
Fatores bióticos na recuperação de áreas degradadas: ação da flora e da fauna

Willian Moreira da Costa, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7.c4>

Resumo

Desde a colonização os biomas brasileiros vêm sofrendo uma série de ações antrópicas que os afetam negativamente: não apenas a biodiversidade, mas também o bem-estar da sociedade, uma vez que fornecem diversos serviços ecossistêmicos primordiais para a manutenção da vida humana. Diversas são as ações que o homem realiza degrada o ambiente: o desmatamento, as queimadas, a fragmentação das florestas, a poluição das águas, o uso intensivo de defensivos agrícolas, a poluição do solo e afastam/extinguem microrganismos e vertebrados, entre outras. No entanto, por intermédio da execução de práticas de conservação integrativas, as áreas degradadas podem se reestabelecer e atingir novo equilíbrio ambiental. Na recuperação de áreas degradadas, devem-se considerar os fatores abióticos e os bióticos como agentes cruciais do processo, já que fazem parte da formação estrutural dos ecossistemas. A flora e a fauna possuem um alto grau de interações, uma vez que no decorrer da história evolutiva, plantas e animais criaram entre si uma relação de interdependência, mediante os benefícios gerados para ambos os grupos. Concebidas como produtoras em um ecossistema terrestre, as plantas fornecem para os animais: abrigo, alimento, espaços para a reprodução, entre outros; os animais, em contrapartida, podem estar envolvidos na reprodução de variadas espécies vegetais, especialmente ao que se refere à polinização e à dispersão. Assim sendo, a presença de seres vivos contribui na recuperação de áreas degradadas com diversos benefícios, tais como: cobertura e permeabilidade do solo, enriquecimento nutricional do solo, formação de teias alimentares, diversificação da flora e da fauna. Nesse sentido, o presente capítulo traz tópicos que demonstram como plantas e animais, por intermédio de suas interações, auxiliam na recuperação de ambientes antropizados.

Palavras-chave: Agroecologia. Ecossistema. Interações. Recuperação. Sustentabilidade.

1. Introdução

Os biomas, especialmente os tropicais, apresentam uma variedade de ecossistemas com características próprias, que abrigam uma riquíssima biodiversidade com altas taxas de endemismo. Além disso, estes ambientes prestam serviços ambientais de relevante importância para a manutenção e bem-estar da população humana, tais como a produção de água, conservação do solo, regulação do clima, purificação do ar, abrigo da fauna e da flora. No entanto, devido a inúmeras ações desenvolvidas no decorrer da história pelo homem, a biodiversidade tem enfrentado muitos desafios para se manter de forma equilibrada.

No território brasileiro florestas tropicais, como a Mata Atlântica (Figura 1) e a Floresta Amazônica, sofrem grandes pressões pelo desmatamento predatório, que estimula a comercialização ilegal de madeira, a abertura de garimpos, a grilagem e a criação de áreas agropecuárias. As florestas tropicais brasileiras sofrem também com a caça predatória, que altera o equilíbrio ecológico das espécies, levando algumas à extinção ou tendo sua população bastante reduzida.



Figura 1. Área originalmente coberta por Floresta Atlântica, Castelo, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

Outras ações como queimadas, implantação de barragens e rodovias, extrativismo de produtos florestais não madeiráveis, os mais diversos tipos de poluição, têm levado os biomas a níveis de degradação muito preocupantes. De acordo com Reis et al. (1999), áreas que tenham sofrido impactos, e os mesmos estejam impedindo de retorná-la ao seu estado original por meio de meios naturais, são consideradas áreas degradadas.

A recuperação de áreas degradadas (RAD) perpassa por um conjunto de informações e técnicas, que devem ser estudadas, discutidas e elaboradas, mediante o conhecimento das características específicas da área e o seu possível uso futuro, assim como os níveis de degradação. De acordo com Gomez-Aparicio et al. (2004); Trentin et al. (2018); e Souza (2022), a RAD deve ter como objetivos o reestabelecimento vegetal, bem como toda estrutura ecológica da comunidade, de forma que estimule a recuperação do ambiente.

Uma das técnicas de RAD é a regeneração natural (Figura 2), que se define pela ação de espécies florestais que colonizam os ambientes degradados, sem que haja de forma deliberada a intermediação humana (BRASIL, 2017).



Figura 2. IF Sudeste de Minas campus Rio Pomba: área recuperada por regeneração natural. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2013).

Há também a restauração ativa, que se caracteriza pelo plantio de forma direta e na introdução de sementes na área, o que estimula o processo de recuperação (DESIMONE, 2011; COUTINHO et al., 2019; SOUZA, 2021).

Neste trabalho serão apresentados tópicos relacionados à ação integrativa entre flora e fauna em procedimentos de RAD.

2. Sucessão ecológica

A sucessão ecológica pode ser definida como tendência natural em promover um novo desenvolvimento em uma área, que seja correspondente aos fatores abióticos locais (clima, solo, relevo, entre outros). Segundo Odum (2004), a sucessão ecológica pode ser definida em três parâmetros: 1) trata-se de um processo que segue ordenação e se desenvolve por intermédio de alterações na estrutura específica e nos processos da comunidade no decorrer do tempo; 2) a comunidade modifica o ambiente, resultando um ecossistema mais estabilizado, perpassando pela energia e espaço disponíveis, máxima de biomassa e interações entre os organismos; 3) sequência de comunidades que se substituem transitoriamente, até o sistema atingir o equilíbrio, chamado clímax (Figura 3).



Figura 3. IF Sudeste de Minas campus Rio Pomba: recuperação por regeneração natural - sucessão ecológica em diversos estágios – ao fundo, uma área que atingiu o clímax. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2013).

