

FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM E OS SEUS EFEITOS NA FITODIVERSIDADE E NA REGENERAÇÃO NATURAL EM FLORESTAS TROPICAIS

LANDSCAPE FRAGMENTATION AND ITS EFFECTS ON PLANT DIVERSITY
AND NATURAL REGENERATION IN TROPICAL FORESTS

Ciências Biológicas, Ciências Agrárias • 22/08/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/787374411](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/787374411)

José Bunga Menga¹

Casimiro Paulo João Mezonda²

Paulo Alexandrino Luanda Dambuca³

RESUMO

A fragmentação da paisagem compromete a fitodiversidade e a regeneração natural nas florestas tropicais, afectando a composição, a estrutura e a dinâmica destes ecossistemas. Este estudo analisou as evidências científicas sobre os efeitos da fragmentação da paisagem na fitodiversidade e na regeneração natural, bem como as suas implicações para a conservação da flora. Foi realizada uma revisão integrativa da literatura, de natureza qualitativa, a partir de estudos científicos publicados sobre o tema. A síntese das evidências mostrou que a redução e o isolamento dos fragmentos florestais diminuem a riqueza e a diversidade de espécies vegetais, alteram a composição florística e comprometem processos ecológicos como a dispersão de sementes, o estabelecimento de plântulas e a sucessão florestal. A magnitude destes efeitos varia com a dimensão e o grau de isolamento dos fragmentos, a qualidade da matriz envolvente e as condições ambientais locais. Estes resultados evidenciam que a manutenção da conectividade da paisagem, a restauração ecológica e a conservação dos remanescentes florestais são determinantes para conservar a fitodiversidade, favorecer a regeneração natural e aumentar a resiliência das florestas tropicais.

Palavras-chave: fragmentação da paisagem; fitodiversidade; regeneração natural; florestas tropicais; conservação da flora.

ABSTRACT

Landscape fragmentation compromises plant diversity and natural regeneration in tropical forests, affecting the composition, structure, and dynamics of these ecosystems. This study analyzed scientific evidence regarding the effects of landscape fragmentation on plant diversity and natural regeneration, as well as the implications for flora conservation. A qualitative integrative literature review was

conducted based on published scientific studies on the subject. The synthesis of evidence showed that the reduction and isolation of forest fragments decrease plant species richness and diversity, alter floristic composition, and compromise ecological processes such as seed dispersal, seedling establishment, and forest succession. The magnitude of these effects varies according to fragment size and degree of isolation, the quality of the surrounding matrix, and local environmental conditions. These results demonstrate that maintaining landscape connectivity, ecological restoration, and the conservation of forest remnants are crucial for conserving plant diversity, fostering natural regeneration, and enhancing the resilience of tropical forests.

Keywords: landscape fragmentation; plant diversity; natural regeneration; tropical forests; flora conservation.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a fragmentação da paisagem tornou-se uma das principais ameaças à conservação das florestas tropicais. A expansão da agricultura, da exploração florestal, da mineração, da urbanização e das infra-estruturas reduziu e subdividiu extensas áreas florestais. Este processo, designado por fragmentação da paisagem, não se limita à perda de cobertura florestal. Altera a configuração espacial dos habitats, aumenta o isolamento entre fragmentos, intensifica os efeitos de borda e reduz a conectividade ecológica, comprometendo a circulação de organismos, propágulos e outros fluxos ecológicos (Fahrig, 2019; Haddad et al., 2015; Wilson et al., 2016).

As consequências destas alterações são evidentes nas florestas tropicais, que concentram uma parte significativa da biodiversidade

terrestre e desempenham funções essenciais na regulação do clima, nos ciclos biogeoquímicos, no armazenamento de carbono e na prestação de serviços ecossistémicos, como a conservação dos solos, a protecção dos recursos hídricos e o sustento de milhões de pessoas. A fitodiversidade sustenta a estrutura e o funcionamento destes ecossistemas. A composição, a riqueza e a distribuição das espécies vegetais influenciam a produtividade primária, a ciclagem de nutrientes, a disponibilidade de habitats e as interacções ecológicas que sustentam o funcionamento das florestas. As alterações na diversidade florística repercutem-se na polinização, na herbivoria, na sucessão ecológica e na regeneração natural, afectando a persistência das espécies, a estabilidade das comunidades e a recuperação das florestas após perturbações (Hooper et al., 2012; Díaz et al., 2019). Compreender os factores que condicionam a fitodiversidade é, por isso, fundamental para explicar a resposta das florestas tropicais às pressões antrópicas e apoiar estratégias de conservação.

Embora os efeitos da fragmentação da paisagem sobre a biodiversidade estejam bem documentados, a resposta da vegetação varia entre ecossistemas. Em alguns casos, observa-se a redução de espécies florestais especializadas, alterações na composição florística e simplificação da estrutura da vegetação. Noutros, verifica-se um aumento relativo de espécies pioneiras ou tolerantes à perturbação. Estas respostas dependem das características das espécies, das condições ambientais, da configuração da paisagem, da dimensão e do isolamento dos fragmentos e da qualidade da matriz envolvente, mostrando que a fragmentação não produz os mesmos efeitos em todos os ecossistemas. Para além das alterações na riqueza de espécies, este processo modifica a composição funcional das comunidades,

interfere na sucessão ecológica e compromete a integridade ecológica das florestas a longo prazo (Haddad et al., 2015; Arroyo-Rodríguez et al., 2020; Taubert et al., 2018).

