

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” ESALQ - USP

A questão Amazônia é crucial para o nosso país

Caio da Silveira Nunes - nº12528071

Leonardo Bernussi Cayres - nº12606359

Maria Luiza Ginez Nogueira - nº12528092

Teresa Maria Lorizolla Mafra - nº12717680

Junho de 2023

1. Introdução

A Amazônia é uma floresta tropical localizada na América do Sul, que abrange uma série de países no continente: Brasil, Peru, Equador, Colômbia, Venezuela, Bolívia, Guiana, Suriname e Guiana Francesa. No Brasil, ela ocupa uma área de 5.015.067,86 km², correspondendo a 58,93% do território do país (IBGE, 2021). Nela se encontra o maior rio do mundo: o Rio Amazonas, com 6.992,06 km de extensão (INPE, 2008), que tem sua nascente na cordilheira dos Andes e deságua no oceano Atlântico.

A floresta amazônica é caracterizada por diversas fitofisionomias durante toda a extensão, a principal delas é a chamada Floresta de Terra Firme, cobrindo a maior parte do território amazônico, são caracterizadas por grande diversidade e variação vegetal, sem predominância de um grupo de plantas específico. Outra fisionomia característica da Amazônia são as Matas de Igapó, regiões permanentemente alagadas com alta incidência de árvores com raízes expostas e/ou aéreas. As matas de várzea são caracterizadas pela influência das cheias dos rios, sendo alagadas a depender da estação. Há também áreas de campinas (ou campinaranas), com vegetações ralas e solo arenoso (Nunes, 2007).

Ademais, a Amazônia é abundante em biodiversidade, abrigando mais de 50.000 espécies de plantas (Cardoso et al. 2017, ter Steege et al. 2016), 425 espécies de mamíferos, 427 de anfíbios, 371 répteis, 1300 aves (Mittermeier et al. 2003) e 2406 peixes (Oberdorff et al., 2019, Jézéquel et al. 2020). A floresta é marcada por uma abundância de espécies endêmicas, segundo o relatório do SPA (Science Panel for the Amazon), 13% das espécies de peixe de água doce se encontram na área da Amazônia, sendo que 58% delas não são encontradas em nenhum outro lugar do mundo.

Fora isso, a floresta amazônica desempenha um papel crucial na regulação do clima a nível mundial, na regulação do ciclo hidrológico e na conservação de recursos. Entretanto, as crescentes mudanças climáticas vem alterando o regime de precipitações, como observado pela ausência de chuva ou atrasos em seu início, resultando em estresse hídrico e reduzindo a atividade fotossintética (Dourado et al., 2016). Em geral, a falta de chuvas está associada com a ocorrência do El Niño, e o excesso, principalmente, em anos com a La Niña (Higuchi et al., 2011).

O solo é um componente fundamental no ciclo do carbono (C) por servir como um importante reservatório, estocando em média duas vezes mais carbono que a atmosfera (Trumbore e Camargo, 2009). A Amazônia se mostra como local especialmente importante,

uma vez que somente na camada superficial de 1 m de seu solo estão armazenados cerca de 3% do C do solo global (Trumbore e Camargo, 2009). Agora, se considerado porções de solo inferiores a 1 m e componentes dendríticos, essa mensuração de C deve quadruplicar (Trumbore e Camargo, 2009).

Apesar disso, a reserva de C do solo não se compara àquela presente na biomassa da floresta preservada acima dele, sendo esta um importante sumidouro de C antropogênico (Trumbore e Camargo, 2009; Soares, 2021), razão pela qual o Brasil emite mais carbono pelo desmatamento e queimadas do que pela queima de combustíveis de origem fóssil (Chalita et al., 2010). Quando somados o reservatório presente no solo e na biomassa, chegamos a valores entre 40 e 50% do carbono terrestre (Ferreira, 2018). Porém, o fluxo de C nos ecossistemas é dinâmico, podendo ser fortemente alterado com uma mudança de uso do solo, como ocorre hoje na Amazônia ou pelo novo cenário advindo das mudanças climáticas (Brienen et al., 2015; Saleska, 2013). Entre 1980 e 1990 houve um decréscimo de aproximadamente 30% em seu estoque de C (Brienen et al., 2015), o que pode ter alterado o status da floresta como sumidouro de C para fonte líquida (Saleska, 2013). Isso somado à incerteza sobre como o bioma responderá às mudanças climáticas (Brienen et al., 2015) traz à tona uma situação delicada.

