

Julho de 2017.

IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS COM ALTO POTENCIAL DE REGENERAÇÃO NATURAL NO ESTADO DE SÃO PAULO

SUMÁRIO EXECUTIVO

Equipe e responsabilidades: *Coordenação executiva:* D^{ra}. Flavia Pinto – LEEC/UNESP; *Coordenação de Ecologia de Paisagem e proposta de abordagem de execução:* Prof. Dr. Milton Cezar Ribeiro - LEEC/UNESP; *Especialistas em SIG e organização de bases geográficas:* John Wesley Ribeiro e D^{ra}. Flavia Pinto; *Análises de priorização:* D^{ra}. Flávia Pinto; *Modelos ecológicos de fauna frugívora:* Doutorando Bernardo B. S. Niebuhr e Prof. Dr. Milton Cezar Ribeiro; *Modelagem e simulação:* John W. Ribeiro e Bernardo B. S. Niebuhr; *Supervisão de execução e acompanhamento:* Arnaldo Carneiro e Karine Machado Costa e *Síntese do relatório:* Claudia ZukeranKanda.

APRESENTAÇÃO

Um projeto aquedado de restauração ecológica deve passar por diferentes etapas, a fim de recuperar intencionalmente um ecossistema perturbado ou degradado a uma condição mais próxima do original. Avaliações que integram os processos ecológicos com as características da paisagem, permitem criar um indicador de áreas prioritárias e assim, auxiliar nas decisões coletivas de adoção de uma política de incentivo à regeneração em nível de paisagem.

A fim de auxiliar em uma atuação construtiva na restauração ecológica, o Laboratório de Ecologia Espacial e Conservação – LEEC (UNESP-Rio Claro), em colaboração com a Agroicone e Econecta, desenvolveu modelos capazes de identificar áreas com alto potencial de regeneração natural em áreas florestais, seja de ambientes florestais de Mata Atlântica e de Cerrado no estado de São Paulo. O sistema adotado para a construção desses modelos preditivos integra informações do uso do solo, abundância e mobilidade dos animais frugívoros (que se alimentam de frutos) e, consequentemente, sua capacidade de dispersar sementes para áreas que foram completamente desflorestadas para o uso agropecuário.

O resultado identifica, em nível local e regional, áreas prioritárias para a restauração pela regeneração natural da vegetação. O intuito do estudo foi contribuir e impulsionar políticas de restauração no Estado de São Paulo de maneira a mobilizar ações pelos setores público e privado. Essas ações possuem como foco principal o aproveitamento das pastagens, uma vez que representam as principais oportunidades para regeneração natural no Estado. O documento técnico com informações detalhadas do processo que culminou neste guia de áreas com potencial de regeneração natural pode ser obtido em (<http://www.inputbrasil.org/publicacoes/identificacao-de-areas-com-alto-potencial-de-regeneracao-natural-proposta-metodologica-na-chance-de-dispersao-de-sementes/>).

CONTEXTO

RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA E REGENERAÇÃO DE AMBIENTES NATURAIS

Restauração ecológica refere-se ao conjunto de ações que auxiliam a restituição de um ecossistema degradado, permitindo sua reconstrução a uma condição mais próxima da sua condição original. Duas vertentes de restauração ecológica podem ser adotadas a fim de contribuir na regeneração de ambientes degradados: (i) restauração passiva ou regeneração natural, na qual a recuperação do sistema ocorre naturalmente, sem a mediação humana, pela ação das espécies presentes e pelos processos ecológicos locais, e (ii) restauração ativa, na qual o homem atua como intermediário para obter a recuperação do ecossistema.

A regeneração natural é um dos métodos mais utilizados para restauração de ecossistemas, uma vez que se mostra como uma solução economicamente viável quando a disponibilidade de recursos financeiros é reduzida. A regeneração consiste na colonização e na sucessão natural de indivíduos vegetais, a partir de sementes dispersas ou existentes no banco de sementes do solo ou, induzindo a rebrota, e o seu estabelecimento em uma área abandonada. Essa técnica de restauração pode se mostrar tão eficiente quanto a restauração ativa e, em determinadas condições, a regeneração passiva pode ter resultados mais rápidos em ecossistemas tropicais como a Mata Atlântica.

