

Impactos das ações antrópicas aos Biomas do Brasil: artigo de revisão

Larissa Freire da Silva^{1*}, Alexandre Battazza², Natália Freitas de Souza³, Nayara Fagundes Domingos Souza⁴, Noeme Sousa Rocha⁵

¹ Graduanda em medicina veterinária pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, Brasil. (*Autor correspondente larissa.freire_silva@hotmail.com)

² Mestrando no Departamento de Patologia pela Faculdade de Medicina de Botucatu (Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu), Brasil.

³ Mestranda na área de concentração Patologia Animal, pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, Brasil.

⁴ Graduanda em medicina veterinária pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, Brasil.

⁵ Mestre, Doutora e Professora associada em Patologia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 15/11/2021 – Revisado em: 02/12/2021 – Aceito em: 22/12/2021

RESUMO

Apesar do Brasil abrigar extrema riqueza biótica, o mesmo se apresenta em situação delicada, uma vez que sofre historicamente os impactos advindos de atividades antrópicas. Dessa forma, é necessário ampliar o conhecimento sobre as causas e consequências desses atos não só para a biodiversidade, mas também para o ecossistema como um todo, de forma a prevenir o problema. Com isso, através de revisão bibliográfica, o estudo tem por objetivo ampliar o conhecimento sobre os remodelamentos ambientais, sejam eles naturais ou antrópicos, bem como seu impacto nos seres vivos e suas consequências para a biodiversidade brasileira.

Palavras-Chaves: Biodiversidade, Remodelamento ambiental, ações humanas.

Impacts of anthropic acts on Brazilian biomes: A review article

ABSTRACT

Despite housing extremely biotic wealth, Brazil has been currently facing a delicate situation, once it historically suffers the impacts that result from anthropic activities. Therefore, it is necessary to broaden the current knowledge upon the causes and consequences of such acts, not only for the sake of biodiversity, but also for the ecosystem as a whole. Thus; by doing that, the aforementioned problem can be avoided. To sum up, this study, through a literature review, aims at broadening the current knowledge regarding environmental remodeling, either natural or anthropic ones, as well as, their impact on human beings and their consequences for the Brazilian biodiversity.

Keywords: Biodiversity, Environmental Remodeling, Human Acts.

1. Introdução

A biodiversidade brasileira é expressiva a nível global, pois possui mais de 13% da biota mundial, sendo, portanto, rica em recursos naturais, com biomas distintos em toda sua extensão geográfica (Alho; Cleber JR, 2012), além de abrigar a região de maior biodiversidade do Planeta: a Amazônia (Vieira *et al.*, 2005). Entretanto, assim como os demais países, o Brasil enfrenta problemas ambientais que atingem não só a humanidade, mas a biodiversidade como um todo. Dos maiores responsáveis por estes, cita-se a exploração desordenada de recursos naturais através do desmatamento, caça ilegal e expansão dos meios urbanos, além da capacidade do ambiente de se auto moldar através de transformações naturais graduais ao longo do tempo (Alves, 2018; Cornelius, 2015).

Silva, L. F.; Battazza, A.; de Souza, N. F.; Souza, N. F. D.; Rocha, N. S. (2022). Impactos das ações antrópicas aos Biomas do Brasil. *Meio Ambiente (Brasil)*, v.4, n.1, p.21-44.



Os impactos desses acontecimentos resultam em mudanças que atingem escalas preocupantes, dos quais a emissão de dióxido de carbono na atmosfera é o mais alarmante, além da exploração intensa dos recursos bióticos pelo homem, que pode resultar no esgotamento destes (Bello *et al.*, 2015). Por consequência, os animais são atingidos diretamente, uma vez que dependem de recursos naturais para sobrevivência. A escassez de recursos bióticos leva à falta de meios necessários ao bem-estar da fauna silvestre, o que dificulta a manutenção e permanência de determinada espécie, com consequente redução da população faunística, seja por via migratória ou extintiva (Alho, 2012; Bello *et al.*, 2015; Newbold *et al.*, 2015).

Além disso, os riscos da proximidade entre homem e animal também se agravam, como o aumento do potencial de disseminação de doenças aos animais domésticos e zoonoses (Conrado *et al.*, 2000). O aumento de acidentes ofídicos envolvendo animais peçonhentos e a maior facilidade na caça ilegal com consequente agravamento do risco de extinção de espécies (Andriolo *et al.*, 2018).

Assim, a compreensão dos aspectos que levam à degradação ambiental e dos impactos destes nos seres vivos é crucial para a prevenção deste problema. É necessário conhecer sobre as principais atividades humanas que aceleraram o processo de defaunação, e que levaram a extinção de espécies animais e de plantas de modo a desacelerar e prevenir danos futuros. Neste contexto, através de uma ampla revisão bibliográfica, buscou-se identificar e discutir as causas das alterações ambientais, bem como seus impactos nos seres vivos e na biodiversidade brasileira.

2. Material e Métodos

A metodologia aplicada para obtenção de dados foi realizada através da revisão bibliográfica, de forma a obter extenso conteúdo de diferentes conhecimentos por meio de diferentes pesquisadores, reuni-los e organizá-los como forma de revisão de literatura. Para isso, foram incluídos estudos publicados em livros, teses, dissertações, artigos acadêmicos, artigos digitais, periódicos eletrônicos, sites de instituições como Inpe, Instituto Socioambiental, Instituto Humanitas Unisinos e Diário Oficial da União, com o objetivo principal de identificar os atos antrópicos, suas consequências ao meio ambiente e os seres que o compõe, além disso, para a obtenção de dados estatísticos de desmatamento, houve grande contribuição das pesquisas feitas pelos órgãos de monitoramento remoto como o Inpe e Mapbiomas Brasil.

De modo a realizar uma busca qualitativa, incluíram-se estudos com diferentes delineamentos, sendo eles primários e teóricos. A estratégia de busca foi selecionar estudos voltados para questões ambientais, incluindo seu histórico legislativo de modo a delinear um caminho até a situação atual, com enfoque em impactos danosos ao meio ambiente e suas consequências para os seres vivos levando-se em consideração que os atos humanos, sejam eles protetivos ou não, implicam direta e indiretamente no bem-estar dos seres e o meio que habitam.

Foram analisados 85 estudos, dos quais sua maioria compreende artigos de periódicos, visando-se obter embasamento teórico para chegar no objetivo principal do trabalho em questão. As fontes de dados eletrônicos mais utilizados no decorrer do trabalho foram Google Scholar, repositórios de Universidades como Unesp, USP e UFVJM e Scielo, uma vez que possuem fontes abundantes e de confiabilidade relacionadas ao tema.

A amostra significativa de artigos encontrados foi escolhida aleatoriamente, de acordo com a necessidade do que seria abordado no artigo em questão, foi levado em consideração a abordagem do assunto e a sua forma de contribuição para o trabalho, considerando-se estudos desde abordagem ampla, até assuntos mais específicos como os que tratam de características de cada bioma nacional e a cronologia das Eras até o momento em questão. Selecionaram-se artigos que estivessem preferencialmente dentro do intervalo de tempo estipulado entre 2003 a 2021, ano em que o artigo foi finalizado, com exceção de uma matéria da Organização Mundial da Saúde (1996) e outro de Kindel *et al* (1999) que apesar de serem relativamente antigos tem importante contribuição para o trabalho, as palavras chave foram usadas em inglês e português, sendo elas: *Biodiversidade, biomas brasileiros, grandes extinções, desmatamento, meio-ambiente, biomas, cerrado, mata*

atlântica, pampas, caatinga, legislação ambiental, Período cretáceo, direitos animais, remodelamentos naturais e Eras geológicas.

Os pesquisadores deste artigo buscaram através da revisão de literatura discutir os principais danos ao meio ambiente nos biomas Brasileiros, desencadeados por fatores intrínsecos como o remodelamento ambiental no decorrer das Eras e os fatores extrínsecos, resultantes dos atos antrópicos que resultam em desastres ambientais que atuam diretamente na vida dos seres vivos habitantes. Esta pesquisa foi motivada pelos resultados obtidos previamente na Iniciação científica ainda não publicada da autora principal, cujo tema foi “*O perfil genômico via DNA mitocondrial de animais da fauna silvestre apreendidos pela polícia ambiental*” cuja conclusão foi que os resultados obtidos apontaram que, apesar da existência das leis de proteção ambiental, a exploração excessiva, o extrativismo predatório, a caça de animais vertebrados, o comércio ilegal e suas implicações negativas ao bem-estar dos animais silvestres ainda persistem, com isso, os animais adotam a migração forçada para ambientes fora do seu natural em busca de recursos de sobrevivência como invasão de meios urbanos, promovendo desequilíbrio no ecossistema como um todo.

3. Resultados e Discussão

3.1 Biodiversidade e suas interdependências

Inicialmente, o conceito de biodiversidade buscou definir o número de diferentes espécies, localizadas em determinada região (Bland *et al.*, 2015). Com os avanços científicos, pela necessidade de documentar a vida na Terra e de elucidar as causas da extinção e do surgimento de novas espécies, bem como das variabilidades intraespecíficas, esse conceito foi revisado, estabelecendo-se inúmeras variações de sua definição (Bland *et al.*, 2011).

A Convenção sobre Diversidade Biológica (1993), tratado da Organização das Nações Unidas, incorporou mudanças em sua concepção de biodiversidade e a define como a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, que compreende todos os ecossistemas e complexos ecológicos dos quais fazem parte, a inclusão da variabilidade intra- e interespecíficas.

No conceito de biodiversidade, sabe-se que a natureza é capaz de sofrer mudanças que alteram sua estabilidade ecológica. Tais mudanças podem ser de cunho próprio como variabilidade temporal, mudanças na resistência ambiental ou velocidade de recuperação ou em resposta a estímulos humanos (Joly *et al.*, 2011).

Por exemplo, cita-se a capacidade de evolução e adaptação dos seres pertencentes a fauna e flora através da seleção natural, o remodelamento através de eventos climáticos, como chuvas torrenciais, terremotos e erupções vulcânicas, além dos processos de extinção de espécies de forma espontânea por eventos relevantes como os desastres naturais que levaram a extinção dos dinossauros no Período Cretáceo (Fürsich *et al.*, 2019).

