**Aline Macedo da Silva nº USP 8541457**

**Conservação da Biodiversidade – CONBIO – BIE0307**

**Integração da fauna em programas de restauração: uma perspectiva além do monitoramento**

Parte do prospecto de desenvolvimento sustentável, a dimensão ecológica tem ganhado atenção devido a alterações severas em diversos ecossistemas, afetando não só a característica intrínseca da biodiversidade, mas também os diferentes serviços ecossistêmicos que a população humana tem obtido recursos, causando danos não apenas no sentido ecológico, como também no econômico. Diante desta situação, uma possível estratégia de mitigação é a restauração ecológica.

Restauração ecológica visa a recuperação de um ecossistema que sofreu alterações em sua estrutura ou função (Vaughn *et al.* 2010). Esta área de estudos deixou de ser composta somente por Agências de regulação nacionais e Instituições de gestão de recursos naturais, englobando cada vez mais a área acadêmica e os estudos que estas tem realizado ao longo dos anos (Palmer *et al.* 1997). A partir de então, modelos de diretrizes e disposições foram criados, baseando-se em estudos empíricos e em projetos que obtiveram resultados positivos. Assim como exposto por Mayer 2009, até a década de 1970, a maioria dos projetos de restauração considerava apenas a restauração das comunidades vegetais, com poucos estudos sobre fauna incluídos nos projetos, na expectativa de que a partir da recuperação da comunidade vegetal, e consequentemente, das características que compunham o habitat, a fauna se restabeleceria assim como seus serviços ecossistêmicos, hipótese conhecida como Campo dos sonhos (Field of dreams), de Palmer (1997) (Richardson *et al*. 2016). Entretanto, Majer (2009) destaca que a partir de 2000 há um aumento em estudos de restauração que incluem a fauna em alguma de suas análises, mas em sua maioria são relacionadas a monitoramento da qualidade do projeto, desconsiderando características integrativas entre a composição a ser restaurada e a fauna.

O principal problema dessa hipótese, e de programas de restauração que não consideram a fauna como uma parte importante no processo é que sem a recomposição da fauna local, características como polinização, dispersão de sementes, ciclagem e aumento de qualidade da matéria orgânica podem ser comprometidas, alterando a qualidade dos processos ecológicos e afetando a duração e o sucesso projeto de restauração. Devido a isso, espera-se uma maior atenção aos processos ecológicos em detrimento a ecologia de paisagem (Richardson *et al.* 2016).

A seguir, com o auxílio de diferentes estudos de caso, serão discutidos fatores importantes para a construção de um projeto de restauração que integre a restauração de fauna, seja por meio de reintrodução e recuperação de espécies nativas à área.

Portando informações sobre a área a ser restaurada, incluindo avaliação e monitoramento das dinâmicas que acontecem na região, deve-se considerar a estratégia de restauração da comunidade vegetal que será realizada. A literatura encontrada aborda dois tipos principais: restauração não assistida e restauração assistida. A primeira estratégia baseia-se na recuperação sem intervenção de fragmentos florestais, assim como o estabelecimento da diáspora de plantas e o retorno da fauna, dependendo então do nível de perturbação que a área sofreu, e do quanto resiliente a comunidade vegetal se encontra. Por sua vez, a restauração assistida utiliza técnicas como o plantio de espécies nativas ou exóticas para guiar a reconstrução de fragmentos florestais (García-Robledo, 2010). Ambas as estratégias precisam considerar fatores como dormência, dispersão e germinação de sementes, e principalmente fatores genéticos, para evitar a endogamia e a fixação de caracteres, pois estes podem alterar a diversidade florística e ter impactos na comunidade de polinizadores (Miller *et al* 2016).

É fundamental a realização de estudos sobre a situação do solo no qual ocorrerá a restauração, visto que em alguns casos as alterações químicas causadas por intervenção humana ou por presença de espécies invasivas podem dificultar o reestabelecimento das dinâmicas.

