

UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA
INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL

OSCARINA TEODORA PRADO SANTOS SILVA

MUDANÇAS DE USO E COBERTURA DA TERRA E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS
EM PAISAGENS SOCIOECOLÓGICAS A PARTIR DA PERCEPÇÃO DE
PROPRIETÁRIOS RURAIS: ANÁLISE E COMPARATIVA ENTRE SUB-BACIAS

LAND USE CHANGE AND ECOSYSTEM SERVICES IN SOCIO-ECOLOGICAL
LANDSCAPES: PERCEPTIONS OF RURAL LANDOWNERS IN SUB-BASINS OF
PARAIBUNA, SP

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, SP

2025

OSCARINA TEODORA PRADO SANTOS SILVA

**MUDANÇAS DE USO E COBERTURA DA TERRA E SERVIÇOS
ECOSSISTÊMICOS EM PAISAGENS SOCIOECOLÓGICAS A PARTIR DA
PERCEPÇÃO DE PROPRIETÁRIOS RURAIS: ANÁLISE E COMPARATIVA
ENTRE SUB-BACAS**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, como complementação aos créditos necessários para obtenção do grau de Doutor em Planejamento Urbano e Regional.

Orientador: Prof. Dra. Maria Angélica Toniolo
Coorientador: Prof. Dr. Nathan David Vogt

Linha de Pesquisa: Planejamento, população e desenvolvimento socioambiental

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, SP
2025

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE DIVULGAÇÃO DA OBRA

Ficha catalográfica

Silva, Oscarina Teodora Prado Santos
Mudanças de uso e cobertura da terra e serviços
ecossistêmicos em paisagens socioecológicas a partir da percepção
de proprietários rurais: análise e comparativa entre sub-bacias
/ Oscarina Teodora Prado Santos Silva; orientadora, Maria
Angélica Toniolo; co-orientador Nathan David Vogt. - São José dos
Campos, SP, 2025.
162 p.

Tese (Doutorado) - Universidade do Vale do Paraíba, São José
dos Campos. Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e
Regional.

Inclui referências

1. Planejamento Urbano e Regional. 2. Ambiente. 3.
Hidrografia. 4. Mudanças climáticas. 5. Eventos externos. I.
Toniolo, Maria Angélica, orient. II. Vogt, Nathan David,
co-orient. III. Universidade do Vale do Paraíba. Programa de
Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional. IV. Título.

Eu, Oscarina Teodora Prado Santos Silva, autor(a) da obra acima referenciada:

Autorizo a divulgação total ou parcial da obra impressa, digital ou fixada em
outro tipo de mídia, bem como, a sua reprodução total ou parcial, devendo o
usuário da reprodução atribuir os créditos ao autor da obra, citando a fonte.

Declaro, para todos os fins e efeitos de direito, que o Trabalho foi elaborado
respeitando os princípios da moral e da ética e não violou qualquer direito de
propriedade intelectual sob pena de responder civil, criminal, ética e
profissionalmente por meus atos.

São José dos Campos, 22 de Setembro de 2025.

gov.br

Documento assinado digitalmente
OSCARINA TEODORA PRADO SANTOS SILVA
Data: 25/09/2025 15:44:55 (GMT)
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Autor(a) da Obra

Oscarina Teodora Prado Santos Silva

**“MUDANÇAS DE USO E COBERTURA DA TERRA E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS EM
PAISAGENS SOCIOECOLÓGICAS A PARTIR DA PERCEPÇÃO DE PROPRIETÁRIOS
RURAI: ANÁLISE E COMPARATIVA ENTRE SUB-BACIAS.”**

Tese aprovada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor, do Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Paraíba - Univap, pela seguinte banca examinadora:

Prof. ^a Dr. ^a Maria Angélica Toniolo	<i>Prof.^a Dr.^a Maria Angélica Toniolo</i>
Prof. Dr. Nathan David Vogt	<i>Prof. Dr. Nathan David Vogt</i>
Prof. ^a Dr. ^a Sandra Maria Fonseca da Costa	<i>Sandra Maria Fonseca da Costa</i>
Prof. Dr. Mario Valério Filho	<i>Prof. Dr. Mario Valério Filho</i>
Prof. Dr. Ademir Fernando Morelli – Unitau	<i>Prof. Dr. Ademir Fernando Morelli</i>
Prof. Dr. Rogério Ribeiro de Oliveira – PUC-RJ	 Documento assinado digitalmente ROGERIO RIBEIRO DE OLIVEIRA Data: 20/05/2025 17:39:57-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof.^a Dr.^a Juliana Ferreira Strixino
Diretora do IP&D – Univap
São José dos Campos, 06 de março 2025.

DEDICATÓRIA

Dedico esta pesquisa à memória de minha avó, Malvina Barbara Prado Santos, cuja sabedoria e generosidade abriram caminhos que moldaram quem sou. Foi ela quem me proporcionou as oportunidades e o acesso à educação que ampliaram minha visão do mundo e me ajudaram a compreender minhas próprias inquietações. Mesmo após sua partida, sua presença continua viva em cada passo da minha jornada, inspirando-me a seguir em frente.

Dedico também aos meus pais, especialmente à minha mãe Isabel, cujo apoio incondicional e valorização da educação sempre alimentaram meus sonhos. Eles acreditaram em mim até mesmo nos momentos em que eu duvidei, dando-me forças para persistir.

Por fim, dedico esta pesquisa às pessoas que ainda lutam pelo acesso a direitos básicos. É para elas que coloco meu conhecimento à disposição, com a esperança de contribuir para a redução das desigualdades e para a construção de um mundo mais justo, onde o mínimo necessário seja alcançado por todos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao universo por cada passo dado nesta jornada, repleta de aprendizados e de luzes que me guiaram em meio às sombras. Sou profundamente grata à minha família, que sempre priorizou minha educação e se esforçou para que eu pudesse abraçar tantas oportunidades de crescimento. Vocês foram o alicerce que sustentaram meus sonhos, permitindo que florescessem mesmo em solo árido.

Agradeço a minha companheira Juliane Maria, por ter acreditado e me incentivado desde o primeiro momento, por ter segurado minha mão em momentos em que me vi desacreditada, me fazendo caminhar e olhar por outras perspectivas.

Agradeço à CAPES e ao PPGPLUR por me oferecerem a chance de acessar um ensino gratuito e de qualidade em um país marcado pela injustiça e pela desigualdade, onde tantas portas permanecem fechadas. Essa oportunidade não é apenas um privilégio; é uma luz que brilha em meio à escuridão, iluminando o caminho de quem busca o conhecimento.

Sinto uma gratidão imensa pelos meus orientadores, que compartilharam seu conhecimento com generosidade e dedicação. Vocês me ensinaram que a pesquisa é uma arte que se faz com afeto, compromisso e paixão, e que o verdadeiro aprendizado se dá na troca e na reflexão. Cada ensinamento, cada conversa, e as dificuldades, moldaram não apenas meu trabalho, mas também meu ser.

Aos meus amigos de pós-graduação, em especial a Clazielle Cunha, meu sincero agradecimento pela companhia nesta caminhada. A partilha das experiências, os desafios e as vitórias tornaram essa jornada ainda mais significativa. Juntos, criamos um espaço de apoio e crescimento que levarei comigo para sempre.

Por fim, e não menos importante, cada proprietário e proprietária rural, e sua família, que ao longo da minha carreira tanto me ensina, e que neste processo, me recebeu de braços abertos e café a postos. Suas histórias e percepções não apenas possibilitaram o desenvolvimento do meu trabalho acadêmico, mas também tocaram profundamente meu coração, me permitindo crescer pessoalmente e profissionalmente. Vocês são parte essencial desta trajetória, e por isso sou eternamente grata.

“A literatura que nasce no meio rural é a expressão mais sincera de um Brasil que não pode ser esquecido.”

Antônio Candido

RESUMO

Esta Tese investiga as transformações no uso e na cobertura da terra ao longo das últimas quatro décadas em cinco sub-bacias hidrográficas localizadas no município de Paraibuna, na região do Vale do Paraíba Paulista: Pinhal, Fartura, Remedinho, Paraitinguinha e Itapeva. O objetivo central foi compreender como essas mudanças influenciam a provisão de serviços ecossistêmicos a partir da percepção dos proprietários rurais. A pesquisa parte do pressuposto de que as dinâmicas socioeconômicas, políticas e históricas que moldam o território resultam em diferentes estratégias de manejo da terra, com impactos diretos sobre a resiliência ecológica e o bem-estar das comunidades rurais. A metodologia adotada combina análise espacial e temporal de dados do MapBiomas (coleções 1985–2022), para identificar e quantificar as alterações no uso e cobertura do solo, com uma pesquisa de campo baseada em questionários semiestruturados aplicados a 16 proprietários e gestores rurais locais. Essa abordagem mista permitiu integrar dados quantitativos com percepções qualitativas, articulando o mapeamento das transformações da paisagem com os saberes e vivências dos atores sociais diretamente envolvidos na gestão do território. Os resultados sugerem a existência de um padrão de transição no uso e cobertura da terra, com indícios de substituição de áreas de vegetação florestal por monoculturas de pastagem e/ou silvicultura. Essa dinâmica tem sido percebida localmente como geradora de impactos contrastantes sobre os serviços ecossistêmicos. Em relatos e observações dos moradores, áreas com maior diversidade funcional são associadas a benefícios como melhor regulação hídrica, conservação do solo e suporte à biodiversidade. Por outro lado, territórios com predomínio de monoculturas foram frequentemente relacionados a sinais de degradação ambiental, como perda de biodiversidade funcional, pressão sobre os recursos hídricos e aumento da insegurança hídrica. Ressalta-se, contudo, que essas percepções devem ser analisadas à luz de suas condições socioterritoriais e da subjetividade inerente às experiências locais, não sendo necessariamente generalizáveis a outras realidades. As percepções dos moradores locais revelam mudanças no uso da terra que corroboram tendências já discutidas na literatura sobre paisagens socioecológicas, especialmente no que diz respeito à intensificação produtiva e à simplificação dos sistemas agroecológicos. Há um reconhecimento recorrente de que a substituição de vegetação nativa por monoculturas – como pastagens extensivas e silvicultura – tem gerado impactos negativos perceptíveis, como o aumento da compactação do solo, diminuição da infiltração de água e redução da diversidade de espécies, tanto vegetais quanto animais. Tais alterações são frequentemente associadas a maior vulnerabilidade hídrica e à degradação de nascentes. Por outro lado, também foram identificadas experiências locais positivas, ligadas à adoção de práticas conservacionistas e manejos integrados, como o plantio consorciado, a recuperação de matas ciliares e a contenção de processos erosivos, que contribuem para o fortalecimento da resiliência ambiental e social das sub-bacias. Essas experiências, ainda que pontuais, demonstram o potencial de estratégias baseadas no conhecimento ecológico local para promover a sustentabilidade em contextos rurais. A análise das sub-bacias estudadas revela que a sustentabilidade territorial está fortemente associada à presença de políticas públicas que reconhecem e valorizam práticas locais de conservação e produção. Constatou-se que em áreas onde programas como o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e o PRONAF estão ativos e articulados com organizações locais, há maior manutenção da vegetação nativa, uso mais racional dos recursos hídricos e diversificação produtiva. Tais políticas têm contribuído para fortalecer a agricultura familiar, incentivar práticas agroecológicas e promover a recuperação de áreas degradadas, evidenciando impactos positivos na provisão de serviços ecossistêmicos. Em contraste, nas sub-bacias com menor presença dessas iniciativas, predominam sistemas produtivos baseados na monocultura e no uso intensivo de insumos, com impactos negativos mais visíveis sobre a qualidade da água, o solo

e a biodiversidade. Conclui-se, portanto, que políticas públicas integradas e territorializadas, que conciliem conservação ambiental e viabilidade econômica com base nas potencialidades e saberes locais, são decisivas para a resiliência socioecológica dessas paisagens.

Palavras-chave: ambiente; hidrografia; mudanças climáticas; eventos extremos.

ABSTRACT

This thesis investigates land use and land cover changes over the past four decades in five sub-basins located in the municipality of Paraibuna, in the Paraíba Valley region of São Paulo State: Pinhal, Fartura, Remedinho, Paraitinguinha, and Itapeva. The main objective was to understand how these changes influence the provision of ecosystem services from the perspective of rural landowners. The research is based on the assumption that socioeconomic, political, and historical dynamics shaping the territory result in different land management strategies, with direct impacts on ecological resilience and the well-being of rural communities. The methodology combined spatial and temporal analysis of MapBiomass data (1985–2022 collections), used to identify and quantify land use and cover changes, with field research based on semi-structured questionnaires applied to 16 local landowners and rural managers. This mixed-method approach enabled the integration of quantitative data with qualitative perceptions, linking landscape transformation mapping with the knowledge and lived experiences of social actors directly involved in territorial management. The results suggest the existence of a transition pattern in land use and cover, with evidence of replacement of forested areas by pasture monocultures and/or silviculture. Locally, this dynamic has been perceived as generating contrasting impacts on ecosystem services. According to residents' reports and observations, areas with greater functional diversity are associated with benefits such as improved water regulation, soil conservation, and biodiversity support. On the other hand, territories dominated by monocultures were frequently linked to signs of environmental degradation, such as loss of functional biodiversity, pressure on water resources, and increased water insecurity. It is important to highlight, however, that these perceptions must be analyzed in light of their socioterritorial conditions and the subjectivity inherent to local experiences, and are not necessarily generalizable to other contexts. Local perceptions reveal land use changes that corroborate trends already discussed in the literature on socioecological landscapes, especially regarding productive intensification and the simplification of agroecological systems. There is a recurring recognition that the replacement of native vegetation by monocultures—such as extensive pastures and silviculture—has generated perceptible negative impacts, including increased soil compaction, decreased water infiltration, and reduced species diversity, both plant and animal. Such alterations are often associated with greater water vulnerability and the degradation of springs. On the other hand, positive local experiences were also identified, related to the adoption of conservationist and integrated practices, such as intercropping, riparian forest restoration, and erosion control. These practices contribute to strengthening the environmental and social resilience of the sub-basins. Although localized, they demonstrate the potential of strategies based on local ecological knowledge to foster sustainability in rural contexts. The analysis of the studied sub-basins reveals that territorial sustainability is strongly associated with the presence of public policies that recognize and value local conservation and production practices. It was observed that in areas where programs such as Payment for Ecosystem Services (PES), the National School Feeding Program (PNAE), and PRONAF are active and articulated with local organizations, there is greater maintenance of native vegetation, more rational use of water resources, and productive diversification. Such policies have contributed to strengthening family farming, encouraging agroecological practices, and promoting the recovery of degraded areas, showing positive impacts on the provision of ecosystem services. In contrast, in sub-basins with weaker presence of these initiatives, productive systems are predominantly based on monocultures and intensive use of inputs, with more visible negative impacts on water, soil, and biodiversity quality. It is concluded, therefore, that integrated and place-based public policies that reconcile

environmental conservation and economic viability, grounded in local potentialities and knowledge, are decisive for the socioecological resilience of these landscapes.

Keywords: environment; hydrography; climate change; extreme events.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma metodológico	37
Figura 2 - Desenho de Pesquisa.....	40
Figura 3 - Localização da Bacia do Rio Paraíba do Sul, porção paulista, e do Município de Paraibuna no Estado de São Paulo.	46
Figura 4 - Localização das Sub-bacias Seleccionadas dentro do Município de Paraibuna, dentro da Bacia do Rio Paraíba do Sul, porção paulista, SP.	48
Figura 5 - Representação cartográfica da área com as vias de acesso.....	52
Figura 6 - Hidrografia do Município de Paraibuna e das Sub-bacias de Estudo.....	53
Figura 7 - Áreas das sub-bacias de estudo e as delimitações do CAR – Cadastro Ambiental Rural.	65
Figura 8 - Imagem de drone da área 1 de estudo demonstrando as diferentes paisagens. A. Eucalipto e pastagem; B. Rodovia de acesso asfaltada; C. Corpo hidrico; D. Vista da área. ..	76
Figura 9 - Imagem de drone da área 2 de estudo demonstrando as diferentes paisagens. A. Paisagem; B. Pastagem; C. Corpo hidrico; D. Vista da área.....	77
Figura 10 - Imagem de drone da área 3 de estudo demonstrando as diferentes paisagens. A. Eucalipto e floresta; B. Área de eucalipto cortado; C. Área de vegetação nativa; D. Estrada de acesso.....	79
Figura 11- Imagem de drone da área 4 de estudo demonstrando as diferentes paisagens. A. vista da Paisagem; B. Área de vegetação nativa; C. Corpo hídrico; D. Rodovia de acesso e vista..	80
Figura 12 - Imagem de drone da área 5 de estudo demonstrando as diferentes paisagens. A. Corpo hídrico; B. Pastagem; C. Vegetação nativa; D. Vista da área.	82
Figura 13 - Transformações de uso e cobertura da terra na Sub-bacia Itapeva nos períodos 1985-1995-2005-2021.	85
Figura 14 - Transformações de uso e cobertura da terra na Sub-bacia do Fartura nos períodos 1985- 1995-2005-2021.	86
Figura 15 - Transformações de uso e cobertura da terra na Sub-bacia 1 nos períodos 1985-1995-2005-2021.....	87
Figura 16 - Transformações de uso e cobertura da terra na Sub-bacia 4 nos períodos 1985-1995-2005-2021.....	88
Figura 17 - Transformações de uso e cobertura da terra na Sub-bacia 3 nos períodos 1985-1995-2005-2021.....	90
Figura 18 - Mudança na sub-bacia por ano	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplos de serviços ecossistêmicos.	23
Tabela 2 - Sub-bacias e suas transformações de paisagens ao longo dos anos.	56
Tabela 3 - Mudanças de uso da terra nas cinco sub-bacias estudadas.....	91
Tabela 4- Impactos Percebidos e Percentual de Respostas pelos Proprietários Rurais da Sub-bacia do Itapeva.	96
Tabela 5- Percepções dos Impactos Ambientais e Sociais na Sub-bacia Itapeva: Quantidade e Qualidade da Água, Biodiversidade, Serviços Ecossistêmicos e Atividades Econômicas.	97
Tabela 6 - Impactos Percebidos e Percentual de Respostas pelos Proprietários Rurais da Sub-bacia do Fartura.	99
Tabela 7 - Percepções dos Impactos Ambientais e Sociais na Sub-bacia fartura: Quantidade e Qualidade da Água, Biodiversidade, Serviços Ecossistêmicos e Atividades Econômicas. ...	100
Tabela 8 - Impactos Percebidos e Percentual de Respostas pelos Proprietários Rurais da Sub-bacia Pinhal.	103
Tabela 9 - Percepções dos Impactos Ambientais e Sociais na Sub-bacia Pinhal: Quantidade e Qualidade da Água, Biodiversidade, Serviços Ecossistêmicos e Atividades Econômicas. ...	104
Tabela 10 - Impactos Percebidos e Percentual de Respostas pelos Proprietários Rurais da Sub-bacia Paraitinguinha.	105
Tabela 11 - Percepções dos Impactos Ambientais e Sociais na Sub-bacia Paraitinguinha: Quantidade e Qualidade da Água, Biodiversidade, Serviços Ecossistêmicos e Atividades Econômicas.....	107
Tabela 12 - Impactos Percebidos e Percentual de Respostas pelos Proprietários Rurais da Sub-bacia remedinho.....	109
Tabela 13 - Percepções dos Impactos Ambientais e Sociais na Sub-bacia 3: Quantidade e Qualidade da Água, Biodiversidade, Serviços Ecossistêmicos e Atividades Econômicas. ...	111

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO	20
2.1	BACIA HIDROGRÁFICA.....	20
2.2	SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS.....	23
2.3	PAISAGEM.....	26
2.4	PAISAGENS SOCIOECOLÓGICAS.....	27
2.5	PERCEPÇÃO.....	29
2.6	MUDANÇAS DE USO E COBERTURA DA TERRA.....	31
3	METODOLOGIA	36
3.1	DESENHO DE PESQUISA.....	39
3.2	ÁREA DE ESTUDO.....	44
3.2.1	As Sub-bacias Selecionadas para o Estudo	47
3.3	DELIMITAÇÃO E ESCOLHA DAS ÁREAS DE ANÁLISE.....	48
3.4	ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	59
3.4.1	Coleta de dados primários	60
3.5	ENTREVISTAS.....	62
3.6	ANÁLISE INTEGRADA DE DADOS BIOFÍSICOS E SOCIOCULTURAIS.....	66
4	RESULTADOS	73
4.1	DADOS SOCIOECOLÓGICOS: CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS E AMBIENTAIS DAS CINCO SUB-BACIAS.....	75
4.1.1	Sub-bacia do Itapeva	75
4.1.2	Sub-bacia Fartura	77
4.1.3	Sub-bacia do Remedinho	78
4.1.4	Sub-bacia do Paraitinguinha	80
4.1.5	Sub-bacia do Pinhal	81
4.2	TRANSFORMAÇÕES SOCIOESPACIAIS.....	83
4.3	PERCEPÇÃO DOS PROPRIETÁRIOS RURAIS ACERCA DAS MUDANÇAS NO USO DA TERRA, RECURSOS HÍDRICOS E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NAS CINCO SUB-BACIAS.....	95
4.3.1	Sub-bacia Itapeva	95
4.3.2	Sub-bacia do Fartura	98
4.3.3	Sub-bacia Pinhal	101

4.3.4	Sub bacia Paraitinguinha	104
4.3.5	Sub-bacia Remedinho.....	108
4.4	COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE REMOTA PELO MAPBIOMAS E DA PERCEPÇÃO DOS PRODUTORES RURAIS SOBRE AS PAISAGENS E OS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS.....	116
4.4.1	Síntese dos resultados	118
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	128
	REFERÊNCIAS.....	136
	ANEXO A. TCLE.....	152
	ANEXO B. QUESTIONARIO.....	154

1 INTRODUÇÃO

Esta Tese tem como objetivo principal investigar os impactos das mudanças de uso e cobertura da terra ao longo das últimas décadas sobre a provisão de Serviços Ecossistêmicos (SE) em bacias hidrográficas, utilizando a percepção dos proprietários rurais como uma ferramenta central de análise. Entender a relação entre as transformações na paisagem e a manutenção dos serviços ecossistêmicos requer uma abordagem que considere as especificidades do território. Nesse contexto, a bacia hidrográfica se apresenta como uma unidade de planejamento ideal, pois permite uma análise integrada das interações entre o uso da terra e os processos ecológicos que ocorrem nesse espaço.

É importante destacar que as análises realizadas neste estudo envolvem elevada complexidade e que não se pretende, aqui, estabelecer correlações diretas entre variáveis ecológicas e práticas de manejo. O objetivo central é compreender, a partir da percepção dos proprietários rurais, os impactos percebidos sobre os serviços ecossistêmicos em diferentes contextos de uso da terra. A escolha da bacia hidrográfica como foco de estudo permite uma avaliação mais integrada de processos essenciais, como a regulação dos recursos hídricos, a proteção contra a erosão, a recarga de aquíferos e a mitigação de eventos climáticos extremos, como secas e inundações. Ao adotar essa perspectiva, torna-se possível observar como essas práticas influenciam tais processos em distintas paisagens, afetando diretamente a resiliência dos ecossistemas locais.

Assim, o estudo busca não apenas mapear essas dinâmicas, mas também identificar, com base nas percepções locais, as práticas de uso da terra que contribuem para a manutenção dos serviços ecossistêmicos, oferecendo subsídios relevantes para a formulação de políticas públicas voltadas à conservação e ao manejo sustentável das bacias hidrográficas.

Os conceitos de uso da terra e cobertura da terra são centrais nesta pesquisa, sendo amplamente discutidos na literatura de estudos ambientais e de planejamento territorial (Turner *et al.*, 2007; Lambin *et al.*, 2001; Foley *et al.*, 2005). De acordo com esses autores, o uso da terra refere-se às atividades humanas realizadas sobre uma área, como agricultura, pecuária, conservação e urbanização, que refletem os objetivos socioeconômicos de diferentes grupos (Turner *et al.*, 2007). Já a cobertura da terra diz respeito às características físicas observáveis na superfície, como vegetação nativa, áreas de pastagem, áreas cultivadas ou construídas, sendo resultado das dinâmicas naturais e das práticas humanas (Lambin *et al.*, 2001).

A interação entre o uso e a cobertura da terra é essencial para determinar a qualidade dos Serviços Ecossistêmicos (SE) fornecidos pelas bacias hidrográficas (Foley *et al.*, 2005). Os SE são classificados em três categorias principais: de provisão, de regulação e culturais, conforme detalhado pelo IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services).

Os serviços de provisão referem-se aos produtos diretamente obtidos dos ecossistemas, como água potável, alimentos, madeira e fibras. A conversão de áreas florestais para atividades agrícolas, por exemplo, pode aumentar a disponibilidade de alimentos, mas frequentemente compromete a qualidade e quantidade de água disponível, como discutido por Farley (2012). Já os serviços de regulação incluem processos como a regulação do clima, controle da erosão e purificação da água, sendo fortemente influenciados pela cobertura vegetal e pelo manejo da terra. A substituição de vegetação nativa por culturas agrícolas pode reduzir a capacidade de regulação hídrica de uma bacia, aumentando a vulnerabilidade a inundações e períodos de seca (Lambin *et al.*, 2001).

Os serviços culturais, por sua vez, englobam os benefícios não materiais proporcionados pelos ecossistemas, como a recreação, o turismo e a valorização de paisagens naturais. Segundo Farley (2012), esses serviços muitas vezes são subestimados nas análises econômicas, mas desempenham um papel importante na conexão das comunidades locais com seus territórios e na promoção do bem-estar social.