MOVIMENTO DE ANIMAIS FRUGÍVOROS COMO INDICADORES DO POTENCIAL DE REGENERAÇÃO NATURAL

Apesar de existirem diversos agentes responsáveis pela dispersão de sementes, como o vento, a água e a gravidade, em regiões tropicais mais de 90% das árvores são dispersas por animais tanto dentro dos fragmentos florestais como a partir destes fragmentos florestais para áreas completamente desflorestadas. O aumento na abundância de animais frugívoros tende a aumentar a diversidade e potencializar a dispersão de sementes na paisagem, aumentando as chances de regeneração natural.

Dessa forma, o sucesso da regeneração natural depende fortemente da presença e da capacidade de movimento dos animais frugívoros em diferentes condições ambientais. Essas condições são determinadas pelas características da paisagem como a quantidade de vegetação nativa e conectividade entre os fragmentos de vegetação. Assim, podemos considerar que quanto maior a chance de dispersão de sementes determinada pelas características da paisagem, maior a chance de regeneração e, conseqüentemente, menor o custo e o tempo de regeneração das áreas abandonadas.

CARACTERÍSTICAS DA PAISAGEM E SUA INFLUÊNCIA NA REGENERAÇÃO NATURAL

A. Quantidade de vegetação nativa e a relação com a dispersão de sementes

A quantidade de vegetação na paisagem e o tamanho dos fragmentos florestais influenciam a ocorrência de animais frugívoros responsáveis pela dispersão de sementes. A presença de diferentes espécies animais possibilita a dispersão de diversos tipos de sementes a distâncias distintas. Mamíferos e aves de grande porte, por exemplo, são essenciais para realizar a dispersão de sementes grandes a longas distância. Assim, a redução na quantidade de vegetação nativa causa um decréscimo na riqueza e abundância das espécies dispersoras, levando, consequentemente, a uma redução da dispersão de sementes e do potencial de regeneração natural de áreas desflorestadas (**Figura 1**).

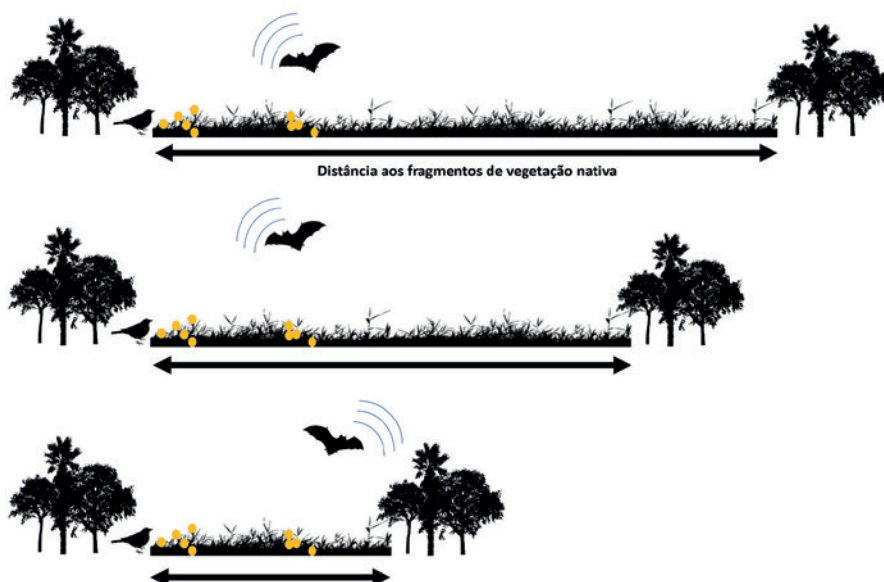
FIGURA 1. Quanto MAIOR a ÁREA do fragmento de vegetação nativa, MAIOR a DIVERSIDADE de animais frugívoros e MAIOR a CHANCE das sementes se dispersarem a longas distâncias para fora do fragmento.



