



Avaliação cronológica da ocupação e uso do solo em propriedades rurais adeptas aos sistemas agroflorestais

Artur Dalton Lima¹
Ocimar José Baptista Bim²
Danilo Eduardo Rozane³
Joel Leandro Queiroga⁴
Marcelo Domingos Chamma Lopes⁵

Recebido em: 17-01-2024

Aceito em: 20-03-2025

Resumo

A região do Vale do Ribeira, localizada ao sul do estado de São Paulo e a leste do estado do Paraná, inserida no Bioma Mata Atlântica, possui grande riqueza ambiental e sociocultural, com diversas famílias agricultoras tradicionais que aderiram aos sistemas agroflorestais agroecológicos para a produção de alimentos. Esta pesquisa objetivou classificar, quantificar e avaliar através da elaboração de mapas, as alterações na ocupação e uso do solo em 42 propriedades rurais (21 adeptas e 21 não adeptas aos sistemas agroflorestais) nos anos de 2001, 2010 e 2021, localizadas nos municípios de Adrianópolis-PR, Barra do Turvo-SP e Bocaiúva do Sul-PR. Foram elaborados mapas de ocupação e uso do solo para os anos citados, a partir de imagens de satélite, fotografias aéreas e informações contidas no Cadastro Ambiental Rural (CAR). As classes de ocupação e uso do solo encontradas (pastagem, floresta, agricultura, agrofloresta e infraestrutura) foram checadas em campo. Nas propriedades pesquisadas adeptas aos sistemas agroflorestais, entre os anos de 2001 e 2021, houve diminuição significativa da área ocupada por pastagem (-62,8%), aumento significativo da área de floresta (48,4%) e muito significativo de agrofloresta (2.729,9%). Enquanto nas propriedades não adeptas aos sistemas agroflorestais, durante o mesmo período, houve aumento significativo da área de pastagem (51,2%) e diminuição significativa da área de floresta (-43,7%). Desta maneira, foi possível verificar que a adoção dos sistemas agroflorestais contribuiu para aumento significativo da área ocupada por floresta nas propriedades adeptas aos sistemas agroflorestais e, assim com a conservação ambiental e recuperação de áreas degradadas.

Palavras-chave: sistemas agroflorestais; sensoriamento remoto; dinâmicas naturais e sociais; bacia hidrográfica; recuperação de áreas degradadas; agrofloresta.

Chronological evaluation of land occupation and use in rural properties that adhere to agroforestry systems

Abstract

The Vale do Ribeira region, located in the south of São Paulo state and east of Paraná state, inserted in the Atlantic Forest Biome, has a great environmental and sociocultural wealth, with several traditional farming families that have adhered to agroecological agroforestry systems (AFS) for food production. This research aimed to classify, quantify and evaluate, through the elaboration of maps, the changes in the land use and land cover (LULC) of 42 rural properties (21 adherents and 21 non-adherents to AFS) in the years 2001, 2010 and 2021, located in the municipalities

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Coordenador de Projetos da Associação dos Agricultores Agroflorestais de Barra do Turvo, Adrianópolis/PR. E-mail: lima.adalton@gmail.com

² Doutorado em Ciências Ambientais (UNESP). Pesquisador do Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA-SP). E-mail: ocimarjosebim@sp.gov.br <https://orcid.org/0000-0003-1028-5217>

³ Doutorado e Pós-Doutorado em Agronomia (UNESP). Professor da UNESP e do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail: danilo.rozane@unesp.br <https://orcid.org/0000-0003-0518-3689>

⁴ Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento (UFPR). Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Meio Ambiente). E-mail: joel.queiroga@embrapa.br <https://orcid.org/0000-0003-2082-4368>

⁵ Doutorado em Agronomia (UNESP). Professor da Universidade Estadual Paulista "Júlio Mesquita Filho" (UNESP). E-mail: marcelo.lopes@unesp.br <https://orcid.org/0000-0002-2586-8995>

of Adrianópolis-PR, Barra do Turvo-SP and Bocaiúva do Sul-PR. LULC maps were prepared for the years mentioned, based on satellite images, aerial photographs and information contained in the Rural Environmental Registry (CAR). The LULC classes found (pasture, forest, agriculture, agroforestry and infrastructure) were checked in the field. In the properties that adhere to AFS, between the years 2001 and 2021, there was a significant decrease in the area occupied by pasture (-62.8%), a significant increase in the forest area (48.4%) and very significant increase in agroforestry (2,729.9%). While in properties non-adherents to AFS, during the same period, there was a significant increase in the pasture area (51.2%) and a significant decrease in the forest area (-43.7%). In this way, it was possible to verify that the adoption of AFS contributed to a significant increase in the area occupied by forest on properties that adhere to AFS and, as well as the environmental conservation and recovery of degraded areas.

Keywords: *agroforestry systems; remote sensing; natural and social dynamics; hydrographic basin; recovery of degraded areas.*

1 Introdução

A intensa alteração da cobertura e utilização do solo, visando a exploração dos recursos naturais sem o adequado planejamento, causam impacto ao ambiente global de maneira significativa (IPCC, 2021; SCHULTE et al. 2022). Dentre as atividades degradantes de maior impacto na ocupação e uso do solo está a derrubada das florestas visando a ocupação desordenada, que pode provocar emissões de gases de efeito estufa, além de contribuem para: diminuição da precipitação média regional e a evapotranspiração; atraso no início da estação chuvosa; aumento das chances de veranicos e intensificação de períodos de estiagem (ZEMP et al. 2017; JIA et al. 2019; DOUVILLE et al. 2021; GATTI et al. 2021).

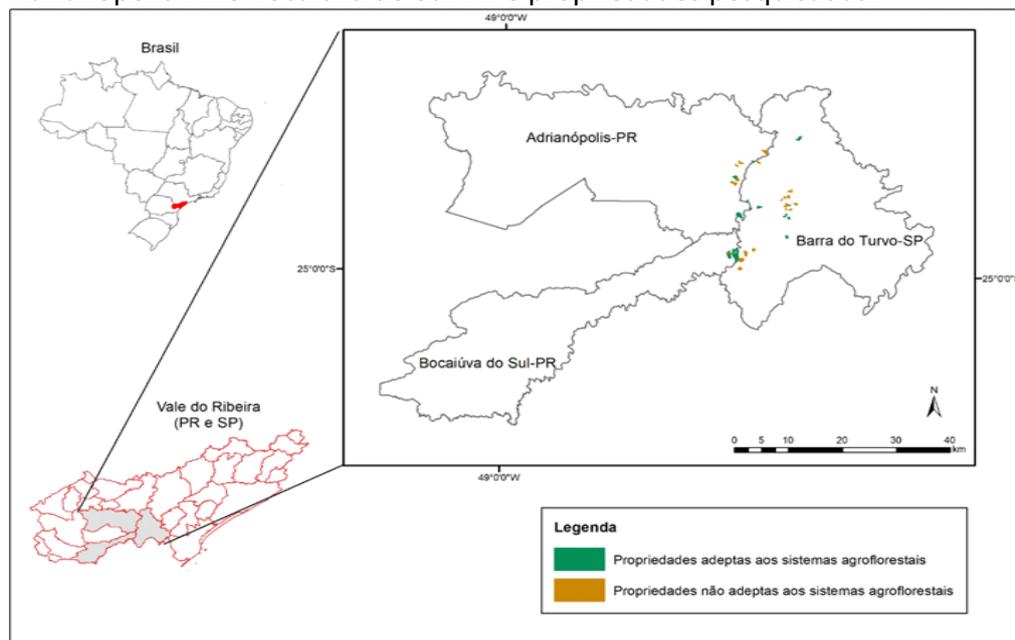
Quantificar a dinâmica das mudanças na ocupação e uso do solo é fundamental para os desafios da sociedade global (WINKLER et al., 2021) podendo contribuir para o planejamento e a gestão sustentável dos recursos naturais, formulação de políticas públicas (ARRUDA et al., 2021; FASTRÉ et al., 2020, SOUZA, et al., 2020) e para apresentar padrões e antecipar possíveis mudanças da paisagem (FENDRICH et al., 2020; LIRA et al., 2012). Assim, são de fundamental importância às discussões da ocupação e uso do solo visando a conservação ambiental e o incentivo às práticas agropecuárias baseadas em sistemas regenerativos, que estes possam ser biodiversos, resilientes ao clima e economicamente sustentáveis (SCHULTE, et al. 2022).