Segundo Miranda (2009), a sucessão ecológica se trata de um processo decorrente da mudança dos fatores abióticos pela comunidade biológica, resultando um ecossistema persistente. Entretanto, vale ressaltar: se o desenvolvimento se iniciar a partir de uma área que ainda não tenha sido ocupada, por exemplo, uma floresta primitiva, à exposição recente do solo dar-se-á o nome de sucessão primária.

Porém, quando o desenvolvimento acontece em uma área que já tenha sido ocupada, que tenha sofrido algum tipo de fragmentação e, ou, alteração, por exemplo, áreas agrícolas e, ou, áreas desflorestadas, chamam-se de sucessão secundária (FERREIRA et al., 2018). Rosa (2014) comenta que, a sucessão secundária ocorre de forma mais rápida do que a primária, devido à presença de algumas espécies que já se encontram na área (Figura 4).

A sucessão secundária, propriamente dita, trata-se de um processo que ocorre por etapas: cada uma delas possui a sua importância e características próprias na RAD. As etapas vão se desenvolvendo desde o diagnóstico inicial em que se encontra a área degradada, onde se observa as características do local ao estabelecimento das primeiras espécies vegetais, até os estágios finais da formação de uma floresta madura. As etapas de sucessão se desenrolam de acordo com que as comunidades vão se modificando e preparando o ambiente para uma nova comunidade ali se estabelecer (ROSA, 2014; SOUZA, 2021b).



Figura 4. IF Sudeste de Minas campus Rio Pomba: área de pastagem em topo de morro recuperada por sucessão secundária. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2014).

Dessa forma, a sucessão acontece por meio de substituições de comunidades que vão se alterando, modificando-se, permitindo assim que novas espécies se desenvolvam naquela área, o que pode elevar os níveis de expressão da biodiversidade, atingindo o que se chamam de clímax. Segundo Holl (2002) e Lima et al. (2020), compreender como a sucessão ecológica ocorre em áreas degradadas faz-se importante: baseado nestas informações, as técnicas de cobertura florestal poderão ser especificadas e aperfeiçoadas (Figura 5).



Figura 5. Área de pastagem degradada em processo de sucessão natural, Castelo, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

Para Mc Intire e Fajardo (2014), entendendo a dinâmica da vegetação e a sucessão das espécies em si, pode-se identificar as interações negativas e positivas do processo, o que permitirá a potencialização das interações benéficas, ampliando assim as teorias e os esforços para que ocorra de forma progressiva a recuperação.

Em cada etapa da sucessão as condições ambientais serão distintas: as espécies, tanto vegetais quanto animais, poderão permanecer no decorrer do processo ou desaparecer com a progressão; contudo, vale ressaltar que a biodiversidade possui uma série de adaptações que facilita a permanência das mesmas durante a sucessão de ambientes.

Uma das características iniciais da sucessão ecológica é justamente a

colonização: o surgimento de espécies pioneiras. Em seguida, o segundo estágio, ou o estágio intermediário, é caracterizado pelo surgimento de espécies secundárias, que podem levar ao desaparecimento progressivo das espécies pioneiras. Segue-se o desenvolvimento das espécies tardias, até a área atingir o clímax (BEGON, 2007; FERREIRA et al., 2018; SOUZA, 2021b).

Segundo Ferreira et al. (2018), embora as espécies pioneiras sejam substituídas pelas espécies tardias, as sementes das mesmas podem permanecer em estado de dormência. Caso ocorra a queda de uma árvore e surja clareira (abertura para entrada de luz), as sementes podem adquirir condições convenientes para a sua germinação, dando continuidade ao processo de sucessão vegetal.

✓ **Um exemplo de sucessão ecológica**

Uma pastagem, em uma encosta onde o capim quase todo morreu por conta de uma longa estiagem, foi abandonada depois de anos sendo usada de forma inadequada, encontrando-se degradada. Com a chegada das chuvas, o capim rebrota junto às plantas de crescimento espontâneo, também conhecidas como ruderais. As sementes destas plantas são dispersas na maioria dos casos pelo vento, viajando distâncias consideráveis. A presença desta vegetação herbácea propicia ao solo aeração, proteção contra os processos erosivos, assim como também favorece o acúmulo de matéria orgânica.

De acordo com Ferreira et al. (2018) as primeiras espécies são consideradas como pioneiras: estabelecem-se na área mediante a capacidade de se dispersar e também a sua alta fecundidade. Além disso, essas plantas apresentam características adaptativas em relação às condições ambientais do local, como capacidade de dominar ambientes com alto índice de luz e temperatura, apresenta bom crescimento, inclusive excluindo via competitividade espécies que possuem crescimento lento.

Geralmente, são plantas de pequeno porte, intolerantes à sombra, e possuem ciclo de vida curto. Para Lorenzi (2008), as espécies pioneiras influenciam de forma positiva nas condições ambientais, aumentando a biomassa da área, assim como a disponibilidade de matéria orgânica no solo, produzem sombreamento para as espécies tardias, que não toleram altos índices de luminosidade.

Essas plantas podem promover ganhos na área, modificando as condições abióticas, aumentando a sobrevivência das espécies, atraindo animais polinizadores, pela oferta de alimento (pólen e néctar) (BAYLÃO et al., 2013; MARTINS, 2014; COUTINHO et al., 2019).

