

A UTILIZAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS E INSPEÇÃO DE CAMPO EM ÁREAS DEGRADADAS

THE USE OF GEOTECHNOLOGIES AND FIELD INSPECTION IN DEGRADED AREAS

Raquel Zózimo Molinez¹
Ana Claudia Ranucci Durante²
Érico Luciano Pagotto³

RESUMO: Diante das alterações antrópicas na Mata Atlântica, resultando na perda de 186.289 ha de florestas maduras e na conversão do sudeste brasileiro em áreas de ocupação consolidada, tem-se a necessidade de restaurações florestais. Este trabalho teve o objetivo de realizar um diagnóstico ambiental para propor técnicas de recuperação de áreas degradadas no município de São José dos Campos – SP. A área possui apenas 10,4% de suas florestas em forte fragmentação. A propriedade rural, como objeto de estudo, passou por longos períodos de pecuária e supressões da vegetação nativa, especialmente em áreas de APP. Esta proposta integra o reordenamento da paisagem, plantio de espécies nativas, controle e prevenção de erosões. Incluiu monitoramento com indicadores ecológicos, parcelas amostrais, visitas periódicas e manutenções e técnicas para criar sistemas sustentáveis que conciliem o uso econômico e recuperação ambiental.

Palavras-chave: Fragmentação Florestal. Avaliação Ambiental. Plano de Recuperação de Área Degradada. Pastagem. Área de Preservação Permanente.

ABSTRACT: Given the anthropogenic changes in the Atlantic Forest, resulting in the loss of 186,289 ha of mature forests and the conversion of southeastern Brazil into consolidated occupation areas, there is an urgent need for forest restoration. This study aims to assess the environmental to propose effective techniques for recovering degraded areas in São José dos Campos, SP. Currently, only 10.4% of the municipality's forested area remains, and these patches are highly fragmented. The rural property analyzed in this study has experienced extensive livestock farming and the removal of native vegetation, particularly in Permanent Preservation Areas (APPs). This proposal outlines a strategy that integrates landscape reorganization, native species planting, and erosion control and prevention measures. The restoration plan includes monitoring through ecological indicators, establishing sample plots, conducting periodic visits, performing maintenance, and implementing techniques to foster sustainable systems that balance economic use with environmental recovery.

1 Tecnóloga em Meio Ambiente e Recursos Hídricos e Tecnóloga em Geoprocessamento pela FATEC - Faculdade de Tecnologia de Jacareí -SP / Centro Paula Souza. E-mail: raquel.zozimo@gmail.com.

2 Tecnóloga em Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela FATEC - Faculdade de Tecnologia de Jacareí -SP (FATEC) / Centro Paula Souza. E-mail: anacr.durante@gmail.com.

3 Professor da FATEC Jacareí - SP e da FATEC São José dos Campos - SP / Centro Paula Souza. E-mail: erico.pagotto@fatec.sp.gov.br.

Keywords: Forest Fragmentation. Environmental Assessment. Degraded Area Recovery Plan. Pasture. Permanent Preservation Area.

INTRODUÇÃO

Diante de tantas transformações antrópicas nas paisagens urbanas e rurais dentro do bioma Mata Atlântica (MA), o meio ambiente passa por significativas mudanças gerando alterações dos seus processos ecológicos levando ao comprometimento do seu equilíbrio (Artaxo, 2014). A taxa de fragmentação do bioma tem se agravado ao longo dos anos devido às atividades antrópicas (Ranta *et al.*, 1998). Entre o ano de 2010 a 2020 foram suprimidos cerca de 186.289 hectares (ha) de florestas maduras, principalmente em propriedades privadas (Pinto *et al.*, 2024). Porém, essa forte pressão antrópica não é recente no bioma MA, que devido a seu histórico de ocupação sofre a uma década com a descaracterização da paisagem (Mello-Théry, 2023). No entanto, a todo cidadão é garantido o direito constitucional “ao meio ambiente ecologicamente equilibrado” segundo *caput* do artigo 255 da Constituição Federal (Brasil, 2016). Desta forma, é imperativo a busca de práticas não apenas da preservação, mas pela restauração das áreas florestais com vistas à manutenção dos processos ecológicos e da biodiversidade.

As graves consequências da mudança da paisagem por ação antrópica desordenadas têm-se tornado mais evidentes e aceleradas nos últimos anos, resultando em fenômenos meteorológicos extremos, ondas de calor, inundações, secas severas e aumentando a propagação de doenças (Mangal *et al.*, 2024). Na região sudeste do Brasil, abrangendo cidades do Vale do Paraíba, as zonas antrópicas já se encontram quase que totalmente consolidadas desde 1960, tendo passado pelo ciclo do café e posteriormente se transformando em campos para pasto de gado (Mello-Théry, 2023). O município de São José dos Campos/SP (SJC) conta com apenas 10,4% de seus remanescentes florestais originais, que se localizam de forma difusa e isolada, especialmente na zona rural, onde predomina o uso do solo para agricultura e agropecuária (SOS Mata Atlântica, 2022). Pelo seu grau de ameaça, as regiões da MA são protegidas pela Lei nº 11.428/2006, conhecida como Lei da Mata Atlântica, que restringe o desmatamento de Florestas Primárias e Secundárias a algumas situações específicas, permitindo a atuação dos municípios através do Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica – PMMA (Brasil, 2006). O Plano Municipal da Mata Atlântica e Cerrado cita diretrizes específicas que compõem um PRAD (Plano de Recuperação de Áreas Degradadas), instrumento mandatório para licenciamentos ambientais e compensação por atividades que degradam o meio ambiente garantindo o esforço sistemático de recuperação (Lenz; Bastos; Almeida, 2023). Este plano é essencial para a recuperação ambiental e de conformidade com as legislações ambientais brasileiras.

A propriedade rural objeto deste estudo passou por longos períodos de uso de pecuária convencional, resultando na supressão da vegetação nativa, desencadeando uma série de prejuízos significativos. Por sua quase totalidade ser composta de pastagem com solo compactado pelo pisoteio do gado, principalmente nas APPs (Áreas de Preservação Permanente), um PRAD se faz necessário para melhor integrar o uso consciente do solo com as atividades aí desenvolvidas. A recuperação das APPs, da biodiversidade e dos serviços ambientais podem ser alcançados conjugando-se o plantio de espécies nativas e a condução da regeneração natural das espécies (Brasil, 2014).