Esta pesquisa teve como objetivo classificar e quantificar as alterações na dinâmica da paisagem pela ocupação e uso do solo em propriedades rurais adeptas e não adeptas aos sistemas agroflorestais agroecológicos, localizadas no Vale do Ribeira (estados de SP e PR), entre os anos de 2001, 2010 e 2021, para avaliar a contribuição da adoção dos sistemas agroflorestais na conservação ambiental e recuperação de áreas degradadas.

2 Metodologia

As propriedades pesquisadas estão localizadas em três municípios pertencentes ao Vale do Ribeira, nos estados de São Paulo e Paraná, sendo: Barra do Turvo, localizado no estado de São Paulo, e Adrianópolis e Bocaiúva do Sul, no estado do Paraná (Figura 1).

Figura 1 - Localização do Vale do Ribeira com destaque para os municípios de Barra do Turvo-SP, Adrianópolis-PR e Bocaiúva do Sul-PR e propriedades pesquisadas.



Fonte: elaborado pelos autores.

A região objeto da presente pesquisa está inserida no bioma Mata Atlântica e apresenta diferentes fitofisionomias que são classificadas principalmente como Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista, além de áreas de tensão ecológica entre estas duas formações (IBGE, 2012). O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é classificado como: Cfa e Cfb, com temperatura média do mês mais quente superior a 18° C, além de Af. A classificação Cfa apresenta temperatura máxima de 26° C, mínima de 14° C (média de 20° C) e precipitação de 1.500 mm; Cfb apresenta temperatura máxima de 24° C, mínima de 12° C (média de 17° C) e precipitação de 2.000 mm; Af apresenta temperatura máxima de 34° C, mínima de 20° C (média de 25° C) e precipitação de 2.300 mm, sendo considerado janeiro o mês mais quente e junho o mês mais frio (ALVARES et al., 2013).

A área ocupada por estes três municípios totaliza 3.188,33 km² (IBGE, 2021), representando 13,75 % do Vale do Ribeira, sendo Adrianópolis-PR o município de maior área (1.349,31 km²). A população total nestes municípios é de 26.711 habitantes (IBGE, 2021),

representando 5,39 % da população total do Vale do Ribeira, apresentando assim uma densidade demográfica de 8,39 habitantes/km². Em relação ao IDH, os três municípios apresentaram crescimentos entre os anos de 1991 e 2010, com destaque para o município de Barra do Turvo, que em 1991 apresentava IDH de 0,318, enquanto em 2010 aumentou para 0,641. Nestes três municípios existem 16 comunidades quilombolas reconhecidas (FUNDAÇÃO PALMARES, 2022), representando estas, 23,14 % das comunidades quilombolas quando comparadas com o total do Vale do Ribeira (121).

A ocupação e uso do solo, segundo o IBGE (2017), é considerada: agricultura (temporária ou perene), pastagem (natural ou plantada), florestas (naturais, APP ou RL), silvicultura e outros (mineração, infraestrutura, entre outros usos não citados anteriormente). Nos três municípios, a maior classe de ocupação e uso do solo é a classe florestas que totalizou 50,57 % de área total ocupada e agrupando a agricultura, pastagem e silvicultura na classe agropecuária, os três municípios possuem 42,08 % de sua área ocupada com agropecuária.

Em relação às principais atividades agropecuárias que ocupam o solo dos três municípios destaque para a cana-de-açúcar, principalmente em Adrianópolis-PR, apresenta em relação ao Vale do Ribeira: 47,18 % da área colhida, 58,13 % da quantidade produzida, além de 48,02 % do valor da produção. Também cabe destaque para o efetivo do rebanho de búfalos nestes três municípios, representando 24,20 % do rebanho encontrado no Vale do Ribeira (IBGE, 2017).

O PIB dos municípios de Adrianópolis-PR, Barra do Turvo-SP e Bocaiúva do Sul-PR, entre os anos de 2000 e 2010 tiveram um considerável aumento, sendo de 377,4 %, 247,6 % e 370,0 %, respectivamente. Entre os anos de 2010 e 2019, também houve aumento no PIB dos três municípios, sendo este aumento, respectivamente de 215,9 %, 85,7 % e 81,8 %. Cabe destacar que o município de Adrianópolis-PR subiu de posição no ranking dos municípios brasileiros, saindo da posição 3.308^º no ano de 2010, para a posição 2.558^º no ano de 2019.

2.1 Descrição das atividades desenvolvidas

2.1.1 Seleção das áreas de estudo

As imagens de satélites e fotografias aéreas disponíveis das propriedades das famílias agricultoras tradicionais adeptas aos sistemas agroflorestais agroecológicos e associadas à Cooperafloresta, nos anos de 2001, 2010 e 2021, localizadas nos municípios de Adrianópolis-

PR, Barra do Turvo-SP e Bocaiúva do Sul-PR, foram verificadas visando à exclusão daquelas que apresentassem problemas de visualização da propriedade (como a presença de nuvens, principalmente). Em relação à seleção das propriedades não adequadas aos sistemas agroflorestais, os critérios de seleção foram: i) a propriedade estar cadastrada no CAR (2021), pois os perímetros das propriedades não adequadas foram retirados do CAR; ii) foram descartadas as propriedades que se sobrepunham, assim como as propriedades com áreas maiores que 100 ha.

Na escolha das propriedades não adequadas, priorizou-se as propriedades com área total similar às das propriedades adequadas estudadas, assim como propriedades estarem localizadas próximas às áreas das famílias associadas à Cooperafloresta. Buscando-se assim, quantificar uma área total aproximada, nos dois critérios pesquisados (adequadas e não adequadas aos sistemas agroflorestais). Cabe destacar que, no ano de 2021, a quantidade total de agricultores/as cooperados à Cooperafloresta era de 85, mas por serem membros da mesma família e trabalharem nas mesmas propriedades rurais, esses agricultores estavam vinculados ao total de 46 propriedades, totalizando uma área de 956,00 ha, aproximadamente, distribuída nos municípios de Adrianópolis-PR, Barra do Turvo-SP e Bocaiúva do Sul-PR.

Foram selecionadas 21 propriedades de famílias adequadas aos sistemas agroflorestais agroecológicos e associadas à Cooperafloresta, o que correspondeu a uma amostra de: 45,65 % do total das propriedades rurais das famílias associadas. Visando comparar os dados encontrados, foram também pesquisadas 21 propriedades de famílias não adequadas aos sistemas agroflorestais.

2.1.2 Elaboração dos mapas e identificação das classes de ocupação e uso do solo

Os mapas foram produzidos utilizando-se o programa ArcGIS 10.5, a partir da interpretação das imagens de satélites e fotografias aéreas (cartas topográficas adquiridas junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE - escala: 1:50.000; fotografias aéreas de alta resolução, referente ao Mosaico da Juréia, disponibilizadas pelo Instituto Florestal - IF - escala: 1:25.000, identificadas pelos seguintes códigos: PPMA22-G-4, PPMA22-F-4, PPMA22-F-5 e PPMA22-G-5, para o ano de 2001; cartas topográficas do Instituto Geográfico e Cartográfico do Governo do Estado de São Paulo - IGC - escala: 1:25.000, identificadas pelos seguintes códigos: SG-22-X-B-V-4-NE, SG-22-X-B-VI-3-NO, SG-22-X-B-VI-3-SO e SG-22-X-B-V-4-SE, para o ano de 2010; imagens de satélites obtidas pelo Google Earth

Pro, para o ano de 2021, georreferenciadas pelo programa SAS.Planet) tendo sido classificadas cinco classes de ocupação e uso do solo, sendo estas:

- **Floresta:** formação vegetal com a predominância de árvores nativas da Mata Atlântica em estágio médio e avançado de regeneração. No caso da pesquisa realizada, representada pela *Floresta Ombrófila Densa* (Figura 2) e *Floresta Ombrófila Mista*.