B. Conectividade entre os fragmentos florestais e a dispersão de sementes

A distância entre os fragmentos de vegetação nativa afeta diretamente o potencial de regeneração natural. Grandes distâncias entre remanescentes de vegetação nativa dificultam a movimentação de frugívoros entre esses fragmentos, prejudicando o potencial de dispersão de sementes, bem como o potencial de regeneração. Dessa forma, quanto maior a distância entre os fragmentos, fontes de propágulos, menor a abundância e a riqueza de sementes dispersas, assim como o potencial de regeneração na paisagem na qual estão inseridos (**Figura 2**).

FIGURA 2. Quanto mais próximo ao fragmento de vegetação nativa, maior a chance de dispersão das sementes naquela área.



CENÁRIOS POTENCIAIS DE REGENERAÇÃO NATURAL NO ESTADO DE SÃO PAULO

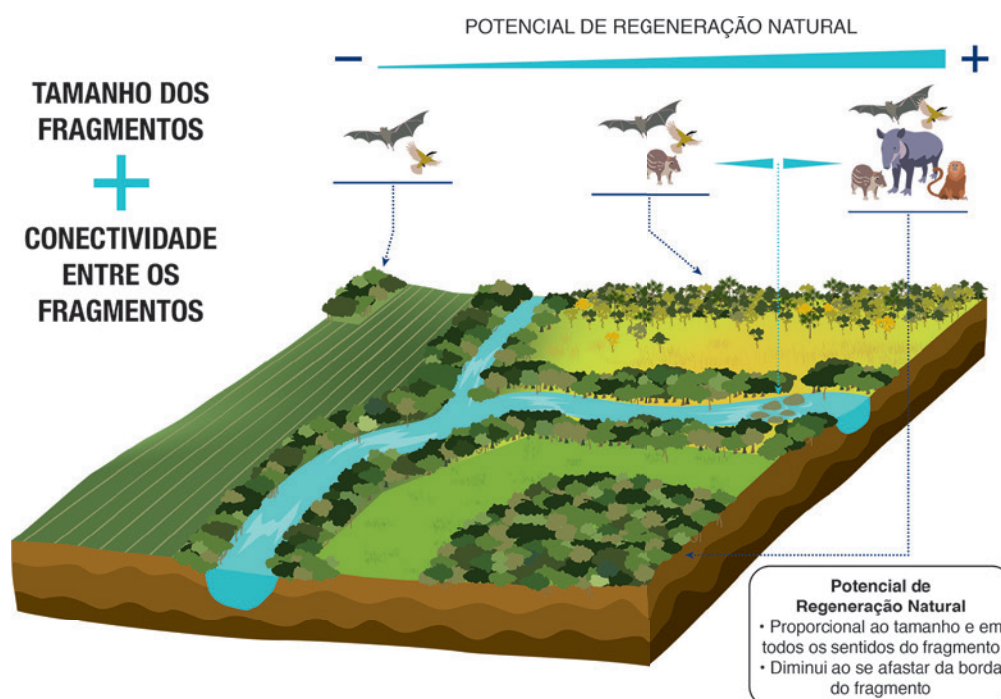
Estimar a chance de regeneração natural, por meio de métodos que representem o processo natural de dispersão de sementes realizada pela fauna frugívora auxilia na identificação de áreas e paisagens prioritárias para a regeneração natural, permitindo direcionar e potencializar o processo de reestabelecimento da vegetação na paisagem. Quanto maior os **fragmentos de vegetação nativa** e sua **conectividade**, maior a abundância de frugívoros e consequentemente, maior tende a ser o fluxo e a distância de dispersão de sementes observada em relação à borda dos fragmentos **(ver figuras 1 e 2)**.