Com o passar dos meses, plantas de maior porte se desenvolverão na área, por meio de propágulos advindos por anemocoria ou pela dispersão de animais que visitaram a área. Os arbustos, por sua vez, possuem raízes de calibre maior que atingem regiões mais profundas no solo, contribuindo para uma maior aeração, favorecendo a infiltração da água. Os arbustos também aumentam o ganho de matéria orgânica, que favorece o desenvolvimento de uma camada protetora mais espessa no solo, como também propicia o desenvolvimento da comunidade de microrganismos (Figura 6).



Figura 6. Melhoramento do solo via sucessão da flora. Fonte: Adaptado de Árvore e Água (2021).

Os arbustos podem conter recursos como frutos e larvas de insetos que atraem aves para o forrageio. Com o fluxo da avifauna, a área recebe sementes de outras áreas, parte delas provenientes de espécies arbóreas, que futuramente estabelecerão um maior sombreamento. Estas árvores contribuirão para a formação e o estabelecimento de uma nova comunidade, as espécies

arbóreas, comunidade essa que modificará de forma gradativa as condições do solo. Rodrigues et al. (2016) citam que árvores da família Fabaceae apresentam elevado potencial de fixação de N no solo em relação às demais espécies arbóreas, o que as permitem crescer e se estabelecerem em ambientes pobres em nutrientes.

Galhos e folhas, que posteriormente somam-se à serapilheira, contribuem para o sombreamento e proteção do solo. A presença de matéria orgânica conserva a umidade e facilita a germinação das sementes, posto que dependem de um ambiente ameno para se desenvolver. Com o surgimento e desenvolvimento de espécies arbustivas e arbóreas na área, haverá uma maior quantidade de espaços sombreados, reduzindo as mudanças térmicas, contribuindo com o acúmulo de matéria orgânica, a ciclagem de nutrientes, a oferta de forrageio e o abrigo para representantes da fauna (BAYLÃO et al., 2013; FIGUEIREDO et al., 2014; COUTINHO et al., 2019).

Com a ascensão das árvores, cria-se então um banco de sementes, com futuras plântulas que aguardarão uma oportunidade para se desenvolver, correspondendo um novo estágio de sucessão ecológica.

3. Serviços ecossistêmicos

Os “Serviços Ecossistêmicos” caracterizam-se como bens tangíveis e intangíveis produzidos pelos ecossistemas, utilizados direta ou indiretamente visando o bem-estar humano; ou seja, são benefícios oferecidos pela natureza ao homem. Dentro desta abordagem, compreende-se que a diversidade de elementos abióticos e bióticos na superfície terrestre proporciona a ocorrência de importantes áreas de interesse ecológico e social e prestadora de importantes serviços (SANTOS; COSTA; CESTARO, 2021).

São classificados em:

- Serviços de provisão - são produtos que as pessoas obtêm diretamente da natureza, tais como: alimentos, água, fibras, sementes, lenha e plantas medicinais;
- Serviços culturais - benefícios que as pessoas adquirem por intermédio do contato com a natureza que contribuem para as relações sociais e culturais de uma região, tais como: valor científico e educacional, patrimônio e identidade cultural, beleza cênica e conservação da paisagem;

- Serviços de regulação - benefícios que as pessoas obtêm por intermédio da ação do ecossistema e, ou, dos seres vivos, tais como: regulação do clima, qualidade do ar, fertilidade do solo, controle da erosão, polinização e dispersão.

3.1. Polinização

No decorrer da história evolutiva plantas e animais têm buscado se adaptar às condições impostas pelo meio, criando relações ecológicas íntimas, beneficiando ambas as partes. A polinização, processo no qual o grão de pólen é transportado até ao estigma para fecundar os óvulos (célula germinativa feminina) é o que associa parte das plantas com flores a alguns grupos de animais, tais como insetos, aves e mamíferos. Segundo Barbosa (2006), a polinização é a interação que mais representa coevolução específica entre a fauna e a flora.

Diante da imobilidade, as plantas desenvolveram estratégias que atraem os polinizadores, para que os mesmos conduzam os grãos de pólen até as flores femininas e, assim, ocorra a fecundação. Formato das flores, diversidade nas cores, liberação de fragrâncias, produção de resinas, gomas e néctares, são as principais adaptações que as plantas com flores sofreram na corrida evolutiva (RAVEN et al., 2001).

A polinização necessita de elevado equilíbrio ecológico entre os agentes polinizadores e os polinizados, uma vez que perturbações nesta interação podem ocasionar degeneração e até mesmo extinção das partes. Segundo Jordano et al. (2003), a interação entre as plantas e os animais possui função essencial ao que se refere a dinâmica e a diversidade da comunidade biológica, uma vez que atua no desenvolvimento ecológico e reprodutivo das espécies.

Para Ferreira et al. (2018), os agentes polinizadores ao transportarem o pólen pelas mais diversas distâncias, elevam as taxas de sucesso reprodutivo dos vegetais que se encontram afastados geograficamente, assim como contribuem também com a variabilidade genética.

Trabalhos tem denotado que espécies vegetais em estágios de sucessão inicial, possuem polinizadores mais generalistas, enquanto que espécies de estágios sucessionais mais avançados possuem polinizadores mais especializados: indica, assim, que no decorrer do processo de sucessão as

comunidades vão se alterando (BEZERRA; MACHADO, 2003; BARBOSA, 2009).

Em RAD, a seleção das espécies vegetais a serem utilizadas deve ser feita criteriosamente. Parte-se sempre do princípio que estas espécies devem provocar a maior quantidade de síndromes polinizadoras possíveis, promovendo o máximo de floração entre as estações, mantendo assim os polinizadores na área a ser recuperada por mais tempo (REIS; KAGEYAMA, 2003; BARBOSA, 2009).

