

Deciduidade foliar na Floresta Amazônica**Leaf deciduity in the Amazon Forest****Caduca de las hojas en la selva amazónica****Veluma Martins Pereira**

Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia

Instituição: Universidade Federal do Acre

Endereço: Rio Branco – Acre, Brasil

E-mail: veluma_pereira@hotmail.com

Marcos Silveira

Doutor em Ecologia

Instituição: Universidade Federal do Acre

Endereço: Rio Branco – Acre, Brasil

E-mail: silveira.marcos66@gmail.com

Simone Matias Reis

Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia

Instituição: Universidade Federal do Acre

Endereço: Rio Branco – Acre, Brasil

E-mail: simone.reis@ufac.br

RESUMO

A deciduidade foliar é um fenômeno influenciado por fatores climáticos e não climáticos, sendo menos comum na Amazônia do que em outros biomas brasileiros. Neste estudo realizamos uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) para sintetizar o conhecimento disponível sobre a distribuição, causas e implicações ecológicas da deciduidade na Amazônia. Conduzimos a RSL apoiados nas bases Web of Science e Scopus, utilizando descritores específicos, abrangendo artigos publicados no período de 1945 a 2024. Inicialmente recuperamos 4.264 artigos, dos quais 19 foram considerados elegíveis após a aplicação de critérios de inclusão e exclusão. Os resultados indicam um crescimento na produção científica sobre o tema a partir de 2010, com maior concentração de estudos no Brasil - preponderantemente no Mato Grosso - e na Bolívia, notadamente na planície chiquitana. A deciduidade influencia o fluxo de carbono e os processos ecossistêmicos, contribui para a ciclagem de nutrientes, mantendo a fertilidade do solo e impactando a biodiversidade local. No entanto, a degradação ambiental pode comprometer esses processos, o que torna essencial a implementação de estratégias de conservação. A RSL reforça a importância de compreender a fenologia sazonal das espécies para prever impactos das mudanças climáticas e garantir a preservação dos serviços ecossistêmicos. Ela contribui para o entendimento da deciduidade amazônica e destaca a necessidade de abordagens interdisciplinares para sua conservação.

Palavras-chave: floresta amazônica, sazonalidade hídrica, descarga foliar, floresta emergência climática, conservação ecológica.

ABSTRACT

Leaf deciduousness in the Amazon is influenced by climatic and edaphic factors, being particularly relevant in the southwestern region, where hydric seasonality determines the periodic loss of leaves. This study conducted a Systematic Literature Review (SLR) to synthesize the available knowledge on the distribution, causes, and ecological implications of Amazonian deciduousness. The research was carried out in the Web of Science and Scopus databases using specific descriptors, covering publications from 1945 to 2024. After applying inclusion and exclusion criteria, 19 articles were considered eligible from an initial retrieval of 4,264 studies. The results indicate an increase in scientific production on the topic since 2010, with a higher concentration of studies in Brazil and Bolivia, particularly in Mato Grosso and the Chiquitania region. Amazonian deciduousness is associated with species adaptation to drought, influencing carbon flux and ecosystem processes. Leaf shedding contributes to nutrient cycling, maintaining soil fertility, and impacting local biodiversity. However, environmental degradation may compromise these processes, highlighting the need for conservation strategies. The research reinforces the importance of understanding species' seasonal phenology to predict the impacts of climate change and ensure the preservation of ecosystem services. Thus, this study contributes to the understanding of Amazonian deciduousness and emphasizes the need for interdisciplinary approaches to its conservation.

Keywords: amazon Rainforest, hydric seasonality, leaf flush, forest climate emergency, ecological conservation.

RESUMEN

La caducidad de las hojas es un fenómeno influenciado por factores climáticos y no climáticos, siendo menos común en la Amazonia que en otros biomas brasileños. En este estudio, realizamos una Revisión Sistemática de Literatura (RSL) para sintetizar el conocimiento disponible sobre la distribución, causas e implicaciones ecológicas de la decidua en la Amazonía. Realizamos el RSL con el apoyo de las bases de datos Web of Science y Scopus, utilizando descriptores específicos, cubriendo artículos publicados entre 1945 y 2024. Inicialmente, recuperamos 4.264 artículos, de los cuales 19 fueron considerados elegibles después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión. Los resultados indican un crecimiento de la producción científica sobre el tema a partir de 2010, con una mayor concentración de estudios en Brasil -predominantemente en Mato Grosso- y en Bolivia, especialmente en la llanura Chiquitana. La caducidad influye en el flujo de carbono y en los procesos del ecosistema, contribuye al ciclo de nutrientes, mantiene la fertilidad del suelo y tiene un impacto en la biodiversidad local. Sin embargo, la degradación ambiental puede comprometer estos procesos, lo que hace esencial la implementación de estrategias de conservación. RSL refuerza la importancia de comprender la fenología estacional de las especies para predecir los impactos del cambio climático y garantizar la preservación de los servicios ecosistémicos. Contribuye a la comprensión de la caducidad amazónica y destaca la necesidad de enfoques interdisciplinarios para su conservación.

Palabras clave: selva amazónica, estacionalidad del agua, descarga foliar, emergencia climática forestal, conservación ecológica.

1 INTRODUÇÃO

As formações vegetais são classificadas em diferentes tipos com base na persistência das folhas, podendo ser perenifólias ou sempre-verdes, semidecíduais e caducifólias, dependendo da persistência das folhas das árvores ao longo do ano (Reich; Borchert, 1984). Essa classificação está diretamente relacionada às estratégias adaptativas das plantas frente às variações sazonais, como a disponibilidade de água, luz e temperatura, fatores que influenciam diretamente no ciclo foliar (Oliveira-Filho; Ratter, 2002).

Nas florestas perenifólias (ou sempre-verdes) as árvores mantêm as suas folhas durante todo o ciclo anual, sem perder parcial ou totalmente as folhas, adaptando-se a condições ambientais sem necessidade de perda foliar significativa (Givnish, 2002; Lambers *et al.*, 2008). As florestas sempre-verdes são comumente encontradas em regiões onde o clima é quente e úmido, caracterizadas por altos índices de precipitação e temperatura elevadas ao longo do ano (Whitmore, 1990).

As florestas semidecíduais, por sua vez, são ecossistemas que apresentam características intermediárias entre as perenifólias e as caducifólias (Oliveira-Filho; Fluminhan-Filho, 1999; Rodrigues; Shepherd, 2000). As espécies que compõem essas florestas apresentam perda sazonal das folhas, mas nem todas, podendo conter espécies arbóreas perenifólias (Felfili *et al.*, 1999). As florestas semidecíduais são encontradas corriqueiramente em climas sazonais, marcados por uma estação seca e uma estação chuvosa (Damasceno-Júnior *et al.*, 2005). No Brasil elas estão distribuídas em áreas das regiões Centro-Oeste, Sudeste, Sul e Nordeste (Viana *et al.*, 1997; Felfili *et al.*, 1999; Rodrigues; Shepherd, 2000; Scheer; Mocoichinski, 2008). Na região Norte elas são mais incomuns e estão restritas às áreas de transição entre as florestas tropicais e o Cerrado (Ivanauskas; Monteiro; Rodrigues, 2008; Ter Steege *et al.*, 2013).