Assim, os **cenários potenciais de regeneração** foram criados considerando dois fatores: (i) a chance de dispersão de sementes de acordo com o tamanho e conectividade dos fragmentos de vegetação nativa e (ii) os tipos de uso da terra dentro da paisagem. Para tal objetivo, foi gerado um mapa considerando diferentes informações de uso e cobertura da terra já existentes para o Estado de São Paulo.

Neste estudo foi considerado que a regeneração natural ou espontânea é definida como o processo de re-estabelecimento da vegetação nativa, a partir da dispersão de sementes realizada pelos animais frugívoros, em uma área que foi completamente desflorestada para o uso agropecuário. Assim, o processo de regeneração espontânea pode ocorrer uma vez que a atividade antrópica tenha cessado e não haja outras fontes de degradação atuando sobre a área, como a erosão do solo e a ocorrência de queimadas.

Dois modelos foram utilizados para inferir o potencial de regeneração. Em cada modelo, as estratégias adotadas foram:

MODELO 1. Tem como foco a estrutura da paisagem, considerando o tamanho e a conectividade entre os fragmentos de vegetação nativa e sua relação com a capacidade de dispersão da fauna de maneira indireta. O modelo atribui um valor potencial de regeneração natural para cada área de 25m² do estado, e considera que esse potencial de regeneração pela dispersão de sementes é proporcional ao tamanho dos fragmentos em todas as direções, mas tende a diminuir ao se afastar da borda do fragmento florestal.



MODELO 2. Além de considerar o tamanho e a conectividade entre os fragmentos de vegetação nativa, também considera a movimentação da fauna frugívora de maneira explícita, simulando como a fauna utiliza e interage com a paisagem durante seu deslocamento e, como consequência, determinando os locais com maior probabilidade de dispersão das sementes e regeneração natural devido ao movimento dessa fauna na paisagem. Nesse modelo, o estado de São Paulo foi dividido em paisagens quadradas de 25km² para facilitar a incorporação da simulação dos movimentos dos animais. Essa movimentação simulada foi utilizada para estimar o potencial das sementes chegarem em cada área de 25m² no estado, que esteja coberta por algum uso agrícola.



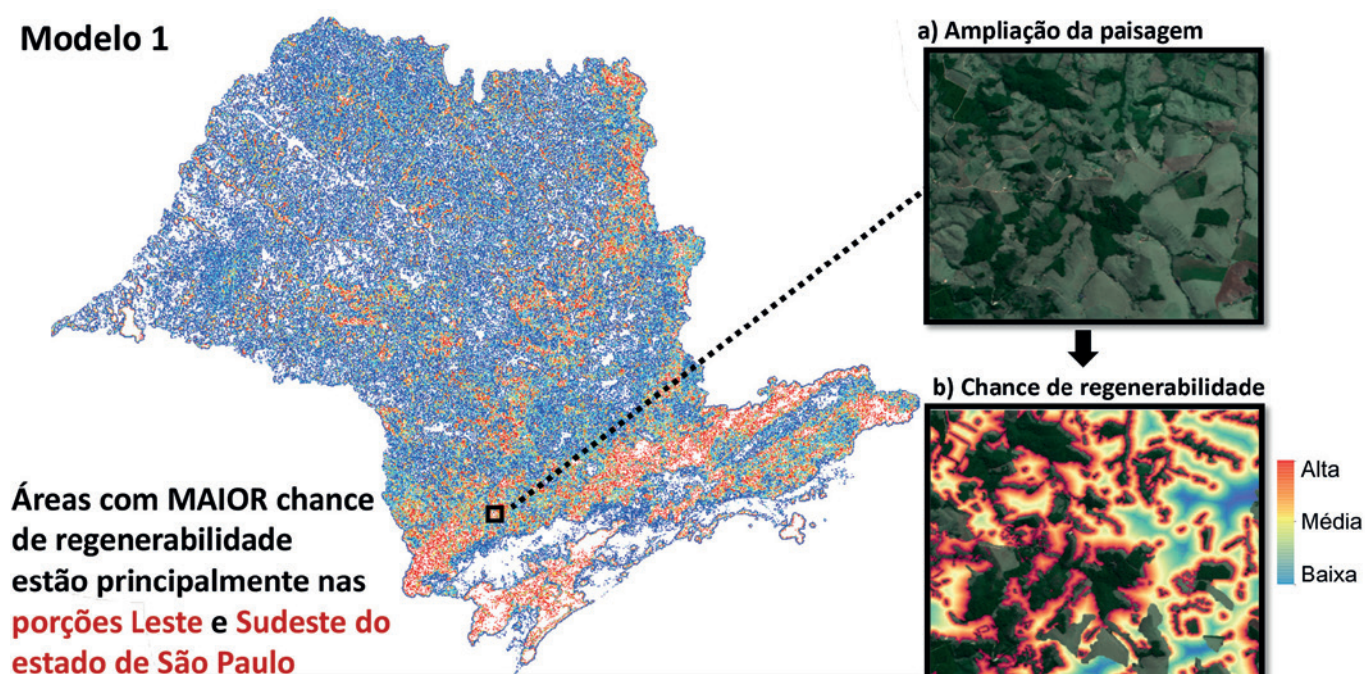
Adotando a estratégia do modelo 2, foram simulados dois cenários de chance de dispersão de sementes. Um cenário considera que a distância até a qual os animais frugívoros influenciam e dispersam sementes ao redor dos fragmentos de vegetação nativa é de 250 m, enquanto o outro cenário considera que essa distância é de 500 m. Considerar essas diferenças na influência de ação teve como propósito representar os diferentes comportamentos de movimento da fauna frugívora.