A retirada da cobertura florestal deixa o solo exposto ao impacto direto do intemperismo como gotas de chuva e escoamento pluvial (Costa; Rodrigues, 2015). O gado percorre trajetos repetitivos diariamente ao se deslocar pela pastagem, o que leva a marcação e compactação do solo, que associados a precipitação intensa podem desenvolver ravinas dando início a processos erosivos (Lavina *et al.*, 2016). A depender do nível e tempo do distúrbio do solo, a terra pode perder sua resiliência tornando indispensável a intervenção de técnicas humanas de regeneração (IBAM-PQGA, 2015). Neste cenário, o PRAD objetiva recuperar áreas em vias de

degradação, como exemplo, em áreas de pastagem que se encontram em abundância na região da área de estudo.

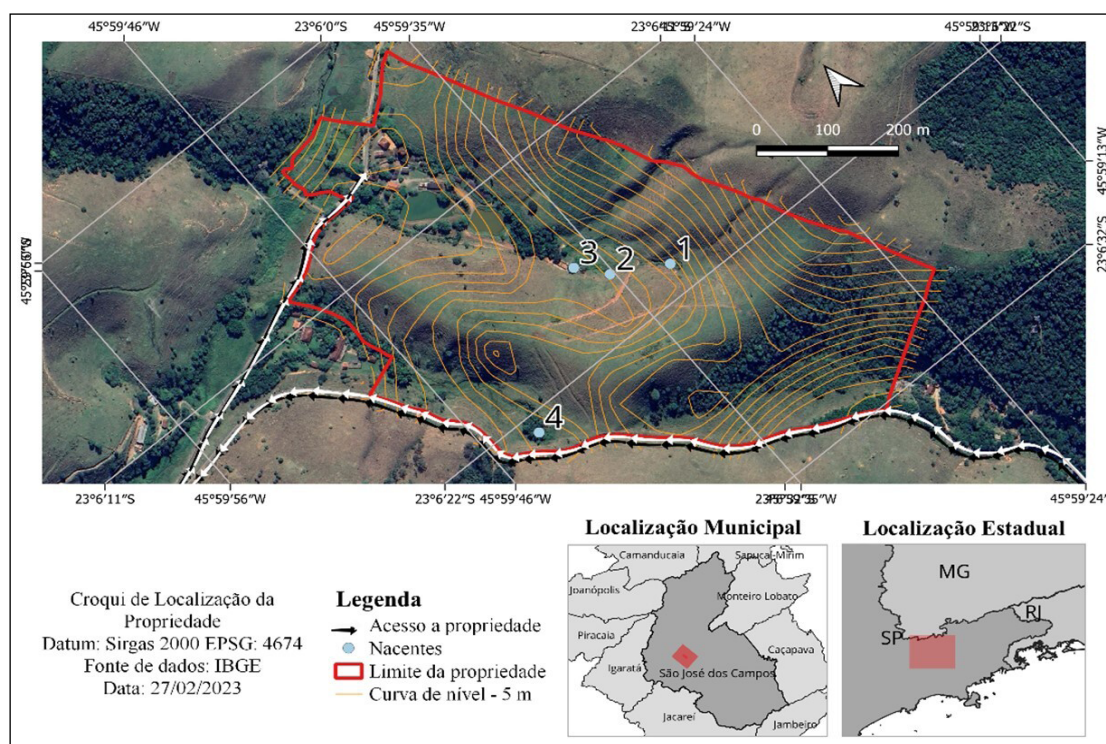
Neste contexto, o presente artigo tem por objetivo apresentar uma proposta de reabilitação de áreas degradadas de uma propriedade privada na zona rural do município de São José dos Campos-SP. Um diagnóstico detalhado que possa servir de modelo para aplicação em outras áreas rurais, onde a pastagem é um uso predominante na região. Esta proposta visa atender ao Plano Municipal de Conservação e Restauração da Mata Atlântica, bem como as normativas necessárias considerando a importância do ecossistema do bioma em que está inserido.

MATERIAL E MÉTODOS

O método abordado para o presente trabalho foi o estudo de caso de uma propriedade rural particular que apresenta condições importantes de degradação, principalmente em suas nascentes. Foram realizados trabalhos de campo com inspeção *in situ* e coleta de dados, apoiados por fotografias para descrever e orientar tanto o diagnóstico ambiental, como o plano das ações de recuperação. O embasamento teórico foi construído por revisão bibliográfica nas bases de dados de portais de periódicos, além de sites governamentais e municipais, legislações pertinentes e suas respectivas interpretações.

Para auxílio na caracterização ambiental e formulação da proposta de recuperação foram utilizadas técnicas de geoprocessamento para integração de dados espaciais, compreendendo: imagens de satélite de alta resolução (*Google Earth*), dados vetoriais de hidrografia (Agência Nacional de Águas - ANA), malha municipal de 2022 (IBGE) e dados de relevo (SRTM), todos manipulados em software Quantum GIS (Qgis).

A área de estudo está localizada na zona norte de São José dos Campos-SP, bairro Bonsucesso, zona rural do município e faz parte da microbacia do rio do Turvo. A propriedade possui 36 ha e quatro nascentes em seu interior (Figura 1).



Fonte: Elaborado pelos autores utilizando imagem do Satélite Quickbird - Google Maps.

Figura 1. Croqui de localização da área de estudo e das nascentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Meio antrópico

A modificação de áreas de floresta em pastagem no município pode estar associada à dinâmica fundiária local observada, com a repartição e venda de grandes propriedades rurais. A transformação de florestas em mata capoeira pode ter ocorrido pela extração de madeira de forma seletiva, incêndios florestais, desmatamento para agricultura e posterior regeneração. O uso agropecuário para pastagem nas propriedades rurais leva a transformação em campo antrópico causando aumento de suscetibilidade a processos erosivos em áreas de relevo mais acentuado e movimentado e condições de solo exposto (PMMAEC, 2019).

