

IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NAS FLORESTAS TROPICAIS

IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS BOSQUES TROPICALES *IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON TROPICAL FORESTS*

Beatriz Rodrigues Bagnolin Muniz¹; Jordana dos Anjos Xavier²; Maria Raquel Kanieski³; Claudia Guimarães Camargo Campos⁴; Jairo Afonso Henkes⁵.

1. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência do solo da Universidade do Estado de Santa Catarina
2. Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Santa Catarina
3. Professora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade do Estado de Santa Catarina
4. Professora do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Santa Catarina
5. Professor da Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL

RESUMO

As alterações nas propriedades do clima caracterizam as mudanças climáticas, que vem se manifestando de diferentes formas ao longo dos anos. Os impactos das mudanças climáticas são observados na agricultura, na silvicultura, na vida marinha, nos ecossistemas, nos recursos hídricos e, também na vida humana. Os biomas florestais são os que mais sofrem os efeitos das mudanças climáticas devido sua grande diversidade de espécies, assim tornam-se mais vulneráveis. Com isso, o presente estudo objetivou caracterizar o bioma florestal tropical e identificar os impactos sofridos ao longo do tempo nesse bioma em decorrência das mudanças climáticas. As florestas tropicais apresentam-se em todos os continentes, porém o continente Sul-Americano possui mais da metade das florestas tropicais do mundo. Contudo, o desmatamento realizado nas florestas tropicais, a partir do processo da queima, é um dos principais responsáveis pelas mudanças climáticas. As emissões de gases de efeito estufa provenientes das queimadas excedem a escala local e afetam regionalmente a composição das propriedades químicas da atmosfera e, em escala global, alteram o balanço radioativo da atmosfera, reduzindo a quantidade de radiação absorvida pela superfície terrestre. As modificações ocasionadas nos ecossistemas presentes na floresta tropical afetam também a economia regional, pois há comunidades que dependem de recursos fornecidos pelas florestas. Dessa forma, observou-se que as mudanças climáticas trazem consequências de âmbito ambiental, social e econômico. E embora a grande relevância desse bioma, há pouco conhecimento a respeito, abrindo inúmeras lacunas a respeito da dinâmica florestal tropical.

PALAVRAS-CHAVE

Mudanças climáticas; Floresta tropical; Impactos; Desmatamento.

RESUMEN

Los cambios en las propiedades climáticas caracterizan el cambio climático, que se ha manifestado de diferentes formas a lo largo de los años. Los impactos del cambio climático se observan en la agricultura, la silvicultura, la vida marina, los ecosistemas, los recursos hídricos y también en la vida humana. Los biomas forestales son los que más sufren los efectos del cambio climático debido a su gran diversidad de especies, volviéndose más vulnerables. Así, el presente estudio tuvo como objetivo caracterizar el bioma del bosque tropical e identificar los impactos sufridos en el tiempo en este bioma como consecuencia del cambio climático. Los bosques tropicales se encuentran en todos los continentes, pero el continente sudamericano tiene más de la mitad de los bosques tropicales del mundo. Sin embargo, la deforestación que se lleva a cabo en los bosques tropicales, a partir del proceso de quema, es una de las principales responsables del cambio climático. Las emisiones de gases de efecto invernadero de los incendios superan la escala local y regionalmente afectan la composición de las propiedades químicas de la atmósfera y, a escala global, alteran el balance radiactivo de la atmósfera, reduciendo la cantidad de radiación absorbida por la superficie terrestre. Los cambios ocasionados en los ecosistemas presentes en el bosque tropical también afectan la economía regional, ya que existen comunidades que dependen de los recursos que brindan los bosques. Así, se observó que el cambio climático trae consecuencias ambientales, sociales y económicas. Y a pesar de la gran relevancia de este bioma, existe poco conocimiento al respecto, abriendo numerosos vacíos en cuanto a la dinámica de los bosques tropicales.

PALABRAS CLAVE

Cambios climáticos; Bosque tropical; Impactos; Deforestación.

ABSTRACT

Changes in climate properties characterize climate change, which has manifested itself in different ways over the years. The impacts of climate change are observed in agriculture, forestry, marine life, ecosystems, water resources and also human life. Forest biomes are the ones that suffer the most from the effects of climate change due to their great diversity of species, thus becoming more vulnerable. Thus, the present study aimed to characterize the tropical forest biome and identify the impacts suffered over time in this biome as a result of climate change. Tropical forests are found on all continents, but the South American continent has more than half of the world's tropical forests. However, deforestation carried out in tropical forests, from the burning process, is one of the main responsible for climate change. Greenhouse gas emissions from fires exceed the local scale and regionally affect the composition of the chemical properties of the atmosphere and, on a global scale, alter the radioactive balance of the atmosphere, reducing the amount of radiation absorbed by the Earth's surface. The changes caused in the ecosystems present in the tropical forest also affect the regional economy, as there are communities that depend on resources provided by the forests. Thus, it was observed that climate change brings environmental, social and economic consequences. And despite the great relevance of this biome, there is little knowledge about it, opening numerous gaps regarding the tropical forest dynamics.

KEY WORDS

Climatic changes; tropical forest; Impacts; Logging.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas configuram alterações nas propriedades do clima que persistem durante um longo período de tempo, conforme estabelecido pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) (STOCKER et al., 2013). Essas alterações têm se manifestado de diferentes formas, desde a Revolução Industrial, pois as temperaturas médias do planeta aumentaram a partir dos últimos anos do século XX. O aquecimento global é o principal efeito causado pelas mudanças climáticas, seguido do aumento e intensidade de eventos climáticos extremos, alteração no regime de chuvas, perturbações nas correntes marinhas, retração de geleiras e a elevação do nível do mar (NAE, 2005).