Por alterar a estrutura, a composição química e a restauração do solo, o uso de determinadas espécies de macroinvertebrados, como milipides, minhocas e isópodes é recomendado, desde que se faça um estudo mais aprofundado sobre a comunidade que ocupava o local antes da alteração, a fim de evitar a introdução de espécies que se tornem invasivas. Há relatos de espécies de milipides e isópodes que são tolerantes a metais pesados, e a literatura as considera de grande utilidade como bioindicadores, uma ferramenta útil no monitoramento da restauração. Por ter uma dispersão pequena, esses táxons servem como indicadores de conectividade, além de indicar que determinados requisitos foram alcançados, e que alguns processos ecológicos estão reativos. Snyder (2008) ainda declara que a sobrevivência de populações de milipides pode indicar que há produção suficiente de resíduos, indicando um sucesso na ciclagem de nutrientes e na presença de determinadas espécies, visto que há relações especificas entre espécies de milipides e espécies vegetais.

Entretanto, o emprego de invertebrados em projetos de restauração pode ter objetivos além do citado acima. Artrópodes ocupam uma grande diversidade de microhabitats e nichos, e possuem uma ampla distribuição geográfica, com populações grandes e curtos períodos de vida, fatores ideais no monitoramento da qualidade de um habitat. As relações ecológicas estabelecidas entre artrópodes e outros organismos também agem como eficientes bioindicadores, pois a ausência de espécies ou uma diferença na composição pode indicar alterações também em cadeias tróficas superiores, e dependendo do nível de especialidade do táxon a ser analisado, uma mudança na composição florística (Longcore, 2003).

A polinização é uma das mais importantes funções ecológicas, tendo efeitos notáveis na persistência da comunidade vegetal e animal dependentes de sua ação, sendo muitas vezes necessária desde o início do processo de restauração. A integração da fauna que realiza essa função ecológica traz benefícios também para as regiões próximas, pois a polinização também atua na agricultura e com plantas nativas que estão fora da área de recuperação (García-Robledo, 2010).

A respeito desta interação ecológica, o estudo conduzido por Williams em 2011 analisou a diferença na composição de comunidades de abelhas entre áreas restauradas e de florestas remanescentes na Califórnia, inferindo também sobre a recuperação na intensidade de polinização. Para que a polinização em áreas restauradas fosse possível, a comunidade vegetal deveria suportar a presença de populações de espécies diferentes de abelha, no sentido de haver presença de pólen e néctar que possibilitasse a visitação dos indivíduos. Comparando as duas áreas, a área de estudo que passou por um processo de restauração obteve uma riqueza e abundância de espécies equivalente a área remanescente, embora a composição de espécies tenha sido significantemente diferente. Na tentativa de explicar tal diferença de espécies, foi discutido que os sítios em recuperação florestal possuíam diferenças estruturais, como altura dos estratos arbóreos e presença de clareiras, o que altera microhabitats e a possibilidade de formação de colmeias das abelhas; a conectividade com regiões próximas, por sua vez, também poderia responder essa questão, dado que facilitaria a dispersão dos polinizadores.

Conclusões semelhantes foram feitas no estudo de Garcia-Robledo (2010), onde áreas submetidas a restauração por meio de estratégias assistida e não assistida tiveram seu fluxo gênico avaliado por meio de movimentação e visitas de besouros polinizadores. Neste caso, o fluxo de pólen dos indivíduos das diferentes espécies vegetais analisadas foi relacionado às respostas dos polinizadores as características estruturais e microclimáticas do ambiente, tendo uma forte relação com a estratégia de restauração não assistida, visto que as infrutescências deste grupo foram significativamente maiores do que as observadas em indivíduos pertencentes a área de restauração assistida.