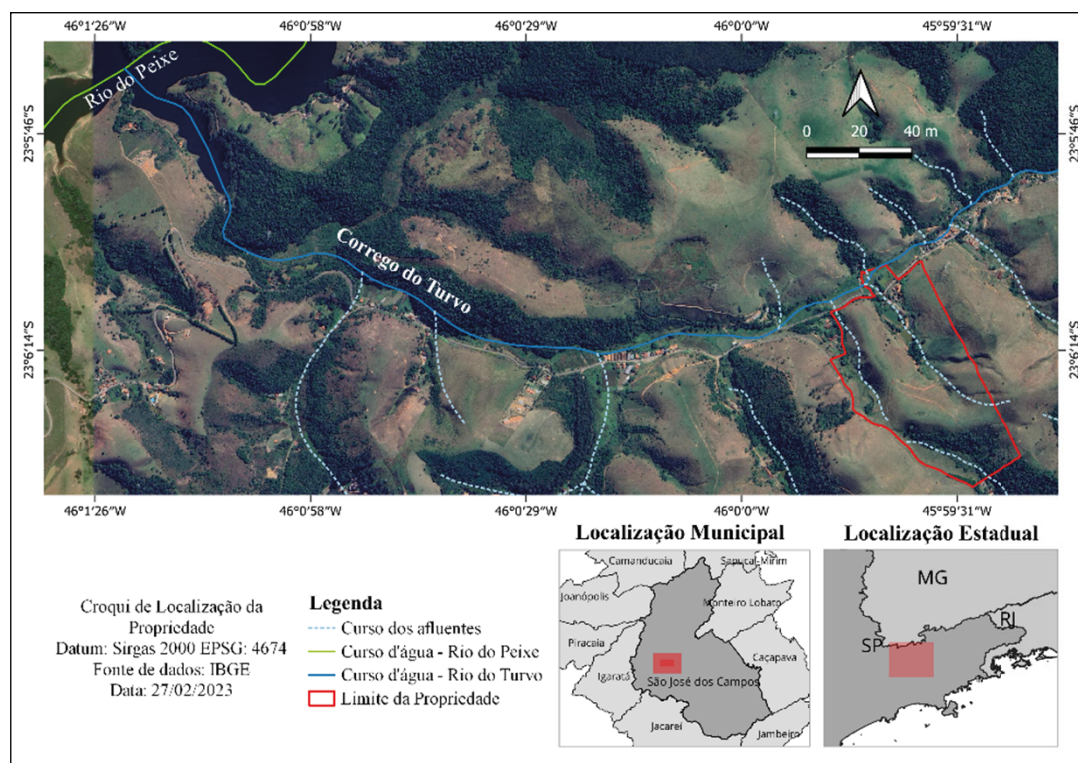
Segundo IBGE, São José dos Campos possui uma área territorial de 1.099,409 km², com uma população de 697.054, sendo que apenas 2,5% destas vivem na zona rural. (IBGE, 2022). Apesar da quase totalidade da população ocupar o território urbano, o município possui uma vasta zona rural que ocupa 67,8% da sua extensão territorial. Esta zona engloba atividades agropecuárias de corte e de leite representando 94,8% da região (PMMAEC, 2019; Seade, 2023).

O bairro de Bonsucesso pertence à área de ponderação Norte 2. Esta área se localiza quase que inteiramente na área rural do município abrangendo parcelamentos clandestinos, além de núcleos propriamente rurais apresentando a mais precária situação em termos de infraestrutura e desenvolvimento. Com a menor renda média domiciliar possui características bastante destoantes das demais. Apenas 25% dos domicílios estão servidos pela rede de esgoto, sendo que quase a metade elimina dejetos por fossa rudimentar. Poços ou nascentes fornecem água para cerca de 40% dos domicílios (São José dos Campos, 2018).

Clima e Hidrologia

O clima do Município é do tipo Cwa segundo a Classificação de Koeppen, caracterizado como mesotérmico úmido ou tropical de altitude com estação seca no inverno e chuvosa no verão. A temperatura média do mês mais quente é superior a 22 °C. As precipitações abundantes ocorrem nos meses de novembro a março com média anual de aproximadamente 1.304 mm correspondendo a 72% do total anual (CPTEC/INPE, 2022; Nunes; Calbete, 2000).

A bacia do Rio Paraíba do Sul possui área de drenagem de cerca de 55.500 km², estendendo-se pelos estados de Minas Gerais (MG), Rio de Janeiro e São Paulo (AGEVAP, 2017). Nela encontra-se inserida a microbacia hidrográfica municipal do rio Turvo, onde a área de estudo está localizada, que à jusante deságua no rio do Peixe, conforme Figura 2 (PDRS, 2014).



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da CETESB, ANA e IBGE.

Figura 2. Croqui de hidrografia do entorno da propriedade.

Geologia, geomorfologia e pedologia

O Município situa-se no Planalto Atlântico com subdivisões naturais representadas pela Serra da Mantiqueira, Serra do Mar, Médio Vale do Paraíba e Planalto do Paraitinga. Assenta-se sobre a Formação Pindamonhangaba, Grupo Taubaté, de embasamento cristalino (SGB, 2022).

O relevo regional é constituído por planícies e terraços fluviais nas proximidades dos cursos d'água e por colinas, morrotes e morros baixos até atingir maiores altitudes nos morros altos, serras e escarpas. A porção norte do Município possui altitude variando de 535 m nas planícies até atingir 2.082 m no extremo norte, fronteira com Minas Gerais, podendo apresentar alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa (PMMAEC, 2019).

As propriedades rurais de Bonsucesso apresentam topografia caracterizada por morros baixos, com a presença de nascentes e formação de caminhos pluviais preferenciais que deságuam no córrego do Rio Turvo. As encostas encontram-se desmatadas com o predomínio de pastagem e sinais claros de erosão. Em visita de campo, foram observados pequenos sulcos de processos erosivos formados pela ausência de cobertura vegetal (Figura 3B).

Na região há predomínio de latossolos vermelho-amarelos distróficos, que se apresentam como solos profundos em avançado estágio de intemperização, muito utilizados para agropecuária. É possível encontrar também argissolos vermelho-amarelos, que são solos profundos, bem estruturados e drenados com baixa a média fertilidade (PNMAR, 2014).

Flora e fauna

O Município de São José dos Campos apresenta dois terços de seu território localizados na zona rural, caracterizada por grande quantidade de gramíneas exóticas e fragmentos de vegetação nativa de Mata Atlântica e matas ciliares ao longo da densa malha de drenagem (PMMAEC, 2019). A região de estudo apresenta fragmentos de vegetação secundária de floresta

ombrófila densa sem palmeiras, com área antrópica dominante e presença de pastagens para pecuária (IBGE, 2018). Na propriedade atestaram-se em campo pequenos fragmentos esparsos de floresta ombrófila densa em estágio sucessional secundário, predomínio de gramíneas e presença de algumas espécies como a embaúba, ipê, palmeira, mangueira, pau-brasil, jacarandá, bambu comum, bambu colonial, angico, orelha de macaco, pimenteiras, santa bárbara, sabão de soldado, assa-peixe e algumas frutíferas como abacateiro, goiabeira e bananeiras.