Em contraste, as florestas caducifólias são ecossistemas compostos por espécies arbóreas que perdem suas folhas anualmente como estratégia de adaptação à escassez hídrica ou temperaturas extremas, reduzindo a perda de água durante a estação seca (Singh; Kushwaha, 2005; Souza *et al.*, 2009; Dos Santos Martins; Oliveira; Almeida, 2020). Essas formações ocorrem em regiões com estações chuvosa e seca bem definidas (Singh; Kushwaha, 2005). No Brasil, estão presentes principalmente em áreas subtropicais, mas também ocorrem no leste da Amazônia, como na ilha de Marajó, e em zonas de transição com o Cerrado (PRADO *et al.*,

2003).

É importante distinguir a deciduidade do leaf flush, um processo contínuo de renovação de folhas que não está relacionado a variações sazonais (Swaine; Whitmore, 1988; Lopes *et al.*, 2016). Enquanto a deciduidade ajuda as plantas a reduzir a atividade metabólica em períodos adversos, o leaf flush assegura a reposição gradual das folhas ao longo do ano, mantendo as funções fotossintéticas (Borchert, 1994; Morellato; Camargo; Gressler, 2013).

A classificação das florestas em perenifólias e caducifólias não abrange todas as estratégias fenológicas observadas nas florestas tropicais (Newstrom *et al.*, 1994). Por exemplo, o aumento do fotoperíodo pode desencadear o spring flushing, que consiste na emissão sincronizada de novas folhas, em florestas tropicais secas, mesmo na ausência de chuvas (Rivera *et al.*, 2002).

A deciduidade é influenciada por fatores climáticos, como precipitação, temperatura e duração da estação seca, e por fatores não climáticos, como características do solo, topografia e perturbações físicas, incluindo incêndios naturais, ventos fortes, desmatamento, atividades antrópicas (agricultura e pecuária), além de interações bióticas, como herbivoria e competição por recursos (Singh; Kushwaha, 2005). Após a queda das folhas, as árvores entram em dormência para conservar energia até que as condições ambientais se tornem favoráveis (Palhares; Franco; Zaidan, 2010; Roquette, 2018).

A dormência e perda sazonal de folhas representam um mecanismo evolutivo essencial para a economia de recursos em períodos desfavoráveis, como a estiagem em regiões tropicais ou o inverno em climas temperados (Lucena; Leite; Matos, 2015; Taiz *et al.*, 2015). A deciduidade é, portanto, uma estratégia fundamental para a sobrevivência das espécies arbóreas nesses ecossistemas, permitindo que elas resistam a condições adversas e se recupere quando o ambiente se torna propício ao crescimento (Araújo; Haridasan, 2007; Rufino *et al.*, 2020).

Como visto, a deciduidade ocorre principalmente em regiões com estiagem bem definida, como uma forma de adaptação à escassez de água (Pennington; Lavin; Oliveira-Filho, 2009; Marengo *et al.*, 2011; Stan; Sanchez-Azofeifa, 2019). Embora mais associada a climas temperados, essa estratégia também otimiza o uso de água em florestas tropicais, garantido a sobrevivência das plantas (Chazdon *et al.*, 2007). No Brasil, na região amazônica, espécies como o jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) e a samaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.) apresentam deciduidade durante a estação seca, perdendo suas folhas para conservar recursos hídricos

(Lorenzi, 1992).

A queda de folhas produz uma camada de matéria orgânica no solo, que é decomposta por microrganismos, e libera nutrientes reabsorvidos pelas raízes das árvores (Carvalho; Felfili, 2011; De Carvalho Júnior; Hermuche; Guimarães, 2018). Esse ciclo de nutrientes é essencial para a manutenção da fertilidade do solo em florestas tropicais (Murphy; Lugo, 1986; Pennington; Lavin; Oliveira-Filho, 2009). Além disso, a camada de folhas mortas oferece habitat para uma variedade de organismos do solo, contribuindo para a biodiversidade do ecossistema (Oliveira; Souza, 2003; Peña *et al.*, 2005; Da Costa; De Souza Melo; Ferreira, 2007).

A Amazônia, um bioma altamente biodiverso e ecologicamente complexo, desempenha um papel fundamental na regulação do clima global e no ciclo do carbono (Myers *et al.*, 2000; Foley *et al.*, 2007; Barbosa; De Lima; Lima, 2023). A deciduidade de parte de sua vegetação, influenciada pela sazonalidade climática, impacta o fluxo de carbono e os processos microclimáticos na região (Saleska *et al.*, 2007). Além disso, a Amazônia abriga uma em cada dez espécies conhecidas no mundo, muitas das quais são endêmicas e ainda pouco estudadas (Malhi *et al.*, 2008; Lovejoy; Nobre, 2018). A fenologia sazonal desempenha um papel crucial na definição das condições ecológicas para espécies arbóreas decíduas e semidecíduas (Cracraft, 1985; Vormisto; Tuomisto; Oksanen, 2004; Jenkins; Pimm; Joppa, 2013).

A alta biodiversidade da Amazônia está intimamente conectada aos serviços ecossistêmicos, como a purificação do ar, a regulação hídrica e o sequestro de carbono (Júnior; Pereira, 2017; Testa; De Rosa; Favero, 2020). A fenologia sazonal das plantas contribui para com esses processos, reforçando a importância de proteger a floresta contra degradações que possam desestabilizar suas funções ecológicas e impactar a subsistência de comunidades tradicionais que dependem de seus recursos naturais (Souza *et al.*, 2015). Portanto, a preservação da Amazônia não é apenas uma questão ambiental, mas também social e econômica, exigindo uma abordagem multidisciplinar e colaborativa para sua gestão e proteção (Ferreira; Venticinque; Almeida, 2005; Esteves, 2012).

Na Amazônia, as florestas decíduas estão localizadas principalmente em áreas de transição com o Cerrado e campos de Beni abrangendo regiões como o sul do Amazonas, o norte do Mato Grosso e o sul do Pará (Ter Steege *et al.*, 2013). Além disso, a existência de florestas estacionais perenifólias no Alto Rio Xingu é descrita por estudos que contribuem com a classificação fitogeográfica, ampliando o entendimento sobre os padrões de fenologia vegetal na

Amazônia (Ivanauskas; Monteiro; Rodrigues, 2008).

Apesar da importância ecológica do caráter decidual e semidecidual das espécies arbóreas nas formações florestais brasileiras, na Amazônia ele é pouco conhecido. Diante dessa lacuna, o objetivo deste trabalho foi explorar a deciduidade foliar na Amazônia, discutir a sua distribuição, as causas subjacentes, as consequências ecológicas e as implicações para a conservação. Realizamos uma análise da definição e caracterização dessas florestas decíduas e semidecíduas, destacando suas particularidades e adaptações às condições sazonais. Por fim, discutimos os desafios para a conservação desse fenômeno e sua relevância para a manutenção dos serviços ecossistêmicos na Amazônia.

