

Nota Técnica  
*Technical Note*

**O DESAFIO DO BRASIL PARA CONTER O DESMATAMENTO  
E AS QUEIMADAS NA AMAZÔNIA DURANTE A PANDEMIA  
POR COVID-19 EM 2020:**

IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS, SOCIAIS E SUA GOVERNANÇA



***BRAZIL'S CHALLENGE TO RESTRAIN DEFORESTATION  
AND FIRES IN THE AMAZON DURING COVID-19  
PANDEMIC IN 2020:***

*ENVIRONMENTAL, SOCIAL IMPLICATIONS AND THEIR GOVERNANCE*

São José dos Campos – São Paulo

Maio/2020

Nota Técnica  
*Technical Note*

**O DESAFIO DO BRASIL PARA CONTER O DESMATAMENTO  
E AS QUEIMADAS NA AMAZÔNIA DURANTE A PANDEMIA  
POR COVID-19 EM 2020:**

IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS, SOCIAIS E SUA GOVERNANÇA

\*\*\*

***BRAZIL'S CHALLENGE TO RESTRAIN DEFORESTATION  
AND FIRES IN THE AMAZON DURING COVID-19  
PANDEMIC IN 2020:***

*ENVIRONMENTAL, SOCIAL IMPLICATIONS AND THEIR GOVERNANCE*

**AUTORES**  
***AUTHORS***

Luiz E. O. C. Aragão<sup>1</sup>, Celso H. L. Silva Junior<sup>1,2</sup>, Liana O.  
Anderson<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais,

<sup>2</sup>Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, INPE,

<sup>3</sup>Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais.

Autor para contato: luiz.aragao@inpe.br

**COMO CITAR ESSE TRABALHO**  
***HOW TO CITE THIS WORK***

ARAGÃO, Luiz E. O. C.; SILVA JUNIOR, Celso H. L.; ANDERSON, Liana O. **O desafio do Brasil para conter o desmatamento e as queimadas na Amazônia durante a pandemia por COVID-19 em 2020: implicações ambientais, sociais e sua governança.** São José dos Campos, 2020. 34p. SEI/INPE: 01340.004481/2020-96/5543324. DOI: 10.13140/RG.2.2.11908.76167/1

## Nota Técnica preparada com suporte dos projetos

**Projeto AM-TROPICO** – Sensoriamento Remoto Aplicado à Análise de Mudanças Ambientais nos Trópicos

Financiador:



Apoio:



Programa de Grande Escala da  
Biosfera-Atmosfera na Amazônia  
The Large Scale Biosphere-Atmosphere  
Research Program in the Amazon

**Projeto Map-Fire** – Multi-Actor Adaptation Plan to cope with Forests under Increasing Risk of Extensive fires



Financiador:



Instituições envolvidas:

**Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**



**Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais**



Laboratório responsável:

**Laboratório de Ecossistemas e Ciências Ambientais nos Trópicos -INPE**



[www.treeslab.org](http://www.treeslab.org)

# Índice

Sumário Executivo.....	5
<i>Executive Summary</i> .....	6
Introdução/ <i>Introduction</i> .....	7
Padrões do Desmatamento Amazônico 2020/ <i>Amazonian Deforestation Patterns in 2020</i> .....	9
Padrões Climáticos em 2020/ <i>Climate Patterns in 2020</i> .....	11
Implicações Ambientais/ <i>Environmental Implications</i> .....	15
Implicações Sociais/ <i>Social Implications</i> .....	18
A governança do Problema/ <i>The governance of the Problem</i> .....	23
Conclusões/ <i>Conclusions</i> .....	30
Referências/ <i>References</i> .....	32
Contatos/ <i>Contacts</i> .....	34
Agradecimentos/ <i>Acknowledgement</i> .....	34

## Sumário Executivo

Esta Nota Técnica elaborada por pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), do Centro Nacional para Monitoramento de Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN) e do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto do INPE visa a auxiliar as tomadas de decisão para a região Amazônica durante o ano de 2020. Avaliamos neste documento o problema do desmatamento na região, sua interação com o clima, seu potencial de intensificar as queimadas e incêndios florestais e as consequências da interação das queimadas com a pandemia de COVID-19. Em conformidade com a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei 12.608/2012), provemos embasamento científico para que a União cumpra suas atribuições referentes à Gestão Integrada de Riscos de Desastres\*. Esta nota objetiva utilizar o conhecimento adquirido pelo corpo técnico do INPE e CEMADEN sobre os processos abordados, a fim de identificar suas fases críticas para ações mitigatórias.

Baseando-se no ciclo dos desastres, identificamos que o processo de desmatamento encontra-se na fase de resposta, que requer ações imediatas para sua mitigação. Em seguida, avaliamos que as queimadas se encontram em fase de prevenção e preparação, requerendo um planejamento rápido para mitigar o problema antes de sua disseminação. Já a pandemia de COVID-19, encontra-se em fase de resposta e recuperação dos danos. As fases de preparação e resposta em 2020 não podem ocorrer de forma independente, mais sim integradas entre as ações de contenção dos crimes ambientais e da manutenção da saúde pública. Entendemos que a situação agravar-se-á nos próximos meses, impondo respostas rápidas e estratégicas.

A taxa de desmatamento entre agosto de 2019 e 14 de maio de 2020, já representa 89% da área desmatada do ano anterior. Sabemos que estas áreas desmatadas são posteriormente queimadas, e em um clima mais seco, podem causar incêndios descontrolados. O Oceano Atlântico apresenta um aumento de temperatura acima de toda a média histórica nos primeiros meses de 2020. Este fato preocupa, pois, esta característica tende a causar secas na região sudoeste da Amazônia, principalmente no estado do Acre e regiões adjacentes. Estas secas induzem a uma intensificação das queimadas nas áreas desmatadas, e aumentam o risco de incêndios florestais nas áreas em que o fogo é utilizado para manejo da terra. Este ano o desmatamento nos estados amazônicos explicou 50% da ocorrência de queimadas, no início do ano, quando são mais escassas. De agosto de 2019 a maio de 2020, detectaram-se 78.443 focos de queimadas na Amazônia, maior quantidade que no mesmo período de 2018-2019. A expectativa, seguindo o padrão de longo-prazo, é de que caso não haja uma intervenção incisiva do Estado para coibir os atos ilegais, essas queimadas induzirão o aumento do material particulado emitido para a atmosfera, degradando a qualidade do ar, e, conseqüentemente, aumentando a incidência de doenças respiratórias na população Amazônica. A preocupação conecta-se com a possibilidade de sobreposição entre as queimadas e a pandemia de COVID-19, pois haverá uma maior demanda por tratamento em unidades de saúde, podendo acarretar um colapso destes sistemas nos estados amazônicos, que já operam no limite. Avaliou-se que, caso o ponto de virada da curva epidemiológica de COVID-19 não ocorra imediatamente, no mês de maio de 2020, certamente, haverá a sobreposição das queimadas com a pandemia.

A tarefa mais importante de um planejamento em face deste novo desafio traduz-se pela alocação dos recursos para atuar nas frentes ambiental e social a fim de garantir o bem estar da população. Os atos anticonstitucionais e ilegais contra a floresta Amazônica, um valioso bem pertencente à toda a sociedade brasileira, implica em um alto custo para o Estado e para o cidadão. A despesa de fiscalização para coibir tais atos variou entre R\$ 3.8 (mínimo - 2011) e R\$ 10.1 (máximo - 2019) milhões por km<sup>2</sup> de desmatamento evitado entre 2007 e 2019. Estima-se que em 2020, para o Brasil atingir suas metas legais de redução do desmatamento, o dispêndio relativo às ações de fiscalização varie de R\$ 157 milhões a R\$ 350 milhões. Conclui-se o documento com recomendações para a tomada de decisão.

## Executive Summary

*This Technical Note was prepared by scientists from the National Institute for Space Research (INPE), the National Center for Alert and Monitoring of Natural Disasters (CEMADEN) and the Postgraduate Course in Remote Sensing at INPE to assist decision making for the Amazon region during the year 2020. In this document, we assessed the problem of deforestation in the region, its interaction with climate, its potential to intensify deforestation and forest fires and the consequences of the interaction of fires with the COVID-19 pandemic. In accordance with the National Civil Protection and Defense Policy (Law 12,608 / 2012), we provide scientific basis for the Union to be able to fulfill its duties related to Integrated Disaster Risk Management\*. The purpose of this note was to use the knowledge acquired by the technical staff of INPE and CEMADEN on the processes addressed, to identify their critical phases for mitigating actions.*

*Based on the disaster cycle, we identified that the deforestation process is at a response phase that requires immediate action for its mitigation. We assess that fires are at the prevention and preparation phase, requiring rapid planning to mitigate the problem before its spread. The COVID-19 pandemic, on the other hand, is in the phase of response and recovery from damage. The preparation and response phase in 2020 cannot occur independently, but integrated between actions to contain environmental crimes and maintain public health. We understand that the situation will worsen in the coming months, and responses must be quick and strategic.*

*The deforestation rate between August 2019 and May 14, 2020, already represents 89% of the previous year's deforested area. We know that these deforested areas are subsequently burned, and in a drier climate, they can cause uncontrolled fires. The Atlantic Ocean shows a temperature rise surpassing the historical averages in the first months of 2020. This fact is worrying as this characteristic tends to cause droughts in the southwest region of the Amazon, mainly in the state of Acre and adjacent regions. These droughts lead to an intensification of fires in deforested areas and increase wildfires risk in areas where fire is used for land management. This year, deforestation in the Amazonian states explained 50% of the occurrence of fires, even at the beginning of the year, when fires are not peaking. From August 2019 to May 2020, 78,443 fires have been detected in the Amazon, higher than the same period in 2018-2019. The expectation, following the long-term pattern, is that if there is no incisive intervention by the State to curb illegal acts, these fires will induce an increase in the particulate material emitted into the atmosphere, degrading air quality, and, consequently, increasing the incidence of respiratory diseases among Amazonian population. Our concern is supported by the possibility of the overlap between fires and COVID-19 cases, as there will be a greater demand for treatment in health units, which may cause the collapse of the health system in several Amazonian states, which are already operating at the limit. We believe that, if the turning point of the epidemiological curve of COVID-19 does not occur immediately, in May 2020, there will certainly be an overlap of fires with the pandemic.*

*The most difficult task within this planning will be the allocation of resources to act on the environmental and social fronts to guarantee the safety of the population. Anti-constitutional and illegal acts against the Amazon rainforest, a valuable asset belonging to all Brazilian society, have been costly for the State and, of course, for Brazilian citizens. The law enforcement cost to prevent such acts varied between R\$ 3.8 (minimum - 2011) and R\$ 10.1 (maximum - 2019) million per km<sup>2</sup> of avoided deforestation between 2007 and 2019. We expect that in 2020 for Brazil to reach its legal reduction targets from deforestation, the total cost for law enforcement actions could vary from R\$ 157 million to R\$ 350 million. These values must be studied in depth and considered in the budget planning to contain the problem of illegal deforestation and fires during the COVID-19 pandemic in 2020 in the Amazon. We conclude the document with recommendations for decision making.*

## Introdução

O Estado brasileiro, nas últimas décadas, se destacou no cenário internacional como um líder na implantação de ações para proteção ambiental e contenção de ilegalidades atingindo seus sistemas naturais. Somando-se a Política Nacional de Meio Ambiente (Lei 6.938/1981), a lei de Crimes Ambientais (9.605/1998) e a responsabilização administrativa sobre danos ao ambiente (Decreto 6.514/2018), o Brasil incorporou ao seu arcabouço legal a Política Nacional para Mudanças do Clima (Lei 12,187/2009), o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei 9,985/2000), a Proteção de Florestas Nativas (Lei 12.651/2012), a Estratégia Nacional para Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (Decreto 8.576/2015), entre outras.

O resultado destas ações induziu uma redução de mais de 70% nas emissões<sup>1</sup> de gases de efeito estufa, preservando consequentemente a biodiversidade, o provimento de serviços ambientais, como o ciclo hidrológico, e a saúde da população. Estas ações direcionaram a visão de futuro do país para um caminho, globalmente reconhecido, na direção das metas para atingir o desenvolvimento sustentável. Nos próximos meses de 2020, a partir da escrita desta Nota Técnica (NT), nossos governantes passarão por momentos decisórios críticos, provavelmente inéditos no mundo.

Como um líder ambiental e da sustentabilidade mundial, o Brasil em 2020 deve preparar-se para definir ações coerentes a fim de impedir o desmatamento ilegal na Amazônia e manter a pandemia controlada. A falha em gerenciar conjuntamente os bens naturais e a saúde pública acarretaria um desastre sem precedentes, a um custo de milhões em recursos financeiros (SIOP, 2020) e em milhares de vidas humanas

## Introduction

*Brazil, in recent decades, has stood out in the international scenario as a leader in the implementation of actions for environmental protection and containment of illegalities affecting its natural systems. Adding to the National Environment Policy (Law 6,938 / 1981), the Environmental Crimes law (9,605 / 1998) and the administrative accountability for damage to the environment (Decree 6,514 / 2018), Brazil incorporated into its legal framework, the National Policy for Climate Change (Law 12,187 / 2009), the National System of Conservation Units (Law 9,985 / 2000), the Protection of Native Forests (Law 12,651 / 2012), the National Strategy for Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (Decree 8,576 / 2015), among others.*

*The result of these initiatives was a reduction of more than 70% in greenhouse gas emissions<sup>1</sup>, thereby preserving biodiversity, the provision of environmental services, such as the hydrological cycle, and the health of the population. These actions directed the country's future vision aligned with a globally recognized path for the sustainable development. In the coming months of 2020, from the writing of this Technical Note (NT), our leaders will go through critical decision moments, probably unprecedented in the world.*

*As a global environmental and sustainability leader, Brazil in 2020 must prepare to define coherent actions to prevent illegal deforestation in the Amazon and keep the pandemic under control, as failure to manage natural resources and public health can cause a unprecedented disaster, costing millions in financial resources (SIOP, 2020) and thousands of human lives (Reddington et*

<sup>1</sup> <https://www.nationalgeographic.com/news/2014/6/140605-brazil-deforestation-carbon-emissions-environment/>

\*<https://www.undp.org/content/dam/brazil/docs/publicacoes/paz/gestao-risco-livro-base.pdf>

(Reddington et al., 2015), além de graves infrações legais. O principal dilema está no fato de que, neste caso, não existe para os governos a possibilidade de escolher entre ações de combate ao COVID-19 ou ao controle do Desmatamento. Nos próximos meses, as esferas municipais, estaduais e federais deverão agir em ambos os problemas conjunta e seriamente. Por quê? Dentre outras consequências, as elevadas taxas de desmatamento potencializarão as queimadas, induzindo a um aumento da poluição do ar e, conseqüentemente, intensificando uma demanda de atendimento por parte do Sistema Único de Saúde (SUS).