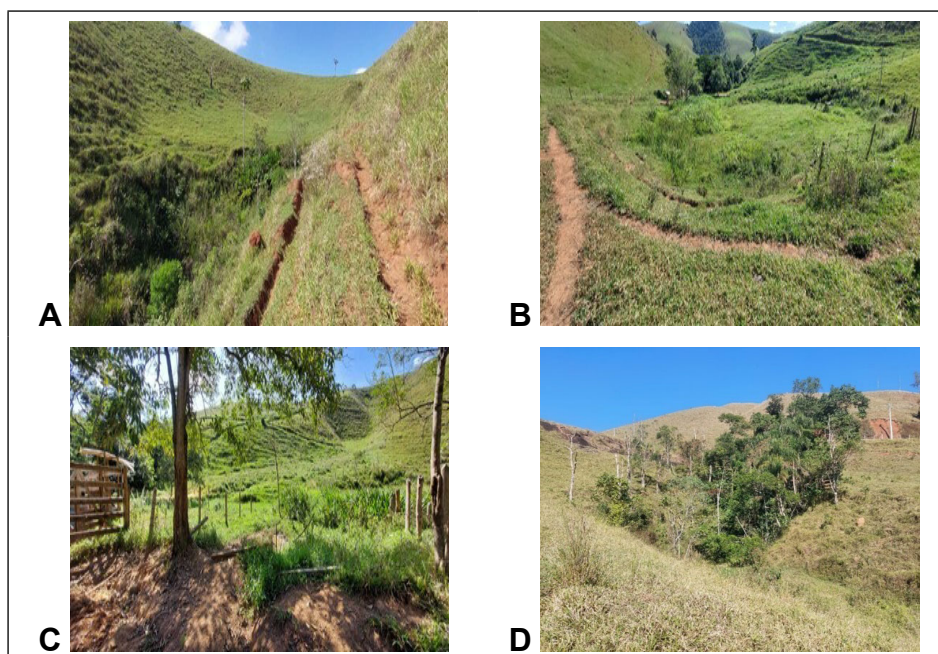
Em levantamento de campo junto ao proprietário puderam ser colhidas informações de avistamento de lobo-guará, tucanos, jaguatirica, capivara, cascavel, urutu, jaracuçu, tatu-mirim, lontra, entre outros. Isso indica significativa diversidade faunística, que busca refúgio e alimentação na propriedade, possivelmente, em função das áreas desmatadas presentes no entorno.

Diagnóstico ambiental

O histórico de pecuária convencional leiteira do local resultou a uma significativa supressão da vegetação nativa para constituição de pastagem. Esta ação promoveu, ao longo dos anos, a compactação do solo, favorecendo o escoamento superficial e formando erosões nas encostas de seus morros (Figura 4B). No presente, a propriedade desenvolve diversas atividades econômicas de pequeno porte, além da criação de gado leiteiro, represa para atividades de pesca, cultivo de hortaliças em canteiros e em estufa para comercialização local.

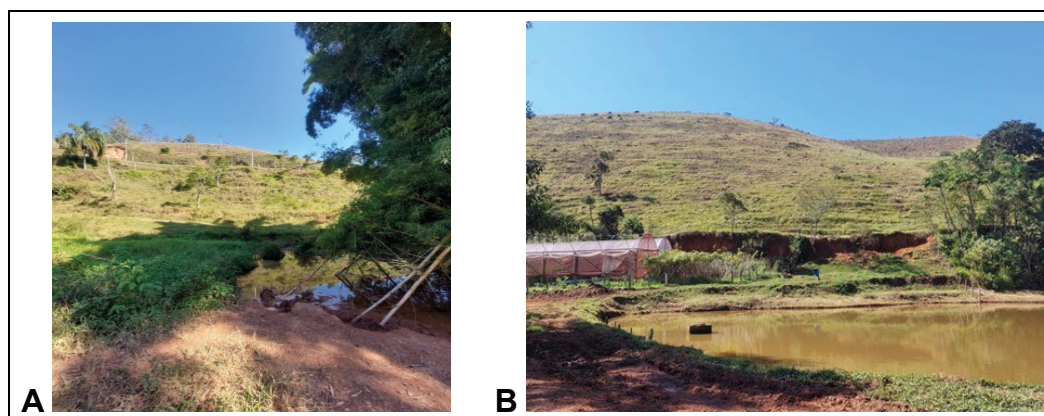
As nascentes enumeradas de 1 a 3 (Figura 1), ilustradas em suas respectivas imagens nas Figuras 3A-C, mostram-se degradadas com vegetação remanescente escassa e sofrem com constante pisoteio do gado (Figura 4A) que as buscam para dessedentação. A nascente 4 encontra-se com um melhor nível de conservação dentre as demais, muito por conta de sua localização afastada das áreas de construção e atividade já consolidada, com pequena área de mata ciliar (Figura 3D).

Diante do grau de degradação constatado, propõem-se o restabelecimento da cobertura vegetal nas encostas para reabilitação de algumas áreas de pastagem para constituição de uma RL (Reserva legal), a recuperação o das áreas de APPs e formação de conexão com fragmentos florestais para restabelecimento e manutenção do fluxo gênico da fauna e flora para constituição assim de uma RL (Reserva legal).



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de trabalho de campo (2023).

Figura 3. Imagem das nascentes da propriedade. A) Nascente 1; B) Nascente 2; C) Nascente 3; D) Nascente 4.



