

RECUPERAÇÃO DE MATAS EM ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL EM UM PERÍODO DE 62 ANOS

BRUNA SOARES XAVIER DE BARROS¹; ZACARIAS XAVIER DE BARROS²

¹ Departamento de Engenharia Rural e Socioeconomia, Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP, Fazenda Experimental Lageado, cep 18610-034, Botucatu, SP, Brasil, <https://orcid.org/0000-0003-1859-1366>, brunasxb@gmail.com.

² Departamento de Engenharia Rural e Socioeconomia, Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP, Fazenda Experimental Lageado, cep 18610-034, Botucatu, SP, Brasil, <https://orcid.org/0009-0002-5679-7955>, zacarias.barros@unesp.br.

1 RESUMO

As matas nativas preservadas se apresentam como a melhor solução para o equilíbrio de um determinado ecossistema, pois é composto de dossel irregular com árvores dominantes e dominadas, mitigando os impactos das gotas de chuva, além de permitir uma infiltração lenta, evitando assim o escoamento superficial pela presença da serrapilheira. Desta forma, há melhora significativa nas propriedades físicas do solo e no abastecimento dos lençóis freáticos e suas vertentes. As imagens e informações obtidas por sensores remotos orbitais e não orbitais apresentam um panorama das mudanças no uso do solo e sua cobertura vegetal ao longo do tempo, possibilitando a identificação de desmatamentos, avanço da urbanização, efeitos das mudanças climáticas e outros impactos no ambiente. O presente estudo centrou-se na avaliação da cobertura vegetal nos limites da Fazenda Edgárdia situada na bacia do Rio Capivara, a qual apresenta parte de sua área na região da APA - Perímetro Botucatu, em um período de 62 anos. Constatou-se regeneração e expansão acentuada das matas durante o período analisado, em detrimento às pastagens, o que pode ser considerado benéfico para o meio ambiente quanto a conservação dos solos e retenção da água em seus perfis, principalmente nas regiões de elevadas declividades.

Keywords: sensores remotos, recuperação de várzea, cobertura vegetal, uso do solo.

BARROS, B. S. X.¹; BARROS, Z. X.²

RECOVERY OF FORESTS IN ENVIRONMENTAL PROTECTION AREAS OVER A PERIOD OF 62 YEARS

2 ABSTRACT

Preserved native forests are the best solution for maintaining the balance of a given ecosystem, as they are composed of an irregular canopy with dominant and dominated trees, mitigating the impacts of raindrops, in addition to allowing slow infiltration, thus avoiding surface runoff due to the presence of leaf litter. This significantly improves the physical properties of the soil and the supply of groundwater and its slopes. The images and information obtained by orbital and non-orbital remote sensors provide an overview of changes in land use and vegetation cover

over time, enabling the identification of deforestation, urbanization, the effects of climate change and other impacts on the environment. This study focused on the evaluation of vegetation cover on the boundaries of the Edgardia Farm located in the Capivara River basin, part of which is in the APA region - Botucatu Perimeter, over a period of 62 years. There was a marked regeneration and expansion of forests during the period analyzed, to the detriment of pastures, which can be considered beneficial for the environment in terms of soil conservation and water retention in their profiles, especially in regions with steep slopes.

Keywords: remote sensors, floodplain recover, vegetation cover, land use.

3 INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica dos sensores remotos, instalados a bordo de satélites propiciam a geração de imagens de alta qualidade, capazes de retornar análises detalhadas da superfície do solo em escalas adequadas ao estudo da ocupação dos mais diversos biomas e das ações antrópicas ao longo dos anos em uma determinada região.

O Google Earth Pro fornece imagens temporais e espaciais atualizadas, que podem ser utilizadas nestes estudos utilizando linhas temporais, facilitando a análise de espaço e tempo de uso e ocupação do solo da Fazenda Edgárdia, motivo do presente trabalho.

O conhecimento e a utilização dos recursos naturais, humanos e econômicos de um país assume grande importância no seu desenvolvimento. O planejamento de uso do solo é um fator a ser considerado para a utilização racional de sua superfície, de maneira não somente a protegê-la contra alterações superficiais - provocadas pela ação constante dos fenômenos naturais ou antrópicos, mas também a desenvolver gradativamente sua capacidade produtiva, por meio de técnicas agrícolas sustentáveis.