Ademais, a floresta amazônica possui uma série de organismos com potencial medicinal, destaca-se a alta disponibilidade de plantas com propriedades medicinais (Schultes et al., 1990), já utilizadas por povos indígenas tradicionalmente. A existência de trabalhos etnobotânicos direcionados à flora amazônica (Albuquerque, 1989; Duke et al., 1994) descrevem espécies utilizadas na região, sendo potencialidades para a pesquisa na medicina. Vale ressaltar que, além do uso de plantas, também é registrada a utilização de animais para os mais diversos tratamentos por povos da região (Barros et al., 2012).

2. Problemática

Um dos impactos mais preocupantes para o futuro da floresta amazônica é a retirada da cobertura florestal para conversão da área em pastagem, sendo responsável pelo aumento drástico do escoamento superficial da água das chuvas ao compactar o solo. Em condições adequadas, a água entra no solo das florestas e é em grande parte absorvida pelas raízes das plantas e sendo relançada à atmosfera pela transpiração das folhas (Fearnside, 2005). Em locais onde só temos pastagens, a água escoar na superfície, vai para a rede fluvial e é, por fim, despejada no oceano Atlântico. Esse processo é extremamente prejudicial, pois cerca de metade da chuva, na Amazônia, é constituída por água reciclada pela vegetação (Salati E. &

Marques J., 1984) Embora a contribuição da Amazônia para a chuva no Centro-sul do país seja maior na estação chuvosa, mesmo na época seca a água amazônica pode ser muito importante para essa outra região do país, onde se concentra a maior parte da produção agrícola brasileira. (Fearnside, 2006).

As secas prolongadas e as tempestades convectivas com rajadas de vento aumentam as taxas de mortalidade de árvores amazônicas (Higuchi et al., 2011) e levam ao estado de estresse hídrico severo, o que diminui a taxa de produção de frutos e flores, afetando as comunidades locais que dependem da agricultura de subsistência. Mais da metade da área ocupada pelas Terras Indígenas (TI) da Amazônia sofrem com anomalias da seca, o que leva à redução da capacidade produtiva do solo e redução da biodiversidade. Consequentemente, uma menor oferta de alimentos produzidos no interior das TI aumenta a dependência de povos indígenas a alimentos industrializados, que podem acarretar em doenças sem incidência no passado, como diabetes e obesidade (Dourado et al., 2016).

Além disso, a seca juntamente com temperaturas elevadas aumentam a incidência de incêndios florestais, o que leva a doenças respiratórias de populações que moram perto dos focos de incêndio, diminuem o nível dos rios e aumentam seu assoreamento (Dourado et al, 2016).

A Amazônia apresenta um histórico recente e rápido de desmatamento, a floresta permaneceu praticamente intacta até 1970, quando ocorreu a inauguração da rodovia Transamazônica e com ela os incentivos fiscais foram fundamentais para impulsionar a ocupação da região (Fearnside, 2005). A perda de floresta ocorre principalmente no “arco do desmatamento”, sendo os principais causadores os fazendeiros de médio e grande porte, que correspondem a cerca de 70% da área desmatada, já que esta prática possibilitava a reivindicação da posse da terra e a especulação desta (Fearnside, 2005). Isso culminou que em 2003 16,2% da área original da floresta amazônica havia sido perdida (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2004).