2 METODOLOGIA

A metodologia que empregamos neste estudo consistiu na aplicação da Revisão Sistemática de Literatura (RSL), uma ferramenta robusta e padronizada para a análise e síntese de evidências científicas disponíveis sobre a deciduidade foliar na Amazônia (Linde; Willich, 2003; Sampaio; Mancini, 2007). Definimos a RSL em função da sua capacidade de fornecer uma visão abrangente e crítica da literatura existente, permitindo a identificação de padrões, lacunas no conhecimento e direções futuras de pesquisa, essenciais para a compreensão dos processos ecológicos na Amazônia (Botelho; De Almeida Cunha; Macedo, 2011; Galvão; Pereira, 2014).

Conduzimos a pesquisa bibliográfica de forma sistemática, utilizando uma combinação de descritores específicos: "*deciduous amazon forest*", "*semi-deciduous amazon forest*", "*semideciduous amazon forest*", "*deciduous amazon biome*", "*semi-deciduous amazon biome*", "*semideciduous amazon biome*" e "*leaf flush*". Aplicamos esses descritores nas bases de dados Web of Science e Scopus, reconhecidas por sua abrangência e qualidade na indexação de artigos científicos de relevância global. Planejamos a estratégia de busca para garantir a recuperação de estudos relevantes, abrangendo diferentes termos e sinônimos relacionados às florestas decíduas e semidecíduas na Amazônia.

O período de busca abrangeu publicações efetuadas no período de 1945 a 2024, cobrindo quase um século de pesquisa sobre a deciduidade foliar na Amazônia. Essa escolha permitiu capturar tanto os estudos pioneiros quanto os avanços científicos mais recentes, oferecendo uma visão histórica do desenvolvimento do conhecimento sobre a dinâmica das espécies decíduas em

resposta às variações climáticas e ambientais. Esse enfoque é particularmente relevante no contexto das mudanças climáticas, uma vez que o comportamento fenológico das espécies pode ser um indicador sensível de alterações no regime de chuvas, temperatura e outros fatores ambientais (Ferreira *et al.*, 2019).

O levantamento bibliográfico incluiu artigos originais, teses e dissertações relevantes ao tema, garantindo uma diversidade de fontes e perspectivas sobre a deciduidade foliar na Amazônia. A maior parte dos artigos foi obtida por meio de acesso aberto, e os documentos não disponíveis livremente foram acessados pelo Portal de Periódicos da CAPES, uma iniciativa que democratiza o acesso ao conhecimento científico no Brasil (Da Rocha Miranda, 2018). A inclusão de trabalhos acadêmicos não publicados em revistas indexadas, como dissertações e teses, ampliou a cobertura do tema, contribuindo para a identificação de estudos não convencionalmente disseminados na literatura acadêmica formal (Lopes, 2002).

Os critérios de inclusão e exclusão dos estudos foram aplicados com base na leitura de títulos, resumos e palavras-chave, permitindo uma triagem rápida e eficiente das publicações relevantes (Patino; Ferreira, 2018). Estudos que não abordavam diretamente a deciduidade foliar na região amazônica foram descartados por falta de relevância temática, assim como aqueles que tratavam de biomas distintos ou focavam em florestas de composição florística diferente, como as florestas ombrófilas densas (Condé; Tonini, 2013). A inclusão de resumos em português, inglês ou espanhol ampliou a base de pesquisa e facilitou a troca de conhecimento entre diferentes comunidades científicas, um fator importante para o avanço na conservação da biodiversidade amazônica (Rocha *et al.*, 2017).

Conduzimos a análise dos artigos selecionados por um protocolo previamente estabelecido, que incluiu a exigência de dados quantitativos e metodologias bem delineadas, garantindo a comparabilidade entre os estudos e a validade científica dos resultados (De Campos; Caetano; Gomes, 2023). A exigência por dados quantitativos visou facilitar futuras meta-análises, permitindo a síntese e integração dos dados obtidos de diferentes estudos (Fontelles *et al.*, 2009). Além disso, revisamos os estudos duplicados e a versão mais atualizada e completa, assegurando a inclusão dos dados mais recentes e relevantes (Donato; Donato, 2019).

Na etapa final de seleção, incluímos na análise crítica dos artigos a exclusão de estudos que não apresentavam descrições detalhadas das espécies estudadas ou que não forneciam resultados aplicáveis à região amazônica. Essa estratégia garantiu que apenas os estudos de alta

relevância fossem incorporados, permitindo uma análise focada na biodiversidade decídua na Amazônia, e em suas respostas às mudanças ambientais.

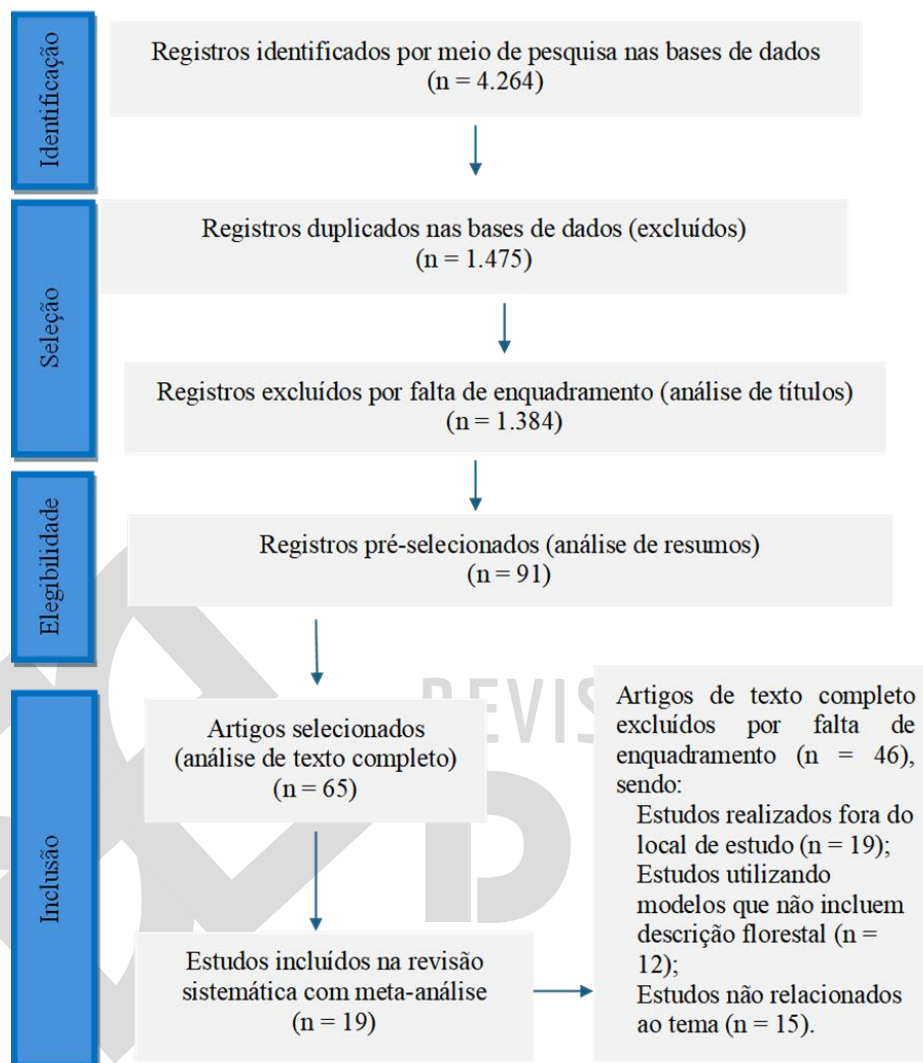
Para a produção e visualização dos dados, geramos gráficos no software R (R Core Team, 2024). O uso de pacotes como o “*ggplot2*” possibilitou a criação de gráficos altamente personalizáveis, que facilitaram a apresentação clara e precisa das informações (Wickham, 2016). Elementos essenciais, como a escolha adequada de cores, a rotulagem precisa dos eixos, a clareza das legendas e a eliminação de elementos visuais desnecessários foram priorizados para evitar sobrecarga de informação e destacar os principais padrões encontrados na literatura (Cleveland; McGill, 1984; Tufte, 2001). Essa abordagem garantiu que as informações fossem transmitidas de maneira visualmente acessível e cientificamente precisa, promovendo a compreensão clara dos resultados por parte dos leitores.