Em 2020, o tratamento preventivo da interação entre o aumento do número de internações devido ao COVID-19 e ao desmatamento, definirá a capacidade da força motriz do Estado brasileiro em assegurar os princípios estabelecidos na Constituição Federal, referentes à saúde (Artigos 6, 30 e 196) e ao meio ambiente (Artigos 5, 23, 24, 170, 186 e 225), incluindo o artigo 200, o qual adequadamente explicita a necessidade do SUS colaborar na proteção do meio ambiente. A sobreposição dos dois processos, descritos acima, colocam o Brasil em um estado de vulnerabilidade jamais experimentado.

Visando a busca antecipada por ações paliativas dos problemas expostos, o objetivo desta nota técnica é o de prover uma análise qualificada para as instâncias decisórias competentes a respeito do quadro atual do desmatamento amazônico e um prognóstico de suas implicações ambientais e sociais, provendo uma visão integrada da governança do problema, baseado em evidências científicas sobre a interação destes fatores com o clima da região.

\*\*\*

al., 2015), as well as resulting in serious legal infractions. The main dilemma is the fact that, in this case, there is no possibility to choose whether governments focus on actions to combat COVID-19 or Deforestation. In the coming months, the municipal, state and federal spheres are expected to act on both problems jointly and seriously. Why? Among other consequences, the high rates of deforestation should enhance fires, inducing an increase in air pollution and, consequently, intensifying the pressure on the Unified Health System (SUS).

In 2020, the preventive treatment of the interaction between the increase in the number of hospitalizations due to COVID-19 and deforestation, will define the capacity of the Brazilian State's driving force to ensure the principles established in the Federal Constitution, referring to health (Articles 6, 30 and 196) and the environment (Articles 5, 23, 24, 170, 186 and 225), including article 200, which explicitly establishes the need for the Unified Health System (SUS) to adequately collaborate in protecting the environment. The overlapping of the two processes, as described above, puts Brazil in a state of vulnerability never experienced.

Aiming at the anticipated search for mitigating actions of the exposed problems, the objective of this technical note is to provide a qualified analysis for the competent decision-making bodies on the current status of Amazonian deforestation and a prognosis of its environmental and social implications, providing an integrative view of the problem's governance, based on scientific evidences about the interaction of these factors with the region's climate.

\*\*\*



## Padrões do Desmatamento Amazônico em 2020

Entre 1 de agosto de 2019 e 14 de maio de 2020, definido no texto como ano de referência 2019/2020), o Sistema DETER (INPE, 2020), coordenado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, contabilizou uma área acumulada de 6.059 km<sup>2</sup>, associada com os alertas de desmatamentos na Amazônia Brasileira (Fig. 1a). Esta área é aproximadamente 1,7 vezes maior que a média entre 2016 e 2018 (3.582 km<sup>2</sup>) e do que a área no ano de referência 2018/2019 (3.647 km<sup>2</sup>) para o mesmo intervalo de tempo. Em geral, o período compreendido entre os meses de novembro e abril não é considerado como o de maior número de ocorrências de desmatamento na Amazônia (Aragão et al., 2008). Este padrão indica que, com base nos dados de longo-prazo, ainda haverá um aumento das taxas de desmatamento até julho/agosto de 2020, com uma subsequente diminuição após este mês, caso não seja implantada, urgentemente, alguma ação coercitiva para tratar o problema.

Ainda no ano de referência (2019/2020), a área de alertas de desmatamento acumulada entre 1 de agosto de 2019 e 14 de maio de 2020, já representa 89% da área detectada para todo o ano de referência anterior (2018/2019). Utilizando a abordagem de Barlow et al. (2019), projeta-se, a partir dos dados DETER entre 1 de agosto de 2019 a 14 de maio de 2020, uma taxa de desmatamento do PRODES para 2020 de aproximadamente 9.319±480 km<sup>2</sup> (±desvio padrão). Esta estimativa de desmatamento corresponde a aproximadamente de 95% da taxa oficial de desmatamento em 2019 (9.762 km<sup>2</sup>) (INPE, 2020). Portanto, sem uma intervenção imediata, espera-se que as atividades de desmatamento continuem crescentes nos próximos meses, como observado no mesmo período em 2019, e que mais um recorde de desmatamento na história recente da Amazônia Brasileira

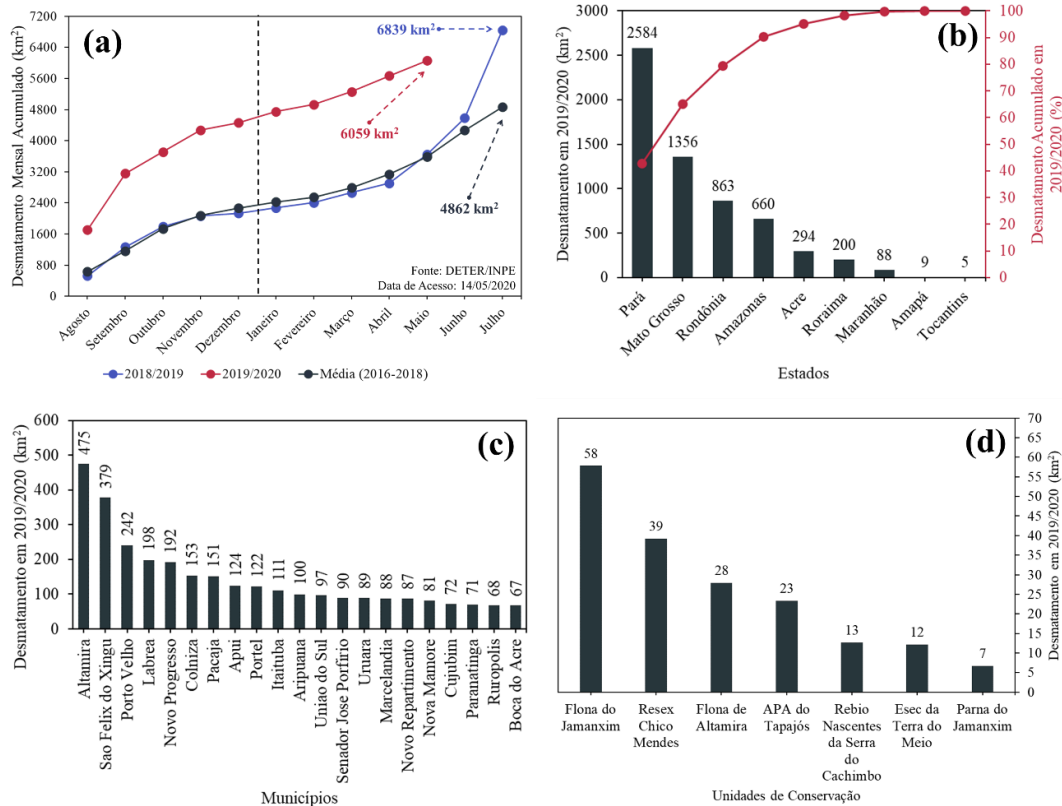
## Amazonian Deforestation Patterns in 2020

*Between August 1, 2019 and May 14, 2020 (referred to in the text as reference year 2019/2020), the DETER System (INPE, 2020), which is coordinated by the National Institute for Space Research - INPE, accounted for an accumulated area 6,059 km<sup>2</sup>, associated with deforestation alerts in the Brazilian Amazon (Fig. 1a). This area is approximately 1.7 times larger than the average between 2016 and 2018 (3,582 km<sup>2</sup>) and that of the area in the reference year 2018/2019 (3,647 km<sup>2</sup>) for the same time interval. In general, the period between November and April is not considered to be the period with the highest number of deforestation occurrences in the Amazon (Aragão et al., 2008). This pattern indicates that, based on long-term data, there will still be an increase in deforestation rates until July/August 2020, with a subsequent decrease after this month, if some coercive action is not urgently implemented to address the problem.*

*Still in the reference year (2019/2020), the area of deforestation alerts accumulated between August 1, 2019 and May 14, 2020, already represents 89% of the area detected for the entire previous reference year (2018/2019). Using the approach of Barlow et al. (2019), we project, from DETER data between August 1, 2019 and May 14, 2020, a PRODES deforestation rate for 2020 of approximately 9,319±480 km<sup>2</sup> (±standard deviation). This deforestation estimate corresponds to about 95% of the official deforestation rate in 2019 (9,762 km<sup>2</sup>) (INPE, 2020). Therefore, without immediate intervention, it is expected that deforestation activities will continue to increase in the coming months, as observed in the same period in 2019, and that another record of deforestation in the recent history of the Brazilian Amazon will be reached. This scenario is worrying given the constitutional and legal*

seja atingido. Configura-se um cenário preocupante a despeito das atribuições constitucionais e legais do Estado Brasileiro em relação ao meio ambiente e a saúde pública.

*attributions of the Brazilian State in relation to the environment and public health, as well as in relation to the international commitments assumed by the country.*



**Figura. 1** – Alertas de desmatamento acumulados para o ano de referência de 2018/2019, 2019/2020 e a média (2016-2018) em diferentes escalas de análise. a) Taxa de desmatamento mensal acumulada entre os anos de referência 2018/19 e 2019/20. A linha vertical em preto e tracejada divide o ano referência do PRODES/INPE<sup>3</sup>, que é composto pelo período entre agosto e dezembro do ano anterior, e o período entre janeiro e julho do ano de divulgação da taxa oficial de desmatamento; b) Desmatamento por Estado para o período de referência 2018/19 e 2019/20.; (c) Municípios e (d) Unidades de Conservação prioritários para ações contra o desmatamento, segundo as taxas mais atuais deste processo (2019/20).

**Figure. 1** - Accumulated deforestation alerts for the reference year 2018/2019, 2019/2020 and the average (2016-2018) in different scales of analysis. a) Accumulated monthly deforestation rate between the reference years 2018/19 and 2019/20. The vertical dashed line in black divides the reference year of PRODES / INPE<sup>3</sup>, which consists of the period between August and December of the previous year, and the period between January and July of the subsequent year for calculating the official deforestation rate; b) Deforestation by State for the reference period 2018/19 and 2019/20.; (c) Priority Municipalities and (d) Conservation Units for actions against deforestation, according to the most current rates of this process (2019/20).

Os estados do Pará (2.584 km<sup>2</sup>), Mato Grosso (1.356 km<sup>2</sup>) e Rondônia (863 km<sup>2</sup>), juntos, representam 79% de todos os alertas de desmatamento detectados no ano de referência 2019/2020 (Fig. 1b). Na Figura 1c, listam-se 21 municípios que juntos, representam 51% de todos os alertas de desmatamento no ano de

*The states of Pará (2,584 km<sup>2</sup>), Mato Grosso (1,356 km<sup>2</sup>) and Rondônia (863 km<sup>2</sup>), together, represent 79% of all deforestation alerts detected in the reference year 2019/2020 (Fig. 1b). In Figure 1c, 21 municipalities are listed which together represent 51% of all deforestation alerts in the reference year*

referência 2019/2020, com destaque para o município de Altamira - PA (475 km<sup>2</sup>). Os outros 49% de alertas de desmatamento diluem-se em outros 357 municípios Amazônicos. Além disso, cerca de 4% (234 km<sup>2</sup>) de todos os alertas de desmatamentos no ano de referência 2019/2020 ocorreram em Unidades de Conservação, sendo 77% destes nas unidades listadas na Figura 1d, com destaque para a Floresta Nacional do Jamanxim (58 km<sup>2</sup>), localizada no município de Novo Progresso - PA.

\*\*\*

*2019/2020, with emphasis on the municipality of Altamira - PA (475 km<sup>2</sup>). The other 49% of deforestation alerts are diluted in 357 Amazonian municipalities. In addition, about 4% (234 km<sup>2</sup>) of all deforestation alerts in the reference year 2019/2020 occurred in Conservation Units, 77% of which in the units listed in Figure 1d, with an emphasis on the Jamanxim National Forest (58 km<sup>2</sup>), located in the municipality of Novo Progresso - PA.*

\*\*\*

## Padrões climáticos em 2020

Para prognosticar os potenciais impactos do desmatamento atual, indispensável se torna acompanhar os padrões climáticos recentes. Diante do diagnóstico preocupante do desmatamento observado, espera-se que seus efeitos ultrapassem os limites das áreas desmatadas, afetando negativamente o Bioma Amazônia, adjacências e a sociedade em geral, caso sua interação com o clima intensifique-se.

