesmo ano foi escolhido como um dos 10 cientistas “destaque do ano” pela revista Nature, a qual possui altíssimo prestígio na comunidade científica. No mesmo período, diversas reportagens trouxeram evidências da confiabilidade, importância e detalhes do funcionamento dos sistemas PRODES e DETER (G1, 2019a; GAZETAWEB, 2019; JOVEM PAN, 2019). Ressalta-se, novamente, que a função principal do sistema DETER é detectar o desmatamento e emitir um alerta em tempo real, e não medir a área desmatada. No entanto, em toda a série histórica desde seu início (2015), o sistema PRODES sempre confirmou suas tendências e, o que realmente ocorre, é que geralmente o sistema DETER tende a mostrar áreas menores de desmatamento devido a uma menor resolução espacial (G1, 2019b).

4. É correto afirmar que o principal emissor de GEE da economia brasileira é o desmatamento da Amazônia? Por quê? Comente com o auxílio de dados.

As emissões de carbono nos trópicos são fortemente associadas ao desmatamento para conversão das florestas naturais em usos agrícolas (FLEISCHER et al., 2019). Mais de 80% da expansão da agropecuária no Brasil entre 1990 a 2011 ocorreu na Amazônia e Cerrado (LAPOLA et al., 2014), que diretamente, através do desmatamento, ou indiretamente, através do manejo agrícola, resultou em altas taxas de emissão de gases do efeito estufa. Durante a conversão da floresta em áreas agrícolas, a queima de árvores após desmatamento e decomposição da biomassa florestal deixada no solo provoca a liberação de gás carbônico e outros gases do efeito estufa. No setor agropecuário, as emissões ocorrem majoritariamente devido à fermentação entérica do gado e manejo de solos agrícolas (BRASIL, 2015a).

Diferentemente do resto do mundo, a trajetória de emissões do Brasil, o 7º país maior emissor de gases de efeito estufa do mundo (2,9% do total mundial), ocorre principalmente em resposta às variações nas taxas de desmatamento causadas por mudanças no uso e manejo da terra (MUT), enquanto no restante do mundo há uma tendência geral de aumento nas emissões impulsionado pelo setor de energia (SEEG, 2018).

O Brasil emitiu um total de 63 bilhões de tCO₂eq (GWP) entre 1990 e 2018 (emissões brutas), sendo quase dois terços desse total (63%) gerados por mudanças de uso da terra (ANGELO; RITTL, 2019). A principal fonte de emissão do setor MUT é o desmatamento, representando 93% do total do setor para o período de 1990 a 2018 (SEEG, 2020). A trajetória das emissões no Brasil foi marcada por altos e baixos, com máximas de 2,8 GtCO₂eq em 1995 e 3,9 GtCO₂eq em 2004, sendo destes 75% (2 GtCO₂eq) e 77% (3 GtCO₂e) atribuídos a MUT, respectivamente; e a mínima histórica de emissão de 1,8 GtCO₂eq em 2012, sendo 41% (767 MtCO₂eq) atribuídos a MUT (Figura 2).

Em 2018, as emissões de 1,9 GtCO₂eq, embora não tenham sido as maiores desde 1990, representam um aumento de 1,4% em relação a 2017, acompanhando um aumento do desmatamento (Figura 3).

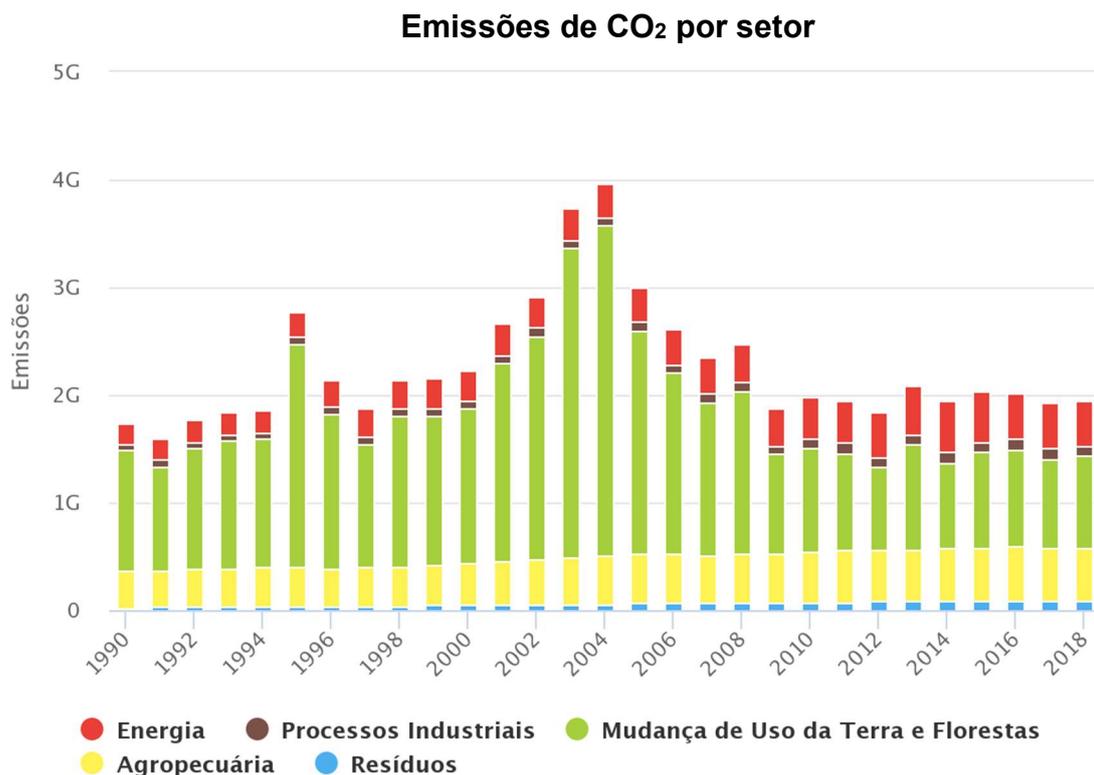


Figura 2: Emissões Brutas de Gases do Efeito Estufa (CO₂ e outros gases) em GtCO₂eq (GWP-100; IPCC AR5) de cinco setores da economia Brasileira conforme indicado na legenda, no período de 1990 a 2018 (Dados SEEG, <http://plataforma.seeg.eco.br/sectors/>).

Comparando as taxas de desmatamento na Amazônia de 1990 a 2016 com as emissões de GEE totais e por mudanças no uso da terra, nota-se o papel predominante do desmatamento na Amazônia sobre as taxas de emissão de GEE no Brasil (Figura 3). Os anos de maior desmatamento na Amazônia, entre 1995 e 2004, quando a taxa alcançou 28 mil km² a 29 mil km², respectivamente, foram associados às mais altas taxas de emissão do setor de Mudança do Uso da Terra (2,1 GtCO₂eq em 1995 e 3,1 GtCO₂eq em 2004). O declínio das taxas de desmatamento na Amazônia em 2012 para 4,6 mil km² resultaram em redução da emissão em 767 MtCO₂eq para o setor de MUT. O aumento das emissões brutas entre 2017 e 2018 mostrou forte relação com a alta na taxa de desmatamento na Amazônia, superior em 8,5% a do ano de 2017, elevando as emissões do bioma em 44,5 milhões de toneladas, embora este aumento tenha sido parcialmente compensado por uma queda de 10,9% no desmatamento do Cerrado (ANGELO; RITTL, 2019). De um total de 845 MtCO₂eq gerados em 2018 por mudanças de uso da terra, o desmatamento da Amazônia foi sozinho o responsável pela geração de 499 MtCO₂eq, mais que todo o setor de Agropecuária, que gerou, no mesmo período,

492 MtCO₂eq. Em termos percentuais, o desmatamento da Amazônia foi o responsável por 25,7% do total das emissões de GEE anuais do país em 2018, e 59% das emissões por MUT. Este valor foi 0,3% superior ao verificado em 2017 (ANGELO; RITTL, 2019).

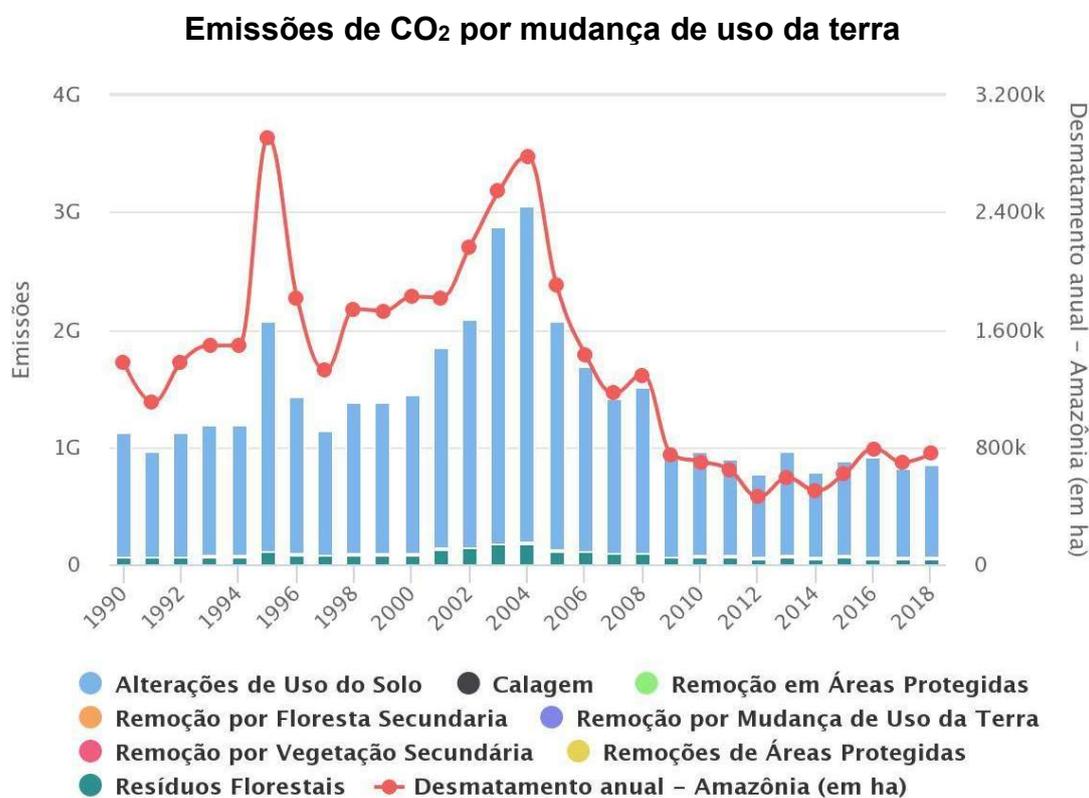


Figura 3: Emissões Brutas de Gases do Efeito Estufa (CO₂ e outros gases) em GtCO₂eq (GWP-100; IPCC AR5) causadas pelas Mudanças no Uso da Terra e Floresta atribuídas às Alterações de Uso do Solo, Calagem em solos agrícolas e Resíduos Florestais, no período de 1990 a 2018 (Dados SEEG, <http://plataforma.seeg.eco.br/sectors/>).

A redução do desmatamento na Amazônia e sua influência nas emissões, como as evidenciadas após 2004, são atribuídas a políticas de conservação no Brasil através do aumento de áreas protegidas e Políticas de Controle de Desmatamento na Amazônia (PPCDAm) iniciadas na segunda metade de 2000 (ASSUNÇÃO; GANDOUR; ROCHA, 2015; INPE, 2013; SANQUETTA et al., 2020). O fortalecimento da governança ambiental neste período teria sido a principal razão pela dissociação do mercado de commodities agrícolas em relação ao desmatamento na Amazônia (LAPOLA et al., 2014) contribuindo também para a conservação de florestas primárias, em especial dentro de áreas protegidas e a expansão das florestas secundárias resultantes da conversão de áreas agrícolas em floresta secundária. Essa mudança na dinâmica de uso

da terra, contribuiu expressivamente para reduzir o impacto das emissões brutas do setor de MUT, por meio da remoção de 8 Gt CO₂eq de carbono no período de 2003 a 2018 (Figura 4).

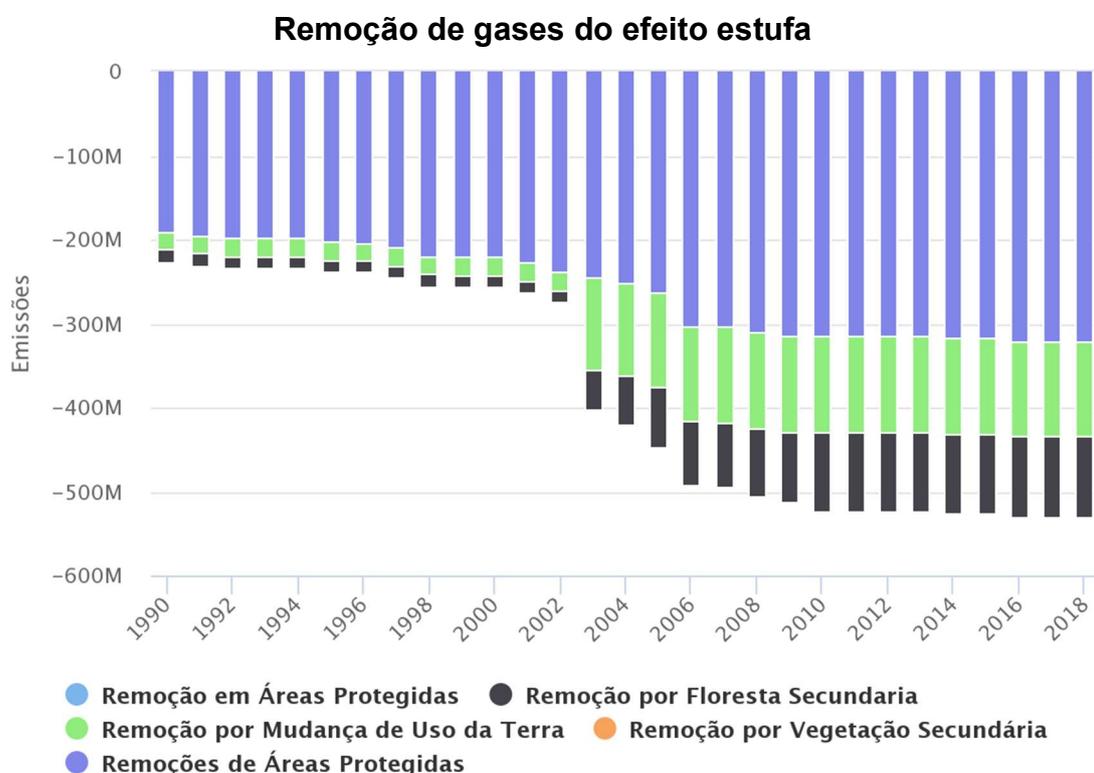


Figura 4: Remoção de Gases do Efeito Estufa (CO₂ e outros gases) em GtCO₂eq (GWP-100; IPCC AR5) por meio de mudanças no uso do solo (e.g., conversão de pastos e florestas secundárias) e pela manutenção de áreas de floresta naturais em áreas protegidas (Unidades de Conservação e Terras Indígenas), no período de 1990 a 2018 (Dados SEEG, <http://plataforma.seeg.eco.br/sectors/>). As emissões líquidas de GEE dentro do bioma resultam da subtração do valor sequestrado, em particular, pelas florestas primárias e secundárias, das emissões brutas (total emitido).

No período de 1990 a 2002 a remoção de CO₂eq somou 3 Gt, o equivalente a pouco mais de um terço da remoção dos 15 anos seguintes. Esta nova tendência fez com que o setor de MUT deixasse de ser o principal responsável pelas emissões dos GEE líquido a partir de 2009 (316 MtCO₂e em 2018), dando lugar ao setor agropecuário que assumiu a liderança de emissão de GEE líquido no Brasil (492 MtCO₂eq em 2018) (Figura 2). A análise das emissões líquidas feitas no IV inventário de emissões do SIRENE, Sistema de Registro Nacional de Emissões, com dados oficiais desenvolvidos pelo Ministério de Ciência e Tecnologia e Inovações (Decreto no 9.172 / 2017) (MCTIC, 2018), indicou que entre 1994 a 2010 as transições de uso e cobertura da terra no bioma

Amazônia foram os principais responsáveis por cerca de 74% das emissões nacionais (resultados ainda em consulta pública, MCTI, 2019). Isto mostra que a redução das emissões brasileiras de GEE depende significativamente de ações de combate ao desmatamento ilegal na Amazônia Legal, estimulados pelas políticas e governanças nacionais em um projeto de longo prazo.

O recente enfraquecimento das políticas ambientais pelo atual governo brasileiro, sobretudo na pasta de mudanças climáticas, nas ações de comando e controle e regularização fundiária podem colocar em xeque os compromissos nacionais e internacionais firmados pelo Brasil de redução das emissões e o equilíbrio climático nacional e global (ANGELO; RITTL, 2019).

5. Qual a importância do controle do desmatamento da Amazônia para a estabilidade climática no Brasil e no Planeta?

O quinto relatório do IPCC sobre mudanças do clima publicado em 2014 (IPCC, 2014) chamou a atenção da comunidade mundial para a necessidade de ação imediata para manter a temperatura global abaixo de 2°C da temperatura registrada no período pré-industrial. Além desse limite, o sistema climático, seria acometido por um crescente número de eventos climáticos extremos, como secas prolongadas e precipitação intensa, trazendo impactos irreversíveis sobre a economia, saúde, e qualidade de vida para os seres humanos e para a biodiversidade.

Em cenários pessimistas de emissão de GEE (SRES A2, RCP8.5), o Brasil deverá aquecer em mais de 4°C até o final do século. A temperatura média global aumentou em cerca de 0,85 [0,65<1,06] °C durante o período 1880-2012, e diferentes partes do mundo já sentem as consequências do aquecimento do sistema climático, em especial países com alta vulnerabilidade socioeconômica da América Latina (DA SILVA et al., 2019; IPCC, 2014; MAGRIN et al., 2014). As emissões acumuladas de GEE a partir de 1980 têm atingido um ponto crítico que desafiam a manutenção da temperatura abaixo do ponto de ruptura (*tipping point*) para um estado irreversível de instabilidade climática global (IPCC, 2014). Isso exige da humanidade uma redução abrupta das emissões em 40 anos, investimentos em uma economia de baixo carbono, existência de sumidouros de carbono em escala oceânica, e aumento da resiliência da biosfera a fim de mitigar os efeitos das mudanças do clima em andamento (PEREIRA; VIOLA, 2018; ROCKSTRÖM et al., 2016; VIOLA; BASSO, 2015).

Neste panorama, a Floresta Amazônica cumpre um papel chave na mitigação e adaptação às mudanças do clima, em especial no Brasil, em função de processos bioquímicos e biofísicos resultantes da interação entre a floresta e atmosfera. Os 5,3 milhões de km² de Floresta Amazônica funcionam como um grande sumidouro de carbono, estocando em média 60 t ha⁻¹ de carbono acima do solo, e sequestrando de 430 milhões a 2 gigatoneladas de carbono anualmente (BRIENEN et al., 2015; PHILLIPS et al., 2017). A remoção de grande quantidade de carbono pela floresta é responsável por reduzir as emissões líquidas do país a custos relativamente baixos (SOARES-FILHO et al., 2016). Além disso, a Floresta Amazônica, por meio do bombeamento da água do solo e liberação para a atmosfera (evapotranspiração) aumenta a produção de nuvens e garante de 35% a 80% da precipitação dentro do ecossistema (MARENGO et al., 2018),

causando resfriamento da superfície terrestre e minimizando os efeitos de secas interanuais e ondas de calor (ARIAS et al., 2018; LLOPART et al., 2018; PAVÃO et al., 2017). Esta umidade produzida pela floresta é transportada para os hemisférios sul e norte, garantindo precipitação em regiões remotas e contribuindo para regular a circulação atmosférica em escala continental, mitigando os efeitos do aquecimento global.

As emissões de carbono nos trópicos são fortemente associadas ao desmatamento para conversão das florestas naturais em usos agrícolas. O Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE) (MCTIC, 2018), com dados oficiais desenvolvidos pelo Ministério de Ciência e Tecnologia e Inovações (Decreto no 9.172 / 2017), indicou que entre 1994 a 2010 as transições de uso e cobertura da terra no bioma Amazônia foram os principais responsáveis por cerca de 74% das emissões nacionais (resultados ainda em consulta pública, MCTI, 2019). De um total de 845 Mt CO₂eq geradas em 2018 por mudanças de uso da terra, o desmatamento da Amazônia foi sozinho o responsável pela geração de 499 MtCO₂eq, mais que todo o setor de Agropecuária, que gerou, no mesmo período, 492 MtCO₂eq. Em termos percentuais, o desmatamento da Amazônia foi o responsável por 25,7% do total das emissões de GEE anuais do país em 2018, e 59% das emissões por MUT. Este valor foi 0,3% superior ao verificado em 2017. Além de seus efeitos sobre as emissões de GEE, o desmatamento pode ampliar os impactos de extremos climáticos advindos de mudanças do clima. O leste da Amazônia, por exemplo, pode aquecer mais de 3°C, enquanto a precipitação de julho a novembro pode diminuir em até 40%, causando um atraso no início da estação chuvosa de 0,12 a 0,17 dias para cada 1% de aumento do desmatamento (LEITE-FILHO; SOUSA PONTES; COSTA, 2019). A interação do clima e da floresta Amazônica é, portanto, um mecanismo essencial de mitigação climática para o Planeta, mantendo em estoque enorme quantidade de carbono da floresta e sequestrando carbono da atmosfera ajudando a manter a temperatura abaixo de 2° C, e para o Brasil, amenizando os impactos do aquecimento global por meio do resfriamento da superfície da terra e produção de umidade.

As interações de fatores ambientais de larga escala, como desmatamento, aquecimento global, eventos de seca extrema e incêndios florestais mais frequentes associados (NOBRE et al., 2016; NOBRE; BORMA, 2009) poderão conduzir a floresta amazônica a atingir um ponto de inflexão, iniciando um processo de savanização onde a vegetação assume características de uma savana degradada (NOBRE; SELLERS;

SHUKLA, 1991), o que pode ocorrer até meados do presente século (NOBRE et al., 2016). As projeções indicam que essa transição nas florestas do centro, sul e leste da Amazônia pode ser alcançada quando o aumento da temperatura se aproximar de 4° C, como resultado de uma redução de chuvas, estações secas mais longas e muito mais severas, ou ainda quando o desmatamento atinge 40% da área total da floresta na bacia amazônica (NOBRE et al., 2016; SAMPAIO et al., 2007). Em um cenário *business-as-usual* (padrão atual) de influência humana no clima, o desmatamento de 20-25% da Amazônia seria o suficiente para uma transição abrupta do bioma, culminando na redução de até 60% da área de floresta até 2050 (NOBRE et al., 2016). Esta perda massiva da floresta trará impactos irreversíveis aos serviços de regulação climática e hidrológica, em escalas local, regional e continental, essenciais para o bem estar humano (e.g., segurança hídrica, segurança alimentar) e conservação da biodiversidade.

6. Qual a importância da floresta amazônica para a ocorrência de chuvas no Brasil?

A floresta Amazônica tem um papel essencial na regulação do ciclo hidrológico e produção de chuvas no Brasil. Altas taxas de evapotranspiração (ET) da floresta tropical são fundamentais para o balanço energético da superfície. A água que atinge o sistema radicular das plantas, por meio da chuva interceptada pelo dossel, ou acumulada no lençol freático, retorna para a atmosfera por processos de evaporação da água de superfícies e transpiração das plantas. Este processo conhecido como evapotranspiração realizado na floresta é um dos principais processos formadores de nuvens e chuva em regiões florestadas. Esta umidade transpirada pelas plantas precipita e evapotranspira repetidamente na floresta reciclando a água da chuva (A B ELTAHIR; BRAS, 1994).

O serviço de reciclagem das chuvas e manutenção da produção de umidade pela floresta em períodos secos são importantes mecanismos que regulam a sazonalidade das chuvas. O sistema radicular profundo das árvores amazônicas ajuda a árvore a captar água armazenada nos níveis mais profundos do solo, garantindo a produção de umidade e liberação para a atmosfera (BRUNO et al., 2006; JIPP et al., 1998; NEPSTAD et al., 1994). Em grande parte da Amazônia, a evapotranspiração é por isso mantida, mesmo durante a estação seca, em algumas situações podendo ser até superior que a estação chuvosa (MARENGO et al., 2018). Estudos mostraram que esse processo é fundamental na dinâmica das estações na região, pois durante a estação seca (FU et al., 2013a), o vapor de água produzido pela floresta cria condições para a entrada de umidade do Oceano Atlântico, dando início à estação chuvosa (FU et al., 2013a; WRIGHT et al., 2017).

Este processo de reciclagem da precipitação é responsável por de 35% a 80% da precipitação dentro da floresta (MARENGO et al., 2018). Estudos sugerem que a grande quantidade de vapor liberado pela floresta é capaz de movimentar o ar atmosférico transportando umidade para a região sudoeste e sul da Amazônia, e bacia do Prata contribuindo para a precipitação no Brasil e outras regiões, como uma cascata de eventos (ZEMP et al., 2017). Cerca de 70% da evaporação florestal das Guianas e da região amazônica é transportada a favor do vento para o Rio da Prata, representando um recurso hídrico exógeno essencial (ARRAUT et al., 2012; VAN DER ENT; SAVENIJE, 2011). A umidade que chega da Amazônia pode contribuir de 9 a 10% para a precipitação da América do Sul e de 17 a 18% na região da Bacia do Prata. Em termos de contribuição

total na Bacia do Prata, a Amazônia pode aumentar a precipitação em 6% durante a estação chuvosa (ZEMP et al., 2014).

7. Quais seriam as consequências do aumento do desmatamento da Amazônia no ritmo observado nos últimos anos para a estabilidade climática no Brasil?

A floresta Amazônica tem um papel essencial na mitigação das mudanças climáticas, através da regulação do ciclo hidrológico e resfriamento da superfície da terra mantendo o clima mais ameno. Altas taxas de evapotranspiração (ET) da floresta tropical são fundamentais para o balanço energético da superfície, regulando o aquecimento global e local (DAVIDSON et al., 2012; ELLISON et al., 2017) e garantindo a reciclagem das chuvas em várias áreas do Continente da América do Sul (COE et al., 2017; ELLISON et al., 2017). Em outras palavras, a Amazônia produz chuva e a transferem para outras regiões da América do Sul. A umidade dentro da floresta é sempre alta, com valores médios variando de 15,8 g.kg⁻¹ na estação seca a 17,5 g.kg⁻¹ na estação chuvosa (VON RANDOW et al., 2004), evitando que o sistema solo-planta aqueça o ar, umedecendo e esfriando o microclima (ROCHA et al., 2017; SATYAMURTY et al., 2010). Estudos sugerem que a atmosfera na superfície das florestas pode ser 2° C mais fria e mais úmida que as áreas desmatadas (ARIAS et al., 2018; LLOPART et al., 2018; PAVÃO et al., 2017).