Neste estudo, a bacia hidrográfica é adotada como unidade de análise e planejamento por sua capacidade de integrar, de forma coerente, as interações entre atividades humanas e processos naturais, permitindo compreender como as mudanças no uso e cobertura da terra afetam distintos tipos de serviços ecossistêmicos (Chorley; Kennedy, 1971). A abordagem adotada possibilita uma leitura sensível aos efeitos dessas transformações sobre os ciclos hidrológicos e a provisão de serviços à sociedade, considerando que esses impactos se manifestam não apenas em indicadores ambientais, mas também nas experiências e percepções dos atores que habitam e manejam esses territórios. Assim, torna-se possível identificar padrões de mudança ao longo das últimas décadas e seus reflexos sobre o equilíbrio e a continuidade dos serviços ecossistêmicos (Stickler *et al.*, 2013). É importante destacar que esta pesquisa não tem como objetivo medir diretamente as dinâmicas das transformações no uso da terra, devido à complexidade e ao nível de especialização técnica exigidos para tal análise. Em vez disso, o estudo utiliza a percepção dos proprietários rurais como uma fonte valiosa de informação,

reconhecendo a importância de suas experiências e saberes locais para compreender as interações entre uso da terra, serviços ecossistêmicos e práticas de manejo sustentável.

A análise das dinâmicas de uso e cobertura da terra em diferentes sub-bacias é realizada a partir da aplicação de dados de sensoriamento remoto (MapBiomas) e comparada com a percepção dos moradores locais, com o objetivo de compreender como essas transformações impactam a provisão, regulação e os serviços culturais dos ecossistemas. A metodologia adotada nesta pesquisa caracteriza-se por uma abordagem mista, integrando dados qualitativos (entrevistas) e quantitativos (classificação de cobertura) para analisar as dinâmicas de uso e cobertura da terra em diferentes sub-bacias hidrográficas, bem como os impactos percebidos sobre os serviços ecossistêmicos. Essa estratégia metodológica permite a triangulação entre dados geoespaciais, entrevistas com proprietários rurais e a análise da percepção local, favorecendo uma compreensão das transformações socioambientais (Creswell; Clark, 2017; Bennett *et al.*, 2009).

Essa abordagem oferece subsídios importantes para a formulação de estratégias de manejo sustentável, já que a análise dessas dinâmicas pode identificar práticas que promovem a resiliência dos ecossistemas e sua adaptação às mudanças climáticas (Defries; Foley; Asner, 2004). Compreender as variações na cobertura da terra e dos impactos dessas mudanças na provisão de Serviços Ecossistêmicos (SE) orienta o desenvolvimento de estratégias de planejamento territorial. A integração do conhecimento sobre uso e cobertura da terra com a gestão das bacias hidrográficas contribui para a elaboração de políticas que conciliam a produção agrícola e a conservação ambiental.

Um fator central para o sucesso das estratégias de conservação envolve a inclusão dos diferentes atores, especialmente os proprietários rurais, no processo de gestão da terra e na formulação de políticas de restauração. A literatura destaca que a participação ativa desses atores nos processos decisórios é essencial para a construção de políticas públicas adaptadas às realidades locais e que atendam às necessidades específicas das comunidades (Folke, 2002; Brondizio; Ostrom; Young, 2009). Entretanto, as perspectivas e conhecimentos dos proprietários rurais muitas vezes permanecem subestimados na formulação de políticas, o que resulta em uma desconexão entre as práticas de manejo propostas e as condições reais de uso da terra (Adams, 2016; Moran; Ostrom, 2009). Essa lacuna compromete a eficácia das políticas de conservação, reforçando a necessidade de uma abordagem participativa que valorize o conhecimento local e promova uma gestão compartilhada e adaptativa dos recursos naturais.

Estudos mostram que políticas públicas que adotam uma abordagem verticalizada, com pouca participação dos atores locais, frequentemente agravam a degradação dos recursos naturais e comprometem a subsistência das comunidades (Agrawal, 2014; Defries; Foley; Asner, 2004; Rodriguez *et al.*, 2006). Essas políticas, ao desconsiderarem os saberes locais, tendem a implementar soluções descontextualizadas e, muitas vezes, ineficazes, que não levam em conta as especificidades regionais e as práticas tradicionais de manejo da terra. Isso reforça a importância de adotar práticas participativas, que permitem que as iniciativas de restauração e conservação sejam mais ajustadas às realidades locais e, portanto, mais sustentáveis.

A incorporação das perspectivas dos proprietários rurais pode possibilitar a formulação de estratégias que conciliem as demandas produtivas com as exigências de conservação ambiental. Práticas como o manejo integrado de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e a adoção de métodos de agricultura e pecuária sustentável representam iniciativas importantes para equilibrar produtividade e conservação dos serviços ecossistêmicos essenciais. No entanto, essas práticas por si só não indicam a incorporação direta das perspectivas dos produtores rurais. Para assegurar que a gestão das bacias hidrográficas seja verdadeiramente participativa, é fundamental promover espaços de diálogo e engajamento, como fóruns comunitários, comitês de bacias, câmaras técnicas, associações de produtores, etc., onde suas vozes, conhecimentos e demandas possam influenciar as decisões. Essa participação efetiva fortalece não apenas a sustentabilidade ambiental, mas também a resiliência social das comunidades locais diante das mudanças no uso da terra e das variações climáticas.

A presente pesquisa tem como objetivo geral a investigação da relação entre paisagens e serviços ecossistêmicos, compreendida a partir da percepção local. O estudo examina como as diferentes paisagens impactaram a provisão dos serviços ecossistêmicos em sub-bacias ao longo das últimas 4 décadas. Parte-se da premissa de que as diferentes trajetórias de mudança no uso e cobertura da terra ao longo das últimas quatro décadas impactaram a provisão de serviços ecossistêmicos de forma distintas, nas sub-bacias estudadas, e que tais impactos são perceptíveis pelos proprietários rurais que nelas vivem e atuam. Ainda, parte-se da hipótese de que as sub-bacias com maior cobertura florestal apresentam uma capacidade superior de regulação hídrica e maior resiliência diante de eventos climáticos extremos, em comparação com áreas predominantemente ocupadas por pastagens ou monoculturas de silvicultura.

Para alcançar esse objetivo geral, a pesquisa se desdobra em quatro objetivos específicos: (i) identificar e analisar os serviços ecossistêmicos fornecidos pelas sub-bacias, com base nas percepções dos proprietários rurais, destacando semelhanças e diferenças entre as

áreas estudadas; (ii) avaliar se a provisão desses serviços sofreu alterações relevantes ao longo do processo de transformação do uso e cobertura da terra; (iii) investigar se as sub-bacias que apresentaram aumento na cobertura florestal também demonstraram incremento na oferta de serviços de regulação, especialmente no que se refere à regulação hídrica e à mitigação de eventos climáticos extremos; e (iv) explorar de que forma os proprietários rurais percebem a relação entre a cobertura florestal, em especial nas áreas ripárias, e a provisão de serviços ecossistêmicos, considerando o papel dessas áreas na atenuação dos impactos das mudanças climáticas. Esta tese apresenta contribuições originais ao analisar as percepções de proprietários rurais sobre as mudanças na provisão de serviços ecossistêmicos em contextos de transformação da cobertura florestal, com ênfase no papel estratégico atribuído às áreas ripárias na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. Ao valorizar esses olhares locais, a pesquisa aproxima o conhecimento empírico de produtores rurais das discussões técnico-científicas sobre gestão ambiental e planejamento territorial, ampliando o repertório de estratégias socioecológicas voltadas à adaptação climática e à conservação dos ecossistemas.

A partir da articulação entre dados espaciais e o contexto das sub-bacias estudadas, a tese também contribui para o debate contemporâneo sobre a escassez hídrica e as mudanças climáticas, ao demonstrar como as transformações no uso e na cobertura da terra impactam serviços ecossistêmicos essenciais à sustentabilidade dos territórios rurais.

Do ponto de vista metodológico e epistêmico, a pesquisa destaca a importância de captar as nuances e subjetividades envolvidas nas transformações da paisagem, reconhecendo que o conhecimento científico pode – e deve – dialogar com outros modos de conhecer e habitar o território. Ao adotar uma abordagem sensível às múltiplas racionalidades presentes nas paisagens rurais, a tese fortalece os caminhos para uma ciência ambiental mais inclusiva, contextualizada e comprometida com a justiça socioambiental.

A pesquisa espera oferecer importantes subsídios para o campo do Planejamento Urbano e Regional, ao destacar a importância da integração entre o planejamento territorial e a conservação ambiental em bacias hidrográficas. A análise das dinâmicas de uso da terra e a identificação de padrões que favorecem a provisão de serviços ecossistêmicos fornecem ferramentas essenciais para o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes. Essas políticas podem promover o ordenamento territorial sustentável, considerando as especificidades regionais e o equilíbrio entre áreas rurais e urbanas, o que contribui para a construção de cidades mais resilientes e sustentáveis. Os resultados desta pesquisa têm o potencial de informar estratégias de manejo sustentável e políticas de conservação que

valorizem o saber local, contribuindo para uma gestão mais efetiva dos serviços ecossistêmicos e uma maior resiliência dos ecossistemas. O saber local pode ser entendido como o conjunto de conhecimentos, práticas e valores desenvolvidos por comunidades em interação contínua com o ambiente, baseando-se na observação, experiência e transmissão intergeracional. Valorizar esse saber amplia a efetividade das ações de gestão por possibilitar maior aderência às realidades territoriais, fortalecer a confiança entre gestores e comunidades e incorporar soluções adaptativas que já são testadas localmente. Como destacam Fernández-Llamazares et al. (2021), integrar os conhecimentos locais aos processos de tomada de decisão é essencial para a conservação biocultural e para a construção de estratégias mais resilientes e inclusivas em face das mudanças ambientais globais. A estrutura da tese é organizada em seis sessões. A primeira é esta introdução, onde apresenta-se a proposta deste estudo. A segunda sessão apresenta o referencial teórico, abordando conceitos centrais como serviços ecossistêmicos, governança participativa e as relações com uso e cobertura da terra. A terceira sessão detalha a metodologia, explicando os métodos de coleta e análise de dados, além dos critérios de seleção das áreas de estudo. A quarta sessão discute os resultados, identificando padrões de uso da terra que favorecem a provisão de serviços ecossistêmicos e a resiliência das bacias hidrográficas. Por fim, a quinta sessão apresenta as considerações finais, refletindo sobre as implicações dos resultados e propondo recomendações para a gestão sustentável dos recursos hídricos.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

Esta seção está estruturada em duas partes complementares. Na primeira, são apresentados os principais conceitos que embasam o estudo, incluindo bacia hidrográfica, serviços ecossistêmicos, resiliência, paisagem e paisagens socioecológicas. Esses conceitos são discutidos à luz da literatura especializada, com destaque para abordagens que reconhecem a paisagem como síntese das interações entre fatores biofísicos, sociais e culturais.

Na segunda parte, são discutidas as bases teóricas que justificam o uso da percepção dos proprietários rurais como técnica de coleta de dados, compreendendo-a como uma forma legítima de conhecimento situada, construída por meio da experiência cotidiana e da relação contínua com o território. Autores como Berkes *et al.* (2004) e Toledo e Barrera-Bassols (2008) são fundamentais para sustentar a ideia de que os saberes locais expressos por meio da percepção podem revelar dinâmicas ambientais não captadas exclusivamente por indicadores técnico-científicos. A percepção, portanto, é mobilizada aqui não apenas como fonte empírica, mas como categoria analítica, permitindo acessar as representações sociais sobre as mudanças na paisagem e seus impactos.

Além disso, a hipótese central da pesquisa — de que há uma relação entre a cobertura vegetal e a maior ou menor provisão de serviços ecossistêmicos — é sustentada por um conjunto de estudos já consolidados na literatura. Pesquisas como as de Stickler *et al.* (2013), Costanza *et al.* (1997), Daily (1997), e, mais recentemente, do IPBES (2019) demonstram que áreas com maior complexidade estrutural e diversidade funcional tendem a apresentar melhor desempenho na regulação hídrica, na conservação do solo e no suporte à biodiversidade. Essa base teórica confere respaldo à análise proposta, ao mesmo tempo em que permite uma leitura crítica e contextualizada dos resultados obtidos por meio da integração entre dados espaciais (como os do MapBiomas) e os relatos dos atores locais.

Assim, os conceitos e fundamentos teóricos aqui reunidos não apenas orientam o percurso metodológico da pesquisa, como também sustentam a construção das análises e interpretações apresentadas nos capítulos seguintes.

2.1 BACIA HIDROGRÁFICA

A bacia hidrográfica é amplamente reconhecida como uma unidade de referência para o planejamento e a gestão ambiental, por sua capacidade de integrar de forma coerente os

processos físicos, ecológicos e sociais que ocorrem no território. Trata-se de uma área delimitada por divisores topográficos naturais, onde toda a precipitação converge para um ponto comum de drenagem, como um rio, lago ou oceano (Tucci, 1997). Essa delimitação, orientada pela morfologia do relevo, estrutura os fluxos hídricos superficiais e subterrâneos e condiciona os processos de infiltração, escoamento e recarga de aquíferos, sendo, portanto, fundamental para a compreensão da dinâmica hidrológica e ambiental de uma região.

A partir de uma perspectiva sistêmica, a bacia hidrográfica é concebida como uma unidade funcional, cujos componentes interagem de forma interdependente. Christofolletti (1981) destaca que os processos de evapotranspiração, escoamento e armazenamento atuam de maneira articulada, moldando a paisagem e influenciando diretamente a qualidade e a disponibilidade de água. Essa abordagem permite uma leitura espacial e temporal dos processos naturais, possibilitando diagnósticos mais precisos sobre as pressões exercidas pelas atividades humanas e suas repercussões sobre os ecossistemas aquáticos e terrestres.

Diversos autores defendem o uso da bacia hidrográfica como unidade básica para a formulação de políticas públicas ambientais e para o monitoramento de impactos do uso da terra sobre os recursos naturais (Biswas; Bhasin; Ram, 1993), (Lima; Silva, 2024). Por abarcar simultaneamente variáveis biofísicas e socioeconômicas, a bacia permite análises integradas sobre os efeitos do desmatamento, da intensificação agrícola e da urbanização sobre a erosão do solo, a qualidade da água, a recarga de aquíferos e a provisão de serviços ecossistêmicos. Ab'Sáber (2003), ao compreender a bacia como unidade territorial de planejamento, enfatiza a inseparabilidade entre natureza e sociedade, indicando que a gestão de territórios deve considerar os condicionantes físicos, mas também os modos de ocupação, produção e apropriação do espaço.

Essa compreensão ganha ainda mais relevância diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas. Marengo e Alves (2015) argumentam que alterações no uso e cobertura da terra — sobretudo o avanço da urbanização e a expansão de monoculturas — impactam diretamente a regulação hidrológica das bacias, comprometendo sua capacidade de enfrentar eventos extremos como secas, enchentes e deslizamentos. Nesse cenário, torna-se urgente adotar abordagens integradas de planejamento que articulem conservação ambiental, segurança hídrica e adaptação climática.

Ao mesmo tempo, as bacias hidrográficas não devem ser compreendidas apenas como recortes físico-naturais, mas como paisagens socioecológicas, nas quais os sistemas ecológicos e sociais estão profundamente imbricados. Essa concepção, sustentada por autores como Berkes

et al. (2003), Folke *et al.*, 2002 e Ostrom (2009), destaca que os processos ecológicos são moldados pelas ações humanas, ao passo que os sistemas sociais dependem da integridade dos ecossistemas para sua sobrevivência. Assim, a gestão ambiental deve reconhecer e incorporar as múltiplas racionalidades e experiências locais no processo decisório, valorizando o conhecimento empírico e os modos de vida que emergem da convivência com o território.

Nesse contexto, esta pesquisa adota a bacia hidrográfica como unidade de análise com o objetivo de compreender como as transformações no uso e cobertura da terra impactam a provisão de serviços ecossistêmicos — tais como regulação do ciclo hidrológico, conservação do solo, suporte à biodiversidade e serviços culturais. A originalidade da abordagem está na articulação entre dados espaciais derivados de sensoriamento remoto (MapBiomas) e os saberes locais, acessados por meio das percepções de proprietários rurais.

A escolha da percepção como técnica de coleta de dados é fundamentada na literatura que reconhece o saber local como forma legítima de conhecimento, construído pela experiência cotidiana com o ambiente e transmitido ao longo das gerações (Toledo; Barrera-Bassols, 2008). A percepção é aqui concebida como categoria analítica, capaz de revelar representações sociais sobre a paisagem, identificar impactos sentidos no cotidiano e apontar práticas de manejo que, embora nem sempre formalizadas, contribuem para a resiliência dos ecossistemas.

A hipótese central da pesquisa — de que a cobertura vegetal influencia diretamente a oferta e a qualidade dos serviços ecossistêmicos — é sustentada por estudos consolidados, como os de Daily (1997), Costanza *et al.* (1997), Stickler *et al.* (2013), além de relatórios internacionais como o IPBES (2019). Tais estudos demonstram que áreas com maior diversidade funcional e cobertura florestal apresentam maior capacidade de manter o equilíbrio hidrológico, controlar a erosão, conservar a biodiversidade e oferecer benefícios diretos às comunidades humanas. Ao integrar essas evidências à análise da percepção dos atores locais, esta pesquisa busca construir um olhar mais sensível, situado e transdisciplinar sobre os processos de transformação da paisagem.

Adotar a bacia hidrográfica como unidade de análise, nesse sentido, não é apenas uma decisão metodológica, mas um posicionamento teórico que reconhece a complexidade e a interdependência dos sistemas naturais e sociais. Ao considerar que os proprietários rurais não apenas interferem nas dinâmicas da paisagem, mas também as experimentam e interpretam, esta pesquisa busca contribuir para um modelo de gestão ambiental mais inclusivo, participativo e enraizado nas realidades locais.

Em síntese, a presente tese se propõe a articular conceitos como bacia hidrográfica, serviços ecossistêmicos, paisagens socioecológicas e saber local, de modo a oferecer uma contribuição original para o campo da gestão ambiental. Ao incorporar a percepção dos proprietários rurais como lente de análise, busca-se ampliar a compreensão dos impactos territoriais das mudanças no uso da terra e, ao mesmo tempo, fortalecer as bases para políticas públicas mais justas, eficazes e sensíveis às especificidades dos territórios rurais.

2.2 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Os serviços ecossistêmicos (SE) representam os múltiplos benefícios que a natureza fornece à sociedade, sendo fundamentais para a manutenção da vida, o bem-estar humano e a sustentabilidade ambiental (MEA, 2005). Desde sua concepção no início dos anos 2000, o conceito vem sendo ampliado e aprofundado, incluindo não apenas bens materiais — como água, alimentos e fibras —, mas também valores simbólicos, espirituais e os processos ecológicos que sustentam os ecossistemas (Díaz *et al.*, 2015; IPBES, 2019). A interdependência entre os processos naturais e as práticas humanas evidencia os SE como uma ponte crítica entre ciência ecológica e política ambiental, especialmente no que se refere à gestão dos recursos hídricos.

Entre as tipologias propostas, a classificação mais difundida agrupa os SE em quatro categorias principais: provisão, regulação e culturais (MEA, 2005). Ainda que os serviços de suporte sejam fundamentais por manterem as bases ecológicas de todos os demais, este trabalho foca nas três primeiras categorias, articulando-as à paisagem das bacias hidrográficas — unidades territoriais e ecológicas que integram o relevo, os fluxos de água e a dinâmica dos usos da terra, sendo essenciais para compreender e planejar a provisão de SE.

Tabela 1 - Exemplos de serviços ecossistêmicos.

Serviços Ecossistêmicos		
Provisão	Regulação	Cultural
Produtos obtidos diretamente dos ecossistemas como: alimentos e fibras, recursos genéticos,	Está relacionado às características regulatórias dos processos ecossistêmicos, como: manutenção da qualidade	Tais serviços emergem da relação íntima das sociedades com o meio natural, como: valores religiosos, espirituais,

produtos bioquímicos e medicinais e água e entre outros.	do ar, regulação climática, controle de erosão, purificação da água e entre outros.	geração de conhecimento, valores educacionais e entre outros.
--	--	---

Fonte: Adaptado de MEA (2005).

Os serviços de provisão referem-se aos bens materiais obtidos diretamente dos ecossistemas, como alimentos, água potável, madeira, fibras naturais e recursos genéticos. Nas bacias hidrográficas, esses serviços estão profundamente condicionados à manutenção da cobertura vegetal, à qualidade dos solos e à preservação de nascentes e zonas de recarga (Palhares; Gebler, 2014). A vegetação nativa desempenha papel fundamental na retenção da água no solo, favorecendo o abastecimento dos aquíferos e o fluxo contínuo dos rios, especialmente em períodos de estiagem (Tundisi; Tundisi, 2011)

Entretanto, a intensificação agrícola, a urbanização desordenada e a degradação das matas ciliares têm comprometido a oferta desses recursos, afetando diretamente a segurança alimentar e hídrica (Costa *et al.*, 2021). Essa relação é particularmente sensível em micro e sub-bacias hidrográficas, onde decisões locais de uso da terra têm impactos diretos e acumulativos sobre a produção e a disponibilidade de água para os múltiplos usuários. Os serviços de regulação dizem respeito aos processos ecológicos que regulam o ambiente físico, químico e biológico, assegurando estabilidade e resiliência aos sistemas socioecológicos. Dentre eles, destacam-se a regulação do ciclo hidrológico, o controle da erosão, a purificação da água, a estabilização do clima local e global e a prevenção de desastres naturais (Díaz *et al.*, 2015; Brancalion *et al.*, 2014).

Nas bacias hidrográficas, esses serviços são particularmente sensíveis à configuração da paisagem e ao estado de conservação das zonas ripárias, encostas e áreas úmidas, que atuam como filtros naturais e barreiras contra processos erosivos. A remoção da vegetação nativa, a compactação do solo e a canalização de córregos urbanos desestruturam essas funções, aumentando o risco de inundações, assoreamento de corpos hídricos e contaminação dos mananciais (Landis, 2017).

A restauração ecológica surge, nesse contexto, como estratégia eficaz para reativar essas funções reguladoras. A recomposição de matas ciliares, por exemplo, melhora a qualidade da água, reduz a carga de sedimentos nos rios e favorece o retorno da biodiversidade aquática (Strassburg *et al.*, 2018). Além dos ganhos ecológicos, essas ações trazem co-benefícios sociais

e econômicos, especialmente quando articuladas a políticas públicas como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) ou os Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA).

Os serviços ecossistêmicos culturais abrangem os benefícios imateriais proporcionados pelos ecossistemas, incluindo valores estéticos, espirituais, recreativos, identitários e educacionais (Pascual *et al.*, 2017; IPBES, 2019). Em bacias hidrográficas, muitos desses valores estão associados às águas como símbolo de vida, à paisagem como referência cultural e às práticas tradicionais ligadas à pesca, agricultura familiar ou espiritualidade.

A degradação dos ecossistemas, além de comprometer a funcionalidade ecológica, também afeta o tecido simbólico e comunitário, gerando sentimento de perda e alienação cultural (TEEB, 2010). Por outro lado, experiências de restauração ou conservação com participação comunitária têm mostrado forte potencial de reconstrução de vínculos afetivos com a paisagem, favorecendo o engajamento das populações locais na proteção dos ecossistemas.

Esses serviços, muitas vezes invisibilizados pelas métricas convencionais de valoração econômica, são cruciais para a justiça socioambiental e para o desenho de políticas públicas mais inclusivas. A “miopia dos serviços ecossistêmicos” — tendência de privilegiar apenas os serviços economicamente quantificáveis — tem sido criticada justamente por desconsiderar esses valores culturais que fundamentam a relação das comunidades com seus territórios (Pascual *et al.*, 2017; Berkes; Armitage, 2009).

A governança dos serviços ecossistêmicos exige uma abordagem integrada, multiescalar e policêntrica (Ostrom, 2009). A gestão eficaz em bacias hidrográficas depende da cooperação entre atores diversos, incluindo gestores públicos, agricultores, comunidades locais, cientistas e formuladores de políticas, de forma a articular saberes tradicionais e científicos em estratégias participativas e adaptativas. Instrumentos legais como o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012), o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg) e as diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos constituem marcos regulatórios importantes, mas sua efetividade depende de ações locais coordenadas e territorializadas. A adoção das bacias hidrográficas como unidade de gestão ecológica e institucional se mostra estratégica para articular políticas de conservação, uso da terra e desenvolvimento sustentável (Biggs *et al.*, 2015; Berkes; Armitage, 2009).

A compreensão e valorização dos serviços ecossistêmicos, sobretudo quando analisados a partir da perspectiva integrada das bacias hidrográficas, oferecem uma base sólida para conciliação entre conservação ambiental e desenvolvimento humano. Reconhecer os múltiplos

benefícios que os ecossistemas oferecem — da produção de água à manutenção de identidades culturais — é fundamental para fortalecer políticas públicas, estratégias de restauração ecológica e práticas territoriais sustentáveis.

No atual contexto de crise climática, degradação ambiental e desigualdades sociais, os SE emergem não apenas como um conceito técnico, mas como ferramenta ética e política, capaz de orientar uma nova racionalidade ecológica para o século XXI.

2.3 PAISAGEM

O conceito de paisagem ocupa um lugar central na geografia, na ecologia e nas ciências ambientais, sendo compreendido como uma construção interdisciplinar que sintetiza aspectos físicos, biológicos, sociais e simbólicos do território. Ao longo do século XX, diferentes escolas teóricas procuraram delimitar os significados do termo, alternando entre concepções objetivas (materialistas) e subjetivas (fenomenológicas), com ênfases variáveis na forma, função ou significado da paisagem.

Na tradição alemã da geografia, Troll (1939) foi pioneiro ao articular a observação geográfica com os princípios da ecologia, cunhando o termo *ecologia da paisagem* (*Landschaftsökologie*). Para Troll (1939), a paisagem corresponde a uma unidade territorial funcional, que pode ser estudada a partir da interação entre fatores naturais (relevo, vegetação, clima) e atividades humanas, visíveis através de padrões espaciais observáveis em imagens aéreas. Essa abordagem enfatiza a paisagem como um mosaico espacial de elementos naturais e antrópicos, onde ocorrem processos ecológicos interdependentes.

No contexto brasileiro, Ab'Sáber (1950; 2003) ampliou esse entendimento ao propor a paisagem como uma síntese dinâmica e histórica dos elementos naturais e culturais do território. Segundo ele, a paisagem deve ser lida como um palimpsesto ecológico e social, resultado da sobreposição de usos, práticas e processos que moldam o espaço geográfico ao longo do tempo. Sua abordagem incorpora tanto a análise morfoclimática do território quanto a leitura social das formas de ocupação e uso da terra, sendo fundamental para a compreensão das dinâmicas ambientais em escala regional.

