



ECOLOGIA DA PAISAGEM COMO FERRAMENTA PARA RESTAURAÇÃO AMBIENTAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

⁽¹⁾João Batista Oliveira Duque, ⁽¹⁾Líliam Reis Souza e ⁽²⁾Ludimilla Zambaldi.

⁽¹⁾Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental - Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) - Campus Bambuí. ⁽²⁾Professora orientadora - IFMG - Campus Bambuí

RESUMO

Com as ações antrópicas destinadas à retirada de recursos em larga escala, o ser humano levou o planeta ao desequilíbrio. As degradações decorrentes da implantação de inúmeras atividades humanas evidenciaram a necessidade de reconstituir o meio ambiente em prol da existência humana. Porém, restaurar ecossistemas sem estudos prévios revela-se demorado e com baixas chances de sucesso. Assim, pesquisas com a avaliação do contexto na paisagem da área a ser restaurada, indicando a existência de ligação, distância e isolamento de áreas naturais tornam-se indispensáveis em uma restauração principalmente em ambientes heterogêneos e antropizados como os remanescentes em áreas de maior degradação. Necessita-se compreender as relações e interações da biota para promover modificações de forma precisa, pois, efetuando ligações de fragmentos e trazendo a circulação das espécies e propágulos, a restauração ambiental é acelerada, o custo reduzido e a efetividade de restauração como a área natural é mais facilmente alcançada. Neste estudo foi feito um levantamento sobre a importância da “Ecologia da Paisagem ser utilizada como ferramenta para a Restauração Ambiental, empregando a tecnologia disponível atualmente”. A busca foi efetuada em três plataformas de pesquisas, levantando trabalhos acadêmicos que realizaram a ligação entre as duas áreas. Foram encontrados trabalhos em meados da década de 1990 que confirmam a eficácia da ecologia de paisagem na restauração ambiental, mas, nos últimos 20 anos, os trabalhos, principalmente em língua portuguesa, não apresentaram interesse direto em conectar ambas as áreas. Chegando a conclusão que pode haver certo atraso ou desvio de interesses em função das metodologias aplicadas para promover ações em prol do condicionamento da vegetação e fauna no país. Pode citar também as estratégias a serem executadas, pois podem influenciar no desempenho da restauração tendo em vista que certos caminhos atrasam ou aceleram os processos naturais.

Palavras-chave: Planejamento espacial. Recuperação ecossistêmica. Tecnologia.

1 INTRODUÇÃO

O homem ao longo de sua existência modificou a paisagem para obter recursos, construir casas, cidades, áreas de lazer, estradas, entre outros, não se preocupando em parte com os danos causados aos ecossistemas. Esse quadro gerou um desequilíbrio resultando em grandes desastres em micro e macro escala. Contudo, estudiosos observaram, em uma visão ampla da esfera, que para a humanidade prosperar seria necessário um modo de vida em



equilíbrio com a natureza. Isso porque o ecossistema nos proporciona todos os recursos e serviços essenciais à sobrevivência humana, como água potável, ciclagem de nutrientes, solos férteis, matéria-prima para produção industrial, alimentos, entre outros.

O quadro de desequilíbrio devido à elevada queima de combustíveis fósseis e desmatamento resultou em perda de fertilidade do solo, assoreamento de bacias hidrográficas e desequilíbrio biológico, gerando como produto um ambiente mais hostil com altas temperaturas, períodos de estiagem prolongados, recursos hídricos escassos. O processo levou os pesquisadores a buscarem conhecimentos para fomentar mudanças com o propósito de reconstituir o equilíbrio em uma paisagem fragmentada. Então, vários estudos relacionados ao meio ambiente para gestão, planejamento e reconstituição foram lançados. Sempre objetivando a restauração rápida e que resultasse em um ambiente próximo das condições naturais.

A realização da restauração busca retornar a área de interesse ao estado natural, anterior à realização de qualquer ação antrópica. Para isso, o homem tem utilizado diversas técnicas de recuperação como reflorestamento e fontes de energia com menor índice de emissão de carbono.

Entretanto, a avaliação dos aspectos a serem restaurados é realizada localmente, ou seja, visando sempre a área de interesse e não observando o contexto da área na paisagem. Além da paisagem trazer informações sobre como o ambiente modificado era anteriormente, ela traz informações fundamentais para o andamento e efetivação da restauração como fonte de propágulos, de dispersores, de impactos que podem atrasar ou acelerar a regeneração (ROSENFELD, MULLER, 2017).