O desmatamento na Amazônia pode fazer com que sua região leste aqueça mais de 3° C, que haja uma diminuição de até 40% na precipitação de julho a novembro, e atraso no início da estação chuvosa (0,12 a 0,17 dias por cento a cada 1% de aumento de desmatamento) (LEITE-FILHO; SOUSA PONTES; COSTA, 2019). Com 40% da área desmatada na Amazônia, a precipitação anual seria reduzida entre 5% a 10% na bacia Amazônica (ZEMP et al., 2017). A redução da reciclagem de umidade após a remoção da floresta leva a estações secas mais longas no sul da Amazônia e reduz o fluxo de umidade para o leste da região (AGUDELO et al., 2019).

O mecanismo de resfriamento do ar é mais eficiente em florestas tropicais comparado a outras coberturas terrestres, como de gramíneas, arbustos e culturas não irrigadas (VON RANDOW et al., 2004). A duração da estação seca pode ser um fator determinante para a savanização da Amazônia, ou seja, a substituição de uma floresta tropical úmida por uma vegetação mais resistente a secas com funcionalidade distinta (NOBRE et al., 2016; NOBRE; SELLERS; SHUKLA, 1991). Uma de suas funções é regular o fluxo dos rios, aumentando a capacidade da bacia para armazenar água e controlar a liberação da água por meio de interações atmosfera-biosfera, evitando assim

extremos de descargas de água que levam a fluxos e inundações mais frequentes dos rios (FERNANDO SALAZAR et al., 2018). O desmatamento pode comprometer o balanço hídrico do ecossistema, exemplo pode ser encontrado nas cabeceiras do Xingu na Amazônia, onde altas taxas de desmatamento fizeram com que várias nascentes secassem (DURIGAN; GUERIN; DA COSTA, 2013). A interação do clima e da floresta é, portanto, um mecanismo essencial de mitigação climática, reduzindo os impactos econômicos e ambientais das mudanças climáticas globais (COE et al., 2017; DAVIDSON et al., 2012).

8. Se o desmatamento da Amazônia seguir aumentando no ritmo atual esse impacto pode ser compensado com a diminuição de emissões de GEE em outros setores da economia sem prejuízo para a estabilidade climática? Quais seriam os custos de tal compensação?

A Floresta Amazônica cumpre um papel chave na mitigação e adaptação às mudanças do clima, em especial no Brasil, em função de processos bioquímicos e biofísicos resultantes da interação entre a floresta e atmosfera. Os 5,3 milhões de km² de Floresta Amazônica funcionam como um grande sumidouro de carbono, estocando em média 60 t ha⁻¹ de carbono acima do solo (RÖDIG et al., 2019), e sequestrando de 430 milhões a 2 gigatoneladas de toneladas de carbono anualmente (BRIENEN et al., 2015; PHILLIPS et al., 2017). A remoção de grande quantidade de carbono pela floresta é responsável por reduzir as emissões líquidas do país, ou seja as emissões totais descontando o carbono sequestrado do ar por florestas em áreas protegidas e em regeneração (i.e., secundária), relativamente a custos baixos (SOARES-FILHO et al., 2016). Além disso, a Floresta Amazônica, através do bombeamento da água do solo e liberação para a atmosfera (evapotranspiração) aumenta a produção de nuvens e garante de 35% a 80% da precipitação dentro do ecossistema (MARENGO et al., 2018), causando resfriamento da superfície terrestre e minimizando os efeitos de secas interanuais e ondas de calor (ARIAS et al., 2018; LLOPART et al., 2018; PAVÃO et al., 2017). Esta umidade produzida pela floresta é transportada para os hemisférios sul e norte (DIRMEYER; BRUBAKER; DELSOLE, 2009; STAAL et al., 2018; ZEMP et al., 2014), garantindo a precipitação em regiões remotas (NOBRE et al., 2009) e contribuindo para regular a circulação atmosférica em escala continental (BARKHORDARIAN et al., 2019; MARENGO et al., 2018), mitigando assim os efeitos do aquecimento global (ELLISON et al., 2017).

O desmatamento e a degradação florestal reduzem o efeito de resfriamento, formação de nuvens, precipitação e sazonalidade climática fornecidos pela floresta tropical úmida (ELLISON et al., 2017; LANGENBRUNNER et al., 2019). Seus efeitos aumentam os riscos relacionados a mudanças extremas do clima (seca, inundação, tempestades) tornando as populações do Brasil mais vulneráveis a desastres socioambientais (BIRKMANN, 2007; IPCC, 2019). Neste sentido, caso o aumento do desmatamento na Amazônia continue em trajetória ascendente, como evidenciado pelo aumento de 34% do desmatamento de 2018 a 2019, a redução de emissões por outros

setores da economia nacional, em especial pelo setor energético e agropecuário, não compensará os impactos causados pela perda dos serviços ecossistêmicos de regulação climática da floresta, nem tão pouco as emissões causadas pela conversão de florestas em outros usos da terra devido a magnitude das emissões geradas pelo setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (do inglês *Land Use, Land-Use Change, and Forestry*, LULUCF).

As emissões de gases de efeito estufa (GEE) do Brasil foram de cerca de 1,34 milhões de Gt de CO₂eq em 1990 e diminuíram para 1,27 milhões de Gt de CO₂eq em 2010. A maior emissão de GEE registrada na série histórica, de 1990 a 2010 (IPCC, 1995), ocorreu no ano de 2004 (3,4 milhões de Gt CO₂eq) (MCTI, 2016). Em 2005, as emissões de GEE do setor LULUCF representaram 70% das emissões do país, seguidas do setor de Agropecuária e Energia, que contribuíram com 14% e 11%, respectivamente. Em 2010, as emissões do setor de Agropecuária representaram 32%, enquanto os setores LULUCF e Energia emitiram, respectivamente, 28% e 29% dos GEE do País (MCTI, 2016).

O setor LULUCF é extremamente promissor do ponto de vista de sequestro de carbono da atmosfera, principalmente por demandar menos investimentos em tecnologias para obter resultados no médio e longo prazo na emissão de GEE (LA ROVERE et al., 2016; MCTIC, 2017a). Além disso, o Brasil tem a vantagem de ser um país com dimensões continentais e possuir um vasto território propício para a restauração florestal, além do estabelecimento de sistemas agrícolas mais sustentáveis, como o sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e os Agroflorestais (SAF), ambos considerados nas metas do Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura — Plano ABC (MAPA, 2012). Também se destaca a possibilidade de uso de pastagens degradadas, que em 2018 ocupavam uma área de 94,9 Mha ou 11,16% da área total do País (LAPIG, 2020) e que teriam condições de remover entre 3,79 e 5,507 Mg CO₂eq por ha ano se recuperadas (BUSTAMANTE et al., 2006; MAPA, 2012). Essas iniciativas, associadas à diminuição do desmatamento e proteção de vegetação natural dentro de Unidades de Conservação e Terras Indígenas, permitiriam não só diminuir as emissões de GEE do País, como também o tornar um sumidouro.

O projeto “Opções de Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave do Brasil”, liderado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), elaborou diferentes cenários de baixo carbono de diversos setores (indústria;

energia; transportes; edificações; agricultura, florestas e outros usos do solo e gestão de resíduos) e realizou análises de seus impactos econômicos para o período entre 2020 e 2050 (MCTIC, 2017a). Os cenários de sensibilidade tratados no âmbito do projeto evidenciam os benefícios que uma análise integrada dos setores poderia trazer na formulação de políticas públicas para a redução de emissões, sendo fundamental haver convergência entre os objetivos das políticas ambiental, econômica, energética, de ciência e tecnologia, industrial e de transportes. Além disso, reforçam a importância de formular políticas de mitigação segundo uma lógica de minimização de custos para o sistema energético e o setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo (AFOLU) (MCTIC, 2017a). De acordo com os resultados desse projeto, as medidas que têm maior potencial de abatimento de emissões no setor AFOLU são aquelas com maior custo: intensificação da pecuária (1,99 US\$/tCO_{2e}), redução do desmatamento (1,24 US\$/tCO_{2e}) e restauração florestal (9,22 US\$/tCO_{2e}). De toda forma, esses custos são muito baixos, com exceção da restauração florestal. Além disso, é ressaltada a importância de que as medidas relacionadas à pecuária e à redução do desmatamento sejam implementadas de modo coordenado e integrado (MCTIC, 2017a). Schaeffer e Szklo (2009) também reforçam a interdependência entre as medidas de mitigação e setores, ou seja, resultados parcialmente obtidos exercem influência uns sobre outros. Apesar desta análise mostrar alguns caminhos de ação para redução de emissões, é importante ressaltar que sua execução é de longo prazo demandando articulação entre os diferentes setores da economia.

Quando comparado o particionamento das emissões entre setores LULUCF, energia e agropecuária em 2008, quando o desmatamento alcançou 12.911 km², e 2018, quando o desmatamento reduziu para 7.536 km², nota-se que o setor de mudança no uso da terra, por sua capacidade de trazer resultados substanciais na redução das emissões, garante que o aumento das emissões dos outros setores não tenha grande impacto nas emissões totais de GEE do país (Figura 5).

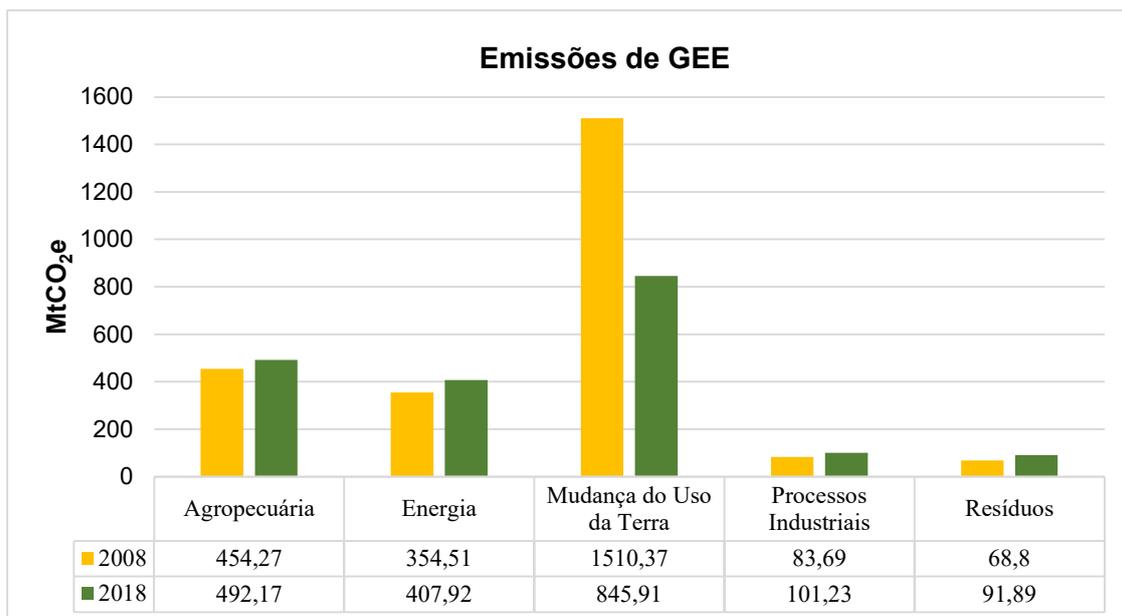


Figura 5: Particionamento das emissões totais brutas de carbono equivalente pelos setores LULUCF (Land Use, Land-Use Change, and Forestry), Energia e Agropecuária nos anos de 2008 e 2018 (Dados SEEG, acesso: 03-Jul-2020).

Assim, os investimentos nacionais em reflorestamento e no controle do desmatamento podem aliviar os esforços de mitigação no sistema energético, reduzindo os investimentos em tecnologia de captura e armazenamento de carbono no setor industrial e de energia (GARCÍA KERDAN; GIAROLA; HAWKES, 2019). O setor de energia no país tem potencial para zerar suas emissões devido sua vocação para produção de fontes de energia renovável, como hidrelétrica, eólica e solar. No entanto, recentes mudanças de regras de tarifação de microgeração solar e contratação eólica, e tentativas de ampliar a produção e uso de carvão mineral (ANGELO; RITTL, 2019), a falta de investimento nacional no aumento da eficiência energética, o aumento da produção de energia não-renovável de 52.1% em 2008 a 59,5% em 2017 (BEN, 2018), e o permanente interesse em manipulação dos preços de petróleo como ferramenta política para manter artificialmente maiores taxas de crescimento econômico (VIOLA; BASSO, 2015) apontam para um futuro distópico.

Enquanto o desenvolvimento e adoção de práticas modernas de manejo agrícola que melhorem a produtividade e reduzam o desmatamento (e.g., Plano ABC) seguem a passos lentos (GARCÍA KERDAN; GIAROLA; HAWKES, 2019), a expansão de áreas de pastagem sobre a floresta continua sendo a maior causa do desmatamento na Amazônia, representando 64 % das emissões brutas de carbono de 2010 a 2016 (dados SIRENE). Neste cenário, é pouco provável que mecanismos de compensação de emissão

de GEE entre setores sejam factíveis. O discurso de compensação entre setores revela a dissonância entre o suposto interesse nacional de redução das emissões nacionais de GEE e a implementação na economia brasileira de ações e incentivos para descarbonização (VIOLA; GONÇALVES, 2019). O progresso em direção a descarbonização deve estar focado no envolvimento de estratégias de curto prazo para redução de emissões e fortalecimento da advocacia do crescimento de baixo carbono (URPELAINEN, 2017).

A partir de Modelos de Avaliação Integrada (*Integrated Avaliation Model*, IAM, na sigla em inglês), Rochedo et al. (2018) traçaram cenários três cenários de governança ambiental. O primeiro cenário foi o de governança fraca, referente à negligência do controle do desmatamento e ao estímulo à agropecuária predatória. Já o cenário de governança intermediária seria o de manutenção das políticas de controle do desmatamento com simultâneo apoio às práticas predatórias. O terceiro cenário, que está relacionado à governança ambiental forte, relaciona-se à expansão de políticas de preservação e cumprimento da legislação vigente. Para os autores, a governança ambiental do Brasil se divide em três períodos: i) pré-2005, período com governança fraca e taxas de desmatamento altas; ii) 2005 a 2011, quando há diminuição do desmatamento, associado à uma governança mais forte e; iii) 2012 a 2017, quando a governança foi desgastada pela revisão do novo Código Florestal. Os resultados mostram que o impacto financeiro do primeiro cenário (governança fraca) acarreta um prejuízo ao país de 5 trilhões de dólares até 2050, quando comparado ao cenário de governança forte, levando em consideração o preço de carbono médio da literatura, cuja projeção para 2050 é de 370 dólares. Os autores concluem que o abandono das políticas ambientais leva ao aumento do desmatamento e, conseqüentemente, a maiores emissões de GEE. Para lidar com esse aumento, o País precisaria investir fortemente em tecnologias de ponta de alto custo econômico, tornando improvável o cumprimento das metas assumidas na PNMC e no Acordo de Paris. Sendo assim, a redução do desmatamento é certamente a opção menos custosa para o Brasil alcançar suas metas nacionais e internacionais (ROCHEDO et al., 2018).

9. Considera adequada a meta estabelecida na legislação brasileira, de redução, até o ano de 2020, de 80% dos índices anuais de desmatamento na área da Amazônia Legal, em relação à média identificada nos anos de 1996 a 2005 de 19.625 km², o que significa que ano de 2020 o desmatamento na Amazônia Legal não poderá ultrapassar a taxa anual de 3.925,06 km²?

10. Considera adequada a projeção de emissão de gases de efeito estufa (GEE) para o setor de mudança de usos da terra da ordem de 1.404 milhões de tonCO₂eq em 2020, nos termos do artigo 18 do decreto Lei 9578/2018? Por quê?

(As questões 9 e 10 se complementam, então a resposta abaixo vale para as duas).

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) foi estabelecida pela Lei nº 12.187/2009 e editada pelo decreto no 9.578/2018. As metas propostas no âmbito da PNMC em 2009 foram de redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) do país entre 36,1% e 38,9% com relação às emissões projetadas até 2020 (3.236 milhões tCO₂eq), tendo como base dados para definição das metas o 1º Inventário Nacional de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. Para o setor de LULUCF, a projeção até 2020 era de 1.404 milhões de tCO₂eq, estimativa referente ao anexo da Lei nº 12.187/2009 e aos Decreto nº 7.390/2010 (revogado) e nº 9.578/2018 (substituto ao anterior), que regulamenta a PNMC.

No âmbito do setor LULUCF, as ações de mitigação relacionadas a esses planos seriam: i) redução de 80% nas taxas anuais de desmatamento na Amazônia Legal sobre a média verificada entre os anos de 1996 a 2005; ii) redução de 40% das taxas anuais de desmatamento no bioma Cerrado em relação ao padrão confirmado entre os anos de 1999 a 2008; iii) recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas; iv) expansão do sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) em 4 milhões de hectares; v) ampliação da prática de plantio direto em 8 milhões de hectares; vi) aumento do plantio florestal em 3 milhões de hectares.

A meta de redução do desmatamento nos biomas, em especial na Amazônia e Cerrado, é o principal mecanismo de redução das emissões do setor, servindo como eixo para traçar a trajetória de redução das emissões até 2020. A emissão projetada de 1.404 milhões de tCO₂eq resultou da soma das projeções destes dois biomas, correspondendo

a 91% das emissões para LULUCF, mais as emissões dos biomas Mata Atlântica, Pantanal e Caatinga. O cálculo da projeção das emissões decorrentes do desmatamento na Amazônia Legal resultou da convenção de que, em 2020, a taxa de desmatamento (medida em km²) equivaleria à taxa média de desmatamento verificada no bioma entre o ano de 1996 a 2005, isto é, de 19.535 km², aferida pelo Projeto PRODES (Decreto N° 7.390, de 9 de Dezembro de 2010), que quando associada ao estoque de carbono médio de 132,3 tC/ha, resultaria em uma emissão de 947,6 milhões de tCO₂eq em 2020. Ressalta-se que as emissões causadas por degradação da floresta não são incluídas neste cálculo (incluindo causadas por incêndios). Ao considerar a média dos 10 anos de variação nas taxas de desmatamento, buscou-se representar uma Amazônia com taxas de desmatamento que oscilaram de 13.227 km² a 27.772 km². Com relação ao Cerrado, a taxa de desmatamento projetada foi de 15.700 km², representando a média de 1999 a 2008, que associada a um estoque de carbono de 56,1 tC/ha, resultaria em uma emissão de 322,95 milhões de tCO₂eq.

Com uma redução de 80% do desmatamento como meta para 2020 para a Amazônia Legal (isto é, 3.925 km²), as emissões seriam reduzidas em 761,8 milhões de tCO₂eq, de forma a totalizar 190,5 milhões de tCO₂eq para o bioma Amazônia em 2020. Ao considerar a redução de 40% do desmatamento para o bioma Cerrado em 2020 (isto é, 9.420 km²) e, conseqüentemente, emissões associadas de 193,77 milhões de tCO₂eq, isso representaria uma redução de 129,18 milhões de tCO₂eq com relação àquelas projetadas. Esse montante representa 43% das remoções previstas para o Brasil até 2020. Vale ressaltar que nesta análise não são consideradas as remoções (ou sequestro) de carbono por reflorestamento e pelas demais ações de mitigação previstas no âmbito do Plano ABC (emissões líquidas).

Assumido na ocasião da Conferência do Clima em 2009 (COP15), o compromisso voluntário do Brasil foi considerado importante, pelo fato do Brasil ser um país em desenvolvimento, que então se propunha a ultrapassar a dicotomia desenvolvimento e conservação sobre a qual vários países se apoiavam para não assumirem grandes metas, e factível considerando a experiência de redução do desmatamento em 2009, que traduzia resultados da primeira fase do PPCDAm (2004 - 2008). Esta conquista impulsionou o Brasil a traçar suas metas e colaborou para a formulação de uma série de mecanismos políticos que atrelava o combate ao desmatamento às ações de combate às mudanças climáticas. Seguindo com constantes quedas nas taxas de desmatamento, a Amazônia alcançou a mínima em 2012 de 4.571

km², o que tornou improvável que a meta de chegar a 3.925 km² não fosse alcançada em 2020. Após 2012, as taxas oscilaram entre altos e baixos chegando a 2018 com 7.536 km², 92% acima da meta. Em 2019, com a governança desgastada por políticas e discursos de incentivo ao desmatamento ilegal e enfraquecimento de mecanismos de comando e controle ao desmatamento, o desmatamento subiu para 10.129 km² desviando definitivamente o Brasil da meta PNMC.

Com relação às emissões, com o objetivo de avaliar se o Brasil chegaria a 2020 cumprindo as metas de emissão, uma projeção das emissões para 2020 usando a variação média anual desde 2015 até 2018, ano da regulamentação da lei, e incluindo uma estimativa de alta de 30% no desmatamento da Amazônia em 2019, foi desenvolvida pelo Observatório do Clima (ANGELO; RITTTL, 2019). Esta projeção mostrou que, o Brasil chegaria a 2020 emitindo 2,039 bilhões de toneladas de CO₂ equivalente estando, portanto, 3% acima do limite mais ambicioso da PNMC (38,9% de redução, ou 1,977 GtCO₂e), mas dentro do limite menos ambicioso (2,068 GtCO₂e). Em 2018, impulsionadas pelo aumento do desmatamento da Amazônia (7.536 km²), as emissões do setor LULUCF aumentaram 3,6% em relação às de 2017, alcançando 845 MtCO₂e, 40% mais baixo aos 1404 MtCO₂e projetado. Apenas o desmatamento da Amazônia causou emissões brutas de 499 MtCO₂e em 2018, contra 454 MtCO₂e em 2017. No Cerrado, as emissões foram de 168 MtCO₂e, contra 186 MtCO₂e no ano anterior (ANGELO; RITTTL, 2019). Em 2019, com aumento do desmatamento para 10.129 km², as emissões chegariam a cerca de 671 MtCO₂e, isto é, 72% acima da meta de redução para o bioma (190,5 milhões de tCO₂eq).

Nesta análise dos dados sob uma perspectiva histórica desde 2009, quando as metas de emissão e desmatamento foram determinadas, nota-se que i) o Brasil teve todas as ferramentas políticas e tecnológicas para atingir as metas autodeterminadas, em especial para redução do desmatamento, ii) o descumprimento aos compromissos nacionais foi influenciado por cenários políticos de instabilidade, e fortalecimento de setores econômicos da sociedade conservadores e que se beneficiam com uma governança ambiental enfraquecida, iii) a preservação dos planos e ações de mitigação às mudanças do clima de forma continuada deve ser o principal esforço do Brasil visando a estabilidade climática, a integridade dos ecossistemas naturais, e o bem-estar social abrangente, e que iv) em relação ao horizonte temporal, a adoção de múltiplos períodos como forma de acompanhar as ações de mitigação e seus resultados, como sugerido no

relatório da Participação da Sociedade Civil no processo de preparação da NDC⁷, possibilitaria revisar as metas e ajustar as ações propostas, evitando desvios das metas propostas.

11. Quais são as principais causas do desmatamento da Amazônia Legal? Comente os dados de desmatamento mais recentes, sua distribuição pelos estados que compõe e Amazônia Legal e distribuição por classe fundiária (terras indígenas; unidades de conservação; assentamentos; áreas de proteção ambiental; propriedade privada; terras da União ou estados; e outras sem informação).

a) Comentários sobre área e distribuição de desmatamento por estados

Com os três maiores estados em extensão territorial do Brasil, a Amazônia apresenta hotspots de desmatamento distribuídos por toda a região, cujas causas e dinâmicas são particulares. Historicamente, o desmatamento esteve concentrado na região do “Arco do desmatamento”, também conhecida como “Arco do fogo”, que corresponde a uma zona composta por 256 municípios (33% dos 772 municípios que compõem a Amazônia legal) que concentram em torno de 75% de todo o desmatamento amazônico. Considerada uma zona de intensa expansão agropecuária, o Arco do desmatamento parte da fronteira do estado do Pará com o Maranhão, seguindo pela fronteira do Pará com o Tocantins e Mato Grosso e adentrando o estado de Rondônia, possuindo um formato espacial em forma de arco. Além dos altos índices de desmatamento e ocorrência de fogo (INPE, 2019), os municípios localizados no Arco do desmatamento também são caracterizados por um elevado número de efetivo bovino (IBGE, 2019) e conflitos agrários (CPT, 2019).

No período de 1999 a 2004, as taxas de desmatamento apresentavam um padrão crescente, culminando no ano de 2004 na grande marca 27.772 km² de área desmatada. Dos nove estados que compõem a Amazônia legal, quatro alcançaram as suas marcas históricas de desmatamento este ano: Mato Grosso (11.814 km²), seguindo pelo Pará

⁷ https://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/convencao/indc/Relatorio_MRE.pdf

(8.870 km²), Rondônia (3.858 km²) e Acre (728 km²). De 2004 a 2005, o total de desmatamento na região caiu 31% (19.014 km²) e mais 33% no ano seguinte (2005 a 2006, 14.286 km²). Até 2006, o Mato Grosso era o estado líder em desmatamento na Amazônia, seguido pelos estados do Pará e Rondônia respectivamente (INPE, 2020). A maior parte do desmatamento no Mato Grosso esteve concentrada na região central e extremo norte do estado, partindo da região de intensa atividade agrícola, especialmente soja, em direção ao norte, seguindo o eixo da rodovia BR-163 (MORTON et al., 2006, 2016). Somente no intervalo de 2004 a 2005, a taxa de desmatamento no Mato Grosso caiu 39,5%. No ano seguinte, o estado conseguiu diminuir mais 39,3% em relação a 2005. Isso significa que em apenas dois anos o desmatamento no Mato Grosso caiu de 11.814 km² para 4.333km², o que foi determinante para a diminuição da taxa de desmatamento em toda a região amazônica.

Além da mudança na taxa de desmatamento, a distribuição espacial das áreas desmatadas também sofreu mudança no Mato Grosso, se concentrando cada vez mais no noroeste do estado, especialmente no município de Colniza, que é um dos principais pólos madeireiros da Amazônia (IBGE, 2019) e que foi inserido no ranking dos maiores desmatadores na região a partir de 2010, e nos municípios de Aripuanã, Cotriguaçu e Machadinho do Oeste (todos no ranking dos municípios com os maiores incrementos de desmatamento no Mato Grosso em 2019). No entanto, após sucessivas quedas na taxa de desmatamento, o estado do Mato Grosso voltou a apresentar pequenos aumentos nas taxas de desmatamento a partir de 2015. Em 2019, a taxa de desmatamento cresceu mais de 12,5% (1.702,00 km²) em relação ao ano anterior, e mais de 3,5% em 2020, atingindo uma área de 1.767,00 km². Valor superior ao registrado em 2020 só foi registrado em 2008 no estado.

A partir de 2006, com a brusca diminuição da taxa de desmatamento no Mato Grosso, o estado do Pará assumiu a liderança do desmatamento na Amazônia e permanece nessa posição desde então. Os dados mais recentes do PRODES mostram que dos dez municípios onde mais se desmatou na Amazônia em 2019, seis pertencem ao estado do Pará. O desmatamento no Pará se concentra no entorno de suas principais rodovias, a BR- 010 (Belém-Brasília), BR-155 (Marabá — Redenção), BR-163 (Cuiabá-Santarém) e BR- 230 (Transamazônica). O principal hotspot de desmatamento no Pará está na região sudeste do estado, caracterizada pela intensa atividade pecuária e conflitos fundiários (JUAN, 2015; SCHMINK et al., 2019). Nessa região merece destaque o

município de São Félix do Xingu, que por diversos anos consecutivos esteve no topo da lista de municípios que mais desmataram na Amazônia e há anos é líder absoluto em rebanho bovino no Brasil (IBGE, 2019). Também é neste município que se encontra a Unidade de Conservação líder em desmatamento na Amazônia, a Área de Proteção Ambiental Triunfo do Xingu, que há mais de uma década lidera a lista de UCs com as maiores taxas de desmatamento na região (INPE, 2020). Também é nessa região que está o município líder de desmatamento na Amazônia: Altamira, cujas taxas de desmatamento vêm crescendo desde 2012, quando o município assumiu a liderança na lista dos principais desmatadores na Amazônia. O município foi responsável por mais de 15% de todo o desmatamento registrado no estado em 2020, o equivalente a uma área de 798,20 km². Há décadas, Altamira é alvo de inúmeros debates ambientais e sociais devido a implantação da Usina hidrelétrica de Belo Monte, cuja construção foi iniciada em 2011 e sua operação iniciada em 2016.