A Fazenda Edgárdia, unidade de produção ensino e pesquisa, propriedade da Universidade Estadual Paulista UNESP / Campus de Botucatu, está localizada no chamado “Front da Cuesta” e outra parte na “Depressão Periférica”, ambas no Município de Botucatu-SP. Segundo Veloso (1992) a principal tipologia vegetacional que

representa a área da Fazenda Experimental Edgardia é classificada como Floresta Estacional Semidecidual, ocorrendo na área de transição da depressão periférica para a “Cuesta” basáltica, com remanescentes florestais pouco alterados ou que passaram por vários níveis de perturbações antrópicas. Podem também ser encontradas as tipologias Formação Pioneira Aluvial e Savana (Cerrado sensu lato) (Ortega; Engel, 1992).

Segundo Jorge e Sartori (2002), os fragmentos florestais são importantes no contexto do município de Botucatu e região em função de sua localização, uma vez que estão inseridos na Área de Proteção Ambiental (APA) de Botucatu, local de importância comprovada em comparação com a área média dos fragmentos na região da “Cuesta”, além da possibilidade de ligação pela chamada frente da “Cuesta” com outros fragmentos remanescentes através de corredores de vegetação natural.

Logo, o objetivo deste estudo foi verificar se após a criação da APA (Área de Proteção Ambiental) ocorreu a recuperação da mata, principalmente nas regiões escarpadas da Cuesta no perímetro da Fazenda Edgárdia, e mapear o uso do solo utilizando imagens aéreas não orbitais do levantamento aerofogramétrico, do município de Botucatu, referente ao ano de 1962, uma vez que na década considerada não estavam disponíveis outras tecnologias para representar a cobertura do solo, e imagens aéreas obtidas pelo Google Earth Pro referente ao ano de 2024.

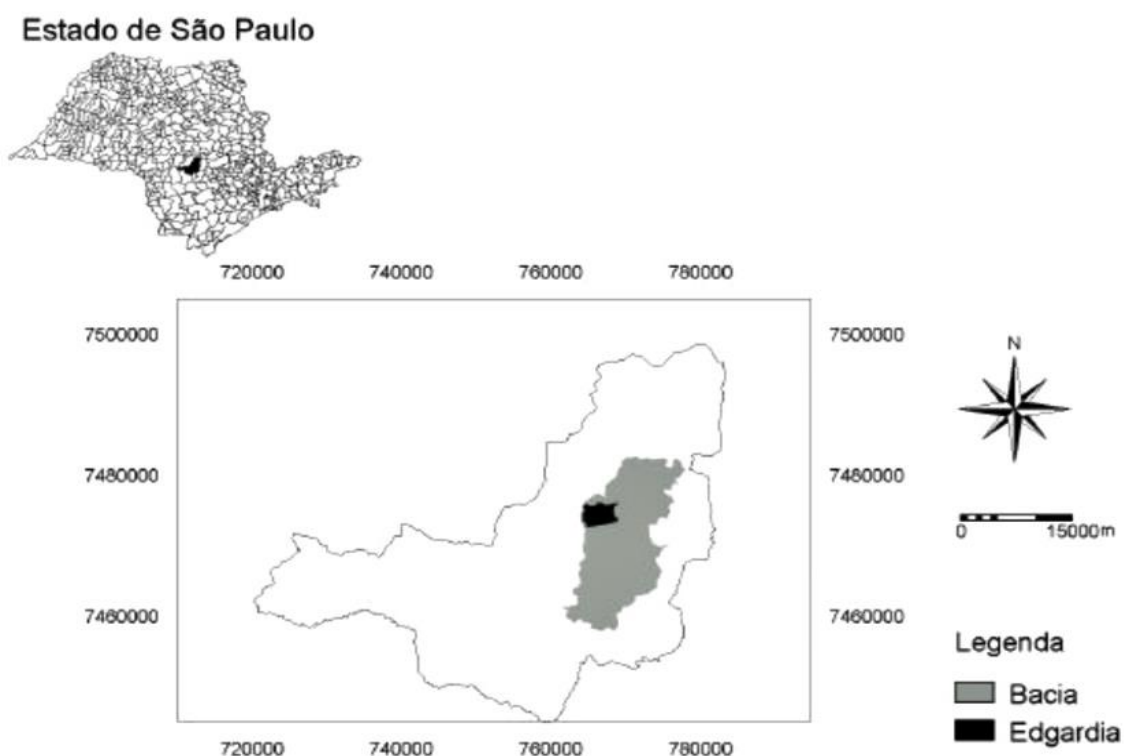
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e caracterização da área de estudo