Entre os grupos de animais importantes para a manutenção dos ecossistemas, estão os insetos polinizadores que contribuem de forma significativa na perpetuação e o fluxo genético da flora (ALVES-DOS-SANTOS, 2002; KERR, 2010).

Acredita-se que entre 40 a 90% das espécies florísticas presentes no território brasileiro dependem das abelhas nativas sem ferrão para a sua polinização (KERR et al., 1996). As abelhas são efetivos polinizadores de plantas de interesse agrícola, onde cerca de 73% das espécies cultivadas no mundo dependem destes insetos para a sua reprodução (FREITAS, 2004; GIANNINI, 2015).

Os insetos polinizadores possuem estruturas morfológicas que facilitam o transporte de pólen, por exemplo: corpo coberto por pelos (asas e pernas) e aparelho bucal adaptado ao tipo floral (SANTOS et al., 2019).

No entanto, as populações de abelhas estão em declínio, devido ao uso indiscriminado de defensivos agrícolas, a introdução de espécies invasoras e exóticas, a intensificação das práticas agrícolas, o desmatamento e fragmentação dos habitats, bem como as mudanças climáticas (KERR et al., 2010; GOULSON et al., 2015; BARBIÉRI; FRANCOY, 2020).

A composição e o manejo dos ambientes são pontos que muito implica na riqueza e na abundância de abelhas, uma vez que as comunidades podem mostrar diferentes respostas ecológicas mediante ao uso da área. Fatores como: ausência ou presença de fragmentos florestais, isolamentos dos ninhos por conta de ações antrópicas e a urbanização, devem ser levados em consideração na interpretação do comportamento da fauna de abelhas (BENNETT; GRATTON, 2012; FABIAN et al., 2013).

Em um estudo conduzido por Pinheiro et al. (2018) com a flora do sudeste

da Mata Atlântica, a abelha *Xylocopa frontalis* foi identificada como um dos principais agentes polinizadores de *Schizolobium parahyba*, popularmente conhecida como guapuruvu. No mesmo estudo para outra espécie, *Senna multijuga* (pau-cigarra), que pode utilizada amplamente na recuperação ambiental, teve a abelha *Xylocopa brasilianorum* como o seu segundo principal polinizador. Souza et al. (2012) em estudo fenológico com *Senna cana*, verificaram que os principais polinizadores da espécie foram as abelhas *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa grisea* (Figuras 7 e 8). Tais resultados reafirmam a importância das abelhas, no desenvolvimento ecológico e reprodutivo da flora em áreas degradadas.



Figuras 7 e 8. Abelha mamangava-carpinteira *Xylocopa grisea* (Xylocopini, Apidae), polinizando uma planta (Fabaceae) de crescimento espontâneo em área de pastagem. Fonte: Acervo de Willian Moreira da Costa (2022).

Alterações na paisagem reduzem, por vezes, a oferta de recursos alimentares, dificultando o forrageamento e a disposição de locais para a nidificação. A perda de habitat e a fragmentação dos ambientes são decorrentes da expansão da agricultura que colabora para o declínio dos polinizadores (SENAPATHI et al., 2017; AIZEN et al., 2019; SOUZA, 2022).

Para Ferreira et al. (2018), os agentes polinizadores ao transportarem o pólen, elevam as taxas de sucesso reprodutivo dos vegetais que se encontram afastados geograficamente, contribuindo assim também com a variabilidade genética.

De acordo com Reis et al. (1999), ter ciência destas interrelações pode contribuir no aumento do número de espécies envolvidas, que representará a geração de novas plantas. Assim sendo, os polinizadores possuem um papel crucial na RAD, uma vez que garantem a formação de sementes e o fluxo gênico.

3.2. A frugivoria e a dispersão

As plantas, no decorrer da história evolutiva, sofreram adaptações que influenciaram na permanência e no estabelecimento das mesmas nos mais distintos ambientes. Uma das adaptações mais favoráveis às plantas foi o surgimento dos frutos, que servem de recurso alimentar para diversos grupos da fauna. Em florestas tropicais, segundo Christianini e Martins (2015), as plantas que produzem frutos com adaptações à dispersão correspondem entre 80% a 95% das espécies de árvores de uma região; as demais espécies são dispersas por fatores abióticos (vento, água), ou autodispersão.

Plantas com características para a dispersão animal, também podem ser encontradas entre espécies herbáceas e arbustivas, tais como lianas, epífitas e ruderais. Nas áreas tropicais, geralmente a dispersão por animais (zoocoria), concentra-se nas espécies arbóreas e arbustivas. Fatores como o tamanho da semente e a forma de vida da planta, podem influenciar no processo de dispersão: geralmente sementes de calibre menor se autodispersam, ou são dispersas pela via abiótica, enquanto sementes maiores dependem dos agentes da fauna (TABARELLI; PERES, 2002).

Muitas são as vantagens da interação entre a flora e a fauna ao que se refere à RAD. Na dispersão de sementes, os animais são capazes de acelerar a regeneração da área, contribuindo com a reorganização dos ambientes degradados (Figura 9).

A dispersão consiste no transporte de sementes por variadas distâncias, em variados ambientes, variando de centímetros a quilômetros da planta mãe. Segundo Barbosa (2006), a distância vai depender da síndrome de dispersão envolvida. Assim sendo, a dispersão de sementes se trata de um processo

considerado fundamental para a reestruturação florística. De acordo com esse mesmo autor, a dispersão possibilita a presença de propágulos na área, como também influencia processos posteriores, tais como: reprodução, predação, competição por recursos (água, nutrientes, luz solar).