Os efeitos diretos causados pelas mudanças climáticas incluem impactos na agricultura, na silvicultura, na vida marinha, nos ecossistemas, nos recursos hídricos e até mesmo na mortalidade humana. Já indiretamente, pode-se citar como impactos das mudanças climáticas os baixos níveis de desenvolvimento econômico, a perda de biodiversidade em larga escala e os conflitos gerados entre países, ou até mesmo dentro de um único país (CAI et al., 2020).

No entanto, de acordo com Aleixo et al. (2010), as mudanças climáticas são o segundo fator responsável pela perda de biodiversidade, principalmente nos biomas florestais, pois, devido suas condições, possuem maior diversidade de seres vivos. Dessa forma, as florestas tropicais apresentam um papel importante na manutenção do clima regional e global, e têm influência na emissão e retenção de gases, na evapotranspiração, no fornecimento de vapor d'água, dentre outros fatores (CARNEIRO et al., 2013).

As alterações provocadas pelas mudanças climáticas nas florestas tropicais ameaçam não só a biodiversidade, mas também os povos dependentes dos recursos disponíveis na floresta para seu sustento e os serviços ambientais promovidos pela floresta em outros locais. Com isso, as florestas tropicais apresentam maior vulnerabilidade e causam preocupação no que diz respeito as mudanças climáticas, devido sua contribuição para o aquecimento global, pois a mortalidade da floresta conduz ao aumento do aquecimento por meio da liberação de gases do efeito estufa (FEARNSIDE, 2008).

Diante do exposto, pesquisas voltadas para o efeito do clima e as condições meteorológicas extremas sobre a biota não são recentes, visto que na década de 90 inúmeros estudos abordaram a influência do clima sobre a biota, apesar de a comunidade científica resistir em aceitar as alterações sobre a biodiversidade, oriundas das mudanças climáticas (PARMESAN, 2006). Contudo, durante

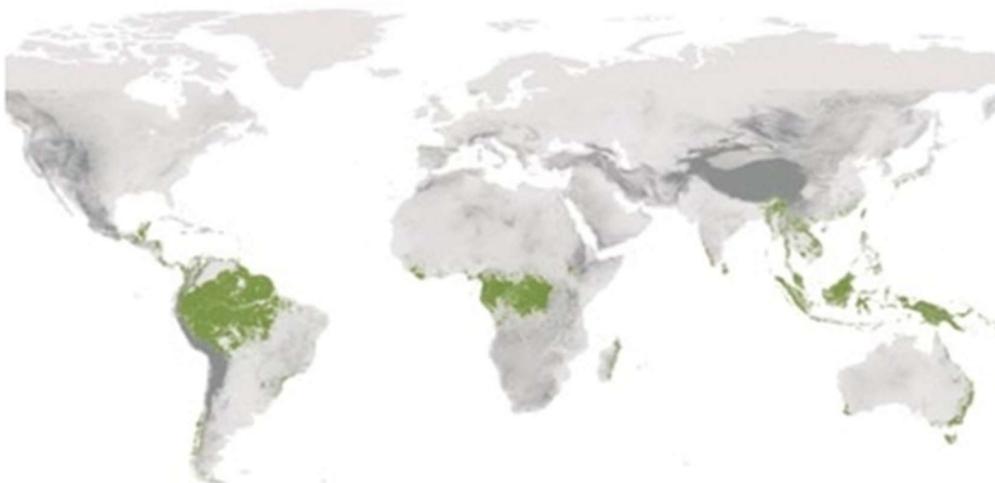
esse período outros impactos ganharam destaque, além de estudos demonstrarem resultados dos efeitos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade (SIQUEIRA; PADIAL; BINI, 2010).

Nesse sentido, o presente trabalho apresenta como objetivo caracterizar o bioma florestal tropical e identificar os impactos sofridos ao longo do tempo nesses biomas em decorrência das mudanças climáticas.

2 CARACTERIZAÇÃO DAS FLORESTAS TROPICAIS

As florestas tropicais ocorrem principalmente entre os trópicos de câncer e capricórnio e em todos os continentes (MORAN, 2017), dividem-se predominantemente em três regiões do mundo: América do Sul, África Ocidental (Bacia do Congo) e sudeste Asiático (VERÍSSIMO; PEREIRA, 2014), conforme Figura 1. Dentre os continentes, o continente Sul Americano é o detentor de mais da metade das florestas tropicais do planeta sendo o Brasil o país que possui a maior área, a qual concentra-se predominantemente na Floresta Amazônica (LORETTO, 2012). Logo, a bacia Amazônica é detentora da maior extensão de florestas tropicais da Terra, com mais de 5 milhões de km², aproximadamente, 1/3 das espécies animais e vegetais do planeta (DANTAS, 2010). No geral, as florestas tropicais são o epicentro da biodiversidade global e estima-se que elas suportam 50% de todas as espécies descritas e uma porcentagem ainda maior de espécies não descritas (WRIGHT, 2010).

Figura 1 – Cobertura da Floresta Tropical Úmida, baseada no The Global Mapping Project (Land Cover Data). Cartografia por Paola Luna.



Fonte: Leal (2013).