A região sudoeste do estado do Pará também apresenta intensa dinâmica de desmatamento, em especial o município de Novo Progresso, na fronteira com o estado do Mato Grosso e cruzado pela rodovia BR-163. O município configura desde o final dos anos 90 entre os dez municípios que mais desmatam na Amazônia (INPE, 2020). Novo Progresso recebeu atenção da mídia recentemente devido ao “Dia do Fogo”, promovido em agosto de 2019, quando proprietários de terra no município se organizaram para fazer a queima coletiva de pastagens e da floresta (KLINGLER; MACK, 2020; MACHADO, 2019), elevando significativamente o alerta de queimadas no município (INPE, 2019). Outro episódio que deu destaque ao município foi a significativa elevação do desmatamento na Floresta Nacional do Jamanxim. Criada em 2006, no âmbito do PPCDAm, a FLONA Jamanxim esteve desde a sua criação entre as Ucs mais desmatadas na Amazônia. No intervalo de 2017 a 2019, o desmatamento na UC aumentou de 25,09 km² para 100,82 km², um crescimento 75%. Desmatamento similar só havia sido registrado uma década antes, quando a FLONA Jamanxim registrou a perda de uma área de 100,33 km² de floresta.

Os dados mais recentes do PRODES não só apontam para a intensificação do desmatamento nos municípios que compõem o ranking com os maiores incrementos de desmatamento na Amazônia ou que estão localizados no Arco do desmatamento, como também alerta para o espalhamento do desmatamento para municípios adjacentes. No sudoeste do Pará, os municípios ao norte de São Félix do Xingu e Marabá, por exemplo,

começaram a adentrar a partir de 2015 na lista dos dez municípios com maiores incrementos de desmatamento na Amazônia, como são os casos de Pacajá, Novo Repartimento e Anapú. No sudoeste do estado, os municípios ao longo da BR-163 e ao norte de Novo progresso também passaram a apresentar os maiores incrementos de desmatamento no estado, como são os casos de Jacareacanga, Trairão e Rurópolis. O agravante desse cenário é que os municípios que não compõem o Arco do desmatamento ou que não estão na lista de municípios prioritários (BRASIL, 2007) também não possuem prioridade para receber ações coordenadas de combate ao desmatamento. A intensificação do desmatamento no Pará tornou-se clara com a divulgação dos dados do PRODES para o ano de 2020, que apontou que aproximadamente 47% de todo o desmatamento ocorrido na Amazônia nesse período, ocorreu no estado, somando uma área de 5.192,00 km². Área desmatada superior foi registrada pela última vez no estado em 2008.

Considerando o total desmatado na região amazônica, Rondônia é o terceiro estado que mais contribuiu com área desmatada, concentrando até 2020 aproximadamente 14% de todo o desmatamento na região. Em 2011, 2013 e 2017, a capital do estado, Porto Velho, foi o município com o maior incremento de desmatamento em toda a Amazônia (com 318,63 km², 304,64km² e 341,81 km² de área desmatada respectivamente) e atualmente é o terceiro município com o maior incremento de desmatamento na Amazônia. Desde 2015, o estado vem apresentando taxas anuais de desmatamento superiores a 200 km², concentrados no entorno da BR-364. Em 2020 a área desmatada no município somou 449,66 km².

Desde o ano de 2019, os resultados do PRODES também evidenciaram três aspectos importantes em âmbitos estaduais: i) o estado do Amazonas assumiu a terceira posição entre os estados com os maiores incrementos de desmatamento na Amazônia, batendo seu próprio recorde em área desmatada, ii) o estado do Acre apresentou um incremento de aproximadamente 55% com relação a 2018, com área desmatada próxima ao seu recorde de 2004 e iii) o estado de Roraima bate seu recorde em desmatamento com um aumento de 216% em relação a 2018. Em 2020 o padrão continuou o mesmo, embora com diminuição da área desmatada na maioria dos estados e crescimento absoluto no estado do Pará.

No caso do Amazonas, a taxa de desmatamento aumentou 36% de 2018 para 2019, e o estado passou a contribuir com aproximadamente 15% de todo o desmatamento ocorrido na Amazônia nesse período (Figura 6). A partir de 2013, os municípios do sul do Amazonas começaram a se destacar devido ao desmatamento, na mesma época que o as taxas de desmatamento em toda a Amazônia começaram a variar com um aumento de 29% em relação a 2012 (Figura 6). Dois municípios se destacam nesse contexto: Lábrea, na fronteira com Rondônia, e Apuí longo da BR-230. O município de Lábrea está na fronteira entre Amazonas e Rondônia (divisa com Porto Velho) e tem sido palco de intensos conflitos fundiários, principalmente entre extrativistas e pecuaristas que tem implementado um intenso processo de conversão da floresta em extensas pastagens (COSTA, 2016a; MONTEIRO, 2020), que contribuiu para que Lábrea assumisse a primeira posição no ranking dos municípios com a maior área desmatada em 2017 e que permaneça entre os dez primeiros desde então.

Os dados mais recentes do PRODES também dão destaque aos municípios do sudeste do Amazonas, no entorno das rodovias BR-230 e BR-319, onde o avanço da pecuária tem se dado em um cenário de intenso conflito agrário. Outro agravante é o asfaltamento da BR-319 (Manaus – Porto Velho) (cuja licitação para asfaltamento foi divulgada no Diário Oficial da União dia 24 de Junho de 2020), o que é visto com preocupação por lideranças locais e cientistas (FEARNSIDE; FERRANTE; ANDRADE, 2020; FERRANTE; GOMES; FEARNSIDE, 2020).

Contribuição para o desmatamento por estado

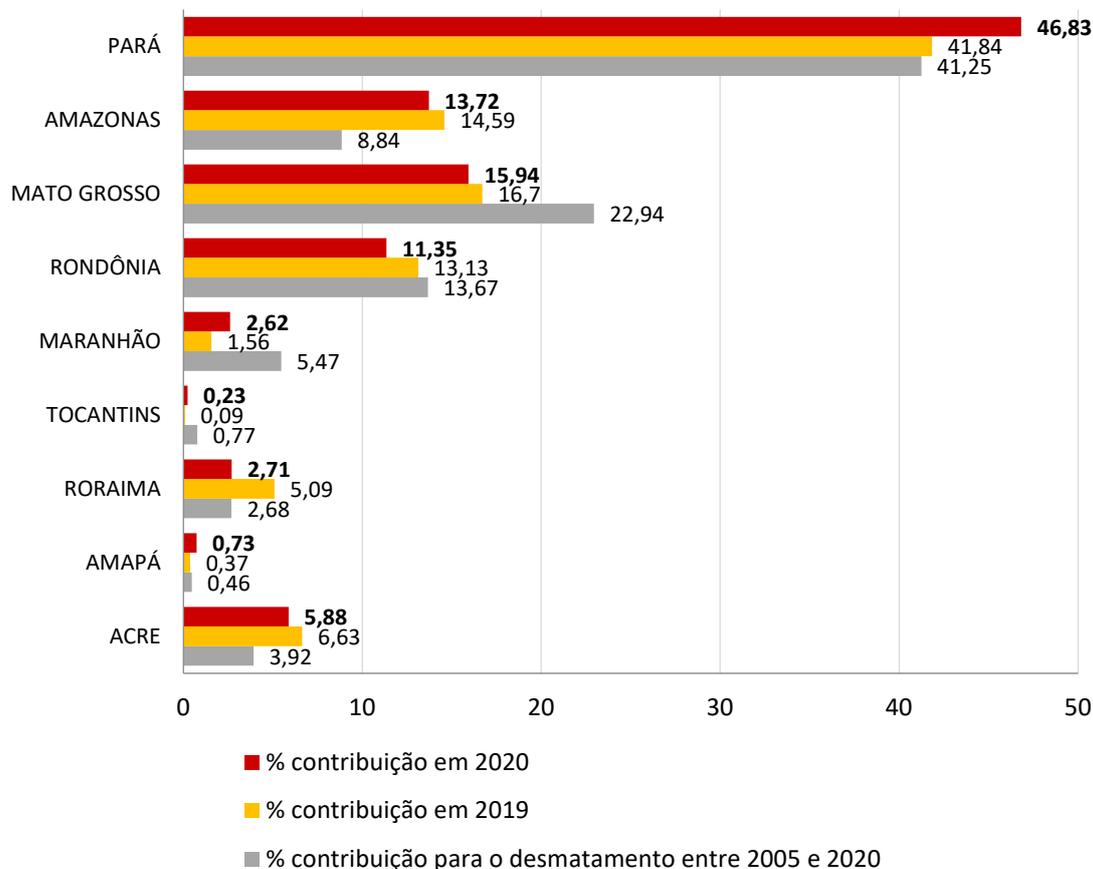


Figura 6: Contribuição de desmatamento por estado. Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do PRODES

No estado do Acre, a área desmatada em 2019 foi de 682 km². Embora a área desmatada no estado tenha diminuído em 2020 (682,00 km²) em relação a 2019, área superior no estado só foi registrada em 2003 e 2004, quando o estado atingiu um grande pico de desmatamento com uma área de 1.078,00 km², atingindo no ano seguinte 728 km². Embora seus municípios não estejam no topo da lista dos que mais desmatam, os municípios com as maiores taxas de desmatamento apresentaram aumento significativo na taxa de desmatamento, como Feijó (48%), Sena Madureira (57%) e Rio Branco (68%), cujas áreas desmatadas concentram-se no entorno da rodovia BR-364.

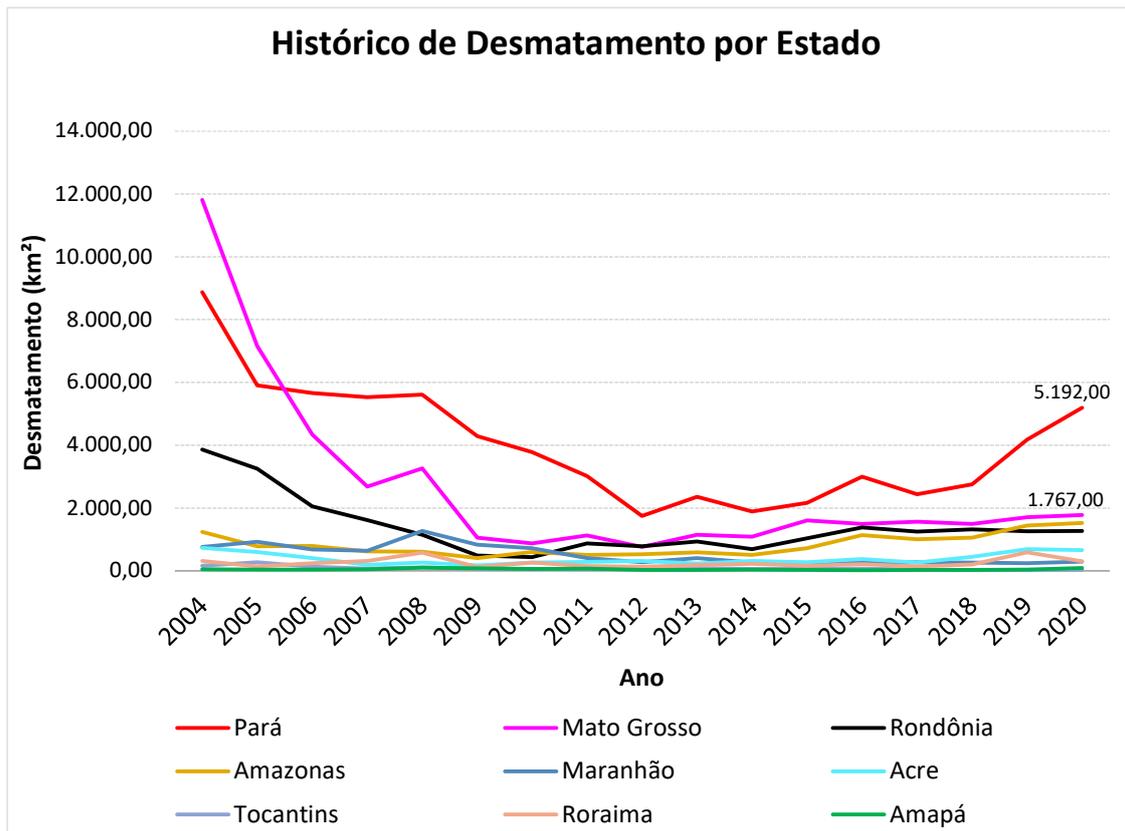


Figura 7: Desmatamento em km² por Estado na Amazônia Legal, entre os anos de 2004 e 2020. Fonte: INPE/PRODES; dados disponíveis em http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/rates.

Em Roraima, o recorde de desmatamento foi alcançado com uma área de 590 km². Na fronteira com a Venezuela, o estado tem 65% do seu território ocupado por Terras indígenas e o restante distribuído entre Projetos de Assentamentos e terras sem designação. O estado apresenta constante aumento de área desmatada, com intensos conflitos fundiários, principalmente no interior de TIs (CPT, 2019), concentrados nos municípios ao longo das rodovias BR-210 e BR-174, nos municípios de Caracarái, Rorainópolis e Mucajaí. Em 2019, a Terra indígena Yanomami assumiu a quinta posição dentre as TIs mais desmatadas na Amazônia.

De acordo com as matrizes de transição de uso e cobertura da terra produzidas no âmbito do Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal, entre 1994 e 2002, as transições de vegetação natural⁸ para pastagem representaram 96,7% das conversões

⁸ Representadas, nas matrizes de transição de uso e cobertura da terra, por FM/FNM/GM/GNM/OFLM e OFLNM.

na Amazônia, enquanto entre 2002 e 2005 essas transições representaram 91,5%, seguidas de conversões para agricultura (8%). Entre 2005 e 2010, as transições para pastagem representaram apenas 2,6% das áreas convertidas, enquanto as transições de vegetação natural para agricultura representaram 96,6% das conversões. Cabe ressaltar que as áreas convertidas para os períodos de 1994 a 2002, de 2002 a 2005 e de 2005 a 2010 foram de 15.249.225 ha, 9.613.937 ha e 5.945.788 ha, respectivamente (BRASIL, 2015a).

O projeto TerraClass é desenvolvido e executado pelo Centro Regional da Amazônia (CRA) do INPE, em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), e qualifica o desmatamento na Amazônia Legal Brasileira, previamente mapeado e publicado pelo projeto PRODES Amazônia (INPE, 2014). O TerraClass classificou as áreas desmatadas da Amazônia Legal para os anos de 2004, 2008, 2010, 2012 e 2014. Os resultados mostram que entre 2004 e 2014, as áreas de pastagem aumentaram de 422.036 para 479.760,00 km², sendo que, em 2014, representavam 63% das áreas desmatadas do Bioma. Também a Agricultura anual teve um aumento de 18.354 para 45.050 km² entre o período avaliado, sendo que, em 2014, representava 5,9% das áreas desmatadas. Vale também um destaque para as áreas ocupadas por vegetação secundária, que aumentaram de 100.674 para 173.387 ao longo do período, representando 22,8% das áreas desmatadas em 2014.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por meio do programa de Monitoramento da cobertura e uso da terra mostra desenvolveu mapas para os anos de 2000, 2010, 2012, 2014, 2016 e 2018 (IBGE, 2020). Ao avaliar especificamente o Pará, nota-se que, entre 2000 e 2018, as pastagens passaram a ocupar de 6% para 13% da área do estado. No Mato Grosso, além do aumento de pastagens de 16 para 21%, houve também o aumento de área agrícola, de 8 para 13%, entre 2000 e 2018. Em Rondônia, as áreas de pastagem passaram a ocupar de 16 para 30% durante o período avaliado. No Maranhão, as áreas de pastagem passaram a ocupar 19% do território do Estado em 2018, 8% a mais do que a área ocupada em 2000.

b) Desmatamento por categorias fundiárias

Estima-se que mais de 60% de todo o desmatamento na Amazônia tenha ocorrido no interior de propriedades privadas e assentamentos (Tabela 1), com contribuição crescente das áreas Protegidas.

Tabela 1. Contribuição para desmatamento por categoria fundiária. Fonte: adaptado pelo autor a partir de dados do MMA.

	Área Privada / Outras	Assentamento	Gleba	Terra Indígena	Unidade de Conservação	
					Proteção Integral	Uso Sustentável
2004	46,9%	18,0%	26,3%	2,2%	1,8%	5,1%
2005	46,9%	20,5%	25,4%	1,9%	1,1%	4,2%
2006	36,6%	22,4%	31,3%	1,8%	2,1%	9,0%
2007	35,2%	22,1%	30,5%	2,0%	1,0%	11,8%
2008	37,8%	24,0%	28,8%	3,0%	0,9%	5,4%
2009	29,5%	28,3%	28,3%	5,0%	0,8%	8,2%
2010	33,1%	25,6%	28,6%	4,2%	0,8%	7,9%
2011	32,6%	28,1%	28,9%	3,7%	0,5%	5,5%
2012	34,0%	27,4%	27,7%	3,3%	0,6%	6,9%
2013	34,9%	27,0%	26,6%	3,0%	0,5%	8,0%
2014	32,6%	23,2%	22,0%	1,6%	0,3%	7,7%
2015	36,1%	27,4%	25,1%	1,2%	0,8%	9,3%
2016	32,4%	29,9%	24,5%	1,3%	0,7%	11,3%

Com base nos resultados do PRODES, tanto as UCs quanto as TIs têm aumentado sua participação no desmatamento na região. No período de 2008 a 2019, 9% do total de desmatamento na Amazônia ocorreu em UCs e 3% em TIs. Porém, só no ano de 2019 essa porcentagem aumentou para 10,5% em UCs e 4,5% em TIs. A localização das UCs com os maiores índices de desmatamento está em zonas de intenso desmatamento. A UC líder em desmatamento na Amazônia é a Área de Proteção

Ambiental Triunfo do Xingu, no sudeste paraense, que perdeu no ano de 2019, 436,13 km² de floresta e em 2020 bateu seu próprio recorde em área desmatada, somando uma área de 436,28 km². A segunda colocada nesse ranking é a FLONA Jamanxim, localizada em outro hotspot de desmatamento no Pará, na região sudoeste do estado, no município de Novo Progresso. Em 2020, a área desmatada na FLONA superou os 100,81km² registrados em 2019, alcançando 436,28 km².

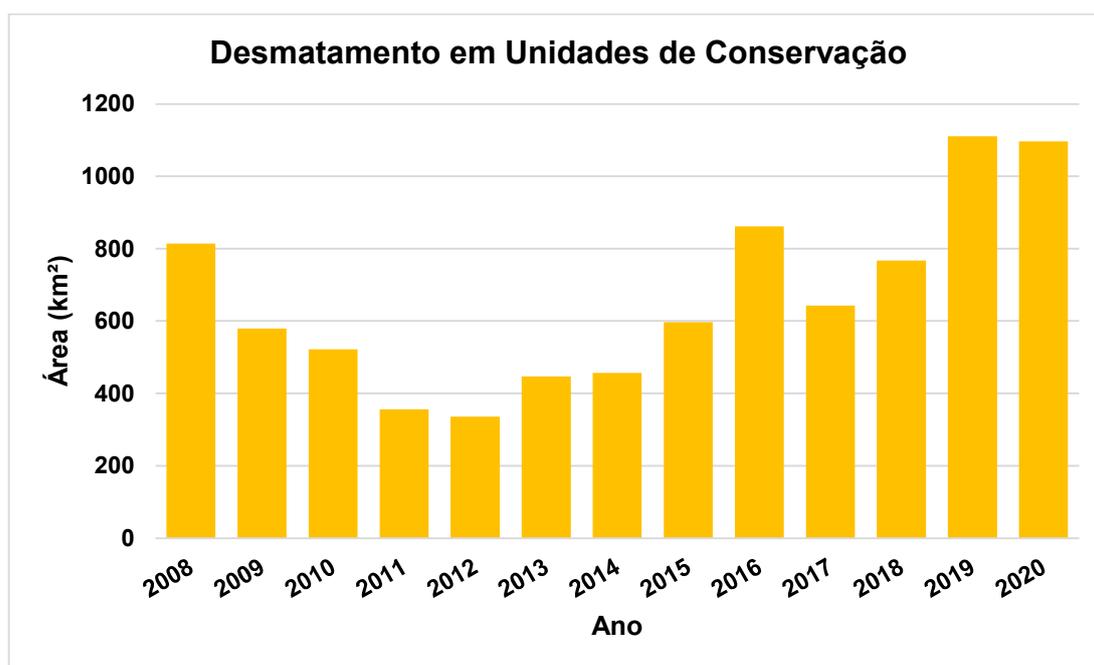


Figura 8: Desmatamento, em km², em Unidades de Conservação, no período de 2008 e 2020. Fonte: PRODES/INPE; dados disponíveis em: http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/increments

As quatro TIs com as maiores áreas desmatadas na Amazônia em 2019 estão no Pará, na região foco de desmatamento no sudeste do estado. As TIs Ituna/Itatá (119,85 km² desmatada), Apyterewa (85,26 km² desmatada), Cachoeira Seca (61,28 km² desmatada) e Trincheira Bacajá (34,59 km² desmatada) estão nos arredores dos municípios de Altamira e São Félix do Xingu, atuais líderes em desmatamento na Amazônia. O desmatamento nestas Áreas Protegidas foi intensamente divulgado na mídia no decorrer de 2018 a 2020 (FANTÁSTICO, 2019, 2020; JORNAL NACIONAL, 2020). Os dados divulgados pelo PRODES em 2020 apontam uma queda de mais de 23% no desmatamento em Terras indígenas, registrando uma área de 381,4 km², no entanto, as mesmas TIs dos anos anteriores continuam na liderança em área desmatada: Cachoeira Seca, que teve aumento em área desmatada em relação ao ano anterior (72,44

km² desmatada), Apyterewa (63,27 km² desmatada) e Ituna/Itatá (61,62 km² desmatada), que sofreu um redução brusca em relação a área desmatada no ano anterior.

c) Drivers de desmatamento

Em todos os estados da Amazônia, o desmatamento se concentra no entorno das principais rodovias e expande-se a partir delas por estradas vicinais, cidades e pequenas localidades (VILELA et al., 2020). A abertura de estradas foi uma das principais ações dos programas governamentais para ocupação da região durante a década de 70 (BECKER, 2001; COY; KLINGLER, 2014). Desde então, os eixos das estradas têm sido determinantes para o padrão e distribuição do desmatamento na Amazônia e, por essa razão, projetos de asfaltamento das estradas mais antigas, ou de abertura de novas estradas, bem como o desenvolvimento de infraestrutura como hidrelétricas, ferrovias e hidrovias, são vistas com preocupação por comunidades locais e cientistas (FEARNSIDE, 2020a; PFAFF et al., 2018; WALKER; SIMMONS, 2018).

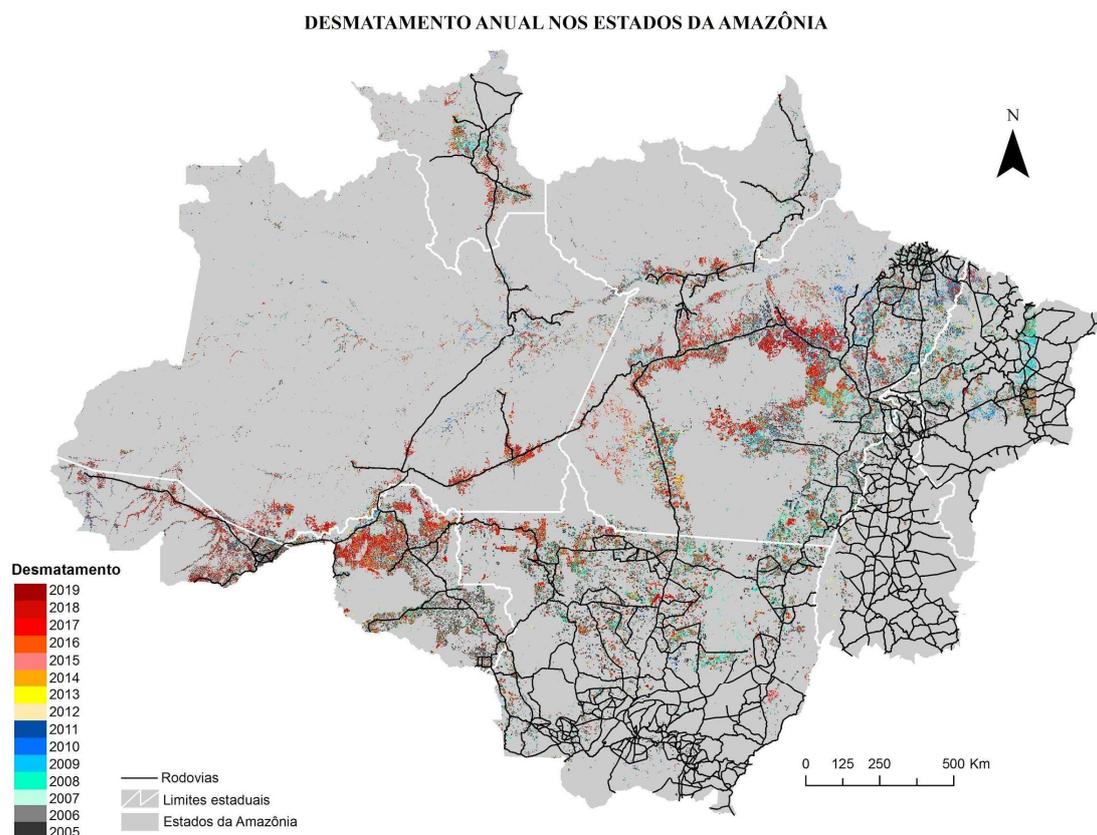


Figura 9: Mapa de desmatamento anual nos estados da Amazônia. Fonte: Produzido pelo autor

Os altos índices de desmatamento em zonas próximas de infraestrutura refletem problemas regionais de estímulo às práticas de desmatamento, tais como lacunas no ordenamento territorial e na regularização fundiária, dificuldades na fiscalização ambiental e ausência de instrumentos concretos de incentivo e benefício a quem pratica atividades sustentáveis na região. Esses aspectos constituíram os principais eixos de ação do PPCDAm, que previa combater o desmatamento, agindo de modo sistemático na resolução de suas principais causas.