A regeneração natural assegura a renovação das comunidades vegetais e a manutenção das florestas ao longo do tempo, sendo um dos processos mais afectados pela fragmentação da paisagem. É também uma das estratégias mais eficazes e economicamente viáveis para a restauração de florestas tropicais, sobretudo quando existem condições favoráveis de conectividade, disponibilidade de propágulos, qualidade do solo e protecção contra novas perturbações. A velocidade e a trajectória da regeneração variam entre paisagens em resultado da interacção entre factores ecológicos, ambientais, sociais e de gestão (Chazdon & Guariguata, 2016; Crouzeilles et al., 2017; Chazdon et al., 2025). A regeneração florestal é hoje entendida como um processo socioecológico cuja dinâmica depende tanto das condições locais como da estrutura da paisagem.

A produção científica sobre fragmentação florestal, biodiversidade e restauração ecológica aumentou nos últimos anos, mas a literatura continua dispersa. Muitos estudos centram-se na fauna, enquanto outros analisam apenas atributos estruturais da vegetação ou indicadores específicos da regeneração. Permanecem escassas as revisões que sintetizam, de forma integrada, as evidências sobre as relações entre fragmentação da paisagem, fitodiversidade e regeneração natural em florestas tropicais. Esta lacuna limita a compreensão integrada dos mecanismos pelos quais a fragmentação afecta a composição, a dinâmica e a capacidade de regeneração das comunidades vegetais, dificultando a identificação

de padrões consistentes que apoiem a conservação da flora e a restauração das florestas tropicais.

O presente estudo teve como objectivo analisar criticamente as evidências científicas sobre os efeitos da fragmentação da paisagem na fitodiversidade e na regeneração natural em florestas tropicais, discutindo as suas implicações para a conservação da flora e identificando lacunas do conhecimento que possam orientar futuras investigações e apoiar a formulação de estratégias de conservação e gestão ambiental.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E CONCEPTUAL

2.1. Fragmentação da Paisagem em Florestas Tropicais

A intensificação das alterações do uso da terra nas últimas décadas tornou a fragmentação da paisagem um dos principais focos da Ecologia da Paisagem e da Biologia da Conservação. Mais do que reduzir a cobertura florestal, este processo subdivide habitats contínuos em fragmentos menores e mais isolados, inseridos numa matriz com diferentes níveis de perturbação. Como consequência, altera a configuração espacial da paisagem, modifica os gradientes ambientais e interfere em processos ecológicos que regulam a distribuição das espécies, a conectividade funcional e a manutenção da biodiversidade. Segundo Forman (1995) e Turner, Gardner e O'Neill (2001), estas alterações espaciais influenciam directamente o funcionamento dos ecossistemas e a organização da biodiversidade.

A interpretação da fragmentação também evoluiu. As primeiras abordagens atribuíam as alterações ecológicas sobretudo ao tamanho dos fragmentos, ao isolamento e aos efeitos de borda (Forman, 1995). Posteriormente, Fahrig (2003) demonstrou que

muitos impactos atribuídos à fragmentação decorrem, na realidade, da perda de habitat, deslocando o debate para a interacção entre ambos os processos. Estudos de Haddad et al. (2015), Fletcher et al. (2022) e Dutt et al. (2026) reforçaram esta perspectiva ao mostrarem que os efeitos da fragmentação dependem da escala espacial, da configuração da paisagem e das características ecológicas das espécies, afastando interpretações baseadas num único factor.

Nas florestas tropicais, a fragmentação resulta principalmente da expansão agrícola, da exploração madeireira, da mineração, da abertura de infra-estruturas e da urbanização. Estas transformações convertem áreas florestais contínuas em mosaicos de fragmentos com diferentes dimensões, formas e graus de isolamento, separados por matrizes que condicionam a dispersão dos organismos, o fluxo génico e as interacções ecológicas. Rivas, Palacios-Rodríguez e Navarro-Cerrillo (2026) e Haddad et al. (2015) referem que a composição da matriz exerce influência decisiva sobre a conectividade entre os fragmentos e sobre a intensidade das respostas ecológicas. A estrutura da paisagem deixa, assim, de reflectir apenas a distribuição dos habitats e passa a determinar a intensidade dos processos ecológicos que sustentam o funcionamento das florestas.

A redução do tamanho dos fragmentos intensifica os efeitos de borda, aumentando a incidência de luz, a temperatura e a velocidade do vento, ao mesmo tempo que reduz a humidade do sub-bosque. Estas alterações modificam a estrutura da vegetação, afectam o estabelecimento de plântulas e comprometem a persistência de espécies sensíveis às mudanças microclimáticas. Paralelamente, o isolamento reduz a dispersão de sementes, limita a polinização, restringe o fluxo génico e enfraquece as interacções

entre plantas e fauna, comprometendo a regeneração e a estabilidade das comunidades vegetais. Segundo Laurance et al. (2006), os efeitos de borda alteram significativamente as condições ambientais dos remanescentes florestais. Safar et al. (2022) e Hending et al. (2023) mostram que estas alterações afectam igualmente a estrutura e a diversidade das comunidades vegetais em paisagens fragmentadas.

Embora os efeitos da fragmentação variem entre paisagens e comunidades biológicas, o consenso científico indica que estes resultam da interacção entre a perda de habitat, o isolamento dos fragmentos, os efeitos de borda e a qualidade da matriz. Para Haddad et al. (2015), Fletcher et al. (2022) e Dutt et al. (2026), a resposta das comunidades depende da interacção destes factores e não de um único atributo da paisagem. Assim, a fragmentação deve ser compreendida como um processo ecológico que reorganiza simultaneamente a estrutura da paisagem e o funcionamento dos ecossistemas, condicionando os padrões ecológicos observados em florestas tropicais.

2.2. Efeitos da Fragmentação na Fitodiversidade

A fitodiversidade está entre os componentes mais sensíveis à fragmentação da paisagem, reflectindo alterações na riqueza específica, na composição florística e na estrutura das comunidades vegetais. A subdivisão das florestas em fragmentos menores e isolados modifica as condições ambientais e os processos ecológicos que regulam a distribuição das espécies, favorecendo alguns grupos e reduzindo a persistência de outros. Haddad et al. (2015), Safar et al. (2022) e Hending et al. (2023) referem que estas alterações fazem

com que as comunidades vegetais se tornem progressivamente diferentes das registadas em áreas contínuas de floresta.