Figura 2 – Imagens da classe floresta, visão geral (A) e em detalhe (B) da *Floresta Ombrófila Densa* nos locais onde a pesquisa foi realizada.



Fonte: arquivo dos autores.

B

- **Pastagem:** sendo estas manejadas ou não manejadas com a presença predominante de gramíneas como: braquiária (*Brachiaria* sp.), capim-gordura (*Melinis minutiflora*), com ou sem

a presença de regeneração natural de espécies pioneiras nativas da região, como: assapeixe (*Vernonanthura phosphorica*) e jaborandi (*Piper aduncum*), principalmente (Figura 3).

Figura 3 – Imagens da classe pastagem, visão geral (A) e em detalhe (B) de exemplos de pastagens encontradas nos locais onde a pesquisa foi realizada.



A



B

Fonte: arquivo dos autores.

- **Agrofloresta:** sistemas agroflorestais agroecológico com a presença de diversas espécies nativas e exóticas, apresentando estratificação e sucessão ecológica. Além de, periodicamente, serem realizados manejos de capina seletiva, podas, plantios de enriquecimentos e de renovações (Figura 4).

Figura 4 - Imagens da classe agrofloresta, visão geral (A) e em detalhe (B) de sistemas agroflorestais em estágio avançado de desenvolvimento onde a pesquisa foi realizada.



A

Regional development; Public policy; Honey production; APL Apiculture; Honey production chain.



B

Fonte: arquivo dos autores.

- **Agricultura:** plantios de espécies agrícolas anuais (como milho, feijão, mandioca, etc...) ou perenes (frutíferas ou florestais, como banana, pupunha, pinus, etc) geralmente em monocultura (Figura 5).

Figura 5 – Exemplo da classe agricultura (plantio de feijão) onde a pesquisa foi realizada.



Fonte: arquivo dos autores.

- **Infraestrutura:** construções civis, como casas, barracões, currais, além de tanques para criação de peixes entre outros (Figura 6).

Figura 6 – Exemplo de construção rural referente a classe infraestrutura, encontrada nos locais onde a pesquisa foi realizada.



Fonte: arquivo dos autores.

Cabe destacar a necessidade de extrema atenção na identificação da classe agrofloresta através das fotografias aéreas e imagens de satélite, principalmente porque as agroflorestas em estágio avançado de desenvolvimento podem ser, serem facilmente confundidas com a classe floresta. Sendo, assim, foi fundamental a checagem de campo dessa classe.

2.1.3 Checagem de campo

A confirmação das categorias de ocupação e uso do solo (floresta, agrofloresta, agricultura, pastagem e infraestrutura) foi realizada a partir de checagens de campo, quando necessário (devido à dificuldade de interpretação de alguns trechos das fotografias aéreas e imagens de satélites, encontrados nas propriedades pesquisadas). Estas checagens consistiram em visitas às propriedades rurais pesquisadas visando a marcação de pontos de referência, com auxílio de GPS, e a confirmação ou correção da classe de ocupação e uso do solo nas propriedades durante o ano de 2021. Nos anos de 2001 e 2010, a confirmação ou correção das informações para a elaboração dos mapas, foram obtidas a partir da declaração dos/as proprietários/as.

2.1.4 Finalização dos mapas e cálculo da área ocupada por cada classe

Concluída a checagem de campo, os mapas foram finalizados, para cada propriedade pesquisada e para cada um dos anos (2001, 2010 e 2021). Sendo que as áreas de cada uma das classes, em cada um dos mapas, nos três anos e nos dois diferentes grupos (propriedades adeptas e não adeptas aos sistemas agroflorestais) foram contabilizadas. Estas informações foram transformadas em tabelas e gráficos e, posteriormente, analisadas e discutidas.

2.1.5 Análise estatística

A partir das informações referentes às áreas ocupadas por cada classe de ocupação e uso do solo (floresta, agrofloresta, agricultura, pastagem e infraestrutura), nas propriedades adeptas e não adeptas aos sistemas agroflorestais e nos anos pesquisados (2001, 2010 e 2021), realizou-se Análise de Variância (ANOVA) através do programa PAST4.04, sendo calculados desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV), variância, F calculado, F crítico, valor de P e Teste de Tukey (nível de significância de 5 %). Sendo que o objetivo da ANOVA foi verificar a existência de diferenças significativas no tamanho das áreas (de cada classe), nos anos

pesquisados e nas propriedades adequadas e não adequadas, além de verificar a existência de diferença significativa no tamanho das áreas (de cada classe) entre as propriedades adequadas e não adequadas, nos anos pesquisados.

3 Resultados e discussão

A quantidade total de mapas produzidos e verificados foi de 126, sendo três mapas (referentes aos anos de 2001, 2010 e 2021) para cada uma das 42 propriedades pesquisadas (21 adequadas e 21 não adequadas aos sistemas agroflorestais). A área total analisada nesta pesquisa, somada todas as propriedades foi de: 983,25 ha, sendo 472,78 ha de propriedades adequadas e 510,47 ha de propriedades não adequadas. O tamanho médio das propriedades nas propriedades adequadas foi de 22,51 ha e das propriedades não adequadas foi de 25,10 ha.

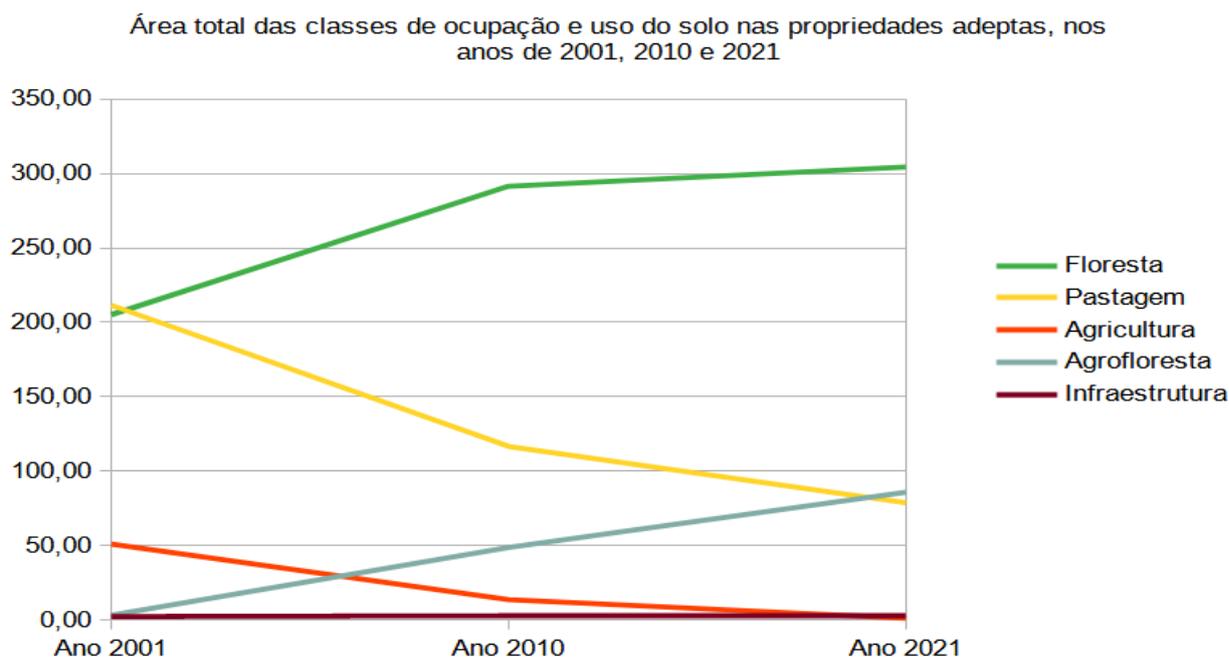
Os valores referentes às classes de ocupação e uso do solo encontradas nas propriedades adequadas aos sistemas agroflorestais, entre os anos de 2001, 2010 e 2021, apresentaram diferença significativa da porcentagem de ocupação da classe pastagem entre os anos de 2001 e 2010, e entre os anos de 2001 e 2021, sendo que não houve diferença significativa entre os anos de 2010 e 2021 (Tabela 1). Comparando os anos de 2001 e 2010 das propriedades adequadas, destaque para a classe agrofloresta que em 2001 apresentou área de 3,03 ha, sendo que até o ano de 2010 esta área havia aumentado 45,64 ha, alcançando o valor de 48,67 ha, representando assim um considerável e significativo aumento de 1.505,01 % neste período.