Padrões climáticos de grande escala afetam a incidência de chuva na Amazônia. O motor essencial do ciclo hidrológico é a água dos oceanos. Quando aquecidas, em ciclos intra- e inter- anuais e decenais de maneira anômala, causam alterações da circulação atmosférica de grande-escala intensificando ou atenuando os padrões de chuva no continente. Observa-se uma conexão clara na relação entre temperatura de superfície dos oceanos e a chuva (Fig. 2). Quando o oceano Atlântico aquece mais que a normal climatológica, na região da Oscilação Multi-decenal do Atlântico (índice AMO) (Fig. 2a), ocorre uma diminuição de chuva no quadrante sudoeste da Amazônia (Fig. 2b). Quando o Pacífico mostra-se mais quente que a normal, no fenômeno de El Niño (índice MEI), a redução de chuva ocorre nas partes central, leste e sul da Amazônia

## Climate patterns in 2020

*In order to predict the potential impacts of current deforestation, it is essential to monitor recent weather patterns. In view of the worrying diagnosis of the observed deforestation, it is expected that its effects will exceed the limits of the deforested areas, negatively affecting the Amazon Biome, its surroundings and society in general, if its interaction with the climate is intensified.*

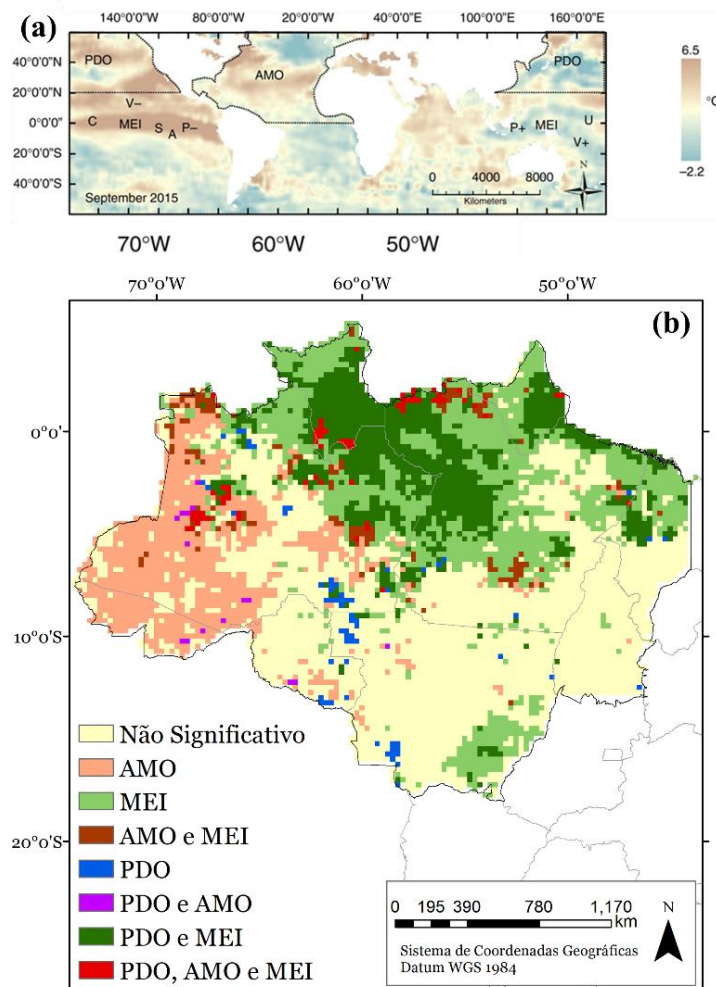
*Large-scale weather patterns affect the incidence of rain in the Amazon. The essential driver of the hydrological cycle is water from the oceans. When heated, in intra- and inter-annual and decennial cycles in an anomalous manner, they cause changes in the large-scale atmospheric circulation and may intensify or attenuate the rain patterns on the continent. A clear connection is observed in the relationship between the surface temperature of the oceans and the rain (Fig. 2). When the Atlantic Ocean is warmer than normal climatological conditions, in the region of the Atlantic Multi-Decadal Oscillation (AMO index) (Fig. 2a), there is a decrease in rain in the southwestern quadrant of the Amazon (Fig. 2b). When the Pacific is hotter than normal, in the El Niño phenomenon (MEI index), the reduction of rain occurs in the central, eastern and southern parts of the*

(Fig. 2b). Finalmente, quando o oceano na região da Oscilação Decenal do Pacífico (índice PDO) encontra-se mais quente que a normal, a redução de chuva se concentra na parte central da Amazônia (Fig. 2b).

De posse do conhecimento das interações do sistema oceano-atmosfera-continente e analisando os dados atuais dos índices AMO e MEI, verifica-se que: enquanto o índice AMO apresenta as anomalias positivas mais altas de toda média histórica (1958-2020), nos primeiros meses do ano de 2020 (janeiro a maio), o índice MEI indica uma neutralidade, em um patamar abaixo dos anos de 1998, 2005, 2010, 2016, 2019.

Amazon (Fig. 2b). Finally, when the Ocean in the Pacific Decadal Oscillation region (PDO index) is hotter than normal, rainfall reduction is concentrated in the central part of the Amazon (Fig. 2b).

Knowing the interactions of the ocean-atmosphere-continent system and analyzing the current data of the AMO and MEI indices, it appears that: while the AMO index presents the highest positive anomalies of the entire historical average (1958-2020), in the first months of the year 2020 (January to May), the MEI index indicates neutrality, at a level below the years 1998, 2005, 2010, 2016, 2019.

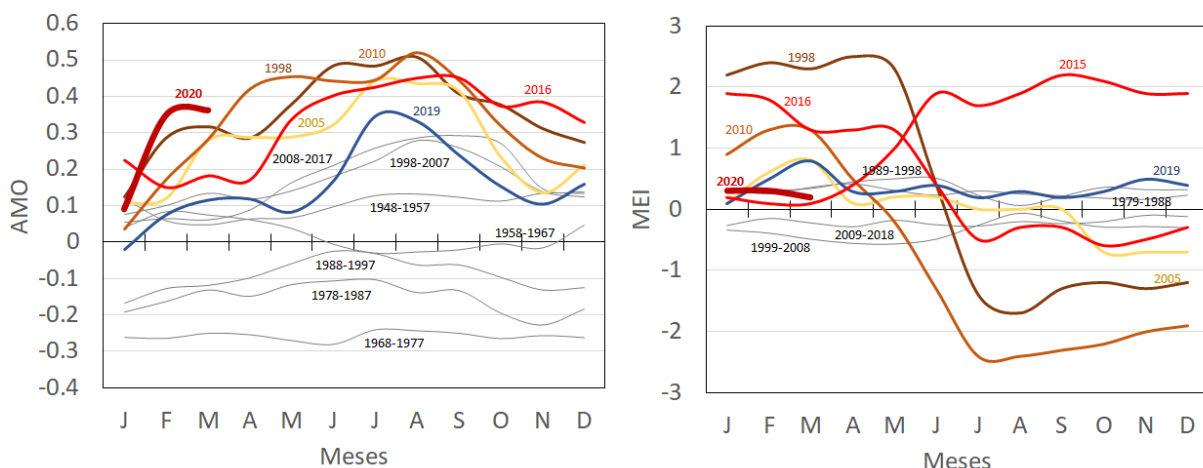


**Figura 2.** Anomalias de temperatura da superfície do mar (SST) e regiões correspondentes aos índices Oceânicos (a) e Regiões com redução significativa de chuva com o aumento da (SST) nas diferentes regiões oceânicas (b). Fonte: Aragão et al. (2018).

**Figure 2.** Anomalies of sea surface temperature (SST) and regions corresponding to Oceanic indices (a) and Regions with significant reduction in rainfall with increasing (SST) in different oceanic regions (b). Fonte: Aragão et al. (2018).

As previsões para o ano de 2020 do fenômeno El Niño, disponibilizadas pelo *International Research Institute for Climate and Society (IRI)* da universidade de Columbia, Estados Unidos<sup>2</sup>, informam que apenas um dos 25 modelos utilizados apresenta anomalias da região Niño 3.4 acima de 1°C. Portanto, não deve haver intensificação do efeito deste fenômeno na redução de chuvas amazônicas em 2020. Caso as anomalias do Oceano Atlântico tropical sigam em 2020 o padrão observado para os últimos anos de seca na Amazônia (Fig. 3), espera-se uma redução de chuva, principalmente no quadrante sudoeste, similar ao evento de seca de 2005 (Aragão et al. 2007).

*Forecasts for 2020 of the El Niño phenomenon, made available by the International Research Institute for Climate and Society (IRI) at Columbia University, United States<sup>2</sup>, report that only one of the 25 models used presents anomalies in the Niño 3.4 region above 1°C. Therefore, there should be no intensification of the effect of this phenomenon on the reduction of Amazonian rains in 2020. However, if the anomalies of the tropical Atlantic Ocean follow in 2020 the pattern observed for the last years of drought in the Amazon (Fig. 3), it is expected a reduction in rainfall, especially in the southwestern quadrant of the Amazon, similar to the 2005 drought event (Aragão et al. 2007).*



**Figura 3.** Variação sazonal do índice AMO (Oscilação Multidecadal do Atlântico) para as décadas a partir de 1968 e anos recentes (à esquerda) e a variação sazonal do índice MEI (Índice El Niño Multivariado) para as décadas a partir de 1979 e anos recentes (à direita). Note que quanto mais positivo os índices, maior a probabilidade de seca na região Amazônica.

**Figure 3.** Seasonal variation of the AMO index (Atlantic Multidecadal Oscillation) for the decades from 1968 and recent years (left) and the seasonal variation of the MEI index (Multivariate El Niño Index) for the decades from 1979 and recent years (at right). Note that the more positive the indices, the greater the probability of drought in the Amazon region.

Analisando o produto de Monitoramento Climático do INPE<sup>3</sup>, nota-se que a chuva medida, em diversos pontos da região Amazônica (Fig. 4), encontra-se abaixo da média histórica (1981-2010) nos meses de janeiro a abril.

Analyzing INPE's Climate Monitoring product<sup>3</sup>, it is noted that the measured rain, in several points of the Amazon region (Fig. 4), is below the historical average (1981-2010) in the months from January to April.

<sup>2</sup> [https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/?enso\\_tab=enso-sst\\_table](https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/?enso_tab=enso-sst_table)

<sup>3</sup> <http://clima1.cptec.inpe.br/evolucao/pt>

Este período é crítico para a recarga do lençol freático, essencial para tamponar o déficit hídrico durante a época seca, com picos entre julho e outubro (Chen et al., 2013). O conjunto composto por chuvas abaixo da média na transição da estação chuvosa para seca, associadas a chuvas abaixo da média durante a estação seca, resultantes do AMO positivo, em um cenário com taxas de desmatamento ascendentes, em 2020, intensificarão a ocorrência de queimadas e incêndios florestais na região Amazônica.

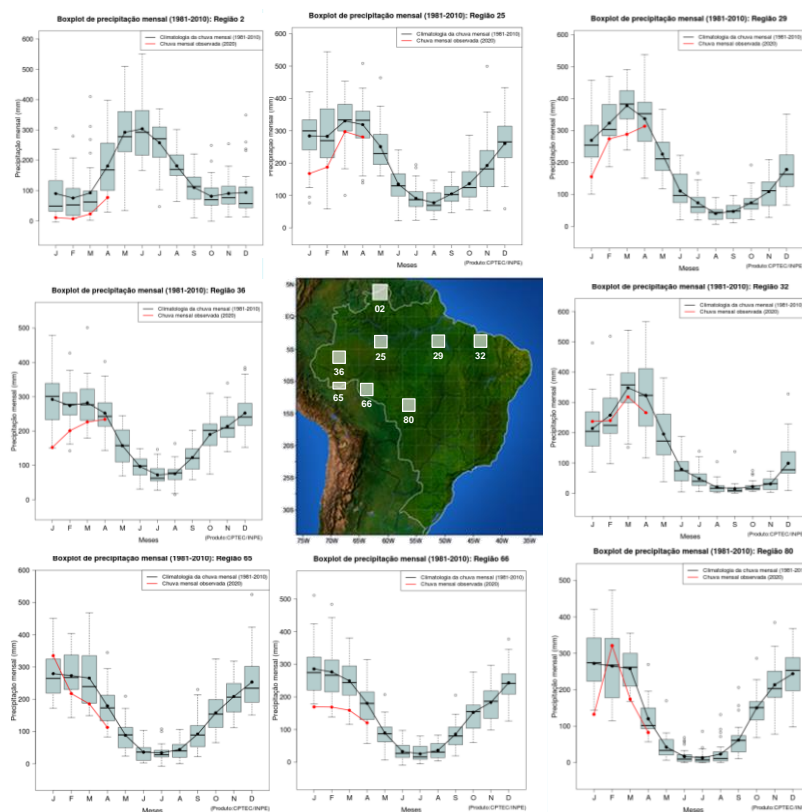
A discussão dos impactos associados a esta combinação de fatores encontra-se nas próximas seções deste documento.

\*\*\*

*This period is critical for the recharge of the water table, essential to buffer the water deficit during the dry season, with peaks between July and October (Chen et al., 2013). The set consisting of below-average rainfall in the transition from the rainy to dry season associated with below-average rainfall during the dry season, which must be the result of positive AMO, in a scenario with rising deforestation rates will, in 2020, increase the occurrence of deforestation fires and forest fires in the Amazon region.*

*The impacts associated with this combination of factors will be discussed in the next sections of this document.*

\*\*\*



**Figura 4.** Variação sazonal da chuva em oito quadrantes da Amazônia. Os gráficos correspondem ao número do quadrante no mapa ao centro. A linha preta indica os valores médios de chuva mensal (mm por mês) de 1981-2010. A linha em vermelho indica a chuva total mensal para os meses do ano de 2020 (Fonte: CPTEC/INPE).

**Figure 4.** Seasonal variation of rain in eight quadrants of the Amazon. The graphs correspond to the number of the quadrant on the map in the center. The black line indicates the average monthly rainfall (mm per month) for 1981-2010. The red line indicates the total monthly rainfall for the months of the year 2020 (Source: CPTEC / INPE).

## Implicações ambientais

Além da perda direta de recursos madeireiros, carbono estocado na floresta e sua biodiversidade, devido ao processo de corte e queima, o desmatamento aumenta as fontes de ignição na região por criar áreas agrícolas que em sua maioria utilizam o fogo como ferramenta de manejo. O processo de desmatamento fragmenta a paisagem, aumentando a extensão de bordas florestais, tornando-a mais suscetível ao fogo (Silva Junior et al., 2018), além de causar mudanças biofísicas na superfície que influenciam negativamente o transporte de umidade atmosférica através do bioma (Aragão, 2012).

Frente aos impactos listados acima e sabendo que o desmatamento explica mais de 80% das ocorrências de queimadas em áreas recém-desmatadas (Aragão et al. 2008), é evidente que a intensificação do processo de desmatamento, observado este ano, resultará diretamente em mais eventos de queimadas na Amazônia em 2020. O fogo do desmatamento quando combinado com mais fontes de ignição, mais bordas florestais e a possibilidade de um clima mais seco, dissemina-se de forma descontrolada através da paisagem, gerando incêndios como os observados em 1998, 2005, 2010, 2015/2016 (Anderson et al., 2015; Aragão et al., 2018, 2007; Barbosa and Fearnside, 1999).