A partir desses dois modelos propostos, é possível entender por onde a fauna tende a se movimentar e dispersar eventualmente as sementes. A partir disso, pode-se definir quais são os locais com maior potencial de regeneração natural, assim como auxiliar na determinação das áreas fonte de biodiversidade e de propágulos para a regeneração das áreas vizinhas.

Para cada modelo (modelos 1 e 2), foram gerados dois mapas de chance de regeneração com base na deposição de sementes: um mapa considera todas as usos da terra e o outro considera apenas áreas de pastagem. Aqui é apresentado apenas o mapa gerado pelo modelo 1 considerando as estimativas de regeneração natural de pastagens que, no caso do Estado de São Paulo, representam as principais oportunidades para regeneração natural por possuírem um menor custo de oportunidade da terra.

FIGURA 3. Chance de regeneração natural em pastagens no estado de São Paulo, segundo resultados do modelo 1 (estrutura da paisagem)

Modelo 1



PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS PARA REGENERAÇÃO NATURAL NO ESTADO DE SÃO PAULO

Para identificar grandes regiões com potencial de regeneração natural e definir paisagens prioritárias para restauração com regeneração natural, foi realizado um exercício de priorização a partir do resultado do modelo 1. Enquanto os resultados brutos dos dois modelos apresentam o potencial de regeneração natural em uma escala fina para cada área de 25m², para essa priorização, o território do estado de São Paulo foi dividido em paisagens maiores com área de 25km². Cada uma dessas paisagens foi classificada de acordo com sua prioridade para regeneração natural, levando em consideração três fatores (**Figura 4**):

1) Proporção de áreas florestais na paisagem.

- Abaixo de 20% de florestas, onde a abundância de frugívoros é menor;
- Entre 20% e 60% de florestas, onde a abundância e diversidade de frugívoros é intermediária;
- Paisagens com mais de 60% de cobertura florestal ou com 40% de florestas altamente conectadas, onde há uma alta abundância e diversidade de frugívoros.