A região tropical abrange cerca de 46% da superfície global, sendo que apenas 24% dessa área encontra-se emersas, conseqüentemente, como a zona tropical é predominantemente líquida o calor latente concentra-se nos oceanos em função do albedo, logo, o fluxo de calor latente é aproximadamente três vezes maior quando comparada aos mares de latitudes elevadas (CONTI, 2010). Outro fator importante no saldo de energia em floresta alta é a variação de energia armazenada no dossel (fluxos do calor sensível e latente) em função dos elevados volumes de ar e biomassa no dossel (DANTAS; SILVA; CHAGAS; COSTA, 2011). Conseqüentemente, as florestas tropicais possuem uma grande relevância nos ciclos hidrológicos globais, pois o processo de evapotranspiração das florestas tropicais contribui no regime de precipitação em latitudes mais elevadas (WRIGHT, 2010).

A grande quantidade de energia solar nas regiões tropicais propicia um clima com ausência de variação sazonal, com temperatura média constante, apresentando a mesma variação do dia para a noite e do inverno para o verão, distingue-se em estação seca e chuvosa, apresentando elevada precipitação média anual (LATRUBESSE; STEVAUX; SINHA, 2005; SICSU et al., 2011).

Essa concentração energética resulta na grande biodiversidade das florestas tropicais, sendo elas designadas por sua riqueza florística e intensidade de interações, no qual a ecologia florestal tem tentado compreender como tantas espécies são capazes de aparentemente coexistir no mesmo ambiente (SANTOS et al., 2011).

A composição do banco de sementes do solo em florestas tropicais é constituída principalmente por espécies pioneiras, as quais apresentam sementes com dormência e grande longevidade natural, permanecendo viáveis no solo por longo período (MOTTA; DAVIDE; FERREIRA, 2006).

O processo sucessional em florestas tropicais depende fundamentalmente da formação de clareiras, pois as mesmas são responsáveis pela a intensidade da luz que atinge o solo florestal, logo a intensidade da penetração de luz ao solo varia e, função de sua forma, tamanho e localização e a grande diversidade da floresta tropical é mantida de acordo com a adaptação das espécies a esse gradiente de luminosidade (MACIEL et al., 2002).

A elevada diversidade da flora nas florestas tropicais proporciona à serrapilheira uma composição diversificada e um ciclo de nutriente mais estável estabelecendo, conseqüentemente, uma comunidade de decompositores diversificada e de grande dinâmica (SANCHES et al., 2009). As várias fisionomias de vegetação possuem seus próprios ciclos biogeoquímicos, os quais diferenciam-se devido as peculiaridades relacionadas à composição florística, estrutura e disponibilidade de

nutrientes no solo e disponibilidade hídrica (ARTAXO et al., 2014). Mas no geral, a ciclagem dos nutrientes incorporados na matéria orgânica que se deposita sobre o solo ocorre de forma acelerada, em virtude das constantes temperaturas elevadas e por fatores biológicos, como a atividade dos organismos que vivem na superfície do solo (VENDRAMI et al., 2012).

Na floresta tropical existe uma estratificação vertical devido aos diferentes microclimas que são provenientes pela variação dos elementos meteorológicos, como temperatura, umidade relativa, intensidade de luz, movimento de ar, entre outros, os quais fazem com que as condições climáticas na copa se distingam ao nível do solo, formando diferentes habitats, com composição física e química diferenciada (DIAS-LIMA et al., 2002). A floresta auxilia na proteção do microclima das condições climáticas variáveis externas da floresta, dessa forma, a fragmentação desses ambientes juntamente com os efeitos de borda permite a exposição da vegetação a condições microclimáticas externas, diminuindo a capacidade da floresta neutralizar a variação climática (EWERS; BANKS-LEITE, 2013).

3 DEGRADAÇÃO DAS FLORESTAS TROPICAIS

O desmatamento da floresta tropical é uma das principais causas das mudanças climáticas (GOMES et al., 2015). O uso agrícola nas florestas tropicais é apontado como um fator desencadeador do crescimento do mercado global e o principal responsável pelo desmatamento (DEFRIES; ROSENZWEIG, 2010; RUDEL et al., 2009).

Entre os anos de 1996 e 2005, o Brasil foi líder no desmatamento da floresta tropical, converteu cerca 19.500 km² de floresta nativa em áreas de pastagem ou agrícola (NEPSTAD et al., 2009). O Brasil também é o maior produtor e consumidor de produtos de madeira oriundos da floresta tropical, sendo assim, a indústria florestal é um importante componente da economia do país, e em particular da Amazônia (BANERJEE; AVALAPALATI, 2009).

Um dos maiores debates levantados atualmente a respeito da conservação da floresta tropical está relacionado a necessidade de uma maior produção agrícola, visto que esse bioma contém maior parte das terras capazes de serem convertidas em áreas agrícolas do mundo (DEFRIES; ROSENZWEIG, 2010; NEPSTAD et al., 2009). Estudos apontam que, além de possuir terras favoráveis, as florestas tropicais tiveram o desmatamento desencadeado por incentivos econômicos, justificando a expansão da agricultura sobre as florestas. Entretanto, há estudos que discordam sobre a força relativa desse incentivo (GEIST; LAMBIN, 2002).