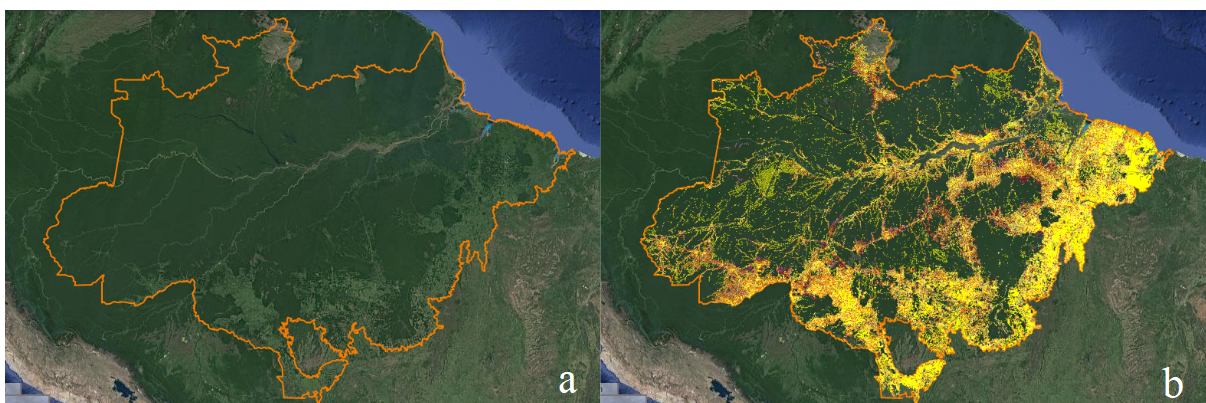


Figura 1. Comparação entre o Limite original do bioma Amazônia e o avanço do desmatamento de 1988 a 2022 (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2023). A) Limite original do bioma Amazônia; B) Desmatamento do bioma Amazônia de 1988 a 2022, em amarelo o desmatamento anterior a 2007 e em laranja e vermelho o desmatamento entre 2008 e 2022.

O monitoramento via satélite da situação da Amazônia é realizado desde 1988, sendo visto até 2008 uma grande flutuação de valores calculados, porém sempre se mantendo acima dos 10.000 km². A partir de 2009 os valores diminuem, não ultrapassando os 8.000 km² desmatados até 2018. Entretanto, a partir de 2018 (área desmatada de 7.536 km²) o desmatamento passa a aumentar expressivamente, ocorrendo em 2019 um aumento de 34% em relação ao ano anterior (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2023). Isso pode ser visto como um reflexo da política ambiental adotada pelo governo do ex-presidente Jair Bolsonaro e seu ministro do meio ambiente durante a maior parte do período, Ricardo Salles. A qual ficou marcada pela paralisação do Fundo Amazônia e esvaziamento das competências de órgãos ambientais, como o IBAMA, por exemplo, com a retirada de sua atribuição de coordenar entidades e operações para combater o desmatamento e incêndios na Amazônia - função atribuída às Forças Armadas (Associação Nacional dos Servidores do Meio Ambiente, 2021).

Este cenário culminou que em 2019, apesar de não ser um ano atipicamente seco, foi um dos piores em relação às queimadas na Amazônia. As quais impreterivelmente foram iniciadas por mãos humanas, seja para o desmatamento propriamente ou para manter pastagens e áreas de cultivo limpas (Alencar et al., 2020).