Complementarmente, Bertrand (1971) introduziu o conceito de geossistema como uma tentativa de fornecer uma base mais científica e sistêmica à análise da paisagem. Para Bertrand, o geossistema é uma totalidade organizada de fluxos de energia e matéria, que integra a ação humana como parte de sua dinâmica funcional. Embora tenha sugerido substituir o termo

"paisagem" por "geossistema", na prática os dois conceitos passaram a coexistir, permitindo uma abordagem simultaneamente simbólica e sistêmica dos territórios.

Além dos aspectos físico-espaciais, a paisagem também carrega significados culturais, identitários e estéticos. Para autores como Santos (1996), a paisagem é a materialidade visível do espaço, ou seja, aquilo que se apresenta aos sentidos, revelando as marcas das relações sociais inscritas no território. Essa perspectiva recupera o caráter fenomenológico da paisagem, enquanto experiência vivida e interpretada pelos sujeitos, tornando-a um campo de significados, afetos e memórias.

Portanto, a paisagem não é apenas um objeto empírico a ser descrito ou quantificado, mas um sistema multidimensional e dinâmico, onde se entrelaçam fatores ecológicos, práticas sociais, valores simbólicos e temporalidades distintas. Essa concepção permite compreender a paisagem como resultado das interações entre natureza e cultura, como espaço vivido e historicamente construído, e como ferramenta analítica para interpretar os desafios contemporâneos relacionados ao uso da terra, à degradação ambiental e à sustentabilidade.

2.4 PAISAGENS SOCIOECOLÓGICAS

O conceito de paisagens socioecológicas emerge da necessidade de compreender os territórios como sistemas integrados, nos quais os componentes ecológicos e sociais estão interligados de maneira dinâmica, adaptativa e coevolutiva. Essa abordagem parte de uma crítica às visões fragmentadas que tratam o meio ambiente e a sociedade como esferas separadas, propondo, em seu lugar, uma perspectiva socioecossistêmica que articula ciência da sustentabilidade, ecologia, governança ambiental e saberes locais (Berkes; Folke, 1998), (Folke *et al.*, 2016).

As paisagens socioecológicas são definidas como sistemas complexos adaptativos, que integram variáveis biofísicas, culturais, econômicas e institucionais, moldadas por trajetórias históricas e por relações de poder. Sua estrutura é resultado de processos de coevolução entre sociedades humanas e ecossistemas, em diferentes escalas de tempo e espaço. Essa coevolução inclui transformações no uso da terra, práticas de manejo, alterações nos fluxos de energia e nutrientes, e mudanças nos regimes de governança (Liu *et al.*, 2007).

Um dos pilares teóricos dessa abordagem é o conceito de resiliência, inicialmente proposto por Holling (1973) na ecologia de sistemas, e posteriormente expandido para abarcar

dimensões sociais, políticas e institucionais. A resiliência socioecológica é entendida como a capacidade de um sistema de absorver distúrbios, reorganizar-se e continuar operando sem colapsar, sendo particularmente relevante em contextos de pressões ambientais crescentes e mudanças climáticas (Folke *et al.*, 2002; Biggs *et al.*, 2015).

Estudar paisagens sob essa ótica requer abordagens metodológicas integradas. Ferramentas como o sensoriamento remoto e o geoprocessamento são fundamentais para mapear padrões de cobertura da terra e detectar transformações em sub-bacias hidrográficas, fornecendo subsídios para análises espaciais dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos (Turner *et al.*, 2007). Complementarmente, abordagens participativas que valorizam o conhecimento ecológico local e as percepções comunitárias contribuem para o entendimento das interações sociais que moldam os territórios (Berkes *et al.*, 2003).

A bacia hidrográfica, como unidade natural de planejamento, representa um exemplo emblemático de paisagem socioecológica. Nela se manifestam de forma integrada os processos ecológicos (como o ciclo hidrológico e a biodiversidade), os usos produtivos (agropecuária, silvicultura, urbanização) e os arranjos institucionais que regulam o acesso e o manejo dos recursos hídricos (Vörösmarty *et al.*, 2010). A gestão de bacias exige, portanto, abordagens multiescalares, capazes de integrar os serviços ecossistêmicos — como provisão de água, controle de erosão e purificação da água — às práticas sociais e aos regimes de governança (Seppelt *et al.*, 2011; Costanza *et al.*, 2014).

A governança de paisagens socioecológicas também se beneficia dos princípios estabelecidos por Ostrom (2005) sobre os bens comuns, os quais destacam a importância das instituições locais, da confiança entre usuários e da regulação coletiva para assegurar a sustentabilidade dos recursos naturais. Estruturas participativas e adaptativas são essenciais para lidar com incertezas e promover a equidade no acesso aos serviços ecossistêmicos.

Em contextos de mudança climática, variabilidade hídrica e degradação ambiental, a abordagem das paisagens socioecológicas oferece um referencial robusto para promover sistemas resilientes e sustentáveis, capazes de manter a funcionalidade ecológica e o bem-estar humano. Integrar conhecimentos locais, métodos científicos e políticas públicas se torna, assim, uma estratégia fundamental para fortalecer a capacidade adaptativa de comunidades e ecossistemas frente a pressões múltiplas e cumulativas.

2.5 PERCEPÇÃO

A percepção é um conceito fundamental nas ciências humanas e sociais, especialmente em áreas que exploram a interação entre indivíduos e o ambiente. De acordo com Simões e Tiedemann (1985), a percepção é o ponto de entrada para a recepção e processamento de informações pelo indivíduo, sendo um processo pelo qual os sentidos captam estímulos e a mente os interpreta e dá sentido. Isso significa que a percepção não é apenas um reflexo automático do mundo exterior, mas um processo ativo e interpretativo, onde o indivíduo constrói significados a partir de suas experiências sensoriais. Okamoto (2002) reforça essa visão ao destacar que a capacidade de perceber é um dos instrumentos mais significativos para compreender a natureza da inteligência humana, pois permite ao indivíduo identificar padrões, fazer conexões e atribuir sentido ao seu entorno.

Neste estudo, a percepção é usada no contexto de estudos socioecológicos, para interpretar como as pessoas interagem com seu ambiente, especialmente no que se refere aos serviços ecossistêmicos. A percepção, que engloba a forma como indivíduos e comunidades entendem e interpretam o meio que os rodeia, é um fator determinante para a maneira como esses grupos utilizam e conservam os recursos naturais. As representações sociais, segundo a teoria de Moscovici (1981), são construções que emergem do senso comum e refletem os significados compartilhados pelas pessoas em suas interações cotidianas. Elas não são estáticas, mas se transformam continuamente à medida que novos elementos são incorporados, redefinindo a maneira como a realidade é percebida. Essas representações têm como objetivo principal facilitar a compreensão do desconhecido, tornando-o mais próximo e compreensível. Para isso, operam por meio de dois mecanismos complementares: a ancoragem, que conecta ideias novas a conceitos familiares, permitindo que sejam assimiladas, e a objetivação, que dá forma concreta a ideias abstratas, tornando-as mais palpáveis no imaginário coletivo. Isso tem implicações diretas na forma como comunidades valorizam e gerenciam serviços ecossistêmicos como a provisão de água e a regulação hídrica, uma vez que a percepção influencia as atitudes e comportamentos das pessoas em relação à preservação e uso dos recursos naturais.

A percepção torna-se, então, um elemento central na análise das interações entre sociedade e meio ambiente em sistemas socioecológicos. Ela oferece uma lente que revela como os indivíduos e as comunidades atribuem valor ao seu entorno e aos serviços que ele proporciona, especialmente os serviços ecossistêmicos relacionados à água. Esse entendimento

é essencial para o desenvolvimento de políticas públicas e estratégias de gestão que sejam culturalmente sensíveis e adaptadas às necessidades locais. A forma como cada grupo percebe e valoriza os serviços ecossistêmicos, como a qualidade da água e a regulação dos fluxos hídricos, pode influenciar diretamente as práticas de manejo dos recursos naturais e as ações de conservação em bacias hidrográficas (Ferraz *et al.*, 2019)

A integração da percepção nas análises de sistemas socioecológicos possibilita uma compreensão das dinâmicas entre comunidades e ecossistemas. Essa abordagem se torna particularmente relevante quando se trata de recursos hídricos, já que as práticas de uso e conservação da água são influenciadas pelas percepções e pelos valores atribuídos a esse recurso pelas populações locais. Martínez-Alier *et al.* (2010) argumentam que, ao considerar as perspectivas dos atores locais, é possível capturar uma gama mais ampla de informações sobre as relações entre os aspectos sociais e ecológicos, promovendo uma gestão que respeite as particularidades culturais e ecológicas de cada região. Essa abordagem permite que a gestão de recursos hídricos se adapte melhor às mudanças ambientais e sociais, fortalecendo a resiliência das comunidades e dos ecossistemas.

O conceito de topofilia, descrito por Tuan (2012), também ilustra a relevância da percepção na forma como as pessoas se relacionam com os serviços ecossistêmicos. A topofilia refere-se ao vínculo emocional entre as pessoas e o lugar, moldado pelas experiências sensoriais e afetivas com o ambiente. Para os agricultores e trabalhadores rurais, esse vínculo é construído a partir da interação diária com a terra e da dependência direta dos serviços ecossistêmicos, como a disponibilidade de água para irrigação (Correia, 2013). Esse vínculo emocional pode influenciar significativamente a forma como os recursos hídricos são utilizados e conservados, mostrando que a percepção é não apenas uma interpretação cognitiva, mas também uma experiência afetiva que orienta as práticas de manejo e conservação.

A percepção, portanto, é um componente fundamental para a compreensão da dinâmica entre seres humanos e ecossistemas, especialmente em contextos de gestão integrada de bacias hidrográficas. A partir da compreensão de como os serviços ecossistêmicos são percebidos e valorizados pelas comunidades, é possível desenvolver estratégias de manejo mais eficazes e adaptadas às realidades locais. Berkes *et al.* (2003) enfatizam que a resiliência dos sistemas socioecológicos depende de uma visão integrada que considere tanto os aspectos ecológicos quanto as percepções e valores das comunidades. Essa abordagem reforça a importância de uma gestão participativa dos recursos naturais, na qual as percepções dos atores locais são levadas

em conta, promovendo um equilíbrio entre a conservação ambiental e o desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, a percepção enriquece a análise das interações entre sociedade e ambiente, proporcionando compreensões valiosas para a gestão dos serviços ecossistêmicos relacionados aos recursos hídricos. Ela permite que pesquisadores e gestores compreendam as nuances nas relações entre as comunidades e os ecossistemas, indo além de uma visão puramente técnica para incluir os aspectos culturais e sociais que moldam a forma como os recursos são utilizados e conservados. Ao incluir essas percepções nas políticas de gestão, é possível promover uma relação mais sustentável entre as atividades humanas e os ecossistemas, garantindo a continuidade dos serviços ecossistêmicos e o bem-estar das populações.

2.6 MUDANÇAS DE USO E COBERTURA DA TERRA

O conceito de mudanças de uso e cobertura da terra, frequentemente referido pelo acrônimo LUCC (Land Use and Cover Change), emergiu como uma disciplina acadêmica para o entendimento das interações entre atividades humanas e sistemas ecológicos. Desde suas origens, a análise das transformações na cobertura da terra tem se mostrado crucial para a compreensão das dinâmicas ambientais e sociais em contextos diversos, evidenciando a necessidade de uma abordagem integrada para a gestão dos recursos naturais.

Historicamente, o estudo das mudanças na cobertura da terra começou a ganhar relevância nas décadas de 1970 e 1980, à medida que a crescente urbanização e a intensificação agrícola começaram a gerar preocupações sobre os impactos ambientais dessas atividades. A obra seminal de Turner *et al.* (1990) destacou a importância de compreender as relações entre o uso da terra e suas implicações ecológicas. Os autores introduziram o conceito de "mudanças de uso da terra" como uma forma de mensurar e analisar como as práticas humanas transformam os ecossistemas. A partir dessa base, o conceito evoluiu para incluir não apenas as práticas de uso da terra, mas também as mudanças na cobertura da superfície terrestre, que refletem as alterações nos tipos de vegetação, solo e água.

A expansão do conceito de LUCC foi acompanhada pelo desenvolvimento de novas ferramentas e tecnologias, como o sensoriamento remoto e os sistemas de informação geográfica (SIG), que possibilitaram o mapeamento e a análise espacial das mudanças na cobertura da terra em escalas temporais e espaciais mais amplas (Lambin *et al.*, 2003). Esse avanço tecnológico permitiu que os pesquisadores identificassem padrões de desmatamento,

urbanização e outras transformações ambientais, fornecendo uma base empírica para o estudo das interações entre uso da terra e serviços ecossistêmicos.

Um dos marcos significativos na evolução do conceito de LUCC foi a publicação do relatório do Millennium Ecosystem Assessment (MEA) em 2005 (MEA, 2005), que evidenciou a relação entre mudanças na cobertura da terra e a degradação dos serviços ecossistêmicos. O MEA destacou que as transformações na cobertura da terra, como a conversão de florestas em áreas agrícolas, não apenas afetam a biodiversidade, mas também comprometem a capacidade dos ecossistemas de fornecer serviços essenciais, como a regulação do clima e a purificação da água.

A partir dos anos 2000, o conceito de LUCC foi integrado a discussões mais amplas sobre sustentabilidade e resiliência socioecológica. O trabalho de Folke *et al.* (2002) sobre a resiliência dos ecossistemas enfatizou a necessidade de considerar as interações complexas entre fatores sociais e ecológicos nas análises de mudanças na cobertura da terra. Essa perspectiva reconhece que as práticas de uso da terra não são apenas resultado de fatores ambientais, mas também de contextos sociais, econômicos e culturais que moldam a maneira como os recursos naturais são geridos.

Com o crescimento da consciência sobre as mudanças climáticas e suas implicações para a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos, a pesquisa sobre LUCC tornou-se cada vez mais relevante. Os trabalhos de Olander *et al.* (2017) e Costanza *et al.* (2014) mostram como as transformações no uso da terra impactam não apenas a qualidade do meio ambiente, mas também a saúde e o bem-estar das comunidades humanas. Isso destaca a importância de uma abordagem multidimensional na análise das mudanças de uso e cobertura da terra, que considere tanto os aspectos biofísicos quanto os sociais.

Atualmente, a pesquisa sobre LUCC continua a evoluir, incorporando novos paradigmas e abordagens, como a análise de redes sociais e o uso de *big data*. Essas inovações permitem uma compreensão mais abrangente das dinâmicas de uso da terra e suas implicações para a gestão sustentável dos recursos naturais. Ferramentas como o MapBiomas têm se destacado no Brasil, utilizando técnicas de sensoriamento remoto para monitorar as mudanças na cobertura da terra, oferecendo dados essenciais para a formulação de políticas públicas voltadas à conservação e ao uso sustentável dos recursos naturais (Souza, 2020).

Assim, a trajetória do conceito de mudanças de uso e cobertura da terra (LUCC) revela uma evolução significativa desde suas origens, refletindo a crescente complexidade das interações entre sociedades humanas e os ecossistemas. Com o avanço das pesquisas, torna-se

evidente que as transformações na cobertura vegetal estão diretamente associadas à capacidade dos ecossistemas em prover serviços ecossistêmicos (SE), especialmente no contexto de bacias hidrográficas. Diversos estudos demonstram que bacias com maior cobertura florestal apresentam maior diversidade e estabilidade na oferta de SE, como a regulação hídrica, o controle da erosão, a filtragem de poluentes e a manutenção da biodiversidade (MEA, 2005; Tundisi; Tundisi, 2010; Brancalion *et al.*, 2014; Mello *et al.*, 2018). Esses benefícios derivam da estrutura ecológica mais complexa e funcional das florestas, que promovem infiltração de água no solo, armazenamento hídrico, conectividade ecológica e resiliência frente a perturbações. Em contraste, bacias dominadas por pastagens — especialmente quando manejadas de forma intensiva — tendem a apresentar maior compactação do solo, aumento do escoamento superficial, menor retenção de nutrientes e perda da capacidade adaptativa (Sparovek *et al.*, 2002; Neill *et al.*, 2006; Seppelt *et al.*, 2011). Tais evidências fornecem base empírica e teórica para a hipótese desta tese de que bacias com vegetação florestal tendem a conservar melhor os serviços ecossistêmicos e demonstrar maior resiliência socioecológica diante de pressões antrópicas e climáticas (Folke *et al.*, 2016; Biggs *et al.*, 2015).

O fechamento desta sessão aponta a relevância dos conceitos discutidos — bacia hidrográfica, serviços ecossistêmicos, paisagem, paisagens socioecológicas, percepção e mudanças de uso e cobertura da terra — na fundamentação da hipótese, coleta de dados, análise e discussão propostas na tese. A compreensão integrada desses conceitos, aliada ao estudo das dinâmicas que ocorrem nas paisagens socioecológicas, é essencial para avaliar como as mudanças na cobertura da terra impactam os serviços ecossistêmicos nas sub-bacias hidrográficas. Além disso, considerar as formas como os indivíduos percebem e interpretam tais transformações ambientais permite uma abordagem mais sensível e contextualizada, alinhada com estratégias de gestão territorial sustentáveis e socialmente legitimadas.

Os conceitos de paisagens socioecológicas e serviços ecossistêmicos oferecem uma compreensão das complexas interações entre as práticas humanas e os processos ecológicos. Esse enfoque integrado permite analisar como as mudanças no uso e cobertura da terra afetam a provisão de serviços ecossistêmicos, indo além das métricas tradicionais para captar as dinâmicas sociais e ambientais em suas múltiplas dimensões.

A escolha metodológica de considerar as percepções dos proprietários rurais, em vez de utilizar apenas dados quantitativos ou indicadores ambientais padronizados, se justifica pela necessidade de capturar as nuances e especificidades locais que não são plenamente acessíveis por meio de abordagens exclusivamente técnicas. As percepções humanas representam uma

fonte valiosa de conhecimento empírico, refletindo vivências acumuladas ao longo do tempo e oferecendo uma compreensão contextualizada das mudanças na paisagem. Proprietários rurais, como atores diretamente envolvidos nas práticas de manejo, possuem um conhecimento prático sobre os impactos das intervenções na terra e nas dinâmicas ecossistêmicas, que frequentemente escapam às análises baseadas apenas em dados remotos ou experimentais.

Além disso, as percepções locais oferecem uma perspectiva qualitativa que enriquece a análise dos serviços ecossistêmicos. Enquanto métricas quantitativas, como dados de sensoriamento remoto ou medições de qualidade da água, fornecem informações essenciais sobre aspectos biofísicos, elas não capturam as dimensões subjetivas e socioeconômicas das transformações ambientais. As percepções revelam como essas mudanças são vivenciadas e interpretadas por aqueles que dependem diretamente dos recursos naturais, destacando questões como a segurança hídrica, a resiliência frente a eventos extremos e a sustentabilidade das práticas de manejo.

A integração das percepções dos proprietários rurais não apenas complementa as métricas convencionais, mas também permite uma análise mais holística e participativa. Essa abordagem reconhece o valor dos saberes locais na construção de estratégias de manejo adaptativas e contextualizadas, essenciais para promover a resiliência socioecológica das sub-bacias. Além disso, a percepção do ator central enriquecerá a discussão, oferecendo uma visão que vai além da mera observação dos fenômenos, integrando a subjetividade e a experiência local ao entendimento das transformações na paisagem. Ao interligar esses conceitos, a pesquisa não apenas busca descrever as mudanças ocorridas, mas também entender como essas mudanças são percebidas e interpretadas pelos atores locais. Esse enfoque permitirá identificar as barreiras e oportunidades para a implementação de práticas de manejo sustentável, fundamentais para a conservação dos serviços ecossistêmicos.

Assim, percepções obtidas a partir dessa abordagem multidimensional servirão como subsídios para a formulação de políticas públicas que promovam a gestão integrada e sustentável dos recursos naturais. A análise comparativa entre sub-bacias não apenas contribuirá para o entendimento acadêmico, mas também poderá informar práticas e políticas que ajudem a mitigar os impactos negativos das atividades humanas sobre os ecossistemas, garantindo a sustentabilidade a longo prazo.

Em suma, a articulação entre os conceitos explorados nesta sessão e os resultados empíricos desta tese permitirá uma discussão mais rica e fundamentada, contribuindo para a

construção de um conhecimento que possa efetivamente auxiliar na busca por soluções para os desafios contemporâneos enfrentados pelas paisagens socioecológicas.

3 METODOLOGIA

Esta seção apresenta a estrutura metodológica adotada para conduzir a pesquisa proposta. Ela apresenta o desenho da pesquisa, detalhes sobre a área de estudo, métodos de pesquisa aplicados, estratégias de coleta de dados, utilização de dados secundários e primários, além da abordagem adotada para analisar os dados obtidos.

- **Desenho de pesquisa:** Descrição e representação da estrutura lógica que orienta a pesquisa.
- **Área de estudo:** Apresentação do contexto geográfico e/ou institucional onde a pesquisa foi conduzida; justificativas para a seleção específica dessa área em relação aos objetivos da pesquisa.
- **Abordagem Metodológica:** Exploração dos métodos específicos utilizados para atingir os objetivos da pesquisa; justificativas para a escolha desses métodos em relação à natureza das perguntas de pesquisa.
- **Coleta de Dados Secundários:** Discussão sobre a utilização de dados secundários; Fontes desses dados e como serão integrados à análise geral.
- **Coleta de Dados Primários:** Descrição da coleta de dados primários, incluindo amostragem, instrumentos e processos; Estratégias para garantir a validade e confiabilidade dos dados.
- **Análise dos Dados:** Apresentação das técnicas e métodos de análise que foram empregados; Discussão sobre como os resultados foram interpretados em relação às perguntas de pesquisa, e que esta representando na figura 1 que mostra o fluxograma metodológico.

Figura 1 - Fluxograma metodológico



Fonte: Elaborado pela Autora (2025).

O percurso metodológico delineado para esta pesquisa foi concebido a partir de uma abordagem integrada e interdisciplinar, que articula métodos qualitativos e quantitativos para compreender as dinâmicas socioambientais em sub-bacias hidrográficas. A base para esse processo começa com uma revisão bibliográfica sistemática, voltada à construção do referencial teórico e metodológico. A partir de autores como Tuan (2012), Berkes e Folke (1998) compreende-se o território não apenas como um espaço físico, mas como um lugar socialmente construído, onde interagem natureza, cultura e economia. No campo metodológico, são resgatadas contribuições clássicas e contemporâneas sobre o uso integrado de dados espaciais e sociais (Becker, 2003), bem como estudos que utilizam bacias hidrográficas como unidades de análise territorial (Christofoletti, 1981; Tucci, 2006).

A etapa inicial de execução consistiu na coleta de dados secundários, com base em bancos de dados oficiais (IBGE, ANA, MapBiomas, INPE), fundamentais para a caracterização ambiental, socioeconômica e institucional das áreas estudadas. Essa abordagem é comum em estudos de diagnóstico territorial (Becker, 2003; Carvalho *et al.* 2016), pois permite estabelecer uma linha de base robusta a partir de informações públicas sistematizadas.

Com base nesses dados e nos critérios hidrológicos definidos por Tucci (2006), procedeu-se à delimitação das sub-bacias hidrográficas, utilizando ferramentas de geoprocessamento como o QGIS e o ArcGIS. A adoção das bacias como unidades de

planejamento e análise é justificada por sua funcionalidade ecológica e capacidade de integrar processos biofísicos e sociais (Fischer; Lindenmayer; Manning, 2006). Em seguida, realizou-se a análise do uso e cobertura da terra, por meio de imagens de satélite e dados do MapBiomas (v.7), aplicando classificações temáticas que permitissem a identificação das principais dinâmicas territoriais. A metodologia adotada foi inspirada em trabalhos como os de Souza *et al.* (2020) que defendem a utilização de séries temporais para compreender a transformação da paisagem em escala local.

Para refinar a análise, aplicou-se um filtro metodológico, com critérios de recorte espacial, temporal e temático. Tal estratégia permite a eliminação de ruídos e garante a coerência na análise dos dados, conforme discutido por Monteiro (2001) ao tratar da complexidade na integração de variáveis em estudos ambientais.

Posteriormente, avançou-se para a etapa de coleta de dados primários, por meio da realização de entrevistas de campo semiestruturadas com agricultores e moradores das sub-bacias. A escuta ativa das comunidades permitiu acessar suas percepções sobre o uso da terra, a conservação e os serviços ecossistêmicos, prática sustentada por autores como Yin (2001), Stake (1995) e Berkes (2004), que defendem a importância do conhecimento local na construção de diagnósticos socioambientais integrados.

Os dados obtidos nas diferentes etapas foram, então, organizados na fase de processamento e integração de dados, com base em procedimentos de análise espacial, análise de conteúdo e síntese interpretativa. Essa etapa reflete a abordagem sistêmica proposta por Morin (2005), permitindo a conexão entre múltiplas dimensões da realidade.

A etapa seguinte consistiu na elaboração dos resultados e discussão, nos quais os dados foram analisados à luz do referencial teórico adotado. A interpretação crítica permitiu identificar padrões, contradições e potencialidades do território estudado, promovendo um diálogo entre dados empíricos e literatura científica (Santos, 1996).

Por fim, todo esse processo culminou na redação da tese, na qual se sistematizam os achados, reflexões e contribuições teóricas e metodológicas da pesquisa. A construção do texto final busca não apenas apresentar os resultados obtidos, mas também propor caminhos para políticas públicas e práticas sustentáveis no contexto das bacias estudadas, reafirmando o compromisso com a ciência aplicada e transformadora (Axselrod, 2002; Jacobi, 2003).

3.1 DESENHO DE PESQUISA

Esta pesquisa de doutorado emerge da necessidade de aprofundar a compreensão da relação entre o uso e a cobertura da terra e o impacto sobre os serviços ecossistêmicos. A investigação emprega a percepção dos proprietários para inferir sobre estas relações e a provisão de serviços ecossistêmicos, procurando responder as seguintes questões:

1. Como os proprietários rurais percebem e identificam os serviços ecossistêmicos fornecidos pelas sub-bacias em que vivem? Além disso, quais semelhanças e diferenças existem entre essas percepções nas diferentes áreas estudadas?