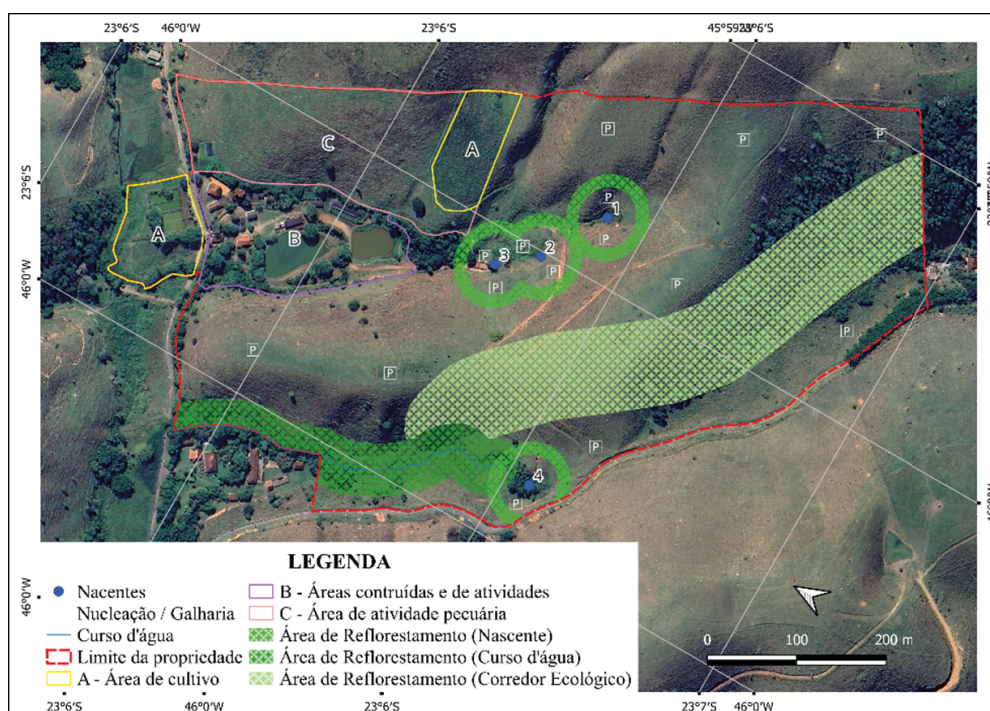
Fonte: Elaborado pelos autores a partir de trabalho de campo (2023).

Figura 4. Processos erosivos: A) Do de curso d'água por pisoteio de gado; B) Por ausência de cobertura vegetal.

As áreas de proteção de mananciais, nascentes e cabeceiras dos cursos d'água da região indiretamente afetada, estão, na grande maioria, em propriedades rurais privadas com alto potencial de contribuição hídrica. De acordo com o Plano Municipal da Mata Atlântica, deve-se manter um percentual mínimo de 20% de cobertura vegetal na propriedade (PMMAEC, 2019). A constituição das APPs é determinada pela Lei Federal nº 12.651/2012 (Código Florestal), que rege pelos recursos hídricos, o solo e biodiversidade através das conexões entre fragmentos florestais. Além disso, o artigo 1º da Lei Estadual nº 9.989/1998, determina que a recomposição florestal das APPs é de responsabilidade de seus proprietários (Brasil, 1988).

Prognóstico

A partir do diagnóstico socioambiental realizados, trabalho de campo, técnicas de geoprocessamento e levantamento bibliográfico foi elaborada uma proposta de recuperação de áreas degradadas descrita a seguir (Figura 5).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 5. Divisões das áreas e implantação das ações de recuperação a serem desenvolvidas.

As áreas de reflorestamento devem ser cercadas conforme espaçamentos determinados no Código Florestal. Nas áreas internas ao cercamento devem ser executados os preparos do terreno para o plantio de mudas nativas. Nas delimitações das áreas das nascentes devem ser instaladas também técnicas de nucleação. Os reflorestamentos contam com 6,60 ha para o corredor ecológico (66.036,144 m²); 1,25 ha (12.475,790 m²) para delimitações das nascentes e 2,0 ha (20.098,472 m²) para as áreas de curso d'água conforme Figura 5.

As áreas A, B e C representadas na Figura 5 serão reservadas para o desempenho de atividades econômicas e moradia. A área A com 1,9 ha (19.009,396 m²) será reservada para o cultivo de hortaliças; a área B com 2,6 ha (26.714,338 m²) será reservada para moradia e outras atividades econômicas; a área C com 3,86 ha (38.576,617 m²) será reservada para atividade pecuária e pastagem. As áreas restantes da propriedade, região entre os fragmentos de vegetação contam com 16,0 ha (159.758,921 m²), nas quais devem ser implantadas técnicas de nucleação e plantio de mudas para o restabelecimento dos processos ecológicos.

Revegetação

O preparo do terreno deve começar com o “roçamento” (limpeza) apenas das espécies exóticas e capins altos que se tornam competidoras em relação às espécies nativas que precisam se estabelecer para dar seguimento à sucessão secundária. Devem-se manter as árvores e arbustos existentes naturalmente e, se necessário, realizar poda de limpeza e de formação, sendo o resíduo gerado utilizado na formação de galharias. Em seguida, fazer a marcação e o preparo do “coveamento” (berço) para receber cada muda com adubação orgânica (Embrapa, 2003). Os fatores invasores identificados na área (formigas quenquém e saúva) devem ser tratados com pelo menos 20 dias de antecedência da plantação das mudas para se evitar a predação.

Uma lista de mudas deve ser elaborada buscando atender a legislação vigente, estabelecendo um reflorestamento heterogêneo com uso de, no mínimo, 80 espécies florestais, entre primárias e secundárias de ocorrência regional (Brasil, 2014). Devem-se atender as síndromes de dispersão (zoocóricas, anemocóricas e autocóricas) e algum tipo de ameaça (Barbosa *et al.*, 2017).

O reflorestamento deve contar com recobrimento de espécies arbóreas pioneiras e secundárias intercaladas para produzir a estrutura de floresta permitindo a restauração da dinâmica natural desse sistema (SIGAM, 2009). Nas áreas das nascentes aplicam-se o modelo de repovoamento intercalando linhas de espécies pioneiras e de secundárias. A vantagem é atuar como fonte de sementes para a reprodução mais rápida da vegetação. Esse modelo pode ser aplicado para formações mais ou menos adensada, de tal forma que se possa evitar movimentação de solo e erosões (Rodrigues; Filho, 2009).

O cálculo da quantidade de mudas deve estar de acordo com o espaçamento previsto de 6 m² (3 m x 2 m) por muda (Brasil, 2014). Junto a isso, considera-se o acréscimo de 5% de mudas para a taxa de replantio (São Paulo, 2009). As mudas, devem estar em estágio intermediário de desenvolvimento (1,0 m a 1,5 m), advindas de produtores e viveiros certificados. Isto pode garantir um sistema radicular com boa formação e isenção de praga e doenças.

Para as áreas das nascentes e de conexão entre fragmentos florestais devem ser utilizadas as técnicas de nucleação (núcleos de galharia, poleiros vivos e artificiais). Estas objetivam incrementar a dispersão de sementes através do recrutamento de novas espécies faunística e fornecer matéria orgânica para o solo (Brasil, 2011; Reis *et al.*, 2003).