A redução da área dos fragmentos e o aumento dos efeitos de borda alteram os gradientes de luz, temperatura, humidade e velocidade do vento, criando condições menos favoráveis para espécies adaptadas ao interior da floresta. Espécies tolerantes à sombra, de crescimento lento e geralmente associadas aos estádios mais avançados da sucessão tendem a diminuir, enquanto espécies pioneiras, heliófitas e de crescimento rápido aumentam a sua abundância. Laurance et al. (2006) demonstram que estas alterações modificam a composição florística e reduzem a representatividade de grupos ecológicos essenciais para a estabilidade das florestas tropicais. Sousa et al. (2026) verificaram igualmente que os efeitos de borda alteram as estratégias ecológicas das comunidades vegetais.

Os efeitos da fragmentação tornam-se igualmente evidentes na distribuição das espécies especialistas. Plantas com exigências ecológicas mais restritas, baixa capacidade de dispersão ou elevada dependência de condições microclimáticas estáveis apresentam maior vulnerabilidade ao isolamento dos fragmentos. Em contraste, espécies generalistas, capazes de colonizar ambientes perturbados e explorar diferentes condições ecológicas, tendem a expandir a sua distribuição. Li et al. (2022) demonstraram que a simplificação das interacções ecológicas compromete a manutenção da diversidade vegetal, enquanto Juárez-Fragoso et al. (2024) verificaram que a conectividade da paisagem influencia directamente a diversidade das comunidades vegetais.

Para além das alterações na composição taxonómica, a fragmentação afecta a diversidade funcional e filogenética das

comunidades vegetais. A perda selectiva de espécies portadoras de determinados atributos funcionais, como estratégias específicas de dispersão, tolerância ao sombreamento ou elevada capacidade de armazenamento de carbono, compromete funções ecológicas essenciais ao funcionamento dos ecossistemas. Cadotte, Carscadden e Mirotnick (2011) demonstram que a redução da diversidade funcional limita a capacidade das comunidades responderem às alterações ambientais. Nunes et al. (2024) verificaram igualmente que alterações na diversidade funcional influenciam processos ecológicos relacionados com a recuperação e o funcionamento das florestas.

As alterações na fitodiversidade ultrapassam a simples perda de espécies. A reorganização da composição florística, da diversidade funcional e das interacções ecológicas modifica a estrutura das comunidades vegetais e reduz a sua capacidade de manter processos ecológicos essenciais ao funcionamento das florestas tropicais.

2.3. Efeitos da Fragmentação na Regeneração Natural

A regeneração natural depende da reposição contínua das populações vegetais por meio da produção de sementes, da dispersão, da germinação, do estabelecimento de plântulas e do recrutamento de novos indivíduos. A fragmentação interfere em todas estas etapas ao alterar simultaneamente as condições ambientais e as interacções ecológicas que sustentam a dinâmica das florestas. Como consequência, a renovação da vegetação torna-se mais lenta, menos diversificada e mais vulnerável a perturbações futuras. Chazdon (2014) e Chazdon et al. (2025) mostram que estas

alterações comprometem a capacidade de recuperação das florestas tropicais.

Entre os processos mais afectados destaca-se a dispersão de sementes. Para Cordeiro e Howe (2001), o isolamento dos fragmentos reduz a movimentação de dispersores, sobretudo aves e mamíferos frugívoros, limitando o transporte de sementes entre áreas florestais. Li et al. (2022) reforçam que esta limitação diminui a chegada de propágulos de espécies de estádios sucessionais avançados, favorecendo a regeneração de espécies pioneiras e de sementes dispersas pelo vento ou pela gravidade. Ao longo do tempo, estas alterações modificam o banco de sementes, reduzem a diversidade de plântulas e comprometem a reposição de espécies características das florestas maduras.

As alterações microclimáticas induzidas pelos efeitos de borda influenciam igualmente a germinação, o estabelecimento e a sobrevivência das plântulas. O aumento da temperatura, a redução da humidade do solo e a maior exposição à radiação solar criam condições menos favoráveis para espécies tolerantes ao sombreamento, aumentando a mortalidade nas fases iniciais do desenvolvimento. Em consequência, a regeneração passa a ser dominada por espécies mais resistentes às condições de ambientes perturbados, alterando a trajectória sucessional e reduzindo a capacidade de recuperação da estrutura original da floresta. Laurance et al. (2006) atribuem estas alterações às mudanças microclimáticas provocadas pelos efeitos de borda, interpretação igualmente sustentada por Chazdon (2014) e Magnago et al. (2022).

A fragmentação também compromete as interacções ecológicas que sustentam a regeneração. A redução de polinizadores,

dispersores e outros organismos associados às plantas diminui o sucesso reprodutivo de numerosas espécies e enfraquece processos fundamentais para a manutenção da diversidade vegetal. Haddad et al. (2015) demonstram que, ao responderem de forma diferenciada ao isolamento e à qualidade da matriz, estes organismos condicionam a composição das gerações futuras. Li et al. (2022) verificaram igualmente que estes efeitos se propagam por toda a comunidade vegetal, influenciando a estabilidade ecológica dos remanescentes florestais.

A longo prazo, estas alterações reduzem a resiliência das florestas tropicais e limitam a sua capacidade de recuperação após perturbações naturais ou antrópicas. A regeneração deixa de reproduzir a estrutura e a composição florística das florestas originais, favorecendo comunidades menos diversas e funcionalmente simplificadas. Neste contexto, compreender os efeitos da fragmentação sobre a regeneração natural é essencial para definir estratégias de conservação e restauração capazes de restabelecer os processos ecológicos que sustentam a persistência da flora tropical.