Com essa metodologia, oferecemos uma base sólida e atualizada para a compreensão da deciduidade foliar na Amazônia, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias de conservação e para a compreensão dos impactos das mudanças climáticas e ambientais na biodiversidade da região.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente, recuperamos 4.264 artigos por meio de buscas eletrônicas e após a remoção de duplicatas excluímos 1.475 artigos devido à sobreposição de conteúdo. Descartamos 1.384 artigos que não se enquadram no tema proposto, resultando em 91 artigos para leitura integral. Destes, excluímos 65 artigos que não atenderam aos critérios de elegibilidade, resultando em 19 artigos elegíveis para a revisão. O processo de seleção dos artigos é detalhado no fluxograma apresentado na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma do processo de seleção dos artigos científicos sobre deciduidade florestal na floresta tropical amazônica (PAN-Amazônia) realizados entre 1999 e 2022.



Fonte: Elaborado pelos autores.

As publicações sobre deciduidade na Amazônia entre 1999 e 2010 foram esparsas, variando de um a dois artigos por ano, com destaque para 2010, quando foram registradas duas publicações consecutivas. Vale ressaltar que, embora a busca tenha abrangido o período de 1945 a 2024, nenhum artigo relevante foi encontrado antes de 1991, sugerindo que o interesse científico sobre o tema é relativamente recente. A partir de 2011, observa-se um crescimento gradual no número de artigos, com picos em 2014, 2017, 2020 e 2022, com dois artigos cada. Entre 2016 e 2022, a produção científica manteve-se constante, com um artigo publicado a cada ano, exceto em 2022, que apresentou dois artigos. Esse padrão reflete um interesse contínuo pela

temática, consolidando uma produção científica mais robusta e diversificada a partir da década de 2010 (Tabela 1).

Tabela 1. Estudos sobre deciduidade foliar realizados entre 1999 e 2022 em diferentes localidades da floresta tropical amazônica (PAN-Amazônia), com o número de artigos publicados por ano.

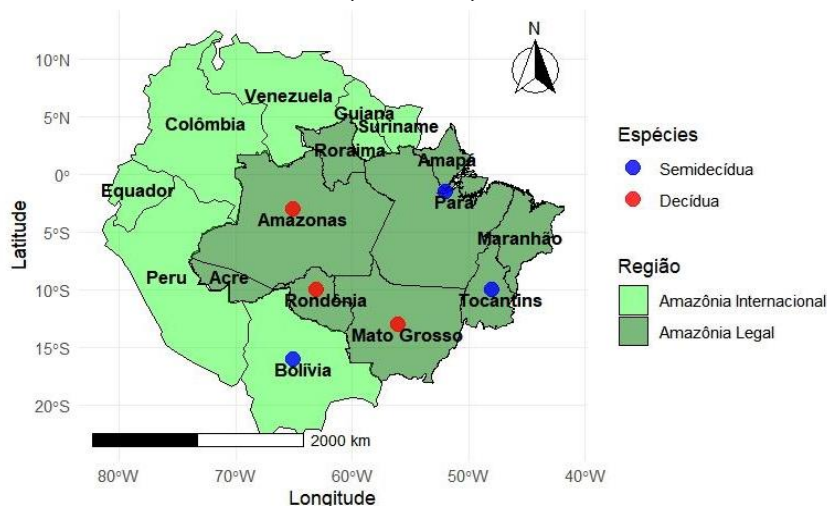
Ano	País	Localidade	Nº de artigos
1999	Bolívia	Riberalta	1
2000	Bolívia e Brasil	PA, AM, RO, Beni	1
2003	Brasil	Manaus	1
2005	Bolívia	Pando e Riberalta	1
2006	Brasil	Mato Grosso	1
2008	Brasil	Amazônia	1
2010	Brasil	Mato Grosso e Pará	2
2011	Brasil	Pará e Mato Grosso	2
2013	Brasil	Tocantins e Sinop	2
2014	Brasil	Mato Grosso e Chiquitânia	2
2016	Brasil	Manaus	1
2017	Brasil	Rondônia	1
2020	Brasil	Amazônia	1
2022	Brasil	Rondônia e Cristalino	2

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Tabela 1 apresenta a distribuição temporal e geográfica das publicações científicas sobre deciduidade da Amazônia. As publicações começaram em 1999, com estudos realizados em Riberalta, Bolívia, e seguem até 2022, com a última publicação ocorrendo em Parque Estadual Cristalino, no Brasil. A maioria dos estudos foi realizada no Brasil, abrangendo os estados do Amazonas, Pará, Mato Grosso, Tocantins e Rondônia. Além disso, a Bolívia foi incluída em três pesquisas, com destaque para as regiões de Chiquitânia e Riberalta. Ao longo do tempo, a produção científica se expandiu tanto em número quanto em diversidade de locais de estudo, mas com uma concentração evidente na Amazônia brasileira.

Em relação à vegetação, os estudos identificaram a predominância de vegetação semidecidual em locais como Rondônia, Mato Grosso e Tocantins. Por outro lado, áreas como Chiquitânia apresentam maior proporção de vegetação decidual. Esses dados evidenciam a distribuição geográfica e as características predominantes de cada tipo de vegetação nos locais analisados (Figura 2).