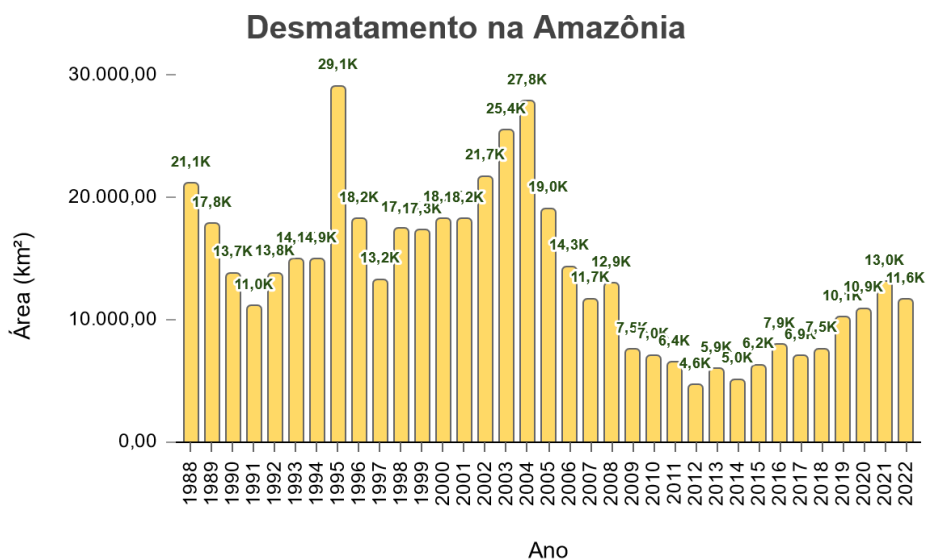


Figura 2. Área desmatada na Amazônia Legal entre 1988 e 2022 (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2023).

Observa-se que os estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia são aquelas com maior área de floresta desmatada por ano historicamente, reflexo da presença do “arco do desmatamento”, região na qual a fronteira agrícola avança em direção da floresta amazônica e que apresenta os maiores índices de desmatamento do bioma (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2023; Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2023).

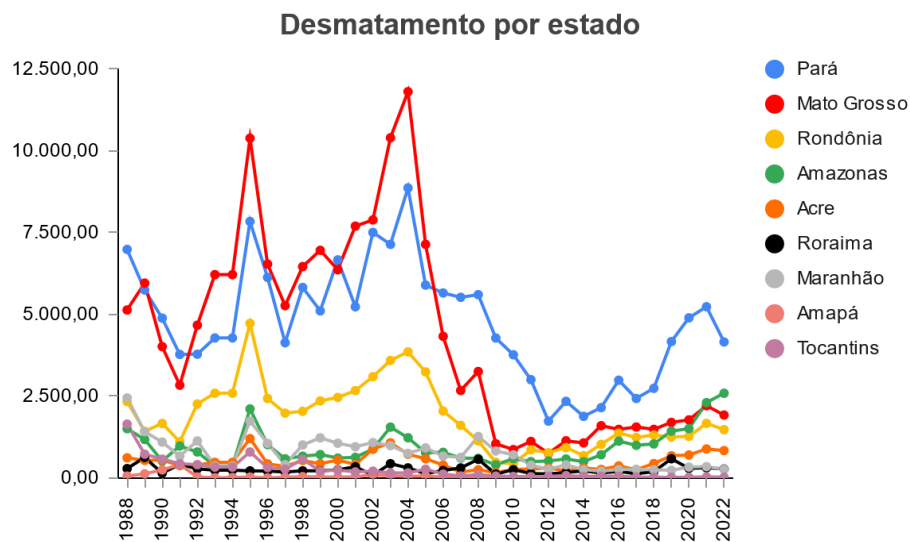


Figura 3. Desmatamento da Amazônia dividido por estado (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2023).

Um dos fatores mais preocupantes nos dias atuais está relacionado a dinâmica do carbono da floresta amazônica e sua ligação com as condições de umidade no ambiente. No período de 1977 a 2010 a emissão média anual de carbono causada pelo desmatamento na Amazônia foi de 209 milhões de toneladas (Higuchi et al., 2011). De acordo com o inventário brasileiro sobre GEE, as queimadas e desmatamentos respondem por 75% das emissões de gás carbônico, enquanto a utilização de combustíveis pela indústria e transporte é responsável por 25% (Marcovitch, 2006).