A classe floresta também apresentou aumento, partindo de 205,11 ha em 2001 e alcançando a área de 291,49 ha, representando um aumento de 42,11 %. Assim como a classe infraestrutura que também apresentou aumento, neste caso de 20,23 % (0,43 ha), pois em 2001 apresentou área de 2,15 ha e em 2010 alcançou a área de 2,58 ha. Por outro lado, as classes pastagem e agricultura, apresentaram reduções de suas áreas. A classe pastagem com área de 211,51 ha em 2001, reduziu para 95,00 ha (-44,91%) e passou a ocupar 116,51 ha em 2010, enquanto a classe agricultura com área de 50,98 ha em 2001, reduziu para 37,55 ha (-73,66 %) e passou a ocupar 13,43 ha em 2010 (Gráficos 1 e 2).

Entre os anos de 2010 e 2021 também ocorreram variações nas áreas ocupadas pelas diferentes classes, sendo que o maior ganho ocorreu, também na classe agrofloresta com aumento de 37,15 ha (76,32 %), totalizando 85,82 hectares no ano de 2021. Nas classes floresta e infraestrutura, também ocorreram aumento de suas áreas de 12,95 ha (4,44 %) e 0,38 ha (14,82 %), respectivamente, totalizando 304,44 ha de floresta e 2,97 ha de infraestrutura no ano

de 2021. As reduções ocorreram nas classes pastagem e agricultura, sendo que 37,87 ha (-32,50 %) foi a área ocupada por pastagem, totalizando no ano de 2021 área de 78,64 ha; agricultura reduziu para 12,52 ha (-93,21 %), totalizando área de 0,91 ha no ano de 2021 (Gráficos 1 e 2).

Gráfico 1 - Representação da variação da área total em hectares ocupada pelas diferentes classes de ocupação e uso do solo nas propriedades adepts aos sistemas agrofloretais (anos 2001, 2010 e 2021)



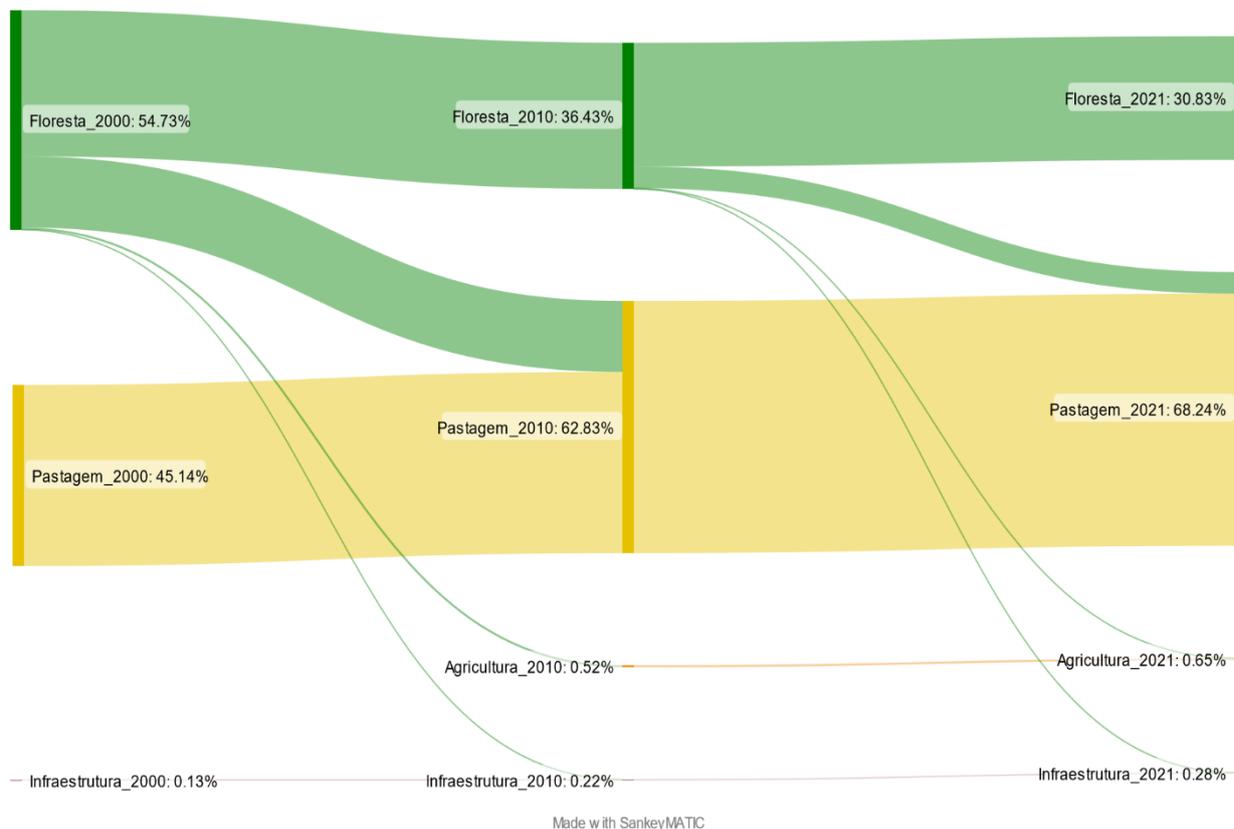
Fonte: elaborado pelos autores.

A análise de variação das classes de ocupação uso do solo, considerando aumentos e reduções durante o período total pesquisado, calculou-se esta variação entre os anos de 2001 e 2021, obtendo-se os valores: a classe que apresentou maior variação foi a pastagem com redução de 132,87 ha (-62,82 %); seguida da floresta com aumento de 99,33 ha (48,43 %); agricultura com redução de 50,06 ha (-98,21 %) e infraestrutura com aumento de 0,82 ha (38,05 %). Proporcionalmente, a classe que apresentou a maior variação positiva de ocupação e uso do solo, entre os anos de 2001 e 2021, foi a agrofloresta com aumento de 2.729,00 % de sua área (passou de 3,03 ha, em 2001, para 85,82 ha em 2021), como ilustra o gráfico 1 e representado através de fluxograma no gráfico 2.

Os valores referentes às classes de ocupação e uso do solo encontradas nas propriedades não adepts aos sistemas agrofloretais, entre os anos de 2001, 2010 e 2021, apresentaram diferenças na porcentagem de ocupação da classe pastagem entre os anos de 2001 e 2010, e entre os anos de 2001 e 2021, sendo que não houve diferença entre os anos de 2010 e 2021

(Tabela 1). A ocupação e uso do solo, pelas diferentes classes encontradas, apresentou diferenças nas propriedades não adequadas aos sistemas agroflorestais entre os anos de 2001, 2010 e 2021 (Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5).

Gráfico 2 - Representação do fluxo de ganhos e perdas de área em porcentagem, nos anos de 2001, 2010 e 2021, das classes de ocupação e uso do solo nas propriedades adequadas aos sistemas agroflorestais, através do Diagrama de Sankey.