Uma das causas mais complexas do desmatamento na Amazônia está em sua estrutura agrária. A falta de regularização fundiária estimula o mercado de terras, grilagem, ocupação de terras públicas e conflito em áreas já destinadas que possuem recursos naturais de alto valor econômico (ex. madeira e minério) (ALDRICH et al., 2012; ALSTON; LIBECAP; MUELLER, 2000; BRITO et al., 2019). Além do baixo preço das terras amazônicas (quando comparado ao sul e sudeste do país) e da intensa atividade de grilagem, a região também tem problemas devido a sua vasta extensão de terras públicas sem designação. Estudo de Azevedo-Ramos et al. (2020) apontou que a maior parte das terras sem designação no Brasil está na região amazônica, somando uma área de 49,8 milhões de hectares (37,2 Mha estaduais e 17,1 Mha federais). O desmatamento dessas áreas no período de 1997 a 2018 somou mais de 2,6 Mha. A maior parte desse desmatamento (56,5%) está concentrada no estado do Pará. Outro dado importante levantado por esse estudo é que 23% (11,6 Mha) de toda a área sem designação na Amazônia foi registrada no Cadastro Ambiental Rural (CAR) como propriedades privadas, evidenciando a ocupação irregular de terras públicas. Além disso, são nestas propriedades declaradas onde se concentra mais de 80% do desmatamento total das florestas sem designação na região. O desmatamento em terras públicas e exploração de recursos naturais, especialmente de madeira, são particularmente complexos para serem punidos, pois a menos que ocorra o flagrante, é quase impossível que os agentes de fiscalização encontrem os responsáveis legais pelos crimes ambientais.

A criação de mecanismos públicos e privados de combate ao desmatamento (dentre eles o PPCDAm, a Moratória da Soja e o Termo de Ajuste de Conduta da Carne) criaram uma demanda por regularização de propriedades na Amazônia (BENATTI; DA CUNHA FISCHER, 2018), culminando na criação do Programa Terra Legal em 2009, e do Cadastro Ambiental Rural também em 2009 (Decreto nº 7.029 de 2009), o qual depois foi unificado em um único Sistema e tornado obrigatório pelo Código Florestal

Brasileiro (Lei nº 12.651/2012). Apesar das tentativas de avanço, duas medidas recentes impactaram fortemente o contexto fundiário na Amazônia, a lei nº 13.465/2017 e a Medida Provisória 910/2019 (ambas serão exploradas nas próximas questões), que no intuito de facilitar a regularização fundiária, se apresentaram brechas que beneficiam proprietários que ocuparam terras ilegalmente.

Outro fator importante na dinâmica de desmatamento na Amazônia está associado às ações de comando e controle na região. Dos anos 90 até o início dos anos 2000, a variação nas taxas de desmatamento na Amazônia esteve fortemente associada às variações do mercado e ao contexto econômico. A recuperação econômica do Brasil a partir de 1994, por exemplo, é apontada como uma das principais causas do pico histórico de desmatamento atingido em 1995 e suas variações a partir de então (ALENCAR et al., 2004; FEARNSTIDE, 2020a). No entanto, a partir de meados dos anos 2000, as variações nas taxas de desmatamento parecem se dissociar das variações econômicas, de modo que mesmo em momentos econômicos positivos, especialmente para o comércio de commodities agrícolas, o desmatamento continuou em queda. Pesquisas têm associado essa nova dinâmica às políticas públicas de combate ao desmatamento, sobretudo às ações do PPCDAm direcionadas à melhoria do monitoramento e fiscalização ambiental na região (ASSUNÇÃO; GANDOUR; ROCHA, 2015; SOARES-FILHO; RAJÃO, 2018). A partir de 2005 o DETER é lançado, permitindo a emissão de alertas diários de desmatamento que seriam usados a partir de então pelo IBAMA. Com esses alertas, o IBAMA aumentou suas chances de flagrante e punição de infratores.

Estudos sobre a dinâmica de desmatamento têm mostrado fortes evidências do efeito direto das ações de comando e controle no desmatamento amazônico, para isso, além das análises de taxas de desmatamento e frequência de fiscalização ambiental, teorias têm sido exploradas no intuito de contribuir para a melhor compreensão do comportamento dos agentes do desmatamento, por exemplo, a teoria de dissuasão e a teoria econômica do crime (BÖRNER et al., 2015; NASCIMENTO, 2019; PFAFF et al., 2018; SCHMITT, 2015). Basicamente, estes estudos têm mostrado que ao tomar a decisão pelo desmatamento, o infrator leva em consideração o risco de ser punido e o custo econômico da punição. Na prática, os infratores considerariam o risco de serem autuados em uma operação de fiscalização e as consequências dessa autuação, que poderiam ser representadas por multas e embargos da propriedade (NASCIMENTO,

2019; SCHMITT, 2015). Quando a frequência de fiscalização diminui ou o autuado não se sente na obrigação de pagar multas ou cumprir as determinações de embargo, a tendência das práticas de desmatamento é aumentar. Outro aspecto importante trazido por esses estudos diz respeito ao benefício obtido pela infração, que quando é superior à punição (por exemplo, lucro superior ao valor de uma multa), a infração gera lucro, reafirmando a ideia de que na prática o desmatamento compensa. Com base nessa lógica, o contexto e cortes no orçamento dos órgãos de fiscalização e as mudanças administrativas no trato da aplicação das punições por desmatamento é grave.

Atualmente, a pecuária é considerada a atividade de maior impacto no desmatamento na Amazônia, estima-se que mais de 60% de toda a área desmatada na região tenha sido convertida em pastagem (INPE/EMBRAPA, 2018). E embora haja mecanismos de regulação de acesso ao mercado, como o TAC da carne e Moratória da Soja, estudo de Garcia et al. (2020) para a Chain Reaction Research trouxe evidências contundentes que a dinâmica de desmatamento e fogo na Amazônia são mais intensas próximos de frigoríficos e silos de soja. Nesse sentido, estudos têm enfatizado a necessidade de apoio às cadeias de valor para produtos da sociobiodiversidade, com a inserção de comunidades locais e agregação de valor a produtos da natureza que possam competir com os modos tradicionais da agropecuária (ABRAMOVAY, 2018).

12. Quais as políticas públicas que comprovadamente contribuem para a redução do desmatamento da Amazônia? Que políticas públicas e outras ações governamentais foram as mais relevantes para a redução do desmatamento da Amazônia entre 2005 e 2016? Por quê?

De 2004 a 2012 as taxas de desmatamento na Amazônia caíram 84% (INPE, 2020). Durante esse período, uma série de políticas públicas e medidas do setor produtivo de combate ao desmatamento foram direcionadas para a resolução de problemas chave que estimulavam as práticas de desmatamento na região (SOARES-FILHO; RAJÃO, 2018). Nesse contexto, a criação do PPCDAm é considerada um marco nas políticas públicas para a Amazônia, convertendo somente em sua primeira fase (2004 — 2008), mais de 25 Mha de terras em Unidades de Conservação federais e homologando mais de 10 Mha de Terras Indígenas. Ao mesmo tempo, a melhoria e criação de instrumentos para monitoramento do desmatamento e o maior investimento nas ações de fiscalização, não só foram cruciais para a proteção da floresta e punição de infratores ambientais, como também disseminou a ideia de que o Estado brasileiro assumia o combate ao desmatamento como uma de suas prioridades (ASSUNÇÃO; GANDOUR; ROCHA, 2015; REYDON; FERNANDES; TELLES, 2020; SOARES-FILHO; RODRIGUES; FOLLADOR, 2013).

Em um cenário de intensa discussão sobre desmatamento e um foco cada mais evidente em suas causas, o lançamento do relatório do Greenpeace *Eating up the Amazon* (GREENPEACE, 2006) que associava diretamente uma grande rede de fast food ao desmatamento na Amazônia, aumentou a pressão sobre os setores associados ao agronegócio. Em 2006, a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE) e a Associação Nacional dos Exportadores de Cereais (ANEC), que juntas controlavam 92% de toda a produção de soja no Brasil, lançaram a Moratória da Soja, fechando o mercado aos produtores do grão com registros de infrações ambientais. O sucesso da Moratória da soja na diminuição das taxas de desmatamento, especialmente no estado do Mato Grosso, foi destacado por Gibbs et al. (2015), que salientou a importância do mecanismo como um instrumento complementar às ações públicas, pois conseguia controlar um importante setor com potencial de desmatamento que estava fora do domínio do estado.

Em 2007, o Decreto nº 6.321 criou a Lista de Municípios Prioritários, medida considerada mais significativa no âmbito do PPCDAm (ARIMA et al., 2014; BIZZO; DE FARIAS, 2017). A lista é composta por municípios selecionados a partir de sua área total desmatada e do seu aumento nas taxas de desmatamento nos últimos três anos, abrangendo assim, os municípios com as maiores contribuições de desmatamento na Amazônia (BRASIL, 2007). De acordo com o decreto, os municípios da lista passavam a receber ações prioritárias de regularização fundiária, monitoramento intensivo do desmatamento e proibição de crédito rural a produtores com registro de infrações ambientais. Para sair dessa lista, seria necessário que 80% das propriedades do município estivessem regularizadas e com taxa do desmatamento reduzida (baseando-se em portarias do Ministério do Meio Ambiente). Em 2008, duas importantes operações lideradas pelo IBAMA foram executadas nos municípios que compunham a lista, as operações “Arco do Fogo” e “Guardiões da Floresta”, que contaram com o apoio da Polícia Federal e Exército Brasileiro, e culminou na aplicação de mais de R\$ 361 milhões em multas.

Ainda em 2008, outra medida de grande impacto foi criada, a Resolução nº 3545 do Banco Central passou a exigir a comprovação de regularidade ambiental como condição para concessão de crédito rural em toda a Amazônia, impedindo imediatamente o acesso a linhas de crédito por parte de infratores. No ano seguinte, o Decreto nº 7.029/2009 amplia o Cadastro Ambiental Rural para todo o país, fortalecendo as iniciativas de regularização fundiária já implementadas pelos estados amazônicos. No mesmo ano, o Ministério Público do Pará lança o Termo de Ajuste de Conduta da Carne (TAC da Carne), mecanismo semelhante ao da Moratória da Soja, porém voltado à cadeia produtiva da carne, com o importante diferencial de ser um acordo onde os frigoríficos podiam aderir voluntariamente.

Esse conjunto de ações de governança e combate ao desmatamento começou a pressionar o setor produtivo no sentido da obrigatoriedade de se adequar às normas legais impostas à produção agrícola na Amazônia. A força dos mecanismos públicos e privados de combate ao desmatamento nesse período é confirmada quando a elevação dos preços das commodities agrícolas, mesmo em um contexto econômico favorável aos produtores, não afetou fortemente as taxas de desmatamento na região, enfatizando a importância da existência de instrumentos de governança de combate ao desmatamento consolidados para fazer frente às pressões do mercado (ASSUNÇÃO; GANDOUR;

ROCHA, 2015; FEARNSIDE, 2020a; MACEDO et al., 2012; NASCIMENTO et al., 2019b).

Ainda em 2009, com a criação da Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC) através da Lei nº 12.187/2009, o PPCDAm passa ser reconhecido como um dos principais instrumentos de combate às mudanças climáticas no Brasil, agindo diretamente no setor de Mudanças de Uso da Terra (MUT). Assim, as ações do PPCDAm passam a ser orientadas no sentido de alcançar as metas estipuladas pela PNMC que prevê a redução contínua do desmatamento até que se alcance em 2020 uma redução de 80% do desmatamento, visando alcançar uma taxa de 3.925 km² em 2020 e finalmente, em 2030, o desmatamento ilegal zero.

A partir de 2013, as taxas de desmatamento na Amazônia voltaram a variar. Estudos demonstraram a existência de uma forte associação entre as mudanças no Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012a) e a retomada do desmatamento na Amazônia (MOUTINHO; GUERRA; AZEVEDO-RAMOS, 2016; SOARES-FILHO et al., 2014). Estima-se que a mudança reduziu de 50 para 21 Mha a área desmatada ilegalmente que deveria ser restaurada, sendo que 78% dessas áreas estão no interior de reservas legais e 22% em Áreas de Preservação Permanente (SOARES-FILHO et al., 2014). Isso significa que as áreas desmatadas além da cota permitida no interior das propriedades e em áreas ambientalmente sensíveis passavam a ficar isentas da obrigatoriedade de restauração. Outro ponto controverso da legislação e alvo de críticas foi a anistia do desmatamento ocorrido até 22 de julho de 2008. Na prática isso também representou o cancelamento de todas multas por desmatamento aplicadas até julho de 2008 caso o produtor aderisse ao Programa de Regularização Ambiental (PRA). Essas mudanças teriam criado a sensação nos proprietários de terra de que as leis podem ser mudadas e o desmatamento perdoado (NASCIMENTO, 2019; SOARES-FILHO et al., 2014).

A partir de então, algumas medidas pontuais começaram a minar a estrutura políticas das ações criadas de combate ao desmatamento. Ainda em 2012, a MP 558 diminuiu a área de oito UCs na Amazônia, parte delas criadas no âmbito do PPCDAm em zonas de intensa dinâmica de desmatamento, como no entorno da BR-163 no Pará, em Lábrea no Amazonas e Porto Velho em Rondônia (BRASIL, 2012b). As ações de combate ao desmatamento na Amazônia também sofreram diminuição de orçamento.

Levantamento feito pelo InfoAmazônia destaca que entre 2007 a 2010 o Governo Federal investiu R\$ 6,36 bilhões nas ações de combate ao desmatamento, essa quantia foi reduzida em 72% no período de 2011 e 2014, quando o governo investiu apenas R\$ 1,77 bilhão nas mesmas ações. O setor mais atingido foi o de incentivo às atividades sustentáveis, que sofreu a maior redução orçamentária (INFOAMAZONIA, 2015). Além disso, o crescimento da bancada ruralista no congresso e a instabilidade política que culminou no *impeachment* da Presidente Dilma Rousseff também contribuíram para a retomada do desmatamento na região (FEARNSIDE, 2020b).

13. A que fatores podem-se atribuir o aumento de 29,5% do desmatamento da Amazônia da série 2018 (agosto de 2017 a julho de 2018) para a série 2019 (de agosto de 2018 a julho de 2019) registrado pelo PRODES, quando o desmatamento anual da Amazônia passou de 7536 km² para 9762 km²?

O PRODES divulgou em junho de 2020 a taxa consolidada de desmatamento na Amazônia que é superior (3,7%) a área de 9.762 km² estimada e divulgada em 2019. O salto de área para 10.129 km² representa um aumento de 34% em relação ao ano anterior. Valor superior à taxa de 2019 foi registrado pela última vez no ano de 2008, quando a área desmatada na Amazônia somou 12.911 km². Com um padrão crescente desde 2017, o desmatamento na Amazônia parece ter respondido às propostas de mudanças nas políticas fundiárias, aos cortes no orçamento das ações de combate ao desmatamento e ao desmonte de órgãos responsável pela fiscalização ambiental e demarcação de terras na Amazônia (JOHNSON DE AREA et al., 2019). Além disso, as constantes sinalizações por parte do governo brasileiro, em especial do Presidente da república, de apoio a atores que desmatam a floresta, de ataques aos órgãos responsáveis pelo monitoramento e fiscalização do desmatamento na região, bem como a falta de apoio às comunidades tradicionais da Amazônia, também pode ser entendido como estímulo ao desmatamento e conflitos na região. Caso mais recente ocorreu no início de agosto de 2020, na região sudoeste do Pará, no município de Jacareacanga, quando uma operação de combate ao garimpo ilegal foi suspensa por intermédio do Ministro do meio ambiente, Ricardo Salles, fortalecendo a discussão sobre a liberação de exploração mineral em territórios indígenas (G1, 2020; ESTADO DE MINAS, 2020).

A questão fundiária é historicamente um dos principais motores de desmatamento na região e também é um dos temas que mais vem sofrendo alteração na legislação (BRITO et al., 2019; ROCHEDO et al., 2018). Em julho de 2017 a Lei nº 13.465 anistiou a ocupação irregular de terras públicas ocupadas até 2008, permitiu a regularização de áreas até 2.500 ha, além de fixar valores baixos para a alienação de terra, as quais poderiam ser negociadas a um valor entre 10% a 50% da pauta de valores estipulados pelo INCRA. Em 2019, a MP 910, também conhecida como “MP da grilagem”, propôs mais alterações nas normas de regularização fundiária, sugerindo a regularização de terras ocupadas ilegalmente até 2014 em imóveis residenciais até 2018. A MP também visava ampliar os benefícios da autodeclaração de imóveis, dispensando vistoria prévia do INCRA para regularização de imóveis até 15 módulos fiscais e

retirando a obrigatoriedade de declarações do ocupante de que o imóvel não se encontra sob embargo ambiental, ou seja, objeto de infração em órgãos ambientais. Embora a MP não tenha sido aprovada, criou grande expectativa com a possibilidade de anistia e regularização de terras ocupadas ilegalmente em anos recentes na Amazônia. Levantamento feito pelo Estadão em julho de 2020 (ESTADÃO, 2020) denuncia a tentativa de facilitar a regularização de imóveis na Amazônia de modo remoto, através do cruzamento de banco de dados, propondo a dispensa (mais uma vez) de vistorias, em áreas de intenso conflitos e desmatamento como na região da rodovia Transamazônica.

Também merece destaque a situação das Terras Indígenas na Amazônia. Ainda em 2017, a Portaria nº 68 da União burocratizou o processo de demarcação de Terras Indígenas criando um Grupo Técnico Especializado – GTE que seria responsável pela análise e aprovação das demarcações. Tal Portaria gerou repúdio entre representantes de povos grupos indígenas em todo o Brasil, que a declararam a Portaria como inconstitucional e uma afronta a seus direitos originários à terra. Em 2019, o Relatório do Conselho Indigenista Missionário (CIMI, 2019) mostrou que além do congelamento das demarcações de TIs, o desmatamento disparou no interior das TIs na Amazônia, aumentando mais de 50% de 2017 a 2018, o mesmo ocorreu com o número de casos de invasão de TIs. De acordo com o PRODES, em 2019 o desmatamento no interior de TIs registrou o marco de 490,8 km², com a Terra Indígena Ituna/Itatá como a TI com a maior área desmatada na Amazônia. Vale mencionar que em abril de 2020, após uma equipe de reportagem do *Fantástico* acompanhar uma operação do IBAMA na TI Ituna/Itatá onde flagraram intensa atividade garimpeira, o Ministro do Meio Ambiente exonerou do cargo o agente do IBAMA chefe da operação.

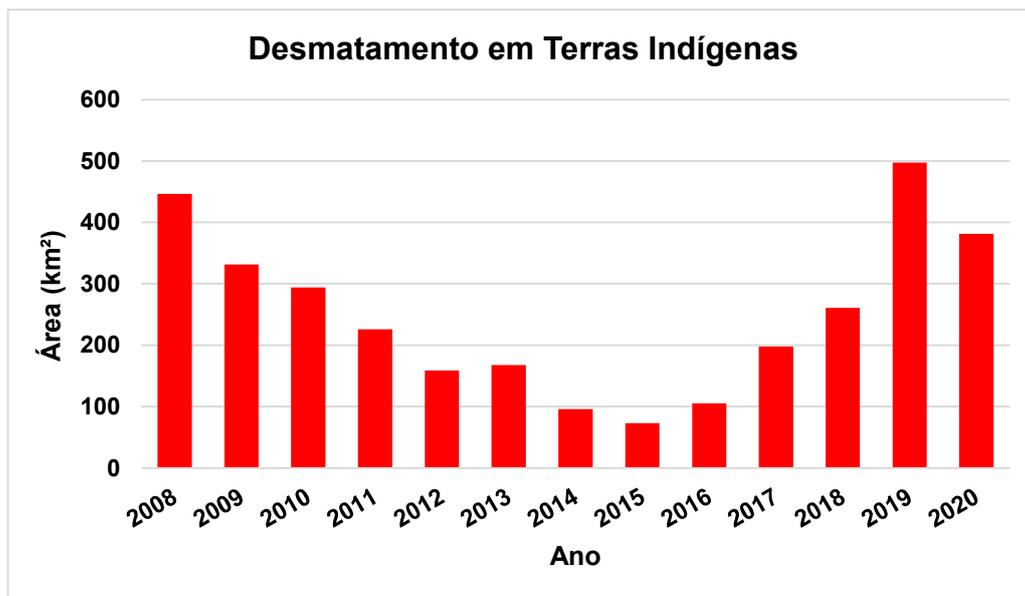


Figura 10: desmatamento, em km², em terras indígenas, entre os anos de 2008 e 2020. Fonte: PRODES/INPE; dados disponíveis em: http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/increments.

Outra medida de grande impacto, foi a MP 886 de 2019, que transferiu a responsabilidade pela demarcação de terras indígenas da Funai para o Ministério da Agricultura, que passava então a ser responsável pela demarcação de terras indígenas, inclusive em zonas de expansão e conflito com o agronegócio. Essa medida foi julgada inconstitucional pelo STF⁹. Além disso, as pressões pela abertura das TIs a atividades econômicas externas se intensificaram. No início de 2020 entrou em tramitação a PL 191/2020 que prevê a criação de normas para pesquisa de lavra mineral e potenciais para aproveitamento hidrelétrico no interior de TIs.

Outro aspecto de grande relevância que pode ter influenciado o desmatamento, diz respeito ao orçamento do IBAMA e seus déficits em infraestrutura administrativa e de pessoal. Desde 2017, o IBAMA vem sofrendo com a redução em seu orçamento¹⁰, o que afeta diretamente a capacidade de realização das operações de fiscalização (CASTELO et al., 2018). A situação tende a se agravar após o fim do repasse do Fundo Amazônia que financiou mais de 450 operações do IBAMA em dois anos (2016-2018). Além disso, a falta de infraestrutura e de pessoal compromete o funcionamento do órgão. Análise do Tribunal de contas da União mostrou que parte significativa das multas não

⁹ <https://www.socioambiental.org/pt-br/noticias-socioambientais/stf-decide-manter-por-unanimidade-demarcacao-na-funai>

¹⁰ <http://portaltransparencia.gov.br/>

eram processadas por limitações de máquinas para realizar a digitalização de documentos (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2017). Em meados de 2019, agentes do IBAMA divulgaram uma carta aberta pedindo a resolução de problemas fundamentais no órgão, como a exigência de critérios técnicos para ocupação de cargos de gerência no órgão, como concurso público urgente e garantia dos recursos orçamentários para assegurar a continuidade das operações de fiscalização, entre outros. De acordo com a carta, de 2010 a 2019 o efetivo de fiscalização o instituto caiu 45%, somando atualmente 780 fiscais, dos quais 189 estão em vias de se aposentar.

Dados sobre de autuações do IBAMA mostram que apesar do número de autuações vir diminuído desde 2017 (o que pode estar relacionado a diminuição do número de operações e não a diminuição da ocorrência de infrações), o valor anual total das multas aumentou, o que pode denotar a intensificação das infrações ambientais.

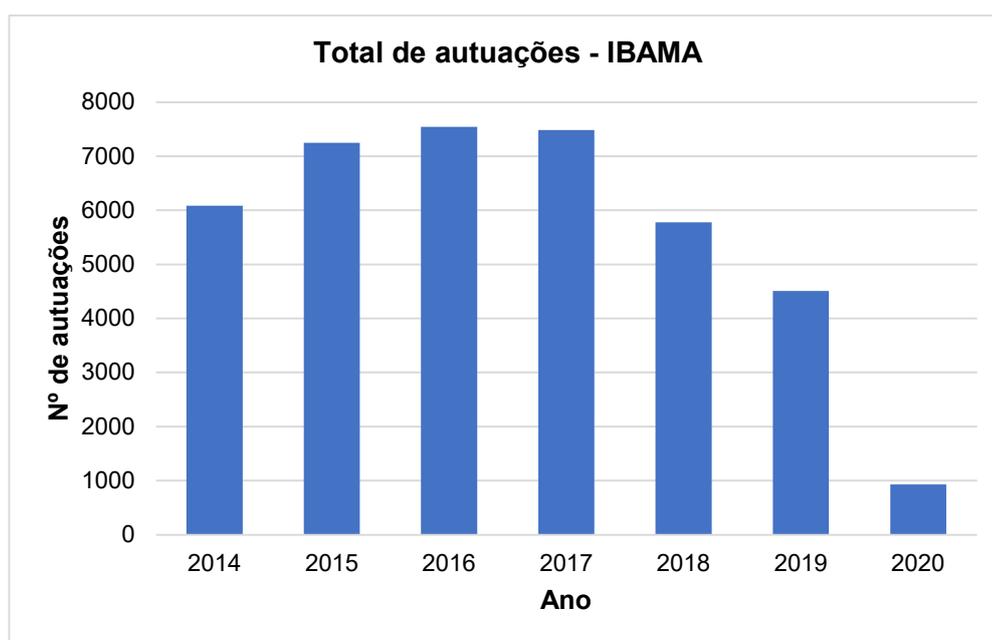


Figura 11: Total de autuações do IBAMA, nos estados que compõem a Amazônia legal, no período de 01/01/2014 à 25/06/2020. Fonte: IBAMA; dados disponíveis em: <https://servicos.ibama.gov.br/ctf/publico/areasembargadas/ConsultaPublicaAreasEmbargadas.php>

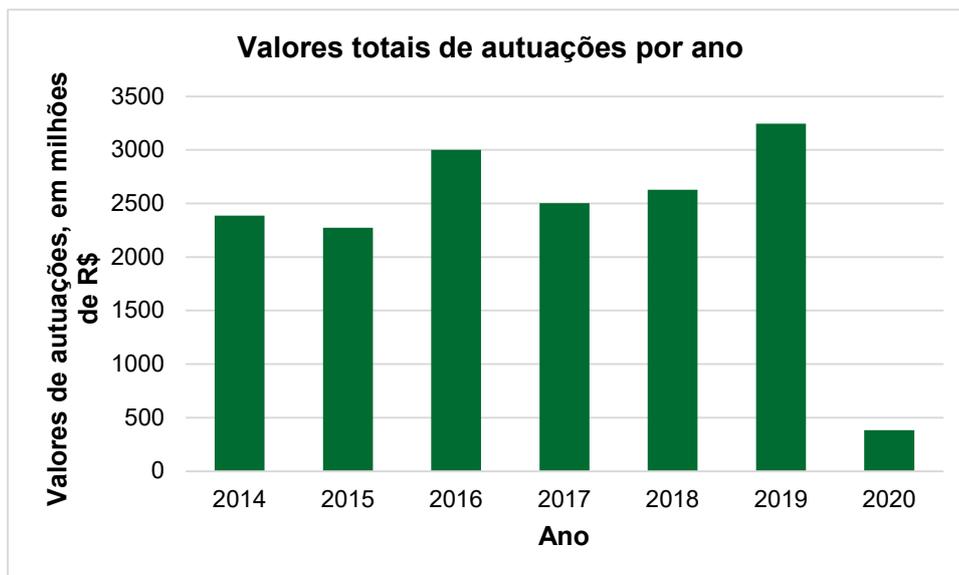


Figura 12: Valores totais de autuações, em milhões de R\$, no período de 01/01/2014 à 25/06/2020. Esse valor reflete a soma dos valores de todos os Estados que compõem a Amazônia Legal. Fonte: IBAMA; dados disponíveis em:

<https://servicos.ibama.gov.br/ctf/publico/areasembargadas/ConsultaPublicaAreasEmbargadas.php>

A criação de mecanismos que burocratizam e dificultam a aplicação de multas, como a criação das audiências de conciliação (Decreto nº 9.760/2019), que exigem uma audiência de negociação das multas entre fiscais e infrator, tende a diminuir o efeito das punições das fiscalizações ambientais. Isto ocorre devido às limitações administrativas do próprio IBAMA em realizar essas audiências e as características do processo de aplicação de multas que pode permanecer pendente até o fim das negociações, sem que isso afete os benefícios obtidos pelo infrator pelo crime praticado. Nesse contexto, também cabe ressaltar a existência de uma série de recursos jurídicos que são geralmente adotados por parte do infrator para prolongar os processos, que somado à incapacidade administrativa do órgão no trato das multas, contribui para que as multas prescrevam (após três anos sem movimentação jurídica) (CGU, 2019). Análise feita pela Controladoria-Geral da União (2019) aponta que processos de multas paralisados por barreiras de infraestrutura e pessoal no órgão somam R\$ 20,8 bilhões. Adicionalmente, a baixa taxa de pagamento das multas também tiram o efeito de dissuasão das fiscalizações ambientais. Análise feita pelo Tribunal de Contas da União estimou que apenas 6% das multas aplicadas entre 2011 e 2014 foram pagas (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2017).