Outro fator relevante atualmente é relacionado ao aumento da temperatura média do planeta, Locosselli et al. (2020) realizaram análises em anéis de árvores de diversas regiões tropicais e temperadas do globo. Com isso, foi evidenciado que a taxa de crescimento das árvores em regiões tropicais se altera pouco com o aumento da temperatura, porém em temperaturas médias superiores a 25,4°C sua longevidade é drasticamente prejudicada. Esse cenário resulta em uma aceleração do ciclo do carbono, já que o espaço de tempo entre a germinação e decomposição dos vegetais diminuiu consideravelmente, o que comprometeria

a capacidade da Amazônia de sequestrar carbono. Hubau et al. (2020), estimaram que a capacidade da Amazônia atuar como sumidouro de carbono chegaria a zero em 2035.

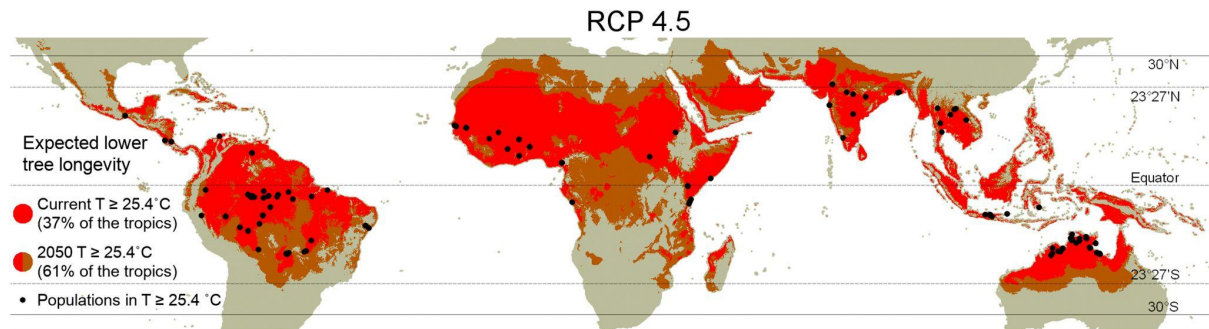


Figura 4. Em vermelho estão destacadas as áreas nas quais foram modeladas temperaturas médias anuais iguais ou superiores a $25,4^\circ\text{C}$ e em laranja as áreas que atingiram essas temperaturas em 2050 (Locosselli et al., 2020).

3. Futuro do bioma

A grande questão acerca da preservação dos biomas brasileiros é como repensar a Amazônia e sua importância na estabilização climática do planeta e, concomitantemente, criar as condições institucionais sob a orquestração da regulação estatal, para um projeto de desenvolvimento sócio-econômico que garanta a soberania nacional com sustentabilidade ambiental (Chalita et al., 2010). O resultado desse questionamento se transformou em dois importantes documentos que transformaram o carbono assimilado pelas árvores em uma oportunidade de negócios: Convenção do Clima e Protocolo de Quioto (Higuchi et al., 2011). Mesmo 14 anos após a criação do protocolo, nenhum MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo) florestal foi aprovado para a região amazônica (Higuchi et al., 2011).

Mais recentemente foi introduzido o REDD (Redução de Emissões pelo Desmatamento e Degradação Florestal em Países em Desenvolvimento), com o objetivo de valorizar a manutenção da floresta em pé e responsável por ganhar destaque a partir da constatação de que o desmatamento não diminuiu com o MDL em países tropicais e que o reflorestamento é menos eficiente do que a conservação das florestas primárias como mitigador dos efeitos das mudanças climáticas (Higuchi et al., 2011).

Nesse sentido, é grande a contribuição das Terras Indígenas, pois estas abrigam uma grande extensão florestal conservada – pelos próprios indígenas –, e sua mera existência, garantida pela Constituição de 1988, pode inibir uma exploração irresponsável destas áreas (Dourado et al., 2016).

A pesquisa tem grande importância em possibilitar o aproveitamento de oportunidades para conservação quando estas surgem e são importantes para fornecer o alicerce para apoio mais geral de conservação, com base no valor desses serviços (Fearnside,

2015). Por fim, as pesquisas para compreender melhor os processos de desmatamento e degradação florestal são essenciais para os esforços de trazer esses processos sob controle (Fearnside, 2015).