A dispersão em curto período denota capacidade das espécies vegetais em manter, assegurar as populações, conservar a diversidade genética e lidar com as inconstâncias climáticas, por meio das migrações, intervindo em longo prazo nas populações (MAURER et al., 2013; GONZAGA, 2016).

Certamente um dos pontos mais importantes na dispersão é a possibilidade do fluxo gênico se manter sadio, devido ao não cruzamento das plantas próximas geneticamente. A distância em que as sementes foram dispersas influenciará na estrutura genética intra e interpopulações (NATHAN; MULLER-LANDAU, 2000; BARBOSA, 2006).



Figura 9. IF Sudeste de Minas campus Rio Pomba: área de pastagem em Área de Preservação Permanente (APP) sendo recuperada com o auxílio da dispersão pela fauna. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2013).

Na fauna, esse evento está ligado às migrações realizadas entre distintas populações; enquanto que na flora, a associação se baseia nos processos de polinização e dispersão (FERREIRA et al., 2018).

No entanto, fatores influenciam e acabam condicionando o fluxo gênico entre as espécies: por exemplo, a diversidade de sistemas reprodutivos. Para tanto, é necessário ter ciência a respeito deste fator, para compreender a estrutura de uma população (ALMEIDA, 2016).

Dentre as síndromes de dispersão, podem-se citar a anemocoria (realizada pelo vento), hidrocoria (realizada pela água), autocoria (realizada pela própria planta), barocoria (realizada apenas pelo peso do diásporo), e a zoocoria (realizada por animais). A zoocoria pode ser dividida, de acordo com o grupo faunístico que o agente dispersor pertence (Tabela 1).

Tabela 1. Componentes da fauna envolvidos na dispersão de sementes

Dispersões zoocóricas	Agentes
Mirmecocoria	Formigas
Ictiocoria	Peixes
Saurocoria	Répteis
Ornitocoria	Aves
Quiropterocoria	Morcegos
Mamaliocoria	Mamíferos em geral

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A dispersão é geralmente realizada por vertebrados, composta especialmente por mamíferos e aves (Figura 10), grupos esses que possuem mais adaptações quanto a esse processo. Árvores, consideradas como clímaces, quase sempre são dispersas por animais de grande porte - caracteriza um sério problema na Mata Atlântica, uma vez que poucas áreas florestadas possuem estes animais (ALMEIDA, 2016).

Na dispersão, os animais são atraídos pelas cores chamativas e as essências olfativas dos frutos, que podem ser bagas, drupas suculentas e carnosas (SILVA, 1999). Ao se alimentarem dos frutos, os animais recebem açúcares e gorduras, distribuídos em proporções diferentes entre as espécies e

os seus frutos, assim as plantas investem em um determinado componente, que selecionará frugívoros em função de suas preferências alimentares (JORDANO, 1992). Embora os frutos sejam considerados como alimentos imóveis, cada planta possui um grau de acesso dos seus recursos alimentares. Os frutos podem estar dispersos de formas diferentes na estrutura da planta: assim, apenas os animais adaptados morfológicamente acessarão os recursos alimentares (Figura 11).



Figura 10. IF Sudeste de Minas campus Rio Pomba: área de pastagem em Área de Preservação Permanente (APP) sendo recuperada com o auxílio de poleiro artificial para atrair pássaros. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2014).



Figura 11. IF Sudeste de Minas campus Rio Pomba: área de pastagem em Área de Preservação Permanente (APP) sendo recuperada – lobeira (*Solanum lycocarpum*) dispersa pelo lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*). Fonte: Acervo Maurício Novaes (2014).

A lobeira (*Solanum lycocarpum*) é uma planta pioneira, de crescimento rápido, realizado até em campo aberto, que produz frutos grandes e suculentos muito apreciados pelo lobo-guará. Ela fornece alimento ao animal; em troca, ele dispersa as suas sementes: após comer o fruto, o lobo-guará defeca as sementes da lobeira pelo seu caminho. Assim, ambos dão continuidade à biodiversidade local, em uma relação mutualística⁷. Ao mesmo tempo, o fruto da lobeira apresenta mecanismo de ação anti-helmíntico, atuando principalmente contra a parasitose renal (SOUZA, 2018).

Frutos dispersos por morcegos, por exemplo, estão dispostos no caule ou nos galhos; ou seja, dispostos fora da folhagem à qual estes mamíferos voadores não teriam acesso. Há também os frutos que se encontram na copa das plantas, que de forma comparativa são mais visitadas pelas aves, uma vez que as mesmas possuem habilidades quanto a manobras aéreas (SILVA, 1999).

Segundo Almeida (2016), os processos de dispersão são cruciais para a sustentabilidade da área que segue em recuperação - cerca de 50 a 90% das espécies de árvores, em florestas tropicais, são dispersas por animais. Portanto, a presença de animais frugívoros é importantíssima tanto para RAD, uma vez que acelera o processo de reflorestamento, quanto para a conservação de florestas já existentes.

A dispersão de sementes está diretamente associada à recuperação de áreas, uma vez que o entendimento desse procedimento é o novo estabelecimento da vegetação em uma área alterada ou sem a presença da vegetação inicial, a partir das sementes ou plântulas dispostas na área (SILVA, 1999; SOUZA, 2021).

Conhecer os principais dispersores nas florestas tropicais pode aumentar os índices de regeneração natural de áreas, partindo da adesão de práticas e informações. A aproximação do fragmento florestal (rico em sementes) com a área em recuperação (Figura 12) facilita o fluxo de dispersores na área em recuperação, além de constituir a fonte de sementes (FERREIRA et al., 2018).