2.4. Factores Que Modulam os Impactos da Fragmentação

Os impactos da fragmentação variam de acordo com a configuração da paisagem e com as características ecológicas das espécies, não podendo ser explicados apenas pela perda de habitat. Fragmentos de maior dimensão tendem a conservar maior diversidade de habitats, populações mais numerosas e condições microclimáticas mais estáveis, aumentando a persistência da flora, como demonstrado por Juárez-Fragoso et al. (2024). Haddad et al. (2015) observam que, em contraste, fragmentos pequenos apresentam

maior vulnerabilidade às alterações ambientais e às perturbações estocásticas, acelerando a simplificação da estrutura florística.

A conectividade da paisagem reduz os efeitos do isolamento ao favorecer o fluxo génico, a dispersão de sementes e a movimentação de polinizadores e dispersores. Em oposição, matrizes altamente modificadas dificultam a circulação dos organismos e restringem processos ecológicos essenciais à manutenção da diversidade vegetal. Fahrig (2003) destaca que a qualidade da matriz pode reduzir ou intensificar os efeitos da fragmentação, conclusão igualmente sustentada por Prevedello e Vieira (2010) e por Rosan et al. (2026), ao evidenciarem a importância da conectividade para a recuperação dos ecossistemas florestais.

As respostas das comunidades vegetais também reflectem diferenças nas características ecológicas das espécies. Plantas de crescimento lento, baixa capacidade de dispersão, elevada especialização de habitat ou forte dependência de interacções mutualísticas tendem a responder de forma mais negativa à fragmentação do que espécies generalistas ou pioneiras. O histórico de perturbação, o tempo decorrido desde a fragmentação e a frequência de incêndios ou de exploração florestal condicionam igualmente a trajectória ecológica dos fragmentos. Hending et al. (2023) e Fletcher Jr. et al. (2022) mostram que a interacção destes factores explica a diversidade de respostas observadas em diferentes paisagens.

2.5. Implicações para a Conservação da Flora e a Restauração Florestal

A conservação da flora tropical não depende apenas da protecção dos remanescentes florestais, mas também da manutenção dos processos ecológicos que sustentam a diversidade vegetal. A preservação de fragmentos isolados revela-se insuficiente quando a conectividade da paisagem, a qualidade da matriz e a dinâmica da regeneração permanecem comprometidas. Haddad et al. (2015) demonstram que a persistência da biodiversidade está directamente relacionada com a manutenção da conectividade entre os habitats, entendimento igualmente defendido por Chazdon (2014) ao destacar a importância dos processos ecológicos para a recuperação das florestas tropicais.

A conservação da flora exige, por isso, intervenções desenvolvidas à escala da paisagem. A criação de corredores ecológicos, a recuperação de zonas ripícolas, a protecção de áreas nucleares e a gestão sustentável da matriz envolvente favorecem o fluxo de organismos, genes e propágulos, contribuindo para o restabelecimento da dispersão de sementes, da polinização e do recrutamento de plântulas. Jakovac et al. (2024) evidenciam que estas medidas favorecem a recuperação da vegetação, enquanto Rosan et al. (2026) mostram que a conectividade representa um dos principais factores para a recuperação dos ecossistemas florestais.

A restauração florestal também não pode limitar-se ao aumento da cobertura vegetal. A recuperação da estrutura, da composição florística e da diversidade funcional requer a utilização de espécies nativas adaptadas às condições ecológicas locais, a conservação das interacções entre plantas e fauna e o incentivo à regeneração natural sempre que existam condições favoráveis ao seu restabelecimento. Chazdon (2014) defende que a regeneração natural constitui um dos mecanismos mais eficientes para restaurar

florestas tropicais, perspectiva reforçada por Keller et al. (2023) e Chazdon et al. (2025), que evidenciam a complementaridade entre regeneração natural e restauração activa na recuperação da biodiversidade.

Nas florestas tropicais africanas, onde a expansão da agricultura, da exploração madeireira e da mineração continua a exercer forte pressão sobre a vegetação, a conservação da flora e a restauração florestal são fundamentais para reduzir a perda de fitodiversidade e favorecer a regeneração natural. Quando articuladas com o ordenamento sustentável da paisagem, estas acções contribuem para manter o funcionamento dos ecossistemas e aumentar a sua capacidade de adaptação às alterações ambientais. A restauração não deve limitar-se à recuperação de áreas degradadas, mas procurar restabelecer os processos ecológicos que garantem a persistência da flora tropical a longo prazo, conforme evidenciado por Bousfield e Edwards (2025).

3. METODOLOGIA

O presente estudo baseou-se numa abordagem qualitativa, assente numa revisão integrativa da literatura. Segundo Whitemore e Knafl (2005) e Snyder (2019), este tipo de revisão permite reunir, analisar e sintetizar criticamente resultados de estudos desenvolvidos com diferentes abordagens metodológicas, permitindo uma visão integrada do conhecimento disponível sobre os efeitos da fragmentação da paisagem na fitodiversidade e na regeneração natural.

A pesquisa bibliográfica foi realizada nas bases de dados Scopus, Web of Science, ScienceDirect e Google Académico, seleccionadas

pela ampla cobertura de publicações nas áreas da Ecologia, Conservação da Biodiversidade e Ciências Ambientais. Foram seleccionados artigos científicos publicados entre 2012 e 2026, em língua inglesa, portuguesa e espanhola. A estratégia de pesquisa baseou-se na combinação dos descritores *landscape fragmentation*, *forest fragmentation*, *plant diversity*, *phytodiversity*, *natural regeneration*, *tropical forests* e *flora conservation*, bem como dos respectivos equivalentes em português e espanhol, utilizando os operadores booleanos AND e OR para combinar os diferentes termos de pesquisa e ampliar a recuperação de estudos potencialmente relevantes (Booth, Sutton & Papaioannou, 2021).