Utiliza-se o fogo na Amazônia Brasileira, que ocorre sempre após os eventos de desmatamento, para limpeza das áreas recém-desmatadas, que domina a paisagem amazônica no período mais seco do ano, com pico de ocorrência em geral no mês de setembro (Aragão et al., 2008). No estado do Acre, por exemplo, em 2019 os 1.802 km<sup>2</sup>, de queimadas registradas em áreas antropizadas, superaram em 80% as queimadas registradas em 2018 (Silva et al., 2020). Desde 2017 o Estado do Acre apresenta taxas crescentes de

## Environmental implications

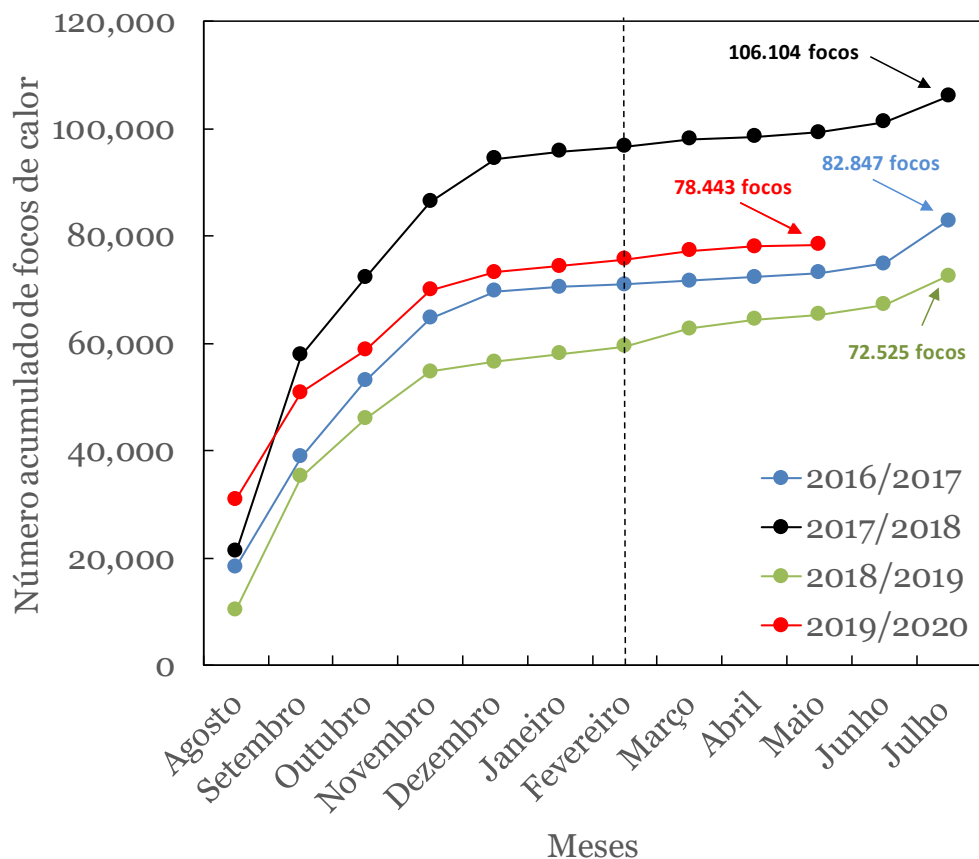
*In addition to the direct loss of timber resources, carbon stored in the forest and its biodiversity, due to the slash and burning process, deforestation increases the ignition sources by creating agricultural areas, which in its majority uses fire as a management tool. The deforestation process fragments the landscape, increasing the extent of forest edges, making the environment more susceptible to fire (Silva Junior et al., 2018), in addition to causing biophysical changes on the surface that negatively influencing the transport of atmospheric moisture throughout the biome (Aragão, 2012).*

*In view of the impacts listed above and knowing that deforestation explains more than 80% of the occurrences of fires in newly deforested areas (Aragão et al. 2008), it is evident that the intensification of the deforestation process, which is being observed this year, will directly result in more fire events in the Amazon in 2020. Deforestation fires when combined with more sources of ignition, more forest edges and the possibility of a drier climate, spreads uncontrollably across the landscape, generating forest fires like those seen in 1998, 2005, 2010, 2015/2016 (Anderson et al., 2015; Aragão et al., 2018, 2007; Barbosa and Fearnside, 1999).*

*Fires in the Brazilian Amazon, which always occurs after deforestation events, are used to clean up newly deforested areas, dominating the Amazonian landscape in the driest period of the year, with a peak of occurrence in general in September (Aragão et al., 2008). In the state of Acre, for example, in 2019 the 1,802 km<sup>2</sup> of fires recorded in anthropized areas exceeded by 80% the fires recorded in 2018 (Silva et al., 2020). Since 2017, the State of Acre has shown increasing rates of deforestation (INPE, 2020), and*

desmatamento (INPE, 2020), sendo que entre agosto de 2019 e maio de 2020 a área total desmatada foi 95% (143 km<sup>2</sup>) maior que a observada no mesmo período de 2018/19. Este quadro indica que em 2020, a situação crítica das queimadas com impacto na qualidade do ar na região deve se repetir (Melo et al., 2020; Silva et al., 2020). A Figura 5 mostra que os focos de calor detectados na Amazônia brasileira até o dia 21 de maio de 2020 para o ano de referência 2019/2020 (78.443 focos de calor) superam os anos 2016/2017 e já atingem maiores valores que o ano de referência 2018/2019, em que ocorreu a crise ambiental, social e política das queimadas na Amazônia Brasileira, para o mesmo período, muito embora a quantidade de focos detectados seja inferior ao do período 2017/2018.

*between August 2019 and May 2020 the total area deforested was 95% (143 km<sup>2</sup>) greater than that observed in the same period of 2018/19. This observation indicates that in 2020, the critical situation of fires with an impact on air quality in the region should be repeated (Melo et al., 2020; Silva et al., 2020). Figure 5 shows that the hot spots detected in the Brazilian Amazon until May 21, 2020 for the reference year 2019/2020 (78,443 hot spots) exceed the years 2016/2017 and have already reached higher values than the benchmark year of 2018/2019, when the environmental, social and political burning crisis affected the Brazilian Amazon), within the same period. However, the number of fire outbreaks is still below those detected in 2017/2018.*



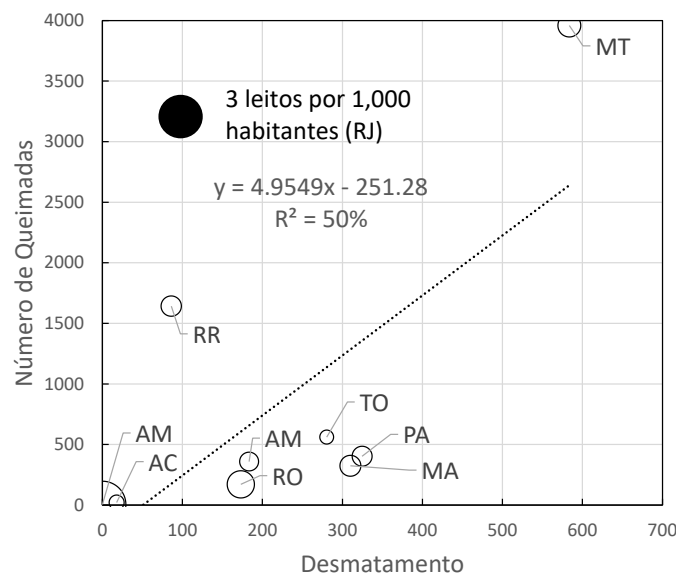
**Figura 5.** Comparativo entre os focos de calor acumulados para os anos de referência de 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019 e 2019/2020. Fonte: BDQUEIMADAS/INPE, data de acesso: 21/05/2020.

**Figure 5.** Comparison between the accumulated heat sources for the reference years 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019 and 2019/2020. Source: BDQUEIMADAS / INPE, access date: 05/21/2020.



No Brasil, a quantidade de focos de calor detectados no mês de abril de 2020 (4.117 focos ativos) foi a maior registrada em toda a série histórica (1998-2020)<sup>4</sup>. Ainda na estação chuvosa de 2020, observou-se o aumento das queimadas não só na Amazônia, mas em todo território nacional. Esse padrão serve como um alerta para as autoridades competentes anteciparem decisões afim de conter os eventos de desmatamento. Controlando o desmatamento espera-se a redução do uso do fogo associado a este processo. Existe a necessidade, contudo, de aumentar a fiscalização para inibir os processos de queimadas agrícolas ilegais, e assim restringir o impacto do fogo sobre o meio ambiente e as populações humanas nos próximos meses, os mais secos do ano na região amazônica.

*In Brazil, the number of hot spots detected in April 2020 (4,117 active hot spots) was the highest ever recorded in the entire historical series (1998-2020)<sup>4</sup>. Even in the rainy season of 2020, therefore, an increase in fires is already observed not only in the Amazon, but throughout the national territory. This pattern should serve as an alert for the competent authorities to act according to their responsibilities and urgently take early decisions to contain deforestation events. Controlling deforestation is expected to reduce the use of fire associated with this process. However, there is a need to increase enforcement to inhibit agricultural burning processes, thereby reducing the impact of fire on the environment and human populations, in the next months, the driest of the year in the Amazon region.*



**Figura 6.** Relação entre o desmatamento e as queimadas. O gráfico mostra que o desmatamento explica, significativamente ( $p < 0,05$ ), 50% o número de queimadas ocorridas nos estados Amazônicos em 2020. O tamanho dos círculos para cada estado indica o número de leitos hospitalares por mil habitantes. O círculo preenchido em preto é o valor de referência para o Estado do Rio de Janeiro, para fins de comparação. Os dados mensais de desmatamento (FONTE: DETER/INPE) e queimadas (FONTE: BDQUEIMADAS/INPE) foram agregados de janeiro a maio de 2020.

**Figure 6.** Relationship between deforestation and fires. The graph shows that deforestation explains, significantly ( $p < 0.05$ ), 50% the number of fires that occurred in the Amazonian states in 2020. The size of the circles for each state indicates the number of hospital beds per thousand inhabitants. The black-filled circle is the reference value for the State of Rio de Janeiro, for comparison purposes. The monthly data on deforestation (SOURCE: DETER / INPE) and fires (SOURCE: BDQUEIMADAS / INPE) were aggregated from January to May 2020.

<sup>4</sup> [http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas\\_paises/](http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_paises/)

Sem a contenção imediata do desmatamento, as queimadas proliferarão (Fig. 6), com ou sem um clima mais seco. A relação entre as queimadas e o desmatamento nos estados amazônicos no ano de 2020 confirma a afirmação acima. Caso ocorra um evento de seca, este cenário se tornará ainda mais crítico, levando a um desastre socioambiental. Frente ao momento de elevada vulnerabilidade da população brasileira e do seu sistema de saúde, na próxima seção analisam-se as implicações sociais relacionadas aos eventos de desmatamento, seguidos de queimadas.

\*\*\*

### Implicações sociais

Uma vez que as queimadas associam-se intimamente ao processo de desmatamento, inexistem dúvidas quanto ao aumento de sua incidência nos próximos meses, no caso de não adoção de providências adequadas. Em um cenário sem ação imediata para conter o desmatamento e, posteriormente, as queimadas ilegais, espera-se uma extensiva emissão de material particulado para a atmosfera, derivado da queima de biomassa. O efeito do material particulado, ou genericamente conhecido como poluição do ar, na saúde humana é bem estabelecido. A elevação dos níveis de poluição do ar causa um aumento da incidência de doenças respiratórias com necessidade de tratamento médico. Portanto, o consequente aumento de queimadas, em resposta ao crescente desmatamento, deve aumentar a demanda da população pelos serviços de saúde, sejam estes do SUS ou da rede de hospitais privados.

Smith et al. (2014) demonstraram um aumento de 1.2% a 267% no número de hospitalizações de crianças com menos de 5 anos de idade, devido a degradação da qualidade do ar, associada a queimadas que ocorreram durante a seca de 2005 na

*If deforestation is not stopped immediately, there will undoubtedly be an increase in fires (Fig. 6), with or without a drier climate. The relationship between fires and deforestation in the Amazonian states in 2020 confirms the above statement. In the event of a drought event, this scenario will intensify, becoming even more critical, leading to a socioenvironmental disaster. Facing this moment of high vulnerability of the Brazilian population and its health system, in the next section we highlight the social implications related to deforestation events followed by fire.*

\*\*\*

### Social implications

*As fires are associated with the deforestation process, there is no doubt about the increase in their incidence in the coming months, if no actions are taken. In a scenario without immediate action to curb deforestation and subsequently illegal fires, an extensive emission of particulate material into the atmosphere is expected, derived from the burning of biomass. The effect of particulate matter, or generically known as air pollution, on human health is well established. The increase in air pollution levels causes an increase in the incidence of respiratory diseases, requiring medical treatment. Therefore, the consequent increase in fires, in response to the acceleration of deforestation, should increase the population demand for health services, from SUS or other private hospitals.*

*Smith et al. (2014) demonstrated an increase of 1.2% to 267% in the number of hospitalizations of children under 5 years of age, due to the degradation of air quality, associated with fires that occurred during the 2005 drought in the Amazon. It is important to note that fires associated with deforestation in the Amazon explain 80% of the increase in particulate matter in the atmosphere,*

Amazônia. Torna-se importante ressaltar que queimadas associadas ao desmatamento da Amazônia, explicam 80% do aumento do material particulado na atmosfera, atingindo toda a América do Sul (Reddington et al., 2015).

Com uma condição social vulnerável, devido ao aumento constante dos casos de COVID-19 no Brasil em 2020 (310.087 casos e 20.047 óbitos uma incidência de 147,6 casos por 100.000 habitantes e 9,5 óbitos por 100.000 habitantes, em 21/05/2020), inadmissível negligenciar, como em 2019, o aumento do desmatamento. Este posicionamento em 2019 acarretou um aumento de queimadas e incêndios florestais durante o mês de agosto de 2019, com impactos negativos na qualidade do ar (Melo et al., 2020; Silva et al., 2020) e repercussão nacional e internacional (Barlow et al., 2019) negativa, em particular para a economia nacional que depende da estabilidade do agronegócio brasileiro<sup>5</sup>.