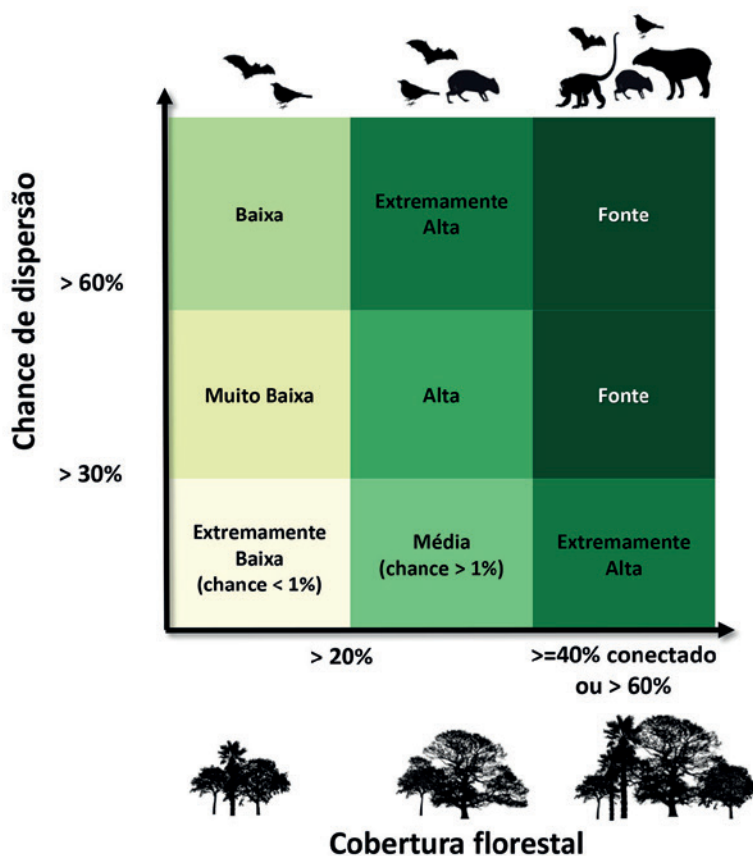
2) Proporção de áreas de pastagem na paisagem;

- Entre 30 e 50%;
- Acima de ≥50% de pastagens.

3) Chance de regeneração nas áreas de pastagem dentro da paisagem:

- Baixa chance de dispersão (menos de 30%);
- Chance intermediária de dispersão de sementes (entre 30 e 60%);
- Alta chance de dispersão, com valores inferidos acima de 60%.

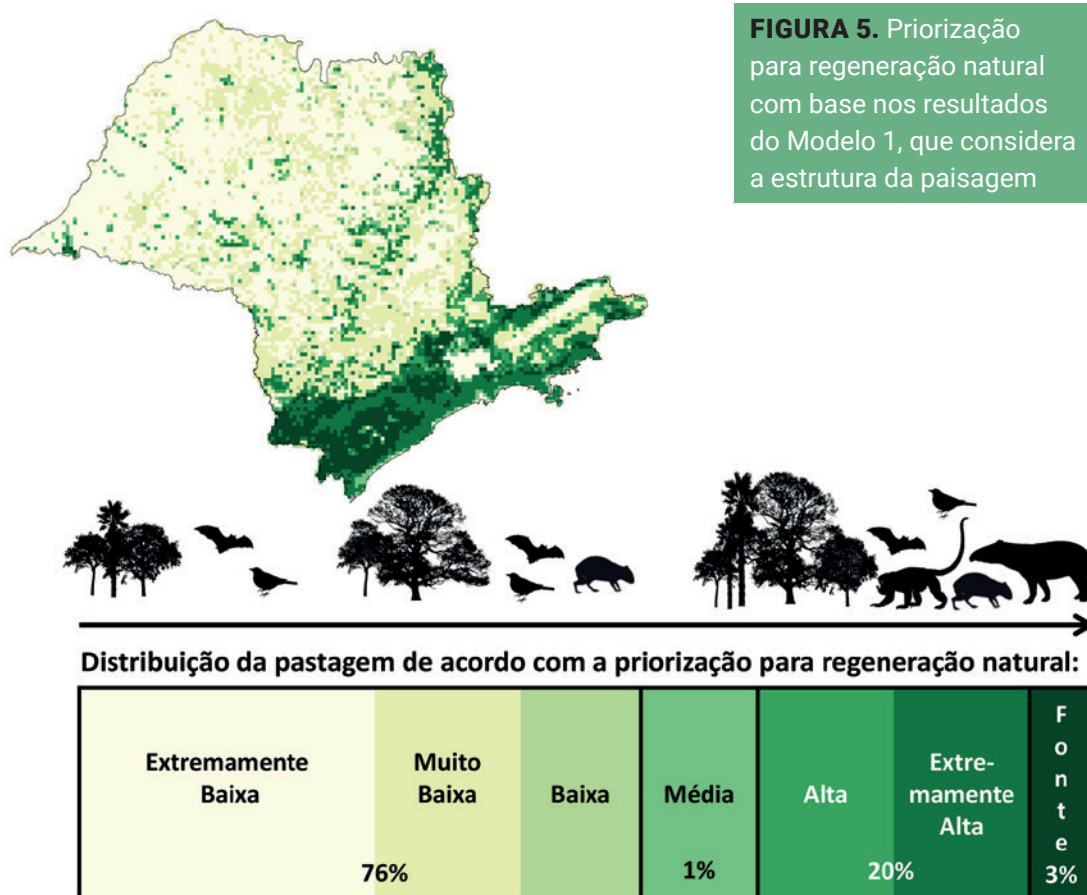
FIGURA 4. Critérios usados para a identificação de paisagens prioritárias para restauração com regeneração natural