Foram incluídos estudos que analisavam os efeitos da fragmentação da paisagem sobre a vegetação em florestas tropicais, apresentavam resultados de investigação originais ou revisões científicas relevantes e disponibilizavam o texto completo. Foram igualmente consideradas publicações sobre a fitodiversidade, a regeneração natural e os processos ecológicos associados à conservação da flora. Os critérios de exclusão abrangeram trabalhos duplicados, publicações sem revisão por pares, estudos desenvolvidos em ecossistemas não florestais, investigações centradas exclusivamente na fauna sem relação directa com a vegetação e documentos que não respondiam aos objectivos da presente revisão, de acordo com as recomendações metodológicas para revisões integrativas (Aromataris & Munn, 2020).

Foram identificadas 681 publicações nas quatro bases de dados consultadas, das quais 164 correspondiam a registos duplicados. Após a identificação e remoção das duplicatas, permaneceram 517 estudos para a fase de triagem. A leitura dos títulos e dos resumos conduziu à exclusão de 451 publicações, por não responderem aos

objectivos da revisão ou por não cumprirem os critérios de inclusão previamente estabelecidos. Os 66 artigos restantes foram analisados na íntegra, tendo sido excluídos 41 por não satisfazerem os critérios de inclusão definidos ou por não apresentarem informação relevante para os objectivos do estudo. No final do processo de selecção, 25 artigos científicos foram incluídos na revisão por cumprirem os critérios de inclusão estabelecidos e serem considerados relevantes para responder ao objectivo da presente investigação. A identificação, a triagem, a avaliação da elegibilidade e a inclusão dos estudos seguiram as recomendações do PRISMA 2020 (Page et al., 2021).

De cada estudo seleccionado foram extraídas informações relativas aos autores, ao ano de publicação, à área geográfica, aos objectivos, à metodologia e aos principais resultados relacionados com os efeitos da fragmentação da paisagem na fitodiversidade e na regeneração natural. Posteriormente, estes dados foram organizados numa matriz de análise e submetidos à análise temática, permitindo agrupar as evidências em categorias conceptuais, identificar padrões recorrentes, reconhecer convergências e divergências entre os estudos e sintetizar criticamente o conhecimento produzido sobre o tema (Braun & Clarke, 2006; Braun & Clarke, 2021). A interpretação dos resultados baseou-se numa síntese narrativa das evidências, procurando estabelecer relações entre os diferentes estudos e discutir as suas implicações para a conservação da flora e a restauração das florestas tropicais.

4. RESULTADOS DA REVISÃO

4.1. Caracterização dos Estudos Incluídos

Os 25 estudos incluídos na presente revisão abordaram os efeitos da fragmentação da paisagem sobre a fitodiversidade e a regeneração natural em florestas tropicais. As investigações foram desenvolvidas em diferentes regiões tropicais, com predominância da Amazônia, da Bacia do Congo e do Sudeste Asiático, recorrendo a estudos de campo, análises espaciais, revisões da literatura e meta-análises.

A tabela 1 apresenta a caracterização geral dos estudos incluídos, evidenciando os autores, o ano de publicação, a região de estudo, o tipo de floresta, os objectivos, a metodologia e as principais evidências identificadas.

Tabela 1. Caracterização geral dos estudos incluídos na revisão

Nº	Autor(es)	Ano	Base de dados	Revista	País/Região
1	Chazdon et al.	2025	Google Académico / WoS	Nature Reviews Biodiversity	Global

⚠ Esta tabela possui muitas colunas e foi cortada para impressão. Para visualizá-la completa, acesse o artigo original em:
<https://revistatopicos.com.br/artigos/fragmentacao-da-paisagem-e-os-seus-efeitos-na-fitodiversidade-e-na-regeneracao-natural-em-florestas-tropicais?noblockage>

4.2. Efeitos da Fragmentação da Paisagem na Fitodiversidade

A análise dos estudos incluídos na revisão mostrou que a fragmentação da paisagem está associada à redução da fitodiversidade nas florestas tropicais. Entre os resultados mais frequentemente identificados destacam-se a diminuição da riqueza florística, as alterações na composição das comunidades vegetais e a simplificação da estrutura funcional da vegetação.

As evidências reunidas também apontam para o aumento da abundância de espécies pioneiras e generalistas, acompanhado pela diminuição de espécies especialistas características do interior da floresta. Foram igualmente registadas alterações na diversidade funcional e processos de homogeneização biótica em diferentes paisagens fragmentadas.

Nas investigações realizadas na Amazónia, na Bacia do Congo, na Mata Atlântica, no Sudeste Asiático e noutras regiões tropicais observaram-se padrões semelhantes de alteração da vegetação em áreas fragmentadas. Apesar das diferenças metodológicas e geográficas, verificou-se uma tendência comum de redução da diversidade vegetal e de alterações na composição florística das comunidades.

4.3. Efeitos da Fragmentação da Paisagem na Regeneração Natural

A análise dos estudos incluídos na revisão mostrou que a fragmentação da paisagem afecta a regeneração natural das florestas tropicais. Entre os resultados mais frequentemente identificados destacam-se a redução da regeneração de espécies arbóreas, a diminuição do recrutamento de plântulas e as alterações na composição da regeneração em áreas fragmentadas.

As evidências sintetizadas indicam igualmente limitações na dispersão de sementes, redução do estabelecimento de novos indivíduos e predomínio de espécies pioneiras durante a regeneração natural. Também foram observadas alterações na composição do banco de plântulas e de indivíduos juvenis em diferentes contextos ecológicos.