Essa questão busca compreender o conhecimento local e a valoração atribuída pelos moradores aos serviços ecossistêmicos, como provisão de água, regulação climática, biodiversidade e paisagem cultural, permitindo comparar contextos socioterritoriais distintos.

2. De que maneira as transformações no uso e cobertura da terra ao longo do tempo impactaram a provisão de serviços ecossistêmicos nas sub-bacias analisadas?

Aqui se investiga a relação entre mudanças antrópicas no território – como expansão agrícola, silvicultura ou regeneração florestal – e a percepção (ou evidência) de alterações na oferta de serviços como qualidade da água, estabilidade do solo, polinização ou equilíbrio térmico.

3. As sub-bacias que apresentaram aumento na cobertura florestal demonstram, segundo dados e percepções locais, melhorias na provisão de serviços de regulação, especialmente em relação à regulação hídrica e à mitigação de eventos climáticos extremos?

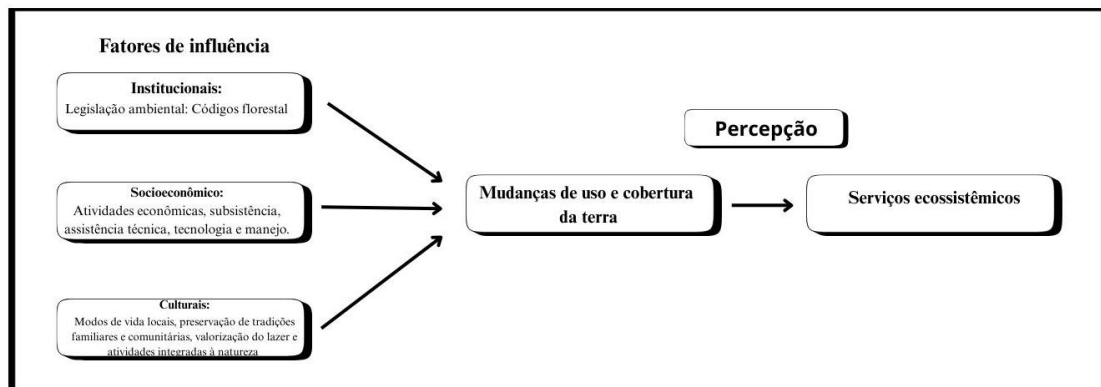
Esta questão relaciona diretamente os dados objetivos de uso do solo com a percepção qualitativa dos moradores, buscando validar ou questionar se o aumento de cobertura florestal tem sido acompanhado de benefícios ecológicos mensuráveis e percebidos.

4. Como os proprietários rurais compreendem a importância da cobertura florestal – em especial das áreas ripárias – na provisão de serviços ecossistêmicos e na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas?

A questão visa captar se há consciência sobre o papel ecológico das matas ciliares, sobretudo no contexto de eventos extremos (secas, enchentes), e como isso pode influenciar as práticas de manejo ou conservação voluntária dos recursos naturais.

Para responder as perguntas propostas, este estudo foi orientado pelo seguinte desenho de pesquisa:

Figura 2 - Desenho de Pesquisa



Fonte: Elaborado pela Autora.

O desenho da pesquisa concentra-se na análise da percepção de indivíduos sobre as mudanças de uso e cobertura da terra e os impactos sobre os serviços ecossistêmicos locais, ao longo das últimas décadas. Essa abordagem considera a percepção como uma construção subjetiva que pode ser utilizada para compreender a relação entre o ser humano e o ambiente, especialmente em contextos marcados por mudanças climáticas, transformações no uso da terra e pressões socioeconômicas.

A hipótese formulada por esta pesquisa é que propriedades com maior cobertura florestal exibem um aumento ou manutenção da provisão de serviços ecossistêmicos em comparação a bacias com maior cobertura empastagem ou monocultivo de silvicultura. A percepção ambiental, entendida como a forma pela qual os indivíduos e grupos sociais reconhecem, interpretam e atribuem sentido aos elementos da paisagem e aos processos ecológicos que os cercam, é moldada por múltiplas dimensões que incluem fatores biofísicos, socioeconômicos, culturais e subjetivos. Autores como Tuan (1980) e Ingold (2000) demonstram que a percepção não é meramente uma resposta passiva ao ambiente físico, mas uma construção ativa, relacional e situada, em que memória, experiência e conhecimento local se entrelaçam. No contexto brasileiro, essa compreensão ganha densidade com as contribuições de Aziz Ab'Sáber (1996), ao relacionar os sistemas naturais com a organização territorial, e de Axselrod (2004), que ressalta o papel do território como categoria de mediação entre o espaço físico e os conflitos sociopolíticos que estruturam o acesso aos recursos.

Partindo desses fundamentos, a presente pesquisa adota como pressuposto que a percepção ambiental dos proprietários rurais é profundamente influenciada pela experiência direta com o território, pela memória coletiva e pelas transformações recentes no uso da terra. A percepção é, portanto, tanto reflexo das condições materiais — como a disponibilidade de

água, a presença de matas ou os efeitos de eventos climáticos extremos — quanto das representações simbólicas e valores atribuídos à natureza e ao trabalho rural. A literatura sobre sistemas socioecológicos, como aquela desenvolvida por Berkes e Folke (1998), reforça essa visão ao evidenciar que o manejo sustentável dos recursos depende da integração entre o conhecimento ecológico local e as dinâmicas institucionais e ambientais. Complementarmente, estudos mais recentes, como os de Raymond *et al.* (2014), mostram que as percepções dos atores locais exercem influência direta na aceitação de políticas públicas ambientais e na efetividade das práticas de conservação, o que ressalta a importância de captar essas percepções como parte do diagnóstico territorial.

Dessa forma, ao considerar as sub-bacias hidrográficas não apenas como recortes técnicos, mas como espaços de vida e de interação simbólica entre sociedade e natureza, esta pesquisa valoriza a percepção como ferramenta metodológica e interpretativa. Isso permite não apenas mapear serviços ecossistêmicos com base em dados biofísicos, mas compreender como esses serviços são reconhecidos, valorizados ou negligenciados a partir dos saberes locais — uma abordagem coerente com a perspectiva da geografia humanista e crítica, representada por Santos (1996) e pelo debate contemporâneo sobre justiça ambiental.

Estudos como os de Berkes e Folke (1998), ao tratarem dos sistemas socioecológicos, enfatizam a indissociabilidade entre natureza e sociedade, destacando que os processos ecológicos não podem ser compreendidos isoladamente das dinâmicas culturais, institucionais e cognitivas que os moldam. Essa perspectiva rompe com abordagens dicotômicas tradicionais, propondo uma visão integrada em que o conhecimento ecológico local, as práticas cotidianas e os valores simbólicos desempenham papel central na resiliência dos sistemas ambientais. Nesse contexto, a percepção ambiental emerge não apenas como um reflexo da realidade biofísica, mas como um construto social, histórico e experiencial que orienta o modo como os sujeitos interagem com a paisagem, interpretam seus serviços e tomam decisões sobre seu uso e manejo.

Raymond *et al.* (2014), ao explorar a interface entre percepção, valores culturais e serviços ecossistêmicos, demonstram que os julgamentos subjetivos sobre a natureza são decisivos tanto para a formulação quanto para a aceitação de políticas ambientais, especialmente em contextos rurais e locais. Para os autores, compreender como os diferentes grupos sociais percebem os benefícios oferecidos pelos ecossistemas é essencial para garantir a legitimidade e a efetividade das estratégias de manejo. Assim, a percepção não é apenas um dado a ser coletado, mas um elemento estruturante das dinâmicas socioambientais, capaz de

influenciar práticas produtivas, padrões de conservação e mesmo disputas em torno do território.

Essa concepção dialoga diretamente com abordagens geográficas mais amplas sobre a produção social do espaço e a vivência do território. Como destacam Tuan (2012) e Ingold (2000), a paisagem é percebida a partir de experiências incorporadas, práticas sensíveis e narrativas locais que atribuem sentido aos lugares. No contexto latino-americano, autores como Axselrod (2009) reforçam essa leitura ao evidenciar que o território é construído não apenas por fatores materiais, mas também pelas representações que os sujeitos constroem sobre ele — o que inclui memórias, afetos, valores e modos de vida. Assim, qualquer análise que se proponha a compreender os serviços ecossistêmicos deve considerar não apenas sua dimensão biofísica, mas também a forma como esses serviços são percebidos, apropriados e reinterpretados pelos diferentes atores sociais.

O objetivo central é investigar a relação entre paisagens e serviços ecossistêmicos, compreendida a partir da percepção local, examinando como as diferentes paisagens impactaram a provisão dos serviços ecossistêmicos em sub-bacias ao longo das últimas 4 décadas.

A pesquisa foi estruturada a partir de três conjuntos de dados:

a. Fatores Socioecológicos: Consideraram aspectos socioculturais, transformações no uso e cobertura da terra, e as políticas ambientais, como o Código Florestal, sobre as práticas locais de manejo.

b. Percepção: Integra elementos subjetivos, como condições econômicas, valores culturais e práticas de manejo, para compreender como os indivíduos interpretam e reagem às mudanças ambientais.

A relevância desta pesquisa está ancorada no contexto de crescente preocupação com as mudanças climáticas globais e seus efeitos nos sistemas hídricos, na biodiversidade e na segurança ecológica das populações humanas. Essa preocupação ganha contornos específicos quando inserida no território da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, um dos sistemas fluviais mais estratégicos da região Sudeste do Brasil, por sua importância econômica, ambiental e social. A bacia abrange os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, sustentando grandes centros urbanos e industriais, além de vastas áreas rurais onde predominam atividades agropecuárias e silviculturais.

Nas últimas décadas, esse território vem sendo pressionado por intensas transformações no uso e cobertura da terra, processos de urbanização desordenada e eventos climáticos

extremos, como estiagens prolongadas e enchentes recorrentes. Em resposta a esses desafios, têm sido implementados diversos instrumentos de gestão e políticas públicas de conservação, como os Planos de Recursos Hídricos elaborados pelos Comitês de Bacia (CBHs), com destaque para o CEIVAP (Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul). Esses comitês buscam promover uma gestão participativa e integrada da água, articulando diferentes níveis de governo, usuários e sociedade civil.

Paralelamente, iniciativas de restauração ecológica têm ganhado força, como aquelas previstas nos Planos de Ação para Restauração de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e nas metas estaduais de recuperação florestal, alinhadas ao Código Florestal e aos compromissos brasileiros de adaptação às mudanças climáticas. Nesse cenário, destaca-se a urgência de compreender como as comunidades locais — especialmente os proprietários rurais — percebem e se relacionam com os serviços ecossistêmicos fornecidos por seus territórios, particularmente no que se refere à regulação hídrica e à mitigação de eventos extremos. A valorização do conhecimento local torna-se, portanto, elemento-chave para o desenho de estratégias de conservação mais eficazes, legítimas e contextualizadas.

Assim, esta pesquisa contribui para preencher lacunas ainda pouco exploradas na literatura e na gestão ambiental, ao integrar a análise das transformações na paisagem com a escuta ativa dos sujeitos que habitam e manejam essas áreas, reforçando a importância da percepção como ferramenta analítica no enfrentamento dos desafios socioecológicos contemporâneos na Bacia do Paraíba do Sul. O estudo foi realizado em sub-bacias situadas no município de Paraibuna, na região sudeste do Brasil, uma área de importância estratégica em termos ambientais, hídricos e socioespaciais. As sub-bacia analisadas foram: Pinhal, Fartura, Remedinho, Paraitinguinha e Itapeva. A significativa presença de proprietários rurais na região facilita uma análise das interações entre práticas de uso da terra e serviços ecossistêmicos.

A escolha por uma abordagem quali-quantitativa se justifica pela necessidade de integrar diferentes dimensões analíticas para compreender, de forma abrangente, as transformações no uso e cobertura da terra e seus impactos sobre os serviços ecossistêmicos nas sub-bacias estudadas. A análise quantitativa foi conduzida com base em técnicas de sensoriamento remoto, utilizando imagens de satélite e produtos derivados do MapBiomas, além de dados geoespaciais vetoriais (shapefiles) para delimitação das áreas. Essa abordagem permitiu mensurar, com precisão, as variações nas classes de uso do solo, identificar tendências espaciais e avaliar a dinâmica temporal das coberturas ao longo dos anos.

Por outro lado, a análise qualitativa centrou-se na escuta ativa dos proprietários rurais, por meio de entrevistas semiestruturadas, com o objetivo de acessar suas percepções sobre os serviços ecossistêmicos, as mudanças observadas na paisagem e a relação que estabelecem com os recursos naturais — especialmente com a cobertura florestal e os corpos hídricos. A percepção, nesse contexto, é entendida como uma construção social e subjetiva, situada em contextos históricos e culturais específicos, e fundamental para compreender as dinâmicas socioecológicas que operam no território.

A articulação entre diferentes níveis de análise — tanto no plano da propriedade quanto no recorte da sub-bacia — foi fundamental para construir uma visão integrada e multi-escalar da realidade estudada. A aplicação de métodos mistos e a análise em múltiplos níveis permitiram a identificação de padrões, contradições e complementaridades que dificilmente seriam reveladas por uma abordagem única e unidimensional. Essa combinação metodológica fortalece a robustez da pesquisa e amplia seu potencial explicativo ao integrar métricas objetivas e interpretações sociais sobre o território.

Esta pesquisa adota a bacia hidrográfica como unidade de análise e diferentes dimensões de avaliação – ambiental, socioeconômico e temporal – considerando a bacia como um sistema dinâmico de interações ecológicas e sociais. Ao conectar a análise espacial e temporal com a perspectiva local, busca-se fornecer subsídios para a gestão sustentável dos recursos naturais e para a conservação, especialmente diante das mudanças climáticas. Essa integração fortalece a base das discussões e conclusões deste estudo, destacando a importância da bacia hidrográfica como unidade de planejamento.

3.2 ÁREA DE ESTUDO

O Vale do Paraíba, situado entre São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, possui uma trajetória marcada por sucessivos ciclos econômicos que moldaram profundamente sua paisagem e estrutura socioeconômica. Desde o período colonial, a região desempenhou papel fundamental como corredor de escoamento de riquezas, especialmente durante o ciclo do ouro dos séculos XVII e XVIII, quando as rotas comerciais ligavam as jazidas mineiras aos principais portos (Dean, 1996). Com o declínio da mineração, a economia local transitou para atividades agropecuárias de subsistência, destacando-se a criação de gado e a produção de alimentos destinados ao abastecimento das vilas mineradoras.

No século XIX, a expansão cafeeira transformou o Vale em um dos principais polos econômicos do país. O rio Paraíba do Sul foi ocupado por extensas lavouras de café, que se beneficiaram da expansão das ferrovias, facilitando o transporte do produto para os portos de Santos e Rio de Janeiro e, conseqüentemente, para o mercado internacional (Freitas, 2011). Contudo, essa prosperidade teve um custo ambiental significativo: vastas áreas de Mata Atlântica foram desmatadas, e os solos, explorados de forma intensiva, ficaram exauridos, resultando em processos erosivos e assoreamento dos rios (Freitas, 2011). O colapso do ciclo do café no final do século XIX deixou cicatrizes que impactam a região até os dias atuais.

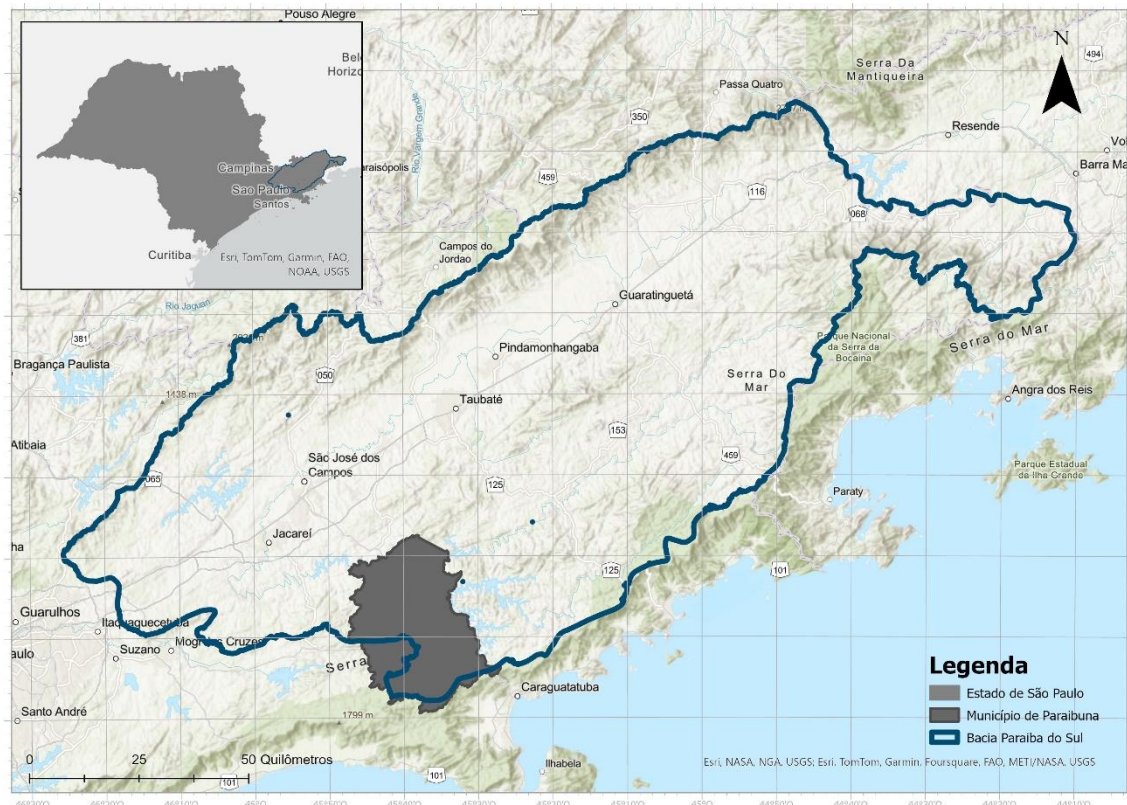
Com a decadência da cafeicultura, o Vale passou por uma nova transformação no início do século XX, quando a pecuária leiteira se consolidou como a principal atividade econômica (Devide, 2014). No entanto, essa transição não foi capaz de reverter as degradações ambientais herdadas do período anterior. A fragilidade dos solos e a perda da cobertura vegetal nativa continuaram a agravar problemas como erosão e assoreamento dos cursos d'água, comprometendo a qualidade dos recursos hídricos e evidenciando a necessidade de uma abordagem mais sustentável na gestão territorial (Dean, 1996).

Na segunda metade do século XX, o processo de industrialização trouxe uma nova dinâmica socioeconômica ao Vale. A instalação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) em Volta Redonda e o desenvolvimento do complexo industrial de São José dos Campos reconfiguraram a economia regional. A construção da Rodovia Presidente Dutra reforçou o papel estratégico do Vale como corredor logístico entre São Paulo e Rio de Janeiro, intensificando a urbanização e promovendo mudanças significativas no uso da terra (Devide, 2013). A expansão urbana desordenada e o crescimento industrial aumentaram a pressão sobre os recursos naturais, especialmente a água, criando um cenário de vulnerabilidade ambiental que demanda soluções integradas e sustentáveis.

Nesse contexto, o município de Paraibuna emerge como um território estratégico para a conservação dos recursos hídricos do Vale (Figura 3). Situado no extremo leste de São Paulo, Paraibuna abriga nascentes que alimentam duas importantes bacias hidrográficas: a do rio Paraíba do Sul e a sub-bacia do Tietê-Paraitinga. A bacia do Paraíba do Sul, com cerca de 1.150 km de extensão, abastece milhões de pessoas e sustenta uma ampla gama de atividades econômicas em três estados. A sub-bacia do Tietê-Paraitinga, por sua vez, desempenha um papel crucial no abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo, uma das áreas mais industrializadas do país. A interdependência desses sistemas hídricos ressalta a importância de

políticas integradas de gestão das bacias, conforme defendido por Ab’Sáber (1996) e outros estudiosos da geografia socioambiental.

Figura 3 - Localização da Bacia do Rio Paraíba do Sul, porção paulista, e do Município de Paraibuna no Estado de São Paulo.



Fonte: Adaptado de ANA (2023).

Assim como no Vale do Paraíba, as transformações no uso da terra em Paraibuna, área de estudo, refletem um processo contínuo de mudança, marcado pela substituição da cobertura vegetal nativa por áreas agrícolas e urbanas.

Com relevo acidentado e vastas áreas de Mata Atlântica, o município apresenta características rurais predominantes, embora nos últimos anos venha passando por uma transição em sua dinâmica territorial.

Historicamente, a ocupação de Paraibuna foi impulsionada pela agropecuária, especialmente pela produção de milho, arroz e feijão, e, posteriormente, pela pecuária extensiva, o que resultou na abertura de grandes pastagens e na supressão de florestas nativas. Nas últimas décadas, entretanto, tem-se observado um aumento das áreas de reflorestamento com espécies exóticas, como o eucalipto, além da expansão de loteamentos urbanos e rurais –

muitos deles voltados à ocupação sazonal e ao turismo de natureza, dada a abundância de recursos hídricos e a paisagem preservada em parte do território.

Apesar disso, a pressão sobre os ecossistemas naturais ainda é significativa, com fragmentação florestal, ocupações irregulares e práticas agrícolas com baixo nível de conservação do solo e da água. A presença da represa de Paraibuna, pertencente ao Sistema Cantareira, também imprime uma importância estratégica ao município, tanto no contexto da gestão hídrica regional quanto na necessidade de compatibilizar o uso do solo com a conservação dos mananciais.

A paisagem atual de Paraibuna, portanto, é resultado de uma longa interação entre os processos naturais e as ações humanas, revelando uma complexa rede de usos e significados que continuam moldando o território. Esses fatores tornam o município um espaço emblemático para analisar as relações entre ocupação do solo, conservação ambiental e serviços ecossistêmicos, especialmente no contexto de bacias hidrográficas.

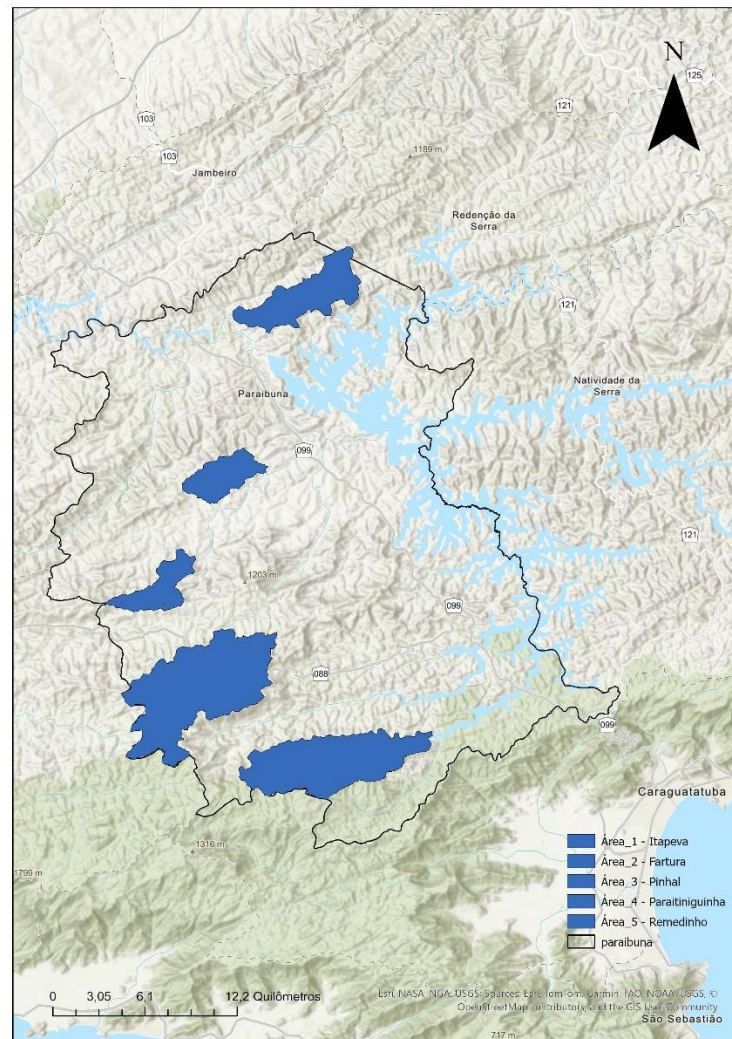
Essa dinâmica compromete serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação do ciclo hidrológico, a manutenção da biodiversidade e a proteção contra a erosão. A degradação ambiental nas bacias do Paraíba do Sul e Tietê-Paraitinga tem implicações que transcendem o contexto local, afetando a segurança hídrica e energética de uma área geográfica mais ampla.

Portanto, compreender as transformações socioecológicas das sub-bacias da área de estudo, contribuirá para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis para do Vale do Paraíba como um todo. A análise integrada das mudanças na paisagem e nos serviços ecossistêmicos pode fornecer subsídios valiosos para políticas que conciliem preservação ambiental e desenvolvimento socioeconômico. Em um contexto de crescente pressão sobre os recursos naturais, a sustentabilidade do Vale dependerá da capacidade de integrar conhecimento científico e gestão participativa, promovendo ações que garantam a conservação dos ecossistemas e o bem-estar das populações dependentes desses recursos.

3.2.1 As Sub-bacias Selecionadas para o Estudo

O município de Paraibuna, situado no Vale do Paraíba, abriga um mosaico de sub-bacias hidrográficas, que revelam dinâmicas distintas de uso e ocupação do solo ao longo das últimas décadas. As sub-bacias do Ribeirão do Itapeva (1), Ribeirão do Fartura (2), Pinhal (3), Paraitinguinha (4) e Ribeirão do Remedinho dos Prazeres (5) foram selecionadas (Figura 4) justamente por apresentarem trajetórias diferenciadas, cada uma ilustrando um aspecto específico das pressões socioeconômicas e ambientais que moldaram a paisagem local.