Assim, o Ecossistema, seja por um ciclo intrínseco de transformações em cadeia ou fatores climáticos, químicos e físicos, pode ser levado ao processo natural de extinção ou redução da população de plantas e animais, e impactar na rotina dos Seres Humanos (Oliveira *et al.*, 2019).

3.2 Remodelamentos ambientais intrínsecos

Houve períodos de remodelação natural do ambiente, sendo os principais conhecidos como “*As cinco grandes extinções em massa*”, que são respectivamente: o período próximo ao final do Ordoviciano, Devoniano, Permiano, Triássico e Cretáceo (Renne *et al.*, 2013). Esses fatores mostram que a Natureza apresenta potencial autodestrutivo intrínseco, visto que das aproximadas quatro bilhões de espécies que evoluíram na Terra nos últimos 3,5 bilhões de anos, 99% foram extintas sem interferência humana, como resultado do remodelamento ambiental natural (Barnosky *et al.*, 2011).

Ainda, existem eventos datados nos registros geológicos, nos quais seres vivos desapareceram naturalmente, outros evoluíram e novas espécies surgiram anteriores aos Seres Humanos e que provavelmente possibilitaram o aparecimento da espécie Humana (Torres *et al.*, 2010). Cita-se a seguir em ordem cronológica os principais eventos ocorridos há milhares de anos.

O Período Jurássico, pertencente à Era Mesozoica, compreendida há cerca de 205 a 145 milhões de anos, foi marcado pela predominância de répteis (dinossauros) e dos amniotas reptilianos em geral, animais que ocupavam os diferentes nichos ecológicos existentes (Villavicencio *et al.*, 2016). O fim dessa Era ocorreu devido à queda de um meteorito na região que, atualmente, é o país do México, o que somado às alterações climáticas em resposta às erupções vulcânicas, levaram à extinção dos dinossauros não avianos (Departamento de geologia aplicada, Unesp, 2020; Renne *et al.*, 2013).

Outro exemplo, é a Era Cenozoica, iniciada há 65 milhões de anos e que se estende até a atualidade, a qual é marcada pelo surgimento das diversas espécies de mamíferos por meio de mudanças evolutivas, bem como a geração de novas espécies de plantas, diversificando-se, assim, os seres vivos (Jianhua, *et al.*, 2003). Além disso, a Era Cenozoica foi alvo de grandes oscilações climáticas, o globo presenciou a transição de um Planeta antes sem gelo, para um com mudanças glaciais, marcado pelo resfriamento estimado em 12°C dos oceanos, como decorrência de mudanças atmosféricas, além de alterações nos níveis de gás carbônico presentes na atmosfera e da geração de diferentes vias fotossintéticas devido às novas espécies de plantas (Conrado *et al.*, 2000).

3.3 Fatores antrópicos relacionados aos danos ambientais

A exploração desordenada do meio ambiente por busca de recursos bióticos e a imprudência humana frente à preservação da natureza são os principais responsáveis pelo evento denominado Ecocídio (Instituto Humanitas Unisinos, 2018). Esse termo busca definir e criminalizar através de regulamentação ambiental, a capacidade antrópica em potencializar o processo de defaunação, objetivando-se interromper e minimizar previamente os impactos ao ecossistema e os seres que o compõem (Conrado *et al.*, 2000; Hellman, 2014).

O Pleistoceno foi um período marcado por indicativos dos primeiros impactos humanos sobre a Terra. O uso do fogo permitiu o cozimento da carne, o que fez aumentar o consumo de proteínas, importante para melhor desenvolvimento fisiológico, propiciando evoluções como o bipedismo, uma espécie primata mais alta e aumento da massa cerebral (*Homo ergaster* e *Homo erectus*) (Kutzbach *et al.*, 2010).

O uso do fogo como ferramenta pelo primata resultou no choque entre uma biosfera rica em oxigênio com uma atmosfera rica em carbono, além de servir como ferramenta para o consumo de outros organismos, potencializando os fenômenos de entropia e degradação, através de processos de combustão e exploração dos recursos vegetais (Marques *et al.*, 2016). Outro possível impacto desse período foi a extinção da megafauna que ocorreu cerca de 50.000 a 10.000 anos atrás. Estudos estimam que cerca da metade de todos os mamíferos do mundo (número que equivaleria hoje a 4% da composição das espécies de mamíferos) foi perdida (Barnosky, 2014).

O Período Holoceno, pertencente ao Cenozóico é também de extrema valia, pois nele iniciou-se o desenvolvimento de habilidades humanas, das quais como resultado, intensificaram as atividades agrícolas, a domesticação dos animais, caça, construção civil, migração e a exploração de diferentes regiões do Planeta (Alves, 2018). E com o período de domínio humano, vieram também as consequências de suas atividades, como demonstrado pelo Fundo Mundial para a Natureza (WWF) em que do ano de 1970 até 2014, houve redução da população silvestre em 60%, como resposta aos danos antrópicos na história.

Com a chegada do Período mais recente do Cenozóico, denominado Antropoceno, veio também a Revolução Industrial (século XVIII), caracterizada pela implementação de novas tecnologias e produtividade industrial em massa, o que provocou desastres ambientais marcantes, em razão da grande quantidade de emissão de dióxido de carbono e corroborando, desta forma, na degradação dos diferentes ecossistemas em

larga escala (Lewis *et al.*, 2015; Glikson, 2013; MMA, 2020).

Concomitantemente aos avanços das economias mundiais e ao crescimento populacional acelerado, a demanda por recursos de subsistência cresceu, e, por conseguinte, a exploração dos recursos ambientais aumentou (Alves, 2014). Como resultado, agravaram-se os problemas de desmatamento, espécies vegetais e animais foram reduzidas ou extintas, solos foram contaminados, o ar e os rios poluídos, o que exemplifica o retrocesso ambiental desde então (Rivero *et al.*, 2009; Waters *et al.*, 2016).

Mudanças no ambiente, como redução da flora, ausência de recursos bióticos, poluição de rios e compactação do solo devido à adição de recursos urbanos, tornam o local inóspito para animais que, por sua vez, necessitam buscar meios de sobrevivência e refúgio em outras localidades (migração) ou que tem seu comportamento natural alterado por estímulos antrópicos na tentativa de adaptação ao novo cenário (Newbold, *et al.*, 2015).

Com a migração atípica, surgem novos riscos, uma vez que esses animais se deslocam para áreas urbanas, tais como o aumento do número de atropelamentos, acidentes envolvendo animais peçonhentos e facilidade da caça ilegal, com o consequente agravamento do risco de extinção de espécies (Andriolo *et al.*, 2018). Isso eleva, também, as chances de ataques e disseminação de doenças aos animais domésticos e de zoonoses (Conrado *et al.*, 2000).

Outras consequências são alterações climáticas que podem ser desencadeadas no local afetado. Uma vez que a natureza é composta por inúmeros animais frugívoros, dispersores de sementes de árvores, a partir do momento em que há declínio da população destas espécies, há consequentemente redução na dispersão de sementes de plantas com potencial de sequestro de gases responsáveis pelo Efeito Estufa, alterando as condições climáticas (Bland *et al.*, 2011; Osuri *et al.*, 2016; Warren *et al.*, 2020).

Além disso, há implicações quanto à sanidade do animal vítima, uma vez que enfrentam estresse crônico recorrente, gerando imunossupressão e maior susceptibilidade a doenças (Acevedo-Whitehouse *et al.*, 2009). Ademais, a desnutrição e a desidratação causada pela escassez de recursos bióticos, resultam em baixa reserva energética corporal e desequilíbrio da homeostase do organismo, logo, baixa resposta imune contra agentes patogênicos (Acevedo-Whitehouse *et al.*, 2009).

Sabe-se que alterações ambientais geradas a partir do desflorestamento resultantes do desenvolvimento urbano, elevaram a morbidade e mortalidade de doenças infecciosas emergentes e reemergentes (Aguirrea *et al.*, 2009; World Health Organization, 1996). À exemplo, tem-se patologias virais como a Malária e Dengue, além do surgimento de doenças infecciosas como HIV/AIDS, ranavírus, novas cepas de cóleras e outras doenças hemorrágicas virais em anfíbios (Aguirrea *et al.*, 2009).

A redução da biodiversidade promove um desequilíbrio em patógenos ecologicamente estáveis no ecossistema, por isso, os impactos antrópicos aumentam a velocidade e frequência de transmissão de agentes (em sua forma original) para outras espécies, como os humanos. Esse fenômeno é conhecido como spillover. A literatura reporta que mais da metade das zoonoses emergentes desde a década de 1940 foram resultantes da intensificação das atividades humanas na natureza, as quais promoveram o maior contato do homem com os animais nativos (Kreising *et al.*, 2010).

Outro impacto se dá no âmbito evolucionário de construção de barreiras humanas, como criações de canais de irrigação, desenvolvimento industrial, agricultura extensiva e mudanças climáticas que levam à hibridização antropogênica (World Health Organization, 1996). Isolamentos físicos intensificam o enxameamento de espécies e subespécies animais de diferentes populações, e por sua vez, induzem ao cruzamento frequente entre elas, havendo desta forma, perda de combinações de genes parentais únicos, com consequente enfraquecimento de características herdáveis que poderiam garantir resistência, manutenção e sobrevivência de determinada espécie (Thomas, 2013; Van Dyck, 2012).

De acordo com Lewis & Maslin (2015), de 1800 a 1950 a Era Industrial liberou na atmosfera cerca de 555 pentagramas de Carbono (1 Pg = 1015 gramas = 1 bilhão de toneladas) desde 1750, aumentando em 65% a quantidade desse gás na atmosfera a um nível inédito em 800.000 anos. Isso culminou na acidificação das

águas dos oceanos em taxas antes nunca excedidas nos últimos 300 milhões de anos, levando ao aumento da temperatura aquática, redução da concentração de oxigênio e eutrofização (IGBP, 2013).