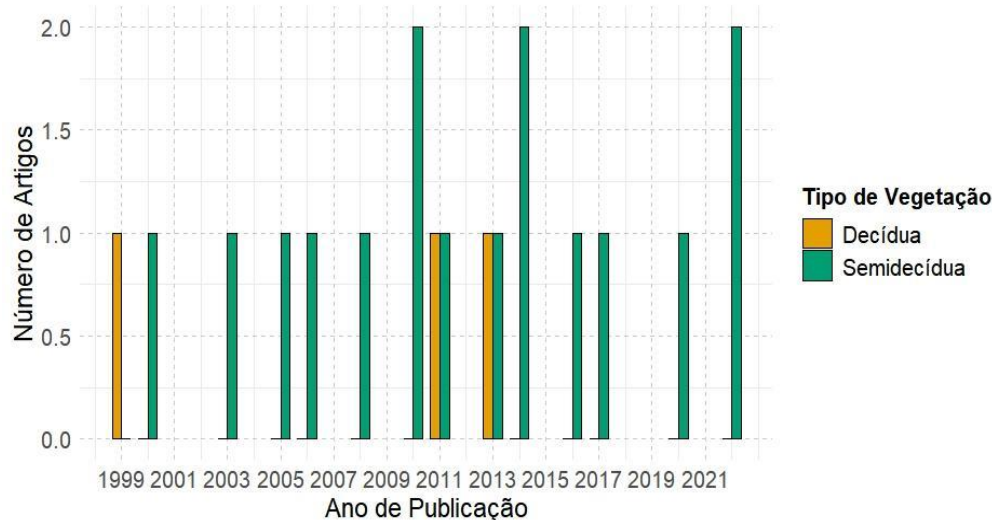
Figura 2. Localização dos estudos sobre decidualidade florestal na floresta tropical amazônica (PAN-Amazônia) (1999-2022).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Quando se avalia a produção científica sobre decidualidade, destacando os tipos de vegetação predominantes nas áreas de estudo, observa-se um aumento considerável no número de publicações a partir de 2010, com picos notáveis em 2013 e 2014 (Figura 3). Além disso, observa-se que há um maior número de estudos em florestas semidecíduas do que decíduas.

Figura 3. Distribuição de vegetação decidual e semidecidual em diferentes anos na floresta tropical amazônica (PAN-Amazônia).



Fonte: Elaborado pelos autores.

As áreas associadas à vegetação decidual, como a Chiquitânia, na Bolívia, são predominantemente representadas nas publicações do início da década de 2010, enquanto estudos

sobre vegetação semidecidual, comuns em estados como Rondônia, Mato Grosso e Tocantins, também ganham destaque no mesmo período. Ao longo dos anos, os estudos se concentraram em diferentes locais da Amazônia, evidenciando tanto a diversidade de ecossistemas quanto o crescente interesse científico sobre as variações sazonais e climáticas que afetam a deciduidade nas florestas tropicais.

4 DISCUSSÕES

A deciduidade é marcada pela perda sazonal de folhas em árvores, sendo um fenômeno notável que reflete a adaptação das plantas às variações ambientais, especialmente às flutuações climáticas ao longo do ano (Wright; Van Schaik, 1994; Reichstein *et al.*, 2013). Na Amazônia, esse fenômeno está diretamente associado ao papel das espécies hiper dominantes, que representam uma quantidade desproporcional da biomassa e da abundância (Ter Steege *et al.*, 2013).

No Acre, por exemplo, espécies decíduas e semidecíduas são essenciais para a estrutura e funcionamento da floresta, influenciando a dinâmica ecológica e a ciclagem de nutrientes (Costa; Pires, 2010). A deciduidade é impulsionada por uma combinação de fatores climáticos, como sazonalidade das chuvas e o aumento da temperatura, e edáficos, como a disponibilidade de água e nutrientes no solo (Anderson *et al.*, 2018).

Mudanças climáticas, como o aumento na temperatura e intensificação dos períodos de seca, têm intensificado a sazonalidade na Amazônia, impactando diretamente os padrões de deciduidade (Singh; Kushwaha, 2005). A elevação da temperatura aumenta a demanda evaporativa, reduzindo a disponibilidade de água no solo e intensificando o estresse e o estresse hídrico, o que leva à perda foliar como mecanismo de economia de água (Saleska *et al.*, 2016).

As florestas decíduas amazônicas desempenham um papel vital no ciclo global do carbono, um aspecto que tem recebido crescente atenção nos últimos anos (Restrepo-Coupe *et al.*, 2013). Durante o período seco, a perda de folhas em grande escala pode resultar em uma significativa redução da fotossíntese, limitando a capacidade das plantas de capturar carbono da atmosfera (Guan *et al.*, 2015). Entretanto, essa perda também pode ser interpretada como um mecanismo adaptativo que possibilita a conservação de recursos, como água e nutrientes, durante períodos de estresse hídrico (Saleska *et al.*, 2016).

Embora as florestas estacionais decíduas sejam conhecidas na Amazônia, a ocorrência delas ainda é pouco compreendida e subexplorada, especialmente em áreas como o Acre. A presença de espécies hiper dominantes, como as dos gêneros *Cedrela* e *Tabebuia*, com características decíduas e semidecíduas, evidencia como a deciduidade pode ser uma resposta ecológica vital frente às variações sazonais e às mudanças climáticas (Phillips *et al.*, 2004; Malhi *et al.*, 2008). Entretanto, a limitada documentação sobre essas florestas destaca a necessidade de mais pesquisas sobre sua distribuição, dinâmica e papel ecológico, que permanecem relativamente obscurecidas em comparação com outros tipos de vegetação na região (Aragão *et al.*, 2018).

A capacidade das plantas de alternar entre estados de atividade metabólica intensa e repouso durante a seca é crucial para a resiliência florestal (Malhi *et al.*, 2015). A variabilidade intraespecífica na deciduidade, no entanto, adiciona complexidade ao fenômeno (Wright; Van Schaik, 1994). Além das variações climáticas, fatores como competição por luz, interações com herbívoros e patógenos, e associações simbióticas, influenciam a perda de folhas (Brienen; Zuidema, 2005; Poorter *et al.*, 2008; Davidson *et al.*, 2012). Isso demanda uma análise integrada, incluindo interações ecológicas e evolutivas (Moulatlet *et al.*, 2017). A abordagem ecofisiológica é essencial para entender mecanismos como ajustes estomáticos e alocação de recursos (Lambers *et al.*, 2008).

As interações entre deciduidade e fauna local também são cruciais para a ecologia regional (Blundell; Peart, 2001). A perda sazonal de folhas altera a disponibilidade de alimento para herbívoros, impactando predadores e outros níveis da rede trófica (Dezzeo *et al.*, 2003; Van Schaik *et al.*, 1993). Espécies animais frequentemente utilizam esses sinais fenológicos para ajustar comportamentos sazonais, como migração e reprodução (Morellato *et al.*, 2000). Assim, as árvores decíduas e semidecíduas podem ter um papel desproporcional na manutenção da biodiversidade, influenciando diretamente as interações tróficas.