Contudo, alterações no uso do solo das florestas tropicais, dado pelo intenso processo de ocupação humana, principalmente na região amazônica, têm sido responsáveis pela emissão significativa de gases poluentes e partículas de aerossóis, pois essas alterações contêm o processo de queima, tanto em áreas de pastagem, quanto de floresta primária (ARTAXO et al., 2005). A queimada é caracterizada pelo processo de queima de biomassa, a qual pode ocorrer de forma natural ou antropogênica (FREITAS et al., 2005). Assim, países em desenvolvimento localizados na região dos trópicos são responsáveis por maior parte das queimadas do mundo, que correspondem a cerca de 87% das emissões globais (ANDRAE, 1991).

4 IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NAS FLORESTAS TROPICAIS

Se o aumento das emissões dos gases de efeito estufa seguirem o cenário de business, mais habitual, os modelos climáticos indicam que ao final do século haverá um acréscimo na média de temperatura do ar na faixa de 4 a 6 °C em partes do país principalmente na Amazônia (NOBRE, 2001). Se a intensificação do efeito estufa não for atenuada propiciará condições de maior configuração de El Niño no Oceano Pacífico, o que acarretará em redução da precipitação e elevação da temperatura média do ar na Amazônia (SANTOS, 2010).

Como a temperatura do ar e precipitação são essenciais para o estabelecimento, crescimento e reprodução de espécies de plantas e animais, com a modificação desses elementos meteorológicos, a mudança climática possui condições de modificar tanto a distribuição da fauna e da flora juntamente com a dinâmica dos ecossistemas terrestres e aquáticos (BUSTAMANTE; NARDOTO; PINTO, 2010).

O processo de degelo da cordilheira dos Andes vem se acelerando nas últimas décadas e conseqüentemente faz com que haja mudanças no tempo de retorno dos eventos extremos, cheia e seca na região mais próxima das geleiras. Como as nascentes que dão origem a grandes cursos da água, Ucayale, Marañon, Solimões, Amazonas, Juruá, Purus e o Madeira, situam-se nos Andes, as alterações sofridas nessa região serão transferidas para disponibilidade hídrica na bacia amazônica (ASSAYAG, 2015).

Em projeções realizadas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), espera-se um aumento na ocorrência de eventos extremos de seca, na Amazônia, em virtude da elevação da temperatura média do ar, no verão, e menor precipitação (KRUG, 2008). Nesse cenário, todo bioma acaba sendo impactado pois a vida nesse ambiente é altamente dependente da variação entre cheia e vazante (BORMA; NOBRE, 2013).

As espécies das florestas tropicais estão entre as mais sensíveis às mudanças dos padrões climáticos (EWERS; BANKS-LEITE, 2013). As mudanças na dinâmica da floresta iniciam-se na inibição do crescimento da vegetação, mortalidade das árvores, queimadas, seleção de espécies resistentes, alterações na composição vegetal e competição entre as espécies (VIEIRA, 2011). Isso resulta em uma considerável perda na porção da biomassa viva do bioma, a qual passa a ser transferida para a atmosfera ou lixiviada pela chuva (CHAZDON, 2016).

Conforme demonstrado em um estudo realizado em uma floresta tropical localizada na Tailândia, o crescimento das espécies é significativamente correlacionado negativamente com as temperaturas máximas e mínimas e positivamente com os níveis de precipitação na estação seca (VLAM et al., 2013). Tem-se que a inibição do crescimento da vegetação é influenciada pela redução da fotossíntese, processo que necessita de níveis ideais de temperatura normalmente o máximo tolerável 35 °C (TKEMALADZE; MAKHASHVILI, 2016) e, embora as elevadas concentrações de dióxido de carbono tenda a aumentar as taxas de crescimento das plantas, sobressaem os efeitos do aumento do estresse causado pela redução da quantidade precipitada, cenário futuro não só das florestas tropicais, mas também de grande parte do planeta (COLEY, 1998).

O modelo Hadley prevê-se uma densa mortalidade da floresta amazônica até 2080, essa perda resultará em maiores emissões de gases de efeito estufa proveniente da mortalidade da floresta devido à modificações do clima que contribui ainda mais na emissão de gases de efeito estufa gerando ainda mais aquecimento e mais mortalidade (FEARNSIDE, 2014). Uma das formas da elevação na mortalidade de indivíduos de flora nesses ambientes é novamente decorrente da concretização dos novos padrões de clima, os quais fornecem condições de alta temperatura e baixo regime pluviométrico, favorecendo algumas espécies da entomofauna condições de atingir uma alta densidade populacional, provocando a morte e a decomposição de árvores e conseqüente ocasionado a liberação do carbono para a atmosfera, sucedendo o aumento de gases de efeito estufa (BETTIOL et al., 2017).

A elevação da temperatura média do ar juntamente com a redução da umidade do ar propicia condições ideais para ocorrência de incêndios naturais em virtude da disponibilidade de serapilheira, a qual atua como combustível, devido a umidade relativa na serapilheira aliada a uma fonte de ignição, nesse caso descargas elétricas (LAPOLA, 2007). As emissões resultantes desse processo apresentam efeitos importantes no equilíbrio climático e bioquímico do planeta, pois o monóxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e os óxidos de nitrogênio (NO_x) contribuem para a intensificação do efeito estufa. O CO₂ também pode ser incorporado novamente a vegetação durante a queimada, no entanto,

em cenários de desflorestamento a reincorporação pode não ocorrer, provocando a emissão líquida desse gás à atmosfera. Ainda, a oxidação do CO₂ na presença de radiação solar e altas concentrações de NO_x promovem a formação de ozônio (O₃), outro gás de efeito estufa. Dessa forma, as emissões oriundas das queimadas excedem a escala local e afetam regionalmente a composição e propriedades físicas e químicas da atmosfera e, em escala global, alteram o balanço radioativo da atmosfera, reduzindo a quantidade de radiação absorvida pela superfície terrestre (FREITAS et al. 2005).