Desde o início da Revolução Industrial até o momento, os oceanos de modo geral, tiveram seu pH reduzido de 8.2 para 8.1, com decréscimo das concentrações de O₂ e maiores quantidades de CO₂ (Bose, 2010; IGBP, 2013). Com isso, aumentou-se a quantidade de óxido de nitrogênio inorgânico dissolvido nas bacias hidrográficas, em resposta à elevada emissão de combustíveis fósseis, ao crescimento da agricultura com o uso de fertilizantes e ao deslocamento fluvial que leva ao acúmulo de nitrogênio nas costas marinhas (Galloway *et al.*, 2004). Isso resulta em aquecimento, acidificação e eutrofização das águas, que por sua vez, implicam de forma direta na biota marinha, pois interferem na qualidade da água e levam à morte de animais que porventura se alimentam de resíduos tóxicos ou de suas presas que foram contaminadas ao se alimentarem destes (Cosme *et al.*, 2017; Leon *et al.*, 2020).

Há também a incapacidade de desenvolvimento larval, manutenção e sobrevivência de organismos vivos que não conseguem se adaptar às injúrias ambientais, havendo redução da população marinha local ou superpopulação de seres que se adaptaram ao novo meio, com proliferação de novas espécies de algas que eventualmente, podem emitir componentes agravantes ao ambiente em questão (Galloway *et al.*, 2004).

A acidificação antropogênica dos oceanos, dificulta o processo de calcificação (capacidade de formar conchas e esqueletos) de organismos como corais e moluscos, equinodermos, crustáceos e foraminíferos, que por consequência, não resistem ao ambiente e morrem (IGBP, 2013). Neste contexto, cogita-se que a capacidade de aclimação dos animais está sendo reduzida, e que a capacidade do ser vivo em se adaptar ao meio será mais lenta quando comparada a velocidade em que surgem as mudanças ambientais (IGBP, 2013; Potts, 2018; White, 2017).

Desta forma, há desequilíbrio populacional, concomitante à alteração na estrutura e funcionamento da comunidade biológica local. Além disso, com o acúmulo de nutrientes inorgânicos ou orgânicos nas águas, sejam eles decorrentes de poluentes ou desequilíbrios naturais, tem-se o esgotamento de oxigênio bentônico que pode levar a hipóxia e resultar em anóxia, gerando as Zonas mortas, um agravante no que se refere à perturbação ecológica aquática (Cosme *et al.*, 2016; Wang *et al.*, 2015).

Ainda na Era Industrial, como resultado da chegada de inovações tecnológicas e da disponibilidade de reservas energéticas primárias, intensificou-se a capacidade de produção e houve aumento populacional acelerado (Osuri *et al.*, 2016). Com isso, o uso da terra e seu extrativismo se intensificou e a produção por unidade de terra se elevou, o que gerou altos níveis de liberação de carbono na atmosfera, contribuindo para as alterações descritas anteriormente, além de reduzir os recursos bióticos para a comunidade faunística (Lewis *et al.*, 2015). Condições como a conversão para produção de alimentos, uso de combustível, produção em massa de alimentos volumosos, somados à caça e colheita direcionadas, culminaram em extinção de recursos e impactaram diretamente a sobrevivência da população biótica local (Newbold *et al.*, 2015).

Esse período da Era Industrial foi seguido pela fase dominante do petróleo, visando suprir a demanda global e impulsionar as economias locais, houve forte crescimento do patrimônio econômico e intensificou-se o uso do carvão, energia hidrelétrica e nuclear (Fischer-Kowalski *et al.*, 2014). Com isso, reduziram-se em quantidades significativas as reservas para uso da flora e fauna nativa, que até então, eram disponíveis em suficiência para os seres vivos residentes da comunidade biológica local, fator determinante para o desaparecimento de nichos ecológicos juntamente com os seres vivos integrantes (Veldkamp *et al.*, 2017). À exemplo, as intervenções humanas afetaram diretamente a disponibilidade de água e culminaram na sua redução, o consumo hídrico evoluiu em 8 vezes mais durante a transição do século passado para o atual (Wada *et al.*, 2015).

Ainda, afirma-se frente à evolução dos danos ambientais recentes que a Era atual esteja próxima ao sexto evento de extinção em massa (Barnosky *et al.*, 2011). Extinções populacionais de espécies são cada vez mais relatadas como resposta aos danos causados pela exploração de reservas naturais, introdução de espécies exóticas em diferentes nichos, mudanças climáticas globais, dispersão de patógenos e caça de animais

(Barnosky *et al.*, 2011; Pereira *et al.*, 2010). Fatores estes mais estressantes ecologicamente do que os eventos passados em outras Eras.

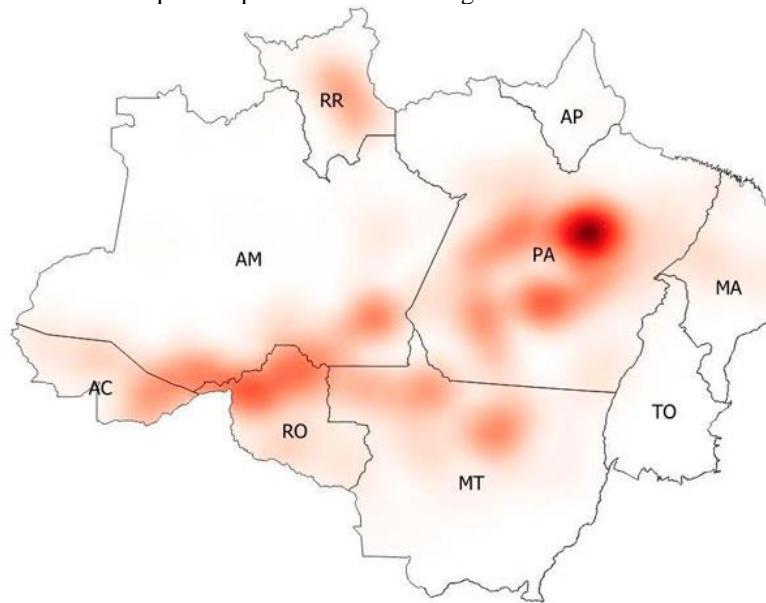
Isso enfatiza a situação alarmante em que a Era atual se encontra, uma vez que há implicações também na pesquisa ecológica e evolutiva quanto à busca por estratégias de manutenção e reparação do ecossistema, tendo em vista que são necessários milhares de anos para que haja recuperação de extinções em massa da biodiversidade (Hoffmann *et al.*, 2010). Assim, a adoção de medidas para obter soluções que mitiguem rapidamente esses problemas se faz urgente, sob o risco de danos irreversíveis (Warnock *et al.*, 2020).

4. Cenário nacional

O Brasil abriga uma das regiões mais afetadas por estes eventos anteriormente citados, a Amazônica. Esta abriga a maior biodiversidade do Planeta e é impactada diretamente pelos humanos, através da pecuária extensiva, agricultura em larga escala, agricultura de corte, exploração madeireira e queimadas (Fearnside, 2019; Pott *et al.*, 2017). Em média, 52 espécies de mamíferos, pássaros e anfíbios se aproximam da categoria de extinção a cada ano (Hoffmann *et al.*, 2010).

Dentre os reservatórios de riquezas naturais mais atingidos devido à falta de responsabilidade ecológica, a Amazônia Legal Brasileira (ALB), que é constituinte de 329 Unidades de Conservação, é seriamente afetada. Estatísticas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), reúnem dados informativos de desmatamento no ano de 2019 para os nove estados que a compõem: Acre, Amazonas, Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins. A análise em questão, foi feita com base nos dados gerados pelo Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES) (Tabela 1), bem como o mapa de calor decorrente dos desmatamentos nas regiões afetadas (INPE, 2019; Figura 1).

Figura 1 – Mapa de calor das ocorrências de desmatamento identificadas no PRODES 2019, nas 229 cenas que compõem a Amazônia legal brasileira



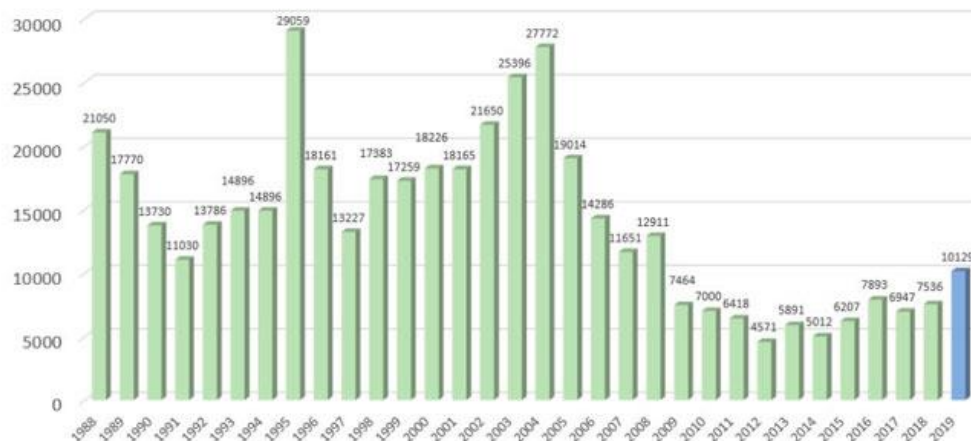
Fonte: Modificado de INPE, 2019

Tabela 1. Distribuição da taxa por estado da ALB.

Estado	PRODES 2019 (Km ²)	Contribuição (%)
Acre	682	6,73%
Amazonas	1.434	14,16%
Amapá	32	0,32%
Maranhão	237	2,34%
Mato Grosso	1.702	16,80%
Pará	4.172	41,19%
Rondônia	1.257	12,41%
Roraima	590	5,82%
Tocantins	23	0,23%
AMZ. Legal	10.129	100,00%

Fonte: Adaptado INPE (2019).

A Tabela 1 apresenta a distribuição da taxa de desmatamento para o ano de 2019 nos estados da ALB. Os estados do Pará, Mato Grosso, Amazonas e Rondônia correspondem a 84,56% de todo desmatamento observado na ALB, o que fica espacialmente explícito na Figura 1, que apresenta o mapa de calor para ocorrências de desmatamento (INPE, 2019). Na figura 2, tem-se o decorrer das taxas de desmatamento anuais na Amazônia Legal Brasileira desde o ano de 1988 até 2019, dados também consolidados pelo PRODES (Projeto de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite). Este foi desenvolvido com o intuito de monitorar terras desmatadas via satélite por corte raso da Amazônia Legal, de modo a fornecer taxas anuais de desmatamento na região e auxiliar o governo no planejamento de políticas públicas, bem como avaliação de efetividade de suas aplicações (López-Abán *et al.*, 2018).