Figura 4 - Localização das Sub-bacias Seleccionadas dentro do Município de Paraibuna, dentro da Bacia do Rio Paraíba do Sul, porção paulista, SP.



Fonte: Elaborado pela Autora.

3.3 DELIMITAÇÃO E ESCOLHA DAS ÁREAS DE ANÁLISE

Para a delimitação das sub-bacias hidrográficas utilizadas nesta pesquisa, foi realizada uma coleta e análise de dados geospaciais e hidrográficos, com base em informações provenientes de repositórios oficiais e atualizados. A base cartográfica principal foi composta por shapefiles da rede hidrográfica e dos limites de bacias hidrográficas, obtidos junto à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2023), por meio do sistema HydroWeb e da base Hidrografia Ottocodificada, que oferece dados hierarquizados em diferentes níveis de detalhamento.

Além disso, foram utilizados os arquivos vetoriais disponíveis no repositório da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS, 2022), acessível via <http://geo.fbds.org.br/SP>, que disponibiliza dados ambientais e hidrológicos integrados à escala municipal. Esses shapefiles foram integrados em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), por meio do software ArcGIS, permitindo a definição precisa dos recortes espaciais das sub-bacias a partir do cruzamento com a malha municipal e as principais redes de drenagem da área de estudo.

Os dados foram primeiramente importados para o software ArcGIS, um Sistema de Informação Geográfica (SIG) amplamente utilizado para a análise e manipulação de dados espaciais. Dentro do ArcGIS, os arquivos shapefiles correspondentes às redes hidrográficas e limites das bacias foram georreferenciados e organizados em camadas, facilitando a visualização e a sobreposição das informações.

A delimitação das sub-bacias utilizadas neste estudo baseou-se na metodologia de ottocodificação, um sistema hierárquico de classificação adotado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), que organiza as bacias hidrográficas brasileiras em diferentes níveis de detalhamento. Para este trabalho, foram utilizadas as bacias de nível 6 (N6), que correspondem a unidades hidrográficas de menor escala, permitindo uma análise mais precisa e localizada das áreas de drenagem. Essa subdivisão segue critérios geomorfológicos e hidrológicos padronizados, garantindo a consistência espacial entre diferentes regiões do país.

Após a seleção inicial dessas unidades por meio dos shapefiles oficiais da ANA (2022), os limites das sub-bacias foram refinados no ambiente do ArcGIS, a fim de ajustar o recorte espacial ao contexto específico do município estudado. Esse refinamento considerou elementos como a malha municipal, a posição das nascentes e confluências, além das características físicas do relevo e da hidrografia local, assegurando uma representação cartográfica precisa e funcional para as análises subsequentes.

A delimitação das sub-bacias hidrográficas utilizadas nesta pesquisa seguiu um procedimento sistemático, combinando dados oficiais com etapas de refinamento cartográfico em ambiente de geoprocessamento. Inicialmente, foram obtidos arquivos vetoriais (shapefiles) da rede hidrográfica, dos limites de bacias hidrográficas por ottocodificação de nível 6 (N6) e da malha municipal, disponibilizados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2022) e pela Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS, 2022). Esses arquivos foram importados para o software ArcGIS 10.8, no qual todas as etapas seguintes foram realizadas.

A primeira etapa consistiu na sobreposição dos dados da rede hidrográfica com a malha municipal, de modo a isolar as áreas pertencentes ao município e recortar os trechos relevantes do sistema de drenagem. Em seguida, foi realizada a extração dos polígonos das bacias de nível 6 (N6) que interceptavam o território municipal. Essa seleção permitiu identificar as microbacias de interesse com base em seu código ottocodificado e sua posição relativa dentro da rede hidrográfica local.

Posteriormente, iniciou-se a etapa de refinamento manual dos limites das sub-bacias, necessária para garantir uma representação precisa das áreas de drenagem, especialmente nas regiões onde a topografia, a rede de drenagem ou os dados vetoriais apresentavam descontinuidades ou sobreposições imprecisas. Esse refinamento foi realizado por meio de ferramentas do ArcGIS, como “Edit Features”, “Cut Polygon Tool”, “Merge” e “Snap”, que permitiram o ajuste dos vértices dos polígonos e o alinhamento fino das feições à rede hidrográfica e ao modelo digital do terreno (MDT).

Adicionalmente, foi utilizado o modelo digital de elevação (SRTM) para apoiar a verificação da coerência topográfica dos divisores de água. O comando “Hydrology Tools”, dentro da extensão Spatial Analyst, também foi empregado para simular linhas de fluxo e garantir a direção correta da drenagem nas microbacias refinadas.

Ao final desse processo, foram gerados mapas temáticos com a delimitação das sub-bacias inseridas na malha municipal, evidenciando a rede de drenagem principal, os limites topográficos das áreas de contribuição e a numeração correspondente a cada sub-bacia analisada. Essas camadas refinadas foram fundamentais para as análises posteriores, como o cálculo de áreas de uso e cobertura da terra, a avaliação de mudanças ambientais e a associação com os serviços ecossistêmicos percebidos em cada unidade territorial.

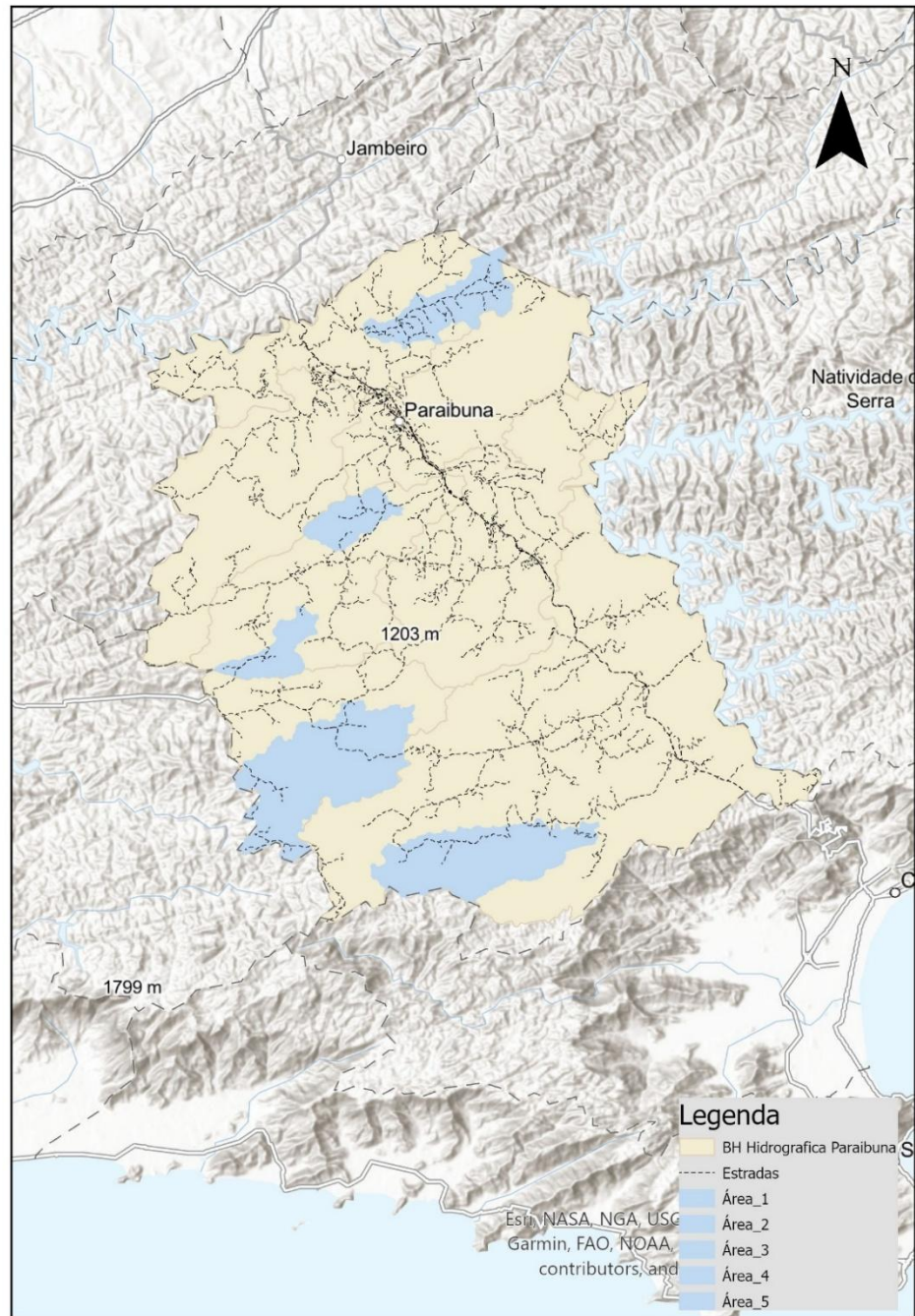
A sobreposição dos dados do MapBiomias às camadas possibilitando observar as sub-bacias delimitadas seguiu uma abordagem sistemática. Primeiro, os mapas de uso e cobertura do solo, disponibilizados pelo MapBiomias em formato raster, foram importados para o ArcGIS. Esses mapas contêm informações detalhadas sobre diferentes classes de uso, como áreas urbanas, agrícolas, florestas, pastagens e corpos d’água, para cada um dos anos selecionados (1985, 2005, 2015 e 2021).

Essas camadas foram, então, sobrepostas às camadas georreferenciadas das sub-bacias refinadas, permitindo uma análise espacial da distribuição do uso da terra dentro de cada sub-bacia ao longo dos anos. A sobreposição foi ajustada para que cada mapa de uso e cobertura

fosse compatível com os limites refinados das sub-bacias, o que assegurou uma análise das transformações ocorridas dentro de cada área delimitada.

Com as camadas combinadas, foi possível identificar e quantificar as mudanças de uso e cobertura da terra, e escolher sub-bacia que ao longo do tempo apresentaram mudanças. Além disso, a análise considerou as características hídricas de cada sub-bacia, evitando aquelas com interação direta com represamentos, de forma a isolar áreas que pudessem apresentar influências de variações artificiais no regime hídrico. Isso foi crucial para focar as análises em mudanças naturais ou antrópicas no uso e cobertura da terra, excluindo interferências diretas de barragens. A partir dessa seleção, foi realizada uma leitura mais detalhada da área escolhida, levantando os principais acessos viários existentes (figura 4), com o objetivo de compreender melhor a dinâmica de ocupação e o sistema de uso do território. Essa etapa também permitiu avaliar o grau de intervenção antrópica na paisagem, fornecendo subsídios para interpretar os padrões de uso da terra em relação à acessibilidade e à pressão exercida sobre os recursos naturais locais.

Figura 5 - Representação cartográfica da área com as vias de acesso.

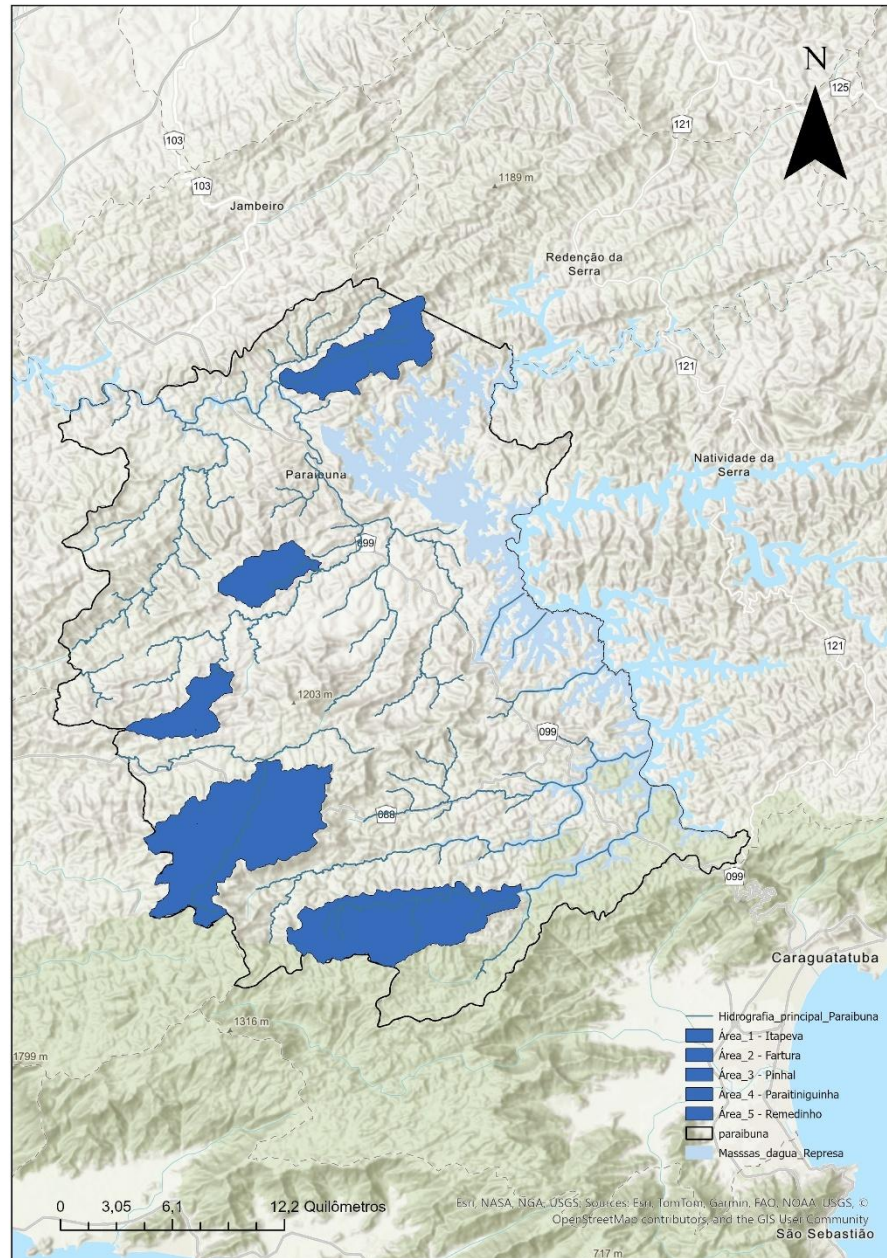


Fonte: Elaborado pela Autora.

Os dados utilizados são provenientes da coleção mais recente do MapBiomias (2024), que disponibiliza séries históricas de uso e cobertura da terra desde 1985, com base em imagens de satélite processadas por técnicas de aprendizado de máquina. Foram selecionados os anos de 1985, 2005, 2015 e 2021. As classes de uso e cobertura utilizadas seguem a legenda padronizada do MapBiomias, permitindo comparações temporais consistentes. As imagens já classificadas

foram processadas no software ArcGIS Pro, em formato de camadas georreferenciadas, possibilitando análises espaciais detalhadas no contexto do estudo.

Figura 6 - Hidrografia do Município de Paraibuna e das Sub-bacias de Estudo.



Fonte: Adaptado de ANA (2013); FBDS (2013).

A partir da análise temporal dos dados do MapBiomias e da delimitação de sub-bacias, foram selecionadas cinco sub-bacias que compõem a área de estudo. A análise temporal das mudanças de uso e cobertura da terra para os anos de 1985, 2005, 2015 e 2021, juntamente com os limites das sub-bacias, permitiu identificar padrões de transformação da paisagem ao longo

de quase quatro décadas. Essa abordagem considerou também a localização estratégica de cada sub-bacia, com a exclusão de áreas que apresentam interação direta com corpos represados, de modo a minimizar possíveis interferências na percepção dos entrevistados decorrentes das alterações artificiais no regime hídrico.

A escolha das cinco sub-bacias foi fundamentada em mudanças específicas de uso e cobertura da terra entre 1985 e 2021, destacando os seguintes padrões de transformação encontrados:

1. Floresta para Pastagem (1985-2021 – sub-bacia 1): Áreas que sofreram desmatamento, convertendo florestas em pastagens ao longo do tempo e possível degradação dos ecossistemas. Esse tipo de conversão pode ter implicações significativas na redução da capacidade de regulação hídrica e no aumento da vulnerabilidade a processos erosivos.
2. Pastagem para Pastagem (1985-2021 – sub-bacia 2): Esta sub-bacia manteve as áreas de pastagem ao longo do período, sem grandes mudanças na cobertura vegetal. Essas áreas fornecem uma visão dos efeitos do uso contínuo de pastagem sobre a qualidade do solo e os fluxos hídricos, além de serem importantes para a análise de pressões ambientais que podem impactar a dinâmica da bacia.
3. Pastagem para Silvicultura (1985-2021- sub-bacia 3): Áreas onde a atividade de pastagem foi substituída por plantios de silvicultura (como eucaliptos), o que aponta para mudanças nos usos econômicos do solo e possíveis implicações para os recursos hídricos e a biodiversidade.
4. Floresta para Silvicultura (1985-2021 – sub-bacia 4): Identificação de áreas onde houve substituição de florestas nativas por plantios de espécies exóticas para fins de silvicultura. Esse tipo de transformação é relevante para entender os impactos sobre a biodiversidade local, a qualidade da água e os processos de fragmentação dos habitats naturais.
5. Pastagem para Floresta (1985-2021 – Sub-bacia 5): Identificação de áreas que apresentaram uma conversão de pastagens em áreas florestais, indicando processos de recuperação ou regeneração da vegetação nativa. Essas áreas são de interesse por seu potencial de restauração ecológica e impacto positivo nos serviços ecossistêmicos, como a regulação do ciclo hídrico e a conservação da biodiversidade.

Este estudo baseou-se na utilização de diferentes fontes de dados geoespaciais, ambientais e institucionais para caracterizar e analisar as transformações do uso e cobertura da

terra em sub-bacias hidrográficas do município de Paraibuna-SP. Entre os dados utilizados, destacam-se: (i) os mapas anuais de uso e cobertura do solo da plataforma MapBiomas (Coleção 2023), (ii) os shapefiles de rede hidrográfica e bacias hidrográficas disponibilizados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2022), (iii) os arquivos vetoriais da malha municipal e de feições hidrográficas provenientes do repositório da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS, 2022), e (iv) dos dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR), obtidos por meio do Sistema Nacional do SICAR-SP. Complementarmente, foram empregados modelos digitais de elevação (SRTM) para fins de refinamento topográfico.

Os dados foram organizados e analisados por meio do software ArcGIS Pro 3.1.3. Os mapas de cobertura do solo do MapBiomas, disponíveis em formato raster, foram importados para o ambiente do SIG e recortados com base nos limites vetoriais das sub-bacias, utilizando a ferramenta "Clip Raster by Mask Layer". As categorias de uso foram reclassificadas para padronização das classes principais (floresta, pastagem, silvicultura, entre outras). Com o uso da ferramenta "Tabulate Area", foi possível quantificar a extensão de cada classe de uso da terra em quatro momentos distintos: 1985, 2005, 2015 e 2021. Esses dados permitiram traçar a evolução da cobertura do solo ao longo de quase quatro décadas.

A delimitação das microbacias foi feita a partir das unidades hidrográficas otocodificadas de nível 6 (N6), conforme a classificação oficial da ANA. As bacias que interceptam o município foram identificadas e recortadas por meio da sobreposição entre os dados de rede hidrográfica, relevo e malha municipal. Após essa seleção, os limites foram refinados manualmente com ferramentas como "Edit Features" e "Snap", assegurando precisão na definição dos divisores de água com base nos gradientes topográficos extraídos do SRTM. A coerência hidrológica foi validada com o uso das ferramentas "Flow Direction" e "Watershed".

Os dados do CAR foram utilizados com o objetivo de compreender o padrão de ocupação das propriedades localizadas dentro das sub-bacias. Esses dados permitiram identificar o adensamento populacional rural, as tipologias de uso predominantes nas áreas cadastradas e a relação entre as práticas de uso do solo e as políticas ambientais. A sobreposição dos polígonos do CAR às sub-bacias possibilitou analisar o grau de fragmentação da paisagem e a presença de Áreas de Preservação Permanente (APPs), subsidiando a discussão sobre a conservação dos recursos naturais.

A partir desses dados, foi possível definir as áreas de estudo que melhor representassem diferentes cenários de transformação. Por exemplo, foram escolhidas áreas que passaram por

mudanças significativas, como a transição de pastagens para florestas, como observado na Sub-bacia 1 (Tabela 2), e áreas que mantiveram a sua cobertura original ao longo do tempo, como a Sub-bacia 2, predominantemente ocupada por pastagem. Esse processo de seleção garantiu uma representatividade das diversas trajetórias de ocupação e manejo do solo no município de Paraibuna, fornecendo uma base para investigar as implicações dessas transformações sobre os serviços ecossistêmicos e a percepção dos proprietários rurais. As microbacias selecionadas para análise foram cinco: Pinhal (1), Fartura (2), Remedinho dos Prazeres (3), Paraitinguinha (4) e Itapeva (5).

Cada uma representa um padrão distinto de transformação da paisagem entre 1985 e 2021. A tabela 2 demonstra as mudanças de uso e cobertura da terra ao longo dos anos de 1985 e 2021.

Tabela 2 - Sub-bacias e suas transformações de paisagens ao longo dos anos.

Sub-bacias/Anos	1985	2021
Sub-bacia 1 - Itapeva	Pastagem	Floresta
Sub-bacia 2 - Fartura	Pastagem	Pastagem
Sub-bacia 3 - Remedinho	Pastagem	Silvicultura
Sub-bacia 4 – Paraitinguinha	Floresta	Silvicultura
Sub-bacia 5 - Pinhal	Floresta	Pastagem

Fonte: Elaborado pela Autora.

A análise das microbacias de Paraibuna revelou dinâmicas distintas de uso e cobertura da terra. A microbacia do Pinhal passou por uma conversão significativa de floresta para pastagem, evidenciando forte pressão antrópica sobre os ecossistemas nativos. Em Fartura, predominam as pastagens, indicando continuidade de práticas agropecuárias. Já o Remedinho dos Prazeres apresentou uma transição de pastagem para silvicultura, apontando uma mudança tanto econômica quanto ecológica. Na Paraitinguinha, observou-se a substituição de floresta por silvicultura, o que implica impactos diretos sobre a biodiversidade e a regulação hídrica. Por outro lado, a microbacia do Itapeva seguiu uma trajetória oposta, com o avanço de áreas florestais sobre antigas pastagens, possivelmente em decorrência de regeneração natural ou de ações de restauração.

A escolha dessas cinco unidades foi estratégica não apenas pela diversidade de trajetórias, mas também por estarem fora das áreas de represamento, o que confere maior

confiabilidade às análises de percepção e de serviços ecossistêmicos. A seleção permitiu integrar dados quantitativos e qualitativos, captando a complexidade das transformações ambientais no município e aprofundando o entendimento das relações entre mudanças no uso da terra e as respostas dos ecossistemas.

A metodologia adotada contemplou tanto a dimensão local quanto o contexto regional das bacias do Paraíba do Sul e do Alto Tietê. A articulação entre dados do MapBiomas e as percepções de proprietários rurais proporcionou uma abordagem abrangente, permitindo avaliar os impactos dessas transformações na provisão de serviços ecossistêmicos e na forma como tais mudanças são vivenciadas pelos atores locais — uma contribuição importante para a gestão sustentável das bacias hidrográficas.

Foram analisados os anos de 1985, 2005, 2015 e 2021, definidos com base nos marcos do Código Florestal e na disponibilidade de dados. A escolha de 1985 como ponto inicial se justifica pela abrangência dos dados do MapBiomas, cujo recorte começa nesse ano, e pela relevância histórica do período, marcado por intensa urbanização e avanço da fronteira agrícola no Vale do Paraíba (Vieira Filho, 2016).

O ano de 2005 foi incluído como marco intermediário, representando uma fase de fortalecimento das políticas ambientais e dos primeiros esforços mais sistemáticos no controle do desmatamento e na recuperação de áreas degradadas (Ramos, 2009; Rajão *et al.*, 2012). Em 2015, já se observavam os efeitos da pressão por expansão urbana e agropecuária, ao mesmo tempo em que se intensificavam os debates sobre sustentabilidade e os impactos das mudanças climáticas (Santos *et al.*, 2018).

Por fim, 2021 foi incorporado à análise para refletir o cenário mais recente, incluindo as consequências da pandemia de COVID-19, os avanços em políticas ambientais e as novas exigências por soluções sustentáveis. Esse recorte permite avaliar os atuais desafios e oportunidades para a conservação e o uso racional do território (WWF Brasil, 2021).

A escolha dessas quatro datas possibilitou uma análise temporal consistente das transformações no uso e ocupação do solo, permitindo identificar tendências, rupturas e padrões relacionados às mudanças econômicas, políticas e ambientais que moldaram a paisagem de Paraíba ao longo de quase quatro décadas.

A escolha de apresentar apenas duas datas (1985 e 2021) na tabela 2, em vez de incluir os quatro períodos mencionados (1985, 2005, 2015, 2021), foi motivada pela busca por clareza e objetividade na análise das mudanças na cobertura do solo. Optou-se por comparar o início e o fim do período em estudo, a fim de destacar as transformações mais significativas e duradouras.

A inclusão dos pontos intermediários, como 2005 e 2015, embora relevantes, não refletiria variações substanciais e poderiam sobrecarregar a interpretação dos resultados. Ao focar em 1985 e 2021, é possível observar, de forma mais assertiva, as transformações mais amplas e representativas do uso do solo ao longo do tempo. Essa abordagem permite que as conclusões sobre as dinâmicas de ocupação do solo sejam mais robustas, evidenciando as alterações que realmente impactaram a paisagem ao longo das décadas. Além disso, a decisão de não incluir as datas intermediárias visa garantir uma apresentação mais coesa e facilitar a análise direta das mudanças entre o início e o fim do período estudado, partindo da premissa de que as variações intermediárias não foram suficientemente significativas para justificar uma abordagem mais fragmentada ou comparações que poderiam gerar interpretações dispersas.