Com relação ao beneficiamento de espécies mais resistentes, devido à elevada diversidade de espécies por unidade de área, as espécies das florestas tropicais possuem seus nichos estreitos, portanto as mudanças climáticas possuem potencial de eliminação de grande variedade de espécies gerando uma redução na diversidade biológica como consequência da sobrevivência de apenas algumas espécies mais resistentes (BAZZAZ, 1998). Nesse cenário a vegetação com maior capacidade de retenção de água ou mais eficazes em sua utilização terão maior resistência quanto à elevação de temperatura média do ar e a baixa precipitação, impossibilitando a toxidade do sal, por meio de modificações para se adequarem conforme sua resistência genética e/ou se adaptarem devido a tolerância à exposição anterior às mudanças climáticas globais, em função dos seguintes mecanismos de adaptação: redução da área foliar, deposição de ceras sobre a área foliar, recessão de folhas, maior crescimento de raízes, eficiência no uso da água e processos bioquímicos (GONDIM; CAVALCANTE; BELTRAO, 2010).

As mudanças climáticas também podem afetar indiretamente os recursos genéticos das plantas por meio de efeitos sobre a fenologia, nas fases do crescimento e desenvolvimento das plantas, abrangendo a parte vegetativa, como germinação, emergência, crescimento da parte aérea e das raízes, como a reprodutiva, constituída pelo florescimento, frutificação e maturação. Como efeito tem-se alterações nos sistemas de criação e interações planta-polinizador e dispersor de sementes de plantas, restringindo a diversidade genética e a produção reprodutiva, promovendo a redução das densidades populacionais e da diversidade genética (BAWA; DAYANANDAN, 1998; CÂMARA, 2006).

Apesar de ser esperado uma pequena elevação na temperatura e elevações nas concentrações de dióxido de carbono, algumas pesquisas baseadas em modelos apontam uma decomposição mais acelerada e um grande fluxo inicial de dióxido de carbono em solos tropicais úmidos (SILVER, 1998). Esse processo é proveniente da atividade microbiana respiração das raízes, decomposição dos resíduos vegetais e da oxidação da matéria orgânica do solo, que acabam sendo estimuladas em função do aquecimento (SILVA et al., 2014). Consequentemente, as condições mais secas e quentes do solo resultam em uma rotação mais rápida do carbono orgânico, diminuindo o armazenamento de

carbono orgânico no subsolo devido a transferência para a atmosfera (BUYTAERT; CUESTA-CAMACHO; TOBÓN, 2010).

Quando uma espécie acaba sendo exposta a uma perturbação, nesse caso climática, ela poderá se acostumar as mudanças no clima, se adaptar, pode mudar sua distribuição ou migrar, ou não desenvolver nenhum desses mecanismos e ser extinta (FEELEY; REHM; MACHOVINA, 2012). No geral, os ecossistemas migram ou se adaptam naturalmente a variações climáticas que ocorrem na escala de muitos séculos a milênios, porém os mesmos não são capazes de se adaptar as mudanças climáticas projetadas devido a escala de tempo elevadas, como as atuais a qual está sendo modificada em um período de décadas, dessa forma haverá um elevado declínio biológico (NOBRE; SAMPAIO; SALAZAR, 2008).

Consequentemente, é provável que nas próximas décadas se tenha uma mudança severa e irreversível em parte ou até mesmo em toda a Amazônia, sendo a floresta substituída por vegetação do tipo savana, levando a perda de biodiversidade em grande escala e causando impactos na economia dos povos da região, além de modificações no clima das regiões adjacentes (MARENGO et al, 2009). Considerando os resultados das projeções climáticas, alguns modelos indicam uma redução da distribuição das florestas tropicais úmidas principalmente do leste da Amazônia, América Central e em alguns locais da África, porém sugerem uma possível expansão em outras regiões, como por exemplo na Bacia do Congo (ZELAZOWSKI et al., 2011).

As avaliações e projeções das possíveis modificações nesses ecossistemas também são de extrema importância econômica, pois em muitas regiões as comunidades locais dependem substancialmente dos recursos naturais oriundos das florestas para sua sobrevivência (RAVINDRANATH; SUKUMAR, 1998). As modificações no clima afetam a capacidade do ecossistema fornecer bens e serviços essenciais para as comunidades, sendo as principais fontes de subsistência afetadas pelos impactos das mudanças climáticas a agricultura, recursos florestais e recursos hídricos (BOON, 2013).

5 CONCLUSÕES

Após a presente revisão de literatura constatou-se que apesar da grande relevância das florestas tropicais se tem pouco conhecimento da dinâmica desse bioma. A ausência de conhecimento faz com que se tenha inúmeras lacunas dos diversos processos de interações químicas, físicas e biológicas desses ambientes. Devido à ausência de

informações concisas se tem uma elevada dificuldade para estabelecer as variáveis de modelos voltados a projeções de impactos futuros para as florestas tropicais. Conseqüentemente, apesar da validação dos modelos, há muita controversa em termos de resultados esperados. Mesmo considerando uma interpretação precisa das variáveis que devem ser consideradas, é impossível prever o comprometimento humano com relação a medidas de mitigação dos impactos oriundos das atividades com potencial de degradação e poluição, atenuando ou intensificando os efeitos causados no clima global.