Figura 2 – Taxas Consolidadas Anuais De Desmatamento Do PRODES (Em Km²) 1988 Na Amazônia Legal Brasileira

Fonte: Modificado De Inpe,2019

Além disso, dados do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), mostram que o Brasil teve aumento das taxas de desmatamento em 28% entre os meses de agosto de 2019 e julho de 2020, quando em comparação ao mesmo período entre os anos anteriores (2017 e 2018). Neste sentido, ainda são alarmantes os impactos decorrentes de ações antrópicas que afetam o ecossistema

como um todo, a partir do momento em que atinge o reservatório de riqueza faunística, que compõem 15% de toda fauna catalogada em cenário mundial (López-Abán *et al.*, 2018).

Em adição, de acordo com dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), sistemas de Detecção de Desmatamento em tempo real (Deter) enfatizaram que no mês de abril de 2020 houve o terceiro maior alerta de desmate dos últimos cinco anos no Estado do Amazonas, que é considerado o terceiro com maior área de desmatamento. Em comparação com o mesmo mês de 2019 os alertas de desmatamento para essas áreas cresceram em 63,75%. Além do Estado do Amazonas, o Mato Grosso é o estado com maior área agregada a receber avisos de desmatamento também no mês de abril, seguido do estado de Rondônia que contém 103,97 km² de área desmatada.

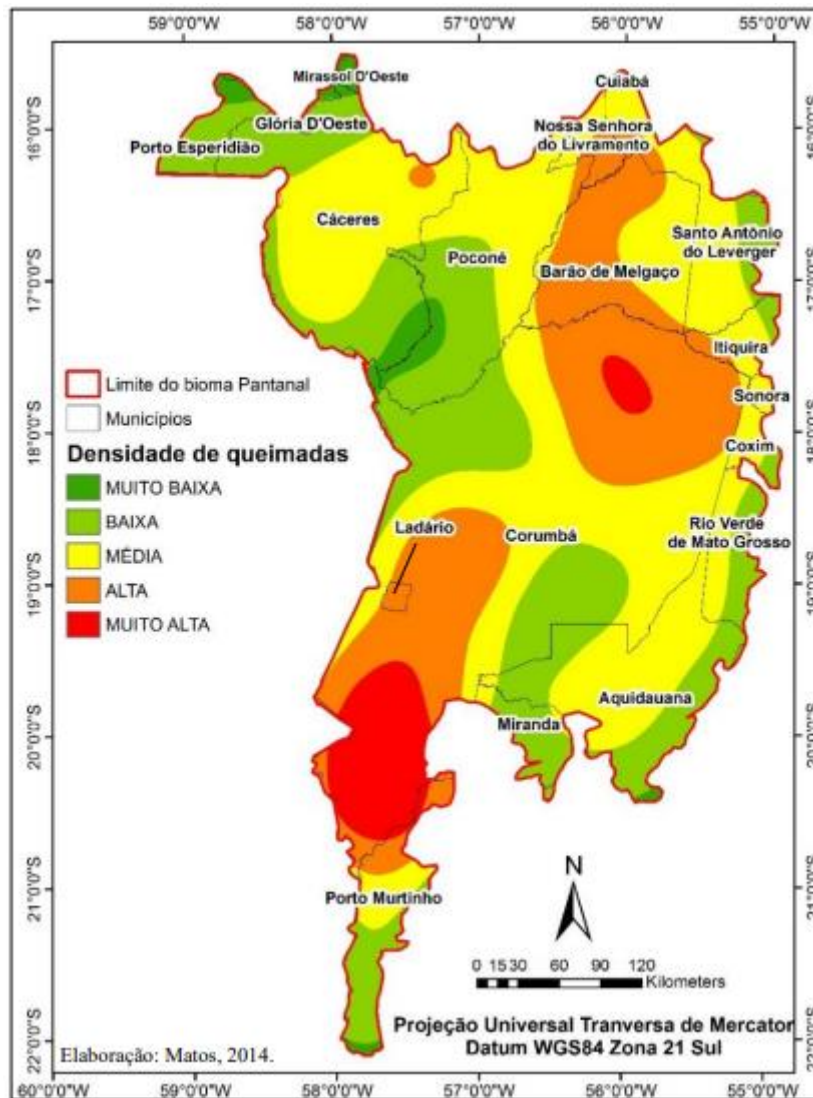
Quanto ao pantanal brasileiro, bioma que se caracteriza por também ser rico em biodiversidade e ter o ciclo hidrológico bem definido com verão chuvoso e inverno seco, é alvo de intensas atividades agropecuárias envolvendo queimadas de biomassa com intensa emissão de gases como o CH₄ e o CO₂ no ambiente, o que contribui para o efeito estufa (Pereira, *et al.*, 2009). Os maiores focos de queimada dessa região, localizam-se na Savana, onde o solo é predominantemente composto por gramíneas, que quando estão no período mais seco facilitam o processo de combustão e contribuem para a formação de novos focos de queimadas, em geral, os maiores focos de incêndio da Savana são em regiões de transição para novas espécies (ecótonos) e de pecuária intensiva onde se faz constante renovação do pasto para o gado, além disso, áreas composta por vegetação secundária ou matas estacionárias também propiciam um bom meio para formação de queimadas (Matricardi *et al.*, 2019; Pereira, *et al.*, 2009).

As queimadas no Pantanal ocorrem preferencialmente no período seco, tendo em vista que nos períodos chuvosos, a região se encontra alagada, os focos de incêndio formados provocam mudanças significativas na estrutura da vegetação local, promovendo escassez de recursos para a fauna silvestre que ali habita e diminuindo drasticamente sua população. Em Matos (2014) tem-se as regiões com densidade de queimadas no bioma do pantanal (Tabela 2), além disso, uma pesquisa feita pelo INEP mostra que os focos de queimadas no Pantanal tiveram aumento considerável no intervalo de tempo de 2015 a 2019 (vide figura 3).

Tabela 2 - Tabela anual comparativa de biomas do Brasil (número de focos detectados pelo satélite de referência).

	2015	Dif%	2016	Dif%	2017	Dif%	2018	Dif%	2019	Dif%	2020	Dif%	2021
Amazônia	93.713	-13%	81.409	21%	98.806	-32%	66.478	27%	84.826	17%	99.463	-26%	73.222
Caatinga	12.836	-7%	11.906	-23%	9.077	9%	9.940	29%	12.890	-5%	12.244	34%	16.433
Cerrado	72.123	-20%	57.685	13%	65.218	-41%	38.257	61%	61.951	0%	62.077	0%	61.657
Mata Atlântica	13.531	25%	17.0385	-10%	15.187	-29%	10.730	63%	17.577	-2%	17.165	7%	18.444
Pampa	707	79%	1.266	-30%	884	-18%	718	88%	1.352	21%	1.647	-27%	1.201
Pantanal	3.963	27%	5.054	13%	5.753	-73%	1.528	538%	9.762	124%	21.884	-63%	8.105
TOTAL	196.873	-11%	174.358	11%	194.925	-34%	127.651	47%	188.358	13%	214.480	-16%	179.062

Fonte: INPE, 2021

Figura 3 - Mapa de densidade de queimadas no bioma Pantanal.

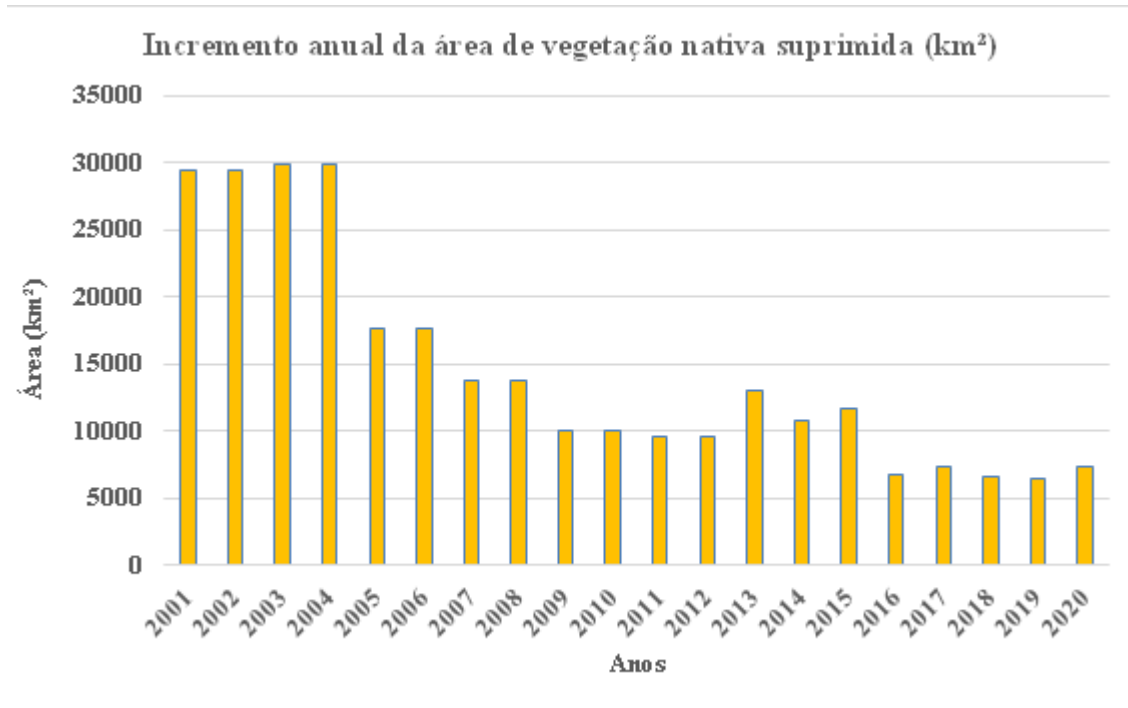
Fonte: Matos, 2014.