Em diferentes regiões tropicais, incluindo a Amazônia, a Bacia do Congo, a Mata Atlântica e o Sudeste Asiático, observaram-se padrões semelhantes de alteração da regeneração natural em paisagens fragmentadas. Apesar das diferenças entre as áreas de estudo e das metodologias utilizadas, verificou-se uma tendência comum de redução da diversidade da regeneração e de alterações na composição das comunidades vegetais em fase de recrutamento.

4.4. Factores Que Modulam os Impactos da Fragmentação

A análise dos estudos revelou que a intensidade dos impactos da fragmentação da paisagem varia em função de diferentes factores ecológicos e espaciais. Entre os factores mais frequentemente identificados destacam-se o tamanho dos fragmentos, o grau de conectividade da paisagem, a qualidade da matriz envolvente e o histórico de perturbação.

A síntese dos estudos indica que estes factores estão associados às variações observadas na fitodiversidade e na regeneração natural, influenciando a composição das comunidades vegetais e a dinâmica dos processos ecológicos em paisagens fragmentadas.

As evidências obtidas em diferentes regiões tropicais mostram que a resposta da vegetação à fragmentação resulta da interacção entre as características da paisagem e as condições ecológicas de cada área

de estudo, verificando-se um padrão semelhante entre os estudos incluídos na revisão.

5. DISCUSSÃO

5.1. Fragmentação da Paisagem e Alterações na Fitodiversidade

As evidências reunidas nesta revisão mostram que a fragmentação da paisagem está entre os principais factores associados às alterações da fitodiversidade nas florestas tropicais. A redução da riqueza florística, as alterações na composição das comunidades vegetais e a perda da diversidade funcional observadas nos estudos analisados corroboram os princípios da Ecologia da Paisagem, segundo os quais a configuração espacial dos habitats influencia directamente a manutenção da biodiversidade (Forman, 1995; Fahrig, 2003). Esta tendência também foi descrita em estudos mais recentes, que registaram alterações persistentes na estrutura e na composição das comunidades vegetais em paisagens fragmentadas (Safar et al., 2022; Hending et al., 2023; Sousa et al., 2026).

A substituição gradual de espécies especialistas por espécies pioneiras e generalistas, identificada em diferentes regiões tropicais, coincide com os resultados apresentados por Haddad et al. (2015) e Fletcher Jr. et al. (2022), que relacionam a fragmentação e a perda de habitat com alterações persistentes na composição florística. Li et al. (2022) verificaram igualmente que a simplificação das interacções entre plantas e dispersores compromete a manutenção da diversidade vegetal, enquanto Nunes et al. (2024) observaram que a redução da diversidade funcional afecta processos ecológicos essenciais ao funcionamento dos ecossistemas. No seu conjunto, as evidências analisadas mostram que os efeitos da fragmentação vão

além da redução do número de espécies, reflectindo-se também na organização e no funcionamento das comunidades vegetais.

5.2. Fragmentação da Paisagem e Regeneração Natural

A regeneração natural revelou-se um dos processos mais afectados pela fragmentação da paisagem. A redução do recrutamento de plântulas, as limitações na dispersão de sementes e as alterações na composição das comunidades em regeneração evidenciam que a recuperação da vegetação depende da manutenção dos processos ecológicos e da conectividade entre os remanescentes florestais. Esta interpretação está de acordo com Chazdon (2014) e Chazdon et al. (2025), que reconhecem a regeneração natural como um mecanismo central na recuperação das florestas tropicais.

As investigações mais recentes incluídas na revisão apontam na mesma direcção. Keller et al. (2023) observaram que áreas submetidas a acções de restauração activa apresentam maior diversidade arbórea do que áreas regeneradas exclusivamente por processos espontâneos. Jakovac et al. (2024) identificaram a riqueza de espécies, a área basal e a biomassa como indicadores importantes da recuperação florestal. Por sua vez, Rosan et al. (2026) verificaram que a conectividade da paisagem favorece simultaneamente a regeneração natural e a recuperação do carbono, indicando que a capacidade de regeneração tende a ser maior em fragmentos menos isolados e inseridos em paisagens mais conectadas.

5.3. Implicações para a Conservação e Gestão das Florestas Tropicais

A literatura analisada indica que a conservação da flora tropical não depende apenas da protecção dos remanescentes florestais, mas também da manutenção da conectividade da paisagem e dos processos ecológicos que sustentam a regeneração natural. Neste contexto, a conectividade entre fragmentos assume particular importância por favorecer o fluxo de espécies, a dispersão de sementes e a recuperação da vegetação, conforme descrito por Keller et al. (2023), Jakovac et al. (2024) e Rosan et al. (2026).

A síntese dos estudos indica igualmente que a regeneração natural e a restauração ecológica desempenham papéis complementares na recuperação dos ecossistemas. Em áreas onde a capacidade de regeneração se encontra comprometida, a restauração activa pode acelerar a recuperação da estrutura e da diversidade da vegetação, enquanto em paisagens menos perturbadas a regeneração natural continua a desempenhar um papel determinante na conservação da flora tropical (Chazdon et al., 2025).

5.4. Limitações da Revisão e Perspectivas de Investigação

A revisão integrou estudos publicados entre 2012 e 2026 e indexados nas bases de dados seleccionadas. Este procedimento permitiu reunir evidências provenientes de diferentes regiões tropicais, embora se tenha verificado uma maior concentração de investigações desenvolvidas na Amazónia e na Mata Atlântica. Em contrapartida, foi reduzida a representação de estudos realizados em florestas tropicais africanas no conjunto da literatura analisada.

Nesta perspectiva, esta distribuição geográfica evidencia a necessidade de ampliar a investigação sobre a fragmentação da paisagem, a fitodiversidade e a regeneração natural nos

ecossistemas tropicais africanos. A reduzida representação de estudos realizados em Angola reforça a importância de desenvolver investigações neste contexto, capazes de apoiar a conservação e a gestão sustentável da flora nacional.

6. CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo mostram que a fragmentação da paisagem está entre os principais factores associados às alterações da fitodiversidade e à redução da capacidade de regeneração natural nas florestas tropicais. A perda de conectividade entre os remanescentes florestais favorece o isolamento das populações vegetais, reduz a dispersão de sementes, altera a dinâmica sucessional e compromete a recuperação da vegetação.

A literatura analisada evidencia que a regeneração natural desempenha um papel central na recuperação dos ecossistemas florestais, sobretudo quando associada à manutenção da conectividade da paisagem. A intensidade dos impactos da fragmentação é ainda influenciada pelo tamanho dos fragmentos, pela qualidade da matriz envolvente e pelo histórico de perturbação, factores que devem ser considerados nas estratégias de conservação, restauração ecológica e gestão da paisagem.

A reduzida representação de estudos realizados em Angola no conjunto da literatura analisada evidencia a necessidade de reforçar a investigação sobre a fragmentação da paisagem, a fitodiversidade e a regeneração natural nos ecossistemas florestais do país. O desenvolvimento de novos estudos poderá contribuir para uma melhor compreensão destes processos e apoiar a definição de estratégias de conservação e gestão da flora tropical angolana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arroyo-Rodríguez, V., Fahrig, L., Tabarelli, M., Watling, J. I., Tischendorf, L., Benchimol, M., Cazetta, E., Faria, D., Leal, I. R., Melo, F. P. L., Morante-Filho, J. C., Santos, B. A., Arasa-Gisbert, R., Arce-Peña, N., Cervantes-López, M. J., Cudney-Valenzuela, S., Galán-Acedo, C., San-José, M., Vieira, I. C. G., Slik, J. W. F., Nowakowski, A. J., & Tscharntke, T. (2020). *Designing optimal human-modified landscapes for forest biodiversity conservation. Ecology Letters*, 23(9), 1404–1420. <https://doi.org/10.1111/ele.13535>

Bousfield, C. G., & Edwards, D. P. (2025). *The pan-tropical age distribution of regenerating tropical moist forest. Nature Ecology & Evolution*, 9, 1205–1213. <https://doi.org/10.1038/s41559-025-02721-8>

Cadotte, M. W., Carscadden, K., & Mirotchnick, N. (2011). *Beyond species: Functional diversity and the maintenance of ecological processes and services. Journal of Applied Ecology*, 48(5), 1079–1087. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02048.x>

Chazdon, R. L. (2014). *Second growth: The promise of tropical forest regeneration in an age of deforestation*. University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226118109.001.0001>

Chazdon, R. L., & Guariguata, M. R. (2016). *Natural regeneration as a tool for large-scale forest restoration in the tropics: Prospects and challenges. Biotropica*, 48(6), 716–730. <https://doi.org/10.1111/btp.12381>

Chazdon, R. L., Blüthgen, N., Brancalion, P. H. S., Heinrich, V. H. A., & Bongers, F. (2025). *Drivers and benefits of natural regeneration in tropical forests. Nature Reviews Biodiversity*, 1(5), 298–314. <https://doi.org/10.1038/s44358-025-00043-y>

Cordeiro, N. J., & Howe, H. F. (2001). *Low recruitment of trees dispersed by animals in African forest fragments*. *Conservation Biology*, 15(6), 1733–1741. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2001.99579.x>

Crouzeilles, R., Ferreira, M. S., Chazdon, R. L., Lindenmayer, D. B., Sansevero, J. B., Monteiro, L., Iribarrem, A., Latawiec, A. E., & Strassburg, B. B. N. (2017). *Ecological restoration success is higher for natural regeneration than for active restoration in tropical forests*. *Science Advances*, 3(11), e1701345. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1701345>

Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H. T., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K. A., Butchart, S. H. M., Chan, K. M. A., Garibaldi, L. A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S. M., Midgley, G. F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., ... Zayas, C. N. (2019). *Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change*. *Science*, 366(6471), eaax3100. <https://doi.org/10.1126/science.aax3100>

Dutt, S., Remmel, T. K., Rivas, C. A., Mazziotta, A., & Kunz, M. (2026). *Advancing forest fragmentation analysis: A systematic review of evolving spatial metrics, software platforms, and remote sensing innovations*. *Landscape Ecology*, 41, Article 92. <https://doi.org/10.1007/s10980-026-02354-7>

Ewers, R. M., & Didham, R. K. (2006). *Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation*. *Biological Reviews*, 81(1), 117–142. <https://doi.org/10.1017/S1464793105006949>

Fahrig, L. (2003). *Effects of habitat fragmentation on biodiversity*. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34, 487–515. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>

Fahrig, L. (2019). *Habitat fragmentation: A long and tangled tale*. *Global Ecology and Biogeography*, 28(1), 33–41.
<https://doi.org/10.1111/geb.12839>

Forman, R. T. T. (1995). *Land mosaics: The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press.

Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., Lovejoy, T. E., Sexton, J. O., Austin, M. P., Collins, C. D., Cook, W. M., Damschen, E. I., Ewers, R. M., Foster, B. L., Jenkins, C. N., King, A. J., Laurance, W. F., Levey, D. J., Margules, C. R., ... Townshend, J. R. (2015). *Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems*. *Science Advances*, 1(2), e1500052.
<https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052>

Hending, D., Randrianarison, H., Andriamavosoloarisoa, N. N. M., Ranohatra-Hending, C., Holderied, M., McCabe, G., & Cotton, S. (2023). *Forest fragmentation and its associated edge effects reduce tree species diversity, size and structural diversity in Madagascar's transitional forests*. *Biodiversity and Conservation*, 32(10), 3329–3353.
<https://doi.org/10.1007/s10531-023-02695-5>