O impacto das atividades humanas nas florestas decíduas amazônicas é uma preocupação crescente (Laurance *et al.*, 2009). A fragmentação florestal intensifica os efeitos da variabilidade climática, aumentando o estresse hídrico e modificando os padrões de deciduidade (Bierregaard Jr. *et al.*, 1992). Queimadas, utilizadas na conversão de florestas em áreas agrícolas, alteram drasticamente a fenologia das árvores e a estrutura do ecossistema (Cochrane; Schulze, 1999).

Essas mudanças têm implicações globais, dado o papel da Amazônia como reguladora do clima e reservatório de biodiversidade (Nepstad *et al.*, 2008).

Por fim, um entendimento aprofundado da deciduidade é crucial para estratégias de conservação e manejo florestal na Amazônia como um todo (Parmesan, 2006). Políticas ambientais precisam incorporar a variabilidade fenológica natural das espécies, especialmente aquelas hiper dominantes e adaptadas à deciduidade, para garantir a resiliência dos ecossistemas diante de mudanças climáticas rápidas (Chave *et al.*, 2010; Aragão *et al.*, 2018). Apenas com uma abordagem integrada e que considere a ecofisiologia, a diversidade funcional e as interações ecológicas será possível proteger a integridade da floresta amazônica e assegurar sua funcionalidade em longo prazo.

5 CONCLUSÃO

Este artigo explorou a deciduidade da Amazônia nacional e internacional, também conhecida como PAN-Amazônia, destacando sua importância como resposta adaptativa das árvores às condições ambientais variáveis da região. A deciduidade das espécies decíduas e semidecíduas, especialmente das espécies hiper dominantes é influenciada por uma combinação de fatores climáticos e ecológicos, que juntos determinam os padrões de perda de folhas. A deciduidade desempenha um papel crucial na dinâmica das florestas tropicais, afetando processos como o ciclo de carbono e a interação entre espécies.

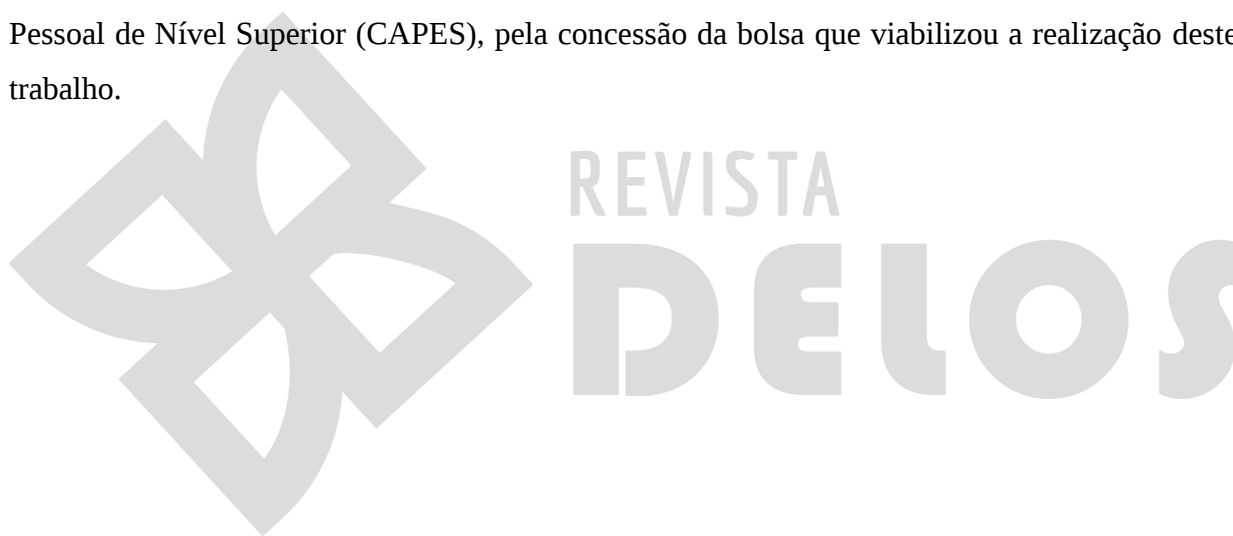
A revisão da literatura evidenciou que a deciduidade está diretamente relacionada à disponibilidade hídrica e às variações sazonais de precipitação. Estudos recentes baseados em dados de campo e análises de longo prazo apontam que, durante a estação seca, a queda de folhas funciona como uma estratégia para reduzir a transpiração e conservar recursos, especialmente em solos com baixa capacidade de retenção de água. Exemplos incluem pesquisas realizadas em florestas de transição no sul da Amazônia, onde períodos de seca prolongada intensificam os padrões de perda foliar, indicando uma forte correlação entre a deciduidade e o déficit hídrico. No entanto, é importante ressaltar que essa relação ainda demanda análises mais robustas para confirmar uma correlação direta.

A deciduidade na Amazônia é um fenômeno complexo, cujas implicações ecológicas vão além da conservação de recursos pelas árvores, impactando diretamente a resiliência da floresta

em face de alterações ambientais. Embora avanços tenham sido feitos, muitas lacunas ainda persistem, especialmente em relação ao papel das espécies decíduas e semidecíduas na estrutura e dinâmica das florestas amazônicas. A continuidade de estudos é fundamental para desenvolver estratégias eficazes de conservação e manejo, assegurando a preservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos cruciais da Amazônia.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE (PPG-BIONORTE) da Universidade Federal do Acre (UFAC) pelo apoio institucional e pela oportunidade de desenvolvimento desta pesquisa. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa que viabilizou a realização deste trabalho.



REFERÊNCIAS

- ANDERSON, L. O. *et al.* Remote sensing detection of droughts in Amazonian forest canopies. **New Phytologist**, v. 187, n. 3, p. 733-750, 2018.
- ARAGÃO, L. E. O. C. *et al.* Environmental change and the carbon balance of Amazonian forests. **Biological Reviews**, v. 89, n. 4, p. 913-931, 2014.
- ARAÚJO, J. F. de; HARIDASAN, M. Relação entre deciduidade e concentrações foliares de nutrientes em espécies lenhosas do cerrado. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, p. 533-542, 2007.
- BARBOSA, M. S.; DE LIMA, J. P. S.; LIMA, R. A. Contribuições da Educação Ambiental para a biodiversidade no Amazonas: uma revisão integrativa. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 18, n. 1, p. 194-210, 2023.
- BIERREGAARD Jr, R. O. *et al.* The biological dynamics of tropical rainforest fragments. **BioScience**, v. 42, n. 11, p. 859-866, 1992.
- BLUNDELL, A. G.; PEART, D. R. Growth strategies of a shade-tolerant tropical tree: the interactive effects of canopy gaps and simulated herbivory. **Journal of Ecology**, v. 89, n. 4, p. 608-615, 2001.
- BORCHERT, R. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. **Ecology**, v. 75, n. 5, p. 1437-1449, 1994.
- BOTELHO, L. L. R.; DE ALMEIDA CUNHA, C. C.; MACEDO, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e Sociedade**, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.
- BRIENEN, R. J. W.; ZUIDEMA, P. A. Relating tree growth to rainfall in Bolivian rain forests: a test for six species using tree ring analysis. **Oecologia**, v. 146, n. 1, p. 1-12, 2005.
- CARVALHO, F. A.; FELFILI, J. M. Variações temporais na comunidade arbórea de uma floresta decidual sobre afloramentos calcários no Brasil Central: composição, estrutura e diversidade florística. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 1, p. 203-214, 2011.
- CHAVE, J. *et al.* Regional and seasonal patterns of litterfall in tropical South America. **Biogeosciences**, v. 7, n. 1, p. 43-55, 2010.
- CHAZDON, R. L. *et al.* Rates of change in tree communities of secondary Neotropical forests following major disturbances. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 362, n. 1478, p. 273-289, 2007.
- CLEVELAND, W. S.; MCGILL, R. The many faces of a scatterplot. **Journal of the American Statistical Association**, v. 79, n. 388, p. 807-822, 1984.
- COCHRANE, M. A.; SCHULZE, M. D. Fire as a recurrent event in tropical forests of the eastern amazon: effects on forest structure, biomass, and species composition 1. **Biotropica**, v. 31, n. 1, p. 2-16, 1999.

