

Artigo de Pesquisa

A ECOLOGIA DE PAISAGEM NOS ESTUDOS DE FRAGMENTOS FLORESTAIS**Landscape ecology in forest fragments studies**Mayra Stevanato¹, Ana Paula Colavite², Mauro Parolin³

¹ Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Maringá, Paraná. E-mail. mayrastevanato@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7305-5382>

² Universidade Estadual do Paraná, Departamento de Geografia, Campo Mourão, Paraná, Brasil. E-mail. apcolavite@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-2113-4844>

³ Universidade Estadual do Paraná, Departamento de Geografia, Campo Mourão, Paraná, Brasil. E-mail. mauroparolin@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-3934-5535>

Recebido em 01/11/2022 e aceito em 26/12/2022

RESUMO: Considerando os impactos da ação antrópica sobre o ambiente, a necessidade de planejamento ambiental é eminente. O Brasil é historicamente marcado por uma economia exploratória de recursos naturais, responsáveis pelo desmatamento e fragmentação de nossas florestas. Atualmente, com o mapeamento da vegetação e reconhecimento da abrangência das florestas, é possível entender melhor a dinâmica, evolução, as características de uma área e assim propor estratégias que possam auxiliar em sua preservação de forma mais efetiva, ou mesmo, propor legislações que consigam abranger essa vegetação de forma ampla. Este trabalho tem por objetivo apresentar através de levantamento bibliográfico, a Ecologia de Paisagem como uma alternativa de estudo da fragmentação florestal, incluindo sua trajetória histórica de construção e métricas utilizadas na análise das paisagens.

Palavras-chave: Paisagem; Desmatamento; Fragmento florestal; Mapeamento.

ABSTRACT: Considering the impacts of anthropic action on the environment, the need for environmental planning is imminent. Brazil is historically marked by an exploratory economy of natural resources, responsible for the deforestation and fragmentation of our forests. Currently, with the mapping of vegetation and recognition of the scope of forests, it is possible to better understand the dynamics, evolution, characteristics of an area and thus propose strategies that can help in its preservation more effectively, or even propose legislation that can cover this vegetation broadly. This work aims to present, through a bibliographic survey, Landscape Ecology as an alternative for the study of forest fragmentation, including its historical construction trajectory and metrics used in the analysis of landscapes.

Keywords: Landscape; Logging; Forest fragment; Mapping.

INTRODUÇÃO

A ciência geográfica se transformou e renovou nas últimas décadas, a fim de atender demandas sociais, ambientais e tecnológicas. Estas renovações são expressas na inserção de novos conteúdos, na resignificação de conceitos e no aprimoramento das técnicas de análise. Atualmente se destacam as análises geográficas em relação ao espaço e em como socialmente o homem se apropria deste. Estas análises se tornam cada vez mais definidoras de ações políticas a serem adotadas no planejamento geoespacial.

Considerando os impactos da ação antrópica sobre o ambiente, a necessidade de planejamento ambiental é eminente. A ação humana é responsável por impactos enormes ao meio natural, pois muitas atividades que priorizam o bem estar econômico, colocam em risco o bem estar ambiental, causando desequilíbrio ao meio ambiente. Deste modo, preservar os recursos naturais ainda existentes tornou-se uma premissa àqueles preocupados com questões ambientais.

O Brasil, historicamente foi marcado por uma economia exploratória de recursos naturais, prevalecendo atividades notadamente predatórias. Desde o período colonial, a produção concentrada no setor primário (pecuária, agricultura, extração vegetal e mineral, entre outros), atuou no país de modo agressivo e contínuo, visando um modelo de 'desenvolvimento a qualquer custo'. Tais ações são responsáveis pelo desmatamento e fragmentação de nossas florestas.

Com o mapeamento da vegetação e reconhecimento da abrangência das florestas, é possível entender melhor a dinâmica, evolução, as características de uma área e assim propor estratégias que possam auxiliar em sua preservação de forma mais efetiva, ou mesmo, propor legislações que consigam abranger essa vegetação de forma ampla. Desta forma, o presente que busca ressaltar a importância da Ecologia de Paisagem como uma alternativa para os estudos de fragmentação florestal, apresentando a partir de levantamento bibliográficos a importância da evolução destes estudos.

A ECOLOGIA DA PAISAGEM NO ESTUDO DE FRAGMENTOS FLORESTAIS

O conceito de paisagem é essencial aos estudos geográficos, nela ocorrem vários processos de evolução, através de uma dinâmica muito complexa. Segundo Bertrand (1971) a paisagem é resultado da combinação dinâmica, de elementos físicos, biológicos e antrópicos, resultando em um conjunto único e indissociável, em constante evolução. Ademais, as pesquisas dedicadas à análise da paisagem são múltiplas e com focos variados, permitidos pelas diversas teorias que sustentam este conceito geográfico.

Como método de estudo da paisagem e compreensão destes processos dinâmicos, Jean Tricart (1977) propõe a análise e delimitação de unidades de paisagem. Chamada de ecodinâmica, tem por base a análise sistêmica e enfoca as relações

recíprocas entre os diversos componentes da dinâmica ambiental, com destaque para os fluxos de energia e materiais no ambiente.

Seguindo o viés ecológico de estudos da paisagem, surge a *Ecologia de paisagem*. Segundo essa perspectiva, a paisagem pode ser definida como um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação (METZGER, 2001).

Neste trabalho será discutido a importância dos elementos de composição da paisagem, assim como o papel da ecologia de paisagem como ciência de estudo destes elementos. Consideramos importante uma apresentação histórica breve sobre a Ecologia de Paisagem, dedicadas a compreender como os processos ecológicos são influenciados pela paisagem, tornando de grande destaque o entendimento de quais áreas devam ser priorizadas para conservação e recuperação.

Considerando que esta área do conhecimento divide a paisagem em três características básicas: estrutura, função e alterações, nossas discussões permearam um levantamento teórico sobre os processos de fragmentação florestal, a estrutura e composição dos fragmentos, elementos que compõem a estrutura da paisagem e métricas de medição.

A ECOLOGIA DE PAISAGEM

A ecologia da paisagem caracteriza-se como uma ciência multidisciplinar, com base científica para o planejamento, manejo, conservação, desenvolvimento e melhoria da paisagem. A construção deste campo teórico teve início no século XX, como uma tentativa de sobrepor os olhares e objetivos estritamente naturais da bioecologia clássica. Apresentou bordagens, atitudes e pensamento holísticos e incluiu o ser humano como parte central de uma ciência Bio-Geo-Humana (NUCCI, 2007).

Segundo Naveh e Liberman (1994), a Ecologia de Paisagem apresenta uma base científica importante para a conservação, o desenvolvimento, e o manejo da paisagem. Para agregar áreas nas quais o homem é figura central, ela ultrapassou os objetivos puramente naturalista da bioecologia clássica, ponto central da relação entre Ecologia de Paisagem e Geografia.