Em 2020 as queimadas não atuam sozinhas. Em dezembro de 2019, autoridades de saúde iniciaram um monitoramento de um conjunto de casos de pneumonia na cidade de Wuhan, China. O patógeno causador da pneumonia viral (COVID-19) entre os indivíduos acometidos era o novo Coronavírus SARS-CoV-2<sup>6</sup>. O referido vírus se espalhou rapidamente por todo o mundo, levando ao colapso alguns sistemas de saúde em vários países. No Brasil, enquanto o primeiro caso de COVID-19 foi confirmado em 26 de fevereiro de 2020<sup>7</sup>, os alertas de desmatamento na Amazônia Brasileira já acumulavam desde agosto de 2019, cerca de 4.934 km<sup>2</sup>.

Caso a demanda por internações devido a problemas respiratórios induzidos por queimadas aumente concomitantemente à pandemia de COVID-19 (Morello et al.,

*reaching all South America (Reddington et al., 2015).*

*With a vulnerable social condition, due to the constant increase in COVID-19 cases (310,087 cases and 20,047 deaths, an incidence of 147.6 cases per 100,000 inhabitants and 9.5 deaths per 100,000 inhabitants, in 05/21/2020), Brazil in 2020 cannot neglect, as in 2019, the increase in deforestation. This positioning in 2019 resulted in an increase in deforestation fires and forest fires during the month of August 2019, with negative impacts on air quality (Melo et al., 2020; Silva et al., 2020) and negative national and international repercussions (Barlow et al., 2019), mainly for the national economy that depends on the stability of Brazilian agribusiness<sup>5</sup>.*

*In 2020, fires do not work alone. In December 2019, health authorities began monitoring a set of pneumonia cases in the city of Wuhan, China. The pathogen causing viral pneumonia (COVID-19) among the affected individuals was the new Coronavirus SARS-CoV-2<sup>6</sup>. The virus spread rapidly throughout the world, leading to the collapse of health systems in several countries. In Brazil, while the first case of COVID-19 was confirmed on February 26, 2020<sup>7</sup>, about 4,934 km<sup>2</sup> of deforestation alerts in the Brazilian Amazon accumulated since August 2019.*

*If the demand for hospitalizations due to respiratory problems induced by fires increases concomitantly with the COVID-19 pandemic (Morello et al., 2020), a worsening and possible collapse of public health is expected in several states, including those belonging to the Brazilian Amazon.*

*Combining the data on beds installed per 1,000 inhabitants derived from the 2009 Medical-Health Care Survey, with*

<sup>5</sup> <https://valor.globo.com/brasil/noticia/2019/08/15/retorica-do-governo-levara-agronegocio-a-estaca-zero-diz-blairo.ghtml>

<sup>6</sup> <http://www.who.int/csr/don/12-january-2020-novel-coronavirus-china/en/>

<sup>7</sup> <https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/46435-brasil-confirma-primeiro-caso-de-novo-coronavirus>

2020), espera-se um agravamento e possível colapso da saúde pública em diversos estados, incluindo os da Amazônia brasileira.

Associando-se os dados de leitos instalados por 1.000 habitantes derivados da Pesquisa de Assistência Médico-Sanitária 2009, com as estimativas populacionais para os municípios brasileiros em 2009 e a malha municipal de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), disponíveis na Plataforma Nacional de Dados Espaciais (INDE)<sup>8</sup>, delineou-se um panorama da distribuição espacial da disponibilidade de leitos hospitalares, para realizar um diagnóstico da situação hospitalar. Utilizaram-se também os dados de incidência de COVID-19 do Ministério da Saúde<sup>9</sup> para compor a avaliação (Tabela 1).

Imediatamente, nota-se que o número de casos, já registrados, se aproxima do número total de leitos hospitalares disponíveis, em vários estados amazônicos. Consideram-se críticos quatro estados da Amazônia Brasileira: Acre, Amapá, Amazonas e Roraima. Apesar da incerteza inerente dos dados, que demonstram a situação durante o censo hospitalar em 2009 e não contemplam leitos hospitalares particulares, sem contabilizar a ocupação dos leitos por outras enfermidades, ainda que parcialmente, evidenciam a necessidade de um estado de alerta para a Amazônia.

*population estimates for Brazilian municipalities in 2009 and the 2010 municipal network from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), available at National Spatial Data Platform (INDE)<sup>8</sup>, we provide an overview of the spatial distribution of the availability of hospital beds and make a diagnosis of the hospital situation. The COVID-19 incidence data from the Ministry of Health were also used to compose the assessment (Table 1).*

*Immediately, it is noted that the number of cases, already registered, approaches the total number of available hospital beds, in several Amazonian states. Four states in the Brazilian Amazon can be considered critical: Acre, Amapá, Amazonas and Roraima. Despite the inherent uncertainty of the data, which for example do not include private hospital beds, demonstrate the situation during the hospital census in 2009 and do not include the occupation of the beds by other diseases, the state of alert is evident, especially for the Amazon.*

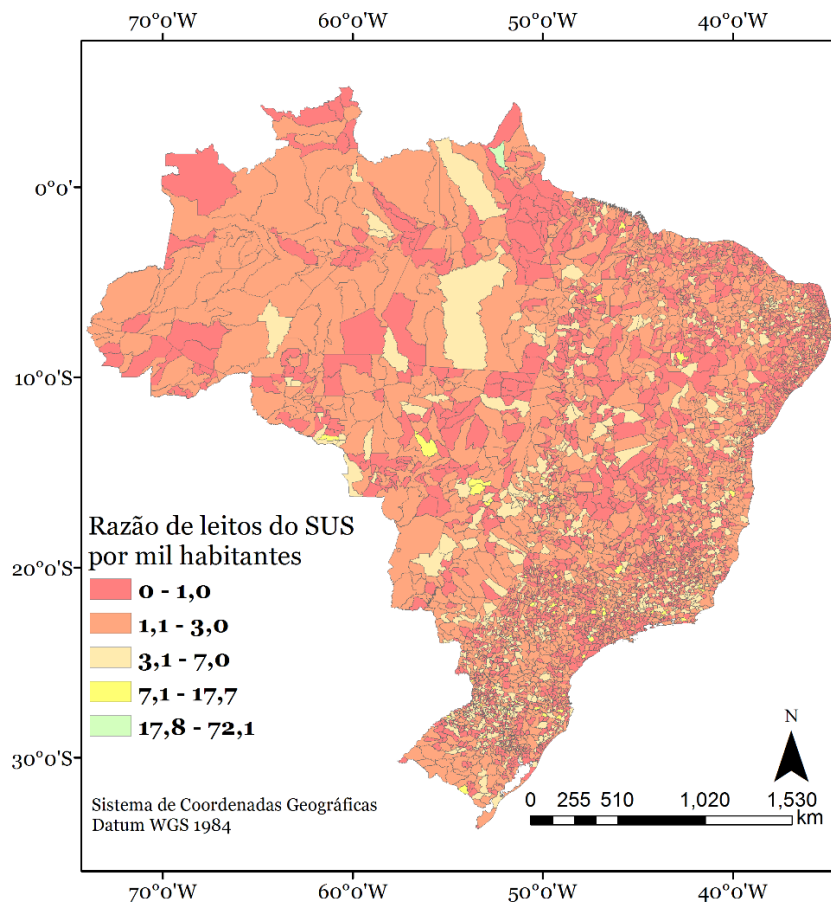
<sup>8</sup> <https://visualizador.inde.gov.br>; os dados são disponibilizados na INDE por órgãos oficiais do governo e os autores não se responsabilizam por possíveis inconsistências.

<sup>9</sup> <https://covid.saude.gov.br>

**Tabela 1.** Resumo dos casos, óbitos, incidência e mortalidade por COVID-19 nos estados da Amazônia Brasileira, associados ao total de Unidades Básicas de Saúde (UBS)<sup>8</sup>, Unidades de Pronto Atendimento (UPA)<sup>8</sup>, número de leitos hospitalares por 1.000 habitantes<sup>8</sup> e seu total. Destacam-se também os valores de desmatamento e queimadas desde o início do ano de 2020.

**Table 1.** Summary of cases, deaths, incidence and mortality due to COVID-19 in the states of the Brazilian Amazon, associated with the total of Basic Health Units (UBS)<sup>8</sup>, Emergency Care Units (UPA)<sup>8</sup>, number of hospital beds per 1,000 inhabitants<sup>8</sup> and their total. Also noteworthy are the values of deforestation and fires since the beginning of the year 2020.

Estados	Sigla	População	Total de casos de COVID-19 (08/05/2020)	Total de óbitos por COVID-19	Incidência/milhão	Mortalidade/milhão	Total de UBS	Total de UPA	UBS+UPA /milhão	Leitos/mil	Total de Leitos	Desmatamento Amazônia Legal (01/01/20 - 30/04/20) - km <sup>2</sup>	Número de Queimadas (01/01/2020 - 07/05/20)	
Mato Grosso	MT	3.484.466	417	13	120	4	196	10,0	59,1	1,6	5.706	0	584	3.959
Acre	AC	881.935	1.014	36	1,150	41	53	1,0	61,2	1,1	970	1	18	21
Amapá	AP	845.731	2.199	61	2,600	72	41	0,0	48,5	3,3	2.770	c	0	4
Amazonas	AM	4.144.597	10.099	806	2,437	194	84	1,0	20,5	1,4	5.662	1	183	359
Pará	PA	8.602.865	5.524	410	642	48	432	16,0	52,1	1,4	12.357	0	325	403
Rondônia	RO	1.777.225	1.098	37	618	21	50	4,0	30,4	1,9	3.442	0	173	171
Roraima	RR	695.761	1.020	14	1,684	23	40	0,0	66,0	1,5	888	c	86	1.642
Tocantins	TO	1.572.866	423	9	269	6	75	0,0	47,7	1,0	1.620	0	280	561
Maranhão	MA	7.075.181	5.389	305	762	43	603	6,0	86,1	1,5	10.613	0	310	324



**Figura 7.** Número de leitos instalados, por mil habitantes, em estabelecimentos de saúde com internação, para uso regular dos pacientes internados durante seu período de hospitalização. Considerou-se na base de dados o leito comum, leito para infectado, berço aquecido e incubadora, com exceção dos leitos com as incubadoras localizadas em UTI neonatal, e/ou infantil, e/ou intermediária. Fonte: IBGE, Pesquisa de Assistência Médico-Sanitária 2009, Estimativas populacionais para os municípios brasileiros - 2009 e Malha municipal 2010.

**Figure 7.** Number of beds installed, per thousand inhabitants, in health establishments with hospitalization, for regular use of hospitalized patients during their hospitalization period. It was considered the common bed, bed for infected, heated cradle and incubator, with the exception of beds with incubators located in neonatal, and / or infant, and / or intermediate ICUs. Source: IBGE, Medical and Health Care Survey 2009, Population estimates for Brazilian municipalities - 2009 and Municipal network 2010.

Avaliando o território nacional, nota-se que o número de leitos hospitalares é menor que 2,5 por mil habitantes em diversos municípios (Fig. 7). A quantidade de UBS e de UPA por milhão de habitantes varia entre 20,5 no Amazonas e 86,1 no Maranhão. Os estados do Amapá e Amazonas apresentam as maiores incidências de COVID-19 por milhão de habitantes, 2.600 e 2.437, respectivamente (Tabela 1). O Amazonas, contudo, lidera o número de óbitos (806). A mortalidade por milhão de habitantes, estimada para o estado do Amazonas<sup>9</sup> (194), é 2,7 vezes maior que a do segundo colocado, o estado do Amapá.

Considerando que a curva epidemiológica apresenta uma distribuição normal e o número de casos de COVID-19 continua em ascensão no Brasil, enquanto se elabora esta nota técnica (21/05/2020), verifica-se que, caso o pico da infecção ocorresse hoje, dentro de um cenário otimista, um período de tempo similar transcorreria até a contenção da pandemia no país, aproximadamente mais três meses (Fig. 8). Esta estimativa indica que até o final de agosto de 2020, um pequeno número de casos de COVID-19 estaria sobreposto a casos de doenças respiratórias ocasionadas pelas queimadas (Morello et al., 2020). Caso o pico da curva epidemiológica tarde em um ou dois meses, significa que um número elevado de casos de COVID-19 ocorrerá concomitantemente com os meses de maior incidência de queimadas na Amazônia.

É essencial que as ações de controle da epidemia e de combate do desmatamento e das queimadas sejam seriamente utilizadas e iniciem-se imediatamente.