Os problemas na fiscalização ambiental desencadeiam um efeito cascata que afeta diversos mecanismos de governança. Por exemplo, a Moratória da Soja, o TAC da Carne e a Resolução nº. 3545/2008 (que impede que bancos concedam crédito rural a produtores com irregularidade ambiental) que acessam do Sistema Integrado de Cadastro, Arrecadação e Fiscalização (Sicafi) para executarem suas normas. Em junho de 2020, uma ação foi aberta por deputados na Justiça Federal contra o Ministro do Meio Ambiente, Ricardo Salles, o presidente do IBAMA, Eduardo Bim, e a União devido a omissão de dados no Sicafi, desde outubro de 2019. Além de dar suporte aos mecanismos de governança atuais, as ações de fiscalização também são cruciais para impedir que ações na melhoria da produtividade agrícola e estímulos à diferentes cadeias produtivas resultem em mais desmatamento (ex. *Jevons Paradox*, *Rebound effect*, por exemplo). Assim, é fundamental que todas as ações de combate ao desmatamento e incentivo à produção sustentável na região tenham o forte suporte dos mecanismos de monitoramento e fiscalização (ASSUNÇÃO; GANDOUR; ROCHA, 2015; CARVALHO et al., 2019; NASCIMENTO et al., 2019; THALER, 2017).

14. Que políticas públicas ou outras ações governamentais contribuem para aumento do desmatamento da Amazônia? Por quê?

Políticas e ações do governo que podem estimular o desmatamento estão ligadas ao fortalecimento das suas causas fundamentais tais como: as lacunas na regularização fundiária e concessão de terras apropriadas ilegalmente; anistia ao desmatamento ilegal; isenção de recuperação de áreas desmatadas; desafetação de áreas protegidas; desmantelamento dos órgãos de fiscalização; aprovação de grandes projetos de infraestrutura na Amazônia sem planos de mitigação de impactos; diminuição do orçamento dos órgãos ambientais; e desestruturação de programas e planos voltados ao combate ao desmatamento (Figura 13). Detalhes dessas ações estão detalhadas nas respostas às questões 13, 14 e 15.

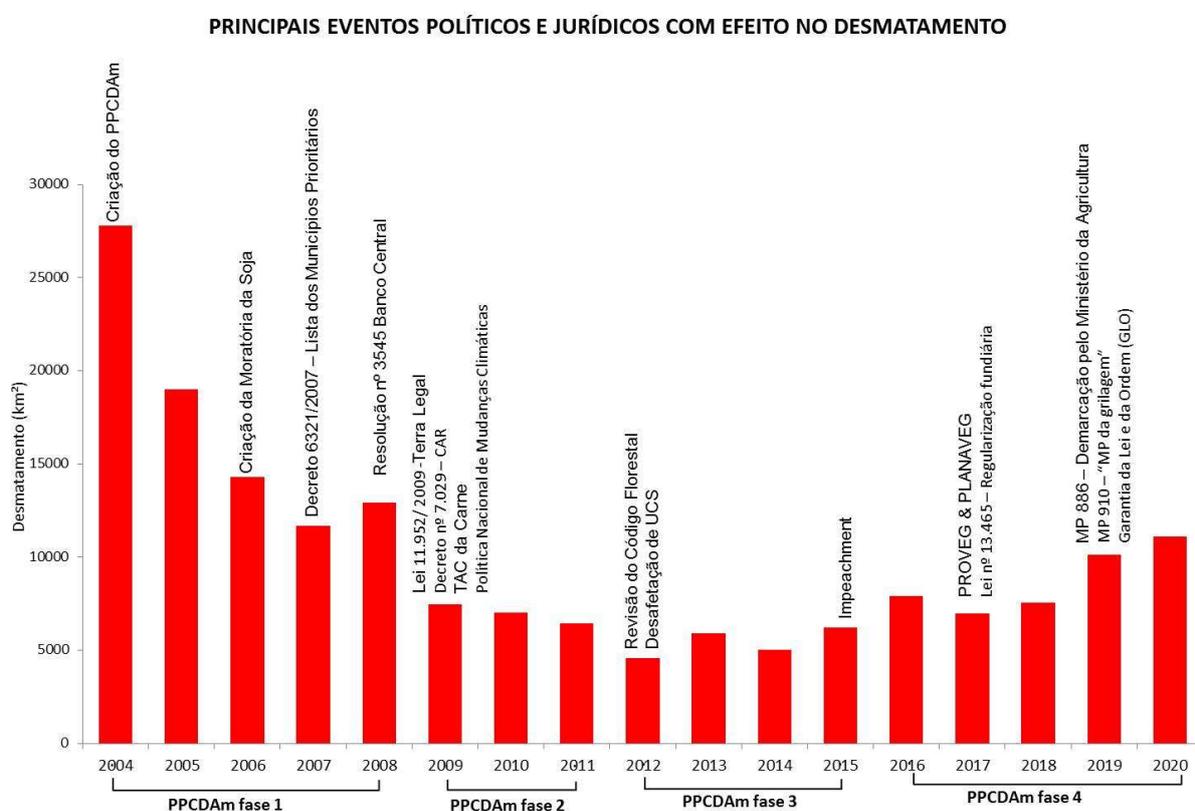


Figura 13: Taxas de desmatamento e principais eventos políticos. Fonte: elaborado pelo autor.

Os alarmantes registros de fogo e a elevada taxa de desmatamento ocorrido em 2019 ocasionaram pressões externas para que o Governo brasileiro tomasse medidas de redução do desmatamento. Em agosto de 2019 o Governo deu início a uma operação de Garantia da Lei e da Ordem (GLO) com o intuito de reduzir as queimadas e o desmatamento na Amazônia. Apesar disso, o sistema DETER tem apontado números

superiores aos os observados no mesmo período do ano passado (esses dados serão explorados na questão 15) sugerindo que a Amazônia deve alcançar uma taxa de desmatamento superior à registrada em 2019 e, conseqüentemente, superior à meta prevista para 2020.

A divulgação dos dados do DETER tem desencadeado uma série de pressões sobre o Governo. Em junho de 2020, um grupo reunindo 29 investidores europeus, com ativo de US\$ 3,6 trilhões, ameaçou retirar investimentos do Brasil caso o Governo não adotasse medidas firmes de combate ao desmatamento. Em julho de 2020 a carta “Convergência pelo Brasil” é assinada por 17 ex-Ministros da Fazenda e pelo Presidente do Banco Central alertando para necessidade urgente de mudanças no padrão de crescimento brasileiro, que precisa se basear em uma economia de baixo carbono, pautada na redução do desmatamento tanto na Amazônia como no Cerrado, no aumento da resiliência do Brasil às mudanças no clima e no incentivo às tecnologias de baixo carbono.

Em abril de 2020, o vice-Presidente Hamilton Mourão retomou as atividades do Conselho da Amazônia, criado em 1995 pelo Decreto nº 1.541, com o objetivo de planejar ações de combate ao desmatamento (desta vez não incluindo representantes da Funai e IBAMA e excluindo os governadores dos estados amazônicos). Com os novos resultados do DETER apontando um novo recorde de desmatamento para o mês de junho, aliado a mais pressões do mercado externo e ameaças de boicote aos produtos brasileiros, o vice Presidente reuniu o Conselho da Amazônia em julho de 2020 para debater ações de combate ao desmatamento, enfatizando a importância da regularização fundiária e aumento de pessoal na Funai e Ibama.

15. Que dados estão disponíveis sobre o desmatamento da Amazônia de janeiro de 2018 até a data atual e o que se pode concluir da análise desses dados?

Atualmente contamos com os dados do PRODES lançados no final de 2019 e atualizados em junho de 2020, referente ao desmatamento no período de agosto de 2018 a 31 de julho 2019, e com os dados do DETER divulgados em agosto. Com base na série temporal do DETER para o período 2016 e 2020, considerando os meses de maiores áreas desmatadas, é possível observar que o DETER corresponde às variações das taxas de desmatamento, chamando a atenção para o aumento brusco das áreas desmatadas a partir de julho de 2018 que culminou na marca de 10.129 km² de desmatamento em 2019.

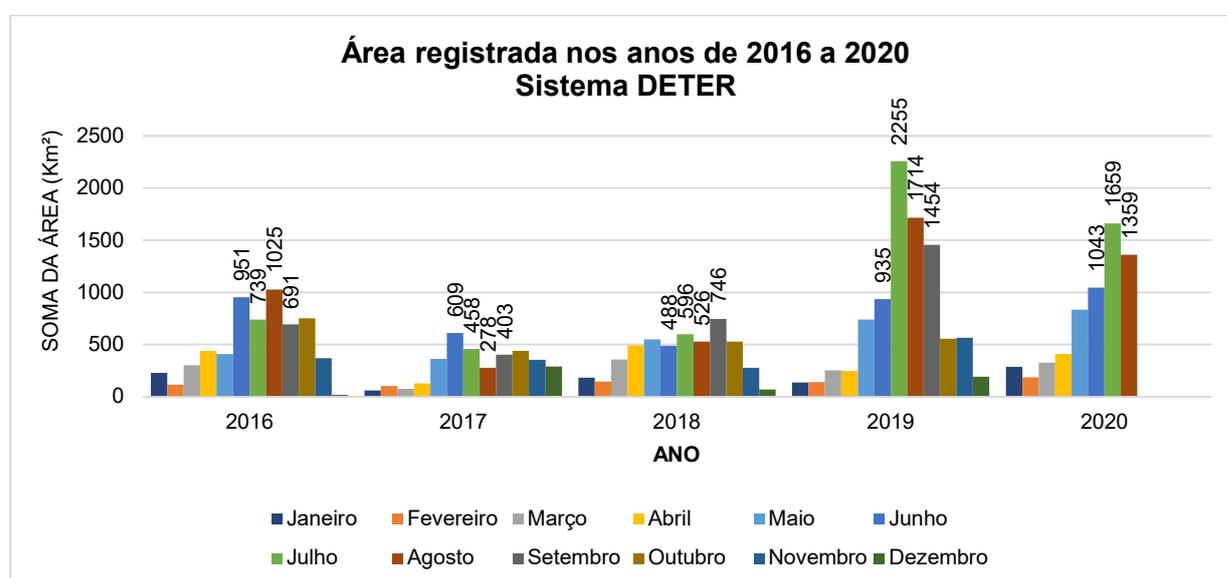


Figura 14: dados de desmatamento (em km²) registradas pelo sistema DETER, entre os meses de janeiro e dezembro, a partir 2016. Fonte: DETER / INPE.

Com base nos dados, é possível concluir que a tendência para o ano de 2020 é de aumento nas taxas de desmatamento a uma área superior à de 2019, ou seja, pelo segundo ano consecutivo o desmatamento deve ultrapassar 10.000 km² na Amazônia. Para um maior embasamento dessa observação, pode-se verificar a comparação da série histórica de taxas de desmatamento medidas pelos sistemas DETER e PRODES (Figura 15, presente também na questão 3). Os dados do sistema PRODES são mais precisos que o do sistema DETER e, ao longo dos últimos anos (2015/2016 até 2018/2019), observou-se que as taxas de desmatamento do sistema PRODES são em média 52,35% maiores do que as medidas pelo sistema DETER. Para o ano de 2019/2020 ainda não é possível saber o valor de desmatamento medido pelo sistema PRODES, mas sabendo que ainda

falta um mês e meio para o fechamento do ano de referência (metade de julho e agosto), a tendência é de que o desmatamento consolidado ultrapasse o medido no período 2018/2019, que foi de 10.129 km², pois o desmatamento medido pelo sistema DETER até julho já era maior que o medido em 2018/2019.

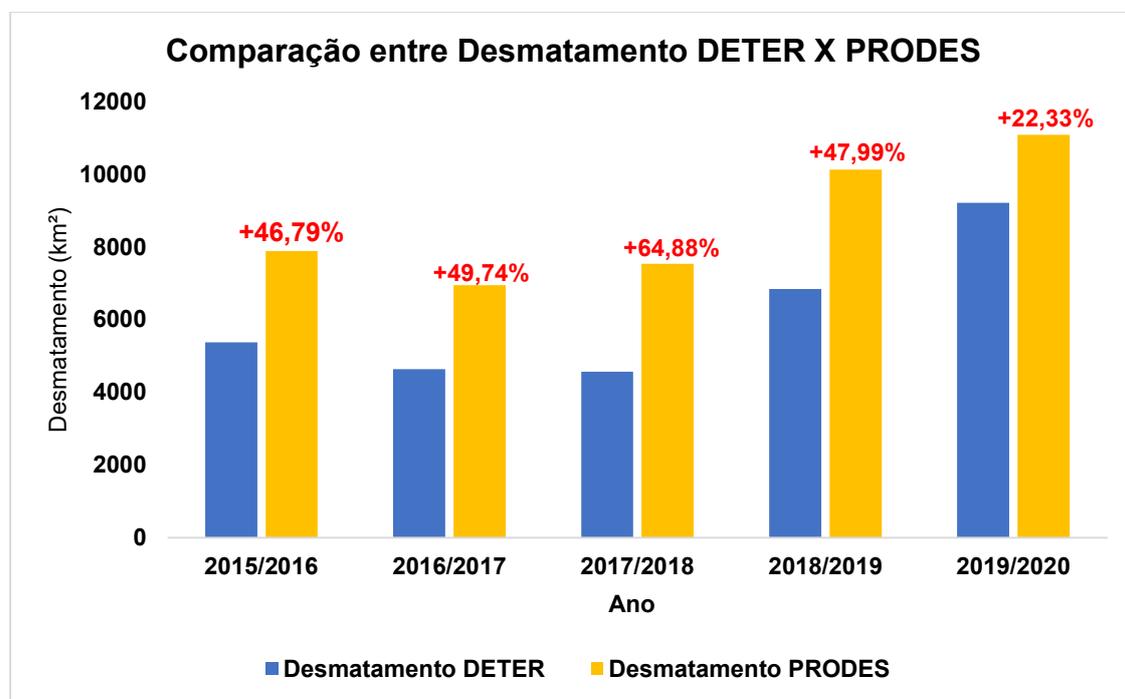


Figura 15: Comparação entre os valores de desmatamento medidos pelos sistemas PRODES e DETER no período de 2015 a 2020. O ano de referência 2015/2016, por exemplo, começa em agosto de 2015 e termina em julho de 2016. Notem que os valores consolidados pelo sistema PRODES sempre são maiores do que os do sistema DETER (% de diferença indicado em vermelho). Dados de desmatamento dos sistemas PRODES e DETER estão disponíveis em <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/>.

16. Que políticas públicas deveriam ser implementadas atualmente para conter, mitigar e reduzir o desmatamento na Amazônia Legal a fim de cumprir com a meta estabelecida para 2020 de não ultrapassar a taxa anual de 3.925,06km² de área desmatada?

De acordo com a tendência mais recente das taxas de desmatamento e os últimos dados do DETER, o Brasil não deve atingir a meta estipulada na PNMC para 2020 no período esperado. A menor taxa de desmatamento registrada foi em 2012, com uma área de 4.571 km², em um contexto onde o padrão de desmatamento ainda era decrescente. Além disso, mesmo não alcançando as metas da PNMC, o Brasil ainda tem o compromisso assumido da meta NDC (Contribuição Nacionalmente Determinada), ratificada pelo Acordo de Paris em 2016, de redução de emissões de 37% até 2025, em relação aos níveis de 2005, e de 43% até 2030. Diante deste compromisso global do Brasil, e considerando os riscos iminentes de mudança do clima irreversível, com impactos sobre economia, qualidade de vida, e integridade dos ecossistemas naturais, as ações de mitigação são urgentes¹¹.

Isso indica que no atual contexto, com todas as mudanças legais e problemas orçamentários já salientados em resposta às perguntas anteriores, seria necessário um grande comprometimento por parte do governo brasileiro em combater o desmatamento na Amazônia. Primeiramente, seria necessário fortalecer as ações de todos os eixos do PPCDAm, em especial, dando suporte imediato às ações de fiscalização e melhorando a infraestrutura administrativa e de pessoal para os órgãos de fiscalização como IBAMA e ICMBIo e aos órgãos responsáveis pela regularização fundiária, como o INCRA e a FUNAI.

Em médio prazo, o governo poderia agir no sentido de implementar instrumentos de compensação que incentivem a conservação e a recuperação de áreas desmatadas e degradadas. O próprio Código Florestal Brasileiro criou novos mecanismos que permitem a compensação ambiental e a negociação de cotas de reservas ambientais (AZEVEDO et al., 2017) que poderiam servir não só como estímulo à conservação, mas também como uma forma de beneficiar proprietários de terra que cumpriram a legislação, mantendo intacta a área de floresta exigida por lei.

Estudos também têm enfatizado a importância de incentivo às cadeias produtivas sustentáveis não só para garantir a diminuição do desmatamento, mas também incentivar

¹¹ https://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/convencao/indc/Relatorio_MRE.pdf

uma mudança no comportamento de produtores na região (MOUTINHO; GUERRA; AZEVEDO-RAMOS, 2016; STABILE et al., 2020). Embora o incentivo às práticas sustentáveis tenha se constituído em um dos eixos de ações do PPCDAm, dentre todos quatro eixos, foi o que menos avançou. Além disso, as formas de incentivos estimulados pelos instrumentos políticos na região têm se concentrado na concessão de crédito que não propõem uma mudança na forma de produzir na Amazônia. O próprio Plano operativo da fase 4 do PPCDAm enfatiza que de todo crédito rural concedido entre 2013 e 2015, apenas 14,5% foi concedido ao Programa Nacional da Agricultura Familiar – Pronaf, onde a linha Eco, Floresta e Agroecologia representou apenas 0,07% das concessões. Ainda nesse contexto, de todo o crédito concedido pelo Pronaf, apenas 1,86% foi obtido por municípios que compõem a lista de municípios prioritários na Amazônia.

O fomento às práticas produtivas, com linhas de crédito, transferência de tecnologia e assistência técnica voltada ao aumento da produtividade agrícola seria fundamental para garantir a renda de produtores locais regularizados, fornecendo alternativas de práticas sustentáveis em um contexto de intenso monitoramento e fiscalização. Políticas complementares de estímulo às cadeias produtivas sustentáveis poderiam ser criadas no intuito assegurar retorno econômico. Nesse sentido, o governo também poderia fortalecer instrumentos econômicos como linhas de crédito e mecanismos de facilitação de acesso ao mercado e comercialização de produtos florestais não madeireiros produzidos por comunidades locais, fortalecendo as cadeias produtivas sustentáveis e contribuindo para a geração de renda em pequenas comunidades. A criação de instrumentos que beneficiem as práticas sustentáveis na Amazônia bem como os produtores regularizados e que cumpriram a legislação ambiental, seria um importante divisor de águas nas políticas públicas desenvolvidas para a Amazônia que vem historicamente se esforçado para regularizar infratores e anistiar práticas ilegais.

Outro aspecto importante seria a designação das terras públicas sem designação na Amazônia. Levantamento feito por Azevedo-Ramos et al. (2020) mostra que as terras sem designação têm alimentado o mercado de terras e grilagem em todas as regiões da Amazônia. Stabile et al. (2020) sugere que uma solução imediata para essas áreas seria sua destinação à conservação, com a possibilidade de uso sustentável para comunidades locais. Em um cenário como esse, a intensificação da fiscalização e fomento às iniciativas de produção sustentável no interior dessas unidades seriam fundamentais

para evitar o desmatamento e estimular fortalecimento de cadeias produtivas sustentáveis locais.

Adicionalmente, o Governo poderia investir na recuperação de pastagens degradadas e na implementação de instrumentos de incentivo ao reflorestamento já previstos no próprio Código Florestal, Plano ABC, e na Política Nacional para Recuperação da Vegetação Nativa (PROVEG) o que poderia ser um sumidouro adicional de carbono e contribuir para que o Brasil diminua as emissões.

17. Que paralelos podem ser feitos entre as simulações constantes no Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal – PPCDAm e a realidade fática do desmatamento da Amazônia Legal?

As simulações para o desmatamento na Amazônia proposta pelo PPCDAm estão alinhadas às metas previstas na Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC), que estabelece uma redução de 80% do desmatamento na Amazônia até 2020 (o equivalente a 3.925 km²). Até 2016, ano em que a fase 4 do PPCDAm se inicia, a taxa reduziu 59% em relação à média base, que é 19.625 km². A partir de então, para que a meta fosse alcançada seria necessária uma queda brusca no desmatamento, semelhante às alcançadas nos primeiros anos do PPCDAm. Para tanto, as simulações do PPCDAm sugerem que seria necessária uma diminuição de aproximadamente 1000 km² por ano de 2016 a 2020.

Apesar da curta diminuição das taxas de desmatamento de 2016, um novo padrão de crescimento foi assumido desde então na Amazônia, comprometendo o compromisso brasileiro de redução das taxas de desmatamento e de emissões de CO₂. Em 2019, o desmatamento de 10.120 km² foi o maior da última década, sendo acompanhado por altos índices de degradação florestal e ocorrência de fogo. A diferença entre a taxa de desmatamento simulada pelo PPCDAm e a registrada para o ano de 2019 é superior a 5.000 km², ou seja, a diferença entre a taxa simulada e a observada é superior à meta de redução prevista para um intervalo de quatro anos (2016 a 2019) (Figura 16).

Como já exposto anteriormente, além da alta probabilidade de o Brasil não atingir sua meta para 2020, a taxa de desmatamento a ser alcançada em 2020 também deve superar as taxas alcançadas nos últimos 11 anos.

TAXAS DE DESMATAMENTO ESPERADAS E ALCANÇADAS

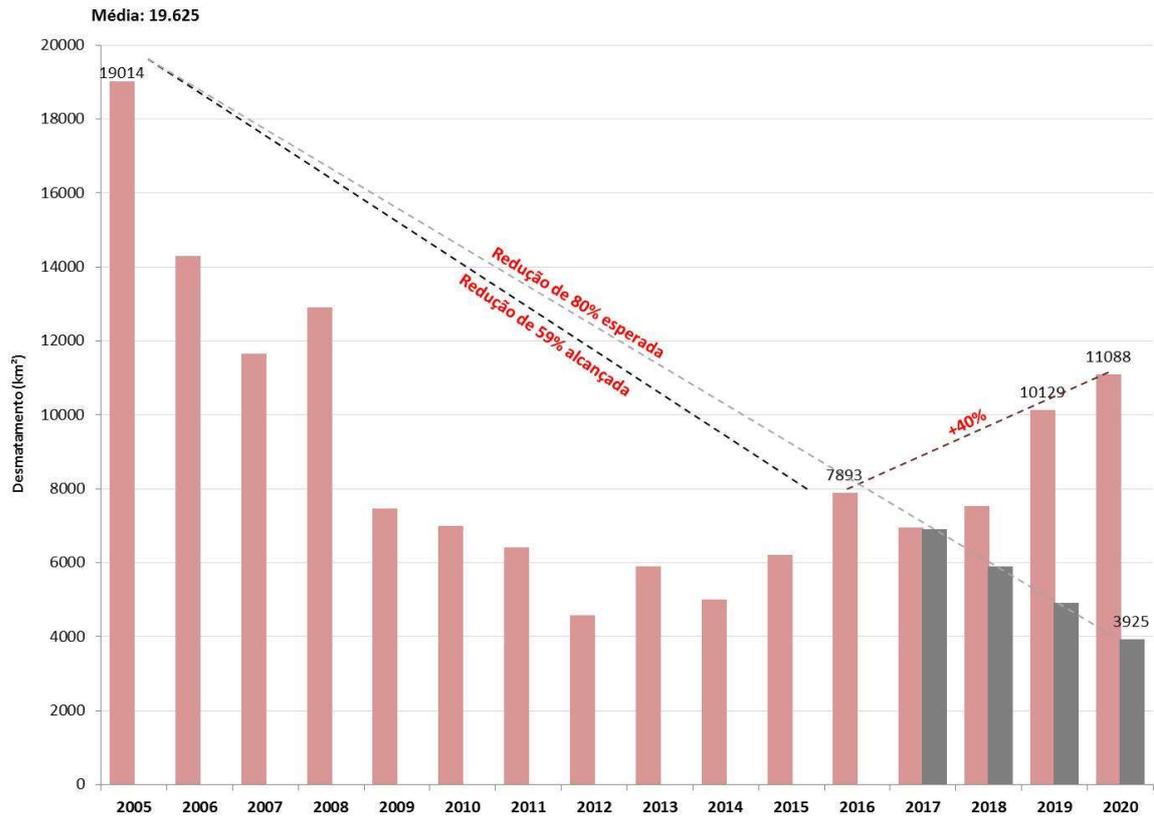


Figura 16: Taxas de desmatamento real e simulado e metas definidas. Fonte: elaborado pelo autor.

18. É possível identificar falhas ou omissões no PPCDAm que demonstrem a ineficiência da União tanto na construção do Plano, quanto na sua execução (os meios utilizados pela União foram adequados para atingir o resultado)?

A construção de todas as fases do PPCDAm levou em consideração as sugestões de estudiosos sobre a dinâmica do desmatamento na Amazônia. A concepção dos eixos do programa, por exemplo, foi baseada em contradições históricas tanto na política, por exemplo entre as políticas de conservação e as fundiárias, como no tipo de incentivo econômico para atividades na região, que no PPCDAm buscavam diferir do antigo modelo que incentivava à atividades que promoviam o desmatamento. A partir da fase II, a preocupação em se adequar às sugestões feitas por avaliadores de cada fase anterior e considerar o contexto do padrão de desmatamento ficou mais evidente.

Aqui estão destacadas algumas lacunas do PPCDAm que afetaram o desenvolvimento do plano e que podem servir como pontos de questionamento e discussão pela Ação Civil Pública:

- Necessidade de inclusão das UCS e TIS em todos os eixos do PPCDAm como alvos de prioridade contínua tanto dos mecanismos de fiscalização como das ações de incentivo às iniciativas de produção sustentáveis para seus habitantes. A partir de 2012, várias UCs criadas no âmbito do PPCDAm sofreram processos de desafetação e mudança de status de proteção em prol de projetos de infraestrutura como construção de usinas hidrelétricas (MP 558/2012) e para abertura de ferrovia para exportação de commodities agrícolas (MP 758/2016). Outro agravante é alto registro de propriedades cadastradas no CAR que estão no interior de áreas protegidas (MARTINS; NUNES; SOUZA, 2018). Uma complexidade adicional nesses casos resulta da baixa comprovação de títulos de terra na Amazônia. Em 2019, o Ministro do Meio Ambiente, Ricardo Salles, sugeriu o uso do fundo Amazônia para ressarcir e remanejar os proprietários de terra do interior de áreas protegidas, o que gerou grande debate e posicionamento dos países financiadores do fundo (Alemanha e Noruega).
- Ausência de ações de combate ao desmatamento em assentamentos rurais. Mesmo estando entre a classe fundiária que mais desmata, os assentamentos não receberam grande atenção das ações de fiscalização no âmbito do PPCDAm. Em 2012, a revisão do Código Florestal Brasileiro isentou os assentamentos de

recomporem suas áreas ilegalmente desmatadas. Estudos em áreas de expansão agrícola também tem anunciado o intenso comércio de terras em assentamentos envolvendo aluguel e vendas ilegais de propriedades (COSTA, 2016b; VALADÃO, 2019).