O naturalista Alexandre von Humboldt (1769 -1854), considerado o pioneiro da geografia física moderna e da geobotânica, foi o primeiro a introduzir o termo "Paisagem" como descritivo de particularidades de uma região terrestre. Na perspectiva humboldtiana, há uma dupla orientação sobre o termo: uma que se destaca o papel ativo do olhar, considerando a subjetividade do observador; e outra na qual se destacam os aspectos fisionômicos da Terra. Deste modo, a paisagem pode ser vista, descrita, representada e entendida (VITTE e SILVEIRA, 2010).

Na década de 1930, o biogeógrafo alemão Carl Troll (1899-1975) foi um dos precursores na utilização de imagens aéreas para realização de análise do espaço, importante ferramenta nos estudos de paisagem. O autor realizou estudos

relacionando paisagens com o uso da terra, resultando na concepção da “ecologia de paisagem”.

Em 1950, Troll lança o termo “Ecologia de Paisagem”, que se apresentou como uma união entre as ciências geográfica e ecológica, a Ecologia da Paisagem anexa uma dimensão espacial à Ecologia, desenvolveu deste modo estudos que se preocupam com as relações entre os organismos e seu entorno, considerando todos os fatores ambientais. Posteriormente, realizou revisões de seus trabalhos e passou a utilizar o termo “Geoecologia”. O autor também realiza uma modificação conceitual do termo “paisagem”, a descrevendo como uma “a entidade visual e espacial total do espaço vivido pelo homem” (TROLL, 1966).

Para Naveh e Lieberman (1984) o intuito de Troll foi incentivar uma colaboração entre a Geografia e a Ecologia, propondo a combinação da aproximação horizontal (como interação espacial dos fenômenos) do geógrafo, com a aproximação vertical (como interações funcionais de um dado lugar) dos ecólogos.

Metzger (2001) chamou essa primeira linha da Ecologia de Paisagem de *abordagem geográfica*, por ter sido influenciada fortemente pela geografia humana, pela fitossociologia e da biogeografia. O autor lista três pontos fundamentais desta abordagem: Preocupação com o planejamento da ocupação territorial, analisando o potencial econômico de “unidade da paisagem”; o estudo de paisagens fundamentalmente modificadas pelo homem, chamadas de “paisagens culturais”; e a análise de amplas áreas espaciais, com foco em questões de macro-escalas, tanto espaciais quanto temporais.

Seguindo esta abordagem, Naveh e Lieberman (1994) definem Ecologia de Paisagem como “uma ciência interdisciplinar que lida com as interações entre a sociedade humana e seu espaço de vida, natural e construído”. Desta forma, fica evidente, portanto, o viés não meramente naturalista atribuído ao termo, mas sim o papel deste olhar sobre o meio, em suas correlações com as sociedades.

Na década de 1970, surge nos Estados Unidos uma abordagem com foco na conservação da paisagem. Esta abordagem teve por base a aplicação da teoria da Biogeografia de Ilhas (MACARTHUR e WILSON, 1967). Esta teoria consiste na ideia de que a quantidade de espécies em um local é resultado do balanço entre migrações e extinções, que por sua vez é dependente do tamanho e grau de isolamento da ilha. Aplicando esta teoria em ambientes continentais, alguns pesquisadores iniciaram estudos de efeitos de área e distância com aplicação principal a conservação.

No trabalho de Metzger (2001), esta segunda linha de pensamento, desenvolvida por americanos, foi chamada de *abordagem ecológica*. Iniciada por biogeógrafos e ecólogos, sofreu influência da ecologia de ecossistemas e da modelagem e análises espaciais. Com surgimento relativamente recente, foi beneficiada pela existência de imagens de satélite e tecnologias avançadas no tratamento de imagens. Esta abordagem enfatiza a conservação de paisagens naturais, a diversidade biológica e o manejo de recursos naturais, e não enfatiza obrigatoriamente macro-escalas. Seguindo esta abordagem, foram desenvolvidos importantes procedimentos e

métricas de quantificação da estrutura da paisagem (TURNER; GARDNER, 1991; RIITTERS *et al.* 1995; MCGARIGAL; MARKS, 1995).

Definindo “Ecologia de Paisagem” segundo esta linha de abordagem, Forman e Godron (1986) a descrevem como um estudo da estrutura, da função e da dinâmica de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos. Corroborando, Turner (1989) aponta que esta área enfatiza escalas espaciais amplas e os efeitos ecológicos do padrão de distribuição espacial dos ecossistemas, e Wiens *et al.* (1993) sinalizam a Ecologia de Paisagem como uma forma de considerar a heterogeneidade ambiental.

A partir da década de 1970, são publicados os primeiros estudos que visam relacionar a composição estrutural de uma paisagem com a biodiversidade existente na mesma. Por exemplo, Wiens (1973) realizou estudo de Ecologia de Populações, no qual relacionou o ambiente com a quantidade de espécies de pássaros existentes, pesquisando os padrões e os processos destas comunidades de pássaros constatou que as áreas florestadas apresentavam maior biodiversidade. Forman *et al.* (1976) investigaram o efeito do tamanho das florestas sobre a biodiversidade. Esta publicação apresentou resultados referentes aos efeitos do uso do solo no entorno da floresta, o chamado efeito de vizinhança. Pickett e Thompson (1978) em seu trabalho nomeado “*Patch dynamics and the design of nature reserves*”, definiram o conceito de manchas e mosaicos citando o conceito de paisagem de Whittaker (1953) no qual “A paisagem é um mosaico de manchas sucessionais de diferentes tamanhos”.

Na década de 1980 foi realizado em Wageningen - Holanda o 1º Congresso Internacional de Ecologia da Paisagem, que reuniu pesquisadores europeus e americanos. Considerado um marco, este congresso sinalizou a sinergia entre as linhas de pesquisas que seguiam em paralelo. Como resultado do evento houve a publicação do livro “*Perspectives in Landscape Ecology*”, criação da revista “*Landscape Ecology Journal*” e criação da *Internacional Association of Landscape Ecology (IALE)* em 1984.

Durante o congresso, muitas discussões foram realizadas acerca de definições e conceitos, inclusive sobre se definir a própria Ecologia de Paisagem. Isaak S. Zonneveld foi o autor e apresentador da mais ampla e aceita definição, para ele a ecologia da paisagem deveria ser considerada como uma ciência Bio-Geo Humana e com abordagem, atitude e pensamento holísticos (ZONNEVELD, 1982; NAVEH, 2000).

Há a preocupação de se unificar termos básicos de ambas as abordagens, que embora apresentem diferenças, possuem a possibilidade de integração de seus conceitos e definições. Neste sentido, Metzger (2001) propôs uma definição mais abrangente para o conceito de Paisagem: “um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação” (METZGER, 2001, p. 4). Considerando que a escala e o nível biológico dependem do observador e do objeto de estudo, a paisagem não é necessariamente um espaço amplo, podendo haver análises tanto em micro-escalas quanto em macro-escalas. E, deste modo, a

Ecologia de Paisagens é entendida como “[...] uma ecologia de interações espaciais entre as unidades da paisagem” (METZGER, 2001p. 5).