A Fazenda Edgárdia, mostrada na Figura 1, está localizada na bacia do Rio

Capivara, afluente do Rio Tietê, fazendo divisa com a Fazenda Lageado no município de Botucatu - SP, inserida nas coordenadas planas 762 km a 770 km e de 7.478 km a 7.468 km, e pelas coordenadas geográficas 22° 47' 30" a 22° 50' de latitude S, e 48° 26' 15" a 48° 22' 30" de longitude W perfazendo uma área de 1.200,03 ha.

Figura 1. Município de Botucatu - SP e localização da Fazenda Edgárdia na bacia do Rio Capivara.



Fonte: Jorge e Sartori (2002).

Parte do município de Botucatu entre outros da região estão inseridos na Área de Proteção Ambiental (APA) Corumbataí, Botucatu e Tejuapá (Perímetro Botucatu), fato que leva os dirigentes destes municípios intensificarem a fiscalização do perímetro quanto ao uso e ocupação do solo destas regiões, segundo as leis ambientais impelidas pelos órgãos governamentais (Almeida, 1974).

A Fazenda Edgárdia ocupa dois compartimentos geomorfológicos quais sejam: a região denominada frente da “Cuesta”, formada pela ocorrência de rocha

eruptivas básica e a seus solos resultantes de alteração por intemperismo ao longo dos séculos. A região também apresenta formações de baixa altitude denominadas “Depressão Periférica”, com forte presença de arenitos e sedimentos aluviais, estes trazidos ao longo do tempo pelas fortes cheias do rio Capivara, principalmente em suas áreas de várzeas (Carvalho; Panoso; Moraes, 1991).

Pela carta planialtimétrica do Instituto Geográfico e Cartográfico (1977), SF-22-Z-B-VI-NO-D, o relevo apresenta declividades em torno de 2% na área

próxima à várzea do Rio Capivara, variando 2% a 20% em direção à frente da “Cuesta”, de 20 a 40% na própria “Cuesta” e acima de 40% em determinadas regiões escarpadas. Segundo o atual Código Florestal (Brasil, 2012), composto pela Lei 12.651/2012, terrenos com declividade igual ou maior a 45° (100%) são considerados Área de Preservação Permanente (APP). Porém, de acordo com Andrade e Lupinacci (2021), os tipos de uso e ocupação da terra sobre a faixa de APA apresentam atividades agropecuárias, áreas de vegetação natural e áreas de uso e ocupação de maior impacto, como estradas e a malha urbana consolidada.

Ainda conforme os autores, o uso e ocupação da terra na faixa de proteção de 250 metros, no reverso da “Cuesta”, no município de Botucatu configura a atividade da pecuária representando a maior extensão de uso e ocupação desta faixa, com a classe “pastagens” correspondendo a 47,5% da área da faixa, assim como as atividades agrícolas, com expressivos 16,7% desse valor. As áreas urbanizadas, apesar de não estarem entre as coberturas de maior expressão (1,2%), totalizando 33,3 ha, trazendo riscos à população local desta área devido aos impactos causados no ambiente por este tipo de ocupação do solo.

As principais coberturas vegetais na Fazenda Edgárdia são do tipo floresta estacional semidecídua e cerradão, além de áreas em processo de regeneração, e os principais usos do solo são pastagens, culturas anuais e as áreas de várzea naturais. Segundo Jorge e Sartori (2002) os fragmentos florestais que ocorrem na área são importantes visto sua localização na Área de Proteção Ambiental (APA) de Botucatu, possibilitando a conexão com outros fragmentos remanescentes através de corredores de vegetação natural importantes para movimentação dos animais em busca de alimentação em áreas vizinhas.

Para Franco *et al.* (2023), o clima de Botucatu é caracterizado por verão quente e chuvoso e inverno frio e seco, reclassificado

como Aw, devido a temperatura média do mês mais frio de 18,28°C e com precipitação anual acumulada de 1500 mm. Para o desenvolvimento do presente estudo utilizou-se como base cartográfica a carta planialtimétrica de Botucatu-SP (SF-22-R-IV-3), na escala de 1:50.000, com equidistância vertical entre curvas de nível de 20 m, editada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1969).