As áreas de pastagem cobrem 25% da área do estado de São Paulo. De acordo com essa priorização, a qual considera o grau de potencial de regeneração natural da paisagem, as pastagens estão divididas da seguinte forma:

Prioridade extremamente baixa a baixa (76%): concentram-se no planalto ocidental e na depressão periférica, região produtora de cana-de-açúcar.

Prioridade alta a extremamente alta (20%): essas áreas representam uma extensão total de 1.325.478 ha (o equivalente a 5% do estado) com grande chance de sucesso de restauração de pastagens com baixo custo baseada na regeneração natural. O Corredor Mantiqueira-Paranapiacaba possui função estratégica no processo de regeneração natural de florestas no estado, pois abrangem metade das áreas de pastagem classificadas como prioritárias no estado de São Paulo, com aproximadamente 663.085 ha.



Áreas fonte de sementes (3%): caracterizadas funcionalmente por possuírem mais de 60% de florestas, uma alta conectividade e uma alta chance de dispersão de sementes acima de 30%. São essenciais para a restauração natural das pastagens e pela sua baixa frequência no estado, **essas paisagens possuem alta prioridade de proteção** dos seus remanescentes florestais. Embora uma parte já esteja protegida pelo sistema de unidades de conservação do estado (áreas em vermelho – **Figura 6**), alguns municípios com grande cobertura de áreas fonte não pertencentes ao sistema de unidades de conservação deveriam ser indicados para conservação (**Figura 6**).

Classificação de acordo com a priorização para regeneração natural



- 1) Escala de 250m (cenário mais conservador):** é especialmente indicado para inferências em regiões com menor presença de fauna, com composição de espécies de menor porte e capacidade limitada de dispersão;
- 2) Escala de 500m (cenário menos conservador):** é mais indicado para inferências em regiões mais conservadas e com composição de espécies de maior porte e maior capacidade de dispersão.

CONSIDERAÇÕES GERAIS E RECOMENDAÇÕES

Para cada um dos modelos 1 e 2 foi gerado um mapa detalhado do potencial de regeneração natural, com informações para cada célula de 25m², o que permite analisar e planejar a regeneração em escala fina. Também se estimou as classes de uso do solo existente em cada paisagem e em cada município. Com essas informações é possível priorizar as paisagens e os municípios por qualquer classe de uso do solo mapeada. Isso permite que estratégias sejam direcionadas para diferentes setores econômicos, considerando o tipo de predomínio agrícola e o impacto da atividade nas regiões, possibilitando considerar as particularidades de cada região.