Siqueira et al (2013) afirmam que o avançado estágio de antropização do meio ambiente natural, torna impossível a exclusão do homem dos estudos de ecologia de paisagem. Mateo-Rodriguez (2017) aponta que, nestes estudos, assim como nas ciências geográficas e biológicas, o conceito de paisagem passa a ser utilizado como referência a uma formação antroponatural.

Porém, nos últimos anos a Ecologia de Paisagem evoluiu de forma considerável. As novas tecnologias, principalmente o avanço das geotecnologias, tornou possível as análises dinâmicas da evolução e transformação das paisagens. A aplicação de métricas permite a avaliação da estrutura e da composição da paisagem, considerando a fragmentação, a exploração, o uso dos recursos naturais e a ocupação humana (SIQUEIRA, et al. 2013).

Atualmente os estudos da paisagem são pautados na integração ge ecológica. O foco na inter-relação dos aspectos estruturais, espacial e dinâmico-funcional das paisagens integram as concepções biológicas e geográficas sobre as paisagens (MATEO-RODRIGUEZ et al, 2017). Em relação as técnicas utilizadas pelos estudos de ecologia de paisagem, o Geoprocessamento e o Sensoriamento Remoto se destacam. Utilizados como ferramentas para a análise da estrutura, dos padrões, da distribuição e do monitoramento das paisagens, estes foram primordiais para a evolução dos princípios desta ciência (JENSEN, 2009).

A base metodológica da Ecologia de Paisagem é pautada no uso de mapas e imagens de satélites, aliados a delimitação de uma escala (espacial e/ou temporal), para assim, realizar a aplicação de métricas. O uso integrado de técnicas de análise espacial para compreensão das dinâmicas e formas da paisagem se deve a influência da ciência geográfica. Segundo Pereira Costa (2020) a paisagem, constitui uma importante categoria de análise científica e metodológica, sendo pertencente a Geografia esta é operacionalmente trabalhada pela Ecologia da Paisagem.

Um dos principais focos dos estudos investigativos da paisagem, a partir da abordagem Ecologia da Paisagem, se refere ao uso, planejamento, mensuração da relação homem-natureza e como esta relação afeta a estrutura da paisagem. Com isso, objetiva-se o amparo e a proteção de ecossistemas, priorizando o uso sustentável da paisagem.

ESTRUTURA DA PAISAGEM NA DINÂMICA DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS

A fragmentação florestal é caracterizada como o processo no qual áreas de vegetação natural são interrompidas por barreiras (antrópicas ou naturais). A divisão de uma área florestada muda drasticamente as condições ambientais da mesma, impedindo o fluxo de animais, pólenes e sementes (VIANA, 1990). Os fragmentos irão atuar como “ilhas de diversidade” circundadas por áreas não florestadas.

O processo de fragmentação leva à formação de uma paisagem em mosaico com a estrutura constituída por manchas ou fragmentos, corredores e a matriz (Figura 1)

(METZGER, 2003). Se faz importante a discussão de cada um destes elementos resultantes do processo de fragmentação, pois estes compõem a estrutura de uma paisagem.

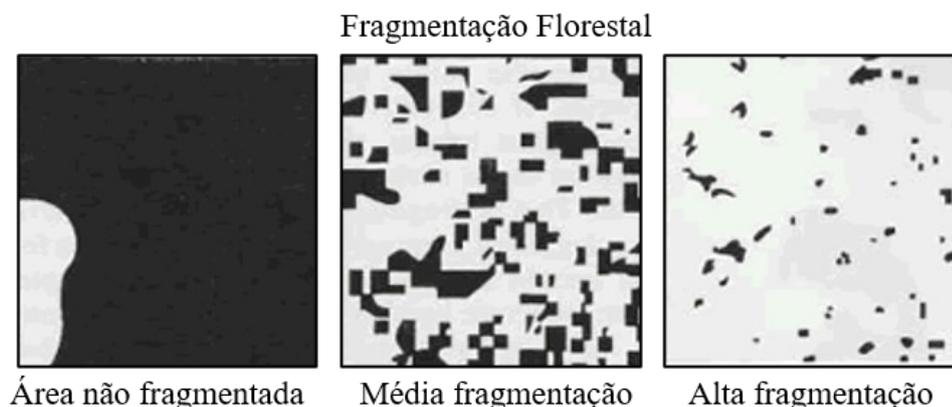


Figura 1. Demonstração do processo de fragmentação florestal. **Fonte:** Metzger (2003).

A mancha é entendida como uma área homogênea de extensão espacial reduzida, não linear, inserida na matriz e distinta de suas unidades vizinhas (METZGER, 2001). Os fatores que influenciam e controlam a mancha são as variáveis forma e tamanho. O tamanho compreende o aspecto mais evidente da mancha, é ele quem controla a circulação, a distribuição e a quantidade de espécies presentes na região. Já a forma é influenciada diretamente pelo efeito de borda. Quanto mais irregular a forma, maior será a proporção de áreas de margem que tem características próprias de grande diversidade e dinâmica, mas diferentes das comunidades do interior da mancha.

Considerando as características qualitativas associadas a composição das manchas e aspectos gerais relacionados, essas podem ser divididas em categorias como exposto na Quadro 1.

Quadro 1. Tipos de Manchas

Tipo de Mancha	Composição
Manchas de Perturbação	Formadas por algum evento que causa mudança significativa na paisagem. Estes eventos podem ser naturais, tais como fogo, escorregamentos, avalanches, ventanias, praga de insetos e migração de mamíferos, ou por ação antrópicas, como a retirada de florestas
Manchas Remanescente	São aquelas nas quais há perturbações em seu entorno, mas essas não as atingiram. Como por exemplo áreas de vegetação que são poupadas pelo fogo em uma floresta, se tornando pequenas ilhas de semente para a regeneração do entorno.

Tipo de Mancha	Composição
Manchas de Regeneração	ocorrem nas áreas que sofreram perturbações, mas que se encontram em regeneração, ocorrendo o processo sucessão vegetal.
Manchas de Atividades Antrópicas	manchas de habitação e manchas agrícolas são provenientes diretamente de ações antrópicas. Estas são formadas por atividades socioeconômicas e constituem paisagem antropogênicas.
Fragmentos	Uma mancha originada por fragmentação de uma floresta, promovida pelo homem, de uma unidade que inicialmente apresentava-se sob forma contínua, como uma matriz.

Fonte: METZGER, 2001; FORMAN; GODRON, 1986.

Já os corredores são elementos lineares de conexão entre manchas, geralmente estreitos, estes abrigam espécies adaptadas as margens. Eles estabelecem na paisagem um fator de conectividade, formando uma rede de interação entre animais e plantas. Destacam-se algumas características que devem ser analisadas nos estudos de corredores: largura, conectividade, complexidade e estreitamento (SOARES FILHO, 1998).