Os dados do MapBiomas, utilizados como base para identificar as variações de cobertura do solo, revelam um panorama detalhado das transformações ocorridas nas paisagens de Paraibuna e das áreas estudadas ao longo desse período. Isso permite uma análise das tendências de conversão de pastagens para florestas, florestas para áreas agrícolas, bem como dos processos de degradação e recuperação ambiental. Essa abordagem temporal amplia a capacidade do estudo de captar se as mudanças de cobertura da terra, observadas na escala da sub-bacia, tiveram impacto na provisão de serviços ecossistêmicos segundo a percepção dos proprietários na escala local. Espera-se que este estudo possa fazer uma reflexão dos resultados, oferecendo uma visão das dinâmicas socioambientais que moldaram a região ao longo dos últimos 40 anos.

O uso dos dados disponibilizados pelo MapBiomas tem se consolidado como uma ferramenta valiosa para análises de cobertura e uso da terra em escala nacional e regional. No entanto, sua aplicação em estudos locais apresenta limitações que merecem atenção. Por se basearem, em grande parte, em imagens de satélite com resolução espacial de 30 metros (nas coleções tradicionais), esses dados tendem a generalizar a paisagem, dificultando a detecção de alterações pontuais ou de elementos com baixa expressividade espacial, como pequenas áreas de regeneração natural, capoeiras, áreas ripárias estreitas ou sistemas agroflorestais. Embora as versões mais recentes, como a coleção beta com resolução de 10 metros, representem avanços importantes, ainda persistem desafios relacionados à acurácia em contextos de maior heterogeneidade e fragmentação do uso da terra (MapBiomas, 2025).

Outro ponto a considerar é que os mapas do MapBiomas são produzidos com base em classificações automáticas de imagens, utilizando algoritmos de aprendizado de máquina. Essa abordagem, embora eficiente para grandes áreas, pode gerar distorções ou simplificações em

territórios com uso do solo dinâmico ou em transição. Assim, quando utilizados para subsidiar análises em escala local ou tomadas de decisão em nível municipal, esses dados devem ser confrontados e complementados com observações de campo, mapeamentos participativos e informações de alta resolução. Essa triangulação é fundamental para captar a complexidade das paisagens socioecológicas e evitar conclusões imprecisas sobre os processos de mudança em curso.

3.4 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Essa seção busca proporcionar uma compreensão sobre a abordagem metodológica adotada neste estudo, que se caracteriza por um mix de métodos quali-quantitativos. A escolha por essa abordagem foi fundamentada na necessidade de capturar tanto os aspectos qualitativos quanto quantitativos relevantes para o escopo da pesquisa. A natureza complexa do fenômeno em análise demanda uma abordagem que vá além das limitações intrínsecas de métodos puramente qualitativos ou quantitativos. A utilização de métodos qualitativos permite uma imersão aprofundada no contexto, capturando nuances, percepções e experiências dos participantes. Essa abordagem qualitativa é particularmente prezada para compreender a riqueza e a diversidade dos elementos socioecológicos envolvidos. Por outro lado, a inclusão de métodos quantitativos proporciona uma dimensão mais objetiva e mensurável à pesquisa, em que a coleta de dados quantitativos permite a análise estatística, possibilitando a identificação de padrões, tendências e relações entre variáveis. Essa vertente quantitativa é essencial para complementar as descobertas qualitativas, conferindo uma base sólida e rigorosa às conclusões do estudo. Portanto a abordagem metodológica adotada, visa tirar proveito das vantagens oferecidas tanto pelos métodos qualitativos quanto quantitativos, garantindo uma compreensão abrangente e fundamentada do fenômeno em estudo. A integração dessas duas perspectivas metodológicas enriquecerá a análise, possibilitando uma interpretação mais completa e informada dos dados coletados. Essa complementaridade é essencial para enfrentar a complexidade dos sistemas socioecológicos, proporcionando uma compreensão das interações entre sociedade e ambiente.

A pesquisa adotou uma abordagem metodológica integrada, que uniu dados qualitativos e quantitativos para proporcionar uma visão mais completa sobre as dinâmicas socioambientais nas sub-bacias estudadas. Os dados qualitativos foram obtidos por meio da percepção dos proprietários das áreas, que forneceram informações fundamentais sobre o uso da terra, os

recursos hídricos disponíveis, a qualidade desses recursos e os serviços ecossistêmicos oferecidos e a percepção para com as mudanças ali observadas e os impactos destas para os serviços ecossistêmicos. Além disso, abrangendo as mudanças ao longo do tempo no uso e ocupação do solo, possibilitando um relato detalhado das práticas agrícolas e das transformações ocorridas nas últimas décadas.

Esses dados qualitativos são essenciais para captar as particularidades da realidade local e as dinâmicas sociais, aspectos que muitas vezes não podem ser totalmente capturados por meio de abordagens quantitativas. Por exemplo, a análise das mudanças no uso da terra foi complementada com relatos sobre como as práticas agrícolas evoluíram, como os proprietários percebem as alterações nos recursos hídricos e os impactos dessas mudanças no bem-estar das comunidades locais. Esse enfoque também permitiu entender as percepções sobre os serviços ecossistêmicos prestados pelas áreas, como a oferta de água, a regulação do clima e a conservação da biodiversidade.

Os dados quantitativos foram coletados para fornecer uma análise objetiva e mensurável. Por meio de questionários estruturados, foi possível reunir informações sobre as áreas de estudo, abordando aspectos como a extensão da cobertura florestal, as áreas destinadas à agropecuária, a disponibilidade de água e a qualidade dos recursos hídricos. Esses dados possibilitaram a aplicação de análises estatísticas para identificar padrões e tendências, além de revelar relações entre diferentes variáveis, como os efeitos da mudança no uso do solo sobre a disponibilidade de água e a qualidade dos serviços ecossistêmicos.

3.4.1 Coleta de dados primários

A construção do questionário foi organizada em três eixos principais: Perfil Socioeconômico, Caracterização Ambiental (local e regional) e Percepção Ambiental. Essa divisão permitiu uma análise segmentada e aprofundada dos dados coletados, facilitando a interpretação dos resultados e possibilitando um levantamento detalhado dos aspectos sociais, econômicos e ambientais que impactam a percepção dos respondentes.

O questionário contempla dois tipos principais de questões: abertas e de múltipla escolha. As questões abertas possibilitam que os participantes expressem suas opiniões e percepções com suas próprias palavras, proporcionando uma visão mais rica e contextualizada das respostas. Já as questões de múltipla escolha oferecem alternativas e opções predeterminadas (Cohen *et al.*, 2013), o que facilita a quantificação e análise dos dados, além

de garantir uniformidade nas respostas, essencial para a construção de indicadores. Esses indicadores dizem respeito, sobretudo, à percepção sobre os serviços ecossistêmicos, mudanças no uso e cobertura da terra, práticas de manejo e conservação, e impactos percebidos nas funções ambientais da paisagem. Por meio deles, é possível identificar padrões e tendências nas respostas dos participantes, permitindo comparar diferentes microbacias, grupos sociais ou contextos de uso da terra. Além disso, esses indicadores subsidiam análises integradas entre dados qualitativos e quantitativos, contribuindo para uma compreensão mais ampla das dinâmicas socioambientais no território estudado.

Esses indicadores dizem respeito, sobretudo, à percepção sobre os serviços ecossistêmicos, mudanças no uso e cobertura da terra, práticas de manejo e conservação, e impactos percebidos nas funções ambientais da paisagem. Para fins de análise, foram organizados em três grandes categorias de serviços ecossistêmicos: provisão, regulação e culturais.

No caso dos serviços de provisão, os indicadores foram construídos com base na percepção dos entrevistados sobre a disponibilidade de recursos diretamente fornecidos pelos ecossistemas, como água para consumo e irrigação, alimentos e produtos florestais. As respostas revelaram o grau de acesso à água ao longo do ano, a persistência ou redução da produção agrícola, o uso de recursos como lenha, frutas nativas, plantas medicinais e demais bens naturais presentes nas áreas de mata ou nos quintais produtivos.

Para os serviços de regulação, os indicadores envolveram aspectos relacionados à estabilidade e ao equilíbrio ecológico percebidos pelas populações locais. Foram incluídas questões que abordam a presença e o estado de nascentes e córregos, os efeitos da vegetação na prevenção da erosão, as alterações microclimáticas observadas ao longo do tempo e a percepção sobre o controle natural de pragas e a polinização. Esses elementos permitiram identificar como a cobertura vegetal influencia processos fundamentais como a infiltração de água no solo, o conforto térmico e a proteção contra eventos extremos, como enchentes ou incêndios.

Já os serviços culturais foram analisados a partir das percepções relacionadas aos vínculos afetivos, estéticos e simbólicos com a paisagem. Os indicadores dessa categoria foram elaborados com base em relatos sobre o valor da paisagem para o lazer, o uso recreativo do território, a valorização das práticas tradicionais e o conhecimento ecológico local. Além disso, foram consideradas menções à identidade territorial, à memória familiar associada a determinados espaços naturais e à transmissão de saberes intergeracionais sobre o manejo da terra e dos recursos naturais.

A construção desses indicadores permitiu não apenas compreender a relação entre os moradores e o ambiente, mas também identificar tendências e padrões em diferentes microbacias, revelando a importância da vegetação nativa na provisão de múltiplos serviços ecossistêmicos. Ao integrar dados qualitativos e quantitativos, essa abordagem fortalece a análise das transformações ambientais a partir de uma perspectiva integrada, sensível às especificidades territoriais e às experiências locais.

A coleta de dados, na forma de entrevistas, ocorreu presencialmente, em visitas às propriedades locais, permitindo uma interação mais próxima com os respondentes. Além disso, foi realizado um teste piloto, a fim de avaliar e aprimorar a confiabilidade, validade e praticabilidade do questionário, conforme recomendações de Cohen *et al.* (2013). Essa etapa foi fundamental para identificar possíveis ajustes necessários, assegurando que o questionário seja um instrumento eficaz e preciso na coleta das informações pretendidas.

3.5 ENTREVISTAS

Conforme Spink (1993), a utilização de material espontâneo obtido por meio de entrevistas proporciona o acesso aos conteúdos e aos processos de formação das representações. Seguindo esta abordagem, foram conduzidas entrevistas no período de março a agosto/2024, com o auxílio de um roteiro de entrevista composto por perguntas tanto abertas quanto fechadas. O roteiro foi construído com questões que buscam caracterizar os indivíduos entrevistados, as propriedades rurais nas quais eles se encontram. Questões compuseram três blocos temáticos relacionados com as transformações gerais e nos usos do solo ocorridas nas propriedades rurais visitadas e no seu entorno, a situação dos recursos hídricos nas propriedades, os serviços ecossistêmicos. Questões mais gerais antecederam questões específicas com o fito de oferecer oportunidades para o aparecimento espontâneo, menos diretivo, de conteúdos abordados nas questões específicas. As questões abertas, não apenas ofereceram aos entrevistados a liberdade de expressão espontânea, mas também possibilitaram que emergissem tópicos e nuances que não foram inicialmente contemplados na elaboração do roteiro. Essa abordagem proporciona uma riqueza adicional à coleta de dados, ao permitir que as perspectivas e experiências dos participantes fossem mais completamente exploradas e compreendidas. Dessa maneira, tópicos levantados pelos entrevistados também podem ser explorados em maior profundidade e conteúdo de outras representações relacionadas com mudanças do uso e cobertura do solo, serviços ecossistêmicos locais poderão ser acessados.

As entrevistas incluem questões formuladas para captar a percepção dos atores locais sobre os processos de transformação das paisagens e os serviços ecossistêmicos. É importante destacar que a percepção, nesse contexto como um objeto de análise. O que se utiliza como instrumento é a entrevista semiestruturada, que permite acessar como os sujeitos interpretam, sentem e atribuem sentido às mudanças no território.

A escolha de explorar a percepção se justifica pelo seu potencial em revelar como os agentes sociais compreendem e se relacionam com o meio ambiente, oferecendo subsídios valiosos para análises socioambientais. Nesse sentido, a percepção é compreendida como uma forma de mediação simbólica entre o indivíduo e o espaço vivido, permitindo acessar dimensões subjetivas, históricas e culturais que não seriam plenamente captadas por dados quantitativos. Entendendo que a percepção ambiental pode ser entendida como a maneira pela qual um indivíduo percebe, compreende e interage com o seu entorno, levando em conta as influências ideológicas de cada sociedade (Villar *et al.*, 2008). Este estudo propõe analisar as transformações dos ecossistemas e dos serviços ecossistêmicos (SE) a partir da perspectiva local, enfatizando o papel das percepções e conhecimentos dos agentes que dependem diretamente do meio ambiente para seu sustento e modo de vida. Com isso, busca-se identificar práticas adaptativas e contribuir para uma gestão mais responsiva e sustentável dos recursos naturais. A resiliência e o desenvolvimento sustentável estão intimamente conectados à forma como as comunidades percebem e respondem a transformações socioecológicas, uma relação bem delineada por Folke *et al.* (2002). Ao investigar as percepções dos atores locais, especialmente dos produtores rurais, a pesquisa visa entender como esses agentes percebem as mudanças ambientais.

A pesquisa concentra-se em proprietários rurais que registraram as seguintes atividades agropecuária, extrativismo, criação de animais e aquicultura no Cadastro Ambiental Rural, entendendo que esses produtores representam agentes cruciais do setor rural (Cunha, 2023; SICAR, 2023). O conceito de “rural” transcende a simples delimitação de espaço geográfico, abrangendo não apenas aspectos territoriais, mas também dimensões culturais, sociais e simbólicas (Brandão, 2007). Nesse contexto, o rural emerge como um espaço complexo, impregnado de tradições, práticas e saberes populares que formam a base das comunidades agrárias, tornando-se um universo de significados e práticas sociais vivas, transmitidas ao longo das gerações.

A compreensão das comunidades agrárias requer um olhar atento aos aspectos culturais que sustentam e moldam esses agrupamentos sociais. Elas representam mais do que uma

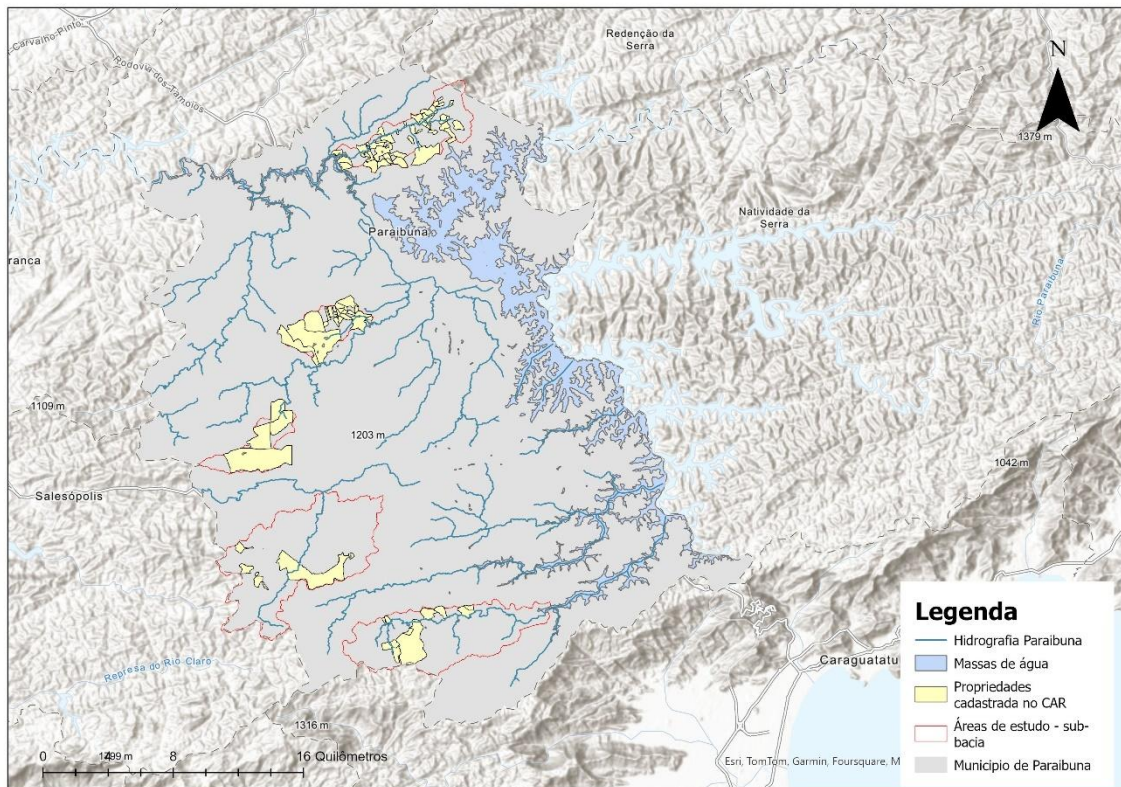
unidade espacial compartilhada: constituem agregados de indivíduos que compartilham práticas agrícolas, valores culturais e modos de vida específicos, o que as torna fundamentais na preservação de tradições e na gestão dos recursos naturais. Essas comunidades também revelam como as práticas agrícolas funcionam não apenas como atividades econômicas, mas como expressões culturais que simbolizam a relação entre a comunidade e o território que habita. Como afirma Toledo (2008), os saberes locais e os sistemas agrícolas tradicionais expressam uma construção coletiva baseada em gerações de interação com o ambiente, revelando formas complexas de adaptação ecológica e identidade cultural.

Para capturar essa complexidade, é fundamental adotar uma abordagem que reconheça a natureza multifacetada do rural, incluindo sua riqueza cultural, social e simbólica. Incorporar as percepções dos próprios produtores rurais permite acessar conhecimentos contextuais e experientes, essenciais para uma visão aprofundada do meio rural e suas dinâmicas. Neste contexto, o estudo prioriza proprietários de terras com presença contínua ou intermitente no local há pelo menos uma década, valorizando assim suas vivências e conhecimentos acumulados, que oferecem uma compreensão profunda e contextualizada do ambiente rural e dos desafios de adaptação aos quais estão sujeitos. Essa abordagem metodológica se fundamenta na premissa de que a expertise adquirida ao longo de uma década de vivência no meio rural confere aos participantes uma perspectiva valiosa e informada, enriquecendo a compreensão das dinâmicas e das nuances culturais presentes nesse contexto específico.

A delimitação etária para participação compreende indivíduos maiores de 18 anos, sendo fundamental que os participantes estejam dispostos a contribuir para a pesquisa e formalizem sua concordância mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) 74159423.2.0000.5503 aprovado pelo Comitê de Ética responsável.

A fim de levantar o número e tamanho das propriedades por sub-bacia foi realizado o levantamento dos dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR) - Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), e submetido o filtro citado anteriormente (Cunha, 2023), no qual define para este escopo áreas que tenham sido declaradas como agricultura, extrativismo, criação e aquicultura e agrupadas na tipologia “Produtor rural”. Este levantamento visa identificar todas as propriedades de produtores rurais (Figura 7), para a aplicação do questionário e levantamento dos dados primários.

Figura 7 - Áreas das sub-bacias de estudo e as delimitações do CAR – Cadastro Ambiental Rural.



Fonte: Adaptado de ANA (2013); SICARSP (2023)

Os proprietários foram convidados a participar da pesquisa por meio da resposta a um questionário (Anexo A), com o objetivo de captar suas percepções sobre a resiliência das paisagens socioecológicas locais e os serviços ecossistêmicos disponíveis. A coleta de dados foi realizada por meio de formulários digitais, aplicados com o uso do aplicativo Survey123 for ArcGIS, uma plataforma desenvolvida pela empresa Esri, que permite a criação, aplicação e georreferenciamento de questionários de forma integrada. O aplicativo pode ser utilizado tanto em dispositivos móveis quanto em computadores, possibilitando o preenchimento mesmo em áreas sem conexão à internet, com posterior sincronização dos dados.

A adoção do Survey123 teve como principal vantagem a padronização das respostas, o registro automático de coordenadas geográficas e a agilidade no processamento e sistematização dos dados. Após a conclusão da etapa de campo, as respostas foram organizadas de forma estruturada, o que facilitou a análise e a representação dos resultados por meio de gráficos, tabelas e mapas temáticos.

O enfoque analítico desta pesquisa buscou identificar padrões e similaridades nas respostas obtidas, por meio de uma abordagem comparativa. A análise sistemática desses dados possibilitou a identificação de tendências, contribuindo para o alcance dos objetivos propostos.

Durante a fase de pesquisa de campo, foi realizada observações das paisagens das sub-bacias do município de Paraibuna, por meio de caminhadas (outros meios) e registradas em um caderno de campo.

Os dados coletados nesse contexto foram empregados para complementar as análises dos dados geoprocessados, proporcionando uma perspectiva qualitativa e complementar que enriqueceu a compreensão das paisagens estudadas. A relevância desses dados reside na capacidade de aprofundar a compreensão das características ecológicas e sociais das paisagens das sub-bacias.

Na Bacia 1, foram identificadas 50 propriedades rurais registradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR), das quais 16 foram selecionadas aleatoriamente para participação na pesquisa, correspondendo a 32% do total. Essa amostragem permitiu obter uma visão representativa da bacia, fornecendo dados relevantes sobre as mudanças no uso da terra e os impactos percebidos pelos proprietários rurais.

Na Bacia 2, havia um total de 19 propriedades com cadastro no CAR. Foram realizadas 10 entrevistas, o que representa 52,6% da amostra. Esse número possibilitou uma análise significativa das dinâmicas locais, considerando as especificidades socioambientais da bacia.

Na Bacia 3, todas as 10 propriedades cadastradas foram entrevistadas, resultando em 100% da amostra prevista. A realização integral das entrevistas proporcionou uma compreensão ampla e detalhada das percepções dos proprietários sobre o uso da terra, as transformações ambientais e a provisão de serviços ecossistêmicos.

Na Bacia 4, também foram previstas e realizadas entrevistas com 100% das 8 propriedades cadastradas, garantindo uma cobertura total da amostra. Isso possibilitou uma análise aprofundada das transformações territoriais e das interações dos moradores com os recursos naturais da região.

Por fim, na Bacia 5, foram conduzidas entrevistas com os 5 proprietários cadastrados no CAR, o que representa 100% da amostra estabelecida para essa unidade. Assim como nas bacias 3 e 4, a totalidade da amostra permitiu uma base sólida de dados para a análise qualitativa e quantitativa das mudanças no território.

3.6 ANÁLISE INTEGRADA DE DADOS BIOFÍSICOS E SOCIOCULTURAIS

A metodologia utilizada neste estudo para analisar as mudanças no uso da terra e os impactos dessas mudanças sobre a provisão de SE a partir da percepção dos proprietários rurais

foi desenvolvida a partir de uma abordagem integradora que combinou dados geoespaciais provenientes de imagens classificadas do MapBiomias com informações qualitativas coletadas por meio de entrevistas e observação em campo. Utilizando mapas de cobertura da terra processados a partir de dados do Projeto MapBiomias, foram realizadas entrevistas com os proprietários das áreas localizadas nas sub-bacias de interesse. Para a análise, os dados qualitativos obtidos nas entrevistas foram codificados com base em categorias temáticas, a fim de organizar as percepções dos entrevistados sobre as mudanças ambientais e os serviços ecossistêmicos.

A codificação seguiu um processo de leitura analítica e categorização por temas recorrentes nas falas, permitindo a comparação entre o discurso dos entrevistados e os dados espaciais. As principais categorias utilizadas na codificação incluíram:

- Percepção de mudanças no uso da terra (manutenção, substituição ou regeneração da cobertura vegetal);
- Disponibilidade e qualidade da água (aumento ou diminuição da vazão, frequência de secas e enchentes, alterações na qualidade da água);
- Serviços ecossistêmicos percebidos (regulação hídrica, fertilidade do solo, controle de erosão, polinização, bem-estar climático, entre outros);
- Práticas produtivas e uso atual da terra (silvicultura, pecuária, agricultura, regeneração natural, áreas de preservação);
- Intervenções e manejo ambiental (ações de conservação, recuperação de APPs, uso de técnicas sustentáveis ou tradicionais).

Essas categorias foram, então, relacionadas com as classes de uso da terra identificadas nas imagens de satélite do MapBiomias, tais como: formação florestal, pastagem, agricultura, silvicultura, mosaico de usos e áreas urbanizadas. Essa comparação permitiu identificar convergências e divergências entre os dados objetivos do sensoriamento remoto e as percepções locais, enriquecendo a análise sobre as dinâmicas socioecológicas das sub-bacias.

A integração entre os dados espaciais e as percepções dos proprietários foi realizada por meio de uma análise comparativa, onde as classes de uso e cobertura da terra identificadas nas imagens do MapBiomias foram confrontadas com as respostas obtidas nas entrevistas. Essa combinação de dados possibilitou uma verificação de consistência entre as percepções dos proprietários rurais e as mudanças observadas, além de enriquecer a análise, proporcionando uma visão mais detalhada sobre as causas e os impactos dessas transformações no contexto socioambiental local.

Essa abordagem metodológica segue as diretrizes apresentada por autores como Longley et al. (2015), que destacam a importância da integração de dados espaciais com dados qualitativos em pesquisas sobre mudanças no uso da terra. Além disso, a combinação de sensoriamento remoto com dados primários coletados por meio de entrevistas é um modelo amplamente defendido por estudiosos da área de estudos socioecológicos (Goodchild *et al.*, 1993), que ressaltam os benefícios dessa metodologia integrada para a compreensão das dinâmicas de uso do solo e seus impactos nos ecossistemas.

A análise comparativa entre os dados obtidos nas séries temporais de uso do solo e as narrativas dos proprietários foi realizada utilizando métodos de análise temática e triangulação de dados, conforme sugerido por Goodchild *et al.* (1993). A análise temática consiste em identificar, organizar e interpretar padrões ou temas recorrentes presentes nas informações qualitativas, como relatos e percepções dos proprietários, permitindo compreender melhor suas experiências e visões. Já a triangulação de dados refere-se ao uso combinado de diferentes fontes e métodos — neste caso, dados qualitativos e análises espaciais — para validar os resultados, garantindo que as informações subjetivas dos entrevistados complementem e dialoguem com as evidências objetivas das mudanças no uso do solo observadas nas imagens. Esse processo destacou tanto as convergências quanto as possíveis divergências entre o relato dos proprietários e as transformações reais captadas nas imagens.