Ao analisar diversos cenários, observou-se que são esperadas conseqüências de âmbito ambiental, social e econômico, em função das mudanças climáticas. Portanto é imprescindível a elaboração de pesquisas com o objetivo de suprir as informações essenciais para o provimento dos modelos a fim de se ter um cenário projetado próximo com o cenário real e dessa forma elaborar planos com estratégias que visem eliminar, diminuir ou compensar tais conseqüências.

Agradecimentos

Agradecemos a FAPESC e CAPES, pelo fornecimento da bolsa de pesquisa proporcionadas durante o curso de Mestrado em Ciências Ambientais das autoras 1 e 2 respectivamente.

REFERÊNCIAS

ALEIXO, A. et al. Mudanças Climáticas e a Biodiversidade dos Biomas Brasileiros: Passado, Presente e Futuro. **Brazilian Journal of Nature Conservation**, v. 8, n. 2, p. 194-196, 2010. [10.4322/natcon.00802016](https://doi.org/10.4322/natcon.00802016)

ANDRAE, M. O. Biomass burning: Its history, use and distribution and its impact on environmental quality and global climate, in *Global Biomass Burning: Atmospheric, Climatic and Biospheric Implications*, editado por Levine, J. S. 599 p., p. 3-2, 1991.

ARTAXO, P. et al. Perspectivas de pesquisas na relação entre clima e o funcionamento da floresta Amazônica. **Ciência e Cultura**, v. 66, n. 3, p. 41-46, 2014. <http://dx.doi.org/10.21800/S0009-67252014000300014>

ARTAXO, P. et al. Química atmosférica na Amazônia: a floresta e as emissões de queimadas controlando a composição da floresta Amazônica. **Acta Amazônica**, v. 32, n. 2, p. 185-196, 2005. [10.1590/S0044-59672005000200008](https://doi.org/10.1590/S0044-59672005000200008)

ASSAYAG, E. S. Declínio das Geleiras da Bacia do Rio Amazonas. **Iwra**. p. 1-16, 2015.
[artigo_revisao \(iwra.org\)](http://artigo_revisao(iwra.org))

BANERJEE, O. ALAVALAPATI, J. A Computable General Equilibrium Analysis of Forest Concessions in Brazil. **Forest Policy and Economics**, v. 11, p. 244-252, 2009.
<https://doi.org/10.1016/j.forpol.2009.04.004>

BAWA, K. S.; DAYANANDAN, S. Global climate change and genetic resources of tropical forests. **Climatic Change**, v. 39, n. 2/3, p. 473-485, 1998.
<https://doi.org/10.1023/A:1005360223639>

BAZZAZ, F. A. Tropical Forests in a Future Climate: changes in biological diversity and impact on the global carbon cycle. **Potential Impacts of Climate Change on Tropical Forest Ecosystems**, p. 177-196, 1998. <http://dx.doi.org/10.1023/a:1005359605003>

BETTIOL, W. et al. **Aquecimento Global e Problemas Fitossanitários**. Brasília: Embrapa, 2017. 490 p.

BOON, E. Assessing Climate Change Impacts on Ecosystem Services and Livelihoods in Ghana: case study of communities around sui forest reserve. **Journal of Ecosystem & Ecography**. 2013.
<http://dx.doi.org/10.4172/2157-7625.s3-001>

BORMA, L. S.; NOBRE, C. A. **Seca na Amazônia: causas e consequências**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 367 p.

BUSTAMANTE, M. M. C.; NARDOTO, G. B. e PINTO, A. S. Mudanças climáticas e ecossistemas. In: Scientific American Brasil, Edição Especial v. 39, 78 – 82, 2010.
https://aprender.ead.unb.br/pluginfile.php/26179/mod_resource/content/1/Bustamante_et_al_2012_Mudanca_climatica_e_ecossistemas.pdf

CAI, M. et al. Patience and climate change mitigation: Global evidence. **Environmental Research**, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109552>

BUYTAERT, W.; CUESTA-CAMACHO, F.; TOBÓN, C. Potential impacts of climate change on the environmental services of humid tropical alpine regions. **Global Ecology And Biogeography**, v. 20, n. 1, p. 19-33, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00585.x>

CÂMARA, G. M. S. Fenologia é ferramenta auxiliar de técnicas de produção. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 5, p. 63-66, 2006. <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va05-planta-e-ambiente01.pdf>

CARNEIRO, R. G. et al. Estudo da temperatura do solo em dois biomas florestais nos períodos, chuvoso e seco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 4, p. 1009-1022, 2013. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v6i4.233092>

CHAZDON, R. L. Renascimento de Florestas: regeneração na era do desmatamento. São Paulo: **Oficina de Textos**, 2016. 59 p.