Em estudos de fragmentação, considera-se corredor os elementos lineares que ligam dois fragmentos anteriormente conectados (METZGER, 2001), e que desempenham diferentes funções na matriz (Figura 2): função de habitat, como local onde irá predominar espécies adaptadas às margens; de fonte quando a reprodução dos organismos; de conduta, se referindo a mobilidade e movimentação que ocorre através dos corredores; de filtro pois o corredor pode ser redutor de permeabilidade (barreiras como um rio, por exemplo, pode impedir a passagem de determinados animais); e função de sumidouro, quando elementos que vêm da matriz, como água, sedimentos ou animais, desaparecem no corredor (HESS; FISCHER, 2001).

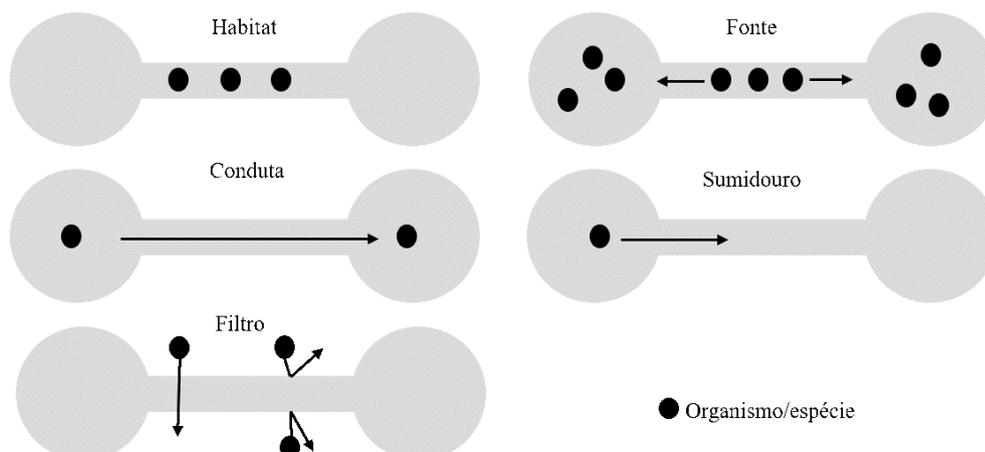


Figura 2. Funções dos corredores ecológicos. Habitat: Local de permanência das espécies; Conduta: Local de passagem; Filtro: Permissão/barreira de entrada de determinadas

espécies; Fonte: Local de surgimento das espécies; Sumidouro: Local de desaparecimento de espécies. **Fonte:** adaptado de Pereira e Cestaro (2016).

Quando a distância entre os fragmentos se torna maior do que a distância máxima que uma espécie é capaz de atravessar, a implantação de corredores é essencial para que haja percolação na paisagem. Os corredores ecológicos (Figura 3) realizam o reestabelecimento da conexão entre fragmentos, significando o aumento da possibilidade de recolonização local (METZGER, 2000).

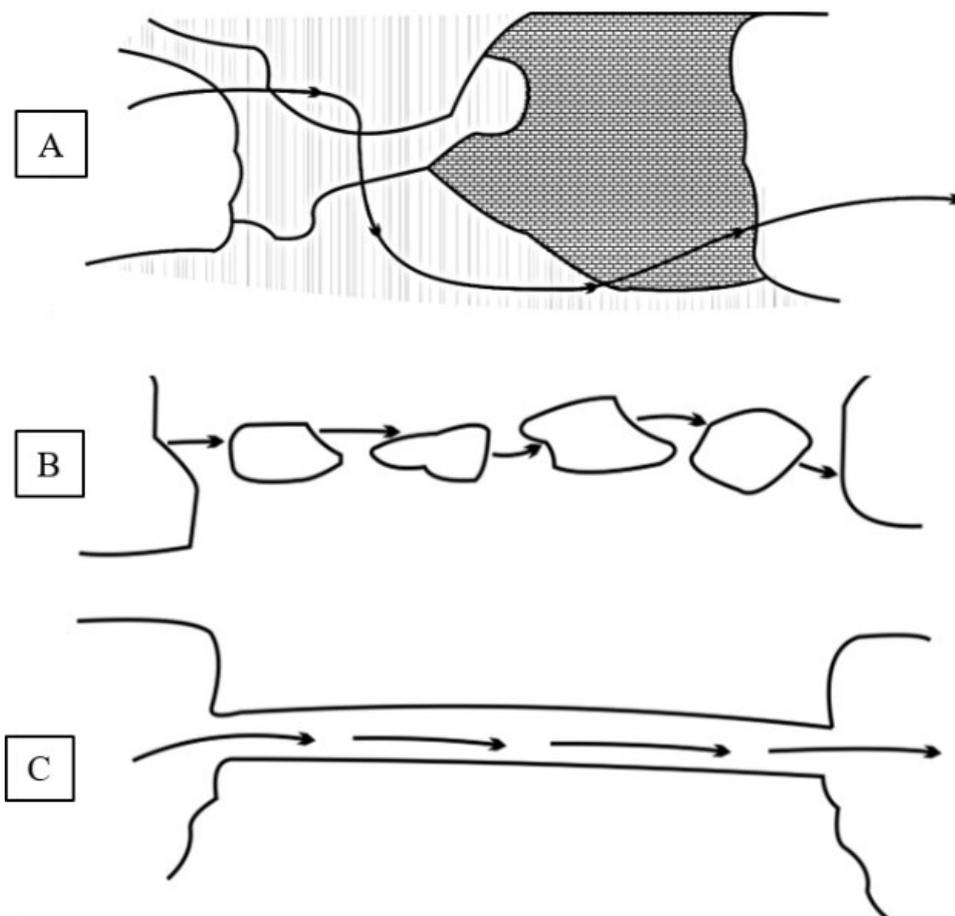


Figura 3. Conectividade na Matriz. A- Conectividade através da matriz; B- *Stepping Stones* (Trampolins ecológicos); C – Corredor ecológico. **Fonte:** adaptado de Pereira e Cestaro (2016)

A redução de conectividade na paisagem é uma das principais consequências do processo de fragmentação. Além dos corredores ecológicos, outra alternativa ao aumento de conexão são os chamados *stepping stones* (trampolins ecológicos). Estes se caracterizam como agregações de árvores encontradas pela matriz que podem auxiliar no deslocamento das espécies, servindo como habitats temporários e refúgios para indivíduos dessas espécies (PERAULT; LOMOLINO, 2000).

Em um mosaico no qual as manchas são desconectadas, a composição da matriz irá influenciar na dinâmica do fluxo entre os fragmentos. Por exemplo, uma matriz

formada por pastos são mais facilmente permeáveis por pequenos mamíferos do que uma matriz urbana. No caso dos *Stepping Stones*, estes são muito utilizados por espécies capazes de se deslocar em movimentos curtos através de ambientes com perturbações. Deste modo, os corredores ecológicos se mostram a melhor alternativa para a conexão e integração de fragmentos, pois estes proporcionam o fluxo contínuo das espécies.