7 O mutualismo é um tipo de relação ecológica interespecífica em que as duas espécies envolvidas se beneficiam.



Figura 12. IF Sudeste de Minas campus Rio Pomba: área de pastagem em APP sendo recuperada com o auxílio de poleiro artificial e próxima a fragmento florestal. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2014).

3.3. Banco de sementes

O banco de sementes se trata de um conjunto de sementes que podem ter sido produzidas na área, como aquelas que vieram de outras áreas por dispersão: seja por agentes bióticos ou fatores abióticos. Segundo Almeida (2016), o banco de sementes pode ser composto basicamente por sementes pertencentes às espécies pioneiras, bem como por espécies secundárias iniciais, representando os grupos essenciais para a regeneração inicial de clareiras (Figura 13).

Estudos voltados ao banco de sementes de uma determinada área fornecem informações valiosas sobre o dinamismo da regeneração natural. Segundo Callegaro et al. (2013), conhecer o banco de sementes é fundamental, pois o mesmo pode fornecer informações sobre a potencialidade de regeneração da área e estimativas referentes à recuperação.

Vale ressaltar, que a germinação das sementes e o desenvolvimento de plântulas, pode se dar por meio de ligeiras modificações na área, como a abertura de uma clareira devido à queda de uma árvore. Calcula-se o quantitativo

do banco de sementes de acordo com a saída e entrada de sementes de um dado ecossistema. Para Leal Filho (1992), obter informações sobre o banco de sementes, como a composição florística, o padrão de distribuição das sementes, assim como a dinâmica, é um fator importante no que se refere ao entendimento da regeneração e sucessão das florestas tropicais.



Figura 13. Áreas inferiores da paisagem recebendo sementes produzidas na parte superior. Fonte: Acervo Willian Moreira da Costa (2022).

De acordo com esse mesmo autor, o banco de sementes possui uma parte ativa, que é representada por aquelas sementes que se encontram em estado de dormência pela ausência de algum fator, como umidade, temperatura ou luz. Tais sementes são representadas especialmente por espécies pioneiras.

Assim sendo, os processos de renovação florística dentro de uma floresta, devem-se especialmente ao banco de sementes que aumenta a biodiversidade do ecossistema. Portanto, o banco de sementes se trata de um fator importantíssimo na regeneração de bordas de mata, clareiras e áreas degradadas. Para Medeiros et al. (2015), cada ambiente florestal é composto por indivíduos distintos e de diferentes espécies. Pertencem a uma gama de famílias,

que propiciam por meio das interações, a manutenção e a perpetuação das espécies, gerando assim um banco genético diverso para área.

A composição do banco de sementes está relacionada com a diversidade de espécies que se encontram na área ou nas proximidades, como também com a distribuição florística nos diversos estratos da floresta, a idade da floresta e o estágio sucessional em que se encontra (ALMEIDA, 2016).

Sementes provenientes de espécies pioneiras que apresentam características como a dormência, ao estarem em locais onde os fatores abióticos sejam desfavoráveis à germinação, acabam tendo maior durabilidade no banco de sementes. A presença de agentes dispersores de sementes também influencia na dinâmica do banco de sementes.

Os dispersores são essenciais ao que refere ao transporte de sementes de áreas florestadas primárias para outras áreas em regeneração. A ausência de dispersores pode comprometer todo processo de regeneração.

Muitos fragmentos florestais, em distintos estágios, podem ter seus processos de recuperação inativos devido à ausência de sementes do grupo das espécies secundárias ou clímax, fundamentais no processo de sucessão natural (LEAL FILHO, 1992; ALMEIDA, 2016).

Em contrapartida, as sementes pertencentes às espécies de área de floresta primária, em sua maioria não possuem dormência e germinam logo que são dispersas, uma vez que a sua viabilidade é bem pequena.

Fatores abióticos, como a variação na temperatura no solo, ou até mesmo a incidência em maior quantidade de luz no espectro vermelho, podem estimular a germinação de certas sementes, como as das espécies pioneiras.

Dessa forma, os níveis de perturbação na área podem influenciar a distribuição e o estabelecimento das espécies, atingindo o processo de sucessão (ALMEIDA, 2016). Portanto, ter ciência sobre a composição do banco de sementes permite intervenções nos processos regenerativos, como também a adoção de medidas conservacionistas.

4. Considerações finais

Plantas e animais representam grupos bióticos fundamentais para a recuperação de áreas degradadas, devido à riqueza de interações que promovem entre si, que modificam e enriquecem os fatores abióticos da área.

A recuperação de áreas degradadas se dá de acordo com a sucessão das comunidades, que se modificam e angariam no decorrer do processo novas espécies.

A polinização e a dispersão são interações que beneficiam tanto as plantas quanto os animais: contribuem para acelerar os processos regenerativos.

Áreas que praticam a agricultura tradicional, com o uso de práticas agroecológicas conservacionistas de solo e da água, sem o uso de pesticidas, têm esse processo de sucessão favorecido.

5. Referências bibliográficas

AIZEN, M. A.; AGUIAR, S.; BIESMEIJER, J. C.; GARIBALDI, L. A.; INOUE, D. W.; JUNG, C.; MARTINS, D. J.; MEDEL, R.; MORALES, C. L.; NGO, H.; PAUW, A.; PAXTON, R. J.; SÁEZ, A.; SEYMOUR, C. L.; Global agricultural productivity is threatened by increasing pollinator dependence without a parallel increase in crop diversification. **Glob. Chang. Biol.**, v. 25, n. 10, p. 3516-3527, 2019.