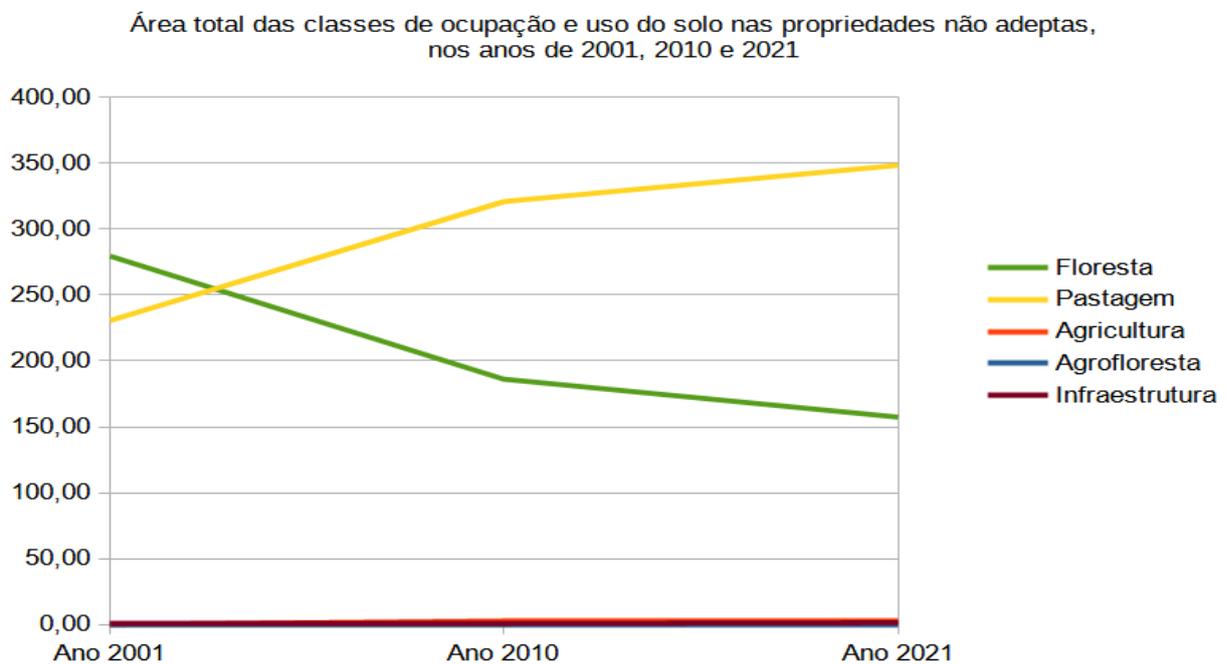


Fonte: elaborado pelos autores.

Entre os anos de 2001 e 2010, destaque para a classe pastagem que em 2001 apresentou área de 230,45 ha e em 2010 esta área havia aumentado 90,30 ha (39,19 %), alcançando a área de 320,75 ha. A classe infraestrutura também apresentou aumento partindo de 0,65 ha em 2001 e alcançando o valor de 1,10 ha, representando assim um aumento de 69,77 %. Assim como a classe agricultura o aumento foi de 2,67 ha, sendo este o valor total desta classe para o ano de 2010, pois não foi contabilizada nenhuma área desta classe para o ano de 2001 (Gráficos 3 e 4).

Por outro lado, a classe floresta foi a única que apresentou redução de área, sendo esta de 93,42 ha entre os anos de 2001 (279,38 ha) e 2010 (185,95 ha), uma redução proporcional de 33,44 % neste período. Cabe destacar que a classe agrofloresta, por se tratar das propriedades não adequadas, não sofreu alteração de sua área em nenhum dos três anos pesquisados, permanecendo, assim, com 0,00 ha (Gráficos 3 e 4).

Gráfico 3 - Representação da variação nos anos de 2001, 2010 e 2021, da área total em hectares ocupada pelas diferentes classes de ocupação e uso do solo nas propriedades não adequadas aos sistemas agroflorestais.

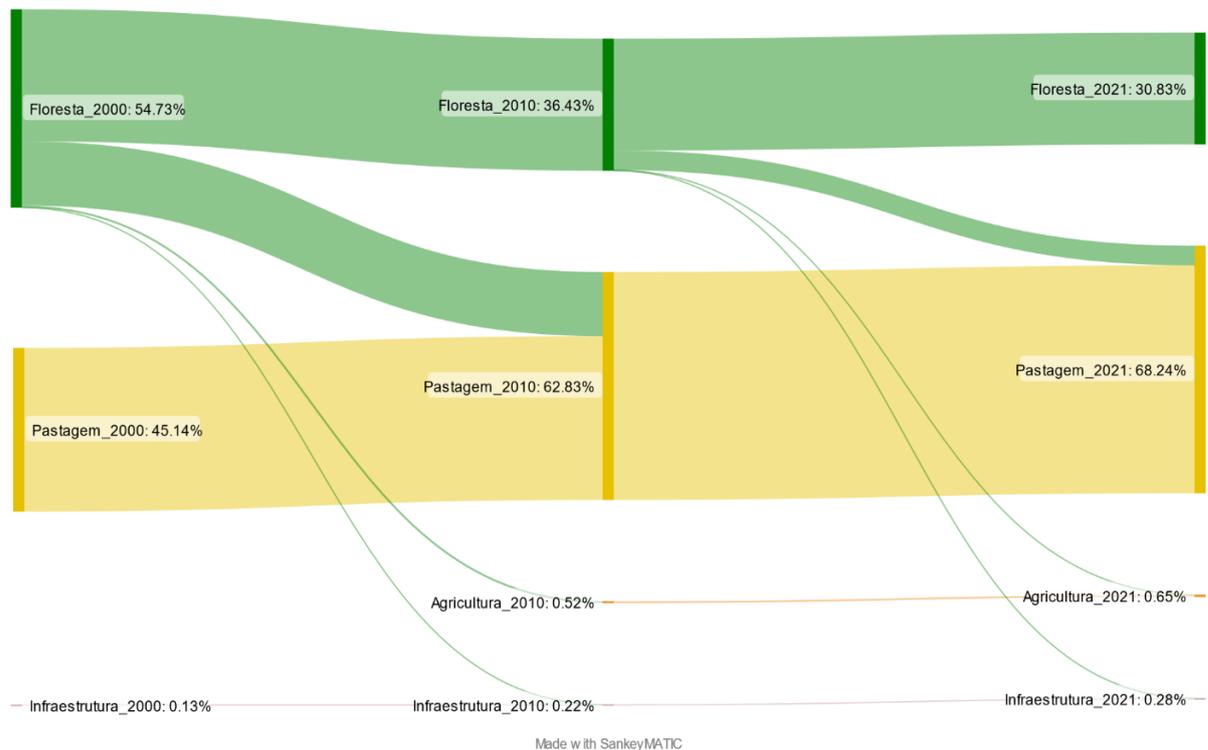


Fonte: elaborado pelos autores.

Entre os anos de 2010 e 2021 também ocorreram variações nas áreas ocupadas pelas diferentes classes, sendo que o maior aumento ocorreu na classe pastagem com aumento de 27,60 ha (8,61 %), totalizando 348,35 ha no ano de 2021. As classes agricultura e infraestrutura também apresentaram aumentos, sendo de 0,64 ha (23,99 %) para a agricultura e de 0,31 ha (28,55) para infraestrutura, totalizando, assim, para o ano de 2021, áreas de 3,31 ha e 1,42 ha, respectivamente (Gráfico 3 e 4). A única classe que apresentou redução de área entre os anos de 2010 e 2021, foi a floresta, com redução de 28,56 ha, que corresponde a -15,36 %, totalizando uma área de 157,39 ha (Gráficos 3 e 4).

A variação entre aumentos e reduções durante o período total pesquisado, está apresentada nos gráficos 3 e 4 onde observa-se que a variação entre o ano de 2001 a 2021, indicou: a maior variação ocorreu na classe floresta com redução de 121,98 ha (-43,66 %); seguida da pastagem, com aumento de 117,90 ha (51,16 %); agricultura com aumento de 3,31 ha e infraestrutura com aumento de 0,77 ha (118,24 %). Sendo que a classe infraestrutura apresentou a maior diferença proporcional entre os anos de 2001 e 2021.

Gráfico 4 - Representação do fluxo de ganhos e perdas de área (em %), nos anos de 2001, 2010 e 2021, das classes de ocupação e uso do solo nas propriedades não adequadas aos sistemas agroflorestais, através do Diagrama de Sankey.



Fonte: elaborado pelos autores.