A matriz pode ser entendida como a unidade da paisagem funcionalmente dominante, controladora de toda a dinâmica, sendo o elemento mais extensivo e conectado de todos (FORMAN, 1995). Composta por corredores e por manchas, estes irão indicar a porosidade da matriz, além de poder mensurá-la considerando o número, o tamanho, o perímetro ou a forma das manchas que a compõe (Figura 4) (FORMAN; GODRON, 1986). Segundo Metzger (2001) nos estudos de fragmentação, a matriz pode ser entendida como o conjunto de unidades de não-habitat para uma determinada comunidade ou espécie estudada.

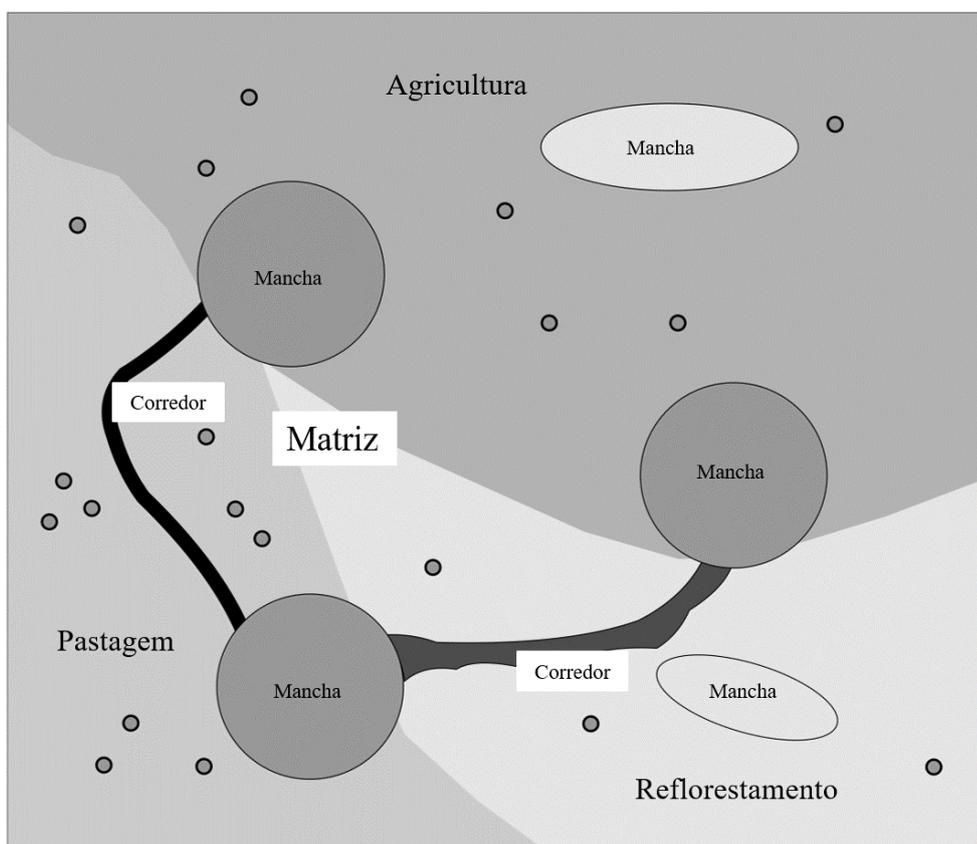


Figura 4. Composição da matriz. **Fonte:** adaptado de Metzger *et al* (2010).

Sendo o fragmento florestal uma mancha de floresta, este é cercado por uma matriz, que exerce interação com os demais elementos da paisagem. A matriz exerce influência direta sobre as bordas do fragmento, e a depender de sua composição, as interações podem ser mais ou menos prejudiciais. Por exemplo as matrizes urbanas, de pastagens ou agrícolas, costumam causar maiores danos a borda de um fragmento do que matrizes compostas por vegetação secundária e plantios florestais. Ou seja,

os tipos de vizinhança podem afetar a diversidade biológica e a sustentabilidade dos fragmentos (VIANA, 1990).

A matriz pode exercer três diferentes funções em relação ao fragmento. Esta pode ser um filtro, permitindo a locomoção de apenas algumas espécies; a função de habitat secundário, permitindo que determinadas espécies se fixem nestes ambientes; e como fonte de distúrbios para o fragmento (GASCON et al., 2000; DRISCOLL et al., 2013). Segundo Umetsu, Metzger e Pardini (2008), a estrutura da matriz, sua qualidade e tipo de manejo causam influência direta sobre as espécies.

Sobre os tipos de matrizes, podemos citar alguns exemplos: Matrizes arbóreas, hoje consideradas as mais eficazes em relação a movimentação das espécies, oferecem proteção térmica, proteção contra predação e em alguns casos há o oferecimento de alimento (BRADY et al., 2011); essas são seguidas pelas matrizes de plantio e culturas como o café, efetivas no direcionamento e movimentação das espécies (PREVEDELLO; VIEIRA, 2010); alguns estudos demonstram inclusive a eficácia de matrizes de pastagem na movimentação de pequenos mamíferos (ROCHA; PASSAMANI; LOUZADA, 2011).

Em relação a eficácia ou não de uma matriz em relação as funções desempenhadas, os fatores a depender serão a composição desta, o tamanho dos fragmentos e as espécies que estão sendo analisadas.

OS EFEITOS DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL

O processo de fragmentação florestal gera efeitos físicos e biológicos ao ambiente. A fragmentação de um ecossistema natural pode produzir mudanças diversas em uma área, impossibilitando se manter a complexidade natural da mesma. E as respostas ecológicas serão diversas, em decorrência da escala de abrangência das espécies, a forma como uma população ou espécie responde ao processo e a forma como os remanescentes estão organizados (DOAK, MARINO e KAREIVA, 1992; FAHRIG e MERRIAM, 1985).

Além da suprimir habitats, a fragmentação afeta a qualidade dos remanescentes. Segundo Metzger (2000) a riqueza e a abundância de certas espécies florestais dependem de características estruturais para existirem. Em uma paisagem com alta densidade de bordas por exemplo, a diversidade de espécies e a composição de comunidades de árvores será fortemente impactada. Em teoria, fragmentos pequenos, com maior razão borda-interior, circundados por matrizes antrópicas abrigarão menos espécies do que aqueles fragmentos em condições contrárias a estas (BROWN e HUTCHINGS, 1997; TABARELLI, SILVA e GASCON 2004).

A fragmentação pode agir alterando vários aspectos da paisagem, entre as consequências mais danosas estão o isolamento dos fragmentos e o efeito de borda, responsáveis pela redução e extinção de populações, perda de biodiversidade e empobrecimento genético.

O grau de isolamento pode afetar diretamente a diversidade biológica e a dinâmica populacional do fragmento. Este pode ser definido pela média das distâncias entre os

vizinhos mais próximos (FORMAN; GODRON, 1986), quanto mais distantes os fragmentos estejam entre si, mais restrito será o fluxo de animais, plantas, sementes e pólenes.