Como justificativas da pesquisa foram levantados trabalhos através das palavras chaves com potencial de provar como a ecologia da paisagem pode ser eficiente para proporcionar as atividades de restauração em menor tempo e de modo mais eficiente.

Com os estudos da ecologia da paisagem é possível avaliar e reduzir isolamento das espécies criando assim conectores para facilitação de movimento de espécies e propágulos, estimando o nicho de animais de pequeno, médio e grande porte, apresentando a permeabilidade da matriz em curto e longo prazo e individualizar diversas técnicas que ainda possam ser exploradas seguindo parâmetros estabelecidos pelos variados ecossistemas existentes.

Sob esta perspectiva, este trabalho efetuou uma revisão bibliográfica sistemática no tocante à literatura atual sobre os estudos de ecologia da paisagem, sendo esta utilizada como



ferramenta para a reconstituição ambiental. Utilizou-se, para tanto, plataformas *on-line* de pesquisa a documentos científicos com o intuito de verificar as relações entre as áreas de avaliação da paisagem em busca de dados sobre constituição dos elementos, grau de perturbação, possíveis formas de restaurar, elaboração de diretrizes, cartas geográficas, levantamento de fauna e flora, potencial de intervenção antrópica, hipóteses de tempo de recomposição, etc., para nortear iniciativas de restauração ambiental.

Um dos termos para as palavras-chave utilizadas no processo de busca nas plataformas foi “Ecologia da Paisagem”. A ecologia de paisagens é uma área da ecologia voltada à análise da paisagem por meio de mapas, imagens de satélite e *drones*, buscando identificar os fragmentos florestais, corredores ecológicos, manchas florestais, entre outros, dentro de uma matriz. Ela serve como ferramenta para identificar e minimizar a hostilidade proveniente das ações antrópicas (METZGER, 2001).

Um segundo termo adicionado ao campo de busca das palavras-chave foi “Restauração Ambiental” que foi inserido nas buscas para verificar o elo entre as áreas e possíveis estudos para aperfeiçoar técnicas de ambos. A restauração ambiental é um processo utilizado para reconstituir, mitigar ou compensar uma área impactada por mudança no meio ambiente que tenha sido provocada pela ação antrópica direta ou indiretamente. Sendo que o local para a restauração pode ser outra paisagem, com isso, buscando reduzir perdas devido ao período da zona impactada (TALLIS et al., 2015).

Para (BELL, 1997) a ecologia de paisagem revela uma relação de mutualismo com a restauração ambiental, ou seja, uma área fornece dados e parâmetros para confirmar teorias e hipóteses de ambas, em que a ecologia de paisagem oferece ferramentas de gestão, como a eficácia na configuração espacial, para a biota, estruturando as estratégias de plantio e outras atividades ligadas ao mecanismo de restauração. A ecologia da paisagem deve aliar-se aos processos de restauração, uma vez que a eficácia da restauração é fundamentada na avaliação da paisagem em que a área está inserida, possibilitando assim a verificação da conexão da área a ser restaurada com os componentes naturais e antrópicos como fontes de melhoria ou de impactos que podem adiantar atrasar ou até mesmo impedir o processo de restauração.

2 METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa de revisão sistemática com o propósito de estudo sobre o tema, em tela, nas plataformas de pesquisas acadêmicas. Com a função de apresentar ao leitor informações sobre o que há na literatura de relevância quando se trata do tema, assim,



inferindo elos entre e sobre novas propostas para fins práticos ligados à reconstituição de paisagens. A busca visou identificar trabalhos na área de ecologia de paisagem e restauração ambiental com intenção de verificar se ambas possuem ligações e o estágio de desenvolvimento com enfoque na utilização da ecologia de paisagem nos trabalhos de restauração ambiental.

O trabalho foi elaborado de forma sistêmica, seguindo uma ordem de procedimentos com os seguintes processos: seleção do tema a ser revisado, levantamento de informações em bases científicas, análise de resultados e conclusão.

Na busca por trabalhos para fundamentação da revisão foram utilizadas três bases acadêmicas pelo seu grande potencial de fornecer documentos científicos de grande relevância na atualidade, sendo elas Google Acadêmico, Portal de Periódicos CAPES/MEC e Scientific Electronic Library Online (SciELO). Para a busca nas plataformas foram utilizadas palavras-chave ligadas ao assunto.