- Falta de monitoramento contínuo dos municípios após a saída da lista dos municípios prioritários. Estudos de Arima et al. (2014) e de Bizzo e Farias (2017) mostram que municípios seguem padrões diferenciados de desmatamento após a saída da lista, o que pode estar a uma série de fatores que variam desde a sinalização do governo no sentido de afrouxar as normas ambientais como contextos socioeconômicos regionais. Esse comportamento salienta a necessidade da criação de mecanismos de acompanhamento desses municípios por estarem em zonas de intensa dinâmica de desmatamento e, portanto, mais propícios a uma retomada do taxas elevadas de desmatamento.
- Foco em cadeias produtivas sustentáveis. Ações do PPCDAm de incentivos às atividades sustentáveis tem se pautado majoritariamente na concessão de créditos e adoção de tecnologias voltadas ao aumento da produtividade das práticas de agricultura tradicional. Menor atenção tem sido dada à criação de instrumentos de agregação de valor dos produtos da floresta de grande potencial comercial, como sementes, grãos, raízes e folhas que podem ser transformados em produtos alimentícios, para a indústria de cosméticos e farmacêutica.
- Assistência técnica para além da produção agrícola e pecuária. É urgente o fomento à profissionalização de atores locais, principalmente os ligados às cadeias produtivas sustentáveis, para que adquiram conhecimento técnico e visão de negócio para transformar produtos da floresta e até matérias primas já inseridas no mercado de transformação, em produtos finais, garantindo emprego, geração de renda e qualidade de vida para comunidades na Amazônia.

19. Os meios adotados no PPCDAm, se efetivamente realizados, poderiam ter implicado na redução do desmatamento na Amazônia Legal até o patamar de 3.925,06 km² até 2020?

Sim. O PPCDAm buscou em todas as suas fases conceber planos de ações adaptados ao contexto de desmatamento, porém, limitações orçamentárias e de prioridades na execução dos planos minaram a efetividade do PPCDAm ao longo do tempo. Além disso, medidas políticas contrárias às ações do PPCDAm (já explicitadas nas questões anteriores) também contribuíram para que as metas do Plano em todos os seus eixos fossem afetadas.

Em sua primeira fase, o PPCDAm criou mais 25 milhões de hectares de Unidades de Conservação federais e homologou mais de 10 milhões de hectares de Terras Indígenas. Também melhorou os mecanismos de monitoramento e controle de desmatamento e estimulou (mesmo que em menor grau do que os demais eixos) atividades que adotavam práticas sustentáveis. De acordo com Fearnside (2006), as ações implementadas na primeira fase do PPCDAm mostraram que a vontade política é a base fundamental para um processo de mudança na dinâmica do desmatamento na Amazônia. A partir do momento que um governo assume o combate ao desmatamento como meta, ele consegue adequar suas ações à medida que o contexto muda e exige adaptações e melhorias em seus sistemas de regularização, monitoramento e instrumentos inovadores que estimulem um mercado para produtos da floresta, produzidos de modo sustentável.

De acordo com o relatório de avaliação do PPCDAm, no período de 2012 a 2015, todos os eixos sofreram redução em suas taxas de respostas caindo de 98% para 76%. De todas as atividades não executadas, 45% estava no eixo de apoio às atividades sustentáveis, 30% no monitoramento e fiscalização e 25% no ordenamento fundiário. De 2013 a 2016, mais de 40% do orçamento destinado da fiscalização ambiental foi reduzido¹², os efeitos passaram a ser sentidos a partir de 2017, quando o número de autuações do IBAMA caiu em todos os estados da Amazônia, mesmo com as taxas de desmatamento em crescimento (Figura 17).

¹² <https://auditoria.cgu.gov.br/download/9752.pdf>

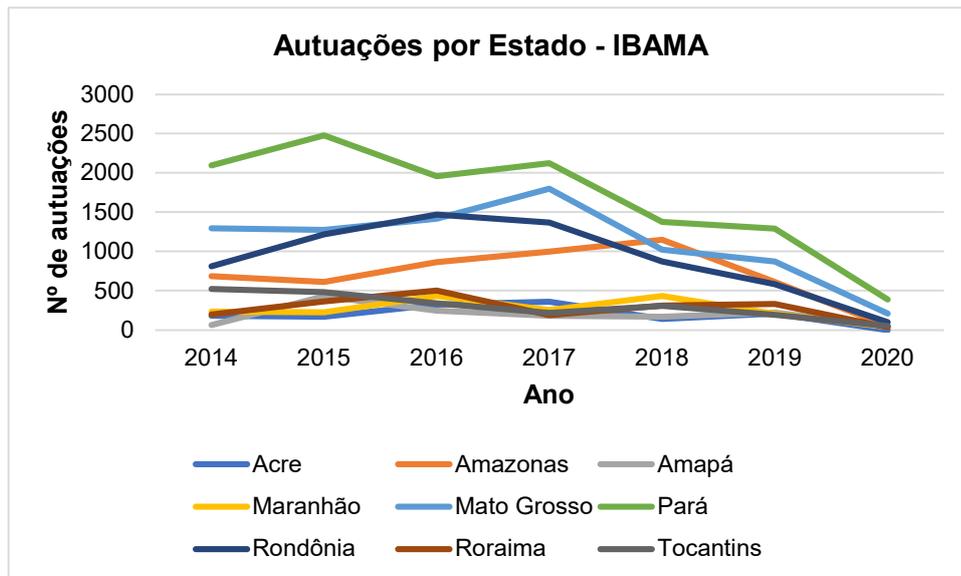


Figura 17: Número de autuações do IBAMA, no período de 01/01/2014 à 25/06/2020, nos estados que compõem a Amazônia Legal. Fonte: IBAMA; dados disponíveis em <https://servicos.ibama.gov.br/ctf/publico/areasembargadas/ConsultaPublicaAreasEmbargadas.php>

O diferencial do PPCDAm é a interconexão entre suas ações e seus eixos. Assim, para que o Plano funcione, é fundamental que todos os seus eixos disponham de recursos e infraestrutura para funcionamento. Que tanto os órgãos de regularização fundiária, como os de monitoramento, fiscalização e de desenvolvimento e transferência de tecnologia estejam em pleno funcionamento. Um agravante do desmantelamento do plano em nível federal são as consequências nos planos estaduais criados no âmbito das ações do PPCDAm, os quais dependem das ações de monitoramento do PPCDAm para guiarem e avaliarem as ações estaduais.

20. A média de desmatamento programada para 2020 poderia ter sido atingida no período de 2009 a 2020? Se sim, como poderia ter sido realizada?

21. Existiram impedimentos alheios à administração da União que impediram o atingimento do resultado?

(As questões 20 e 21 são similares, então a resposta abaixo vale para as duas).

A taxa de desmatamento pode ser influenciada pelo contexto econômico, seja pela demanda do mercado, que determina preços das commodities agrícolas, como pela valorização do dólar, que também influencia os preços das commodities e dos insumos agrícolas, principalmente os fertilizantes importados essenciais no cultivo da soja. Como já mencionado anteriormente, até meados dos anos 2000, era possível identificar uma forte relação entre variações nos preços agrícolas e as taxas de desmatamento na Amazônia, porém com o desenvolvimento de mecanismos de governança, tanto os públicos como os privados, voltados para a conservação e para regulação dos setores produtivos, notou-se um desvencilhamento das variações de mercado e das taxas de desmatamento (ASSUNÇÃO; GANDOUR; ROCHA, 2015). Embora muito se enfatize o papel do mercado no desmatamento, como um elemento sobre o qual o governo não teria domínio, este parece ter assumido um papel secundário em períodos mais recentes. Entre 2010 e 2012, por exemplo, mesmo com a elevação dos preços da soja e do boi, o desmatamento alcançou seu valor mínimo em 2012. De outro modo, em 2019, mesmo com uma retração no mercado, o desmatamento alcançou a maior área da última década. Com as mudanças nas ações de combate ao desmatamento, as taxas mais recentes parecem responder mais às ações do governo brasileiro do que a qualquer outra variável.

22. Existem outros pontos/questionamentos que podem ser extraídos do Plano que interessem à demanda?

Nos últimos anos ocorreram uma série de mudanças na estrutura de gestão dos órgãos responsáveis por ações chave nos eixos do PPCDAM, como a transferência de demarcação de Terras Indígenas para o Ministério da Agricultura, na legislação fundiária, como o aumento de área passível de negociação para 2.500 ha, possibilitando a negociação de terra a preços irrisórios, e no corte do orçamento em todo o MMA, que afeta não só a capacidade de fiscalização, mas também uma série de ações como as direcionadas à mitigação das mudanças no clima e a Política Nacional Sobre Mudança do Clima. Este enfraquecimento das políticas ambientais indica a importância de uma análise aprofundada das ações de cada eixo do PPCDAM, do tempo exigido para execução de cada ação levando em consideração o orçamento disponível e a capacidade de execução de cada órgão, o impacto que as mudanças legais e orçamentárias mais recentes desencadearam em cada ação, e o desenvolvimento de plano que tenha como meta a reestruturação dos órgãos responsáveis por estas ações. Como já explicitado anteriormente, o PPCDAM propõe medidas inovadoras, abrangentes e interconectadas, porém, parece não haver estrutura administrativa, colaboração jurídica e suporte orçamentário para que as ações sejam implementadas.

23. Do ano de 2012 até 2019 o desmatamento na Amazônia Legal só aumentou. Por que?

O ano de 2012 fechou com a menor taxa de desmatamento na Amazônia Legal em 30 anos, reduzindo em mais de 80% a taxa de 2004. Esta redução refletiu as políticas de conservação implementadas no Brasil, especialmente através do aumento de áreas protegidas, melhoria no monitoramento do desmatamento, intensificação da fiscalização ambiental, e implementação do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), iniciadas na segunda metade de 2000 (ASSUNÇÃO; GANDOUR; ROCHA, 2012; INPE, 2013; SANQUETTA et al., 2020).

A regularização fundiária através do registro de propriedades em Cadastro Ambiental Rural (CAR), a restrição a crédito rural para produtores irregulares por embargo por desmatamento (2006), moratória da soja e restrições à comercialização de carne de origem ilegal para frigoríficos (TAC da carne) foram medidas importantes para desestimular o desmatamento ilegal por fazendeiros sob receio de penalidade (ANGELO; RITTL, 2019). O fortalecimento da governança ambiental neste período dissociou do mercado de commodities agrícolas o desmatamento na Amazônia reduzindo o controle de oscilações de preços e demandas por commodities sobre a expansão de áreas agrícolas sobre as florestas naturais (LAPOLA et al., 2014).

Em 2013 a taxa de desmatamento aumentou 28% (5.891 km²) em relação a 2012 (4.571 km²) e seguiu oscilando entre altos e baixos até 2018 mantendo uma média de 6.581 km² ± 1.081, sofrendo grande explosão em 2019 com 10.129 km² de desmatamento. As medidas que levaram o desmatamento oscilar e crescer de modo abrupto nos últimos anos foram associadas ao enfraquecimento das políticas ambientais de controle e combate do desmatamento, de órgãos de fiscalização ambiental, unidos ao discurso do governo de anistia a atores da sociedade que desmatam ilegalmente.



Figura 18: Taxa de desmatamento na Amazônia Legal de 2012 a 2020 (dados PRODES).

Em 2012, a reformulação do Código Florestal instituído na Lei 12.651 de maio de 2012 representou um marco do retrocesso ambiental influenciando o aumento do desmatamento no Brasil. Isto ocorreu por meio da redução dos limites traçados para áreas de proteção permanente (e.g., beira de corpos de água, topo de morro), da permissão de atividade agropecuária e infraestrutura em áreas protegidas, tornando não obrigatória a restauração em Reserva Legal desmatada em propriedades rurais de até 4 módulos fiscais (20 ha no sul do Brasil e 440 ha na Amazônia), e concedendo anistia a multas aplicadas por violação à lei anterior (BRANCALION et al., 2016; FERREIRA COSME; BARBOSA DA SILVA, 2019; SOARES-FILHO et al., 2014).

A regulamentação de restrições de uso de florestas naturais remanescentes é determinante para reduzir desmatamento, em especial em propriedades rurais particulares, que constituem 53% da vegetação nativa remanescente no país (SOARES-FILHO et al., 2014). Em 2012, 28% do desmatamento ocorreu em assentamentos rurais e 23% em propriedades rurais particulares. Em 2016, as áreas particulares assumiram a primeira colocação, representando 36% das áreas desmatadas (Tabela 2), em parte como resultado do aumento propriedades registradas em CAR. Em 2019, o desmatamento em áreas privadas explodiu para 67% indicando que o aumento de desmatamento nestas áreas não representou apenas uma limitação devido às incertezas em titulação de terra.

Tabela 2. Taxa de desmatamento na Amazônia Brasileira por categoria de uso da terra entre 2010 e 2016
(Fonte: Greenpeace, 2017)

Categoria de Uso da Terra	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Terras Indígenas	305 (4,7%)	227 (4%)	168 (3,8%)	170 (3,2%)	71 (1,6%)	62 (1,2%)	88 (1,3%)
Áreas Federais Protegidas	179 (2,8%)	131 (2,3%)	175 (4%)	187 (3,5%)	120 (2,8%)	184 (3,5%)	201 (2,9%)
Áreas Estaduais Protegidas	126 (1,9%)	150 (2,7%)	117 (2,7%)	175 (3,3%)	174 (4%)	233 (4,4%)	322 (4,6%)
Áreas de Preservação Permanente	265 (4,1%)	209 (3,7%)	124 (2,8%)	228 (4,3%)	202 (4,6%)	245 (4,7%)	207 (3%)
Assentamen tos Rurais	1851 (28,6%)	1766 (31,3%)	1239 (28,3%)	1518 (28,7%)	1269 (29,2%)	1437 (27,3%)	1986 (28,6%)
Propriedade s Privadas	1502 (23,2%)	1355 (24%)	986 (22,5%)	1009 (19,1%)	883 (20,3%)	1113 (21,2%)	2462 (35,5%)
Terras Públicas Federais	690 (10,6%)	698 (12,4%)	574 (13,1%)	743 (14,1%)	584 (12,7%)	670 (12,7%)	855 (12,3%)
Terras Públicas Estaduais	64 (1%)	30 (0,5%)	15 (0,3%)	31 (0,6%)	0	7 (0,1%)	59 (0,9%)
Áreas sem Informação	1497 (23,1%)	1072 (19%)	982 (22,4%)	1222 (23,1%)	1047 (24,1%)	1306 (24,8%)	758 (10,9%)
TOTAL	6479 (100%)	5638 (100%)	4380 (100%)	5283 (100%)	4350 (100%)	5257 (100%)	6938 (100%)

A existência de grandes extensões de floresta pública não designada (49,8 Mha) constitui um risco a ocupação ilegal em terras públicas associada ao desmatamento (AZEVEDO-RAMOS et al., 2020). Cinco por cento (5%) destas florestas foram desmatadas de 1997 a 2018, mostrando que a falta de regularização fundiária na Amazônia continua sendo um risco à conservação da floresta. O projeto de lei sobre regularização fundiária na Amazônia conhecido como MP da Grilagem 910/19, assinado pelo presidente Jair Bolsonaro em 2019, permitiu que estas florestas públicas com até 2.500 hectares, desmatadas ilegalmente até dezembro de 2018, passasse para as mãos daqueles que as ocuparam ilegalmente (i.e., grileiros) levando uma mensagem de anistia a crimes ambientais que afeta a tomada de decisão de fazendeiros e oportunistas em desmatar e queimar florestas naturais (RODRIGUES-FILHO et al., 2015).

A pecuária é considerada a atividade de maior impacto no desmatamento na Amazônia. Estima-se que mais de 60% de toda a área desmatada na região tenha sido convertida em pastagem (INPE/EMBRAPA, 2018). Embora haja mecanismos de regulação de acesso ao mercado, como o TAC da carne e Moratória da Soja, o estudo de Garcia et al. (2020) para a *Chain Reaction Research* trouxe evidências contundentes de que a dinâmica de desmatamento e fogo na Amazônia são mais intensas próximos de frigoríficos e silos de soja, sugerindo que mecanismos de punição a companhias que compram e financiam produtos de áreas desmatadas ilegalmente são essenciais para combater o desmatamento.

Cortes orçamentários na pasta de Meio Ambiente repercutiram fortemente nas ações de fiscalização, licenciamento e monitoramento ambiental. De 2013 a 2016, registrou-se uma redução de cerca de 42% no orçamento da fiscalização ambiental e de 15% do quadro de fiscais ambientais¹³. Em 2019, por meio do Decreto 9.741/2019 de contingenciamento de recursos, 17% do orçamento aprovado da pasta de Meio Ambiente de 1,1 bilhões foi cortada, representando R\$ 187 milhões de reais. Com perdas de até 70% do orçamento, esta redução afetou de modo significativo programas e ações essenciais para o combate ao desmatamento (Tabela 3), como da redução de 20% das ações de fiscalização ambiental do IBAMA¹⁴.

¹³ <https://auditoria.cgu.gov.br/download/9752.pdf>

¹⁴ <https://auditoria.cgu.gov.br/download/9752.pdf>

Tabela 3. Cortes orçamentários em 2019 em ações atribuídas ao Ministério do Meio Ambiente relacionadas ao combate do desmatamento. (Fonte: SIOP/PSOL¹⁵)

	Corte (R\$)	Orçamento do Programa
IBAMA		
Gestão do Uso Sustentável da Biodiversidade	18.747.992	69%
Construção da Sede do Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais – Prevfogo	1.085.000	50%
Monitoramento Ambiental e Gestão da Informação sobre o Meio Ambiente e Educação Ambiental	4.517.295	50%
Licenciamento Ambiental Federal	3.328.117	43%
Prevenção e Controle de Incêndios Florestais nas Áreas Federais Prioritárias	17.500.000	38%
Controle e Fiscalização Ambiental	24.880.106	24%
Administração da Unidade	28.655.365	16%
ICMBio		
Apoio à Criação, Gestão e Implementação das Unidades de Conservação Federais	45.065.173	26%
Administração da Unidade	15.118.383	22%
Fiscalização Ambiental e Prevenção e Combate a Incêndios Florestais	5.482.012	20%

¹⁵

http://www.psolnacamara.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=3804&catid=17&Itemid=144

As mudanças administrativas no trato da aplicação das punições por desmatamento e negociação de multas (Decreto nº 9.760/2019) foram outro ponto de enfraquecimento das políticas ambientais de combate ao desmatamento que puseram em risco o trabalho do Ibama e do ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade).

Desmatamento em Áreas Federais e Estaduais Protegidas no Brasil, ou Unidades de Conservação (UCs), têm apresentado aumento. Em 2012, com uma contribuição de 5% do total de desmatamento na Amazônia, essa porcentagem aumentou para 7,5% em 2016. Estas áreas protegidas têm se tornado mais vulneráveis ao desmatamento e degradação desde 2005, devido ao rebaixamento, redução e extinção de status de UCs (PADDD, do inglês: *Protected Areas Downgrading, Downsizing and Degazettement*), que resultam em redução das restrições de uso, território ou cancelamento destas unidades.

A maior parte das solicitações de redução em área ou status de UCs está relacionada a demandas por empreendimentos de infraestrutura, em especial, da construção de usinas hidrelétricas (UHEs) (**Figura 19**). O bioma Amazônia é o mais afetado por PADDD, com área total afetada de 88.341 km² (79%) de 1900 a 2014 (PACK et al., 2016). Em 2017, deputados federais e senadores do estado do Amazonas solicitaram no Congresso Nacional redução dos 2,83 milhões de hectares de UCs para 1,78 milhão hectares, um corte de cerca de 40% no tamanho das UCs, em uma área de fronteira altamente vulnerável ao desmatamento por grilagem de terras¹⁶. Na bacia do Tapajós está previsto a implantação de cinco UHEs até 2020, com potencial de gerar 10.680 MW. A redução de UCs ocorre pela MP nº 558, com prevista redução de mais de 1000 km² de área de floresta intacta que poderá resultar em liberação de aproximadamente 152 milhões de toneladas de CO₂ emitidos para a atmosfera caso estas florestas sejam alagadas, desmatadas ou degradadas (por exploração madeireira predatória) (ARAÚJO et al., 2012). O forte lobby do agronegócio para expansão de atividades agrícolas e de mineração são atuais forças para redução de UCs e Terras Indígenas (MOUTINHO; GUERRA; AZEVEDO-RAMOS, 2016).

¹⁶ <https://www.wwf.org.br/?56122>

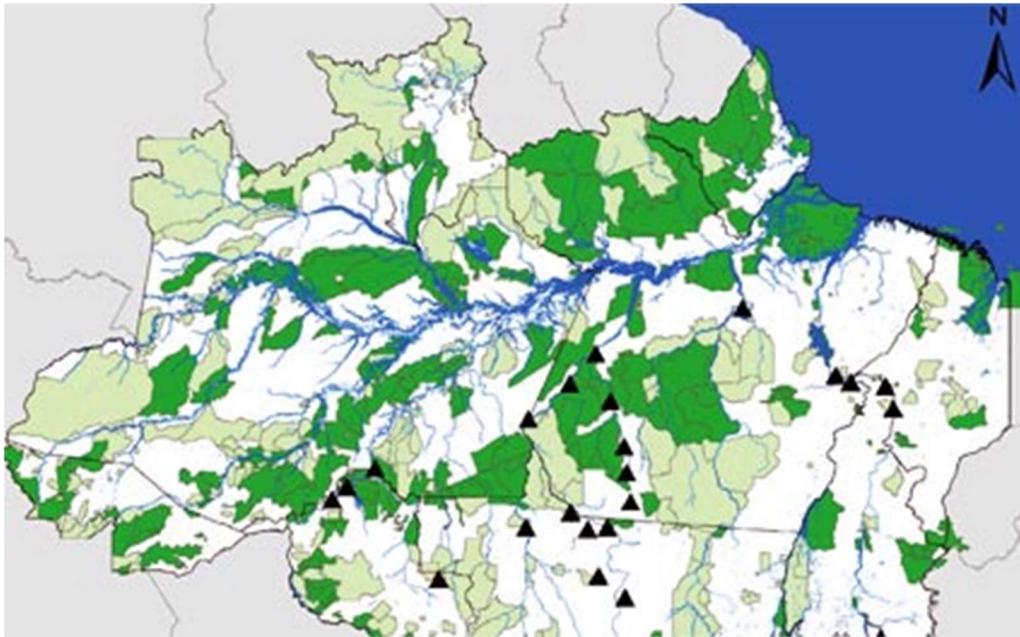


Figura 19: Hidrelétricas planejadas para a Amazônia até 2020. Fonte: PAC:

<http://www.brasil.gov.br/pac/relatorios/pac-2>

O Fundo Amazônia representa instrumento relevante para o país alcançar estes compromissos, captando doações para investimentos não-reembolsáveis e direcionando ao apoio a projetos de monitoramento ambiental, implementação de políticas de conservação e desenvolvimento sustentável propostos por organizações governamentais e não governamentais para a Amazônia Legal, impedindo a ingerência política ou a influência de governos. Em 2019, a Noruega suspendeu o repasse de 155 milhões ao Fundo Amazônia após ministro do Meio Ambiente, Ricardo Salles, questionar sua governança. Após a suspensão e extinção de colegiados da administração pública federal (decreto nº 9.759/2019), responsáveis pela avaliação de projetos, o Fundo fechou o ano de 2019 sem aprovação de projetos.

As diferentes ameaças mostradas acima revelam o grande desafio do Brasil em alcançar o desmatamento zero e mitigar os impactos das mudanças do clima. A redução do desmatamento na próxima década dependerá de uma profunda transformação de políticas e ações do país visando o combate à impunidade a crimes ambientais, a descarbonização da economia, e transparência de informação.

24. Quais os riscos provocados pelo desmatamento da Amazônia e respectivas mudanças climáticas dele originadas, em relação à produção agrícola do Brasil?

Em termos de impactos no clima, o desmatamento na Amazônia pode ampliar os impactos de extremos climáticos advindos de mudanças do clima, como modelados para o leste da Amazônia, resultando em aquecimento de mais de 3° C, e redução em até 40% da precipitação de julho a novembro, causando um atraso no início da estação chuvosa de 0,12 a 0,17 dias para cada 1% de aumento do desmatamento (LEITE-FILHO; SOUSA PONTES; COSTA, 2019). A contribuição de 9 a 10% para a precipitação da América do Sul e de 17 a 18% na região da Bacia do Prata da reciclagem da chuva pela floresta amazônica são comprometidas caso a Amazônia desmate mais de 40% de sua floresta, e sua precipitação anual seja reduzida em 5-10% em toda bacia Amazônia (ZEMP et al., 2017), levando a estações secas mais longas no sul da Amazônia e reduzindo o fluxo de umidade para outras partes do Brasil (AGUDELO et al., 2019). Modelos de dinâmica da vegetação preveem um processo de savanização irreversível desta região entre 30 e 50 anos associados ao desmatamento, mudanças do clima, e intensificação das queimadas, afetando diretamente as atividades econômicas, sobretudo a agricultura, e sua população (COSTA; PIRES, 2010; NOBRE et al., 2016).

Os efeitos da redução da precipitação e o atraso no início da estação seca afetam em especial o Sul Amazônia Oriental devido à longa estação seca desta região, conhecida como “arco do desmatamento”. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, do acrônimo em português) e a OECD/FAO (2015) preveem crescimento da produção agrícola no Brasil nos próximos 10 anos a fim de suprir a crescente demanda global por alimentos, de 33,9 a 37% da soja e 13 a 26,3% do milho. O aumento da produção dessas cultivares é suportado pelo aumento de área plantada e a adoção de sistemas de dupla colheita, um sistema favorecido pela alta precipitação anual, estação chuvosa longa e baixa variabilidade do início da estação chuvosa, que será comprometido devido a mudanças do clima associadas ao desmatamento (ARVOR et al., 2014; PIRES et al., 2016).

Assim, a perda de florestas prejudicaria economicamente a produção agrícola. Strand et al. (2018), por exemplo, estimam que a produção de soja ou carne bovina em algumas regiões pode ser reduzida e perder até US\$ 9 ha⁻¹.ano⁻¹ em resultado da redução das chuvas. Vários estudos sugerem que as perdas de produtividade decorrentes das

mudanças climáticas podem inviabilizar alguns sistemas de produção agrícola, como o de sistemas de cultivo duplo mencionado acima (ARVOR et al., 2014; PIRES et al., 2016). Segundo Abrahão e Costa (2018), os sistemas de cultivo duplo localizados na área de transição Amazônia-Cerrado podem sofrer uma queda de 17% até 2050, enquanto algumas regiões como MATOPIBA (uma denominação política que engloba perdas de produtividade no Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) podem reduzir 61%, comprometendo sua sustentabilidade (PIRES et al., 2016).