Para identificação, demarcação das áreas de interesse, ou seja, a cobertura vegetal e a elaboração do plano de estudo da Fazenda Edgárdia utilizaram-se de fotografias aéreas pancromática (IAC, 1962), com escala nominal aproximada de 1:25.000, referente ao ano 1962, e para comparar a evolução do uso e ocupação do solo na área de estudo no período de 62 anos, foram utilizadas imagens do aplicativo do Google Earth Pro referente ao ano de 2024 (Google Earth, 2024b).

O perímetro da Fazenda e suas ocupações obtidas das fotografias aéreas do ano de 1962, foram restituídas, por meio do restituidor aerofotogramétrico, para a escala 1:50.000 da base cartográfica, ou seja, carta planialtimétrica do IBGE. As medições das áreas de interesse, ocupação do solo em 1962, foram avaliadas pelo sistema SPLAN - Sistema de Planimetria Digitalizada (Silva; Cataneo; Carodoso, 1993). As medições da área e suas ocupações, com várias feições vegetais, referente ano de 2024 da Fazenda Edgárdia foram obtidas por meio do Google Earth Pro.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não só a imagem de satélite atualizada é importante no estudo do uso e ocupação do solo como também as imagens de levantamentos aerofotogramétricos de anos anteriores pois estas registram um momento e permite comparações da evolução da cobertura do solo ao longo de décadas.

O perímetro gerado pelas imagens do levantamento aerofotogramétrico de 1962 (Figura 2), ilustra as ocupações da Fazenda Edgárdia com suas diferentes feições do final da década de 1950 e início da década de

1960. Estas diferentes ocupações dos solos da Fazenda Edgárdia no ano de 1962 estão ilustradas na Figura 2 e representadas na Tabela 1 em valores de hectares e porcentagem.

Figura 2. Uso e ocupação da terra na Fazenda Edgárdia em 1962.

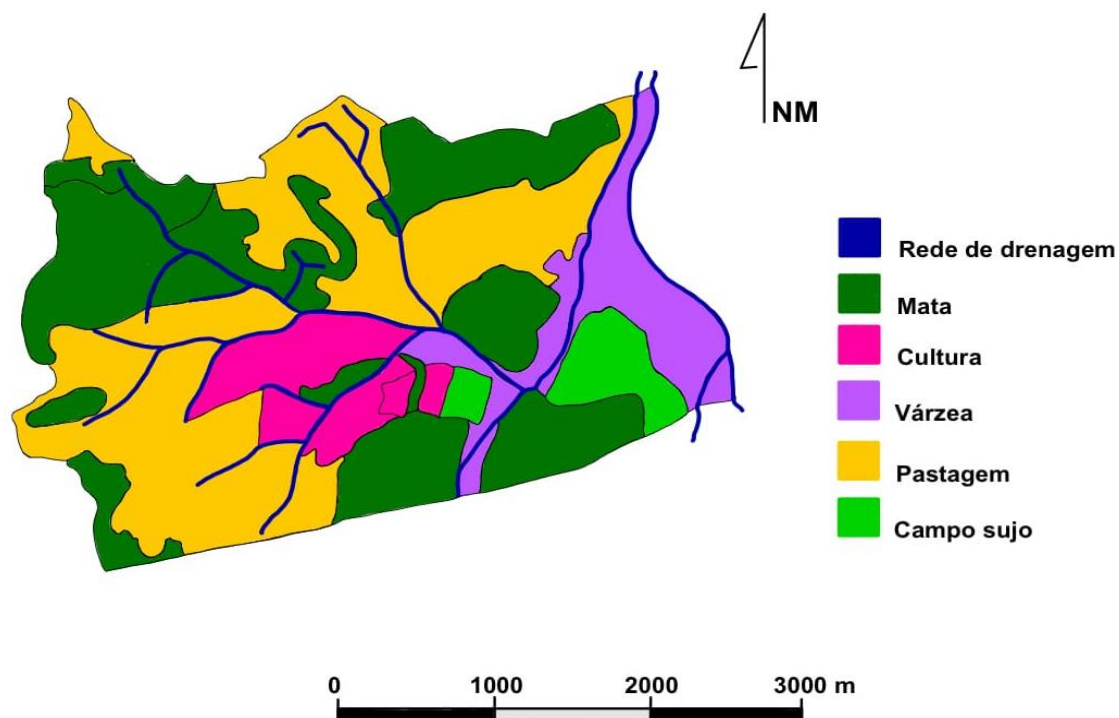


Tabela 1. Uso e ocupação da terra na Fazenda Edgárdia em 1962.