Já as bordas são os limites do fragmento e marcam a transição abrupta entre a área da mancha e da matriz, ou seja, entre a área florestada e seu entorno. Com a fragmentação florestal, espécies que viviam no meio da floresta passam a compor as bordas de um fragmento. As condições de umidade, temperatura, radiação solar e entrada de vento são modificadas e o equilíbrio do ecossistema fica comprometido (MURCIA, 1995). Algumas espécies apresentam dificuldade de adaptação, uma vez que as condições de luminosidade e temperatura são muito diferentes nas bordas e no interior, com isto a tendência é que espécies generalistas se apropriem do espaço e espécies que necessitam de condições mais específicas acabem morrendo. Com a mortalidade de espécies arbóreas, há o aparecimento de clareiras e de implantação de plantas ruderais (LAURANCE et al., 2001). A depender do tamanho e do formato do fragmento, este efeito pode se estender por toda sua extensão, comprometendo a sobrevivência das espécies nativas e o desenvolvimento dessas.

Estes fatores em conjunto promovem desequilíbrio no ambiente e alteração nas relações ecológicas entre populações (fauna, flora e meio abiótico). Deste modo, várias respostas ecológicas podem ser observadas, tais como a modificações na abundância e composição da biodiversidade e, dependendo da intensidade, a extinção de espécies (MURCIA, 1995); e mudanças nos processos ecológicos como a polinização, a predação, o comportamento territorial e os hábitos alimentares (RANTA et al., 1998).

Scussel et al. (2020) em estudo da estrutura da paisagem de duas microbacias hidrográficas contíguas, localizadas na região sul do estado de Santa Catarina, identificou uma grande quantidade de pequenos fragmentos. Estes sofreram com a redução da área central em relação a quantidade de borda, além de possuírem forma altamente recortada e alongada. Entretanto, por ocuparem amplamente a paisagem, serviam como áreas-fonte e elo de ligação entre os fragmentos maiores.

Santos et al (2017) ao analisar o processo de fragmentação florestal no município de Paraíba do Sul – Rio de Janeiro, identificou 1.259 fragmentos florestais em estágio médio ou avançado de regeneração, mas apenas 7 destes fragmentos superavam 100 ha, com baixo grau de isolamento. Também no trabalho de Souza, et al (2014) em estudo realizado em Coqueiral, Minas Gerais, contabilizou-se 360 fragmentos, sendo 137 deles menores que 1 ha.

Vários autores já se dedicaram a estudar os efeitos da fragmentação das florestas, principalmente sua influência sobre a biodiversidade. Uma das maiores preocupações acerca disto é o isolamento reprodutivo. O impedimento da troca genética com outras comunidades, faz com que a reprodução inexista ou aconteça entre poucos indivíduos. Isto faz com que não haja variabilidade genética, com endocruzamentos, ocorrendo efeitos negativos sobre as comunidades e até mesmo a extinção de espécies (TABARELLI; GASCON, 2005). Ou seja, fragmentos mais isolados, principalmente fragmentos pequenos, são mais propícios a eventos de extinções locais.

Podemos citar como exemplo, o trabalho realizado por Dri (2020), que em sua dissertação de mestrado analisou o impacto de curto e longo prazo da perda e fragmentação de habitat causadas pela urbanização nas taxas de imigração e extinção de espécies de aves, associando essas taxas com o tamanho da área e isolamento. Este trabalho concluiu que o tamanho da área é o principal preditor para a riqueza de espécies de aves, uma vez que fragmentos maiores apresentam maior riqueza de espécies e menor taxa de extinção, assim como, o isolamento é responsável pela diminuição das taxas de imigração.

AS MÉTRICAS DA PAISAGEM NO ESTUDO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS

Uma das formas mais utilizadas para a análise do grau de fragmentação de uma paisagem, a qualidade de seus fragmentos e influência sobre os processos ecológicos são as métricas, cálculos e índices que permitem avaliações analíticas da paisagem (MCGARIGAL; MARKS; 1995; METZGER, 2012).

As métricas representam medidas quantitativas da estrutura da paisagem, possibilitando análises de manchas, classes e de paisagens (MCGARIGAL; MARKS, 1995; LANG; BLASCHKE, 2009; METZGER, 2013). Em nível de manchas, as métricas delineiam as características individuais das manchas, apresentando suas características geométricas e de distribuição espacial. As métricas relacionadas às classes agrupam todas as manchas de uma determinada classe, analisando a configuração desse grupo. E em nível da paisagem, as métricas se referem a composição total desta, aderindo todas as manchas e classes.

De modo geral, as métricas da paisagem se dividem em dois grandes grupos: composição (métricas dedicadas a descrição de qualidade e quantidade) e configuração (métricas de descrição da organização física). Entretanto, algumas métricas se identificam com ambos os grupos. Realizando uma classificação com maior aprofundamento, Metzger (2003) delimitou os seguintes grupos de métricas: composição (estimando a riqueza das unidades e a proporção da área ocupada); disposição espacial (análise da quantidade e diversidade de tipos de contato entre as unidades); fragmentação (análise do grau de ruptura de uma unidade, inicialmente contínua); isolamento (medição do isolamento de um único fragmento ou de unidade de paisagem); conectividade (análise da capacidade de facilitação dos fluxos biológicos na paisagem); forma (análise da complexidade das formas).

Embora existam várias métricas para a medição e análise dos componentes da paisagem, Metzger (2003) afirma que, com base nos estudos de Riitters et al. (1995), a utilização de 6 métricas em uma análise multivariada já se faz suficiente para uma análise adequada da paisagem, desde de que, estas não sejam correlacionadas e atendam o objetivo do estudo. Segundo Lang e Blaschke (2009), muitas das métricas existentes avaliam aspectos similares, o que as tornam correlacionadas. Mas ressaltam que “para cada métrica individual há uma justificativa, porque sempre poderá haver um caso especial no qual faz sentido usá-la (idem, p. 239)”

Na Quadro 2, são expressas as métricas mais comumente utilizadas nos estudos de fragmentos, apresentando seus índices, descrição e autores.

Quadro 2. Métricas da paisagem

Índices	Descrição	Referências
Dimensão fractal	Este índice mede a complexidade das formas dos fragmentos. As paisagens com manchas de formas mais simples (quadradas, retangulares) e regulares terão uma dimensão fractal próxima de 1. Paisagens com manchas de forma mais complexas terão valores de D próximos de 2.	Krummel et al. (1987) Gardner et al. (1987), Milne (1988), O'Neill et al (1988)
Proporção de borda	Proporção simples de <i>pixels</i> de borda	
Bordas	É um índice de intensidade de contato entre duas unidades da paisagem. Como o índice não é normalizado, ele varia de 0 a infinito.	Gardner et al. (1987), Turner (1987)
Proporção de pontos de convergência (C)	C é sensível ao grau de complexidade no arranjo espacial das unidades da paisagem, i. e. à fragmentação da paisagem. Quanto maior C, mais complexa é a paisagem.	Metzger & Muller (1996) Metzger (1995)
Número de fragmentos	Índice mais simples para medida da fragmentação, i.e. do grau de ruptura de uma determinada unidade. Os valores deste índice dependem da área da paisagem.	Romme (1982) Burkey (1989) Kleinn et al. (1993)
Densidade de estruturas de conexão	Proporção de áreas de conexão (corredores e <i>stepping stones</i>)	Metzger (1995), Metzger (2000)
isolamento	Medida simples de distância	Van Apeldoorn et al. (1992)
Percolação de habitat de interior	Mede o grau de conexão das manchas de uma determinada unidade. Quanto maior IHP, menor a conectividade da paisagem	Metzger e Décamps (1997)

Fonte: Adaptado de Metzger (2012).