As variações de aumentos e reduções de área em cada classe de ocupação e uso do solo entre os anos de 2001-2010 e 2010-2021, pode ser observado no gráfico 3 e representado através de fluxograma no gráfico 4, os quais evidenciaram que nas propriedades não adequadas ocorreu o contrário quando comparado com as propriedades adequadas aos sistemas agroflorestais. A área da classe floresta reduziu em contraste do elevado aumento de área da classe pastagem, principalmente entre os anos de 2001-2010.

3.1 Avaliação da ocupação e uso do solo nas propriedades adequadas e não adequadas aos sistemas agroflorestais

Considerando-se as diferenças de ocupação e uso do solo das classes no ano de 2001, a pastagem não apresentou diferença significativa entre as propriedades adequadas e não adequadas, mas entre os anos de 2010 e 2021 houve variação (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise estatística da ocupação e uso do solo (em %) da classe pastagem nas propriedades adequadas e não adequadas aos sistemas agroflorestais, entre 2001, 2010 e 2021.

Classe / Ano	Pastagem (%)					
	2001		2010		2021	
	Adequadas	Não adequadas	Adequadas	Não adequadas	Adequadas	Não adequadas
Média	46,30	49,28	21,64	68,77	12,68	72,93
DP	16,54	25,66	15,71	17,43	12,71	15,51
CV	35,71	52,06	72,60	25,34	100,21	21,27
Variância (s ²)	273,45	658,19	246,81	303,65	161,55	240,64
F calculado	0,20		84,74		189,49	
F crítico	4,08		4,08		4,08	
Valor p	0,66		2.10 ⁻¹¹		1.10 ⁻¹⁶	

Fonte: elaborado pelos autores.

A classe floresta, no ano de 2001, assim como a classe pastagem, não apresentaram diferenças significativas entre as propriedades adequadas e não adequadas, mas entre 2010 e 2021 houve diferença entre as propriedades adequadas e não adequadas nessa classe (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise estatística da ocupação e uso do solo (em %) da classe floresta nas propriedades adequadas e não adequadas aos sistemas agroflorestais, entre 2001, 2010 e 2021

Classe / Ano	Floresta (%)					
	2001		2010		2021	
	Adequadas	Não adequadas	Adequadas	Não adequadas	Adequadas	Não adequadas
Média	38,52	50,55	58,99	30,68	60,73	26,28
DP	13,54	25,69	15,51	17,12	23,96	15,23
CV	35,14	50,83	26,29	55,78	39,46	57,95
Variância	183,25	660,05	240,60	292,96	574,26	232,01
F calculado	3,60		31,54		30,91	
F crítico	4,08		4,08		4,08	
Valor p	0,06		0,000002		0,000002	

Fonte: elaborado pelos autores.

No ano de 2001 a classe agricultura, apresentou diferença entre as propriedades adequadas e não adequadas, nos anos de 2010 e 2021, não houve diferença entre as propriedades (Tabela 3).

Tabela 3 - Análise estatística da ocupação e uso do solo (em %) da classe agricultura nas propriedades adequadas e não adequadas aos sistemas agroflorestais, entre 2001, 2010 e 2021

Classe / Ano	Agricultura (%)					
	2001		2010		2021	
	Adequadas	Não adequadas	Adequadas	Não adequadas	Adequadas	Não adequadas
Média	13,92	0,00	5,86	0,24	0,58	0,36
Desvio Padrão	15,98	0,00	13,84	0,70	2,03	0,81
CV	114,79	--	236,24	288,04	350,73	224,30
Variância	255,27	0,00	191,62	0,49	4,11	0,66
F calculado		15,94		3,45		0,21
F crítico		4,08		4,08		4,08
Valor p		0,0003		0,07		0,65

Fonte: elaborado pelos autores.

Em relação a classe agrofloresta, no ano de 2001, assim como ocorreu nas classes pastagem e floresta, não houve diferença entre as propriedades adequadas e não adequadas, mas nos anos de 2010 e 2021, esta classe apresentou diferença entre as propriedades (Tabela 4).

Tabela 4 – Análise estatística da ocupação e uso do solo (em %) da classe agrofloresta nas propriedades adequadas e não adequadas aos sistemas agroflorestais, entre 2001, 2010 e 2021

Classe / Ano	Agrofloresta (%)					
	2001		2010		2021	
	Adequadas	Não adequadas	Adequadas	Não adequadas	Adequadas	Não adequadas
Média	0,65	0,00	12,74	0,00	25,18	0,00
DP	2,10	0,00	14,83	0,00	25,24	0,00
CV	321,36	--	116,36	--	100,22	--
Variância	4,42	0,00	219,83	0,00	637,05	0,00
F calculado		2,03		15,51		20,91
F crítico		4,08		4,08		4,08
Valor p		0,16		0,0003		5.10 ⁻⁵

Fonte: elaborado pelos autores.

Por sua vez, a classe infraestrutura, não apresentou diferença entre as propriedades adequadas e não adequadas em nenhum dos anos pesquisados (Tabela 5).

Tabela 5 – Análise estatística da ocupação e uso do solo (em %) da classe infraestrutura nas propriedades adeptas e não adeptas aos sistemas agroflorestais, entre 2001, 2010 e 2021

Classe / Ano	Infraestrutura (%)					
	2001		2010		2021	
	Adeptas	Não adeptas	Adeptas	Não adeptas	Adeptas	Não adeptas
Média	0,60	0,18	0,77	0,30	0,82	0,43
DP	0,97	0,25	1,48	0,27	1,18	0,50
CV	161,52	139,60	193,25	88,23	144,11	117,02
Variância	0,95	0,06	2,19	0,07	1,40	0,25
F calculado		3,78		1,98		1,95
F crítico		4,08		4,08		4,08
Valor p		0,06		0,17		0,17

Fonte: elaborado pelos autores.

3.2 Discussão

Os resultados obtidos referentes à ocupação e uso do solo nas propriedades adeptas e não adeptas aos sistemas agroflorestais pesquisadas, nos anos de 2001, 2010 e 2021, indicam que diferentes fatores podem ter influenciado as famílias agricultoras. Nas propriedades adeptas, a presença dos sistemas agroflorestais está diretamente relacionada à participação das famílias na Cooperafloresta, associação e cooperativa (ambas com o mesmo nome fantasia). Sendo que esta iniciou as atividades no ano de 1996, tendo sido fundada como associação em 2003 e como cooperativa em 2012. Cabe destacar que algumas das famílias pesquisadas associaram-se no final da década de 1990 e outras no final da década de 2000.

Entre os principais motivos que contribuíram para a crescente ocupação das agroflorestras nestas propriedades está o fato da equipe técnica da Cooperafloresta (associação) ter conquistado e realizado em parceria com as famílias associadas e o apoio de outras organizações governamentais e não-governamentais, diversos projetos focados na assistência técnica e extensão rural. Estes projetos tinham como objetivo o planejamento, implantação e manejo de sistemas agroflorestais, assim como no fomento à comercialização e processamento dos alimentos produzidos, além de apoio na construção da organização social das famílias que compõem a Cooperafloresta.

Entre os diversos projetos desenvolvidos pela Cooperafloresta, cabe destaque para o “Projeto Agroflorestar”, patrocinado pela Petrobras, através de seus programas socioambientais. Aprovado no ano de 2010, contou com duas renovações, e teve seu término no ano de 2020.

Também cabe citar a Fundação Inter-Americana (IAF) com apoio à Cooperafloresta entre os anos de 2012 a 2019 e com o “Projeto Escola Agroflorestal”. Durante estes projetos ocorreram compras de mudas de espécies frutíferas e madeireiras (exóticas e nativas), mudas e sementes de espécies agrícolas (anuais e perenes), capacitações, intercâmbios entre famílias agricultoras, educação ambiental para crianças e jovens de escolas públicas, além de visitas de famílias agricultoras de outras regiões.

A comercialização dos alimentos produzidos pelas famílias associadas à Cooperafloresta também foi um importante fator para o desenvolvimento dos sistemas agroflorestais. Pois além da comercialização de produtos, in natura e processados, em feiras ecológicas de Curitiba-PR e lojas de produtos orgânicos, durante o período de 2007 a 2020, a Cooperafloresta acessou e continua acessando, através da equipe técnica, programas governamentais de comercialização de alimentos Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e Política Nacional de Alimentação Escolar (PNAE).