Ano 1962	Campo sujo	Culturas	Mata	Pastagem	Várzea
ha	52,33	41,25	438,35	526,59	141,58
%	4,36	3,44	36,53	43,87	11,80

A feição pastagem se destaca pela área de 526,59 ha (43,87% do total da Fazenda) mesmo em áreas de elevadas declividades (acima de 40% de inclinação) segundo carta planialtimétrica do IGC-SP, principalmente na frente da “Cuesta”. A ocupação do solo pela mata representava 438,35 ha (36,53% da área total estudada) cobertura vegetal que foi cedendo espaço para o cultivo de café ao longo das décadas de sua exploração ativa, este era direcionado principalmente para exportação. Esta prática de desmatamento desenfreado era comumente adotada pelos grandes proprietários de terra visto que não havia

conscientização ambiental coletiva como atualmente em que a necessidade e obrigatoriedade de se adotar práticas agrícolas racionais, como o plantio em nível, entre outras, são previstas no código penal brasileiro quanto as leis de conservação do solo e da água em propriedades rurais.

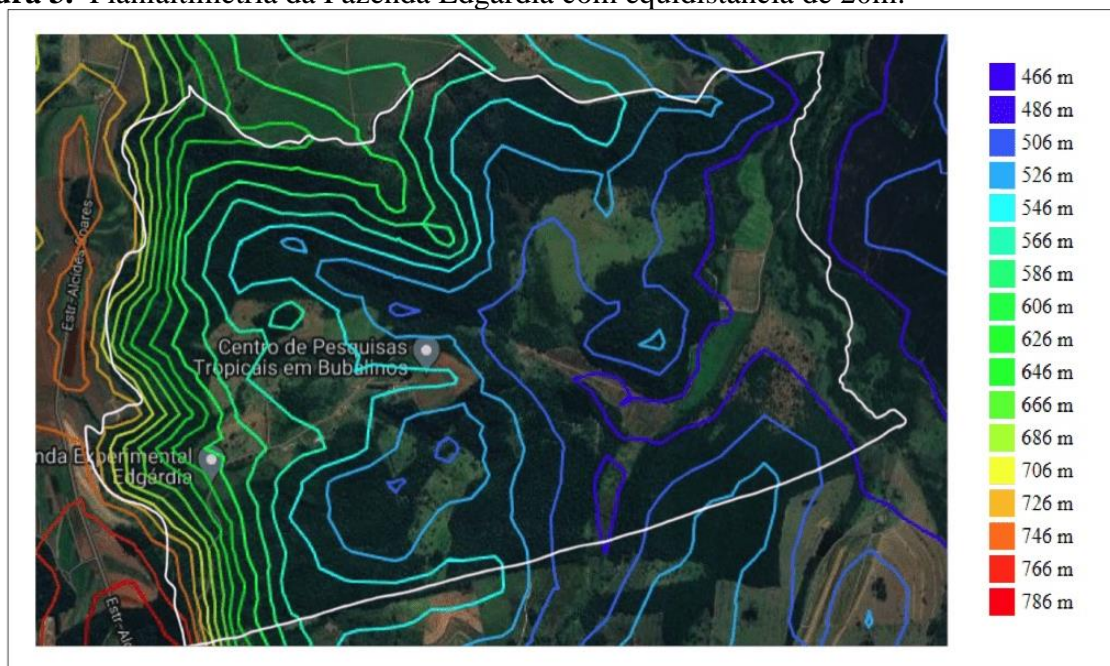
Segundo Jorge e Sartori (2002) as principais áreas que se mantiveram com Floresta Estacional Semidecidual no intervalo de 19 anos na Fazenda Edgárdia estão associadas em locais de ocorrências das classes de declividade 10 - 20%, 20 - 40% e $\geq 40\%$ (relevo ondulado a escarpado), com Neossolos Litólicos, feições de relevo e

solo característicos da frente da “Cuesta” de Botucatu.