COLEY, P. D. Possible effects of climate change on interactions between plants and herbivores in humid tropical forests. **Climatic Change**, v. 39, n. 2/3, p. 455-472, 1998. <http://dx.doi.org/10.1023/a:1005307620024>

CONTI, J. B. Geografia e Tropicalidade. **Revista da Casa de Geografia de Sobral**, Sobral, v. 12, n. 1, p. 47-58, 2010. <file:///D:/Documents/Downloads/Dialnet-GeografiaETropicalidade-4850636.pdf>

DANTAS, V. A.; SILVA, V. P. R.; CHAGAS, G. F. B.; COSTA, A. C. L. Fluxos de calor no dossel vegetativo e infiltração de água no solo, em floresta tropical. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 12, p. 1266-1274, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011001200008>

DANTAS, V. A. FLUXOS DE CALOR SENSÍVEL E LATENTE ARMAZENADOS NO DOSSSEL VEGETATIVO E ANÁLISE DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO EM FLORESTA TROPICAL. 2010. 59 f. Tese (Doutorado) - Curso de Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n12/a08v15n12.pdf>

DEFRIES, R. S. ROSENZWEIG, C. Toward a whole-landscape approach for sustainable land use in the tropics. **PNAS**, v. 107, n. 46, p. 19627-19632, 2010. <https://doi.org/10.1073/pnas.1011163107>

DIAS-LIMA, A. et al. Estratificação vertical da fauna de flebotomos (Diptera, Psychodidae) numa floresta primária de terra firme da Amazônia Central, Estado do Amazonas, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**. v. 18, n. 3, p. 823-832, 2002. [https://doi.org/10.1590/S0102-311X\(02\)01800300026](https://doi.org/10.1590/S0102-311X(02)01800300026)

EWERS, R. M.; BANKS-LEITE, C. Fragmentation Impairs the Microclimate Buffering Effect of Tropical Forests. **Plos One**, v. 8, n. 3, p. 1-10, 2013. [10.1371/journal.pone.0058093](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0058093)

FEARNSIDE, P. M. As mudanças Climáticas Globais e a Floresta Amazônica. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), Manaus, 2008.
https://www.researchgate.net/profile/Philip_Fearnside/publication/228726345_As_mudancas_climaticas_globais_ea_floresta_amazonica/links/09e4150bd3fd8e6c22000000.pdf

FEELEY, K. J.; REHM, E. M.; MACHOVINA, B. Perspective: the responses of tropical forest species to global climate change. **Frontiers of Biogeography**, v. 4, n. 2, p. 69-84, 2012.
<https://doi.org/10.21425/F5FBG12621>

FREITAS, S. R. et al. Emissões de queimadas nos ecossistemas da América do Sul. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p. 167-185, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142005000100011>

GEIST, H. J. LAMBIN, E. F. Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation, **BioScience**, v. 52, n. 2, p. 143-150, 2002. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0143:PCAUDF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0143:PCAUDF]2.0.CO;2)

GOMES, J. B. et al. CONVERSÃO DE FLORESTAS TROPICAIS EM SISTEMAS PECUÁRIOS NA AMAZÔNIA: QUAIS AS IMPLICAÇÕES NO MICROCLIMA DA REGIÃO? **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 17, p. 67-81, 2015. <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v17i0.42879>

GONDIM, T. M. S.; CAVALCANTE, L. F.; BELTRAO, N. E. M. Aquecimento Global: Salinidade e consequências no comportamento vegetal. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 14, p. 37-54, 2010.
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/862856/1/RBOF143754.pdf>

KRUG, T. Impacto, vulnerabilidade e adaptação das florestas à mudança do clima. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 43-72, 2008.
http://200.130.27.16/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/332/326

LAPOLA, D. M. CONSEQUÊNCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS NOS BIOMAS DA AMÉRICA DO SUL: UM MODELO DE VEGETAÇÃO POTENCIAL INCLUINDO CICLO DE CARBONO. 2007. 186 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. <http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2007/04.25.18.15/doc/publicacao.pdf>

LATRUBESSE, E. M.; STEVAUX, J. C.; SINHA, R. Grandes sistemas fluviais tropicais: uma visão geral. **Revista Brasileira de Geomorfologia**: Revista Brasileira de Geomorfologia, Goiânia, v. 1, n. 1, p. 1-18, 2005. <https://doi.org/10.20502/rbg.v6i1.35>

LEAL, C. "Fronteiras Florestais." *RCC Perspectives*, n. 7, p. 51–58, 2013.
www.jstor.org/stable/26241150

LORETTO, D. ECOLOGIA DE PEQUENOS MAMÍFEROS ARBORÍCOLAS: ESTADO DO CONHECIMENTO, MÉTODOS DE AMOSTRAGEM E ESTUDO POPULACIONAL COM ENFASE NO BIOMA DA MATA ATLÂNTICA. 2012. 198 f. 2012. Tese (Doutorado) - Curso de Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
https://www.researchgate.net/profile/Diogo_Loretto/publication/235700476_Ecologia_de_pequenos_mamiferos_arboricolas_estado_do_conhecimento_metodos_de_amostragem_e_estudo_populacional_com_enfase_no_bioma_da_Mata_Atlantica/links/0912f512b9393a59c3000000/Ecologia-de-pequenos-mamiferos-arboricolas-estado-do-conhecimento-metodos-de-amostragem-e-estudo-populacional-com-enfase-no-bioma-da-Mata-Atlantica.pdf

MACIEL, N. M. et al. Efeito da radiação solar na dinâmica de uma floresta. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 101-114, 2002.
<https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/472/629>

MARENGO, J. et al. Global warming and climate change in Amazonia: climate-vegetation feedback and impacts on water resources. **Amazônia And Global Change**, p. 273-292, 2009.
[10.1029/2008GM000743](https://doi.org/10.1029/2008GM000743)

MORAN, E. F. **Meio Ambiente e Florestas**. 11. ed. Indiana: Senac, 2017, 224 p.