Hooper, D. U., Adair, E. C., Cardinale, B. J., Byrnes, J. E. K., Hungate, B. A., Matulich, K. L., Gonzalez, A., Duffy, J. E., Gamfeldt, L., & O'Connor, M. I. (2012). *A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change*. *Nature*, 486(7401), 105–108.
<https://doi.org/10.1038/nature11118>

Jakovac, C. C., Peña-Claros, M., Kuyper, T. W., Bongers, F., & Poorter, L. (2024). *Forest structural recovery reveals pathways of tropical forest regeneration*. *Communications Earth & Environment*, 5, Article 488.
<https://doi.org/10.1038/s43247-024-01694-8>

Juárez-Fragoso, M. A., Perroni, Y., Dáttilo, W., Gómez-Díaz, J. A., & Guevara, R. (2024). *The landscape scale of effect on the alpha and beta diversities of woody species in a semideciduous tropical forest*. *Landscape Ecology*, 39, Article 33. <https://doi.org/10.1007/s10980-024-01809-z>

Keller, N., Niklaus, P. A., Ghazoul, J., Marfil, T., Godoong, E., & Philipson, C. D. (2023). *Biodiversity consequences of long-term active forest restoration in selectively logged tropical rainforests*. *Forest Ecology and Management*, 549, 121414. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121414>

Laurance, W. F., Nascimento, H. E. M., Laurance, S. G., Andrade, A., Ribeiro, J. E. L., Giraldo, J. P., Lovejoy, T. E., Condit, R., Chave, J., Harms, K. E., & D'Angelo, S. (2006). *Rapid decay of tree-community composition in Amazonian forest fragments*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(50), 19010–19014. <https://doi.org/10.1073/pnas.0609048103>

Li, W., Zhu, C., Grass, I., Vázquez, D. P., Wang, D., Zhao, Y., Zeng, D., Kang, Y., Ding, P., & Si, X. (2022). *Plant–frugivore network simplification under habitat fragmentation leaves a small core of interacting generalists*. *Communications Biology*, 5, Article 1214. <https://doi.org/10.1038/s42003-022-04198-8>

Magnago, L. F. S., Rocha, M. F., Meyer, L., Martins, S. V., Meira-Neto, J. A. A., Edwards, D. P., & Edwards, F. A. (2022). *Edge effects alter the structure and natural regeneration of tropical forest fragments*. *iForest – Biogeosciences and Forestry*, 15(5), 409–417. <https://doi.org/10.3832/ifor3948-015>

Nunes, M. H., Brancalion, P. H. S., Tambosi, L. R., Rodrigues, R. R., & Vidal, C. Y. (2024). *Functional diversity mediates the effects of landscape fragmentation on forest biomass recovery*. *Ecological Indicators*, 166, 112450. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112450>

Prevedello, J. A., & Vieira, M. V. (2010). *Does the type of matrix matter? A quantitative review of the evidence*. *Biodiversity and Conservation*, 19(5), 1205–1223. <https://doi.org/10.1007/s10531-009-9750-z>

Rivas, C. A., Palacios-Rodríguez, G., & Navarro-Cerrillo, R. M. (2026). *Global forest fragmentation dynamics from 1992 to 2022: A spatial assessment using landscape metrics*. *Journal of Environmental Management*, 392, 126279. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2026.126279>

Rosan, T. M., Vedovato, L. B., Heinrich, V. H. A., Silva-Junior, C. H. L., Brancalion, P. H. S., Sitch, S., & Aragão, L. E. O. C. (2026). *Forest connectivity boosts carbon recovery in regenerating Atlantic Forests*. *Communications Earth & Environment*. <https://doi.org/10.1038/s43247-026-03480-5>

Safar, N. V. H., Costa, F. R. C., Barbosa, R. I., & Schietti, J. (2022). *Landscape opening affects the functional structure of tree communities in the Brazilian Atlantic Forest*. *Forest Ecology and Management*, 526, 120548. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120548>

Sousa, T. S., Pacheco, R. D., Pereira, L., Barbosa, A., Botelho, L. G., Michelan, T. S., Cerqueira, R. M., Gurgel, E. S. C., & Teodoro, G. S. (2026). *Edge effect influences the ecological strategies of plant communities in tropical forest fragments*. *Plant Biology*, 28(2), 509–519. <https://doi.org/10.1111/plb.70137>

Taubert, F., Fischer, R., Groeneveld, J., Lehmann, S., Müller, M. S., Rödig, E., Wiegand, T., & Huth, A. (2018). *Global patterns of tropical forest fragmentation*. *Nature*, 554(7693), 519–522. <https://doi.org/10.1038/nature25508>

Turner, M. G., Gardner, R. H., & O'Neill, R. V. (2001). *Landscape ecology in theory and practice: Pattern and process*. Springer.

Wilson, K. A., Auerbach, N. A., Sam, K., Magini, A. G., Moss, A. S. L., Langhans, S. D., Budiharta, S., Terzano, D., & Meijaard, E. (2016). *Conservation research is not happening where it is most needed*. *PLOS Biology*, 14(3), e1002413. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002413>

¹ Mestre em Desenvolvimento Curricular e Inovação Educativa pelo ISCED-Benguela; Docente do Instituto Superior de Ombakabenguela; Estudante de mestrado em Ensino da Biologia pelo ISCED-Huíla.

² Mestre em Biologia Aplicada pela Universidade de Aveiro, Portugal; Docente no Instituto Superior de Ciências da Educação do Uíge (ISCED-Uíge); Doutorando em Botânica pelo Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo (IB-USP).

³ Licenciado em Ensino de Biologia pelo Instituto Superior Politécnico Maravilha-Benguela, Mestrando em Ensino da Biologia no Instituto Superior de Ciência da Educação (ISCED-Huíla). Docente no Instituto Superior de Ciências da Educação do Sumbe (ISCED-Sumbe). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

ORCID: 0009-0005-2669-7744.