4. Referências

ALENCAR, A.; MOUTINHO, P.; ARRUDA, V.; SILVÉRIO, D. Amazônia em chamas - O fogo e o desmatamento em 2019 e o que vem em 2020: nota técnica nº 3. Brasília: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2020. Disponível em: <<https://ipam.org.br/bibliotecas/amazonia-em-chamas-3-o-fogo-e-o-desmatamento-em-2019-e-o-que-vem-em-2020>>.

Amazônia Legal. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15819-amazonia-legal.html?=&t=o-que-e>>.

BRIENEN, R. J.; PHILLIPS, O. L.; FELDPAUSCH, T. R.; GLOOR, E.; BAKER, T. R.; LLOYD, J., ... & ZAGT, R. J. Long-term decline of the Amazon carbon sink. *Nature*, v. 519, p. 344-348, 2015. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/nature14283>>.

CARDOSO, D., SÄRKINEN, T., ALEXANDER, S, et al.. Amazon plant diversity revealed by a taxonomically verified species list. *Proc Natl Acad Sci*, 2017. Disponível em: <<https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.1706756114>>.

DOURADO, M. F.; NÓBREGA, C. C.; BORTOLOTTI, F.; ALENCAR, A.; MOUTINHO, P. A gestão ambiental e territorial de Terras Indígenas: uma questão climática. *Brasiliانا. Journal for Brazilian Studies*. v. 5, n. 1, p. 230-254, 2016. Disponível em: <<https://tidsskrift.dk/bras/article/view/23031/177807>>.

Estudo do INPE indica que o rio Amazonas é 140 km mais extenso do que o Nilo. INPE, 2008. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=1501>.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation in Brazilian Amazonia: History, Rates and Consequences. *Conservation Biology*, v. 19, p. 680-688, 2005.

Fearnside, P. M. Desmatamento na Amazônia: Dinâmica, impactos e controle. *Acta Amazonica*, v. 36, p. 395-400, 2006.

FEARNSIDE, P. M. Pesquisa sobre conservação na Amazônia 13: fontes de recursos para serviços ambientais. *Amazônia Real*, 2015. Disponível em:

http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2015/Pesquisa_sobre_conserva%C3%A7%C3%A3o-13-Fontes_de_recursos.pdf>.

FERREIRA, J.; LENNOX, G. D.; GARDNER, T. A.; THOMPSON, J. R.; BERENQUER, E.; LEES, A. C., ... & BARLOW, J. Carbon-focused conservation may fail to protect the most biodiverse tropical forests. *Nature Climate Change*, v. 8, n. 8, p. 744, 2018.

FREITAS, A. S. D.; ZAGATTO, L. F. G.; ROCHA, G. S.; MUCHALAK, F.; SILVA, S. D. S.; MUNIZ, A. W.; ... & TSAI, S. M. Amazonian dark earths enhance the establishment of tree species in forest ecological restoration. *Frontiers in Soil Science*, v. 3, 2023. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsoil.2023.1161627/full>>.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos; LIMA, A. J. N.; HIGUCHI, F. G.; CHAMBERS, J. Q. A floresta amazônica e a água da chuva. *Floresta*, v. 41, n. 3, 2011.

HUBAU, W.; LEWIS, S. L.; PHILLIPS, O. L.; AFFUM-BAFFOE, K.; BEECKMAN, H.; CUNÍ-SANCHEZ, A., ... & ZEMAGHO, L. Asynchronous carbon sink saturation in African and Amazonian tropical forests. *Nature*, v. 579, p. 80-87, 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA – IPAM Amazônia – Disponível em: <<https://ipam.org.br/glossario/arco-do-desmatamento/>>.

JÉZÉQUEL, C., TEDESCO, P. A., DARWALL, W., et al. Freshwater fish diversity hotspots for conservation priorities in the Amazon Basin. *Conservation Biology* 34: 956–65, 2020.