Para a busca de publicações foram, inicialmente, utilizadas as palavras-chave “ecologia da paisagem e restauração ambiental”. Com o propósito de filtrar ainda mais a busca, foi adicionada a palavra “Tecnologia” que está ligada à capacidade de processamento de dados atual, visto que com o avanço tecnológico em imagens de satélite e processamento digital com vários softwares. O Geographic Information System (Gis) é possível sobrepor imagens identificar formações de relevo, cursos hídricos, estruturas florestais e até mesmo monitoramento de fauna fornecendo à Ecologia de Paisagem um embasamento.

Devido à grande quantidade de publicações em língua estrangeira foi efetuada uma busca para avaliar os resultados alcançados com as palavras-chave “landscape ecology and restoration”. Logo, para reduzir e efetuar um filtro específico, foi adicionada ao campo de busca a palavra “technology”, Com o propósito de verificar a quantidade de trabalhos atuais foi adicionado um filtro de busca para trabalhos nos últimos cinco anos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O primeiro método de busca com as palavras-chave “ecologia da paisagem e restauração ambiental” nas plataformas obteve 21.700 resultados no Google Acadêmico, 65 no Periódicos CAPES e 3 no SciELO. Posteriormente foi adicionada ao campo de busca a palavra “tecnologia” onde foram alcançando 18.200 resultados no Google Acadêmico, nove resultados no Periódicos CAPES e 0 resultado no SciELO. Conforme dados apresentados na Tabela 1.



Tabela 1: Resultados da busca em português nas três bases acadêmicas utilizadas.

| Palavras- chave | Google Acadêmico | Periódicos CAPES | SciELO |
|---|-------------------------|-------------------------|---------------|
| Ecologia de paisagem e restauração ambiental | 21.700 | 65 | 3 |
| Ecologia de paisagem, restauração ambiental e tecnologia. | 18.200 | 9 | 0 |

Fonte: Autores, 2018.

A pesquisa realizada em língua inglesa com as palavras “landscape ecology and restoration” resultou em 648.000 de citações na plataforma Google Acadêmico, 25.816 no Periódicos CAPES e 6 na plataforma SciELO. E após inserir a palavra “technology” houve a obtenção de 212.000 resultados no Google Acadêmico, 9.329 no Periódicos CAPES e 4 resultados no SciELO. Por fim para um filtro voltado a trabalhos atuais buscou por trabalhos dos últimos cinco anos assim, obtendo uma quantidade de 16.800 no Google Acadêmico, 4407 no Periódicos CAPES e sem resultados no SciELO, conforme dados da busca estão elencados na Tabela 2.

Tabela 2: Mecanismo de busca em inglês nas três bases acadêmicas:

| Palavras- chave | Google Acadêmico | Periódicos CAPES | SciELO |
|---|-------------------------|-------------------------|---------------|
| Landscape ecology and environmental restoration. | 648.000 | 25.816 | 6 |
| Landscape ecology, environmental restoration and technology. | 212.000 | 9.329 | 0 |
| Landscape ecology, environmental restoration and technology (2013 - 2018) | 16.800 | 4.407 | 0 |

Fonte: Autores 2018.

A pesquisa efetuada no Google Acadêmico, com as palavras “ecologia de paisagem, restauração ambiental e tecnologia”, obteve um resultado relativamente alto, com um total de 18.200 documentos. Porém com o propósito de buscar documentos que efetivamente faziam a relação dos dois temas, foram avaliadas as três primeiras páginas, contendo 10 documentos em cada. Na leitura, buscou-se coesão com assuntos relacionados às palavras-chaves. Obteve-se o total de 12 documentos ligados ao tema, conforme apresenta a tabela 3.