A região da Fazenda situada na depressão periférica com declividades variando de 1% a 20% (Figuras 2 e 3) e

curvas de nível equidistantes de 20/20 metros, apresenta ocupações do tipo várzea, fragmentos remanescentes de matas, culturas e pastagens.

Figura 3. Planialtimetria da Fazenda Edgárdia com equidistância de 20m.



Fonte: Countour Map Creator (2024).

Analisando a Figura 2, constatamos que a região oeste da Fazenda concentrava em 1962 uma grande área de pastagem e alguns fragmentos de matas, sendo que estas matas estão localizadas em terras de declividade em sua maioria acima de 40% (Figura 3), atualmente estas áreas fazem parte da APA - Perímetro Botucatu.

Ainda de acordo com os dados obtidos da ocupação do solo em 1962 (Tabela 1 e Figura 2) constata-se que o elemento várzea, importante para o equilíbrio hidrológico da bacia, apresentava

141,58 ha (11,80% da área total da Fazenda), presente em relevos do tipo planícies de inundação da bacia hidrográfica, as quais estão sujeitas a constantes impactos de atividades humanas, como ocupação urbana e produção agropecuária, o que pode vir a afetar a disponibilidade e qualidade do recurso hídrico local (Stahl; Moraes, 2018).

Para o ano de 2024, as coberturas vegetais ocorrentes na Fazenda Edgárdia, são visualizadas na Figura 4 e suas correspondentes avaliações estão representadas na Tabela 2.

Figura 4. Uso e ocupação da terra na Fazenda Edgárdia em 2024.

Fonte: Google Earth (2024a).

Tabela 2. Uso e ocupação da terra na Fazenda Edgárdia em 2024.

Ano	Campo	Culturas	Mata	Pastagem	Várzea
2024	sujo				
ha	30,59	0,00	923,17	168,61	77,63
%	2,55	0,00	76,93	14,05	6,47

A ocupação predominante da área total da Fazenda em estudo, segundo a Tabela 2, é do tipo mata (923,17 ha, correspondendo a 76,93%), em um período de 62 anos; após a criação da APA - Perímetro Botucatu, esta cobertura apresentou um incremento de 484,82 ha (40,40% da área da Fazenda).

Em seis décadas as áreas de matas apresentaram acentuada recuperação, principalmente em regiões com declividades acentuadas e de difícil mecanização (Figura 3) muito devido a criação da APA na localidade. Para Almeida (1974), o fato de que parte do município de Botucatu entre outros da região estão inseridos na Área de Proteção Ambiental (APA) Corumbataí, Botucatu e Tejupá (Perímetro Botucatu) leva o poder público destes municípios intensificarem a fiscalização deste perímetro

quanto ao uso e ocupação do solo destas regiões, devido as leis ambientais impelidas pelos órgãos governamentais.

Comparando as Tabelas 1 e 2 entre si percebe-se o aumento das áreas de mata no ano de 2024 em detrimento da feição pastagem, a qual apresentou redução visível neste mesmo período, passando de 526,59 ha em 1962 para 168,61 ha em 2024, uma redução de área equivalente 68%. Quanto as áreas de várzeas, estas foram reduzidas de 141,58 ha em 1962 para 77,63 ha em 2024. Tal redução pode ser resultante da sistematização do uso das áreas de várzeas pela agricultura que acorreram na década de 1980, visando colheitas mecanizadas de arroz inundado na região nestas áreas com declividades entre 1% a 3% (Figura 3 e Figura 4).

Segundo Jorge e Sartori (2002), as áreas de Formação Pioneira Aluvial próximas às margens do Rio Capivara se mostram nítida na imagem de satélite, de 1997, em função da presença ou ausência de vegetação natural, ou ainda pela ocorrência de solo nu em locais destinados ao plantio de arroz inundado.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo possibilitou constatar que em sessenta e dois anos as matas apresentaram regeneração e expansão considerável na Fazenda Edgárdia, principalmente após a implantação da Área de Proteção Ambiental no Perímetro Botucatu, em 03 de junho de 1983. A redução da área ocupada pela várzea pode ter ocorrido devido a sistematização da mesma, realizada no início da década de 1980 para favorecer a drenagem de áreas inundadas e para facilitar o cultivo mecanizado da cultura do arroz.