O PAA foi instituído pela Lei nº 10.696 (BRASIL, 2003) e o PNAE que apesar de existir desde 1955, teve importantes inovações em 2009 a partir da Lei nº 11.947 (BRASIL, 2009), que teve como objetivo incentivar a aquisição de alimentos diversificados, produzidos localmente e, preferencialmente, pela agricultura familiar. Estes programas, de extrema importância para diversas cooperativas do Vale do Ribeira (CHIODI et al., 2022), também contribuíram de maneira direta para incentivar as famílias agricultoras a plantarem e manejarem cada vez mais e, conseqüentemente, contribuir para o aumento das áreas de sistemas agroflorestais nas propriedades das famílias da Cooperafloresta, como pode ser observado nos resultados desta pesquisa.

A organização das famílias agricultoras familiares tradicionais e quilombolas em associação e cooperativa, além da parceria com outras organizações governamentais e não-governamentais (principalmente com associações e cooperativas de famílias agricultoras de outros municípios do Vale do Ribeira) contribuiu com a organização social, para viabilizar a comercialização e a captação de projetos, além da manutenção de equipe técnica.

A variação do tamanho médio das classes nas propriedades adeptas, apresentou aumento da área agroflorestal (4,09 ha) e das florestas (14,50 ha), enquanto a área média ocupada pelas pastagens diminuiu chegando ao valor de 3,74 ha, no ano de 2021. Estes valores, sugerem que a produção agroflorestal, utilizadas pelas famílias adeptas produziu e rendeu retorno econômico suficiente para manutenção das famílias. Assim como, a complexidade de manejo, necessidade de mão-de-obra para o manejo e a colheita; acentuada declividade,

impedem a utilização de equipamentos automotrizes para o desenvolvimento das atividades, contribuindo também para que áreas pequenas estejam mais adequadas ao manejo familiar.

Desta maneira, com o foco na produção agroflorestal, houve a diminuição das áreas ocupadas por pastagem. Esta, por sua vez, acabou sendo ocupada por espécies florestais pioneiras e, com o passar do tempo, transformando-se em floresta novamente (regeneração natural).

Segundo Borba-Niño et al. (2020) contribuir para a ocorrência da regeneração natural pode ser uma estratégia viável para a recuperação de áreas degradadas. Embora adotando uma metodologia diferente da pesquisa realizada, os resultados apresentados por Steenbock et al. (2013), corroboram com os resultados deste estudo. Das propriedades das famílias associadas à Cooperafloresta pesquisadas pelos autores no ano de 2011, 16 % eram cobertas por sistemas agroflorestais, 71 % por floresta nativa (diferentes estágios) e o restante (13 %) ocupado para outros fins (como infraestrutura e pastagem).

Por sua vez, o crescimento das áreas ocupadas por pastagem nas propriedades não adequadas aos sistemas agroflorestais pode estar relacionado ao incentivo e apoio de políticas estaduais, municipais e/ou privadas relacionadas a exploração de leite de búfala, como ocorrido nos anos posteriores a criação do Decreto nº 48.929.(SÃO PAULO, 2004) e Decreto nº 52.174 (SÃO PAULO, 2009), pelo governo do Estado de São Paulo. Estes incentivos, podem ter contribuído para o crescimento das pastagens nas propriedades pesquisadas, como apresentado nos resultados.

Mas, cabe ressaltar a necessidade de utilização de técnicas de baixo impacto ambiental que visem aumentar a produtividade de leite e diminuir a quantidade de área a ser utilizada. No Vale do Ribeira a bubalinocultura leiteira aumentou considerando as informações referentes a campanhas de vacinação contra a febre aftosa, obtidas na Defesa Agropecuária de São Paulo (2021) e da campanha de atualização de rebanhos, obtida na Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (2021). O Vale do Ribeira (SP e PR) possuía no ano de 2021, 152.339 cabeças de bovinos e 63.712 cabeças de bubalinos, aumento de 2,38 % e 72,97 %, respectivamente, em relação ao ano de 2017, quando comparado aos dados dos mesmos órgãos.

Em propriedades adequadas aos sistemas agroflorestais constatou-se na classe agricultura diminuição gradativa, e incremento ao sistema agroflorestal, devido possivelmente a estas serem, gradativamente, enriquecidas com outras espécies e, assim, formar um sistema agroflorestal. Enquanto nas propriedades não adequadas não houve diferença significativa entre os anos pesquisados, assim como não houve diferença significativa da área ocupada pela classe infraestrutura nas propriedades adequadas e não adequadas nos anos pesquisados.

4 Considerações finais

Os resultados apresentados demonstram que esta pesquisa atingiu os seus objetivos de classificar e quantificar as alterações na dinâmica da paisagem pela ocupação e uso do solo em propriedades rurais adeptas e não adeptas aos sistemas agroflorestais agroecológicos, localizadas no Vale do Ribeira (estados de SP e PR). Com isso, foi possível avaliar a contribuição da adoção dos sistemas agroflorestais na conservação ambiental e recuperação de áreas degradadas.

Algumas constatações podem ser destacadas. Uma delas é a de que presença da classe agrofloresta contribuiu de maneira significativa no aumento da área total de florestas e na diminuição da pastagem, nas propriedades adeptas aos sistemas agroflorestais, entre os anos de 2001 e 2021. Outra é a de que a classe pastagem nas propriedades não adeptas ao sistema agroflorestal contribuiu para a redução da classe floresta, entre os anos pesquisados. Por outro lado, nas propriedades adeptas, a maior parte da classe pastagem foi transformada em floresta e a classe agricultura foi convertida em agrofloresta.

Com isso, esta pesquisa comprovou a importância dos sistemas agroflorestais na dinâmica da paisagem nas propriedades pesquisadas, nos anos de 2001, 2010 e 2021, contribuindo para a recuperação de áreas degradadas devido ao aumento da vegetação florestal.

Por fim, é importante destacar que os resultados deste estudo, assim como sua continuidade e expansão, podem contribuir diretamente como subsídios para a elaboração de políticas públicas e apoio na gestão do território do Vale do Ribeira.

Agradecimentos

À CAPES pelo apoio financeiro com a bolsa de mestrado; às famílias agricultoras da Cooperafloresta e ao Projeto Agroflorestar Vale do Ribeira, patrocinado pela Petrobras; ao Instituto de Pesquisa Ambiental (IPA) e à Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Referências

ADAPAR, Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. **Campanha de atualização do rebanho – 2021**. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2021-09/rebanho2021.pdf. Acesso em: fev./2022.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorol Z**, Fast Track Article, p. 1-18, 2013.

ARRUDA, V. L. S.; PIONTEKOWSKI, V. J.; ALENCAR, A.; PEREIRA, R. S.; MATRICARDI, E. A. T. An alternative approach for mapping burn scars using Landsat imagery, Google Earth Engine, and Deep Learning in the Brazilian Savanna, **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, volume 22, 2021.

BORBA-NIÑO, M.; MELI, P.; BRANCALION, P. H. S. Drivers of tropical forest cover increase: a systematic review. **Land Degradation & Development**, vol. 31:11, 2020.

BRASIL, Lei nº 10.696, de 02 de julho de 2003. Dispõe sobre a repactuação e o alongamento de dívidas oriundas de operações de crédito rural, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 de julho. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.696.htm. Acesso em: ago./2022.

BRASIL, Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica; altera as Leis nº 10.880, de 9 de junho de 2004, 11.273, de 6 de fevereiro de 2006, 11.507, de 20 de julho de 2007; revoga dispositivos da Medida Provisória nº 2.178-36, de 24 de agosto de 2001, e a Lei nº 8.913, de 12 de julho de 1994; e dá outras providências **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 de junho. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11947.htm. Acesso em: ago./2022.

CAR, Cadastro Ambiental Rural. **Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <https://www.car.gov.br/publico/imoveis/index>. Acesso em: mar./2022.