Tabela 3: Lista de artigos Google Acadêmico

| Título do artigo | Autor(s) | Ano da publicação |
|--|--|-------------------|
| Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. | Virgílio, M. Viana; Pinheiro Leandro, A. F. V. | 1998 |
| Origem e Desenvolvimento da Ecologia e da Ecologia da Paisagem. | Nucci, Carlos João | 2007 |
| Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária: Um sistema de avaliação para o contexto institucional de P&D | Rodrigues, Geraldo Stachetti; Campanhola, Clayton | 2002 |
| A Ecologia da Paisagem como base para zoneamento ambiental da região político-administrativa – Vale do Taquari- RS -Brasil – Um Modelo de Proposta Metodológica. | Rempel, Claudete; Guerra Teresinha | 2009 |
| Caracterização Ambiental da Paisagem da Microrregião Colonial de Irati e Zoneamento Ambiental da Floresta Nacional de Irati, PR(<i>Tese de Pós-graduação</i>) | Mazza, Carlos Alberto da Silva | 2010 |
| Instrumentos Legais Podem Contribuir para a Restauração de Florestas Tropicais Biodiversas. | <i>Brançalion, Pedro Henrique S.; Rodrigues, Ricardo Ribeiro</i> | 2010 |
| Pode-se Planejar a Paisagem? | Pellegrino, Paulo R. M. | |
| Nascentes da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Poxim, Estado de Sergipe: Da Degradação a Restauração. | Ferreira, Robério Anastácio; Aguiar Netto, Antenor O. | 2011 |
| Aspectos Ecológicos da Seleção de Espécies para Sistemas Agroflorestais e Recuperação de Áreas Degradadas. (Cap Livro) | Campello Eduardo F. C.; Franco, Avílio A. | 2005 |
| Estudo da Fragmentação Florestal e Ecológica da Paisagem na Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Horizonte, Alegre, ES | Bezerra, Carolina Goulart; Santos, Alexandre Rosa | 2011 |
| Incorporação de Indicadores de Sustentabilidade na Priorização de áreas para Restauração Florestal na Bacia do Rio Corumbataí, SP. | Ferraz, Silvio F. Barros; Paula, Felipe Rossetti | 2009 |
| Padrão de Fragmentação da vegetação nativa da zona rural associada ao perímetro urbano de Rondonópolis, Mato Grosso. | Ferraz, Silvio F. Barros; Paula, Felipe Rossetti | 2011 |

Fonte: Autores, 2018.

O mecanismo de busca executado no portal Periódicos CAPE/MEC com as palavras chave “ecologia de paisagem, restauração ambiental e tecnologia”, gerou um total de nove resultados. Na sequência, os documentos foram avaliados buscando assuntos relacionados às palavras-chave do campo de busca, entretanto, entre os nove documentos, houve a seleção de apenas um que possui coesão com as palavras de busca, descrito na tabela 4:



Tabela 4: Artigo Periódicos CAPES/MEC

| Título artigo | Autor(s) | Ano de publicação |
|--|------------------------------------|-------------------|
| A Conservação da Floresta Atlântica em Paisagens antrópicas: Lições para a conservação da diversidade biológica das florestas tropicais. | Tabarelli, Macedo; Aguiar, Antônio | 2012 |

Fonte: Autores 2018.

A terceira plataforma, SciELO, que foi verificada para as palavras-chave “ecologia de paisagem, restauração ambiental e tecnologia” não apresentou resultados, ou seja, zero documento encontrado. A pesquisa em língua estrangeira obteve dois documentos de autores diferentes como mostra a tabela abaixo com foco na abordagem específico na linha de pesquisa da ecologia da paisagem para a restauração;

Tabela 5: Lista de artigos Google Acadêmico

| Título do artigo | Autor(s) | Ano da publicação |
|---|---|-------------------|
| From Biodiversity to Ecodiversity: A Landscape-Ecology Approach to Conservation and Restoration | Naveh Z. | 1994 |
| Linking Restoration and Landscape Ecology | Bell, S. Susan; Fonseca S. Mark; Motten B. Little | 1997 |

Fonte: Autores 2018.

Ao término da pesquisa em língua portuguesa, foram obtidos vários documentos que abordavam os temas, mas com certo isolamento, ou seja, na maioria dos documentos não foi verificado o foco da ecologia da paisagem com utilidade direta para restauração ambiental.

A maioria dos trabalhos aborda temas com foco em áreas fragmentadas pela ação antrópica e em reestruturar a paisagem para reconstituição, manejo e melhorias nas condições ambientais. Foi observado que os trabalhos encontrados foram de 1998 até o ano de 2012, não havendo nenhum estudo recente com as palavras-chave usadas. Em âmbito nacional não foi observada a relação ecologia da paisagem e restauração, possivelmente devido à pouca quantidade de profissionais dedicados à ecologia de paisagem. Todavia, alguns artigos específicos em língua estrangeira apontam uma relação de mutualismo entre as áreas onde a ecologia de paisagem se revela uma ferramenta de grande importância para planejar e estruturar ações de restauração ambiental, isto é, a restauração ambiental utilizada para validar a eficácia da ecologia de paisagem.