Além da análise da regeneração e expansão das matas e seus impactos positivos no solo e no abastecimento de água, pode-se concluir que o uso de imagens de satélite e sensores remotos se mostrou uma ferramenta eficaz para o monitoramento ambiental.

7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 9-75, 2018.

ANDRADE, R. V.; LUPINACCI, C. M. Proposta para a cartografia de faixa de proteção do reverso das cuestas: um estudo de caso em Botucatu (SP). **Caderno Prudentino De Geografia**, Presidente Prudente, n. 43, v. 2, p. 75-96, 2021.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 2012, n. 102, p. 1-36, 28 maio 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 30 jun. 2024.

CARVALHO, W. A.; PANOSO, L. A.; MORAES, M. H. **Levantamento semidetalhado dos solos da Fazenda Experimental Edgárdia** – Município de Botucatu. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, 1991. (Boletim Científico, v. 2, n. 1/2).

COUNTOUR MAP CREATOR. **Edgárdia Planialtimetria**. [Área de Estudo]: Countour Map Creator, 2013. Ferramenta para desenhar as curvas de nível. Disponível em: <https://contourmapcreator.urgr8.ch>. Acesso em: 30 jun. 2024.

FRANCO, J. R.; PAI, E. D.; CALCA, M. V. C.; RANIERO, M. R.; PAI, A. D.; SARNIGHAUSEN, V.; ROMAN, R. M. S. Atualização da normal climatológica e classificação climática de Köppen para o município de Botucatu-SP. **Irriga**, Botucatu, v. 28, n. 1, p. 77-92, 2023.

GOOGLE EARTH. **Edgárdia Fazenda Experimental**. [Área de Estudo]: Google Earth, 2024a. 1 imagem de satélite, colorida, 2D. Google Câmera: 622 m, 48°25'09"W 22°49'25"S. Disponível em: <https://earth.google.com/web/@-22.8238426,-48.4194407,622.86869945a,771.7519>

5684d,35y,0h,0t,0r/data=CksaSRJDCiUweDk0YzcyMTA2ZDU3ZGU1NWQ6MHgxYzllYTExYTczYWUyNGZmGTYNQFnn0jbAIUCOnDuwNUjAKghlZGdhcmRpYRgCIAE. Acesso em: 30 jun. 2024.

GOOGLE EARTH. **Google Earth Pro**. Mountain View: Google Inc., 2024b. Disponível em: <https://www.google.com/earth/>. Acesso em: 30 jun. 2024.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO. (São Paulo). **Carta Planialtimétrica**. São Paulo: IGC, 1977. 1 mapa, 65 x 46 cm. Escala 1:10.000. Folha SF-22-Z-B-VI-NO-D.

IBGE. **Botucatu**: região sudeste do Brasil. 1 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1969. 1 carta topográfica, 55 x 52 cm. Escala 1:50.000. Folha SF-22-R-IV-3.

IAC. **Fotografia Aérea**. Executado por Prospec. Campinas: IAC, 1962. 1 foto. Escala 1:25.000.

JORGE, L. A. B.; SARTORI, M. S. Uso do solo e análise temporal da ocorrência de vegetação natural na fazenda experimental Edgárdia, em Botucatu-SP. **Revista**

Árvore, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 585-592, 2002.

VELOSO, H. P. (org.). **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE: Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1992.

ORTEGA, V. R.; ENGEL, V. L. Conservação da biodiversidade de remanescentes de Mata Atlântica na região de Botucatu, SP. *In*: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Revista do Instituto Florestal, 1992. v. 4, p. 839-852.

SILVA, C. M.; CATANEO, A.; CARDOSO, L. G. Sistema de planimetria digitalizada. *In*: JORNADA CIENTÍFICA DA ASSOCIAÇÃO DOS DOCENTES, 18., 1993, Botucatu. **Anais [...]**. Botucatu: Associação dos Docentes de Botucatu, 1993. p. 109-112.

STAHL, L. S.; MORAES, J. F. L. Dinâmica de uso e ocupação das áreas de várzea em duas grandes bacias hidrográficas do estado de São Paulo. **Revista Trabalho Iniciação Científica**, Campinas, n. 26, p. 1, 2018.