Controle e prevenção de erosão

Para o controle e prevenção da erosão em áreas de encostas dos morros baixos com predomínio de pastagem, será aplicada a recomposição vegetativa de cobertura promovendo proteção, recuperação e estabilidade ao solo. Este processo melhora a capacidade de infiltração no solo, reduzindo o escoamento superficial nos períodos de intensa precipitação.

Nesta técnica utiliza-se o plantio de capim-vetiver, pertencente à família *Poaceae* (*Vetiveria zizanioides*). Esta espécie apresenta características de resistência a variação de temperatura, pH, presença de metais no solo, além de resistir ao fogo, pisoteio de animais e doenças. O vetiver não se propaga por sementes, e sim por mudas, excluindo-a dentre as espécies invasoras. Seu crescimento é rápido, uniforme e possui um extenso sistema radicular que pode chegar a 5 m, auxiliando no controle da erosão (Chaves; Andrade, 2013).

Monitoramento

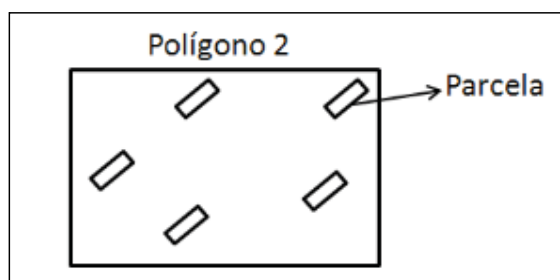
O monitoramento deve ter o prazo de 24 meses, com períodos decrescentes de visitas. Esse monitoramento será estabelecido por meio de indicadores ecológicos, até que os valores de referência previstos no Anexo II da resolução SMA 32/2014 sejam atingidos se a recomposição possa ser comprovada (Brasil, 2014). A manutenção das mudas deve ser iniciada imediatamente após o plantio com ações de irrigação, adubação de restituição ou de cobertura, podas e tratamento fitossanitário. Deve-se combater formigas cortadeiras, controlar plantas invasoras e efetuar a limpeza das áreas no entorno das mudas. Nas áreas de nucleação devem ser verificadas a diversidade de espécies vegetais (número de plântulas), sua identificação e a presença de fauna silvestre e avifauna (SIGAM, 2009).

O protocolo de monitoramento, bem como a metodologia a ser aplicada consta da Portaria CBRN 01/2015 que estabelece o Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica. A aferição desses indicadores referentes à vegetação do tipo Floresta Ombrófila serão: a cobertura do solo com vegetação nativa; a densidade de indivíduos nativos regenerantes; o número de espécies nativas e regenerantes conforme Anexo I da portaria (Brasil, 2015). A verificação desses indicadores deve ser realizada por meio de parcelas amostrais as quais representarão a totalidade da área em recuperação conforme Figura 6. Se a área a ser restaurada não for contínua, mas pertença ao mesmo tipo de vegetação o cálculo para o número de parcelas amostrais poderá ser feito considerando a área total com a unidade de monitoramento (Brasil, 2015). Para o presente plano devem ser considerados os valores de área de seus correspondentes em parcelas conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Representação das condições para cálculo de parcelas pela área do projeto.

Área do projeto (ha) = A	Nº parcelas amostrais
$A \leq 1$	5
$A > 1$	nº de hectares + 4

Fonte: Brasil (2015).

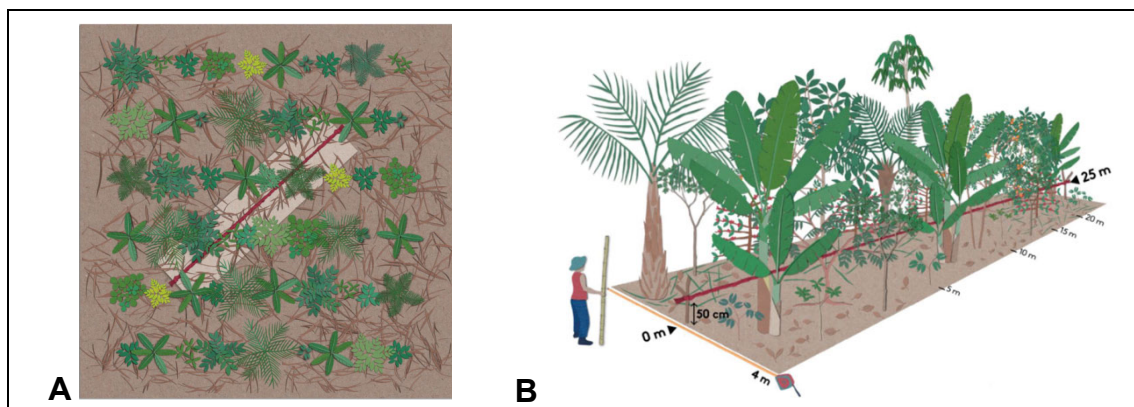


Fonte: Brasil (2015).

Figura 6. Esquema de montagem aleatória das parcelas amostrais.

A localização dessas parcelas pode ser fixa ou variável e devem ser posicionadas de modo aleatório na área a ser monitorada. E neste projeto de recuperação, a linha amostral deve ser posicionada na diagonal com relação à direção da linha de plantio (Figura 7A). O tamanho da parcela será de 100 m² (25 m de comprimento x 4 m de largura) com a marcação de uma linha

amostral diagonal na área central usando uma corda (Figura 7B) para a aplicação da metodologia referente a cada indicador ecológico supracitado (Brasil, 2015).

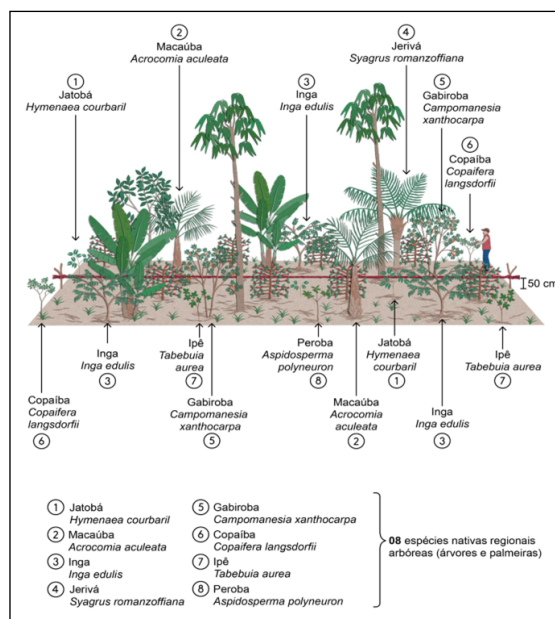


Fonte: Brasil (2021).