Contudo, há agentes de dispersão de pólen e sementes além dos artrópodes, tendo a avifauna um grande papel nesta função ecológica. Este grupo é caracterizado por grande diversidade acerca de hábitos alimentares, movimentos de dispersão, com espécies migratórias e sedentárias, além de diferentes comportamentos sexuais, características estas dependentes do habitat e da composição paisagística da área. Uma estratégia de restauração comumente utilizada é a construção de corredores ecológicos, que funcionam como *stepping stones* e promovem a dispersão continuada de sementes entre e dentre unidades de restauração. Espera-se que tal técnica quando aplicada se adeque a avifauna ali presente e a seus hábitos alimentares, além do raio de distribuição, visto que já foi demonstrada a importância de espécies de aves frugívoras para a efetividade no processo de restauração, além da relação entre o nível de complexidade da comunidade vegetal e a riqueza de espécies de aves (Jensen, 2005; Munro *et al.*, 2011).

Outros grupos de vertebrados, como mamíferos e répteis, têm inclusão em estratégias de restauração recomendadas. Devido a características de nicho, tais táxons indicam a efetividade do projeto de recuperação, indicando se seus recursos energéticos estão disponíveis, possível indicador da complexidade do sistema, e também se características físicas, como presença de tocas, altura do estrato vegetal, relacionadas a idade do ecossistema estão de acordo. Caso estas características estruturais não sejam obedecidas, observa-se a utilização da área de restauração apenas como comedouro (Smith *et al,* 2015). O estágio do processo de restauração é então uma condição relevante ao se considerar a recolonização de fauna, onde a necessidade de criação de *stepping stones* entre a unidade de conservação e regiões vizinhas é explicada pela conectividade e manutenção das dinâmicas e fluxos gênicos entre comunidades.

Em relação ao tempo necessário para a recolonização de fauna, nota-se diferenças entre os grandes grupos de vertebrados. Nichols *et al* (2003), ao estudar o processo de restauração de fauna em antigas minas de bauxita na Austrália, observou que mamíferos forrageadores recolonizam rapidamente, e predadores pequenos levam mais tempo. Aves, neste caso, demoraram oito anos para se assemelhar àquelas de florestas sem degradação enquanto espécies de repteis levam mais tempo, onde após oito anos, a composição era inferior àquela não degradada.

Um artifício a ser considerado na elaboração de um projeto de restauração é o emprego de mamíferos ou espécies que tem valor afetivo à população a fim de atrair atenção e o apoio financeiro de interessados. Como resultado, haveria então a elaboração de um projeto maior, com o delineamento da reintrodução da espécie animal e a recuperação de seu habitat. O Instituto Chico Mendes (ICMBio – MMA) em 2014 realizou uma parceria com a casa da moeda do Rio de Janeiro para a recuperação do habitat do Mico-leão-dourado, com o plantio de árvores nativas da mata atlântica e a retirada de espécies exóticas, expandindo o habitat desta espécie endêmica. O apelo afetivo que esta espécie traz foi um fator significativo para a realização do projeto, pois está retratada em uma cédula de real e tem status de ameaçada de extinção, acrescentando um valor de importância ambiental na execução e apoio ao projeto. Contudo, sugere-se avaliar o nível de ameaça da espécie-chave e os motivos que a colocam nesta categoria, seja por causa do tráfico ou até mesmo a redução populacional, junto de práticas a fim de sanarem ou diminuírem tais razões; além de um monitoramento em longo prazo desta iniciativa, ação que nem sempre é realizada em projetos de restauração de fauna em geral.

A uma primeira perspectiva, a composição de fauna que ocorre em uma determinada área de restauração serve como um eficiente bioindicador, indicando a adequação dos animais ao projeto de recuperação florística. Esta estratégia por ser muito utilizada, mantem a integração entre fauna e flora em projetos de restauração em um platô que só recentemente tem sido ultrapassado. A utilização de informações sobre a interação entre animais e o meio ambiente, no que tange seu uso como dispersor e polinizador, ação como ciclador de nutrientes, como no caso de espécies engenheiras, níveis de herbivoria e predação em comunidades e a adequação a diferentes graus de sucessão vegetal são também características que podem ser incluídas em projetos de restauração vegetal, agregando uma visão em escala temporal e espacial ao projeto. Como projetos de restauração passam geralmente por audiências com a população local e partes interessadas, a fim de obter recursos e intensificar o seu valor, a inclusão de uma espécie que traga um carisma ou um apelo emocional também é um ótimo meio de integrar a fauna ao projeto de restauração.