Os artigos que confirmam a ligação entre as áreas são de meados da década de 1990. Alguns autores, como (NAVEH, 1994), em um de seus trabalhos, retratam de forma clara a relação entre as áreas e o quanto o campo de pesquisa é promissor.



Logo pesquisadores que utilizam da união da ecologia de paisagem e restauração ambiental para propor medidas funcionais no ato de reflorestamento estão em falta em nosso país possivelmente por falta de incentivo político ou atraso em descobrir os potenciais das metodologias. Para (METZGER, 2018) em um de seus projetos em desenvolvimento um planejamento da paisagem se faz necessário para que haja como o homem coexistir em equilíbrio com a natureza. Onde serviços de provisão, regulação, habitat e cultural possam efetuar suas funções para estabelecer um ambiente sustentável e contínuo.

4 CONCLUSÕES

O presente trabalho levantou dados de pesquisa em diferentes plataformas de busca e foi possível verificar a importância da união da ecologia de paisagem aos processos de restauração ambiental, como apresentado autores internacionais, em sua maioria. Tal junção irá suprir erros e certamente, proporcionar uma gestão eficiente e promissora aos diversos ecossistemas existentes em nosso planeta com uma escala de tempo menor. Esta revisão sistemática da bibliografia sobre a importância de usar a “ecologia de paisagem como ferramenta para a restauração ambiental” apresentou trabalhos de relevância nos meados da década de 1990, chegando-se à conclusão que tal área é pouco explorada. Nessa perspectiva, grandes trabalhos podem ser desenvolvidos gerando fonte de conhecimento para suprir necessidades de manutenção da biosfera.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELL, S. S.; FONSECA, MARK M. S.; MOTTEN, Little L. B. **Linking Restoration and Landscape Ecology**. *Restoration Ecology*, v. 5, n. 4, p.318-323, dez. 1997.

METZGER, J. P. **O que é ecologia de paisagens?** São Paulo: Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências- USP, 2001.

METZGER, J.P. **Interface project: Relationships among landscape structure, ecological processes, biodiversity, and ecosystem services**. São Paulo: Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências- USP, 2018.

NAVEH, Z. **From biodiversity to ecodevity: a landscape-ecology approach to conservation and restoration**. Society for Ecological Restoration, *Restoration Ecology*, v. 2, n. 3, p. 180-189, 1994.



ROSENFELD, M. F.; MÜLLER, S. C.. **Predicting restored communities based on reference ecosystems using a trait-based approach.** *Forest Ecology And Management*, [s.l.], v. 391, p.176-183, maio 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2017.02.024>

TALLIS, H. et al. **Mitigation for one & all: An integrated framework for mitigation of development impacts on biodiversity and ecosystem services.** *Environmental Impact Assessment Review*, v. 55, p.21-34, nov. 2015.

ABSTRACT

With the anthropic actions destined to the withdrawal of resources in large scale, the human being took the planet to the imbalance. The degradations resulting from the implantation of innumerable human activities evidenced the need to reconstitute the environment in favor of human existence. However, restoring ecosystems without previous studies proves to be time consuming and with low chances of success. Thus, studies with the evaluation of the landscape context of the area to be restored, indicating the existence of connection, distance and isolation of natural areas becomes indispensable in a restoration mainly in heterogeneous and anthropized environments such as those remaining in areas of greater degradation. It is necessary to understand the relationships and interactions of the biota to promote modifications in a precise way, therefore, making connections of fragments and bringing the circulation of the species and propagules, the environmental restoration is accelerated, the reduced cost and the effectiveness of restoration as the natural area is more easily achieved. In this study a survey was made on the importance of "Landscape Ecology to be used as a tool for Environmental Restoration, using the technology currently available". The search was carried out in three research platforms, raising academic works that made the connection between the two areas. Studies were found in the mid - 1990 's that confirm the efficacy of landscape ecology in environmental restoration, but in the last 20 years the work, mainly in the Portuguese language, has not shown a direct interest in connecting both areas. Coming to the conclusion that there may be some delay or diversion of interests due to the methodologies applied to promote actions for the reconditioning of vegetation and fauna in the country. It can also mention the strategies to be executed, since they can influence the performance of the restoration, since certain paths delay or accelerate the process of the fauna. Ecosystem recovery. Technology and flora in recolonizing the project area.

Keywords: Space planning. Ecosystem recovery. Technology.