As métricas da paisagem, se utilizadas de forma criteriosa, são importantes ferramentas de investigação da estrutura da paisagem. Seus resultados quantitativos,

agregam aos estudos ecológicos as análises estatísticas. Se bem empregados, os dados obtidos podem influenciar e delinear decisões futuras sobre áreas a serem preservadas, projetos de conservação e formulação de legislações ambientais.

Fernandes et al (2022) em trabalho de avaliação da fragmentação florestal na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, por meio de métricas de ecologia da paisagem, quantificaram a cobertura florestal nas unidades de conservação federais (UCs) presentes, para os biomas Caatinga, Mata Atlântica e Cerrado nos anos de 1997, 2007 e 2017, concluindo que a Bacia está em processo de fragmentação florestal nos biomas Caatinga e Cerrado, enquanto na área de Mata Atlântica houve o aumento da cobertura florestal.

Bispo, Matos e Jesus (2022) ao avaliaram a estrutura da paisagem da bacia hidrográfica do rio Catu, na Bahia, com análise do grau de fragmentação florestal por meio dos índices e métricas da paisagem (Métricas de Borda, Área, Proximidade, Densidade e Forma), concluíram que a área em estudo está passível à perda da biodiversidade e alertam para o comprometimento dos recursos hídricos da área, devido a redução das áreas de florestas nativas.

Gavioli; Molin e Valente (2022) utilizando o Índice de Qualidade Florestal (IQF), composto pelas métricas de paisagem AREA, IC, ENN e PROXRIO, realizaram estudo de caracterização e qualificação da cobertura florestal de remanescente florestal na Serra do Japi, em São Paulo, denominada Área de Proteção Ambiental de Cajamar, Cabreúva e Jundiáí. Neste estudo os autores concluíram que a supressão dos pequenos fragmentos ampliou mais a distância média entre as manchas do que nos cenários de supressão de grandes fragmentos, indicando que as pequenas manchas são importantes na conectividade da paisagem.

Os trabalhos supracitados são exemplos do quanto as métricas são eficientes na análise da cobertura florestal, uma vez que estas pesquisas são subsidio de novos estudos, e seus resultados são importantes na elaboração de políticas públicas, medidas de conservação e minimização de impactos a recursos naturais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas com base na Ecologia da Paisagem avançaram consideravelmente nos últimos anos, com o avanço da tecnologia. O aporte metodológico disponibilizado por esta vai de encontro com as geotecnologias, resultando em trabalhos capazes de quantificar aspectos importantes da paisagem, assim como sua evolução e transformação.

Ao estudar a paisagem através das técnicas e métodos apresentados pela Ecologia de Paisagem, é possível a experimentação e validação dos dados. Através de medição da qualidade ambiental de uma determinada paisagem é possível planejar e prever a forma como determinados usos e configurações podem causar impacto para toda uma área, como por exemplo, os impactos causados pela fragmentação florestal na configuração de uma paisagem. Utilizando dados de anos anteriores, como aerofotografias e imagens de satélites, podemos verificar o quanto nossas matas foram suprimidas, em que momentos ocorreu a supressão ou restauração, e a partir

disto criarmos medidas de configuração e ações para o objetivo ao qual se quer alcançar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço(emos) à CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão de Bolsa de doutorado da primeira autora.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Concepção: Mayra Stevanato, Ana Paula Colavite e Mauro Parolin **Metodologia:** Mayra Stevanato, Ana Paula Colavite e Mauro Parolin. **Análise formal:** Mayra Stevanato, Ana Paula Colavite e Mauro Parolin. **Pesquisa:** Mayra Stevanato. **Recursos:** Mayra Stevanato, Ana Paula Colavite e Mauro Parolin. **Preparação de dados:** Mayra Stevanato. **Escrita do artigo:** Mayra Stevanato. **Revisão:** Ana Paula Colavite e Mauro Parolin. **Supervisão:** Ana Paula Colavite e Mauro Parolin. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

REFERÊNCIAS

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, n. 13, p. 1-27, 1971.

BISPO, A. L. S.; MATOS, M. R. B.; JESUS, E. N. ANÁLISE DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CATU, ESTADO DA BAHIA-BRASIL. **Revista Equador**, v. 11, n. 1, p. 1-18, 17 jun. 2022.

BRADY, M. J. et al. Matrix is important for mammals in landscapes with small amounts of native forest habitat. **Landscape Ecology**, v. 26, p. 617-628, 2011.

BROWN JR, K. S.; HUTCHINGS, R. W. Disturbance, fragmentation, and the dynamics of diversity in Amazonian forest butterflies. **Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities**. Chicago: University of Chicago Press, 1997.

DOAK, Daniel F.; MARINO, Paul C.; KAREIVA, Peter M. Spatial scale mediates the influence of habitat fragmentation on dispersal success: implications for conservation. **Theoretical population biology**, v. 41, n. 3, p. 315-336, 1992.

DRI, Gabriela Franzoi. **O IMPACTO DA FRAGMENTAÇÃO E PERDA DE HABITAT NA DIVERSIDADE DE AVES EM AMBIENTES URBANOS**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Animal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rs, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/21564/DIS_PPGBA_2020_DRI_GABRIELA.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 10 jan. 2023.

FAHRIG, L.; MERRIAM, G. Habitat patch connectivity and population survival: Ecological archives e066-008. **Ecology**, v. 66, n. 6, p. 1762-1768, 1985.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape Ecology**. New York: Jhon Wiley & Sons, 1986. 619p.