A combinação entre os resultados da análise espacial da cobertura da terra e os dados obtidos por meio das entrevistas permitiu uma abordagem mais abrangente e crítica sobre as transformações ocorridas na paisagem da sub-bacia. Enquanto os dados espaciais, extraídos de séries temporais de imagens (como as do MapBiomas), indicaram padrões quantitativos de mudança — como a conversão de áreas de pastagem em vegetação secundária —, as entrevistas ofereceram um contraponto qualitativo, revelando como essas alterações foram percebidas, reinterpretadas ou até mesmo questionadas pelos moradores locais. Essa integração evidenciou, por exemplo, situações em que as imagens indicavam aumento de cobertura florestal, mas os entrevistados apontavam que tais áreas permaneciam em uso agropecuário, com características que não se enquadram necessariamente como regeneração natural. Dessa forma, o cruzamento entre as duas fontes de informação não apenas enriqueceu a análise, mas também trouxe à tona contradições importantes, revelando os limites das classificações automatizadas e destacando a relevância dos saberes locais para a compreensão das dinâmicas socioecológicas.

A integração dos dados ocorreu em etapas para duas análises principais. Para a primeira análise, foi realizada uma associação espacial entre os dados de cobertura da terra e as

informações coletadas nas entrevistas, utilizando o *survey123*, utilizando o *webmap* como mapa de referência para seu formulário no *survey123*, o qual conecta as respostas a bacia onde foi aplicado o questionário, assim, vinculando as respostas dos proprietários às suas respectivas áreas de propriedade e sub-bacias. Assim, foi possível mapear as percepções locais em relação às mudanças detectadas nas imagens, permitindo correlacionar diretamente o relato subjetivo com as transformações objetivas do território.

Na segunda etapa da análise, as entrevistas com os proprietários rurais foram transcritas e passaram por um processo de codificação, que incluiu tanto a organização das respostas abertas em categorias temáticas — especialmente no que se refere às percepções sobre mudanças ambientais e serviços ecossistêmicos — quanto a análise das respostas obtidas por meio de perguntas fechadas. As narrativas e dados foram estruturados em torno dos principais serviços ecossistêmicos mencionados pelos entrevistados, como provisão de água, regulação climática, conservação do solo, entre outros.

As percepções dos proprietários rurais foram coletadas por meio de entrevistas estruturadas, utilizando o aplicativo *Survey123*, que permitiu registrar dados georreferenciados vinculados às propriedades dentro da bacia hidrográfica de estudo. Após a transcrição e codificação das respostas, essas informações qualitativas foram associadas às mudanças espaciais observadas nos mapas de cobertura do solo. Essa associação foi feita por meio da técnica de sobreposição, na qual os pontos georreferenciados das entrevistas foram cruzados com as camadas cartográficas das séries temporais de uso do solo. Em seguida, realizou-se uma análise qualitativa comparativa para identificar convergências ou divergências entre as percepções dos proprietários e as alterações espaciais detectadas, contribuindo para uma compreensão integrada dos processos ambientais na bacia. Essa abordagem metodológica permitiu identificar como diferentes trajetórias de transformação do uso da terra impactaram a provisão percebida de serviços ecossistêmicos. Os dados empíricos foram coletados diretamente com os proprietários rurais por meio de entrevistas, enquanto os dados espaciais de uso e cobertura do solo foram obtidos a partir da classificação de imagens de satélite, que permitiu mapear e quantificar as categorias de cobertura vegetal, áreas de pastagem, corpos d'água e outros usos do solo ao longo do tempo nas sub-bacias estudadas. A correlação entre esses dados empíricos e espaciais evidenciou dinâmicas locais específicas, refletindo tanto a diversidade dos contextos ambientais e sociais em cada sub-bacia quanto as particularidades das percepções e respostas dos entrevistados. Esse cruzamento foi essencial para aprofundar a compreensão das interações entre as mudanças ambientais documentadas pelas imagens de

satélite e as experiências vividas pelos proprietários rurais, resultando em uma análise integrada que transcende a mera quantificação, incorporando as complexidades socioambientais do território.

Para avaliar se o aumento da cobertura florestal influenciou a percepção de melhora nos serviços de regulação, as sub-bacias foram classificadas de acordo com as tendências observadas de expansão ou redução da vegetação nativa. Em cada sub-bacia, foi aplicado o mesmo conjunto de perguntas aos moradores, independentemente da trajetória ambiental da região, garantindo assim a uniformidade na coleta de dados e possibilitando o teste da hipótese. A análise espacial cruzou as áreas com crescimento ou diminuição da cobertura florestal com as respostas dos proprietários sobre aspectos relacionados aos serviços de regulação, como controle da erosão, qualidade da água e estabilidade climática, permitindo identificar correlações entre as mudanças objetivas e as percepções locais.

Ao sobrepor as áreas de cobertura florestal às propriedades dos entrevistados, foi possível verificar se aqueles situados em regiões com aumento da vegetação relataram benefícios específicos relacionados aos serviços ecossistêmicos. A triangulação dessas informações, que consistiu em cruzar dados espaciais das mudanças na cobertura do solo com as percepções qualitativas dos proprietários, permitiu validar e enriquecer a análise. Ou seja, esse processo integrou as evidências quantitativas, obtidas por meio das imagens de satélite, com as informações qualitativas das entrevistas, possibilitando identificar se as mudanças ambientais observadas estavam de fato alinhadas com as experiências e percepções locais. Dessa forma, a triangulação evidenciou diferenças significativas entre as sub-bacias, destacando percepções variadas e, por vezes, contrastantes acerca dos serviços ecossistêmicos reguladores. As informações obtidas das entrevistas foram analisadas em conjunto com os dados espaciais, destacando serviços ecossistêmicos comuns e distintos entre as sub-bacias. Utilizando uma matriz de análise comparativa, foi possível identificar padrões recorrentes nas respostas dos proprietários, como a valorização da provisão de água e conservação do solo, independentemente da sub-bacia. Por outro lado, divergências específicas surgiram em relação à regulação climática e biodiversidade, especialmente entre sub-bacias com diferentes trajetórias de uso da terra. Para avaliar a evolução dos serviços ecossistêmicos considerados importantes, as entrevistas foram estruturadas para captar percepções sobre mudanças específicas ao longo do tempo. Os dados qualitativos foram cruzados com os mapas de cobertura, permitindo uma análise diacrônica das percepções. Através da categorização temática das entrevistas — um processo que consiste em organizar e agrupar as respostas dos

proprietários em temas ou categorias específicas — foi possível identificar se os serviços ecossistêmicos mencionados, como qualidade da água ou estabilidade do solo, foram percebidos como melhorados ou deteriorados em função das mudanças observadas no uso da terra. Essa abordagem permite sistematizar as percepções dos entrevistados, facilitando a análise e a comparação das respostas em relação às transformações ambientais registradas.

Em suma, a combinação metodológica entre dados espaciais e entrevistas qualitativas permitiu uma análise integrada e detalhada, revelando como as transformações ambientais nas últimas décadas foram percebidas localmente. Esse processo reforçou a importância de considerar múltiplas fontes de informação para uma compreensão mais ampla das dinâmicas socioecológicas.

A análise dos dados quantitativos provenientes dos questionários foi conduzida de forma estruturada, utilizando o ArcGis Insights para a organização e coleta inicial dos dados, e o Excel para o processamento e organização posterior, visando facilitar a análise e garantir a consistência dos resultados. O processo de análise seguiu uma sequência lógica, com foco na extração de informações relevantes para as perguntas de pesquisa e na aplicação de métodos estatísticos para interpretar as relações entre as variáveis.

Primeiramente, os dados foram coletados e organizados automaticamente pelo ArcGis *Insights*, onde cada resposta foi atribuída a variáveis específicas, como características socioeconômicas dos entrevistados e percepções sobre os serviços ecossistêmicos. As informações foram exportadas para o Excel, onde foi realizada uma limpeza dos dados, identificando e tratando possíveis respostas inconsistentes ou faltantes, conforme os parâmetros definidos no início da pesquisa. Essa etapa foi essencial para garantir que apenas dados válidos fossem utilizados na análise. Após a limpeza dos dados, foram atribuídas a cada sub-bacia a mudança do uso e cobertura do solo, de acordo com a percepção local. Tal atribuição foi definida pela maioria das respostas.

A partir disso foram calculadas as percentagens das respostas para cada variável de interesse, filtradas as respostas atribuídas a essa percepção. Para isso, foi utilizada a fórmula básica de percentagem, que considera a proporção de respostas em cada categoria em relação ao total de respostas obtidas para cada pergunta. Essa operação foi realizada em todas as variáveis, como por exemplo, as respostas relacionadas à percepção dos proprietários rurais sobre as mudanças no uso da terra e a importância dos serviços ecossistêmicos. As variáveis analisadas incluíram aspectos como a tipologia de uso da terra, percepções sobre a qualidade

ambiental e serviços ecossistêmicos (como provisão de água, regulação climática e escassez hídricas etc).

4 RESULTADOS

Nesta sessão, são apresentados os resultados da investigação sobre como as mudanças no uso e cobertura do solo, ao longo das últimas quatro décadas, impactaram a provisão de serviços ecossistêmicos em diferentes sub-bacias, a partir da percepção dos proprietários rurais. O foco do estudo recai sobre as transformações das paisagens e seus reflexos nos serviços ecossistêmicos de regulação, provisão e cultura, como qualidade e quantidade de água, lazer, fauna, alimentação, aspectos fundamentais para a manutenção dos ecossistemas e o bem-estar das comunidades locais.

Partindo da hipótese de que sub-bacias com maior cobertura florestal apresentam melhor capacidade de regulação hídrica e maior resiliência frente a eventos climáticos extremos, em comparação àquelas dominadas por pastagens ou monoculturas, esta pesquisa buscou compreender, a partir da percepção de proprietários rurais, se a hipótese teórica é confirmada. Espera-se contribuir para um maior entendimento sobre as relações entre transformações da paisagem e a provisão de serviços ecossistêmicos. A primeira pergunta investigou como os proprietários rurais percebem e identificam os serviços ecossistêmicos fornecidos pelas sub-bacias em que vivem e quais semelhanças e diferenças existem entre essas percepções nos diferentes contextos territoriais. Ao abordar essa questão, buscou-se compreender como os moradores locais valorizam aspectos como disponibilidade e qualidade da água, biodiversidade, estabilidade climática, fertilidade do solo, paisagem cultural e outras funções ecossistêmicas. As narrativas revelam formas diversas de reconhecimento desses serviços, com destaque para elementos práticos ligados à produção e ao cotidiano, e também aspectos simbólicos e afetivos, permitindo traçar um panorama da valoração socioambiental nas distintas sub-bacias.

A segunda questão analisou de que maneira as transformações no uso e cobertura da terra ao longo do tempo impactaram a provisão de serviços ecossistêmicos nas sub-bacias analisadas. Para tanto, confrontaram-se os dados de mudanças mapeadas (via MapBiomass) com os relatos sobre impactos percebidos. Foram exploradas transformações como a substituição de pastagens por florestas, expansão da silvicultura e presença de áreas agrícolas. A partir disso, investigou-se se tais alterações foram acompanhadas de variações nos serviços ecossistêmicos, como regulação hídrica, equilíbrio térmico, estabilidade do solo e polinização. A análise permitiu observar que a percepção de impactos nem sempre é diretamente proporcional às mudanças detectadas por sensoriamento remoto, sugerindo que outros fatores – como o manejo

local, a história de ocupação e o tipo de vegetação – influenciam significativamente essa relação.

A terceira pergunta buscou verificar se as sub-bacias que apresentaram aumento na cobertura florestal demonstram, segundo dados e percepções locais, melhorias na provisão de serviços de regulação, especialmente relacionados à regulação hídrica e à mitigação de eventos climáticos extremos. Essa etapa articulou os dados quantitativos de cobertura florestal com os relatos qualitativos dos moradores, permitindo verificar se houve correspondência entre a expansão da vegetação nativa e a melhora percebida nos serviços de regulação. Em algumas sub-bacias, a percepção de melhorias foi limitada, mesmo com o aumento da vegetação, indicando que a simples presença de cobertura florestal pode não ser suficiente para alterar a percepção local sobre esses serviços, especialmente em contextos de maior pressão antrópica, como proximidade de silvicultura ou uso intensivo do solo. Isso reforça a importância de considerar não apenas a quantidade, mas a qualidade, a localização (como a presença em áreas ripárias) e o tempo de regeneração das florestas.

Por fim, a quarta pergunta buscou compreender como os proprietários rurais percebem a importância da cobertura florestal – em especial das áreas ripárias – na provisão de serviços ecossistêmicos e na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. Essa investigação revelou diferentes níveis de consciência sobre o papel ecológico das matas ciliares, variando conforme o histórico familiar, o engajamento em práticas de conservação e o tipo de relação com a terra. Muitos reconhecem a relevância dessas áreas para a proteção das nascentes, controle de erosão e manutenção da biodiversidade, embora nem todos associem diretamente esses benefícios às mudanças climáticas. A percepção sobre a função ecológica das APPs ainda é, em parte, influenciada pela forma como as políticas ambientais foram implementadas no território, ora como obrigação, ora como um componente valorizado da paisagem produtiva.

Com base nessas quatro perguntas e na análise integrada dos dados, o estudo procura compreender as formas como as transformações no uso da terra influenciam – ou deixam de influenciar – a percepção local sobre os serviços ecossistêmicos, oferecendo subsídios para a construção de estratégias mais sensíveis às especificidades territoriais e aos saberes locais, fundamentais para a promoção da resiliência socioecológica das bacias.

4.1 DADOS SOCIOECOLÓGICOS: CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS E AMBIENTAIS DAS CINCO SUB-BACIAS

Esta seção apresenta uma análise detalhada das características socioeconômicas e ambientais das cinco sub-bacias incluídas no estudo. Por meio de entrevistas realizadas com proprietários locais, são descritos aspectos relacionados ao uso e ocupação do solo, histórico de chegada das famílias, atividades produtivas, consumo de água, fontes hídricas disponíveis e mudanças nas dinâmicas socioecológicas ao longo do tempo.

Cada sub-bacia foi analisada individualmente, destacando suas especificidades e comparando os padrões de uso da terra, práticas econômicas e preservação de recursos naturais. Os dados coletados revelaram como as interações entre atividades humanas e características ambientais moldaram a paisagem e os serviços ecossistêmicos, a partir da percepção local.

4.1.1 Sub-bacia do Itapeva

Na Sub-Bacia do Pinhal, foram entrevistados 16 proprietários, de uma proporção total de 50, representando 32% de representatividade local. Todos os entrevistados (100%) afirmaram que não residem na propriedade.

Quando as famílias chegaram, 57% dos entrevistados disseram que a atividade da propriedade era a principal fonte de renda, enquanto 43% indicaram que não era. Atualmente, nenhum entrevistado considera a atividade da propriedade como sua principal fonte de renda: 86% responderam que ela não é mais a principal e 14% afirmaram que é apenas uma das fontes de renda. A faixa etária dos entrevistados é dividida igualmente entre 36-50 anos (33%), 51-65 anos (33%) e acima de 65 anos (33%).

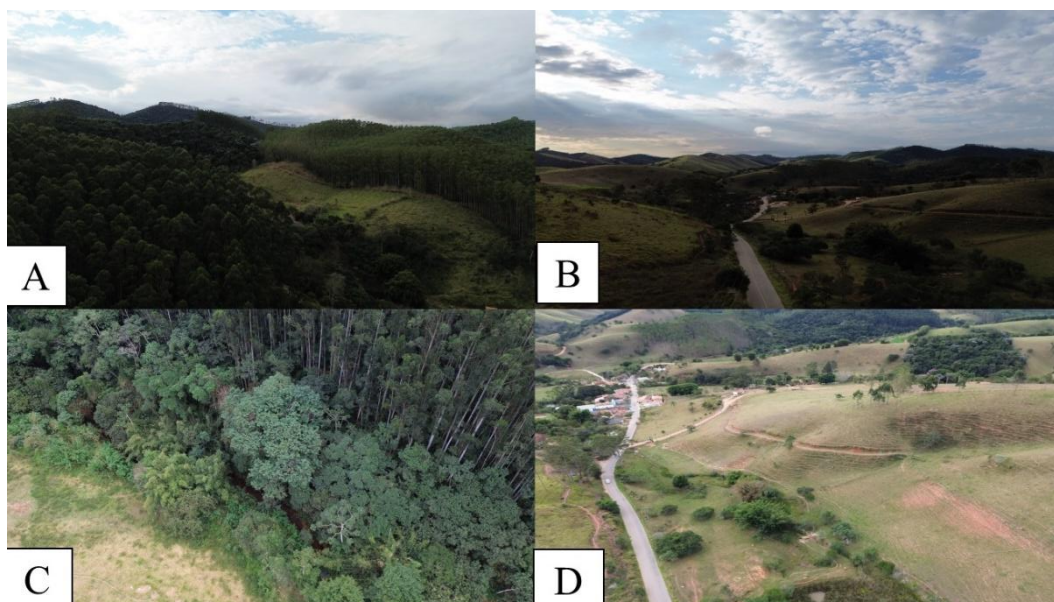
Em relação à chegada das famílias às propriedades, houve uma divisão igual entre gerações: 33% mencionaram que as bisavós foram os primeiros a ocupar a terra, 33% que foram os avós, e 33% que foram os pais. As famílias chegaram em períodos variados, com 33% na década de 1940, 33% na década de 1960 e 33% em outros períodos.

Inicialmente, a principal atividade nas propriedades era a agricultura (100%), com 66% envolvidas na criação de gado de corte e na produção de leite. Além disso, 33% mencionaram a silvicultura. A principal fonte de renda na época era dividida entre agricultura (33%), corte de gado (33%) e produção de leite (66%). Atualmente, a atividade produtiva mudou: 66% das propriedades ainda praticam agricultura, mas todas (100%) focam no corte de gado, e 33%

também no leite. A principal fonte de renda segue essa tendência, com 33% provenientes da agricultura, 100% do corte de gado e 33% do leite. O objetivo das propriedades permanece comercial em 100% dos casos, sem registros de atividades voltadas à subsistência ou sem objetivos produtivos.

Esta sub-bacia, figura 8, destaca-se pela presença de nascentes em todas as propriedades entrevistadas (100%). A maioria das propriedades possui de 2 a 3 nascentes (67%), enquanto 33% têm apenas uma. Além disso, todos os entrevistados (100%) relataram a presença de algum rio atravessando suas propriedades.

Figura 8 - Imagem de drone da área 1 de estudo demonstrando as diferentes paisagens. A. Eucalipto e pastagem; B. Rodovia de acesso asfaltada; C. Corpo hidrico; D. Vista da área.



Fonte: Elaborado pela Autora.

Quando as famílias chegaram, as atividades que mais consumiam água eram a pecuária (66%) e o uso doméstico (66%), seguidas pela agricultura (33%). A principal fonte de recursos hídricos era composta pelos rios e córregos (100%), com 33% das famílias utilizando também as nascentes. Atualmente, a pecuária continua sendo a atividade de maior consumo de água (67%), enquanto a pastagem ocupa 33%. As fontes de água se mantêm predominantemente nascentes (100%) e rios/córregos (100%), com 33% das famílias passando a usar poços.

Quanto à cobertura do solo, anteriormente o cenário era composto por 33% de café, 100% de capim-gordura e 66% de floresta, refletindo um ambiente rural tradicional.

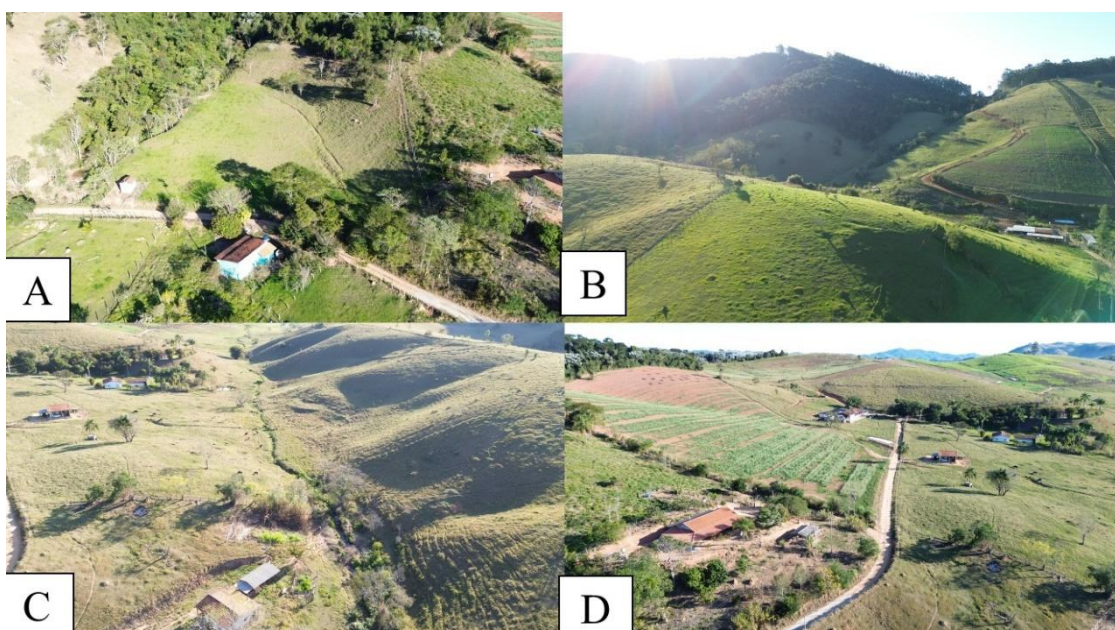
4.1.2 Sub-bacia Fartura

Na Sub-Bacia do Fartura (figura 9), foram entrevistados 10 proprietários de um total de 19, representando 53% da área. Entre os entrevistados, 57% residem na propriedade, enquanto 43% não. Quando as famílias chegaram, a atividade da propriedade era a principal fonte de renda para 57% dos entrevistados, enquanto para 43% não era. Atualmente, nenhum entrevistado considera a atividade da propriedade como sua principal fonte de renda: 86% indicaram que não é mais a principal e 14% que é apenas uma das fontes.

A faixa etária dos entrevistados é predominantemente acima de 65 anos (57%), seguida por 51-65 anos (43%). Em relação a quem chegou primeiro à propriedade, 43% dos entrevistados foram os próprios que chegaram, enquanto 29% indicaram os pais e 29% os avós. A época de chegada das famílias também é variada: 43% chegaram na década de 1940, 14% na década de 1950, 14% na década de 1960 e 29% na década de 1970.

Quando as famílias chegaram, as atividades produtivas eram principalmente agricultura (85%), corte de gado (43%) e produção de leite (71%). A principal atividade de renda era a agricultura (86%), seguida pelo corte de gado (43%) e produção de leite (71%). No cenário atual, figura 12, houve uma significativa redução nas atividades produtivas tradicionais: 29% das propriedades praticam silvicultura, enquanto 71% já não produzem.

Figura 9 - Imagem de drone da área 2 de estudo demonstrando as diferentes paisagens. A. Paisagem; B. Pastagem; C. Corpo hidrico; D. Vista da área.



Fonte: Elaborado pela Autora.

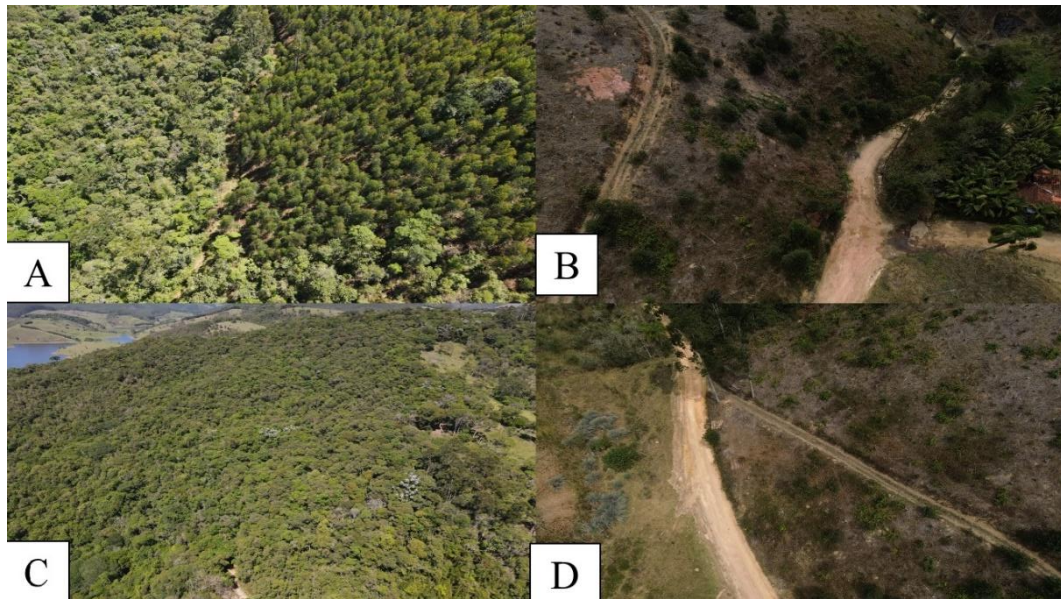
A silvicultura é também a principal atividade de renda em 29% das propriedades. Os objetivos das propriedades são divididos entre comerciais (50%) e sem objetivos produtivos (50%). 78% dos entrevistados afirmaram ter nascentes em suas propriedades, com 57% dessas possuindo de 2 a 3 nascentes, enquanto 43% têm apenas uma. A presença de rios também é relevante, com 72% das propriedades relatando a passagem de algum curso d'água. No passado, as atividades que mais consumiam água eram a pecuária (55%), agricultura (55%) e uso doméstico (55%), seguidas pela alimentação (39%). A principal fonte de recursos hídricos era constituída pelas nascentes (100%) e rios/córregos (55%). Atualmente, o uso doméstico é o maior consumidor de água (67%), enquanto a pastagem e a pecuária tiveram menor impacto, com 11% e 22%, respectivamente. As fontes de água incluem nascentes (78%), rios/córregos (44%), e há um aumento no uso de poços (50%) e 5% usando redes de abastecimento. Em termos de uso da terra, no passado predominavam capim-gordura (94%), cultura anual (44%) e floresta (17%), evidenciando um ambiente de produção intensiva.