LIMA, A. B., CANNAVAN, F. S., NARRETE, A. A., TEIXEIRA, W. G. Amazonian Dark Earth and Plant Species from the Amazon Region Contribute to Shape Rhizosphere Bacterial Communities. *Research Gate*, 2014. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00248-014-0472-8>>.

LOCOSSELLI, G. M.; BRIENEN, R. J.; LEITE, M. D. S.; GLOOR, M.; KROTTENTHALER, S.; OLIVEIRA, A. A. D.; BUCKERIDGE, M. Global tree-ring analysis reveals rapid decrease in tropical tree longevity with temperature. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, V. 117, 2020.

MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G, BROOKS, T. M, et al. Wilderness and biodiversity conservation. *Proc Natl Acad Sci*, 2003.

NAVARRETE, A. A., CANNAVAN, F. S., TAKETAINE, R. G., TSAI, S. M. A Molecular Survey of the Diversity of Microbial Communities in Different Amazonian Agricultural Model Systems. *MDPI*, v. 2, n. 5, 2010.

NUNES, G. M., FILHO, C. R. S., FERREIRA, L. G. Caracterização de fisionomias vegetais em área de floresta tropical através de análises espectrais em dados e produtos do sensor ASTER. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 6497-6504, 2007.

OBERDORFF, T., DIAS, M. S., JÉZÉQUEL, C., et al. Unexpected fish diversity gradients in the Amazon basin. *Science Advances*, v. 5, n. 9, 2019.

SALATI, E., MARQUES, J. Climatology of the Amazon region. *Monographiae Biologicae*, v. 56, p.85, 1984.

SALESKA, S.; DA ROCHA, H.; KRUIJT, B.; NOBRE, A. Fluxos de carbono do ecossistema e metabolismo da Floresta Amazônica. In: DIAS, P. et al. *Amazonia and Global Change*, v. 186, p. 389-407, 2013.

SCHULTES, R. E., RAFFAUF, R. 1990. *The Healing Forest: Medicinal and Toxic Plants of the Northwest Amazon*. Portland (OR): Dioscorides Press. Disponível em: <<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19900397625>>.

Science Panel for the Amazon (2021). Executive Summary of the Amazon Assessment Report 2021. C. Nobre, A. Encalada, E. Anderson, F.H. Roca Alcazar, M. Bustamante, C. Mena, M. Peña-Claros, G. Poveda, J.P. Rodriguez, S. Saleska, S. Trumbore, A.L. Val, L. Villa Nova, R. Abramovay, A. Alencar, A.C.R. Alzza, D. Armenteras, P. Artaxo, S. Athayde, H.T. Barretto Filho, J. Barlow, E. Berenguer, F. Bortolotto, F.A. Costa, M.H. Costa, N. Cuvi, P.M. Fearnside, J. Ferreira, B.M. Flores, S. Frieri, L.V. Gatti, J.M. Guayasamin, S. Hecht, M. Hirota, C. Hoorn, C. Josse, D.M. Lapola, C. Larrea, D.M. Larrea-Alcazar, Z. Lehm Ardaya, Y. Malhi, J.A. Marengo, M.R. Moraes, P. Moutinho, M.R. Murmis, E.G. Neves, B. Paez, L. Painter, A. Ramos, M.C. Rosero-Peña, M. Schmink, P. Sist, H. ter Steege, P. Val, H. van der Voort, M. Varese, Zapata-Ríos (eds.) United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA. 48 pages.

SOARES, N. T. D. Dendrometria de espécies arbóreas em uma floresta primária na Amazônia Ocidental. Repositório Institucional, 2021. Disponível em: <<https://www.ri.unir.br/jspui/handle/123456789/3158>>.

TRUMBORE, S.; CAMARGO, P. B. de. Dinâmica do carbono do solo. *Amazonia and Global Change*, p. 451-462, 2009.