ALMEIDA, D. S. **Recuperação ambiental na Mata Atlântica**. 3ª ed. Ilhéus: Editus, p. 60-70, 2016.

ALVES-DOS-SANTOS, I. **A vida de uma abelha solitária**. (2002). Disponível em: <<http://eco.ib.usp.br/beelab/solitarias.htm>>. Acesso em: 17 jun. 2022.

ÁRVORE e ÁGUA. **Melhorando o solo através da sucessão de espécies**. (2021). Disponível em: <https://instagram.com/arvoreagua?igshid=YmMyMTA2M2Y=>. Acesso em: 17 jun. 2022.

BARBIÉRI, C.; FRANCOY, T. M. Modelo teórico para análise interdisciplinar de atividades humanas: A meliponicultura como atividade promotora da sustentabilidade. **Revista Ambiente & Sociedade**. v. 23, p. 1-22, 2020.

BARBOSA, K. C. A importância da interação animal-plantas em RAD. **Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo**. Instituto de Botânica de São Paulo, 2006.

BAYLÃO JÚNIOR, H. F.; VALCARCEL, R.; NETTESHEIN, F. C. Fatores do meio físico associados ao estabelecimento de espécies rústicas em ecossistemas perturbados na Mata Atlântica, Piraí, RJ – Brasil. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 3, p. 305-315, 2013.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia de indivíduos a ecossistemas**. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, p. 752, 2007.

BENNETT, A. B.; GRATTON, C. Local and Landscape scale variables impact parasitoid assemblages across an urbanization gradient. **Landsc. and Urban Plan**, v. 104, n.1, p. 26-33, 2012.

BEZERRA, E. L. S.; MACHADO, I. C. Biologia floral e sistema de polinização de *Solanum stramamifolium* Jacq. (Solanaceae) em remanescente de Mata Atlântica, Pernambuco. **Acta Bot. Bra**, v. 17, n. 2 p. 247-257, 2003.

BRASIL. **Decreto nº 8.972, de 23 de janeiro de 2017**. Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 23 jul. 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015/2018/2017/Decreto/D8972.htm>. Acesso em: 25 mai. 2020.

CHRISTIANINI, A. V; MARTINS, M. M. **Sementes Florestais Tropicais: da ecologia à produção**, Publisher: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes – ABRATES, p. 83-97, 2015.

COUTINHO, P. R. O. S.; VALCARCEL, R.; RODRIGUES, P. J. F. P.; BRAGA, J. M. A. Restauração passiva em pastagens abandonadas a partir de núcleos de vegetação na Mata Atlântica, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1307-1323, 2019.

DESIMONE, S. A. Balancing active and passive restoration in a nonchemical, research-based approach to coastal sage scrub restoration in Southern California. **Ecological Restoration**, v. 29, n. 1-2, p. 45-51, 2011.

FABIAN, Y. The importance of Landscape and spatial structure for hymenopteranbased food webs in an agro-ecosystem. **J. of Anim. Ecol**, v. 82, n. 6, p. 1203-1214, 2013.

FERREIRA, C. S. S.; BARROS, I. C.; GAJARDO, I. C. S. M. **Recuperação e manejo sustentável de áreas degradadas**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., p. 63-98, 2018.

FIGUEIREDO, P. H.; MIRANDA, C. C.; ARAUJO, F. M.; VALCARCEL, R. Germinação ex situ do banco de sementes do solo de capoeira em restauração florestal espontânea a partir do manejo do sombreamento. **Scientia Forestalis**. v. 42, n. 101, p. 69-80, 2014.

FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture: The international response. In: **A contribution to the International Workshop on solitary bees and their role in pollination held in Berberibe, Ceara, Brazil**. Solitary bees: Conservation, rearing and management for pollination. Fortaleza: Imprensa Universitária. p. 42-58, 2004.

GIANNINI, T. C. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **J. of Econ. Entomol**. v. 108, n. 3, p. 849-857, 2015.

GOMEZ-APARICIO, L.; ZAMORA, R.; GÓMEZ, J. M.; HÓDAR, J. A.; CASTRO, J.; BARAZA, E. Applying plant facilitation to forest restoration: a meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. **Ecological Applications Tempe**, v. 14, n. 4, p. 1128-1138, 2004.

GONZAGA, L. M. **A sucessão ecológica em ambientes florestais em restauração: estrutura e dinâmica da regeneração natural**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, 2016.

GOULSON, D. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. **Science**, v. 347, n. 6229, 2015.

HOLL, K. D. Effect of shrubs on tree seedling establishment in an abandoned tropical pasture. **Journal of Ecology**, v. 90, n. 1, p. 179-187, 2002.

JORDANO, P. Fruits and frugivory. In: FENNER, M. (ed.). **Seeds, the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford: CAB International, 1992.

JORDANO, P.; BASCOMPTE, J.; OLESEN, J. M. Invariant properties in coevolutionary networks of plant-animal interactions. **Ecology Letters**, v. 6, p. 69-81, 2003.

KAGEYAMA, P. Y. Reflexos e potenciais da Resolução SMA-21 de 21/11/2001 na conservação da biodiversidade específica e genética. In: Anais do Seminário Temático sobre Recuperação de Áreas Degradadas, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Botânica, 2003. p. 7-12, 2003.

KERR, W. E. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. **Parcerias Estratégicas**, v. 6, n. 12, p. 20-41, 2010.

KERR, W. E; CARVALHO, G. A; NASCIMENTO, V. A. **Abelha uruçú: Biologia, Manejo e Conservação**. Belo Horizonte: Líber. (Coleção Manejo da Vida Silvestre da Fundação Ancagau, nº 2). 1996, 157 p.