Quanto ao cerrado, segundo maior bioma do território brasileiro, sua vegetação é composta por matas savânicas, florestais e campestres e é a maior região produtora de carvão vegetal do país. (Saio, 2016). Por esse motivo, o bioma é vítima de desmatamento para a produção em massa de carvão vegetal e sua posterior exportação, cujo uma das principais atividades é a utilização do fogo para o manejo agropecuário.

Com o intuito de amenizar os impactos do desmatamento, os produtores erroneamente fazem o plantio de espécies de plantas invasoras exóticas, que não fazem parte da vegetação natural do local, dessa forma, ocorre a instalação de outras plantas invasoras como braquiárias, eucalipto e capim gordura, essa nova população acaba competindo por recursos com a nativa já existente, proporcionando maior desequilíbrio e fragmentação ambiental (Araújo, 2015; Saio, 2016).

A transformação da vegetação nativa atua não somente na vegetação do cerrado, mas também na vida dos animais silvestres que ali habitam, o lobo guará é um exemplo, sendo a maior vítima do desmatamento uma vez que não possui habitação adequada na vegetação transformada em solo agrícola e tendo por consequência sua permanência ameaçada, migrando para habitações rurais próximas e aumentando as chances de haverem acidentes com os humanos com atropelamentos, caça indevida, e acidentes automobilísticos (Machado *et al.*, 2004). A figura 4 mostra um comparativo entre as taxas de desmatamento no cerrado entre os anos de 2001 à 2020.

Figura 4 - Gráfico de desmatamento no bioma Cerrado por ano.



Fonte: INPE, 2020.

O bioma da mata atlântica que juntamente com o cerrado esta dentre os 25 Hotspots do mundo, também se encontra em situação preocupante, composta por um mosaico de ecossistemas, uma vez que abriga variados tipos de vegetação (Salto, 2006). A mata atlântica é alvo de intensa extração e desmatamento vegetal, esses fatores provocam a instabilidade não só da vegetação como também da fauna silvestre que abriga, o que reflete reflete também na economia, uma vez que a escassez de matéria prima gera redução de trabalho no setor produtivo (Young, 2012).

Desde a era colonial, a mata atlântica é vítima do extrativismo intenso da biomassa vegetal e uma das principais consequências consiste na redução o que se denomina “corredores florestais”, caminhos que servem de passagem para os animais, principalmente os primatas que são ótimos seres dispersores de sementes, auxiliando na reposição vegetal em outros locais adjacentes. Sem esses corredores, os seres dispersores não migram e por consequência a vegetação não é estimulada com a dispersão de sementes, o que a torna mais escassa ainda (Kindel *et al.*, 1999).

De acordo com o relatório realizado pelo SOS Mata Atlântica e pelo INPE (2019), o desmatamento no bioma em questão foi reduzido entre os anos 2017 e 2018, sendo está a primeira vez em que há redução dos

índices de desmatamento na mata atlântica desde 2010. Entretanto, apesar dessa redução, os índices de ainda persistem, um levantamento de dados feito pelo SOS Mata Atlântica e INPE, registraram um aumento de 406% no índice de desmatamento no bioma principalmente no estado de São Paulo, na tabela 3, tem-se os dados registrados de desflorestamento no período de 2019 à 2020. Com isso, é importante continuar cada vez mais com os protocolos de redução do desflorestamento para que esses valores não retrocedam.

Tabela 3 - Desflorestamento (dec) da Mata Atlântica identificados no período 2019-2020 em comparação ao período anterior (em hectare).

UF	Mata 2020	% mata	Dec mata 19-20	Varição do anterior	Dec mata 18-19
AL	142.746	9,40%	7		
BA	1.991.644	11,10%	3.230	- 9%	3.532
CE	63.489	7,30%	42	65%	25
ES	482.260	10,50%	75	462%	13
GO	31.177	2,60%	7	61%	5
MG	2.814.998	10,20%	4.701	-3%	4.852
MS	688.021	10,80%	851	127%	375
PB	54.571	9,10%			85
PE	192.309	11,40%	38	-52%	79
PI	899.643	33,80%	372	-76%	1.558
PR	2.314.954	11,80%	2.151	-22%	2.767
RJ	819.868	18,70%	91	106%	44
RN	12.136	3,50%	14		
RS	1.083.234	7,80%	252	73%	146
SC	2.183.862	22,80%	887	25%	710
SE	69.100	6,80%	117	-16%	139
SP	2.341.618	13,70%	218	402%	43
TOTAL	16.185.632	12,40%	13.053	-9%	14.375

Fonte: Adaptado, SOS Mata Atlântica (2021).

O bioma caatinga também é afetado com o problema desmatamento. O uso indevido, sem planejamento e exacerbado da matéria vegetal provoca sérios danos ao bioma não só com o fator desflorestamento, mas também com as emissões de gases no ambiente que contribuem para o efeito estufa e aquecimento global (Mata *et al.*, 2015).

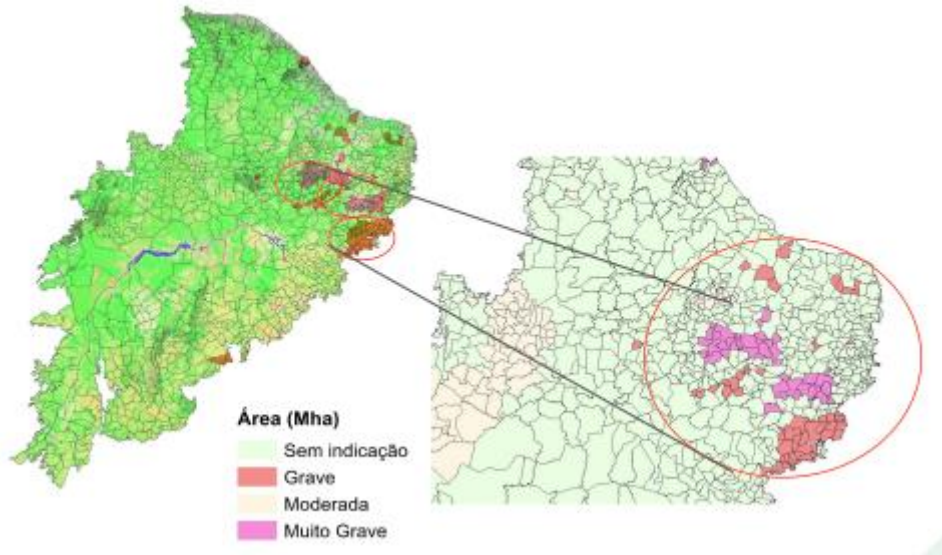
Por se tratar de um bioma com estação chuvosa restrita (de 3 a 4 meses), acaba havendo um balanço hídrico negativo com prolongamento de secas, o que impulsiona a desregulação da agricultura, com isso, os agricultores recorrem a outras atividades remunerativas que não sejam dependentes da aridez intensa da caatinga, como a pecuária por exemplo (Ribeiro, 2017). Entretanto, a falta de discernimento por grande parte dos pecuaristas potencializa fatores como desertificação do solo, uma vez que a biodiversidade e o potencial de reposição de massa vegetal são afetados em decorrência principalmente da substituição da vegetação nativa por pastagem para servir de alimento aos animais de produção (Salto, 2006).

Além disso, o deslocamento dos animais em regiões de solo nativo também interfere uma vez que a vegetação nativa é destruída por conta do pisoteio e consequente compactação, em adição com a intensa atividade pecuarista contribui para uma maior emissão de gases contribuintes para o efeito estufa, como por exemplo o CH₄, CO₂ e N₂O (Alves *et al.*, 2018).

Análises feitas pelo MAPBIOMAS (2020) revelam que entre os anos 1980 à 2020, a Caatinga chegou à perder o equivalente a 9% de sua vegetação nativa, esse fator evidencia o risco potencial de ocorrer a desertificação no bioma em questão. Além disso, o mesmo estudo mostra que o bioma teve uma perda de aproximadamente 8,27% da superfície da água no mesmo período, essa situação é alarmante uma vez que

revela que o bioma está cada vez mais seco à medida que a redução da massa vegetal avança com a agropecuária. A figura 5 ilustra o processo de desertificação no bioma caatinga.

Figura 5 - Agravantes ao processo de desertificação.



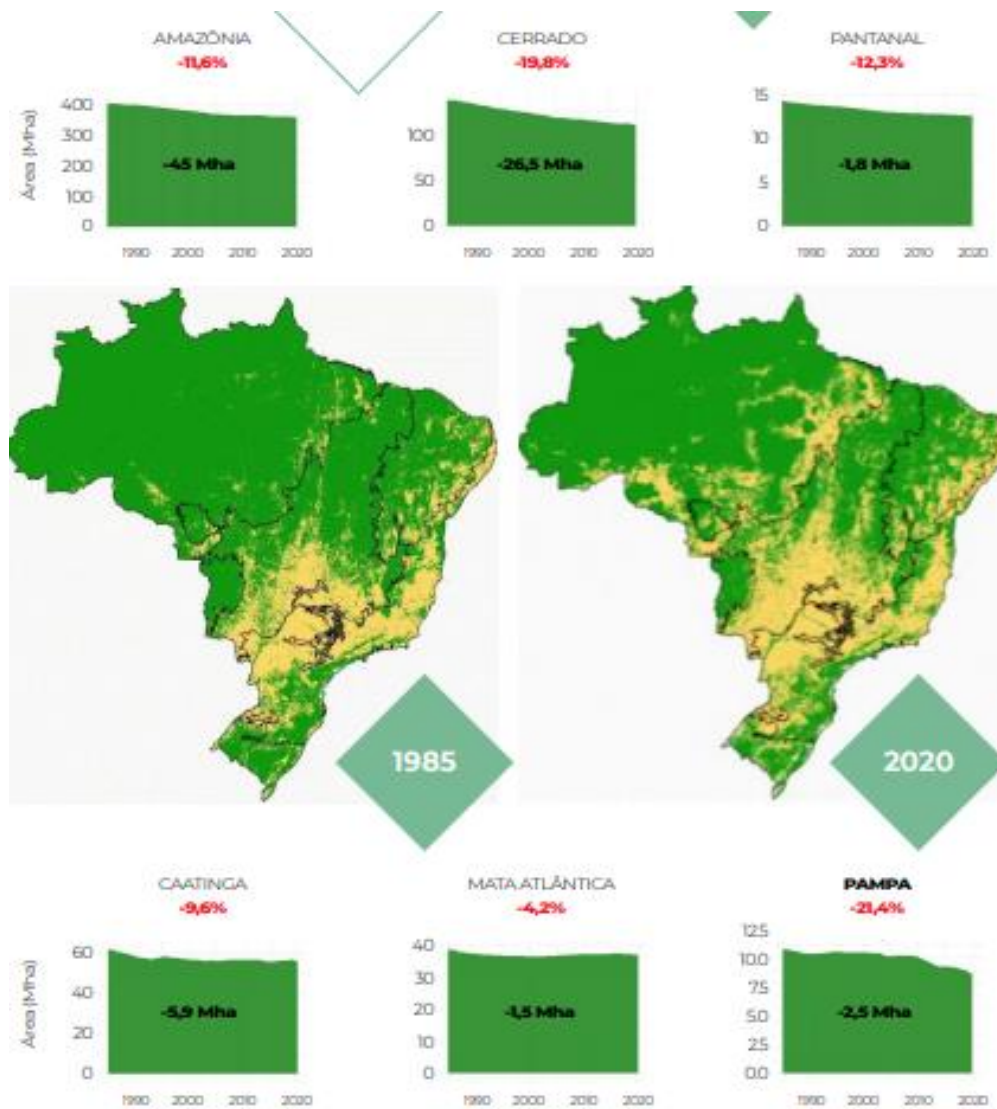
Fonte: Mapbiomas, 2020.