Para além disso, os resultados de priorização de paisagens a partir do modelo 1 indicam que **20% das pastagens do estado de São Paulo são prioritárias** ("Prioridade alta a extremamente alta") para a regeneração natural, abrangendo 1.325.478ha. Dentro desta porcentagem, aproximadamente a metade da área com alto potencial de regeneração natural de pastagens está distribuída por 40 municípios no estado de São Paulo. Vale ressaltar que, a área com potencial alto e extremamente alto existente em 18 desses municípios seria suficiente para atingir a meta de restauração estabelecida de 300 mil ha até 2020, assumidos durante a COP21.

Outro destaque apontado pelos resultados do modelo 1 é a **região leste do estado, o Corredor Mantiqueira-Paranapiacaba**. Metade das áreas de pastagens categorizadas como "Prioridade alta a extremamente alta" (663.085 ha) e assim, com alto potencial de regeneração natural por dispersão de sementes, estão concentradas nessa região. Nesta região também se concentram 41% das florestas, que representam metade das "áreas fontes de propágulos" do estado, além de 20% das pastagens existentes no estado, sendo que grande parte das pastagens é ocupada por pecuária de baixa produtividade ou é composta por pastos degradados.

Mesmo considerando apenas as paisagens com mais de 30% de pastagens, a região do corredor se mantém importante para o processo de regeneração natural de florestas no estado, uma vez que representa 89% (267 mil ha) da meta de restauração até 2020, assumida pelo governo de São Paulo durante a COP21. Assim, essa é uma região estratégica para o cumprimento do passivo de Reserva Legal do Código Florestal por meio do mecanismo de compensação.

Por meio do **mecanismo de compensação**, o passivo ambiental de propriedades com alta produtividade e com baixo potencial de regeneração natural poderia ser compensado por meio de regeneração natural em pastagens pouco produtivas e com alto potencial de regeneração natural localizadas em outras propriedades. Esse mecanismo é vantajoso para a propriedade que possui o passivo de Reserva Legal (RL), pois torna possível realizar a regularização de RL sem perda de área produtiva e por meio de uma técnica de restauração de baixo custo. Também é vantajoso para a propriedade e para a região onde a restauração é realizada, uma vez que gera retorno econômico para a propriedade, além de contribuir para o aumento da biodiversidade a partir do aumento da cobertura vegetal.

Portanto, os resultados gerais da priorização indicam que a região do Corredor Cantareira-Paranapiacaba, região leste do estado de São Paulo, é uma importante candidata para o direcionamento de esforços de restauração com regeneração natural, para fins de compensação ambiental, podendo contribuir para o cumprimento do passivo de Reserva Legal do Código Florestal. Dessa forma, os setores público e privado poderiam contribuir com o incentivo à restauração com menores custos e efetividade na recomposição da vegetação no Estado de São Paulo.

SOBRE O INPUT

O projeto Iniciativa para o Uso da Terra (INPUT) resulta de uma parceria entre a Agroicone e o Climate Policy Initiative (CPI) no Brasil. É composto por economistas, advogados, matemáticos, geógrafos e agrônomos que trazem ideias inovadoras para conciliar a produção de alimentos com a proteção ambiental.

Reunindo atores centrais dos setores público e privado, o INPUT mapeia os desafios para uma melhor gestão de recursos naturais e mobiliza agentes das cadeias produtivas para promover a regularização perante o Código Florestal. Além disso, visa avaliar e influenciar a criação de uma nova geração de políticas voltadas para uma economia de baixo carbono no Brasil.

Neste projeto, a Agroicone é responsável por gerar informações sobre as alternativas para restauração de vegetação nativa, bem como pela compensação de áreas de Reserva Legal, além de engajar o setor privado nos desafios da regularização e criar soluções setoriais que permitam a adequação em larga escala.

Saiba mais em: www.inputbrasil.org