O sistema produtivo no Brasil, apoiado na expansão da monocultura intensiva e na pecuária sobre a floresta, resultou em mais de 45 Mha de terras agrícolas degradadas no Brasil em 2014 (INPE/EMBRAPA, 2018), resultando em perdas de produtividade. No Brasil, os custos anuais por erosão do solo em 2002 foram estimados em US\$ 4,2 bilhões, enquanto o custo adicional com manejo de terras agrícolas devido a redução da produtividade do solo e o consequente aumento da demanda por fertilizantes foi estimado em US\$ 2,93 bilhões por ano (GUERRA et al., 2014; MANZATTO et al., 2002). Hipólito et al. (2018) estimam que a produção agrícola de abacate, goiaba, tomate e outras culturas em 19 municípios próximos ao Parque Nacional Mata do Jambeiro, em Minas Gerais, se beneficie dos serviços de polinização gerados pela floresta do Parque, no valor total de US\$ 246.039. Estimativas de custo e valor indicam claramente que as florestas, e outros ecossistemas naturais, próximas às áreas de produção agrícola fornecem serviços ecossistêmicos valiosos que contribuem para o retorno econômico do setor. O valor marginal médio da Amazônia brasileira segundo uma visão de transferência de benefícios pela floresta, podem variar entre 431 e 3.135 US\$ ha⁻¹ ano⁻¹ (ANDERSEN et al., 2002; TORRAS, 2000), considerando os serviços de produção de alimentos, matérias-primas, regulação climático e regulação de gases de efeito estufa (STRAND et al., 2018). Estudos mostram que famílias europeias estariam dispostas a pagar US\$ 8,4 bilhões por ano para evitar perdas florestais na Amazônia em 2050 (NAVRUD; STRAND, 2018). Políticas de sustentabilidade têm sido adotadas por parlamentares e fundos de investimento europeus, em defesa da floresta Amazônica e no combate às mudanças climáticas. A explosão do desmatamento na Amazônia em 2019 e 2020, por exemplo, levou 29 deputados do Parlamento Europeu, membros de comitê de agricultura, ambiente, e comércio exterior, e 29 fundos de investimento e pensão, que administram US\$ 4,1 trilhões e (21,6 trilhões de reais), a pressionarem o governo brasileiro em relação aos seus compromissos com a proteção ao ambiente, advertindo contra a retirada de investimentos ou criação de obstáculos para aprovar o acordo de

livre comércio entre a União Europeia e o MERCOSUL (“Fundos que administram US\$ 4,1 tri em ativos pressionam Brasil a combater desmatamento - 23/06/2020 - Mercado - Folha”, 2020).

Indiretamente, a perda dos serviços de controle de vazão de rios pela floresta influenciará a produção de energia fornecida por hidrelétricas, que correspondeu a 52% da energia nacional de 2017 a 2018, e conseqüentemente o fornecimento de energia e água para o setor agropecuário (CARVALHO et al., 2004; SEEG, 2018). As bacias do Xingu e da Madeira (sul e sudeste da Amazônia) têm alto potencial de produção de energia hidrelétrica e sua geração no final da estação seca pode ser comprometida devido ao início tardio da estação chuvosa (SUMILA et al., 2017). Além disso, o atraso no início pode comprometer o fornecimento de água aos reservatórios durante o período mais crítico (após a estação seca), como a seca de 2013-2015 em São Paulo, que foi parcialmente devida aos baixos níveis de precipitação em algumas cabeceiras de La Plata Bacia durante a transição seca para a úmida (MILANO et al., 2018). Os benefícios econômicos públicos e privados do serviço ecossistêmico incluem populações próximas e distantes de onde o serviço ecossistêmico é fornecido, levando a argumentar pela positividade geral desses benefícios.

Infelizmente, a avaliação monetária dos serviços ecossistêmicos fornecidos pela floresta não tem garantido sua conservação. Agricultores brasileiros, muitas vezes, resistem a cumprir os regulamentos do Código Florestal, apesar de reconhecerem a importância dos serviços ecossistêmicos (TREVISAN et al., 2016), comandados pela lógica de retorno econômico. Muitos agricultores brasileiros tendem a resistir às obrigações legais de manter a vegetação nativa (isto é, Reserva Legal) em suas propriedades rurais, uma vez que isto envolve benefícios perdidos (e.g., US\$ 1,2 bilhão) da produção agrícola (e.g., US\$ 15 bilhões), bem como custos operacionais para restauração florestal ativa (STICKLER et al., 2013). Devido à crescente influência política do agronegócio no congresso nacional nos anos 2010 (AAMODT, 2018), essa lógica se tornou paradigmática para a política ambiental brasileira. As revisões do Código Florestal Brasileiro em 2012, por exemplo, foram amplamente motivadas a partir do entendimento de que as altas demandas de conservação da natureza (não apenas Reservas Legais, mas também Áreas de Preservação Permanente, como matas ciliares) em terras privadas constituem um obstáculo ao desenvolvimento (SAUER; DE FRANÇA, 2012), enquanto razões semelhantes retornaram nas recentes tentativas de desconstruir completamente a Reserva Legal (METZGER et al., 2019).

Referências

- ABELTAHIR, B. E.; BRAS, R. L. Precipitation recycling in the Amazon basin. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 120, n. 811, p. 861–880, 1994.
- AAMODT, S. Environmental Ministries as Climate Policy Drivers: Comparing Brazil and India. **The Journal of Environment & Development**, v. 27, n. 4, p. 355–381, 13 dez. 2018.
- ABRAHÃO, G. M.; COSTA, M. H. Evolution of rain and photoperiod limitations on the soybean growing season in Brazil: The rise (and possible fall) of double-cropping systems. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 256–257, p. 32–45, 15 jun. 2018.
- ABRAMOVAY, R. **A Amazônia precisa de uma economia do conhecimento da natureza**. São Paulo, 2018.
- ACHARD, F. et al. Determination of tropical deforestation rates and related carbon losses from 1990 to 2010. **Global Change Biology**, v. 20, n. 8, p. 2540–2554, 1 ago. 2014.
- AGUDELO, J. et al. Influence of longer dry seasons in the Southern Amazon on patterns of water vapor transport over northern South America and the Caribbean. **Climate Dynamics**, v. 52, n. 5–6, p. 2647–2665, 15 mar. 2019.
- AGUIAR, A. P. D. et al. Land use change emission scenarios: anticipating a forest transition process in the Brazilian Amazon. **Global Change Biology**, v. 22, n. 5, p. 1821–1840, 1 maio 2016.
- AHIMA, R. S. Global warming threatens human thermoregulation and survival. **Journal of Clinical Investigation**, v. 130, n. 2, jan. 2020.
- ALDRICH, S. et al. Contentious Land Change in the Amazon's Arc of Deforestation. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 102, n. 1, p. 103–128, jan. 2012.
- ALENCAR, A. et al. **DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA: INDO ALÉM DA "EMERGÊNCIA CRÔNICA"**. IPAM, Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, Belém, Pará, Brasil, 2004.
- ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; DEL CARMEN VERA DIAZ, M. Forest understory fire in the Brazilian Amazon in ENSO and non-ENSO years: Area burned and committed carbon emissions. **Earth Interactions**, v. 10, n. 6, p. 1–17, 1 fev. 2006.
- ALSTON, L. J.; LIBECAP, G. D.; MUELLER, B. Land reform policies, the sources of violent conflict, and implications for deforestation in the Brazilian Amazon. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 39, n. 2, p. 162–188, 1 mar. 2000.
- ANDERSEN, L. et al. **The Dynamics of Deforestation and Economic Growth in the Brazilian Amazon**. Cambridge University Press, 2002. Disponível em: <<http://www.cambridge.org>>. Acesso em: 18 fev. 2020.
- ANDREAE, M. O. et al. The Amazon Tall Tower Observatory (ATTO): overview of pilot measurements on ecosystem ecology, meteorology, trace gases, and aerosols. **Atmos. Chem. Phys**, v. 15, p. 10723–10776, 2015.
- ANGELO, C.; RITTL, C. Análise das Emissões Brasileiras de Gases de Efeito Estufa e suas implicações para as metas do Brasil. **Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa**, p. 1–33, 2019.
- ARAGÃO, L. E. O. C. et al. 21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. **Nature Communications**, v. 9, n. 1, p. 1–12, 1 dez. 2018.

- ARAÚJO, E. et al. **Redução de Áreas Protegidas para a Produção de Energia**. IMAZON, Belém, Pará, Brasil. 2012. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/pac/relatorios/pac-2>>. Acesso em: 14 jul. 2020.
- ARIAS, M. E. et al. Decoupling the effects of deforestation and climate variability in the Tapajós river basin in the Brazilian Amazon. **Hydrological Processes**, v. 32, n. 11, p. 1648–1663, 30 maio 2018.
- ARIMA, E. Y. et al. Public policies can reduce tropical deforestation: Lessons and challenges from Brazil. **Land Use Policy**, v. 41, p. 465–473, 1 nov. 2014.
- ARMENTERAS, D. et al. Deforestation dynamics and drivers in different forest types in Latin America: Three decades of studies (1980–2010). **Global Environmental Change**, v. 46, p. 139–147, set. 2017.
- ARRAUT, J. M. et al. Aerial Rivers and Lakes: Looking at Large-Scale Moisture Transport and Its Relation to Amazonia and to Subtropical Rainfall in South America. **Journal of Climate**, v. 25, n. 2, p. 543–556, 17 jan. 2012.
- ARRIAGADA, N. et al. Unprecedented smoke-related health burden associated with the 2019–20 bushfires in eastern Australia. **Medical Journal of Australia**, 2020.
- ARVOR, D. et al. Spatial patterns of rainfall regimes related to levels of double cropping agriculture systems in Mato Grosso (Brazil). **International Journal of Climatology**, v. 34, n. 8, p. 2622–2633, 30 jun. 2014.
- ASNER, G. P. et al. A universal airborne LiDAR approach for tropical forest carbon mapping. **Oecologia**, v. 168, p. 1147–1160, 2012.
- ASSUNÇÃO, J.; GANDOUR, C.; ROCHA, R. Deforestation slowdown in the Brazilian Amazon: Prices or policies? **Environment and Development Economics**, v. 20, n. 6, p. 697–722, 1 dez. 2015.
- ASSUNÇÃO, J.; GANDOUR, C.; ROCHA, R. **A queda do desmatamento na Amazônia brasileira: preços ou políticas**. Climate policy initiative. Rio de Janeiro: Núcleo de Avaliação de Políticas Climáticas, PUC-Rio, 2012.
- AZEVEDO-RAMOS, C. et al. Lawless land in no man’s land: The undesignated public forests in the Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, v. 99, p. 104863, 1 dez. 2020.
- AZEVEDO, A. A. et al. Limits of Brazil’s Forest Code as a means to end illegal deforestation. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 114, n. 29, p. 7653–7658, 18 jul. 2017.
- BACCINI, A. et al. Estimated carbon dioxide emissions from tropical deforestation improved by carbon-density maps. **Nature Climate Change**, v. 2, n. 3, p. 182–185, 29 mar. 2012.
- BACCINI, A.; ASNER, G. P. Improving pantropical forest carbon maps with airborne LiDAR sampling. **Carbon Management**, v. 4, n. 6, p. 591–600, dez. 2013.
- BAKER, J. C. A.; SPRACKLEN, D. V. Climate Benefits of Intact Amazon Forests and the Biophysical Consequences of Disturbance. **Frontiers in Forests and Global Change**, v. 2, ago. 2019.
- BARKHORDARIAN, A. et al. A Recent Systematic Increase in Vapor Pressure Deficit over Tropical South America. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, 1 dez. 2019.
- BARROS, A. C. et al. Sustainable Infrastructure to Secure the Natural Capital of the Amazon Building the Future of Quality Infrastructure. Em: **Building the Future of Quality Infrastructure**. 1 ed. Tóquio: (Org.), Asian Development Bank Institute, 2020. p. 65–72.

- BATISTA, E. et al. Environmental Research Letters LETTER • OPEN ACCESS Large-scale pasture restoration may not be the best option to reduce greenhouse gas emissions in Brazil. **Environ. Res. Lett**, v. 14, p. 125009, 2019.
- BECKER, B. K. Modelos e cenários para a Amazônia: o papel da ciência Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários? **Parcerias Estratégicas**, v. 6, p. 135–159, 2001.
- BEN. **Balanco Energético Nacional 2018: Ano base 2017; Rio de Janeiro: EPE, 2018**. Rio de Janeiro, 2018.
- BENATTI, J. H.; DA CUNHA FISCHER, L. R. New trends in land tenure and environmental regularisation laws in the Brazilian Amazon. **Regional Environmental Change**, v. 18, n. 1, p. 11–19, 1 jan. 2018.
- BIRKMANN, J. Risk and vulnerability indicators at different scales: Applicability, usefulness and policy implications. **Environmental Hazards**, v. 7, n. 1, p. 20–31, 2007.
- BIZZO, E.; DE FARIAS, A. L. A. Priorização de municípios para prevenção, monitoramento e controle de desmatamento na Amazônia: uma contribuição à avaliação do Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm). **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 42, n. 0, p. 135–159, 24 dez. 2017.
- BÖRNER, J. et al. Post-Crackdown Effectiveness of Field-Based Forest Law Enforcement in the Brazilian Amazon. **PLOS ONE**, v. 10, n. 4, p. e0121544, 15 abr. 2015.
- BRANCALION, P. H. S. et al. Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso. **Natureza & Conservação**, v. 14, p. e1–e16, 1 abr. 2016.
- BRANCALION, P. H. S. et al. Global restoration opportunities in tropical rainforest landscapes. **Science Advances**, v. 5, n. 7, p. eaav3223, jul. 2019.
- BRANDO, P. M. et al. Drought effects on litterfall, wood production and belowground carbon cycling in an Amazon forest: results of a throughfall reduction experiment. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 363, n. 1498, p. 1839–1848, maio 2008.
- BRANDO, P. M. et al. Abrupt increases in Amazonian tree mortality due to drought-fire interactions. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 111, n. 17, p. 6347–6352, 29 abr. 2014.
- BRANDO, P. M. et al. The gathering firestorm in southern Amazonia. **Science Advances**, v. 6, n. 2, p. eaay1632, 10 jan. 2020.
- BRASIL. **Decreto nº 6321 de dezembro de 2007**, 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6321.htm>. Acesso em: 10 jul. 2020
- BRASIL. BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 109, 29 dez. 2009.
- BRASIL. **LEI No 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012. Brasil.**, 2012a.
- BRASIL. **Medida Provisória 558**. 2012b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Mpv/558imprensa.htm>. Acesso em: 13 jul. 2020
- BRASIL. **Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa: Relatório de Referência—Emissões no Setor Uso da Terra, Mudança do**

Uso da Terra e Florestas. Brasília, DF, Brasil, MCTI, 2015.

BRASIL. Federative Republic of Brazil Intended Nationally Determined Contribution Towards Achieving the Objective of the United Nations Framework Convention on Climate Change. 2015. Disponível em:

<[https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Brazil First/BRAZIL iNDC english FINAL.pdf](https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Brazil%20First/BRAZIL%20INDC%20english%20FINAL.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2020.

BRASIL. Decreto Nº 9.578, DE 22 DE NOVEMBRO de 2018. Consolida atos normativos editados pelo Poder Executivo federal que dispõem sobre o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, de que trata a Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009, e a Política Nacional sobre Mudança do Clima, de que trata a Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. **Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 225, p. 47, 23 nov. 2018.**, 2018.

BRIENEN, R. J. W. et al. Long-term decline of the Amazon carbon sink. **Nature**, v. 519, n. 7543, p. 344–348, 2015.

BRITO, B. et al. Stimulus for land grabbing and deforestation in the Brazilian Amazon. **Environmental Research Letters**, 2019.

BRUNO, R. D. et al. Soil moisture dynamics in an eastern Amazonian tropical forest. **Hydrological Processes**, v. 20, n. 12, p. 2477–2489, 15 ago. 2006.

BUSTAMANTE, M. M. C. et al. Toward an integrated monitoring framework to assess the effects of tropical forest degradation and recovery on carbon stocks and biodiversity. **Global Change Biology**, v. 22, n. 1, p. 92–109, 1 jan. 2016.

BUSTAMANTE, M. M. C. et al. Engagement of scientific community and transparency in C accounting: The Brazilian case for anthropogenic greenhouse gas emissions from land use, land-use change and forestry. **Environmental Research Letters**, v. 13, n. 5, p. 055005, 1 maio 2018.

BUSTAMANTE, M. M. C. et al. Soil carbon storage and sequestration potential in the cerrado region of Brazil. In: LAL, R. et al. (Eds.). **Carbon Sequestration in Soils of Latin America**. New York: Food Products Press, 2006. p. 285–304.

CAIT (CLIMATE DATA EXPLORER). **Country Greenhouse Gas Emissions**. Disponível em: <<http://cait.wri.org>>. Acesso em: 13 set. 2019.

CARVALHO, G. et al. An amazon perspective on the forest-climate connection: Opportunity for climate mitigation, conservation and development? **Environment, Development and Sustainability**, v. 6, n. 1–2, p. 163–174, 2004.

CARVALHO, W. D. et al. Deforestation control in the Brazilian Amazon: A conservation struggle being lost as agreements and regulations are subverted and bypassed. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 17, n. 3, p. 122–130, 1 jul. 2019.

CASTELO, T. B. et al. GOVERNOS E MUDANÇAS NAS POLÍTICAS DE COMBATE AO DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA. **Revista Iberoamericana de Economia Ecológica**, v. 28, 2018, p. 0125-148. Disponível em: <<https://redibec.org/ojs>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

CGU. **RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DO PROCESSO SANCIONADOR AMBIENTAL**. 2019.

CIMI. **Violência contra os povos indígenas no Brasil, dados de 2018**. Brasília, DF, Brasil, 2018.

COE, M. T. et al. The Forests of the Amazon and Cerrado Moderate Regional Climate and Are the Key to the Future. **Tropical Conservation Science**, v. 10, p. 194008291772067, 30 jan.

2017.

COPPUS, R. et al. What is out there? a typology of land restoration projects in Latin America and the Caribbean. **Environmental Research Communications**, v. 1, n. 4, p. 041004, maio 2019.

COSTA, A. M. A face oculta do conflito: desmatamento, avanço da fronteira agropecuária e expropriação de extrativistas de Lábrea - sul do Amazonas. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social), 202 f., Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

COSTA, S. M. G. DA. SOJICULTURA E MERCADO DE TERRAS NA AMAZÔNIA. **Revista Políticas Públicas**, v. 19, n. 1, p. 173, 16 jun. 2016b.

COSTA, M. H.; PIRES, G. F. Effects of Amazon and Central Brazil deforestation scenarios on the duration of the dry season in the arc of deforestation. **International Journal of Climatology**, v. 30, n. 13, p. 1970–1979, 15 nov. 2010.

COY, M.; KLINGLER, M. FRENTES PIONEIRAS EM TRANSFORMAÇÃO: O EIXO DA BR-163 E OS DESAFIOS SOCIOAMBIENTAIS PIONEER FRONTS IN TRANSFORMATION: THE HIGHWAY BR-163 AND SOCIO-ENVIRONMENTAL CHALLENGES. **Revista Territórios & Fronteiras, Cuiabá**, v. 7, n. 1, p. 1-26. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4807424>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

CPT. **Conflitos no campo Brasil 2019**. Goiânia, Goiás, Brasil: 2019.

DA SILVA, P. E. et al. Precipitation and air temperature extremes in the Amazon and northeast Brazil. **International Journal of Climatology**, v. 39, n. 2, p. 579–595, 1 fev. 2019.

DAVIDSON, E. A. et al. The Amazon basin in transition. **Nature**, v. 481, n. 7381, p. 321–328, 2012.

DIRMEYER, P. A.; BRUBAKER, K. L.; DELSOLE, T. Import and export of atmospheric water vapor between nations. **Journal of Hydrology**, v. 365, n. 1–2, p. 11–22, 15 fev. 2009.

DURIGAN, G.; GUERIN, N.; DA COSTA, J. N. M. N. Ecological restoration of Xingu Basin headwaters: motivations, engagement, challenges and perspectives. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 368, n. 1619, p. 20120165, 5 jun. 2013.

ELLISON, D. et al. Trees, forests and water: Cool insights for a hot world. **Global Environmental Change**, v. 43, p. 51–61, 1 mar. 2017.

ESTADÃO. **Governo vai dar escritura a milhares de ocupações na Amazônia após vitória a distância**. Disponível em: <<https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,governo-vai-dar-escritura-a-milhares-de-ocupacoes-na-amazonia-apos-vitoria-a-distancia,70003364624>>. Acesso em: 11 jul. 2020.

ESTADO DE MINAS. **MP investiga avião da FAP para levar garimpeiros ilegais a Salles**. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/politica/2020/08/21/interna_politica,1178325/mp-investiga-aviao-da-fab-para-levar-garimpeiros-ilegais-a-salles.shtml>. Acesso em: 15 ago. 2020.

EVA, H. D. et al. A land cover map of South America. **Global Change Biology**, v. 10, n. 5, p. 731–744, maio 2004.

FANTÁSTICO. **Fantástico flagra queimadas e transporte de madeira ilegal na Amazônia | Fantástico | G1**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/fantastico/noticia/2019/08/25/fantastico-flagra-queimadas-e-transporte-de-madeira-ilegal-na-amazonia.ghtml>>. Acesso em: 11 jul. 2020.

FANTÁSTICO. **Áudios e vídeos revelam detalhes de esquema de grilagem dentro de terras indígenas** | Fantástico | G1. Disponível em:

<<https://g1.globo.com/fantastico/noticia/2020/04/19/audios-e-videos-revelam-detalhes-de-esquema-de-grilagem-dentro-de-terras-indigenas.ghtml>>. Acesso em: 11 jul. 2020.

FAO. **Global Forest Resources Assessment 2015: How have the world's forests changed?** Rome, Italy, 2015.

FAO. **Opportunities and challenges of biofuel production for food security and the environment in Latin America and the Caribbean. Document LARC/8/4 for the 30th Session of the FAO Regional Conference for Latin America and the Caribbean, Brasilia, Brazil, 14–18.** Document LARC/8/4 for the 30th Session of the FAO Regional Conference for Latin America and the Caribbean. Anais. 2017. Disponível em:

<<http://www.fao.org/Unfao/Bodies/RegConferences/Larc30/Index.en.htm>>. Acesso em: 11 jul. 2020

FEARNSIDE, P. Desmatamento na Amazônia brasileira: História, índices e consequências. In: **Destrução e Conservação da Floresta Amazônica**. Editora do INPA, v. 1, p. 7–19, 2020a.

FEARNSIDE, P.; FERRANTE, L.; ANDRADE, M. **Ramal ilegal a partir da rodovia BR-319 invade Reserva Extrativista e ameaça Terra Indígena**. 2020. Disponível em:

<<https://amazoniareal.com.br/ramal-ilegal-a-partir-da-rodovia-br-319-invade-reserva-extrativista->>. Acesso em: 10 jul. 2020.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation in Amazonia: Dynamics, impacts and control. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 3, p. 395–400, 2006.

FEARNSIDE, P. M. Como sempre, os negócios: o ressurgimento do desmatamento na Amazônia brasileira. p. 363-368. In: **Fearnside, P.M. (ed.) Destrução e Conservação da Floresta Amazônica**, v. 1, n. 3, 369p., 2020b.

FERNANDO SALAZAR, J. et al. Scaling properties reveal regulation of river flows in the Amazon through a “forest reservoir”. **Hydrol. Earth Syst. Sci**, v. 22, p. 1735–1748, 2018.

FERRANTE, L.; GOMES, M.; FEARNSIDE, P. M. Amazonian indigenous peoples are threatened by Brazil's Highway BR-319. **Land Use Policy**, v. 94, p. 104548, 1 maio 2020.

FERREIRA COSME, A. M.; BARBOSA DA SILVA, J. Cadastro ambiental rural: Dos preceitos, conceitos, das definições a promulgação da Lei 12.651/2012. **GeoGraphos. Revista Digital para Estudantes de Geografia y Ciencias Sociales**, v. 10, 2019.

FLEISCHER, K. et al. Amazon forest response to CO₂ fertilization dependent on plant phosphorus acquisition. **Nature Geoscience**, v. 12, n. 9, p. 736–741, 1 set. 2019.

FU, R. et al. Increased dry-season length over southern Amazonia in recent decades and its implication for future climate projection. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 110, n. 45, p. 18110–18115, 5 nov. 2013a.

FU, Y. et al. Horizontal motion in elastic response to seasonal loading of rain water in the Amazon Basin and monsoon water in Southeast Asia observed by GPS and inferred from GRACE. **Geophysical Research Letters**, v. 40, n. 23, p. 6048–6053, 16 dez. 2013b.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Fundos que administram US\$ 4,1 tri em ativos pressionam Brasil a combater desmatamento - 23/06/2020 - Mercado - Folha**. 2020. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2020/06/investidores-e-deputados-da-ue-elevam-pressao-contra-desmatamento-no-brasil.shtml>>. Acesso em: 16 jul. 2020.

G1. **Desmatamento na Amazônia em junho é 88% maior do que no mesmo período de 2018**. 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/07/03/desmatamento-na-amazonia-em-junho-e-88percent-maior-do-que-no-mesmo-periodo-de-2018.ghtml>>. Acesso

em: 16 jul. 2020.

G1. **Entenda as diferenças entre os sistemas que monitoram o desmatamento na Amazônia.** 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/08/23/entenda-as-diferencas-entre-os-sistemas-que-monitoram-o-desmatamento-na-amazonia.ghtml>>. Acesso em: 11 jul. 2020.

G1. **Defesa suspende ações de combate aos garimpos ilegais em terra indígena após visita de Salles.** 2020. Disponível em: <<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2020/08/06/defesa-suspende-acoes-de-combate-aos-garimpos-ilegais-em-terra-indigena-apos-visita-de-salles.ghtml>>. Acesso em: 15 ago. 2020.

GALEANO, A. et al. Mangrove resilience to climate extreme events in a Colombian Caribbean Island. **Wetlands Ecology and Management**, v. 25, n. 6, p. 743–760, dez. 2017.

GARCÍA KERDAN, I.; GIAROLA, S.; HAWKES, A. A novel energy systems model to explore the role of land use and reforestation in achieving carbon mitigation targets: A Brazil case study. **Journal of Cleaner Production**, v. 232, p. 796–821, 20 set. 2019.

GARCIA, M. T.; RIJK, G.; PIOTROWSKI, M. **Deforestation for Agricultural Commodities a Driver of Fires | Deforestation for Agricultural Commodities a Driver of Fires in Brazil, Indonesia in 2019.** 2019. Disponível em: <www.chainreactionresearch.com>. Acesso em: 12 jul. 2020.

GATTI, L. V. et al. Drought sensitivity of Amazonian carbon balance revealed by atmospheric measurements. **Nature**, v. 506, n. 7486, p. 76–80, 5 fev. 2014.

GAZETAWEB. **Desmatamento na Amazônia em junho é 88% maior do que no mesmo período de 2018.** 2019. Disponível em: <https://gazetaweb.globo.com/portal/noticia/2019/07/_80046.php>. Acesso em: 16 jul. 2020.