Quanto à pampa, considerado um dos mais ricos em diversidade de espécies animais, também ocorre situações preocupantes de desmatamento. Com o avanço do cultivo de árvores frutíferas, em associação ao avanço da agricultura, agropecuária e indústria, o bioma apresenta dificuldade na reposição da biomassa nativa que no caso é a vegetação arbustiva. Semelhante as situações dos biomas mencionadas, por pressão do manejo de terra inadequado, ocorrem o processo de desertificação (Thomáz e Carrera, 2010).

Dentre os principais problemas que o bioma enfrenta, tem-se a desertificação, inclusão de espécies não nativas, uso intensivo de herbicidas e pesticidas, plantio de vegetação não nativa, uso de fogo e replantio de árvores de interesse comercial, todos esses contribuem para a formação de gases indutores do efeito estufa e para a desertificação, que juntamente com a intensificação da atividade agrícola corroboram com a fragmentação e redução de habitat para os animais ali localizados (Welter, 2015).

Análises sensórias realizadas pelo Mapbiomas Brasil (2020) mostram que em 2020, o índice de desmatamento no bioma pampas aumento de 99%, o que o faz o segundo bioma mais desmatado do Brasil, além do mais, entre os anos 1985 à 2020, houve cerca de 21,4% de perda de vegetação nativa do bioma. A Figura 6, ilustra essa perda no intervalo de tempo de 1985 à 2020 de todos os biomas, inclusive os pampas.

Figura 6 - Perda de vegetação nativa nos biomas (1985 - 2020).



Fonte: Mapbiomas Brasil (2020).

5. A legislação ambiental no Brasil

Apesar das atividades antrópicas que desencadeiam e aceleram a escassez de recursos naturais, o Brasil dispõe de leis que visam a proteção e manutenção do patrimônio nacional. A partir da convenção da primeira conferência das Nações Unidas sobre questões ambientais, a Conferência de Estocolmo em 1972, e com o surgimento da Declaração Sobre o Meio Ambiente Humano e o Plano de Ação Mundial, surgiu o conceito de Educação Ambiental (Silva *et al.*, 2019). Este desencadeou uma nova visão global para as questões ambientais, que culminaram em importantes mudanças culturais e de políticas públicas de forma a obter proteção do ecossistema para garantir a disponibilidade de serviços ambientais (Araújo *et al.* 2019).

No Brasil, como decorrência desse movimento ambientalista e do esgotamento gradual dos recursos ambientais nacionais, foi criada uma das primeiras políticas públicas do século passado referentes ao Meio Ambiente: a Lei Federal de n. 4771/1965, que alterou o Código Florestal Brasileiro (Pott *et al.*, 2017). Apesar do intuito, esta mudança se mostrou contraditória, pois permitia o desmatamento total das florestas, desde que as mesmas fossem repostas, inclusive com espécies exóticas, fato que desencadeia o desequilíbrio de cadeias tróficas (MMA, 2020).

Tempos depois, foi promulgada a Lei n. 6.938/1981 e a consequente consolidação do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA). A primeira aborda a respeito da Política Nacional do Meio Ambiente, visando oferecer condições socioeconômicas sustentáveis no país através da responsabilidade ecológica, já o SISNAMA propõe a participação popular da sociedade civil brasileira de modo a atender todas as demandas ambientais emergentes no país (BRASIL, 1981). A partir daí, os propósitos governamentais basearam-se na concepção de ambientalismo multisetorial de transição para o desenvolvimento sustentável (1987 a 1992) que une setores como a comunidade científica, as expressões de socioambientalismo e políticas ambientais (Silva *et al.*, 2019).

Essas foram antecedidas pela Lei das Terras (n. 601/1850), promulgada por Dom Pedro II, que visava proibir a exploração florestal em terras conquistadas, entretanto, foi desobedecida frente à grande demanda da época por terras para o cultivo de café (Bose, 2010). Portanto, ainda assim não era dada a devida proteção às questões ambientais, visto que o fator econômico e a produção em massa se sobrepujam às preocupações ambientais (Bose, 2010; Fischer-Kowalski *et al.*, 2014).

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) foi estabelecido em 2000 pela lei federal 9.985, que regulamenta o art. 225, § 1º (incisos I, II, III e VII da Constituição Federal) em que o principal objetivo é regimentar normas para a formação, implementação e gestão adequada de novas Unidades de Conservação (UCs) (Instituto Socioambiental, 2015). Essas consistem numa porção do território nacional e seus recursos ambientais com limites definidos, que são legalmente instituídos pelo Poder Público, sob regime especial que garante sua proteção. Dessa forma, objetiva-se a conservação da biodiversidade e da biota como um todo para educação e sensibilização ambiental do cidadão (Silva *et al.*, 2019).

Em contrapartida, atualmente o País se contrapõe ao objetivo sustentável primário através das ações governamentais (Silva *et al.*, 2019; Tabela 4), uma vez que o recente desmonte sistemático das políticas públicas que objetivam proteger o ambiente resultam em perda de autonomia, capacidade de formulação e implementação, enfraquecendo os esforços históricos para a obtenção de governança ambiental sólida (Fearnside, 2019; Greenpeace, 2020). Na Tabela 4, constam as recentes mudanças governamentais que podem enfraquecer as proteções ambientais.

Tabela 4 - Ações governamentais sob a orientação da nova política ambiental

Ações	Instrumento	Objetivos
Mudanças na estrutura organizacional do MMA	MP nº 870/19 (art. 21) Decreto nº 9672/2019 Decreto nº 9667/2019	Extinção da Secretaria de Mudanças do Clima, Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável e da Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental; Transferência de ANA, secretaria Nacional de Recursos Hídricos para o Ministério de Desenvolvimento Regional;

<p>Confusão na divisão das competências para o Licenciamento Ambiental</p>	<p>Instrução Normativa IBAMA nº 8/2019.</p>	<p>Transferência do Serviço Florestal Brasileiro para o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Definir a delegação dos processos de licenciamento ambiental a cargo do Ibama.</p>
<p>Retirada da autonomia do IBAMA e ICMBio</p>	<p>Decreto nº 9.669/2019</p>	<p>Criação da Secretaria de Apoio ao Licenciamento Ambiental e Desapropriações, no âmbito da Presidência da República, com função de apoiar o Licenciamento Ambiental de obras estratégicas do Programa de Parcerias e Investimentos.</p>
<p>Retirada da autonomia do IBAMA e ICMBio</p>	<p>Ofício Circular</p>	<p>As informações solicitadas pela imprensa às assessorias de comunicação dos órgãos devem ser encaminhadas para o MMA.</p>
<p>Ataque a Política de Povos e Comunidades Tradicionais</p>	<p>Ofício da Presidência do IBAMA ao MMA</p>	<p>Presidente do Ibama despreza análise técnica realizada pela própria equipe e autoriza exploração de petróleo na região do Parque Nacional de Abrolhos.</p>
<p>Ataque a Política de Povos e Comunidades Tradicionais</p>	<p>Decreto nº 9.760/2019</p>	<p>Analisar, mudar o valor e até anular cada multa aplicada pelo Ibama por crimes ambientais.</p>
<p>Ataque a Política de Povos e Comunidades Tradicionais</p>	<p>Comunicado oficial</p>	<p>Divulgação antecipada dos locais onde ocorrerão as operações de fiscalização na Amazônia.</p>
<p>Ataque a Política de Povos e Comunidades Tradicionais</p>	<p>MP nº 870/2019 (art. 21) Decreto nº 9.967/2019 Decreto nº 9.673/2019</p>	<p>Transferência da Fundação Nacional do Índio (Funai) do Ministério da Justiça para o Ministério da Mulher, Família e Direitos Humanos; Transferência da Demarcação e do Licenciamento Ambiental de terras indígenas da Funai para o MAPA.</p>
<p>Aprovação de novos agrotóxicos e enfraquecimento das políticas de segurança alimentar e nutricional</p>	<p>Atos do MAPA nº 1,7,10,17,24,29,34,42 e 47</p>	<p>Concessão de permissão para comercialização e uso de novos defensivos agrícolas, totalizando 262 autorizações até julho de</p>

2019.