- FORMAN, R.T.T. et al. Forest size and avian diversity in New Jersey wood-lots with some land use implications. **Oecologia**, Berlin, v. 26, p. 1-8, 1976.
- FORMAN, R.T.T. Some general principles of landscape and regional ecology. **Landscape Ecologic**, 133–142, 1995.
- GASCON, C.; WILLIAMSON G.B.; FONSECA, G. A. B. Receding forest edges and vanishing reserves. **Science**, v. 288, p. 1356-1358, 2000.
- GAVIOLI, F. R.; MOLIN, P. G.; VALENTE, R. A. O papel das pequenas manchas florestais na qualidade ecológica de uma paisagem antropizada da Mata Atlântica. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 11, n. 6, p. 1-19, 1 maio 2022. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i6.29162>
- HARPER, K. A.; MACDONALD, S. E.; BURTON, P. J.; CHEN, J.; BROSOFSKE, K. D.; SANDERS, S. C.; EUSKIRCHEN, E. S.; ROBERTS, D.; ESSEEN, P. A. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 768-782, 2005.
- HESS, G.R.; FISCHER, R.A. Communicating Clearly about Conservation Corridors. **Landscape and Urban Planning**, 55, 195-208, 2001.
- JENSEN, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: Uma perspectiva em recursos terrestres**. Translated by: Epiphânio, J.C.N., Formaggio, A.R., Santos, A.R., Rudorff, B.F.T., Almeida, C.M., Galvão, L.S., Parêntese, São José dos Campos, 598 p., 2009.
- LAURANCE, W. F. *et al.* Fragmentação da floresta tropical e a estrutura das comunidades de lianas amazônicas. **Ecologia**, v. 82, n. 1, p. 105-116, 2001.
- MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The Theory of Island Biogeography**. Princeton: University Press, 1967.
- MATEO-RODRIGUEZ, J. M. (Org.) **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Edições UFC, 2017.
- MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. Fragstats: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Report PNW-GTR-351. Portland, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, **Pacific Northwest Research Station**, 1995, 122p.
- METZGER, J. P. Changements de la structure du paysage et richesse spécifique des fragments forestiers dans le Sud-Est du Brésil. CR. Acad. Sci. Paris, **Sciences de la vie** 321:319-333, 1998.
- METZGER, J. P. Effects of slash-and-burn fallow periods on landscape structure. **Environmental Conservation**, v. 30, n. 4, p. 325-333. 2003.
- METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 71, n. 3-I, p. 445-463. 1999.
- METZGER, J. P. O Código Florestal tem base científica? **Natureza & Conservação**, v. 8, p. 92-99, 2010.
- METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, v. 1, p. 1-9, 2001.
- METZGER, J. P. Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. Cullen Jr.; L., Rudran, R. & Valladares-Pádua, C.(eds). **Métodos de estudos em biologia da conservação & manejo da vida silvestre**. Curitiba: Editora da UFPr, 2003.

- METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; DIXO, M.; BERNACCI, L. C.; RIBEIRO, M. C.; TEIXEIRA, A. M. G.; PARDINI, R. Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest region. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1166-1177, 2009.
- MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in ecology & evolution**, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.
- NAVEH, Z. Wha tis holistic landscape ecology? A conceptual introduction. **Landscape and Urban Planning**, v. 50, p. 7-26, 2000.
- NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. Landscape Ecology: theory and application. New York: Springer-Verlag, 1994.
- NUCCI, J. C. Origem e desenvolvimento da Ecologia e da Ecologia da Paisagem. **Revista Eletrônica Geografar**, v. 2, p. 77-99, 2007.
- PERAULT, D. R.; LOMOLINO, M. V. Corridors and mammal community structure across a fragmented, old-growth forest landscape. **Ecological monographs**, v. 70, n. 3, p. 401-422, 2000.
- PEREIRA COSTA, I. C. N. ABORDAGEM METODOLÓGICA ECOLOGIA DA PAISAGEM: ORIGEM, ENFOQUE E TÉCNICAS DE ANÁLISE. **Boletim de Geografia**, v. 38, n. 1, p. 91-105, 29 set. 2020.
- PICKETT, S. T. A.; THOMPSON, J. N. "Patch dynamics and the design of nature reserves." **Biological Conservation**, v. 13, p. 27-37, 1978.
- PREVEDELLO, J. A.; VIEIRA, M. V. Plantation rows as dispersal routes: A test with didelphid marsupials in the Atlantic Forest, Brazil. **Biological Conservation**, v.143, p.131-135, 2010.
- RANTA, P. et al. A fragmentada Mata Atlântica do Brasil: tamanho, forma e distribuição dos fragmentos florestais. **Biodiversidade & Conservação**, v. 7, n. 3, p. 385-403, 1998.
- RIITTERS, K. H. et al. A factor analysis of landscape pattern and structure metrics. **Landscape ecology**, v. 10, n. 1, p. 23-39, 1995.
- ROCHA, M. F.; PASSAMANI, M.; LOUZADA, J. A small mammal community in a forest fragment, vegetation corridor and coffee matrix system in the Brazilian Atlantic Forest. **PLoS ONE**, v.6, 2011.
- SCUSSEL, C.; ZOCHE, J. J.; LADWIG, N. I.; CONTO, D. de. (2020). Fragmentação florestal em área de Mata Atlântica no Sul do Brasil: uma análise baseada em métricas da paisagem. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 24, p. 1-23, 2020. <https://doi.org/10.5902/2236499443836>
- SIQUEIRA, M. N.; CASTRO, S. S.; FARIA, K. M. S. Geografia e ecologia da paisagem: pontos para discussão. **Sociedade & Natureza**, v. 25, n. 3, 557-566, 2013.
- SOARES FILHO, B. S. S. **Análise de paisagem: fragmentação e mudanças**. Departamento de Cartografia, Centro de Sensoriamento Remoto. Instituto de Geociências, UFMG. 1998
- SOUZA, C. G., ZANELLA, L., BORÉM, R. A. T., CARVALHO, L. M. T. DE, ALVES, H. M. R., & VOLPATO, M. M. L. ANÁLISE DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL COQUEIRAL, COQUEIRAL – MG. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 631–644, 2014. <https://doi.org/10.5902/1980509815743>

TABARELLI, M.; DA SILVA, J. M. C; GASCON, C. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. **Biodiversity & Conservation**, v. 13, n. 7, p. 1419-1425, 2004.

TABARELLI, M.; GASCON, C. Lessons from fragmentation research: improving management and policy guidelines for biodiversity conservation. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 734-739, 2005.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

TROLL, C. **Landscape Ecology**. Delf: Publ. UNESCO, 1996.

TURNER, M. G.; GARDINER, R. H. **Quantitative methods in landscape ecology: The analyses and interpretation of landscape heterogeneity**. New York: Springer Verlag, 1991.

TURNER, M.G. Landscape Ecology: The effect of pattern on process. Annual revision **Ecological System**, v.20, p.171-197, 1989.

UMETSU, F.; METZGER, J.P. & PARDINI, R. Importance of estimating matrix quality for modeling species distribution in complex tropical landscapes: a test with Atlantic forest small mammals. **Ecography**, v. 31, n. 3, p. 359-370, 2008.

VIANA, V. M. Biologia e manejo de fragmentos florestais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. **Anais**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade de Engenheiros Florestais, 1990. p. 113-118

VITTE, A. C.; SILVEIRA, R. W. D. Considerações sobre os conceitos de natureza, espaço e morfologia em Alexander von Humboldt e a gênese da geografia física moderna. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**. Rio de Janeiro, v.17, n.3, p.607-626. jul-set. 2010

WIENS, J.A. Habitat heterogeneity and avian community structure in North American grasslands. **American midland naturalist**, Notre Dame, v. 91, n. 1, p. 195-213, 1973.

ZONNEVELD, I. S. Land(scape) ecology, a science or a state of mind. In S. P. Tjallingii and A. f. de Veer, eds. **Perspectives in landscape ecology**, Proceedings of the international congress of the Netherlands society of landscape ecology. PUDOC, Wageningen, The Netherlands, p. 9–15, 1982.



Revista Geonorte, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus-Brasil. Obra licenciada sob Creative Commons Atribuição 3.0