MOTTA, M. S.; DAVIDE, A. C.; FERREIRA, R. A. Longevidade de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam. - Sterculiaceae) no solo em condições naturais. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 7-14, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222006000200002>

NAE-NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REÚBLICA. n. 3, Brasília: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, Secretaria de Comunicação do Governo e Gestão Estratégica, 2005.

NEPSTAD, D. et al. The end of deforestation in the Brazilian Amazon. **Science**, v. 326, p. 1350-1351, 2009. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1182108>

NOBRE, C. A. Mudanças climáticas globais: possíveis impactos nos ecossistemas do país. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 6, n. 12, p. 239-258, 2001.
http://200.130.27.16/index.php/parcerias_estrategicas/about/contact

NOBRE, C. A.; SAMPAIO, G.; SALAZAR, L. Cenários de mudança climática para a América do Sul para o final do século 21. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 1, n. 27, p. 19-42, 2008.
http://200.130.27.16/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/328/322

PARMESAN, C. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. **Annual Review of Ecology Evolution and Systematics**, v. 37, p. 637-669, 2006.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100>

RAVINDRANATH, N. H.; SUKUMAR, R. Climate Change and Tropical Forests in India. **Potential Impacts of Climate Change on Tropical Forest Ecosystems**, p. 423-441, 1998.
http://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-2730-3_21

RUDEL, T. K. et al. Agricultural Intensification and changes in cultivated areas, 1970-2005. **PNAS**, v. 106, n. 49, p. 20675-20680, 2009. <https://doi.org/10.1073/pnas.0812540106>

SANCHES, L. et al. Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serrapilheira em floresta tropical de transição. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 2, p. 183-189, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662009000200012>

SANTOS, E. M. ESTUDO DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA REGIÃO DE MANAUS. 2010. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Clima e Ambiente, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
<https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/12603/1/Edilane%20Santos.pdf>

SANTOS, E.S. et al. **Relação da estrutura diamétrica das espécies acapú (vouacapoua americana aublet) e breu-branco (protium pallidum cuatrec) com diferentes alturas comerciais**. Embrapa, Amapá, p. 828-836, 2011.
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/916565/1/AP2011Relacaoestruturadiametricaacapu.pdf>

SICSU, P.; XIMENEZ, S.; EVANGELISTA, T. H. C. S.; KOFFLER, S. Relação entre repelência hídrica foliar e inclinação das folhas de plantas de sub-bosque. **Prática da Pesquisa em Ecologia da Mata Atlântica**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 1-5, 2011.
<http://www.ecologia.ib.usp.br/curso/2011/pdf/PO4-G5.pdf>

SILVA, E. F. et al. Emissão de CO₂ do solo associada à calagem em área de conversão de laranja para cana-de-açúcar. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 34, n. 5, p. 885-898, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162014000500008>

SILVER, W. L. The Potential Effects of Elevated CO₂ and Climate Change on Tropical Forest Soils and Biogeochemical Cycling. **Potential Impacts Of Climate Change On Tropical Forest Ecosystems**, p. 197-221, 1998. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-2730-3_8

SIQUEIRA, T. PADIAL, A. A. BINI, L. M. Mudanças climáticas e seus efeitos sobre a biodiversidade: um panorama sobre as atividades de pesquisa. **Megadiversidade**, v. 5, n. 1-2, p. 17-26, 2009. [\(PDF\) Mudanças climáticas e seus efeitos sobre a biodiversidade: um panorama sobre as atividades de pesquisa \(researchgate.net\)](#)

STOCKER, T. F. et al. Climate Change 2013 The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. **Cambridge University Press**, 2013. [AR5 Climate Change 2013: The Physical Science Basis — IPCC](#)

TKEMALADZE, G. S.; MAKHASHVILI, K. A. Climate changes and photosynthesis. *Annals of Agrarian Science*, v. 14, n. 2, p.119-126, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2016.05.012>

VENDRAMI, J. L. et al. Produção de serrapilheira e decomposição foliar em fragmentos florestais de diferentes fases sucessionais no Planalto Atlântico do estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 3, p. 136-143, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/s1676-06032012000300016>

VERÍSSIMO, A.; PEREIRA, D. Produção na Amazônia Florestal: características, desafios e oportunidades: características, desafios e oportunidades. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 19, n. 38, p. 13-44, 2014. http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/731/671

VIEIRA, L. C. S. DINÂMICA DA BIOMASSA DA FLORESTA AMAZÔNICA EM RESPOSTA A ESTRESSE HÍDRICO. 2011. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Meteorologia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. <https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/5255/texto%20completo.pdf?sequence=1>

VLAM, M. et al. Temperature and rainfall strongly drive temporal growth variation in Asian tropical forest trees. **Oecologia**, v. 174, n. 4, p. 1449-1461, 2013. <https://doi.org/10.1007/s00442-013-2846-x>

WERNECK, M. S. FRANCESCHINELLI, E. V. TAMEIRÃO-NETO, E. Mudanças na florística e estrutura de uma floresta decídua durante um período de quatro anos (1994-1998), na região do

Triângulo Mineiro, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 4, p. 401-413, 2000.

<https://doi.org/10.1590/S0100-84042000000400006>

WRIGHT, S. J. The future of tropical forests. **Annals of The New York Academy of Sciences**, v.

1195, n. 1, p. 1-27, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05455.x>

ZELAZOWSKI, P. et al. Changes in the potential distribution of humid tropical forests on a warmer planet. **Philosophical Transactions of The Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 369, n. 1934, p. 137-160, 2011. <https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0238>