	Lei nº 13.844/2019	Extinção do Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional.
Revisão das Unidades de Conservação Federais	Entrevista concedida pelo Ministro do MMA à imprensa	Revisar todas as 334 Unidades de Conservação Federais do país, podendo mudar de categoria ou até mesmo extinguir algumas.
Redução do Conama	Decreto nº 9.806/2019	Diminuição composição do CONAMA de 96 conselheiros para 23. O que retira a participação de segmentos importantes da sociedade civil, dando grande poder ao governo federal.
Oposição a Acordos Internacionais	Ato formalizado à Organização das Nações Unidas (ONU)	Governo retirou candidatura para sediar a COP-25; Governos não assinou o acordo mundial para limitação de resíduos plásticos.

Fonte: Adaptado Silva *et al.*, 2019.

6. Considerações Finais

É notório o avanço do desmatamento no Brasil, todos os biomas brasileiros estão presenciando cada vez mais a desertificação, desmatamento e aumento do desequilíbrio do ecossistema. Além disso, destacam-se as queimadas, sobretudo no Pantanal e na Amazônia, as quais foram reportadas inúmeras vezes na mídia no ano de 2020 concomitante com a pandemia do novo Coronavírus. A degradação ambiental provoca não só danos diretos à natureza, mas também promove o desequilíbrio ecológico que, por vezes, só é percebido à longo prazo, principalmente em relação a extinção de espécies animais e vegetais e até mesmo a saúde humana (Carmo, 2020; Ponte *et al.*, 2021).

De acordo com Chris D. Thomas, professor de biologia da conservação na Universidade de York, Reino Unido, “A perseguição deliberada ao novo - apenas porque é novo - não é mais sustentável em um mundo de rápidas mudanças globais”, dessa forma, os esforços atuais de conservação ainda são insatisfatórios e insuficientes para compensar as perdas extremas de biodiversidade. Há, portanto, urgência de sustentabilidade ambiental em meio a exploração de recursos naturais.

7. Referências

1. Acevedo-Whitehouse, K., & Duffus, A. L. (2009). Effects of environmental change on wildlife health. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1534), 3429-3438.

2. Aguirrea, A. A., & Taborb, G. M. (2008). Global factors driving emerging infectious diseases. **virus**, 1, 7.
3. Alho, C. J. (2012). Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica. **Estudos avançados**, 26, 151-166.
4. Alves, J. E. D. (2018). Demografia ecológica: população e desenvolvimento numa perspectiva ecocêntrica. **Rev. Esp**, 7(1), 36-45.
5. Alves, A. R., de Medeiros, A. N., de Andrade, A. P., Frighetto, R. T. S., & Silva, M. J. S. (2018). A caatinga e a oportunidade de mitigação das emissões de gases de efeito estufa pela atividade pastoril. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, 11(2), 639-661.
6. ALVES, J., & Sustentabilidade, A. (2014). Global e o Decrescimento Demo-Econômico/Sustainability, Global Warming and the Demo-Economic Degrowth. **Revista Espinhaço (UFVJM)**, 3(1), 4-16.
7. Andriolo, A., Prezoto, F., & Barbosa, B. C. **Impactos Antrópicos: Biodiversidade Aquática & Terrestre**.
8. Araújo, J. E., Ferreira, R. L., & de Carvalho, R. C. R. (2018). A questão ambiental no Brasil: políticas públicas e estratégias. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**, 13(7).
9. Araújo, F. M. (2015). **Mapeamento de áreas queimadas no bioma Cerrado: proposições para o monitoramento e conservação**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil.
10. Barnosky, A. D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G. O., Swartz, B., Quental, T. B., ... & Ferrer, E. A. (2011). Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?. **Nature**, 471(7336), 51-57.
11. Beerling, D. J., & Royer, D. L. (2011). Earth's atmospheric CO2 history by proxy. **Nature Geoscience**, 4, 418-420.
12. Bello, C., Galetti, M., Pizo, M. A., Magnago, L. F. S., Rocha, M. F., Lima, R. A., ... & Jordano, P. (2015). Defaunation affects carbon storage in tropical forests. **Science advances**, 1(11), e1501105.
13. Bland, L., & Collen, B. (2016). Species loss: lack of data leaves a gap. **Nature**, 537(7621), 488-488.
14. Bland, L. M., Collen, B. E. N., Orme, C. D. L., & Bielby, J. O. N. (2015). Predicting the conservation status of data - deficient species. **Conservation Biology**, 29(1), 250-259.
15. Bose, B. K. (2010). Global warming: Energy, environmental pollution, and the impact of power electronics. **IEEE Industrial Electronics Magazine**, 4(1), 6-17.
16. BRASÍLIA. "Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências." Diário

- Oficial da União, 20 set. 2020. Seção I, p. 16509. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.html>
17. Broadgate, W., Riebesell, U., Armstrong, C., Brewer, P., Denman, K., Feely, R., ... & Valdes, L. (2013). **Ocean acidification: summary for policymakers.**
 18. Saito, C. H. (2006). Educação Ambiental. **Probio**, 1 - 136.
 19. CARMO, L. F. (2021). ATUAÇÃO DO ESTADO NO COMBATE AO DESMATAMENTO E AS QUEIMADAS DURANTE A PANDEMIA. **Percurso**, 6(37), 274-252.
 20. Conrado, D., Munhoz, D. E. A., dos Santos, M. C., & de Mello, R. F. L. (2000). Vulnerabilidades às mudanças climáticas. **SANQUETTA**, CR, 80-92.
 21. COORDENAÇÃO-GERAL DE OBSERVAÇÃO DA TERRA INPE, “INPE registra 6.947 km² de desmatamento na Amazônia em 2017” **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/noticias-obt-inpe/inpe-registra-6-947-km2-de-desmatamento-na-amazonia-em-2017>>. Acesso em: 20 out. 2020.
 22. CORNELIUS, S. The Impact of Climate Change on Species. **World Wildlife Fund UK**, 2015. Disponível em: <http://wwf.panda.org> Acesso em: 20 out. 2020.
 23. Cosme, N., & Hauschild, M. Z. (2017). Characterization of waterborne nitrogen emissions for marine eutrophication modelling in life cycle impact assessment at the damage level and global scale. **The international journal of life cycle assessment**, 22(10), 1558-1570.
 24. Cosme, N., & Hauschild, M. Z. (2016). Effect factors for marine eutrophication in LCIA based on species sensitivity to hypoxia. **Ecological Indicators**, 69, 453-462.
 25. de Oliveira, M. J., Carneiro, C. D. R., Vecchia, F. A. S., & de Mello Baptista, G. M. (2019). Ciclos climáticos e causas naturais das mudanças do clima. **Terrae didática**, 13(3), 149-184.
 26. DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA APLICADA. “**Museu de Paleontologia e Estratigrafia “Prof. Dr. Paulo Milton Barbosa Landim”**”, Unesp – Rio Claro. Disponível em: <<https://www.rc.unesp.br/museupaleonto/apresenta.htm>>. Acesso em: 18 fevereiro, 2020.
 27. Fearnside, P. M. (2019). Represas hidroeléctricas en la Amazonia brasileña: impactos ambientales y sociales. **Revista de Estudios Brasileños**, 6(11), 123-138.
 28. Fearnside, P. M. (2019). Desmonte da legislação ambiental brasileira. **Mov. Socioambientais**, 317.
 29. Fischer-Kowalski, M., Krausmann, F., & Pallua, I. (2014). A sociometabolic reading of the Anthropocene: Modes of subsistence, population size and human impact on Earth. **The Anthropocene Review**, 1(1), 8-33.
 30. Fürsich, F. T., Custódio, M. A., Matos, S. A., Hethke, M., Quaglio, F., Warren, L. V., ... & Simões, M. G. (2019). Analysis of a Cretaceous (late Aptian) high-stress ecosystem: The Romualdo

- Formation of the Araripe Basin, northeastern Brazil. **Cretaceous Research**, 95, 268-296.
31. Galloway, J. N., Dentener, F. J., Capone, D. G., Boyer, E. W., Howarth, R. W., Seitzinger, S. P., ... & Vöosmarty, C. J. (2004). Nitrogen cycles: past, present, and future. **Biogeochemistry**, 70(2), 153-226.
32. Glikson, A. (2013). Fire and human evolution: The deep-time blueprints of the Anthropocene. **Anthropocene**, 3, 89-92.
33. GREENPEACE. “**Cronologia da destruição anunciada**”. Disponível em: <<https://www.greenpeace.org/brasil/blog/cronologia-da-destruicao-anunciada>>. Acesso em: 21 de outubro, 2020.
34. Hellman, J. (2014). **The Fifth Crime Under International Criminal Law: Ecocide?**. In *Regulating corporate criminal liability* (pp. 273-280). Springer, Cham.
35. Hoffmann, M., Hilton-Taylor, C., Angulo, A., Böhm, M., Brooks, T. M., Butchart, S. H., ... & Veloso, A. (2010). The impact of conservation on the status of the world's vertebrates. **Science**, 330(6010), 1503-1509.
36. INSTITUTO HUMANITAS UNISINOS, “**Ecocídio no Antropoceno: 60% dos animais silvestres foram extintos em 44 anos.**”. Disponível em: < <http://www.ihu.unisinos.br/188-noticias/noticias-2018/584390-ecocidio-no-antropoceno-60-dos-animais-silvestres-foram-extintos-em-44-anos> >. Acesso em: 10 Feb 2020.
37. INPE. “**SOS Mata Atlântica e INPE lançam novos dados do Atlas do bioma**”. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5115> . Acesso em: 30 nov. 2021.
38. INPE. “**A taxa consolidada de desmatamento por corte raso para os nove estados da Amazônia Legal (AC, AM, AP, MA, MT, PA, RO, RR e TO) em 2019 é de 10.129 km².**”, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5465>. Acesso em: 12 out. 2020.
39. INPE. “**Queimadas.**” Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/situacao-atual/>>. Acesso em: 29 nov. 2021
40. INPE. “**Nota técnica – A área de vegetação nativa suprimida no Bioma Cerrado no ano de 2020 foi de 7.340 km².**” Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5643>. Acesso em: 29 nov. 2021.
41. INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL, “**Unidades de Conservação na Amazônia Brasileira: Ameaças e Pressões 2015**”. Disponível em: <<https://www.socioambiental.org/pt-br/mapas/unidades-de-conservacao-na-amazonia-brasileira-pressoes-e-ameacas-2015>>. Acesso em: 9 nov. 2020.
42. Jianhua, J., Wenbo, L., Bosun, W., & Shaolin, P. (2003). Global change in Cenozoic and evolution of flora in China. **Guangxi Zhiwu**, 23(3), 217-225.
-