\*\*\*

*Assessing the national territory, it is noted that the number of hospital beds is less than 2.5 per thousand inhabitants in several municipalities (Fig. 7). The number of UBS added to the number of UPA per million inhabitants varies between 20.5 in Amazonas and 86.1 in Maranhão. The states of Amapá and Amazonas have the highest incidence of COVID-19 per million inhabitants, 2,600 and 2,437, respectively (Table 1). However, Amazonas leads the number of deaths (806). Mortality per million inhabitants, estimated for the state of Amazonas<sup>9</sup> (194), is 2.7 times higher than that of the runner-up, the state of Amapá.*

*Considering the epidemiological curve has a normal distribution and the number of COVID-19 cases continues to rise in Brazil, as we write this technical note (21/05/2020), we show that if we reach the peak of infection today, within an optimistic scenario, it is expected that the same time interval will be necessary for the pandemic to be contained in the country (approximately another three months) (Fig. 8). This estimate indicates that by the end of August 2020, we will have a small number of cases of COVID-19 cases overlapping those of respiratory diseases caused by fires (Morello et al., 2020). However, the prolongation of the turning point of the epidemiological curve, in one or two months, means that a high number of COVID-19 cases will be superimposed on the months with the highest number of fires in the Amazon.*

*Therefore, it is essential that the actions to control the epidemic and to fight deforestation and fires are seriously used and put in place immediately.*

\*\*\*

Modelo teórico do mês de reversão da pandemia de COVID-19 e a sobreposição dos casos com as queimadas

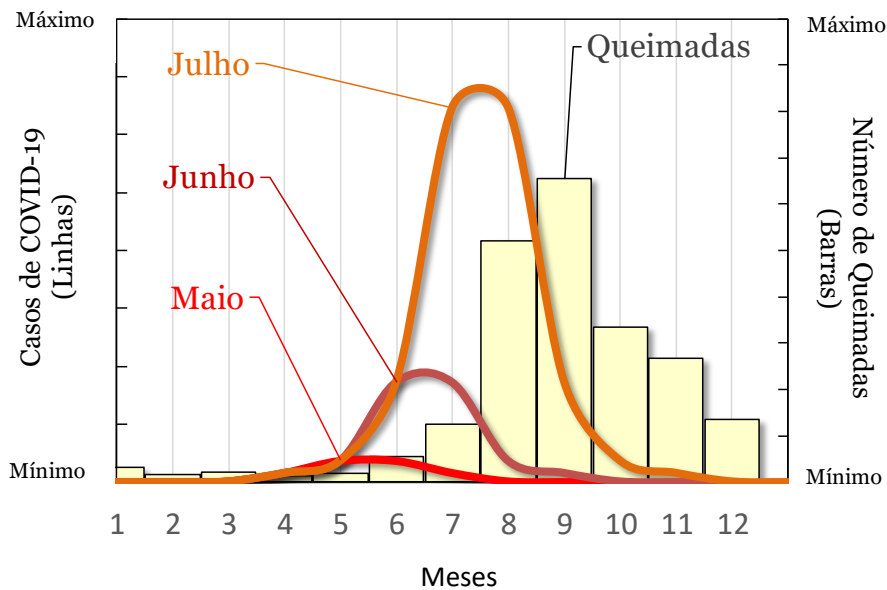


Figura 8. Modelo teórico de curvas da pandemia do COVID-19, sobreposta a ocorrência de queimadas para o Brasil. As curvas teóricas foram baseadas nos dados do Ministério da saúde e os dados de queimadas baseadas nos dados do INPE. Cada curva assume uma distribuição normal do número de casos, considerando o ponto de virada da curva nos meses de maio, junho e julho. As barras representando as queimadas refletem os valores médios de focos de calor para cada mês.

Figure 8. Theoretical model of the COVID-19 pandemic curves, superimposed on the occurrence of fires in Brazil. The theoretical curves were based on data from the Ministry of Health and data on fires based on data from INPE. Each curve assumes a normal distribution of the number of cases, considering the turning point of the curve in the months of May, June and July. The bars representing the fires reflect the average values of hot spots for each month.

## A governança do problema

## The governance of the problem

Neste momento de vulnerabilidade para a execução das ações estratégicas, existe um panorama complexo a considerar. Nesta seção expõem-se a problemática de forma integrada, visando a embasar as ações do Estado brasileiro na contenção e mitigação do problema em discussão: desmatamento, clima e queimadas em meio a pandemia de COVID-19.

**Legislação** - Primeiro, destaca-se que o Estado brasileiro assumiu o compromisso legal de reduzir o desmatamento ilegal em 80% em relação ao período base de 1996 a 2005. Este compromisso está em conformidade com o Decreto 9578/2018, consolidando os atos normativos

*In this moment of vulnerability, strategic actions must be taken, however, there is a complexity to be considered. In this section we expose the problem in an integrated way, aiming to support the actions of the Brazilian State in the containment and mitigation of the problem under discussion: deforestation, climate and fires during the COVID-19 pandemic.*

**Legislation** - First, we highlight that Brazil has a legal commitment to reduce illegal deforestation by 80% in relation to the benchmark period from 1996 to 2005. This commitment is in accordance with Decree 9578/2018, consolidating the

dispostos no Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Lei 12.114/2009) e na Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei 12.187/2009).

Em números, o valor de 80% de redução do desmatamento na Amazônia equivale a atingir uma taxa de desmatamento anual de 3.900 km<sup>2</sup> a partir de 2020. Em 2012 o Brasil chegou próximo desta meta (4.571 km<sup>2</sup>), sendo este o menor valor registrado desde 1988, quando se iniciou o monitoramento do desmatamento. Em 2019, a Amazônia apresentou 9.800 km<sup>2</sup> desmatados. Este valor é 5.900 km<sup>2</sup> acima da meta legal de desmatamento.

Ignorar esta meta significa um descumprimento ostensivo da legislação vigente. Ao mesmo tempo, o esforço em atingir a meta de desmatamento diminuirá as queimadas e, conseqüentemente, reduzirá a pressão sobre um sistema de saúde que atua dentro de um limiar de capacidade tênue. Um caminho coerente, portanto, é o de combater o desmatamento ilegal imediatamente, fiscalizar o uso do fogo e em paralelo estabelecer uma estratégia de longo-prazo para contenção deste tipo de crime ambiental.

**Ações emergenciais** - O governo em 2020, prontamente, ratificou uma Garantia da Lei e da Ordem - GLO (Decreto 10.341), prevendo a atuação militar, entre 11 de maio e 10 de junho de 2020, no combate ao desmatamento e focos de queimadas ilegais. Esta é uma ação adequada para iniciar um trabalho de mitigação do problema e adequação com a legislação vigente. Dada à limitação temporal da GLO, espera-se que esta ação se prolongue, ou que se estabeleça um plano de ação de longo-prazo, junto aos órgãos de fiscalização (ex. IBAMA), monitoramento (ex. INPE) e outros órgãos competentes, estabelecendo uma atuação eficiente.

Em 2019, uma GLO (Decreto 9.985, Decreto 10.022) foi instituída para contenção de focos ativos de incêndios na

*normative acts provided by the National Fund on Climate Change (Law 12,114 / 2009) and the National Policy on Climate Change (Law 12,187 / 2009).*

*In numbers, the value of 80% reduction in deforestation in the Amazon is equivalent to reaching an annual deforestation rate of 3,900 km<sup>2</sup> from 2020 onwards. In 2012 Brazil was close to this target (4,571 km<sup>2</sup>), which was the lowest value recorded since 1988, when deforestation monitoring started. In 2019, the Amazon had 9,800 km<sup>2</sup> deforested. This figure is 5,900 km<sup>2</sup> above the legal deforestation target.*

*Failure to achieve this goal means a failure to comply with current legislation. At the same time, the effort to achieve the goal of deforestation would decrease fires occurrence and, consequently, would reduce the pressure upon the health system that has been operating within a threshold of tenuous capacity. A coherent path, therefore, is to start tackling illegal deforestation immediately, monitor the use of fire and in parallel, establish a long-term strategy to constrain this type of environmental crime.*

**Emergency actions** - *The government in 2020 promptly ratified a Guarantee of Law and Order - GLO (Decree 10.341), calling for military action, between May 11 and June 10, 2020, in the fight against deforestation and outbreaks of illegal fires. This is an appropriate action to start the work of mitigating the problem and complying with the current legislation. Given GLO's time limitation, it is expected that this action will have to be prolonged, or that a long-term action plan, with the law enforcement (ex. IBAMA), monitoring (ex. INPE) and other competent agencies, should be established to provide efficient law enforcement.*

*In 2019, a GLO (Decree 9,985, Decree 10,022) was instituted to contain active fires in the Amazon. On this occasion, the implemented decree that was in force from August 24th to October 24<sup>th</sup>, 2019, was inefficient to restrain deforestation,*



Amazônia. Nesta ocasião, o decreto que vigorou de 24 de agosto a 24 de outubro de 2019, mostrou-se ineficiente para conter o desmatamento, contudo assegurou o menor valor de focos de incêndios (7.855 focos ativos) no mês de setembro, desde o início do monitoramento (1998). Este fato demonstra a eficiência de investimentos em ações de fiscalização. É importante ressaltar a alocação oportuna de recursos e a definição de um planejamento de longo-prazo para garantir a atuação dos órgãos competentes de forma estratégica. Recursos emergenciais têm uma função crítica para conter o problema no curto prazo, mas com insignificante efeito no longo-prazo e, provavelmente, mais custoso para a sociedade.

**Orçamento** - Utilizando o Painel do Orçamento Federal do Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento (SIOP)<sup>10</sup>, analisou-se o custo deste crime ambiental para a sociedade. Analisou-se o valor empenhado em ações de Normatização e Fiscalização do IBAMA de 2010 a 2020, com os valores de 2007-2009, estimados a partir do documento elaborado em 2015 pelo diretor do Departamento de Políticas para Combate ao Desmatamento, disponível em: [http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca/dados/Lists/Pedido/Attachments/420991/RESPOSTA\\_PEDIDO\\_Resposta\\_SIC1248\\_Medidas\\_PPCDAm\\_final.doc](http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca/dados/Lists/Pedido/Attachments/420991/RESPOSTA_PEDIDO_Resposta_SIC1248_Medidas_PPCDAm_final.doc). Para complementar a análise, utilizou-se as taxas de desmatamento fornecidas pelo PRODES<sup>11</sup> e os valores das ações de GLO fornecidos pelo Ministério da Defesa<sup>12</sup>.

Esta análise apresenta resultados importantes para os tomadores de decisão e para sociedade, que arca com o custo das ações ilegais e perde os benefícios econômicos da conformidade com a lei, principalmente aqueles associados à perda da competitividade do agronegócio brasileiro no mercado internacional.

*however, it ensured the lowest value of fire outbreaks (7,855 active outbreaks) in September, since the beginning of monitoring (1998). This fact shows that investments in law enforcement actions are efficient. However, it is important to allocate resources and define long-term planning to ensure that the competent bodies act strategically. Emergency resources have a critical role in restraining the problem in the short term, but with an insignificant long-term effect and probably more costly for society.*

**Budget** - Using the Federal Budget Panel of the Integrated Planning and Budget System (SIOP), we analyze the cost of this environmental crime to society. We analyzed the amount committed to IBAMA's Standardization and Law Enforcement actions from 2010 to 2020, with the values for 2007-2009, estimated from the document prepared in 2015 by the director of the Department of Policies to Combat Deforestation, available at: [http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca/dados/Lists/Pedido/Attachments/420991/RESPOSTA\\_PEDIDO\\_Resposta\\_SIC1248\\_Medidas\\_PPCDAm\\_final.doc](http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca/dados/Lists/Pedido/Attachments/420991/RESPOSTA_PEDIDO_Resposta_SIC1248_Medidas_PPCDAm_final.doc). To complement the analysis, we used the deforestation rates provided by PRODES<sup>11</sup> and the values of the GLO actions provided by the Ministry of Defense<sup>12</sup>.

*This analysis presents important results for decision makers and for society, which pays the price of illegal actions and loses the economic benefits of compliance with the law, mainly those associated with the loss of competitiveness of Brazilian agribusiness in the international market. First, there was an increase in investment for law enforcement from 2007 to 2020, with an annual average trend of increase of R\$ 4 million ( $R^2 = 70\%$ ). This significant trend observed should be*

<sup>10</sup> <http://www1.siop.planejamento.gov.br/acessopublico/?pp=acessopublico&rvn=1>

<sup>11</sup> <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>

<sup>12</sup> [https://www.defesa.gov.br/arquivos/exercicios\\_e\\_operacoes/glo/6.GLO\\_2010\\_2020\\_custos\\_e\\_efetivos\\_MAR\\_2020.pdf](https://www.defesa.gov.br/arquivos/exercicios_e_operacoes/glo/6.GLO_2010_2020_custos_e_efetivos_MAR_2020.pdf)

Primeiro, verifica-se um aumento do investimento em fiscalização de 2007 para 2020, com uma tendência anual de aumento média de 4 milhões de reais ( $R^2 = 70\%$ ). Para esta tendência significativa observada recomenda-se cautela, pois não se utilizou nenhuma correção econométrica nesta análise. A análises dos dados brutos indica uma continuidade de investimentos em Fiscalização em 2012, mas uma reversão da tendência de diminuição do desmatamento. O desmatamento reduziu entre 2007 e 2012 e aumentou posteriormente, até atingir um pico em 2019. Esta informação sugere que atividades de fiscalização sozinhas não promovem a redução do desmatamento. Para inibição do processo, existe a necessidade de ações correlacionadas, incluindo (1) atividades de inteligência, a fim de identificar os reais beneficiários destes crimes, (2) investimentos para atividades educacionais, especificamente associadas ao entendimento da cidadania e o papel do meio ambiente para o bem-estar humano e (3) pressões regulatórias de mercado, como as moratórias para produtos agrícolas provenientes de áreas ilegais (Nepstad et al., 2014).