GHAZOUL, J. et al. Conceptualizing Forest Degradation. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 30, n. 10, p. 622–632, 2015.

GIBBS, H. K. et al. Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. **Environmental Research Letters**, v. 2, n. 4, p. 045023, out. 2007.

GIBBS, H. K. et al. Brazil's Soy Moratorium: Supply-chain governance is needed to avoid deforestation. **Science**, v. 347, n. 6220, p. 377–378, 23 jan. 2015. Disponível em: <<https://science.sciencemag.org/content/347/6220/377>>. Acesso em: 20 ago. 2020

GREENPEACE. **Eating up the Amazon.** 2006.

GUERRA, A. J. T. et al. Soil erosion and conservation in Brazil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 37, n. 1, p. 81–91, 1 jun. 2014.

GUEVARA, M. et al. **Soil Organic Carbon Stock Estimates with Uncertainty across Latin America.** ORNL DAAC, Oak Ridge, Tennessee, USA. 2019.

HANSEN, M. C.; STEHMAN, S. V.; POTAPOV, P. V. Quantification of global gross forest cover loss. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 107, n. 19, p. 8650–8655, maio 2010.

HAYLOCK, M. R. et al. Trends in Total and Extreme South American Rainfall in 1960–2000 and Links with Sea Surface Temperature. **Journal of Climate**, v. 19, n. 8, p. 1490–1512, 15 abr. 2006.

HERRON, H. et al. Caribbean Climate Change Data and Risk Assessment Methodologies for the Caribbean. **IDB Technical Note (Environmental and Social Safeguards Unit)**, v. IDB-TN-633, mar. 2014.

HIPÓLITO, J.; BOSCOLO, D.; VIANA, B. F. Landscape and crop management strategies to conserve pollination services and increase yields in tropical coffee farms. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 256, p. 218–225, 15 mar. 2018.

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

HULME, M. Is it too late (to stop dangerous climate change)? An editorial. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, v. 11, n. 1, jan. 2020.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 11 jul. 2020.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Monitoramento da cobertura e uso da terra por unidade de federação**. 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/15831-cobertura-e-uso-da-terra-do-brasil.html>>. Acesso em: 11 jul. 2020.

INFOAMAZONIA. **InfoAmazonia: A Política do Desmatamento**. Disponível em: <<https://desmatamento.infoamazonia.org/>>. Acesso em: 13 jul. 2020.

INPE/EMBRAPA. **TerraClass. Mapeamento do uso e da Cobertura da terra na Amazônia Legal**. Disponível em: <http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/dados_terraclass.php>. 2018. Acesso em: 11: jul. 2020.

INPE. **Projeto PRODES - Monitoramento da floresta Amazônica Brasileira por satélite**. 2013. Disponível em: <<http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/>>. Acesso em: 11 jul. 2020.

INPE. **Projeto TerraClass**. Disponível em: <http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/dados_terraclass.php>. Acesso em 13 jul. de 2020.

INPE. **Banco de Dados de Queimadas**. Disponível em: <<http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/>>. Acesso em: 11 jul. 2020.

INPE. **TerraBrasilis**. Disponível em: <<http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/amazon/increments>>. Acesso em: 17 jul. 2020.

IPCC. **IPCC Second Assessment Climate Change 1995**. Geneva, Switzerland.

IPCC. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaption: special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. **Choice Reviews Online**, 2012.

IPCC. **Climate Change 2014: Synthesis Report. [Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]**. Geneva, Switzerland, 2014. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>>. Acesso em: 16. jul. 2020.

IPCC. Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. In: P.R. SHUKLA, J. SKEA, E. CALVO BUENDIA, V. MASSON-DELMOTTE, H.- O. PÖRTNER, D. C. ROBERTS, P. Z.; R. SLADE, S. CONNORS, R. VAN DIEMEN, M. FERRAT, E. HAUGHEY, S. LUZ, S. NEOGI, M. PATHAK, J. PETZOLD, J. PORTUGAL PEREIRA, P.; VYAS, E. HUNTLEY, K. KISSICK, M. BELKACEMI, J. M. (Eds.). . **Summary for Policymakers**. WMO, UNEP, 2019.

JIPP, P. H. et al. Deep soil moisture storage and transpiration in forests and pastures of

- seasonally-dry Amazonia. **Climatic Change**, v. 39, n. 2–3, p. 395–412, 1998.
- JOHNSON DE AREA, E. et al. Policy in Brazil (2016–2019) threaten conservation of the Amazon rainforest. **Environmental Science and Policy**, v. 100, p. 8–12, 2019.
- JORNAL NACIONAL. **Ministro do Meio Ambiente exonera o diretor de Proteção Ambiental do Ibama | Jornal Nacional | G1**. 2020. Disponível em: <<https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2020/04/14/ministro-do-meio-ambiente-exonera-o-diretor-de-protecao-ambiental-do-ibama.ghtml>>. Acesso em: 11 jul. 2020.
- JOVEM PAN. **Desmatamento na Amazônia em junho é 88% maior do que no mesmo período de 2018**. 2019. Disponível em: <<https://jovempan.com.br/programas/jornal-da-manha/desmatamento-na-amazonia-em-junho-e-88-maior-do-que-no-mesmo-periodo-de-2018.html>>. Acesso em: 11 jul. 2020.
- JUAN, D. **Rotas do saque: violações e ameaças à integridade territorial da Terra do Meio (PA)**. São Paulo: ISA, Instituto socioambiental, 2015.
- JUNQUAS, C. et al. Impact of projected SST changes on summer rainfall in southeastern South America. **Climate Dynamics**, v. 40, p. 1569–1589, 2013.
- KLINGLER, M.; MACK, P. Post-frontier governance up in smoke? Free-for-all frontier imaginations encourage illegal deforestation and appropriation of public lands in the Brazilian Amazon. **Journal of Land Use Science**, p. 1–15, 21 mar. 2020.
- LA ROVERE, E. L. et al. **Implicações Econômicas E Sociais De Cenários De Mitigação De Gases De Efeito Estufa No Brasil Até 2030 Sumário Técnico**. 2016. Disponível em: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01695230>>. Acesso em: 19 ago. 2020.
- LANGENBRUNNER, B. et al. Why Does Amazon Precipitation Decrease When Tropical Forests Respond to Increasing CO₂? **Earth's Future**, v. 7, n. 4, p. 450–468, 1 abr. 2019.
- LAPIG. **Atlas das Pastagens Brasileiras**. Disponível em: <<https://pastagem.org/atlas/map>>. Acesso em: 13 jul. 2020.
- LAPOLA, D. M. et al. **Pervasive transition of the Brazilian land-use system** *Nature Climate Change*, jan. 2014.
- LEISHER, C. et al. Land and Forest Degradation inside Protected Areas in Latin America. **Diversity**, v. 5, n. 4, p. 779–795, nov. 2013.
- LEITE-FILHO, A. T.; SOUSA PONTES, V. Y.; COSTA, M. H. Effects of Deforestation on the Onset of the Rainy Season and the Duration of Dry Spells in Southern Amazonia. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 124, n. 10, p. 5268–5281, 27 maio 2019.
- LI, Y. et al. Local cooling and warming effects of forests based on satellite observations. **Nature Communications**, v. 6, n. 1, p. 6603, maio 2015.
- LLOPART, M. et al. Land Use Change over the Amazon Forest and Its Impact on the Local Climate. **Water**, v. 10, n. 2, p. 149, 3 fev. 2018.
- MACEDO, M. N. et al. Decoupling of deforestation and soy production in the southern Amazon during the late 2000s. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 109, n. 4, p. 1341–1346, 24 jan. 2012.
- MACHADO, L. O que se sabe sobre o “Dia do Fogo”, momento-chave das queimadas na Amazônia - BBC News Brasil. **BBC Brasil**, 2019.
- MAGRIN, G. et al. Latin America. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. **Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. In: M.L. PARRY, O.F. CANZIANI, J.P.

- PALUTIKOF, P. J. VAN DER L. AND C. E. H. (Ed.). Cambridge, UK, p. 581–615, 2007.
- MAGRIN, G. O. et al. **Chapter 27 - Central and South America**. 2017.
- MALHI, Y. et al. The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. **Global Change Biology**, v. 12, n. 7, p. 1107–1138, jul. 2006.
- MANZATTO, C. V., et al. **Uso Agrícola dos Solos Brasileiros**. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil: 2002. Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br>>. Acesso em: 22 ago. 2020.
- MAPA. **Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura**. Brasília, DF, Brasil, 2012. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/download.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2020.
- MARENGO, J. A. et al. Extreme climatic events in the Amazon basin. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 107, n. 1–2, p. 73–85, jan. 2012a.
- MARENGO, J. A. et al. Recent developments on the South American monsoon system. **International Journal of Climatology**, v. 32., n. 1., p. 1-21, 1 jan. 2012b. Disponível em: <<https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/joc.2254>>. Acesso em: 23 ago. 2020
- MARENGO, J. A. et al. Changes in Climate and Land Use Over the Amazon Region: Current and Future Variability and Trends. **Frontiers in Earth Science**, v. 6, 21 dez. 2018.
- MARTIN, T. G.; WATSON, J. E. M. Intact ecosystems provide best defence against climate change. **Nature Climate Change**, v. 6, n. 2, p. 122-124, jan. 2016.
- MARTINS, H.; NUNES, S.; SOUZA, C. **CAR Cadastro Ambiental em Áreas Protegidas**. IMAZON, Belém, Pará, Brasil, 2018. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownlo->>. Acesso em: 22 ago. 2020.
- MAURANO, L. E. P.; ESCADA, M. I. S. Comparação Dos Dados Produzidos Pelo Prodes Versus Dados Do Mapbiomas Para O Bioma Amazônia. **Anais do XIX Simposio Brasileiro de Sensoramento Remoto**, p. 735–738, 2019.
- MCTI - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – Volume III**. 2015. Disponível em: <<http://sirene.mcti.gov.br/publicacoes>>. Acesso em: 19 ago. 2020.
- MCTIC. **Modelagem setorial de opções de baixo carbono para agricultura, florestas e outros usos do solo (AFOLU)**. 2016.
- MCTIC. **Modelagem integrada e impactos econômicos de opções setoriais de baixo carbono: Opções de mitigação de emissões de gases de efeito estufa em setores-chave do Brasil**. Brasília, DF, Brasil, 120p., 2017. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/324886071>>. Acesso em: 20 ago. 2020b.
- MCTIC. **SIRENE**. 2018. Disponível em: <https://sirene.mctic.gov.br/portal/opencms/paineis/2018/08/24/Emissoes_em_dioxido_de_carbono_equivalente_por_setor.html>.
- MEIGS, G. W.; KEETON, W. S. Intermediate-severity wind disturbance in mature temperate forests: legacy structure, carbon storage, and stand dynamics. **Ecological Applications**, v. 28, n. 3, p. 798–815, abr. 2018.
- METZGER, J. P. et al. Why Brazil needs its Legal Reserves. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 17, n. 3, p. 91–103, 1 jul. 2019.

- MILANO, M. et al. Water Supply Basins of São Paulo Metropolitan Region: Hydro-Climatic Characteristics of the 2013–2015 Water Crisis. **Water**, v. 10, n. 11, p. 1517, 25 out. 2018.
- MONTEIRO, M. Assassinatos, desmatamento e roubo de terras: um laboratório do crime no meio da Amazônia. **Repórter Brasil**, 2020. Disponível em: <<https://reporterbrasil.org.br/2020/04/assassinatos-desmatamento-roubo-terras-laboratorio-crime-amazonia/>>. Acesso em: 16 jul. 2020.
- MORTON, D. C. et al. Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 2006.
- MORTON, D. C. et al. Reevaluating suitability estimates based on dynamics of cropland expansion in the Brazilian Amazon. **Global Environmental Change**, v. 37, p. 92–101, 2016.
- MORTON, D. C. Forest carbon fluxes: A satellite perspective. **Nature Climate Change**, v. 6, n. 4, p. 346–348, 2016. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/nclimate2978>>. Acesso em: 20 ago. 2020
- MOSER, S. C. The work after “It’s too late” (to prevent dangerous climate change). **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, v. 11, n. 1, jan. 2020.
- MOUTINHO, P.; GUERRA, R.; AZEVEDO-RAMOS, C. Achieving zero deforestation in the Brazilian Amazon: What is missing? **Elementa: Science of the Anthropocene**, v. 4, n. 0, p. 000125, 16 set. 2016.
- NASCIMENTO, N. **Decisões sobre o uso da terra: modelagem e cenários para a fronteira agrícola entre Pará e Mato Grosso**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2019.
- NASCIMENTO, N. et al. What Drives Intensification of Land Use at Agricultural Frontiers in the Brazilian Amazon? Evidence from a Decision Game. **Forests**, v. 10, n. 6, p. 464, 29 maio 2019a.
- NASCIMENTO, N. et al. A Bayesian network approach to modelling land-use decisions under environmental policy incentives in the Brazilian Amazon. **Journal of Land Use Science**, p. 1–15, 30 dez. 2019b.
- NATIONAL GEOGRAPHIC BRASIL. **O que é e qual a importância do Fundo Amazônia, alvo de críticas do governo federal**. 2019. Disponível em: <<https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2019/06/o-que-e-e-qual-importancia-do-fundo-amazonia-alvo-de-criticas-do-governo>>. Acesso em: 14 jul. 2020.
- NAVRUD, S.; STRAND, J. Valuing Global Ecosystem Services: What Do European Experts Say? Applying the Delphi Method to Contingent Valuation of the Amazon Rainforest. **Environmental and Resource Economics**, v. 70, n. 1, p. 249–269, 1 maio 2018.
- NEPSTAD, D. C. et al. The role of deep roots in the hydrological and carbon cycles of Amazonian forests and pastures. **Nature**, v. 372, n. 6507, p. 666–669, 1994.
- NOBRE, A. et al. Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 113, n. 39, p. 10759–68, set. 2016.
- NOBRE, C. A. **To save Brazil’s rainforest, boost its science**. **Nature**, 1 out. 2019. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/d41586-019-03169-0>>. Acesso em: 16 jul. 2020.
- NOBRE, C. A.; BORMA, L. D. S. “Tipping points” for the Amazon forest. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 1, n. 1, p. 28–36, 2009.
- NOBRE, C. A.; SELLERS, P. J.; SHUKLA, J. Amazonian Deforestation and Regional

- Climate Change. **Journal of Climate**, v. 4, n. 10, p. 957–988, 1 out. 1991.
- NOBRE, I.; A. NOBRE, C. The Amazonia Third Way Initiative: The Role of Technology to Unveil the Potential of a Novel Tropical Biodiversity-Based Economy. In: **Land Use - Assessing the Past, Envisioning the Future**. IntechOpen, 2018.
- NOBRE, I.; NOBRE, C. Projeto "Amazônia 4.0: Definindo uma Terceira Via para a Amazônia. **Revista Futuribles**, 2019.
- NOBRE, P. et al. Amazon deforestation and climate change in a coupled model simulation. **Journal of Climate**, v. 22, n. 21, p. 5686–5697, 1 nov. 2009.
- OECD/FAO. **Agricultural Outlook 2015-2024**. Organization for economic co-operation and development, 2015.
- OMETTO, J. P. et al. Amazon forest biomass density maps: tackling the uncertainty in carbon emission estimates. In: **Uncertainties in Greenhouse Gas Inventories**. Springer International Publishing, 2015. p. 95–110.
- PACK, S. M. et al. Protected Area Downgrading, Downsizing, and Degazettement (PADDD) in the Amazon. **Biological Conservation**, v. 197, p. 32–39, 1 maio 2016.
- PAN, Y. et al. A large and persistent carbon sink in the world's forests. **Science**, v. 333, n. 6045, p. 988–993, 2011.
- PAVÃO, V. M. et al. Impacto da conversão da cobertura natural em pastagem e área urbana sobre variáveis biofísicas no sul do Amazonas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, n. 3, p. 343–351, 1 jul. 2017.
- PEARSON, T. R. H. et al. Greenhouse gas emissions from tropical forest degradation: An underestimated source. **Carbon Balance and Management**, v. 12, n. 1, p. 1–11, 14 fev. 2017.
- PEREIRA, J. C.; VIOLA, E. Catastrophic Climate Change and Forest Tipping Points: Blind Spots in International Politics and Policy. **Global Policy**, v. 9, n. 4, p. 513–524, 3 nov. 2018.
- PFAFF, A. et al. Roads & SDGs, tradeoffs and synergies: Learning from Brazil's Amazon in distinguishing frontiers. **Economics**, v. 12, n. 2018–11, p. 1–26, 5 mar. 2018.
- PHILLIPS, O. L. et al. Carbon uptake by mature Amazon forests has mitigated Amazon nations' carbon emissions. **Carbon Balance and Management**, v. 12, n. 1, p. 1, 1 fev. 2017.
- PIRES, G. F. et al. Increased climate risk in Brazilian double cropping agriculture systems: Implications for land use in Northern Brazil. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 228–229, p. 286–298, 2016.
- RAJÃO, R.; MOUTINHO, P.; SOARES, L. The Rights and Wrongs of Brazil's Forest Monitoring Systems. **Conservation Letters**, v. 10, n. 4, p. 495–496, 3 jul. 2017.
- REBOITA, M. S. et al. Climate Projections for South America: RegCM3 Driven by HadCM3 and ECHAM5. **Advances in Meteorology**, v. 2014, p. 1–17, 29 maio 2014.
- REID, H. et al. A Framework for Assessing the Effectiveness of Ecosystem-Based Approaches to Adaptation. **Resilience**, p. 207–216, jan. 2018.
- REYDON, B. P.; FERNANDES, V. B.; TELLES, T. S. Land governance as a precondition for decreasing deforestation in the Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, v. 94, p. 104313, 1 maio 2020.
- REYER, C. P. O. et al. Climate change impacts in Latin America and the Caribbean and their implications for development. **Regional Environmental Change**, v. 17, n. 6, p. 1601–1621, 1 ago. 2017.

- ROCHA, V. M. et al. Reciclagem de precipitação na bacia amazônica: O papel do transporte de umidade e da evapotranspiração da superfície. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, n. 3, p. 387–398, 1 jul. 2017.
- ROCHEDO, P. R. R. et al. The threat of political bargaining to climate mitigation in Brazil. **Nature Climate Change**, v. 8, n. 8, p. 695–698, 2018. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41558-018-0213-y>>. Acesso em: 20 ago. 2020
- ROCKSTRÖM, J. et al. The world’s biggest gamble. **Earth’s Future**, v. 4, n. 10, p. 465–470, 1 out. 2016.
- RÖDIG, E. et al. From small-scale forest structure to Amazon-wide carbon estimates. **Nature Communications**, v. 10, n. 1, p. 5088, 8 dez. 2019.
- RODRIGUES-FILHO, S. et al. Election-driven weakening of deforestation control in the Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, v. 43, p. 111–118, 1 fev. 2015.
- SAATCHI, S. S. et al. Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 24, p. 9899–9904, jun. 2011.
- SALAZAR, A. et al. Land use and land cover change impacts on the regional climate of non-Amazonian South America: A review. **Global and Planetary Change**, v. 128, p. 103–119, 1 maio 2015.
- SAMPAIO, G. et al. Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion. **Geophysical Research Letters**, v. 34, n. 17, 16 set. 2007.
- SANQUETTA, C. et al. Greenhouse gas emissions due to land use change in Brazil from 1990 to 2015: comparison of methodological approaches. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 53, 1 abr. 2020.
- SASAKI, N.; PUTZ, F. E. Critical need for new definitions of “forest” and “forest degradation” in global climate change agreements. **Conservation Letters**, v. 2, n. 5, p. 226–232, out. 2009.
- SATYAMURTY, P. et al. Rainfall trends in the Brazilian Amazon Basin in the past eight decades. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 99, n. 1–2, p. 139–148, 18 abr. 2010.
- SAUER, S.; DE FRANÇA, F. C. Código florestal, função socioambiental da terra e soberania alimentar. **Caderno CRH**, v. 25, n. 65, p. 285–307, 2012.
- SCHAEFFER, R.; SZKLO, A. **Relatório Síntese para Projeto para o Banco Mundial “Cenário de Baixa Emissão de Carbono no Brasil”**, 297p. 2009.
- SCHMINK, M. et al. From contested to ‘green’ frontiers in the Amazon? A long-term analysis of São Félix do Xingu, Brazil. **The Journal of Peasant Studies**, v. 46, n. 2, p. 377–399, 23 fev. 2019.
- SCHMITT, J. **Crime sem castigo: a efetividade da fiscalização ambiental para o controle do desmatamento ilegal na Amazônia**. Brasília, DF, Brasil: Universidade de Brasília, 2015.
- SCHWARTZMAN, S. et al. The natural and social history of the indigenous lands and protected areas corridor of the Xingu River basin. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 368, n. 1619, p. 20120164, 5 jun. 2013.
- SEEG. **Emissões do setor de mudança do uso da terra - Período 1990-2016**. 2018. Disponível em <<http://www.observatoriodoclima.eco.br/wp-content/uploads/2018/05/Relato%CC%81rios-SEEG-2018-MUT-Final-v1.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2020.

- SEEG. **Base de dados de emissões**. Disponível em: <<http://seeg.eco.br>>. 2020. Acesso em: 16 jul. 2020.
- SOARES-FILHO, B. et al. Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 2010.
- SOARES-FILHO, B. et al. Cracking Brazil's Forest Code. **Science**, v. 344, n. 6182, p. 363–364, 2014.
- SOARES-FILHO, B. et al. Brazil's Market for Trading Forest Certificates. **PLoS One**, v. 11, n. 4, p. e0152311, 2016.
- SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R. Traditional conservation strategies still the best option. **Nature Sustainability**, v. 1, n. 11, p. 608-610, 2018.
- SOARES-FILHO, B.; RODRIGUES, H.; FOLLADOR, M. A hybrid analytical-heuristic method for calibrating land-use change models. **Environmental Modelling and Software**, v. 43, p. 80–87, 1 maio 2013.
- SOARES-FILHO, B. S. et al. Cenários de desmatamento para a Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 54, p. 137–152, ago. 2005.
- SORRIBAS, M. V. et al. Projections of climate change effects on discharge and inundation in the Amazon basin. **Climatic Change**, v. 136, n. 3–4, p. 555–570, 1 jun. 2016.
- STAAL, A. et al. Forest-rainfall cascades buffer against drought across the Amazon. **Nature Climate Change**, v. 8, n. 6, p. 539–543, 1 jun. 2018.
- STABILE, M. C. C. et al. Solving Brazil's land use puzzle: Increasing production and slowing Amazon deforestation. **Land Use Policy**, v. 91, p. 104362, 1 fev. 2020.
- STERN, N., et al. **STERN REVIEW: The Economics of Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, v. 30, 2006.
- STICKLER, C. M. et al. Defending public interests in private lands: compliance, costs and potential environmental consequences of the Brazilian Forest Code in Mato Grosso. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 368, n. 1619, p. 20120160, 5 jun. 2013.
- STRAND, J. et al. Spatially explicit valuation of the Brazilian Amazon Forest's Ecosystem Services. **Nature Sustainability**, v. 1, n. 11, p. 657–664, 1 nov. 2018.
- SUMILA, T. C. A. et al. Sources of water vapor to economically relevant regions in Amazonia and the effect of deforestation. **Journal of Hydrometeorology**, v. 18, n. 6, p. 1643–1655, 1 jun. 2017.
- TEJADA, G. et al. Mapping data gaps to estimate biomass across Brazilian Amazon forests. **Forest Ecosystems**, v. 7, n. 25, p. 1–15, 2020.
- THALER, G. The Land Sparing Complex: Environmental Governance, Agricultural Intensification, and State Building in the Brazilian Amazon: *Annals of the American Association of Geographers*: Vol 107, No 6. **Annals of the American Association of Geographers**, 2017.
- TORRAS, M. The total economic value of Amazonian deforestation, 1978-1993. **Ecological Economics**, v. 33, n. 2, p. 283–297, 1 maio 2000.
- TREVISAN, A. C. D. et al. Farmer perceptions, policy and reforestation in Santa Catarina, Brazil. **Ecological Economics**, v. 130, p. 53–63, 1 out. 2016.
- TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO**. 2017.

Disponível em: <<https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/#/documento/acordao-completo/%252a/NUMACORDAO%253A1970%2520ANOACORDAO%253A2017/DTREL%2520EVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/0/sinonimos%3Dfalse>> . Acesso em: 11 jul. 2020.

URPELAINEN, J. The limits of carbon reduction roadmaps. **Science**, v. 356, n. 6342, p. 1019, 2017. Disponível em: <<https://science.sciencemag.org/content/356/6342/1019>>. Acesso em: 13 jul. 2020

VALADÃO, L. M. **As mudanças nos modos de vida em relação ao avanço da soja na Amazônia: estudo de caso em comunidade rural, município de Santarém-PA, área de influência da BR-163**. Brasília, DF, Brasil: Universidade de Brasília, 2019.

VAN DER ENT, R. J.; SAVENIJE, H. H. G. Length and time scales of atmospheric moisture recycling. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 11, n. 5, p. 1853–1863, 1 mar. 2011.

VAN DER WERF, G. R. et al. Global fire emissions and the contribution of deforestation, savanna, forest, agricultural, and peat fires (1997–2009). **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 10, n. 23, p. 11707–11735, 10 dez. 2010.

VERA, C. S. et al. Seasonal cycle of precipitation variability in South America on intraseasonal timescales. **Climate Dynamics**, v. 51, n. 5–6, p. 1991–2001, 1 set. 2018.

VILELA, T. et al. A better Amazon road network for people and the environment. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 117, n. 13, p. 7095–7102, 31 mar. 2020.

VIOLA, E.; BASSO, L. Brazilian Energy-Climate Policy and Politics towards Low Carbon Development. **Global Society**, v. 29, n. 3, p. 427–446, 3 jul. 2015.

VIOLA, E.; GONÇALVES, V. K. Brazil ups and downs in global environmental governance in the 21st century. **Revista Brasileira de Política Internacional**, v. 62, n. 2, 2019.

VON RANDOW, C. et al. Comparative measurements and seasonal variations in energy and carbon exchange over forest and pasture in South West Amazonia. **Theor. Appl. Climatol**, v. 78, p. 5–26, 2004.

WALKER, R.; SIMMONS, C. Endangered Amazon: An Indigenous Tribe Fights Back Against Hydropower Development in the Tapajós Valley. **Environment: Science and Policy for Sustainable Development**, v. 60, n. 2, p. 4–15, 4 mar. 2018.

WALKER, W. S. et al. The role of forest conversion, degradation, and disturbance in the carbon dynamics of Amazon indigenous territories and protected areas. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 117, n. 6, p. 1–11, fev. 2019.

WRIGHT, J. S. et al. Rainforest-initiated wet season onset over the southern Amazon. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 114, n. 32, p. 8481–8486, 2017.

ZEMP, D. C. et al. On the importance of cascading moisture recycling in South America. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 14, n. 23, p. 13337–13359, 15 dez. 2014.

ZEMP, D. C. et al. Self-amplified Amazon forest loss due to vegetation-atmosphere feedbacks. **Nature Communications**, v. 8, n. 1, p. 1–10, 13 mar. 2017.

ZHU, J. et al. Increasing soil carbon stocks in eight permanent forest plots in China. **Biogeosciences**, v. 17, p. 715–726, 2020.