43. Joly, C. A., Haddad, C. F., Verdade, L. M., Oliveira, M. C. D., Bolzani, V. D. S., & Berlinck, R. G. (2011). Diagnóstico da pesquisa em biodiversidade no Brasil. **Revista Usp**, (89), 114-133.
44. Keesing, F., Belden, L. K., Daszak, P., Dobson, A., Harvell, C. D., Holt, R. D., ... & Ostfeld, R. S. (2010). Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. **Nature**, 468(7324), 647-652.
45. Kindel, A., Barbosa, P. M. S., Pérez, D. V., & Garay, I. (1999). Efeito do extrativismo seletivo de espécies arbóreas da Floresta Atlântica de Tabuleiros na matéria orgânica e outros atributos do solo. **Revista brasileira de ciência do solo**, 23, 465-474.
46. Kutzbach, J. E., Ruddiman, W. F., Vavrus, S. J., & Philippon, G. (2010). Climate model simulation of anthropogenic influence on greenhouse-induced climate change (early agriculture to modern): the role of ocean feedbacks. **Climatic Change**, 99(3), 351-381.
47. Leon, L. L., Bertolucci, J. B., de Souza, A. S., de Goes, A. Q., Balthazar-Silva, D., & Rocha-Lima, A. B. C. (2020). Poluição dos ecossistemas marinhos brasileiros: uma breve revisão sobre as principais fontes de impacto e a importância do monitoramento ambiental. **Unisanta BioScience**, 9(3), 166-173.
48. Machado, R. B., M. B. Ramos Neto, P. G. P. Pereira, E. F. Caldas, D.A. Gonçalves, N. S. Santos, K. Tabor e M. Steininger (2004). Estimativa de perda da área do Cerrado brasileiro. **Conservação Internacional, Brasil**. Brasília, DF.
49. MMA, “**Clima: proteção da camada de ozônio, convenção de Viena e protocolo de montreal.**” Ministério do Meio Ambiente (MMA). Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/clima/protacao-da-ca-mada-de-ozonio/convencao-de-viena-e-protocolo-de-montreal>>. Acesso em: 27, Fev, 2020.
50. Mapbiomas, Brasil (2020). **Mapeamento anual da cobertura e uso da terra no Brasil (1985-2020)**. Coleção 6. Disponível em: <https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Fact_Sheet_CAATINGA_06102010_OKalta.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2021.
51. Mapbiomas, Brasil (2020). **Mapeamento anual da cobertura e uso da terra no Brasil (1985-2020). Destaque pampas**, Coleção 6. Disponível em: <https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Fact_Sheet_3.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2021.
52. Margulis, S. (2003). Causas do desmatamento da Amazônia brasileira. **Banco mundial, Brasil**.
53. Marques, P. L. P., Lamboglia, C. M. G. F., de Freitas, K. M., Gois, F. M. D., & de Lima Saintrain, M. V. DA PRÉ-HISTÓRIA À IDADE “MÍDIA”: A EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA NO DESENVOLVIMENTO DA HUMANIDADE. **TECNOLOGIAS EM SAÚDE**, 24.
54. Matricardi, E. A. T., Leal, F. A., & de Matos, N. M. Análise espacialmente explícita dos incêndios florestais no Bioma Pantanal. **Editores Atena**, 1-13.
55. Maria das Vitórias, M., Hoelzemann, J. J., de Sousa Neto, E. R., Aguiar, A. P. D., & Marcia, R.

- (2015). Emissões de CO₂ provenientes do uso e mudanças no uso da terra no bioma caatinga no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 8(01), 144-155.
56. Matos, Nickolas Mendes de. (2014). Incêndios florestais no bioma pantanal: dinâmica espacial e temporal entre 2003 e 2013. 107 f., il. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) — Universidade de Brasília, Brasília.
57. Newbold, T., Hudson, L. N., Hill, S. L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R. A., ... & Purvis, A. (2015). Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. **Nature**, 520(7545), 45-50.
58. Osuri, A. M., Ratnam, J., Varma, V., Alvarez-Loayza, P., Astaiza, J. H., Bradford, M., ... & Sankaran, M. (2016). Contrasting effects of defaunation on aboveground carbon storage across the global tropics. **Nature communications**, 7(1), 1-7.
59. Pereira, G., da Silva Cardozo, F., Moraes, e. C., Shimabukuro, Y. E., & de Freitas, s. R. (2009). Estimativa da emissão de gases do efeito estufa para o Bioma Pantanal. **Geografia**, 34, 655-665.
60. Pereira, H. M., Leadley, P. W., Proença, V., Alkemade, R., Scharlemann, J. P., Fernandez-Manjarrés, J. F., ... & Walpole, M. (2010). Scenarios for global biodiversity in the 21st century. **Science**, 330(6010), 1496-1501.
61. Ponte, L. H., Nogaroto, L. S., & Pardo Filho, M. (2021). AS QUEIMADAS DOS BIOMAS BRASILEIROS FRENTE AS DIVERGÊNCIAS POLÍTICAS E AGROPECUÁRIAS. **Revista Juris UniToledo**, 6(02).
62. Pott, C. M., & Estrela, C. C. (2017). Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estudos avançados**, 31, 271-283.
63. Renne, P. R., Deino, A. L., Hilgen, F. J., Kuiper, K. F., Mark, D. F., Mitchell, W. S., ... & Smit, J. (2013). Time scales of critical events around the Cretaceous-Paleogene boundary. **Science**, 339(6120), 684-687.
64. Ribeiro, K. (2017). **Mudança no uso do solo e emissões de gases de efeito estufa (GEE) em diferentes coberturas vegetais na caatinga brasileira**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, São Paulo, Brasil.
65. Ribeiro, L. G. G., & Calhau, L. B. (2020). CRIMINOLOGIA VERDE, ABUSO ANIMAL E TRÁFICO NO BRASIL: REGULAÇÃO PENAL DEFICIENTE NA PROTEÇÃO EFETIVA DO MEIO AMBIENTE. **Revista de Direito Penal, Processo Penal e Constituição**, 6(2), 01-16.
66. Rivero, S., Almeida, O., Ávila, S., & Oliveira, W. (2009). Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova economia**, 19, 41-66.
67. Salto C. H. (2006). **PROBIO: Educação ambiental**. Brasília, Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília/MMA, 136 p.
68. Silva, L. M. B. D., Silva, J. P. D., & Borges, M. A. D. L. (2019). Do global ao contexto nacional:

- evolução da política ambiental brasileira. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, 6(14), 593-608.
69. SOS Mata Atlântica (2021). **Desmatamento da mata atlântica crescem em dez estados**. Disponível em: < <https://www.sosma.org.br/noticias/desmatamento-da-mata-atlantica-cresce-em-dez-estados/>>. Acesso em: 01 dez. 2021.
70. Thomas, C. D. (2013). The Anthropocene could raise biological diversity. **Nature News**, 502(7469), 7.
71. Thomáz, A. M., & Carrera, F (2010). **Desmatamento: causas, consequências e soluções sustentáveis**. Dissertação de especialização, Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, Brasil.
72. Torres, J., Almeida, A., & Vasconcelos, C. (2010). Catastrofismo ou gradualismo?–Concepções de alunos sobre causas das extinções em massa e perda de biodiversidade no Holocénico. In **GEOTIC–Sociedade Geológica de Portugal VIII Congresso Nacional de Geologia**, Vol. 15, No. 28.
73. Tremori, T. M. (2018). Identificação criminal de espécies da fauna silvestre por DNA mitocondrial.
74. Van Dyck, H. (2012). Changing organisms in rapidly changing anthropogenic landscapes: the significance of the ‘ Umwelt ’ - concept and functional habitat for animal conservation. **Evolutionary Applications**, 5(2), 144-153.
75. Vieira, I. C. G., Silva, J. M. C. D., & Toledo, P. M. D. (2005). Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. **Estudos Avançados**, 19, 153-164.
76. Villavicencio, N. A., Lindsey, E. L., Martin, F. M., Borrero, L. A., Moreno, P. I., Marshall, C. R., & Barnosky, A. D. (2016). Combination of humans, climate, and vegetation change triggered Late Quaternary megafauna extinction in the Última Esperanza region, southern Patagonia, Chile. **Ecography**, 39(2), 125-140.
77. Wada, Y., Flörke, M., Hanasaki, N., Eisner, S., Fischer, G., Tramberend, S., ... & Wiberg, D. (2016). Modeling global water use for the 21st century: The Water Futures and Solutions (WFaS) initiative and its approaches. **Geoscientific Model Development**, 9(1), 175-222.
78. Wang, B., Wei, Q., Chen, J., & Xie, L. (2012). Annual cycle of hypoxia off the Changjiang (Yangtze River) Estuary. **Marine environmental research**, 77, 1-5.
79. Warren, R., Price, J., VanDerWal, J., Cornelius, S., & Sohl, H. (2018). The implications of the United Nations Paris Agreement on climate change for globally significant biodiversity areas. **Climatic change**, 147(3), 395-409.
80. Waters, C. N., Zalasiewicz, J., Summerhayes, C., Barnosky, A. D., Poirier, C., Gałuszka, A., ... & Wolfe, A. P. (2016). The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. **Science**, 351(6269).
81. Welter, C. I. (2015). **Impacto das atividades agropecuárias na biodiversidade no bioma Pampa**. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, Brasil.
-

82. White, R. (2017). Criminological perspectives on climate change, violence and ecocide. *Current Climate Change Reports*, 3(4), 243-251.
83. World Health Organization. (1996). The World health report 1996: fighting disease, fostering development: executive summary (No. WHO/WHR/96.1). **World Health Organization**.
84. WORLD WILDLIFE FUND. “Impact of Climate Change on Species”, **World Wildlife Fund (WWF)**, November, 2015.
85. Young, C. E. F. (2012). Desmatamento e desemprego rural na Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**, 13(2), 75-88.