CONDÉ, T. M.; TONINI, H. Fitossociologia de uma floresta ombrófila densa na Amazônia Setentrional, Roraima, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 3, p. 247-259, 2013.

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

CRACRAFT, J. Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: areas of endemism. **Ornithological Monographs**, n.36, p. 49-84, 1985.

DA COSTA, D. M. A.; DE SOUZA MELO, H. N.; FERREIRA, S. R. Eficiência da cobertura morta na retenção de umidade no solo. **Holos**, v. 23, p. 59-69, 2007.

DAMASCENO-JUNIOR, G. A. *et al.* Structure, distribution of species and inundation in a riparian forest of Rio Paraguai, Pantanal, Brazil. Flora-Morphology, Distribution, **Functional Ecology of Plants**, v. 200, n. 2, p. 119-135, 2005.

DA ROCHA MIRANDA, R. C. Conhecimento estratégico: caracterização e identificação baseada em revisão sistemática e bibliométrica. **Informação & Sociedade**, v. 28, n. 1, p. 23-34, 2018.

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

DE CAMPOS, A. F. M.; CAETANO, L. M. D.; GOMES, V. M. L. R. Revisão sistemática de literatura em educação: características, estrutura e possibilidades às pesquisas qualitativas. **Linguagens, Educação e Sociedade**, v. 27, n. 54, p. 139-169, 2023.

DE CARVALHO JÚNIOR, O. A.; HERMUCHE, P. M.; GUIMARAES, R. F. Identificação regional da floresta estacional decidual na bacia do Rio Paraná a partir da análise multitemporal de imagens MODIS. **Brazilian Journal of Geophysics**, v. 24, n. 3, p. 319-332, 2018.

DEZZEO, N. *et al.* Forest-savanna dynamics in the Gran Sabana, Venezuela: insights from two Pleistocene records. **Journal of Biogeography**, v. 30, n. 8, p. 1153-1164, 2003.

DONATO, H.; DONATO, M. Etapas na condução de uma revisão sistemática. **Acta medica portuguesa**, v. 32, n. 3, p. 227-235, 2019.

DOS SANTOS MARTINS, J. K. S.; OLIVEIRA, A. F. M.; ALMEIDA, J. S. Variação sazonal das redes de interações planta-artrópodes em floresta tropical sazonalmente seca. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 6, p. 2671-2713, 2020.

ESTEVES, B. M. G. A hierarquização dos espaços agrários na Amazônia Sul-Occidental: os assentados em áreas de preservação e os não assentados. **Revista Nera**, v. 8, n. 7, p. 48-67, 2012.

FELFILI, J. *et al.* Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado sensu stricto da fazenda Água Limpa no distrito federal, Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 22, n. 1, p. 83-90, 1999.

FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p. 157-166, 2005.

FERREIRA, R. B. *et al.* Biologia floral, ciclos fenológicos e desenvolvimento de frutos de dois cultivares de Nogueira Macadâmia em São Manuel–SP. **Energia na agricultura**, v. 34, n. 4, p. 562-572, 2019.

FOLEY, J. A. *et al.* Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 5, n. 1, p. 25-32, 2007.

FONTELLES, M. J. *et al.* Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. **Revista paraense de medicina**, v. 23, n. 3, p. 1-8, 2009.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 23, n. 1, p. 183-184, 2014.

GIVNISH, T. J. Adaptive significance of evergreen vs. deciduous leaves: solving the triple paradox. **Silva Fennica**, v. 36, n. 3, p. 703-743, 2002.

GUAN, K. *et al.* Photosynthetic seasonality of global tropical forests constrained by hydroclimate. **Nature Geoscience**, v. 8, n. 4, p. 284-289, 2015.

IVANAUSKAS, N. M.; MONTEIRO, R.; RODRIGUES, R. R. Classificação fitogeográfica das florestas do Alto Rio Xingu. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 3, p. 387-402, 2008.

JENKINS, C. N.; PIMM, S. L.; JOPPA, L. N. Global patterns of terrestrial vertebrate diversity and conservation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, n. 28, p. E2602-E2610, 2013.

JÚNIOR, A. P.; PEREIRA, E. Degradação ambiental e a diversidade biológica/biodiversidade: uma revisão integrativa. **Enciclopédia Biosfera**, v. 14, n. 26, p. 922-937, 2017.

LAMBERS, H. *et al.* **Plant physiological ecology**. New York: Springer Science & Business Media, 2008.

LAURANCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecologia brasiliensis**, v. 13, n. 3, p. 434-451, 2009.

LINDE, K.; WILLICH, S. N. How objective are systematic reviews? Differences between reviews on complementary medicine. **Journal of the Royal Society of Medicine**, v. 96, n. 1, p. 17-22, 2003.

LOPES, A. P. *et al.* Leaf flush drives dry season green-up of the Central Amazon. **Remote Sensing of Environment**, v. 182, n. 1, p. 90-98, 2016.

LOPES, I. L. Estratégia de busca na recuperação da informação: revisão da literatura. **Ciência da Informação**, v. 31, n. 2, p. 60-71, 2002.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1992.

LOVEJOY, T. E.; NOBRE, C. Amazon tipping point. **Science Advances**, v. 4, n. 2, p. eaat2340, 2018.

LUCENA, I. C.; LEITE, M. B.; MATOS, D. M. S. A deciduidade foliar indica a vulnerabilidade de espécies lenhosas ao fogo. **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, p. 59-68, 2015.

MALHI, Y. *et al.* Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. **Science**, v. 319, n. 5860, p. 169-172, 2008.

MALHI, Y. *et al.* The linkages between photosynthesis, productivity, growth and biomass in lowland Amazonian forests. **Global Change Biology**, v. 21, n. 6, p. 2283-2295, 2015.

MARENGO, J. A. *et al.* The drought of 2010 in the context of historical droughts in the Amazon region. **Geophysical research letters**, v. 38, n. 12, 2011.