CHIODI, R. E.; ALMEIDA, G. F.; ASSIS, L. H. B. Efeitos de políticas de compras institucionais sobre a organização de produtores familiares no Vale do Ribeira. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 60(3), e230363, 2022.

DEFESA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Fechamento da Campanha de Vacinação Contra Febre Aftosa – Etapa Maio/2021**. Disponível em: <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/estatisticas/fechamento-da-campanha-de-vacinacao-contrafebre-aftosa-etapa-maio-2021,4.html>. Acesso em: fev./2022.

DOUVILLE, H.; RAGHAVAN, K.; RENWICK, J.; ALLAN, R. P.; ARIAS, P. A.; BARLOW, M.; CERZOMOTA, R.; CHERCHI, A.; GAN, T. Y.; GERGIS, J.; JIANG, D.; KHAN, A.; POKAM MBA, W.; ROSENFELD, D.; TIERNEY, J.; ZOLINA, O. 'Water Cycle Changes. In: **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**' in MASSON-DELMOTTE, V., ZHAI, P., PIRANI, A., CONNORS, S. L., PEAN, C., BERGER, S., CAUD, N., CHEN, Y., GOLDFARB, L., GOMIS, M. I., HUANG, M., LEITZELL, K., LONNOY, E., MATTHEWS, J. B. R., MAYCOCK, T. K., WATERFIELD, T., YELEKCI, O., YU, R. AND ZHOU, B., eds., Cambridge University Press, In Press, 2021.

FASTRÉ, C.; POSSINGHAM, H. P.; STRUBBE, D.; MATTHYSEN, E. Identifying trade-offs between biodiversity conservation and ecosystem services delivery for land-use decisions. **Scientific Reports**, 10, nº 7971, 2020.

FENDRICH, A. N.; BARRETTO, A.; FARIA, V. G.; BASTIANI, F.; TENNESON, K.; PINTO, L. F. G.; SPAROVEK, G. Disclosing contrasting scenarios for future land cover in Brazil: Results from a high-resolution spatiotemporal model, **Science of The Total Environment**, volume 742, 2020.

FUNDAÇÃO PALMARES. (2022). Certidões Expedidas às Comunidades Remanescentes de Quilombos (CRQs), **publicada no D.O.U. de 22/08/22**. Disponível em: <https://www.palmars.gov.br/sites/mapa/crqs-estados/crqs-sp-22082022.pdf>. Acesso em: ago./2022.

GATTI, L. V., BASSO, L. S., MILLER, J. B., GLOOR, M., GATTI DOMINGUES, L., CASSOL, H. L. G., TEJADA, G., ARAGAO, L. E. O. C., NOBRE, C., PETERS, W., MARANI, L., ARAI, E., SANCHES, A. H., CORREA, S. M., ANDERSON, L., VON RANDOW, C., CORREIA, C. S. C., CRISPIM, S. P.; NEVES, R. A. L. Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change, *Nature*, 595(7867), 388-393, 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa da área de aplicação da Lei nº 11.428 de 2006** (Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008, publicado no Diário Oficial da União de 24 de novembro de 2008) - 2012. Disponível em https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/estudos_ambientais/biomas/mapas/lei11428_mata_atlantica.pdf. Acesso em: mai./2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/resultados-censo-agro-2017.html>. Acesso em: jul./2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades@**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: jul./2022.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. **Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [MASSON-DELMOTTE, V., ZHAI, P.; PIRANI, A.; CONNORS, S. L.; PÉAN, C.; BERGER, S.; CAUD, N.; CHEN, Y.; GOLDFARB, L.; GOMIS, M. I.; HUANG, M.; LEITZELL, K.; LONNOY, E.; MATTHEWS, J. B. R.; MAYCOCK, T. K.; WATERFIELD, T.; YELEKÇI, O.; YU, R.; ZHOU, B. (eds.)]. Cambridge University Press. In press, 2021.

JIA, G.; SHEVLIKOVA, E.; ARTAXO, P.; DE NOBLET-DUCOUDRÉ, N.; HOUGHTON, R.; HOUSE, J.; KITAJIMA, K.; LENNARD, C.; POPP, A.; SIRIN, A.; SUKUMAR, R.; VERCHOT, L. Land-climate interactions. In: **Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems** [SHUKLA, P. R.; SKEA, J.; CALVO BUENDIA, E.; MASSON-DELMOTTE, V.; PÖRTNER, H. O.; ROBERTS, D. C.; ZHAI, P.; SLADE, R.; CONNORS, S.; VAN DIEMEN, R.; FERRAT, M.; HAUGHEY, E.; LUZ, S.; NEOGI, S.; PATHAK, M.; PETZOLD, J.; PORTUGAL PEREIRA, J.; VYAS, P.; HUNTLEY, E.; KISSICK, K.; BELKACEMI, M.; MALLEY, J. (eds.)]. In press, 2019.

LIRA, P. K.; TAMBOSI, L. R.; EWERS, R. M., METZGER, J. P. Land-use and land-cover change in Atlantic Forest landscapes. *Forest Ecology and Management*, 278, p. 80–89, 2012.

SÃO PAULO. Decreto nº 48.929, de 09 setembro de 2004 (2004). Institui o Projeto Criação Paulista de Búfalos, com a implantação de módulos de criação no Vale do Ribeira. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, SP, 10 de setembro. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2004/decreto-48929-09.09.2004.html>. Acesso em: abr./2022.

SÃO PAULO. Decreto nº 52.174, de 19 de setembro de 2007 (2007). Altera e acrescenta dispositivos que especifica no Decreto 48.929, de 9 de setembro de 2004, que institui o Projeto Criação Paulista de Búfalos, com a implantação de módulos de criação no Vale do Ribeira. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, SP, 20 de setembro. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2007/decreto-52174-19.09.2007.html>. Acesso em: abr./2022.

SCHULTE, L. A.; DALE, B. E., BOZZETTO, S.; LIEBMAN, M.; SOUZA, G. M.; HADDAD, N.; RICHARD, T. L.; BASSO, B.; BROWN, R. C.; HILBERT, J. A.; GORDON ARBUCKLE, J. Meeting global challenges

with regenerative agriculture producing food and energy. **Nature Sustainability**, 5, 384-388, 2022.

STEENBOCK, W.; SILVA, R. O.; FROUFE, L. C. M.; SEOANE, C. E. Agroflorestas e sistemas agroflorestais no espaço e no tempo. In: STEENBOCK, W.; COSTA E SILVA, L.; SILVA, R. O.; RODRIGUES, A. S.; PEREZ-CASSARINO, J.; FONINI, R.; SEOANE, C. E. S.; FROUFE, L. C. M.

Agrofloresta, ecologia e sociedade. Curitiba: Kairós. p. 39-60, 2013.

SOUZA, C. M., JR.; Z. SHIMBO, J.; ROSA, M. R.; PARENTE, L. L.; ALENCAR, A.; RUDORFF, B. F. T.; HASENACK, H.; MATSUMOTO, M.; FERREIRA, L. G.; SOUZA-FILHO, P. W. M.; DE OLIVEIRA, S. W.; ROCHA, W. F.; FONSECA, A. V.; MARQUES, C. B.; DINIZ, C. G.; COSTA, D.; MONTEIRO, D.; ROSA, E. R.; VÉLEZ-MARTIN, E.; WEBER, E. J.; LENTI, F. E. B.; PATERNOST, F. F.; PAREYN, F. G. C.;

SIQUEIRA, J. V.; VIERA, J. L.; NETO, L. C. F.; SARAIVA, M. M.; SALES, M. H.; SALGADO, M. P. G.; VASCONCELOS, R.; GALANO, S.; MESQUITA, V. V.; AZEVEDO, T. Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. **Remote Sens.**, 12, 2735, 2020.

WINKLER, K.; FUCHS, R.; ROUNSEVELL, M.; HEROLD, M. Global land use changes are four times greater than previously estimated. **Nature Communications**, 12, 2501, 2021.

ZEMP, D. C.; SCHLEUSSNER, C. F.; BARBOSA, H. M. J.; RAMMIG, A. Deforestation effects on Amazon forest resilience', **Geophysical Research Letters**, 44(12), 6182-6190, 2017.