LEAL FILHO, N. **Caracterização do banco de sementes de três estádios de uma sucessão vegetal na Zona da Mata de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1992.

LIMA, M. T; TONELLO, K. C; LEITE, E. C; FRANCO, F. S; CORRÊA, C. J. P. Dinâmica da recuperação ambiental de pilhas de estéril em mineração de calcário por regeneração natural. **Eng Sanit Ambient**, v. 25, n. 1, p. 11-19, 2020.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. ed. Nova Odessa: Plantarum, p. 384, 2008.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Matas Ciliares: no contexto do Novo Código Florestal**. 3. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2014.

MAURER, K. D. et al. The timing of abscission affects distance in a wind-dispersed tropical tree. **Functional Ecology**, v. 27, n. 1, p. 208-218, 2013.

MCINTIRE, E. J. B.; FAJARDO, A. Facilitation as a ubiquitous driver of biodiversity. *New Phytologist*, **Lancaster**, v. 201, n. 2, p. 403-416, 2014.

MEDEIROS, G. H. et al. Composição e diversidade florística de banco de sementes em solde área de Caatinga. **Holos**, v. 31, n. 8, 2015.

MORELLATO, L. P.; LEITÃO FILHO, H. F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: MORELLATO, L. P. (Coord) **História Natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma floresta no Sudeste do Brasil**. São Paulo: Editora da UNICAMP/FAPESP. p.112-141, 1992.

NATHAN, R.; MULLER-LANDAU, H. C. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 15, p. 278-285, 2000.

ODUM, E. P. **Fundamentos de ecologia**. 7ª. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.

PINHEIRO, M.; BRITO, V. L. G.; SAZIMA, M. Pollination biology of melittophilous legume tree species in the Atlantic Forest in Southeast Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 32, n.3, p. 410-425, 2018.

RAVEN, P. H.; R. F. EVERT; S. E. EICHHORN. **Biologia Vegetal**, 6ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2001, 906p.

REIS, A.; ZAMBONIN, R. M.; NAKAZONO, E. M. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal**. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. p. 13-36, 1999.

RODRIGUES, K. M.; CORREIA, M. E. F.; RESENDE, A. S.; CAMILO, F. L.; CAMPELO, E. F. C.; FRANCO, A. A.; DECHEN, S. C. F. Fauna do solo ao longo do processo de sucessão ecológica em voçoroca revegetada no município de Pinheiral – RJ. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 355-364, 2016.

ROSA, C. T. **Gestão de projetos de recuperação de áreas degradadas: comparação de custos e eficiência de diferentes metodologias**. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Gestão Florestal). Universidade Federal do Paraná, 2014.

SANTOS, N. M.; COSTA, D. F. da S.; CESTARO, L. A. Identificação e mapeamento dos serviços ecossistêmicos de provisão no manguezal do rio Tijupá, ilha do Maranhão (região nordeste do Brasil). **Caminhos de Geografia**, v. 22, n. 79, 2021.

SANTOS, T. A. S.; SANTOS, L. S. A.; MACÊDO, M. E.; MORAS, L. M. Diversidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em um fragmento de Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. *Revista NBC*, v. 9, n. 18, p. 276-294, 2019. DOI: [https:// doi.org/10.14393/RCG227954259](https://doi.org/10.14393/RCG227954259)

SENAPATHI, D.; GODDARD, M. A.; KUNIN, W. E.; BALDOCK, K. C. R. Landscape impacts on pollinator communities in temperate systems: evidence and knowledge gaps. **Funct. Ecol.** v. 31, n.1, p. 26-37, 2017.

SILVA, W. R. Interação planta-animal na restauração. In: Simpósio sobre restauração ecológica de ecossistemas naturais, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 1999.

SOUZA, I. M.; COUTINHO, K; FUNCH, L. S. Estratégias fenológicas de Senna cana (Nees & Mart.) H. S. Irwin & Barneby (Fabaceae: Caesalpinioideae) como mecanismo eficiente para atração de polinizadores. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 2, p. 435-443, 2012.

SOUZA, M. N. Avaliação de impactos ambientais: definições, glossário e conceitos. In: SOUZA, M. N. (Org.) Tópicos em recuperação de áreas degradadas. Vol. III. – Canoas, RS: Mérida Publishers. p. 36-71. 2022. <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-04-6.c1>.

SOUZA, M. N. **Degradação antrópica e procedimentos de recuperação ambiental**. Balti, Moldova, Europe: Novas Edições Acadêmicas, 2018. 376 p.

SOUZA, M. N. Métodos para a identificação e avaliação de efeitos e impactos ambientais. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. II. Canoas: Mérida Publishers Ltda. 2021. p. 37-115. <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-994457-2-9.c2>

SOUZA, M. N. **Recuperação ambiental ou recuperação de áreas degradadas: conceitos e procedimentos**. p. 11-57. In: SOUZA, M. N. **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. VOL. I. CANOAS: Mérida Publishers, 2021b.133 p.

TABARELLI, M.; PERES, C. A. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for forest regeneration. **Biological Conservation**, v.106, p.165-176, 2002.

TRENTIN, B. L.; ESTEVAN, D. A.; ROSSETTO, E. F. S.; GORENSTEIN, M. R.; BRIZOLA, G. P.; BECHARA, F. C. Restauração florestal na mata atlântica: passiva, nucleação e plantio de alta diversidade. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 160-174, 2018.

Autores

Willian Moreira da Costa, Maurício Novaes Souza*

Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29500- 000, Alegre-ES, Brasil.

* Autor para correspondência: mauricios.novaes@ifes.edu.br