Um fato preocupante relativo ao orçamento do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) para as ações de Normatização e Fiscalização em 2020, segundo a Lei Orçamentária Anual (LOA), traduz-se pela redução de R\$ 97,6 milhões em 2019 para R\$ 76,8 milhões, 21% menor que em relação ao ano de 2019. Com os valores apresentados na Figura 9a, infere-se o valor investido em ações do IBAMA, referentes à Normatização e Fiscalização, por  $\text{km}^2$  de desmatamento evitado. O desmatamento evitado foi contabilizado em relação à média de  $19.500 \text{ km}^2$  por ano entre 1996-2005 (Decreto 9578/2018). O custo médio das ações contra o crime de desmatamento, somente relacionado com Normatização e Fiscalização do IBAMA atingiu R\$ 5,8 (média)  $\pm 1,8$  (desvio padrão) milhões de reais por  $\text{km}^2$  não desmatado. Este custo variou entre R\$ 3,8 (mínimo - 2011) e R\$

*analyzed with caution, as no econometric correction was applied in this analysis. However, the analysis of the raw data indicates a continuation of investments in law enforcement from 2012 onwards, but with reversal of the trend of decreasing deforestation. Deforestation decreased between 2007 and 2012 and increased later, until reaching a peak in 2019. This information suggests that enforcement activities alone do not promote the reduction of deforestation. To inhibit the process, there is a need for other actions, including (1) intelligence activities, to identify the real beneficiaries of these crimes, (2) investment for educational activities, targeting the understanding of citizenship and the role of environment for human well-being, and (3) market regulated pressures, such as moratoriums on agricultural products from illegal areas (Nepstad et al., 2014).*

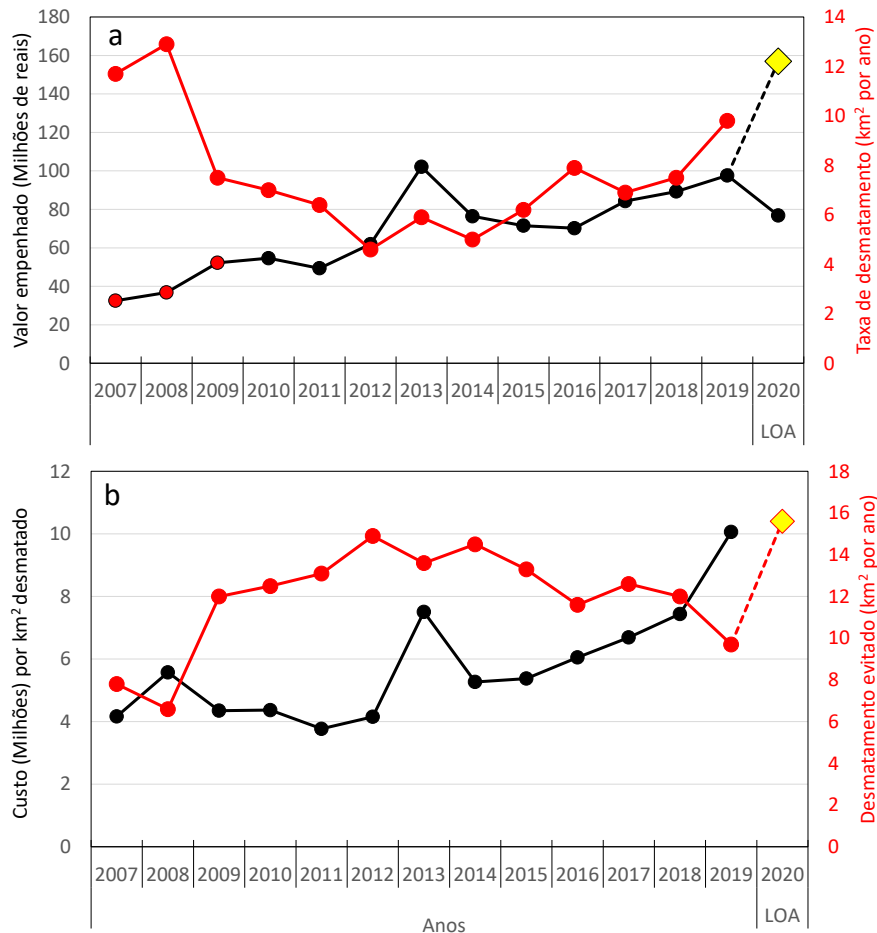
*A worrying fact is that the budget for Standardization and law enforcement actions of the Brazilian Institute of the Environment and Renewable Natural Resources (IBAMA) in 2020, according to the Annual Budget Law (LOA), was reduced by R\$ 97.6 million in 2019 to R\$ 76.8 million, 21% lower than the year 2019. With the values presented in Figure 9a, it is possible to infer the amount invested in IBAMA, for Standardization and Law Enforcement, per  $\text{km}^2$  of avoided deforestation. Avoided deforestation was recorded in relation to the average of  $19,500 \text{ km}^2$  per year between 1996-2005 (Decree 9578/2018). The average cost of actions against the deforestation crimes, only related to the Standardization and Law Enforcement of IBAMA was R\$ 5.8 (average)  $\pm 1.8$  (standard deviation) million reais per  $\text{km}^2$  that was no longer deforested. The cost of this criminal activity to the country varied between R\$ 3.8 (minimum - 2011) and R\$ 10.1 (maximum - 2019) million between 2007 and 2019 (Fig.9a).*

*With the numerical basis as described above established, it is then possible to infer quantitatively about the situation*

10.1 (máximo - 2019) milhões entre 2007 e 2019 (Fig.9a).

A base numérica acima estabelecida, permite inferir quantitativamente sobre a situação para contenção do desmatamento e queimadas no ano de 2020 (Fig. 9).

*for restraining deforestation and fires in 2020.*



**Figura 9.** (a) Custo financeiro de ações de Normatização e Fiscalização do IBAMA entre 2007 e 2020 (linha preta) e a taxa de desmatamento anual do PRODES (linha vermelha). Em (b) apresenta-se o custo por km<sup>2</sup> desmatado (linha preta) e o desmatamento evitado (linha vermelha) para o mesmo período. O losango destacado em amarelo no painel (a) indica o valor mínimo estimado necessário para redução do desmatamento previsto para 2020 (redução de 5,900km<sup>2</sup> em relação a 2019 e 15,600 km<sup>2</sup> em relação à média de 1996-2005). O losango destacado em amarelo no painel (b) indica o total de desmatamento evitado que devemos atingir em 2020 em relação à média de 1996-2005.

**Figure 9.** (a) Financial cost of IBAMA's Standardization and Inspection actions between 2007 and 2020 (black line) and PRODES annual deforestation rate (red line). In (b) we present the cost per km<sup>2</sup> deforested (black line) and avoided deforestation (red line) for the same period. The diamond highlighted in yellow in panel (a) indicates the minimum estimated value needed to reduce deforestation forecast for 2020 (reduction of 5,900 km<sup>2</sup> in relation to 2019 and 15,600 km<sup>2</sup> in relation to the 1996-2005 average). The diamond highlighted in yellow in panel (b) indicates the total avoided deforestation that we must achieve in 2020 in relation to the 1996-2005 average.

Primeiro, impõe-se evitar 15,600km<sup>2</sup> de desmatamento em 2020 (Fig. 9b, losango amarelo), para atingir a meta de 3,900km<sup>2</sup> de área desmatada a partir de 2020. Pelo custo estimado de 2019 (R\$10.1 milhões – Fig. 9b), verifica-se que para atingir a meta de desmatamento estabelecida na lei (Decreto 9578/2018), o orçamento para fiscalização do IBAMA deveria atingir R\$ 157 milhões de reais. Atualmente, a LOA prevê 77 milhões para 2020, cerca de metade da estimativa (Fig. 9a).

Em 2019, contudo, houve uma injeção de R\$ 125 milhões de reais por meio da GLO (Decreto 9.985, Decreto 10.022). Nesta etapa do estudo calcula-se que dada esta injeção de recursos pela GLO em 2019 o orçamento total para fiscalização atingiu R\$ 222 milhões (GLO + Execução IBAMA). Portanto, o custo do governo para conter o desmatamento ilegal por km<sup>2</sup> em 2019 foi de R\$ 23 milhões. Diante da redução necessária de 15.600 km<sup>2</sup> de desmatamento em 2020, estima-se um valor total para ações de fiscalização, especificadas nesta nota, de R\$ 357 milhões de reais. Evidentemente, são valores subestimados, pois consideram unicamente o orçamento de uma Subfunção, da Função de Gestão Ambiental, da Unidade Orçamentária IBAMA dentro do Ministério do Meio Ambiente, sem considerar custos com recursos humanos e outras ações.

Para uma comparação da magnitude do custo deste tipo de ilegalidade para a sociedade, apresentam-se dados do Programa de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAm). A avaliação do PPCDAm entre 2007-2010<sup>13</sup>, aponta que no Plano Plurianual (PPA) de 2008 a 2011, os recursos previstos para a realização das ações do PPCDAm atingiam aproximadamente R\$ 936 milhões, como uma demanda de recursos adicionais da ordem de 286 milhões de reais (MMA, 2009). Assim, demonstra-se que o valor necessário para

*First, we know that we have to avoid 15,600 km<sup>2</sup> of deforestation in 2020, to reach the goal of 3,900 km<sup>2</sup> of deforested area per year in 2020 (Fig. 9b). If we use the cost of 2019 (R\$ 10.1 million – Fig. 9b), we find that to achieve the goal established by law, IBAMA's Law Enforcement budget should be R\$ 157 million reais. LOA currently establishes 77 million for 2020, about half of the estimate (Fig. 9a).*

*In 2019, however, there was an injection of R\$ 125 million reais through the GLO (Decree 9,985, Decree 10,022). In this stage of the study, we calculated that given this injection of resources by the GLO in 2019 the total budget for law enforcement was R\$ 222.1 million (GLO + Execution IBAMA). Therefore, the governmental cost to curb illegal deforestation per km<sup>2</sup> of in 2019 was R\$ 23 million. In view of the necessary reduction of 15,600 km<sup>2</sup> of deforestation in 2020, a total amount for law enforcement actions, specified in this note, is estimated at R \$ 357 million reais. Evidently, these values are underestimated, as they only consider the budget of a Subfunction, of the Environmental Management Function, of the IBAMA Budgetary Unit within the Ministry of the Environment, without considering costs with human resources and other actions.*

*To compare the magnitude of the cost of this crime for the society, we present data from the Deforestation Prevention and Control Program in the Amazon (PPCDAm). The evaluation of PPCDAm between 2007-2010<sup>13</sup>, points out that in the Pluriannual Plan (PPA) from 2008 to 2011, the resources foreseen for carrying out PPCDAm actions were in the order of approximately R\$ 936 million. But there was a demand for additional resources in the order of R \$ 286 million (MMA, 2009). Thus, the necessary investment for law enforcement actions correspond to about*

<sup>13</sup> <https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80120/Avaliacao%20do%20PPCDAm%202007-2010.pdf>

o financiamento das ações de fiscalização, estimado na análise acima, corresponde a cerca de 30% do valor estimado para todas as ações do PPCDAm, que contemplam três eixos: (1) Ordenamento fundiário e territorial, (2) monitoramento e controle, e (3) fomento as atividades produtivas sustentáveis.

Nesta nota, o custo do monitoramento, etapa crítica para ações de inteligência, ainda não foi abordado, mas de forma geral, sofreu reduções sucessivas do orçamento (Fig. 10). Esta afirmação baseia-se nos dados do SIOP da Subfunção de Controle Ambiental do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), órgão ao qual vincula-se INPE, responsável pelo monitoramento do desmatamento. Aprofundando a análise verifica-se que o valor empenhado para o Controle Ambiental do MCTIC variou entre R\$ 1,9 (2020) e R\$ 6,7 (2011) milhões entre 2010 e 2020. Utilizando a mesma metodologia dos cálculos acima, estima-se que o custo médio por km<sup>2</sup> de desmatamento evitado na Amazônia é de R\$ 0,36 ± 2,5 milhões por ano. Com a necessidade de evitar 15,600 km<sup>2</sup> de desmatamento, estima-se que o valor para o Controle Ambiental do MCTIC atingiria pelo menos R\$ 5.1 milhões em 2020 (Fig. 10). O valor previsto na LOA para 2020 corresponde a 37% desta estimativa.

**Produto Interno Bruto (PIB)** - A título de comparação, na União Europeia o gasto com proteção ambiental é cerca de 2.0% do PIB. O valor previsto para as ações do PPCDAm, cerca de R\$ 1.222 milhões de reais, corresponde a 0,01% do PIB brasileiro. Este valor corresponde a um custo de R\$ 6,00 reais por cidadão brasileiro por ano. O valor máximo estimado, de acordo com as análises acima, para ações de fiscalização, visando a conter o desmatamento, que foi de R\$ 357 milhões de reais, corresponde a 0,005% do PIB, um custo de R\$ 2,00 reais por cidadão brasileiro por ano. Atualmente o investimento previsto para

*30% of the estimated value for all PPCDAm actions, which comprise three axes: (1) Land and territorial planning, (2) monitoring and control, and (3) fostering sustainable productive activities.*

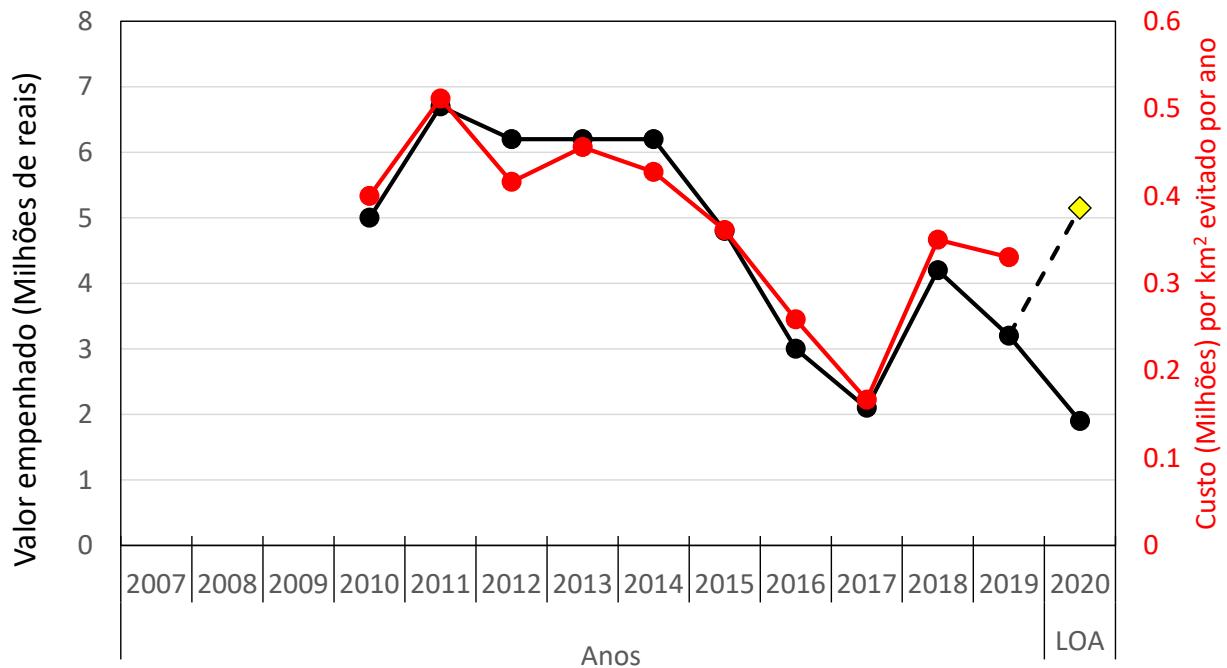
*In this note, the cost of monitoring has not yet been addressed, but in general, they have been suffering from successive budget cuts (Fig.10). This statement is based on data from the SIOP of the Environmental Control Subfunction of the Ministry of Science, Technology, Innovations and Communications (MCTIC), a body to which INPE, responsible for monitoring deforestation, is linked. The analysis shows that the amount pledged varied between R\$ 1.9 (2020) and R\$ 6.7 (2011) million between 2010 and 2020. Using the same premise of the calculations above, we estimate that the average cost per km<sup>2</sup> of avoided deforestation is R \$ 0.36 ± 2.5 million per year. With the need to avoid 15,600 km<sup>2</sup> of deforestation, it is estimated that the value for MCTIC's Environmental Control should reach R\$ 5.1 million in 2020 (Fig.10). The value foreseen in the LOA for 2020 corresponds to 37% of this estimate.*

**Gross Domestic Product (GDP)** – For establishing a comparison, in the European Union, spending on environmental protection is about 2.0% of GDP. The estimated value for PPCDAm shares, around R\$ 1,222 million, corresponds to 0.01% of Brazilian GDP. This amount corresponds to a cost of R\$ 6.00 per Brazilian citizen per year. The maximum estimated value, according to the analyzes above, for law enforcement actions, aiming to contain deforestation, which was R\$ 357 million, corresponds to 0.005% of GDP, this value corresponds to a cost of R\$ 2.00 per Brazilian citizen per year. Currently the expected investment for this action of the MCTIC is 0.001% of Brazil's GDP.

esta ação equivale a 0,001% do PIB do país.