MOCOCHINSKI, A. Y.; SCHEER, M. B. Campos de altitude na serra do mar paranaense: aspectos florísticos. **Floresta**, v. 38, n. 4, p. 625-640, 2008.

MORELLATO, L. P. C. *et al.* Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study 1. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 811-823, 2000.

MORELLATO, L. P. C.; CAMARGO, M. G. G.; GRESSLER, E. A review of plant phenology in South and Central America. **Phenology: an integrative environmental science**, p. 91-113, 2013.

MOULATLET, G. M. *et al.* The role of topographic-derived hydrological variables in explaining plant species distributions in Amazonia. **Acta Amazonica**, v. 52, n. 3, p. 218-228, 2017.

MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

MURPHY, P. G.; LUGO, A. E. Ecology of tropical dry forest. **Annual review of ecology and systematics**, v. 17, p. 67-88, 1986.

NEPSTAD, D. C. *et al.* Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point. **Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences**, v. 363, n. 1498, p. 1737-1746, 2008.

NEWSTROM, L. E. *et al.* A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, p. 141-159, 1994.

OLIVEIRA, C. A. P.; SOUZA, C. M. Influência da cobertura morta na umidade, incidência de plantas daninhas e de broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*) em um pomar de bananeiras (*Musa* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 345-347, 2003.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FLUMINHAN-FILHO, M. **Vegetation ecology of the Parque Florestal Quedas do Rio Bonito, Brazil**. **CERNE**, v. 5, n. 2, p. 51-64, 1999.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. In: **The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. Columbia University Press, p. 91-120, 2002.

PALHARES, D.; FRANCO, A. C.; ZAIDAN, L. B. P. Respostas fotossintéticas de plantas do cerrado nas estações seca e chuvosa. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 8, n. 2, p. 213-220, 2010.

PARMESAN, C. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 37, n. 1, p. 637-669, 2006.

PATINO, C. M.; FERREIRA, J. C. Critérios de inclusão e exclusão em estudos de pesquisa: definições e porque eles importam. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 44, n. 2, p. 84-84, 2018.

PRADO, D. E. *et al.* As caatingas da América do Sul. **Ecologia e conservação da Caatinga**, v. 2, n. 1, p. 3-74, 2003.

PEÑA, M. L. *et al.* Respiração microbiana como indicador da qualidade do solo em ecossistema florestal. **Floresta**, v. 35, n. 1, p. 117-127, 2005.

PENNINGTON, R. T.; LAVIN, M.; OLIVEIRA-FILHO, A. Woody plant diversity, evolution, and ecology in the tropics: perspectives from seasonally dry tropical forests. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 40, n. 1, p. 437-457, 2009.

PHILLIPS, O. L. *et al.* Pattern and process in Amazon tree turnover, 1976–2001. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 359, n. 1443, p. 381-407, 2004.

PHILLIPS, O. L.; LEWIS, Simon L. Evaluating the tropical forest carbon sink. **Global change biology**, v. 20, n. 7, p. 2039–2041, 2014.

POORTER, L. *et al.* Are functional traits good predictors of demographic rates? Evidence from five neotropical forests. **Ecology**, v. 89, n. 7, p. 1908-1920, 2008.

R CORE TEAM (2024). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. (<https://www.R-project.org>) (Acesso em julho, 2024).

REICH, P. B.; BORCHERT, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **The Journal of Ecology**, v. 72, n. 1, p. 61-74, 1984.

REICHSTEIN, M. *et al.* Climate extremes and the carbon cycle. **Nature**, v. 500, n. 7462, p. 287-295, 2013.

RESTREPO-COUBE, N. *et al.* What drives the seasonality of photosynthesis across the Amazon basin? A cross-site analysis of eddy flux tower measurements from the Brasil flux network. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 182, p. 128-144, 2013.

- RIVERA, G. *et al.* Increasing day-length induces spring flushing of tropical dry forest trees in the absence of rain. **Trees**, v. 16, n. 7, p. 445-456, 2002.
- ROCHA, K. B. *et al.* A visita domiciliar no contexto da saúde: uma revisão de literatura. **Psicologia, Saúde e Doenças**, v. 18, n. 1, p. 170-185, 2017.
- RODRIGUES, R. R.; SHEPHERD, G. J. Fatores condicionantes da vegetação ciliar. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- ROQUETTE, J. G. Distribuição da biomassa no cerrado e a sua importância na armazenagem do carbono. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 1350-1363, 2018.
- RUFINO, M. K. G. *et al.* Deciduidade foliar e floração de espécies lenhosas da caatinga. **Biotemas**, v. 33, n. 4, p. 1, 2020.
- SALESKA, S. R. *et al.* Amazon forests green-up during 2005 drought. **Science**, v. 318, n. 5850, p. 612-612, 2007.
- SALESKA, S. R. *et al.* Dry-season greening of Amazon forests. **Nature**, v. 531, n. 7594, p. E4-E5, 2016.
- SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007.
- SINGH, K. P.; KUSHWAHA, C. P. Emerging paradigms of tree phenology in dry tropics. **Current Science**, v. 89, n. 6, p. 964-975, 2005.
- SOUZA, A. H. C. *et al.* A relação dos indígenas com a natureza como contribuição à sustentabilidade ambiental: uma revisão da literatura. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 7, n. 2, p. 88-95, 2015.
- SOUZA, J. P. *et al.* Shoot-leaf relationships in deciduous, semideciduous, and evergreen cerrado tree species. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 21, n. 1, p. 76-86, 2009.
- STAN, K.; SANCHEZ-AZOFEIFA, A. Tropical dry forest diversity, climatic response, and resilience in a changing climate. **Forests**, v. 10, n. 5, p. 443, 2019.
- SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rainforests. **Vegetation**, v. 75, p. 81-86, 1988.
- TAIZ, L. *et al.* **Plant Physiology and Development**. 6th ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2015.
- TER STEEGE, H. *et al.* Hyperdominance in the Amazonian tree flora. **Science**, v. 342, n. 6156, p. 1243092, 2013.
- TESTA, P. A.; DE ROSA, K. R.; FAVERO, L. Biodiversidade: principais ameaças e alertas. **RETEC-Revista de Tecnologias**, v. 13, n. 1, p. 29-34, 2020.

TUFTE, E. Graphical excellence. **The visual display of quantitative information**, p. 13-52, 2001.

VAN SCHAIK, C. P. *et al.* Phenological changes in a Sumatran rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 2, n. 4, p. 327-347, 1993.

VIANA, V. M. Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist forest. **Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities**, p. 351-365, 1997.

VORMISTO, J.; TUOMISTO, H.; OKSANEN, J. Palm distribution patterns in Amazonian rainforests: What is the role of topographic variation?. **Journal of Vegetation Science**, v. 15, n. 4, p. 485-494, 2004.

WHITMORE, T. C. **An introduction to tropical rain forests**. 1990.

WICKHAM H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. **Springer-Verlag New York**, 2016.

WRIGHT, S. J.; VAN SCHAIK, C. P. Light and the phenology of tropical trees. **The American Naturalist**, v. 143, n. 1, p. 192-199, 1994.