Figura 7. Exemplos de localização das parcelas amostrais. A) Posicionamento visto de cima da linha amostral diagonal em área de plantio em linha e B) Esquema de montagem aleatória das parcelas em perspectiva.

Tendo implantado o layout de monitoramento do reflorestamento, segue-se a vistoria das espécies seguindo os critérios vigentes na Portaria CBRN 01/2015 (Brasil, 2015):

- Cobertura do solo com vegetação nativa: medido por meio da porcentagem (%) de solo coberto por espécies nativas através da soma das medidas dos trechos da linha amostral coberto por vegetação nativa, em metros, em relação ao comprimento da linha (25 m);
- Densidade de indivíduos nativos regenerantes: medir a quantidade desses indivíduos de espécies lenhosas (arbustiva ou arbóreas) nativas por hectare. Contar apenas os indivíduos com altura (H) ≥ 50 cm e com Circunferência à Altura do Peito (CAP) < 15 cm ou inexistente, sem haver a necessidade de se anotar a medida exata da altura dos indivíduos amostrados;
- Número de espécies regenerantes: medir a quantidade total de espécies lenhosas (arbustivas ou arbóreas) de regenerantes nativos encontrados nas parcelas (Figura 8). Aqui se deve tomar o cuidado de não computar espécies repetidas, mesmo que em parcelas diferentes e o resultado obtido será o número de espécies regenerantes.



Fonte: Brasil, 2021.

Figura 8. Exemplo de contagem de espécies nas parcelas amostrais.

O monitoramento da área de plantio deve inicialmente ser realizado por meio de visitas semanais. Após dois meses, com frequências mensais. Serão observadas as condições das espécies nativas plantadas e o seu grau de desenvolvimento para que, ao analisar essas informações, possam ser tomadas ações necessárias dentro do projeto. As ações de manutenção no tratamento pós-plantio devem ser executadas dentro do período do monitoramento por meio das visitas periódicas. As visitas serão iniciadas logo após o processo de plantio das mudas (Brasil, 2014). O acompanhamento da área de nucleação será feito através de monitoramento periódico *in loco* com verificação da diversidade de espécies vegetais, tais como o número de plântulas e sua identificação e pela presença de fauna e avifauna em um período de 24 meses considerando a frequência de visita estabelecida para o acompanhamento das áreas de plantio de mudas (Brasil, 2014).

E, por fim, deverão ser realizadas avaliações mensais do projeto para compor um relatório de acompanhamento. Ao final do período de 24 meses de monitoramento será gerado um relatório final do projeto. É aconselhável que os cuidados por parte do proprietário sejam estendidos por até 20 anos para que o reflorestamento possa se desenvolver e atingir seu clímax (Brasil, 2014).

CONCLUSÃO

O prognóstico para cada um dos três itens diagnosticados foi traçado para suprir as necessidades ecossistêmicas e econômicas da propriedade, de modo que, ela pudesse continuar suas atividades após a implantação. O plano setorizou a propriedade em áreas de cultivo (A), construção e de uso econômico já consolidadas (B), áreas de atividade pecuária (C) e área de reflorestamento (nascentes, cursos d'água e corredor ecológico).

O monitoramento foi proposto pelos indicadores ecológicos por 24 meses ou mais, até que os valores de referência de cobertura, densidade e números de espécies nativas possam ser atingidos. Essa diretriz garante a consistência, a qualidade quantitativa e qualitativa do monitoramento.

Portanto, este artigo oferece um modelo detalhado, replicável e adaptável a muitas propriedades que contam com o mesmo histórico de ocupação para que possam contribuir com o ecossistema, melhorando o fluxo gênico e, por consequência estabelecer práticas sustentáveis em consonância com a economia local.

REFERÊNCIAS

- AGEVAP. Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Resumo**. Relatório Contratual – R10. Fundação COPPETEC, 2017. Disponível em: <<https://www.ceivap.org.br/downloads/PSR-RE-012-R1.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2023.
- ARTAXO, P. Uma nova era geológica em nosso planeta: o Antropoceno?. **Revista USP**, [S.l.], n.103, 13-24, 2014. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/99279>>. Acesso em: 08 set. 2023.
- BARBOSA, L.M.; SHIRASUNA, R.T.; LIMA, F.C.; ORTIZ, P.R.T.; BARBOSA, K.C.; BARBOSA, T.C. **Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2017.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 9.989, de 22 de maio de 1988**. Dispõe sobre a recomposição da cobertura vegetal no Estado de São Paulo. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1998/original-lei-9989-22.05.1998.html>>. Acesso em: 01 maio 2023.
- BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da mata nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: <<https://www>>.

planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/11428.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2011.428%2C%20DE%2022%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202006.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20utiliza%C3%A7%C3%A3o%20e,Ati%C3%A2ntica%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs>. Acesso em: 21 abr. 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 30 abr. 2023.

BRASIL. **Portaria CBRN 01/2015.** Estabelece o Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica. Disponível em: <<https://agencia.baciaspcj.org.br/docs/gestao/portaria-cbrn-01-2015.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2023.

BRASIL. **Portaria CFB nº 07,** de 02 de junho de 2021. Dispõe sobre o Protocolo de Monitoramento das áreas submetidas à Exploração Agroflorestal em Áreas de Preservação Permanente – APP e Reserva Legal – RL de que tratam os artigos 12 e 32 da Resolução SMA nº 189, de 20 de dezembro de 2018. Disponível em: <http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/leg_estadual/leg_est_resolucoes/Portaria-CFB-7-2021_protocolo_monitoramento_exploracao_agroflorestal_APP_e_RL.pdf>. Acesso em 18 jun. 2023.

BRASIL. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Resolução SMA nº 32,** de 03 de abril de 2014. Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/wpcontent/uploads/sites/32/2019/05/Resolu%C3%A7%C3%A3o-SMA-n%C2%BA-32-2014.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

BRASIL. Secretaria do Meio Ambiente. Unidade de Coordenação do Projeto de Recuperação de Matas Ciliares. **Restauração ecológica:** sistemas de nucleação. São Paulo: SMA, 2011.

CHAVES, T.A.; ANDRADE, A.G. **Capim Vetiver:** produção de mudas e uso no controle da erosão e na recuperação de áreas degradadas. Manual Técnico, 39, Rio Rural. Niterói: RJ, 1-18, 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/98183/1/39-capim-vetiver-1.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2023.