\*\*\*

\*\*\*



**Figura 10.** Valor empenhado em ações de Controle Ambiental do MCTIC entre 2010 e 2020 (linha preta) e o custo por km<sup>2</sup> de desmatamento evitado (linha vermelha) para o mesmo período. O losango destacado em amarelo indica o valor mínimo estimado necessário para ações de Controle Ambiental para atingir a redução do desmatamento previsto para 2020 (redução de 5,900km<sup>2</sup> em relação a 2019 e 15,600 km<sup>2</sup> em relação à média de 1996-2005).

**Figure 10.** Amount committed to MCTIC Environmental Control actions between 2010 and 2020 (black line) and the cost per km<sup>2</sup> of avoided deforestation (red line) for the same period. The diamond highlighted in yellow indicates the minimum estimated value needed for Environmental Control actions to achieve the reduction in deforestation expected for 2020 (reduction of 5,900 km<sup>2</sup> in relation to 2019 and 15,600 km<sup>2</sup> in relation to the 1996-2005 average).

## Conclusões

Conclui-se que a contenção do desmatamento torna-se imperativa e emergencial a fim de evitar, além da degradação ambiental, a propagação de queimadas e o colapso do sistema de saúde nos estados amazônicos. O Estado brasileiro obriga-se a cumprir os imperativos constitucionais e legais. As ações de redução do desmatamento são os principais instrumentos para a implantação da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC, Lei nº 12.187/2009), cujo foco principal é a mitigação das emissões de gases de efeito estufa relacionadas ao uso e mudança do

## Conclusions

We conclude that deforestation must be restrained, urgently, to avoid in addition to the environmental degradation, the spread of fires and the collapse of the health system in the Amazonian states. The Brazilian State cannot deviate from its constitutional and legal obligations. Deforestation reduction actions are the main instruments for the implementation of the National Policy on Climate Change (PNMC, Law No. 12,187 / 2009), which has as its main focus the mitigation of greenhouse gas emissions related to the use and change of land use and coverage. These actions contribute to the

uso e cobertura da terra. Estas ações contribuem para a implantação da Estratégia Nacional para Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa Provenientes do Desmatamento e da Degradação Florestal, Conservação dos Estoques de Carbono Florestal, Manejo Sustentável de Florestas e Aumento de Estoques de Carbono Florestal (REDD+) do Brasil – ENREDD+.

As ações, que promovem a redução do desmatamento e da degradação da vegetação nativa, asseguram a efetividade da manutenção dos serviços ecossistêmicos para a população brasileira e mundial. Esta forma de gestão promove um modelo moderno de desenvolvimento econômico, focado na sustentabilidade e garante a conservação da biodiversidade, dos recursos hídricos e do patrimônio cultural e natural das populações tradicionais do Estado brasileiro.

Obedecidos a legislação e o planejamento estratégico vigente, obriga-se o Brasil a cumprir seus compromissos internacionais que incluem não só aqueles assumidos na convenção do clima, mas também os objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030, da qual o Brasil é signatário. A inobservância do cumprimento destes acordos influenciará negativamente o domínio do Brasil no mercado internacional de commodities agrícolas, impactando ainda mais a economia do país.

Diante do quadro exposto, conclui-se a nota técnica com recomendações para o equacionamento deste problema socioambiental:

- 1) Controle urgente da pandemia de COVID-19.
- 2) Posicionamento proativo dos órgãos competentes e responsáveis sobre o caráter irregular das atividades de desmatamento.
- 3) Necessidade urgente de medidas de combate ao desmatamento ilegal por meio da intensificação da fiscalização.

*implementation of the National Strategy to Reduce Greenhouse Gas Emissions from Deforestation and Forest Degradation, Conservation of Forest Carbon Stocks, Sustainable Forest Management and Increase of Forest Carbon Stocks (REDD +) in Brazil - ENREDD +.*

*These actions, which promote the reduction of deforestation and degradation of native vegetation, ensure the maintenance of ecosystem services for the Brazilian and world population. This form of management promotes a modern model of economic development, focused on sustainability and guarantees the conservation of biodiversity, water resources and the cultural and natural heritage of the traditional populations of the Brazilian State.*

*In addition to current legislation and strategic planning, Brazil must also fulfill its international commitments that include not only those assumed in the climate convention, but also the sustainable development objectives of Agenda 2030, to which Brazil is a signatory. The inability to comply with these agreements can negatively influence Brazil's dominance in the international agricultural commodities market, further impacting the country's economy.*

*In view of the above, we conclude the technical note with some recommendations for mitigating this socio-environmental problem:*

- 1) *Urgently control COVID-19 pandemic.*
- 2) *Proactive positioning of competent institutions about the irregularity of deforestation activities.*
- 3) *Urgent need for measures to combat illegal deforestation through intensified enforcement.*
- 4) *Alignment of monitoring and law enforcement activities to support intelligence.*

- 4) Alinhamento das atividades de monitoramento e fiscalização para apoiar a inteligência.
- 5) Execução de ações de inteligência com a necessidade de identificação de áreas críticas para priorização da atuação.
- 6) Planejamento estratégico dos recursos e ações a investir para aliviar a saturação do SUS no provável cenário de sobreposição das queimadas com o COVID-19.
- 7) Edição de normativas específicas para 2020 com o objetivo de inibir e regular o uso do fogo.
- 8) Esclarecimento da sociedade sobre as consequências de atos ilegais relacionados ao meio ambiente.
- 9) Edição de medidas severas para contraventores, visando à inibição do processo e recolhimento efetivo das multas por crimes ambientais e sua reversão em ações de controle.
- 10) Planejamento estratégico das ações de proteção ambiental, com revisão orçamentária, criticamente necessária.

- 5) *Need for long-term intelligence actions with the need for identification of critical areas for prioritizing action.*
- 6) *Strategic planning of resources and actions that should be invested to alleviate SUS saturation in the likely scenario of overlapping fires with COVID-19.*
- 7) *Edition of specific regulations for 2020 in order to inhibit and regulate the use of fire.*
- 8) *Instruct society about the consequences of illegal acts related to the environment*
- 9) *Editing severe measures for offenders, aiming at inhibiting the process and effectively collecting fines for environmental crimes and reversing them into control actions.*
- 10) *Strategic planning of environmental protection actions, with budget review, critically necessary.*

## Referências/References:

- Anderson, L.O., Aragão, L.E.O.C., Gloor, M., Arai, E., Adami, M., Saatchi, S.S., Malhi, Y., Shimabukuro, Y.E., Barlow, J., Berenguer, E., Duarte, V., 2015. Disentangling the contribution of multiple land covers to fire-mediated carbon emissions in Amazonia during the 2010 drought. *Global Biogeochem. Cycles* 29, 1739–1753. <https://doi.org/10.1002/2014GB005008>
- Aragão, L.E.O.C., 2012. Environmental science: The rainforest's water pump. *Nature* 1–2. <https://doi.org/10.1038/nature11485>
- Aragão, L.E.O.C., Anderson, L.O., Fonseca, M.G., Rosan, T.M., Vedovato, L.B., Wagner, F.H., Silva, C.V.J., Silva Junior, C.H.L., Arai, E., Aguiar, A.P., Barlow, J., Berenguer, E., Deeter, M.N., Domingues, L.G., Gatti, L., Gloor, M., Malhi, Y., Marengo, J.A., Miller, J.B., Phillips, O.L., Saatchi, S., 2018. 21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. *Nat. Commun.* 9, 536. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02771-y>
- Aragão, L.E.O.C., Malhi, Y., Barbier, N., Lima, A.A., Shimabukuro, Y., Anderson, L., Saatchi, S., 2008. Interactions between rainfall, deforestation and fires during recent years in the Brazilian Amazonia. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 363, 1779–85. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.0026>
- Aragão, L.E.O.C., Malhi, Y., Roman-Cuesta, R.M., Saatchi, S., Anderson, L.O., Shimabukuro, Y.E., 2007. Spatial patterns and fire response of recent Amazonian droughts. *Geophys. Res. Lett.* 34, L07701. <https://doi.org/10.1029/2006GL028946>



- Barbosa, R.I., Fearnside, P.M., 1999. Incêndios na Amazônia Brasileira: estimativa da emissão de gases do efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de Roraima na passagem do evento “El Nino” (1997/98). *Acta Amaz.* 29, 513–534. <https://doi.org/10.1590/1809-43921999294534>
- Barlow, J., Berenguer, E., Carmenta, R., França, F., 2019. Clarifying Amazonia’s burning crisis. *Glob. Chang. Biol.* gcb.14872. <https://doi.org/10.1111/gcb.14872>
- Chen, Y., Velicogna, I., Famiglietti, J.S., Randerson, J.T., 2013. Satellite observations of terrestrial water storage provide early warning information about drought and fire season severity in the Amazon. *J. Geophys. Res. Biogeosciences* 118, 495–504. <https://doi.org/10.1002/jgrg.20046>
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2020. Portal TerraBrasilis [WWW Document]. URL <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br> (accessed 4.20.20).
- Melo, A.W.F. de, Silva, S., Anderson, L.O., Nascimento, V.M.L. do, Freitas, M.F. de, Duarte, A.F., Brown, F., 2020. Monitoramento da qualidade do ar em 2019 no Estado do Acre. *Cruzeiro do Sul – Acre – Brasil*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17584.10244/2>
- MMA – Ministério do Meio Ambiente, 2009. Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal, 2a fase (2009-2011). Rumo ao desmatamento ilegal zero [WWW Document]. URL [http://combateadesmatamento.mma.gov.br/images/conteudo/PPCDAM\\_2aFase.compressed.pdf](http://combateadesmatamento.mma.gov.br/images/conteudo/PPCDAM_2aFase.compressed.pdf) (accessed 9.1.09).
- Morello, T.F., Melo, A.W.F. de, Silva, S., Anderson, L.O., 2020. COVID-19 e queimadas: um duplo desafio ao sistema único de saúde. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34209.02402>
- Nepstad, D., McGrath, D., Stickler, C., Alencar, A., Azevedo, A., Swette, B., Bezerra, T., DiGiano, M., Shimada, J., Seroa da Motta, R., Armijo, E., Castello, L., Brando, P., Hansen, M.C., McGrath-Horn, M., Carvalho, O., Hess, L., 2014. Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. *Science* (80-. ). 344, 1118–1123. <https://doi.org/10.1126/science.1248525>
- Reddington, C.L., Butt, E.W., Ridley, D.A., Artaxo, P., Morgan, W.T., Coe, H., Spracklen, D. V., 2015. Air quality and human health improvements from reductions in deforestation-related fire in Brazil. *Nat. Geosci.* 8, 768–771. <https://doi.org/10.1038/ngeo2535>
- Silva Junior, C., Aragão, L., Fonseca, M., Almeida, C., Vedovato, L., Anderson, L., 2018. Deforestation-Induced Fragmentation Increases Forest Fire Occurrence in Central Brazilian Amazonia. *Forests* 9, 305. <https://doi.org/10.3390/f9060305>
- Silva, S.S., Anderson, L.O., Costa, J.G., Souza, F.S.C., Nascimento, E.S., Silva, I.S., Pereira, M.P., Silva, F. V., Almeida, M.R.N., Xaud, H.A.M., Xaud, M.R., Melo, A.W.F., 2020. Relatório Executivo: Queimadas 2019 - Acre. *Cruzeiro do Sul – Acre – Brasil*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29291.69927>
- SIOP - Sistema de Integrado de Planejamento ee Orçamento. Acesso público. [WWW Data]. URL <http://www1.siop.planejamento.gov.br/acessopublico/?pp=acessopublico&rvn=1>
- Smith, L.T., Aragão, L.E.O.C., Sabel, C.E., Nakaya, T., 2014. Drought impacts on children’s respiratory health in the Brazilian Amazon. *Sci. Rep.* 4, 3726.

<https://doi.org/10.1038/srep03726>

## Contatos/ Contacts

Luiz Aragão, Pesquisador, Chefe da Divisão de Sensoriamento Remoto, INPE.

**Contato:** [luiz.aragao@inpe.br](mailto:luiz.aragao@inpe.br)

Celso H. L. Silva Junior, Doutorando da Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, INPE.

**Contato:** [celso.junior@inpe.br](mailto:celso.junior@inpe.br)

Liana O. Anderson, Pesquisadora, Riscos e Desastres Associados a Incêndios Florestais, Cemaden

**Contato:** [liana.anderson@cemaden.gov.br](mailto:liana.anderson@cemaden.gov.br)

## Agradecimentos/ Acknowledgements

Os autores agradecem o suporte parcial dos projetos financiados pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), (processos n. 19/05440-5, n. 2018/15001-6 [ARBOLES] e n. 2016/02018-2 [CARBAN]), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - Processos número: [SEM-FLAMA] 441949/2018-5, [Acre-Queimadas] 442650/2018-3 e 305054/2016-3), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES - Código de Financiamento 001).