Os estudos de caso abordados acima exemplificam e ressaltam métodos e abordagens relevantes de integração de relações ecológicas no estudo de conservação, e um aumento progressivo é esperado no uso deste tipo de técnica. A mudança do viés para além de monitoramento, visando um entendimento completo das relações e funções ecológicas que ocorrem na área não só aumentam a eficácia do projeto de restauração, mas como também abrem possibilidades para a replicação de experimentos em outros locais, elevando a qualidade geral de estudos da área.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

García‐Robledo, C. (2010). Restoration of plant–pollinator interactions: pollination neighborhood and asymmetric pollen flow between restored habitats in a beetle‐pollinated aroid. *Restoration Ecology*, *18*(s1), 94-102.

Jansen, A. (2005). Avian use of restoration plantings along a creek linking rainforest patches on the Atherton Tablelands, North Queensland. *Restoration Ecology*, *13*(2), 275-283.

Longcore, T. (2003). Terrestrial arthropods as indicators of ecological restoration success in coastal sage scrub (California, USA). *Restoration Ecology*, *11*(4), 397-409.

Majer, J. D. (2009). Animals in the restoration process—progressing the trends. *Restoration Ecology*, *17*(3), 315-319.

Miller, B. P., Sinclair, E. A., Menz, M. H., Elliott, C. P., Bunn, E., Commander, L. E., ... & Golos, P. J. (2016). A framework for the practical science necessary to restore sustainable, resilient, and biodiverse ecosystems. *Restoration Ecology*.

Munro, N. T., Fischer, J., Barrett, G., Wood, J., Leavesley, A., & Lindenmayer, D. B. (2011). Bird's response to revegetation of different structure and floristics—Are “restoration plantings” restoring bird communities?. *Restoration Ecology*, *19*(201), 223-235.

Nichols, O. G., & Nichols, F. M. (2003). Long‐Term Trends in Faunal Recolonization After Bauxite Mining in the Jarrah Forest of Southwestern Australia. *Restoration Ecology*, *11*(3), 261-272.

Richardson, B. J., & Lefroy, T. (2016). Restoration dialogues: improving the governance of ecological restoration. *Restoration Ecology*, *24*(5), 668-673.

Smith, Geoffrey C., Tom Lewis, and Luke D. Hogan. "Fauna community trends during early restoration of alluvial open forest/woodland ecosystems on former agricultural land." *Restoration Ecology* 23.6 (2015): 787-799.

Snyder, B. A., & Hendrix, P. F. (2008). Current and potential roles of soil macroinvertebrates (earthworms, millipedes, and isopods) in ecological restoration. *Restoration Ecology*, *16*(4), 629-636.

Palmer, M. A., Bernhardt, E. S., Allan, J. D., Lake, P. S., Alexander, G., Brooks, S., ... & Galat, D. L. (2005). Standards for ecologically successful river restoration. *Journal of applied ecology*, *42*(2), 208-217.

Vaughn, K. J., Porensky, L. M., Wilkerson, M. L., Balachowski, J., Peffer, E., Riginos, C., & Young, T. P. Concepts Underpinning Restoration.

Williams, N. M. (2011). Restoration of nontarget species: bee communities and pollination function in riparian forests. *Restoration Ecology*, *19*(4), 450-459.

“ICMBIO fecha parceria para recuperar habitat do Mico-Leão-Dourado.” Disponível em : http://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/5076-icmbio-recupera-habitat-do-mico-leao-dourado-no-rj. Visitado em: 16 de maio de 2017