COSTA, Y.T.; RODRIGUES, S.V. Relação entre cobertura vegetal e erosão em parcelas representativas de cerrado. **Revista de Geografia Acadêmica**, 9(1), 61-75, 2015. Disponível em: <<https://revista.ufr.br/rga/article/view/3160>>. Acesso em: 01 set. 2024.

CPTEC/INPE. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **Evolução Mensal e Sazonal das Chuvas.** Disponível em: <<http://clima1.cptec.inpe.br/evolucao/pt>>. Acesso em: 14 abr. 2023.

EMBRAPA. Informações Tecnológicas. **Como Plantar Árvores Nativas em Áreas de Preservação Permanente.** Brasília: EMBRAPA, 2003. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/443086/1/CUsersPiazzonDocuments15434.pdf>>. Acesso em: 09 jun. 2023.

IBAM-PQGA. **Guia Prático para Elaboração de Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) em APP.** 2015. Disponível em: <http://www.amazonia-ibam.org.br/images/pqga/arquivos/003_prad.pdf>. Acesso em: 01 set. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de vegetação.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/22453-cartas-1-250-000.html>>. Acesso em: 20 abr. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **São José dos Campos.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-jose-dos-campos/panorama>>. Acesso em: 01 out. 2024.

LAVINA, L.N.; LINS, G.A.; COSTA, E.; ROCHA, D.C.; SILVA, E.R.; ALMEIDA, J.R. Proposta de um plano de recuperação de área degradada por atividade de mineração. **Revista Internacional de Ciências**, 6(1), 123–135, 2016. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/ric/article/view/25001>>. Acesso em: 01 set. 2024.

LENZ, E.R.S.; BASTOS, L.F.M.; ALMEIDA, J.R. Monitoramento de recuperação de áreas degradadas. **Revista Internacional de Ciências**, 13(1), 19–21, 2023. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/ric/article/view/72396>>. Acesso em: 01 set. 2024.

MANGAL, S.; KUMAR, D.; DHUPPER, R.; KUMARI, M.; GUPTA, A. K. Identifying influential

- climatic factors for urban risk studies in rapidly urbanizing Region. **Comput. Urban Sci.**, 4(9), 1-18, 2024. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s43762-024-00121-5>>. Acesso em: 01 set. 2024.
- MELLO-THÉRY, N. A. de. The Brazilian Atlantic Forest: occupation, death and protection of forest remnants and biodiversity. **Formação** (Online), 30(56), 73–93, 2023. Disponível em: <<https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/9851>>. Acesso em 01 set. 2024.
- NUNES, L.H.; CALBETE, N.O. **Variabilidade pluviométrica no Vale do Paraíba Paulista**. Campinas: SP, 3987-3994, 2000. Disponível em: <http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1915/2005/03.15.18.27/doc/Nunes_Variabilidade%20pluviometrica.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2023.
- PDRS. **Plano de Desenvolvimento Rural Sustentável – Etapa 1**. Instituto de Pesquisa, Administração e Planejamento (IPPLAN). Prefeitura Municipal de São José dos Campos, 2014. Disponível em: <http://planodiretor.sjc.sp.gov.br/resources/uploads/Link/Arquivo/2014_PDRS.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2023.
- PINTO, L.G.; AMARAL, S.; METZGER, P.; ROSA, M.; ADORNO, B.; GONÇALVES, G. Alarming patterns of mature forest loss in the Brazilian Atlantic Forest. **Research Square**, v.1, 1-21, 2024. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/380772527_Alarming_patterns_of_mature_forest_loss_in_the_Brazilian_Atlantic_Forest>. Acesso em: 01 set. 2024.
- PMMAEC. **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica e do Cerrado**. Secretaria de Urbanismo e Sustentabilidade. Prefeitura Municipal de São José dos Campos, 2019. Disponível em: <https://www.sjc.sp.gov.br/media/181232/pmmaec_set_2019_completo.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2023.
- PNMAR. **Plano de Manejo do Parque Natural Municipal Augusto Ruschi - Síntese**. Instituto de Pesquisa, Administração e Planejamento (IPPLAN). Prefeitura Municipal de São José dos Campos, 2014. Disponível em: <https://servicos2.sjc.sp.gov.br/media/621517/plano_de_manejo_augusto_rushi.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2023.
- RANTA, P.; BLOM, T.; NIEMELA, J.; JOENSUU, E.; SIITONEN, M. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. **Biodiversity and Conservation**, [S.l.], n. 7, 385-403, 1998. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1008885813543>>. Acesso em: 08 set. 2023.
- REIS, A.; BECHARA, F.C.; ESPÍNDOLA, M.B.; VIEIRA, N.K.; SOUZA, L.L. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, 1(1), 28-36, 2003. Disponível em: <<http://www.lerf.esalq.usp.br/divulgacao/recomendados/artigos/reis2003.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2023.
- RODRIGUES, R.R.; FILHO, H.F.L. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp, 2009.
- SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Roteiro para elaboração de projetos de recuperação florestal para o Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO**. In: Projeto de Recuperação de Matas Ciliares. São Paulo: SP, 2009.
- SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Municípios**. 2023. Disponível em: <<https://municipios.seade.gov.br/>>. Acesso em: 23 abr. 2023.
- SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. **Estudo Técnico: Organização Territorial**. Prefeitura Municipal de São José dos Campos. v.1, 66-103, 2018. Disponível em: <http://planodiretor.sjc.sp.gov.br/resources/uploads/EstudoTecnico/Anexo/PD_VOLUME_1_C5_ORGANIZACAO_TERRITORIAL.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2023.
- SGB. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. **Dados, Informações e Produtos do Serviço Geológico do Brasil, 2022**. Disponível em: <<https://geosgb.sgb.gov.br/>>. Acesso em: 15 abr. 2023.
- SIGAM. **Roteiro para Elaboração de Projetos de Recuperação Florestal para o Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO**. São Paulo: Secretaria do Estado do Meio Ambiente, 2009. Disponível em: <https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/Roteiro_Elaboracao_Projetos_Recuperacao_Florestal_FEHIDRO.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2023.
- SOS Mata Atlântica. **Aqui tem mata?** Disponível em: <<https://www.aquitemmata.org.br/#/busca/sp/S%C3%A3o%20Paulo/S%C3%A3o%20Jos%C3%A9%20dos%20Campos>>. Acesso em: 16 abr. 2023.