4.1.3 Sub-bacia do Remedinho

Na Sub-Bacia do Remedinho, figura 10, foram entrevistados todos os proprietários da área, totalizando 10. A maior parte dos entrevistados (82%) reside na propriedade, enquanto 18% não. Quando as famílias chegaram, 59% indicaram que a atividade da propriedade era sua principal fonte de renda, 35% que não era, e 6% que era apenas uma das fontes. Atualmente, 23% ainda consideram a propriedade como a principal fonte de renda, enquanto 59% não e 18% indicam que é uma das fontes.

Os entrevistados estão distribuídos entre as faixas etárias de 36-50 anos (18%), 51-65 anos (47%) e acima de 65 anos (35%). Quanto à chegada das famílias, 47% foram os próprios entrevistados, 41% os pais, e 12% os avós. A época de chegada variou entre a década de 1940 (12%), 1950 (23%), 1960 (12%), 1970 (24%) e outros períodos (29%).

Figura 10 - Imagem de drone da área 3 de estudo demonstrando as diferentes paisagens. A. Eucalipto e floresta; B. Área de eucalipto cortado; C. Área de vegetação nativa; D. Estrada de acesso.



Fonte: Elaborado pela Autora.

No passado, a principal atividade produtiva das propriedades era a produção de leite (53%), seguida pela silvicultura (35%), agricultura (18%) e corte de gado (18%). As principais atividades de renda eram o leite (56%), a agricultura (38%) e a silvicultura (38%). Atualmente, a silvicultura e a carvoaria têm participação significativa, com 24% das propriedades envolvidas em cada atividade, enquanto 41% não produzem mais. A silvicultura é a principal fonte de renda em 30% das propriedades, e a carvoaria representa 18%. Os objetivos das propriedades são majoritariamente comerciais (47%), mas 41% não possuem objetivos produtivos e 12% focam em subsistência.

Apenas 35% das propriedades possuem nascentes, sendo que 64% dessas têm apenas uma nascente. A maioria das propriedades (88%) possui a passagem de algum rio. No passado, as atividades que mais consumiam água eram a agricultura (47%) e a silvicultura (41%), seguidas pela alimentação (29%) e pela pecuária (18%). As principais fontes de água eram as nascentes (100%) e os rios/córregos (47%), com 6% também utilizando poços. Hoje, a silvicultura é a principal consumidora de água (53%), seguida pelo uso doméstico (47%). As fontes de água incluem nascentes (71%) e rios/córregos (29%), além de um aumento no uso de poços (35%). O uso e cobertura do solo no passado eram dominados por capim-gordura (59%) e floresta (65%), além de 18% de áreas de silvicultura, refletindo um perfil de vegetação mais diversos.

4.1.4 Sub-bacia do Paraitinguinha

Na Sub-Bacia Paraitinguinha, figura 11, foram entrevistados todos os 8 proprietários da área, dos quais apenas 27% residem na propriedade, enquanto 73% não. Quando as famílias chegaram, 67% consideravam a atividade da propriedade como a principal fonte de renda, 27% afirmaram que não era, e 6% disseram que era uma das fontes. No presente, nenhum entrevistado considera a atividade da propriedade como a principal fonte de renda: 73% indicam que não é mais, enquanto 27% afirmam que é apenas uma das fontes.

Figura 11- Imagem de drone da área 4 de estudo demonstrando as diferentes paisagens. A. vista da Paisagem; B. Área de vegetação nativa; C. Corpo hídrico; D. Rodovia de acesso e vista.



Fonte: Elaborado pela Autora.

A faixa etária dos entrevistados é composta principalmente por pessoas de 51-65 anos (53%), seguidas por aqueles acima de 65 anos (27%) e entre 36-50 anos (20%). Quanto à chegada das famílias, 47% mencionaram que os pais chegaram primeiro, 40% indicaram os avós e 13% foram os próprios. As famílias chegaram predominantemente na década de 1940 (47%), 27% na de 1950 e 13% em cada uma das décadas de 1960 e 1980. No início, a principal atividade das propriedades era a agricultura (80%), seguida pela produção de leite (67%), corte de gado (40%), horticultura (7%), suinocultura (14%) e silvicultura (14%). As atividades de renda eram diversificadas, com destaque para a agricultura (60%) e a produção de leite (73%). Atualmente, as propriedades continuam em atividade produtiva em menor número, com 47% ainda envolvidos no corte de gado, 7% na horticultura, e 40% que não produzem mais. O corte

de gado é a principal atividade de renda para 47% das propriedades. Os objetivos das propriedades são variados, com 33% focados em atividades comerciais, 22% em subsistência e 44% sem objetivos produtivos.

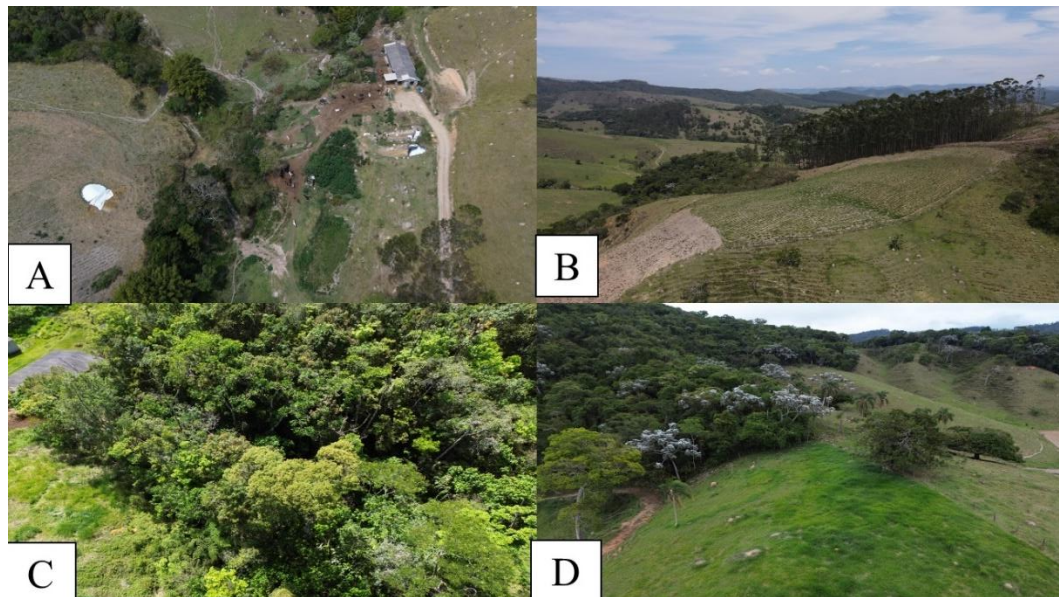
De acordo com a percepção essa área possui nascentes em 33% das propriedades, das quais 58% têm apenas uma nascente, e as demais, de 2 a 3 nascentes. A passagem de rios é registrada em 89% das propriedades.

Quando as famílias chegaram, o uso doméstico (66%) era a atividade que mais consumia água, seguido pela agricultura (50%) e pela silvicultura (39%). A principal fonte de água era composta pelas nascentes (100%) e rios/córregos (50%), com 5% das famílias utilizando poços. Atualmente, a silvicultura (56%) e o uso doméstico (44%) são os principais consumidores de água. As nascentes continuam como a principal fonte de água para 72% das propriedades, enquanto 33% dependem de rios/córregos e 35% utilizam poços. O cenário anterior de uso da terra era majoritariamente composto por capim-gordura (59%) e floresta (67%), com 17% de áreas destinadas à silvicultura.

4.1.5 Sub-bacia do Pinhal

Na Sub-Bacia do Itapeva, figura, 12, foram entrevistados todos os 5 proprietários da área, dos quais 61% residem na propriedade, enquanto 39% não. A atividade da propriedade era a principal fonte de renda para 67% das famílias quando chegaram, enquanto 5% indicaram que não era, e 28% afirmaram que era uma das fontes. Atualmente, 39% consideram a atividade da propriedade como a principal fonte de renda, enquanto 61% afirmam que não é mais.

Figura 12 - Imagem de drone da área 5 de estudo demonstrando as diferentes paisagens. A. Corpo hídrico; B. Pastagem; C. Vegetação nativa; D. Vista da área.



Fonte: Elaborado pela Autora.

A faixa etária dos entrevistados é predominantemente acima de 65 anos (55%), com 22% distribuídos entre as faixas de 36-50 e 51-65 anos. Quanto à chegada das famílias, 44% indicaram que os pais chegaram primeiro, 39% que foram os avós, e 17% que foram os próprios entrevistados. A chegada das famílias ocorreu principalmente na década de 1940 (56%) e na de 1950 (33%).

No momento da chegada das famílias, as atividades produtivas incluíam agricultura (72%), corte de gado (72%), produção de leite (67%), suinocultura (11%) e silvicultura (5%). As principais fontes de renda eram a agricultura (61%), seguida pelo corte de gado (50%) e produção de leite (67%). Atualmente, as atividades produtivas são mais limitadas, com 61% das propriedades ainda envolvidas no corte de gado, enquanto 22% não produzem mais. O corte de gado é a principal fonte de renda para 78% das propriedades. Os objetivos das propriedades são variados: 36% focados em atividades comerciais, 43% sem objetivo produtivo e 21% em subsistência.

Nesta sub-bacia 22% dos entrevistados possuem nascentes em suas propriedades, com 57% dessas tendo de 2 a 3 nascentes. A passagem de rios ocorre em 72% das propriedades. Historicamente, a agricultura (56%), a pecuária (56%) e o uso doméstico (56%) eram as atividades que mais consumiam água, com 39% também mencionando a alimentação. As principais fontes de água eram as nascentes (100%) e rios/córregos (56%). Atualmente, o uso doméstico lidera o consumo de água (67%), enquanto a pastagem e a pecuária representam 11%

e 22%, respectivamente. As fontes de água incluem nascentes (78%), rios/córregos (44%), redes de abastecimento (5%) e poços (50%). No passado, a cobertura do solo era majoritariamente composta por capim-gordura (94%) e cultura anual (44%), com apenas 17% de floresta.

4.2 TRANSFORMAÇÕES SOCIOESPACIAIS

A primeira pergunta procura desvendar como as diferentes trajetórias de mudanças no uso e cobertura da terra impactaram a provisão de serviços ecossistêmicos nas sub-bacias estudadas (Figura 8-11). Para isso, foram consideradas as experiências e os relatos dos proprietários rurais, fundamentais para compreender os efeitos práticos e cotidianos dessas mudanças sobre a funcionalidade das paisagens.

A análise dos resultados busca identificar padrões de mudança e suas implicações para a provisão de serviços ecossistêmicos em sub-bacias que apresentaram diferentes trajetórias de cobertura vegetal. Especificamente, investiga-se se sub-bacias com aumento de cobertura florestal ao longo das últimas décadas registraram melhorias na provisão de serviços de regulação em comparação às áreas sem aumento desta cobertura. Além disso, são exploradas as percepções dos proprietários rurais sobre os serviços ecossistêmicos que consideram mais importantes, avaliando como essas percepções se relacionam com as mudanças observadas na paisagem.

De forma geral, para responder à primeira pergunta da pesquisa — *Como os proprietários rurais percebem e identificam os serviços ecossistêmicos fornecidos pelas sub-bacias em que vivem? Além disso, quais semelhanças e diferenças existem entre essas percepções nas diferentes áreas estudadas?* — foram analisados os relatos dos entrevistados a partir de suas experiências diretas com o território. Essa abordagem permitiu captar o conhecimento local sobre os benefícios fornecidos pela natureza, como disponibilidade de água, qualidade do solo, equilíbrio térmico, regulação do clima, manutenção da biodiversidade e valorização da paisagem.

De forma geral, os resultados revelaram tanto similitudes quanto diferenças nas percepções entre as sub-bacias. Em algumas áreas, os serviços mais frequentemente reconhecidos estavam relacionados à regulação hídrica e ao conforto térmico proporcionado pela vegetação, enquanto em outras se destacavam os benefícios ligados à fertilidade do solo, controle de pragas e valor paisagístico.

Essas variações podem estar associadas não apenas às características ambientais de cada sub-bacia, mas também aos diferentes propósitos de uso da terra definidos pelos próprios produtores — como produção de gado, cultivo agrícola, conservação ambiental ou múltiplos usos integrados. A forma como cada proprietário utiliza e interage com seu território influencia diretamente os serviços ecossistêmicos que ele considera mais importantes ou visíveis no cotidiano.

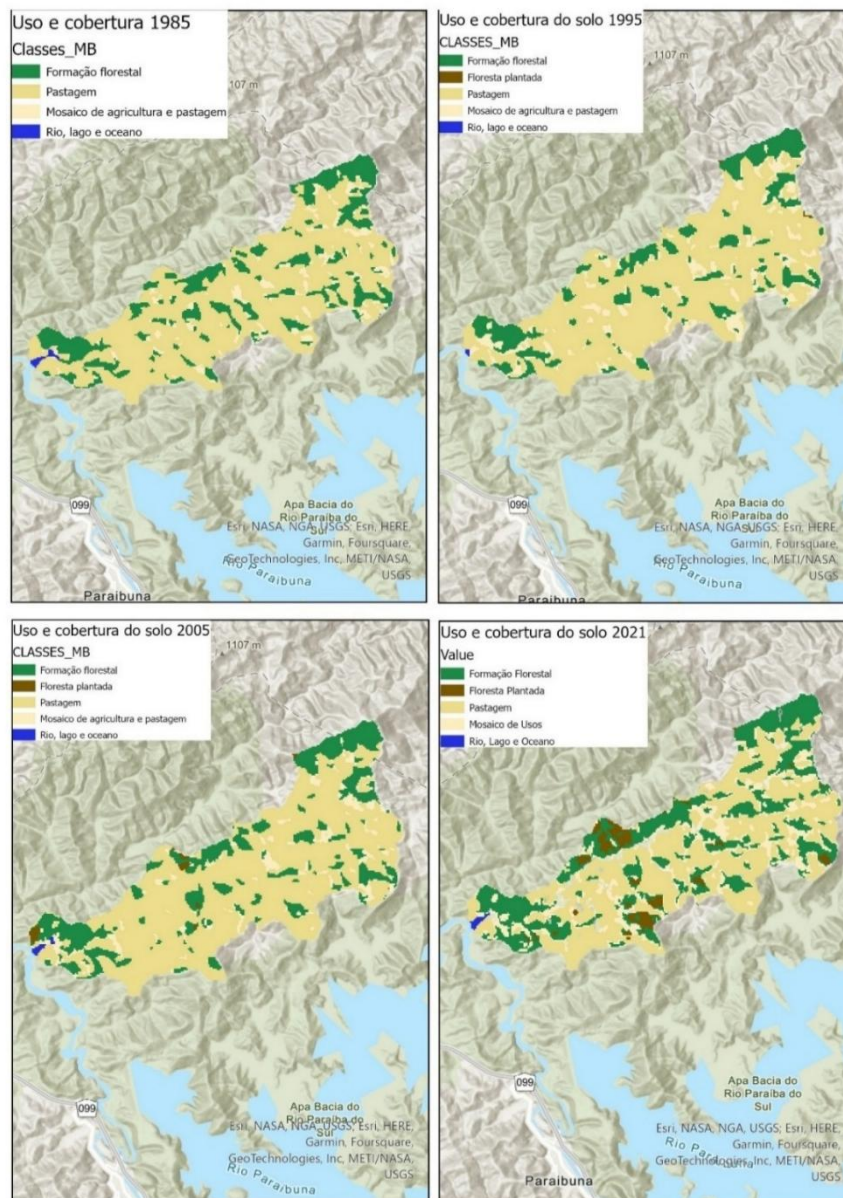
As respostas também refletem diferenças socioambientais e históricas entre os territórios, como o grau de conservação da vegetação nativa, o tipo de uso predominante da terra, a presença ou ausência de matas ciliares e o envolvimento dos moradores com práticas de manejo sustentável. Essas percepções, embora subjetivas, oferecem um retrato valioso sobre como os serviços ecossistêmicos são vivenciados e valorizados no contexto local.

A partir dessa escuta qualificada, foi possível reconhecer que, apesar das particularidades, existe uma compreensão compartilhada sobre a importância da natureza para a manutenção do bem-estar e das atividades produtivas. Esse conhecimento constitui um elemento estratégico para o planejamento territorial, ao evidenciar os serviços considerados prioritários pela população e ao apontar caminhos para ações de conservação e uso sustentável do solo em escala de sub-bacia.

Com base nos dados obtidos por meio do Projeto MapBiomas foi possível identificar e caracterizar as principais mudanças no uso e cobertura da terra ao longo dos últimos anos.

a Sub-bacia Itapeva, figura 13, na face norte/nordeste do município de Paraibuna, exemplifica de maneira clara as transformações ocorridas no uso e cobertura do solo ao longo das últimas décadas. Em 1985, essa sub-bacia era predominantemente ocupada por pastagens, o que reflete o cenário da época, marcado pela forte presença de atividades agropecuárias, comuns na maior parte do Vale do Paraíba (Freitas *et al.*, 2011). Contudo, as análises realizadas nas diferentes escalas temporais revelam que, ao longo dos anos, houve uma transição gradual e significativa no uso da terra. Em 2021, a cobertura florestal teve um acréscimo na área, contrastando com a paisagem observada em 1985. Esse processo de transformação não foi abrupto, mas gradual, o que só pôde ser percebido por meio da análise detalhada de múltiplos pontos temporais, como as datas selecionadas de 1985, 2005, 2015 e 2021.

Figura 13 - Transformações de uso e cobertura da terra na Sub-bacia Itapeva nos períodos 1985-1995-2005-2021.

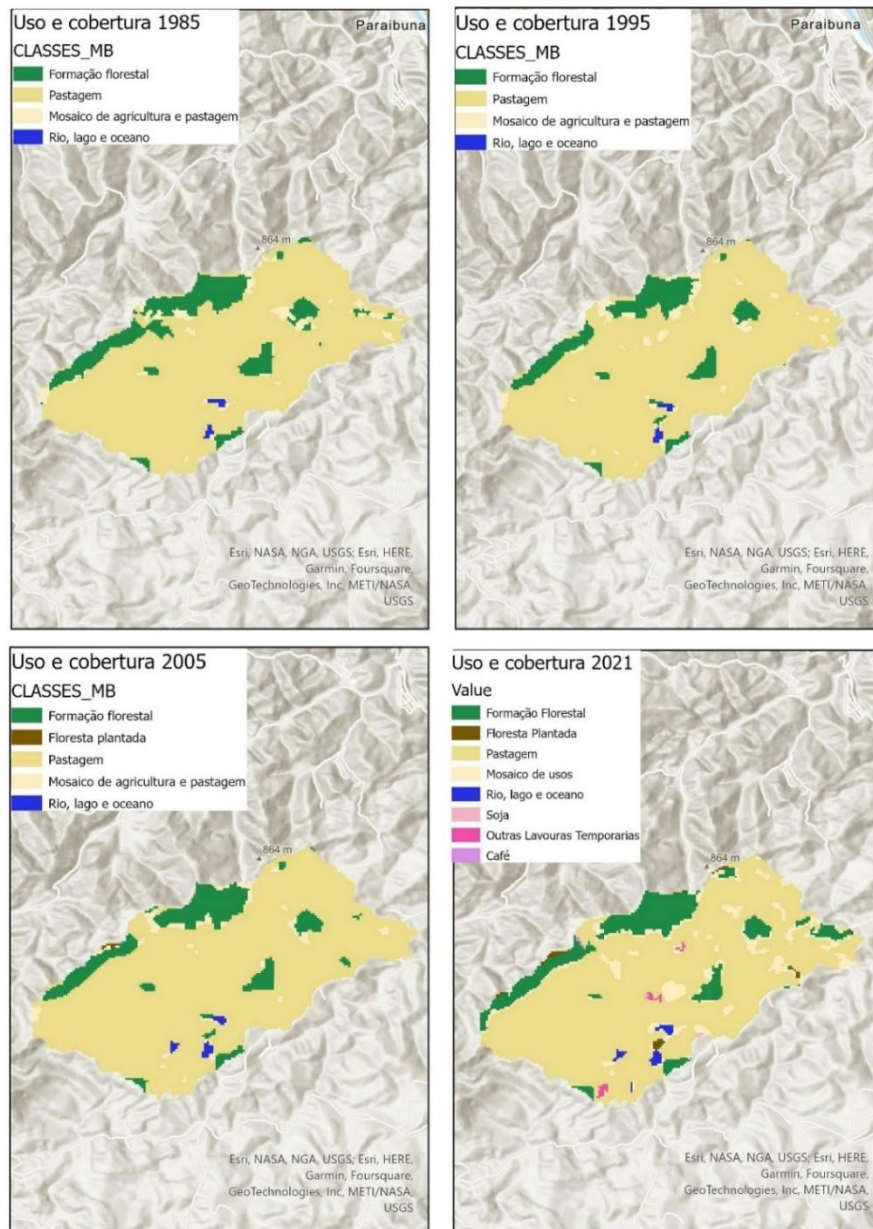


Fonte: Adaptado de Mapbiomas (2023).

A Sub-bacia Fartura, situada na face centro-oeste do município de Paraibuna, manteve a dominância de pastagem ao longo de todo o período analisado, tanto em 1985 quanto em 2021, Figura 14. Essa constância no uso da terra indica que a sub-bacia permanece voltada para atividades agropecuárias, possivelmente devido à sua aptidão para a criação de gado, que é uma prática predominante na região. O uso contínuo de pastagens pode refletir uma pressão por produção de alimentos, mas também levanta preocupações sobre a degradação ambiental e a diminuição da biodiversidade local (Devide, 2024). A manutenção das pastagens pode ter

implicações significativas na qualidade da água e na erosão do solo, uma vez que a cobertura vegetal mínima e a compactação do solo decorrente da pastagem podem afetar a infiltração e o escoamento hídrico, prejudicando a regulação natural dos recursos hídricos da sub-bacia (Freitas, 2011).

Figura 14 - Transformações de uso e cobertura da terra na Sub-bacia do Fartura nos períodos 1985-1995-2005-2021.

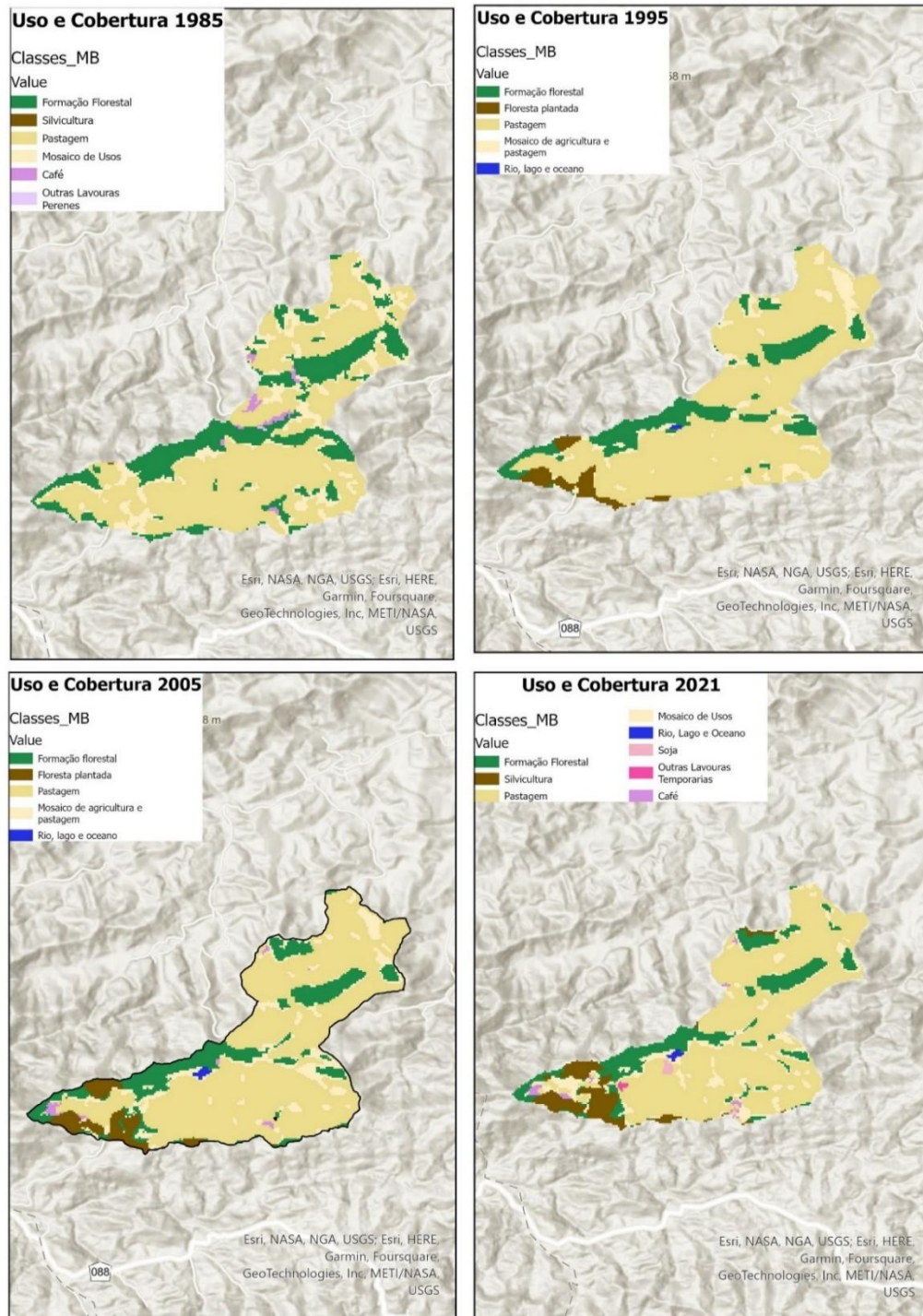


Fonte: Adaptado de Mapbiomas, (2023).

A Sub-bacia Pinhal, situada na região centro-oeste do município e parte da sub-bacia do Pinhal, exibiu uma diversidade de usos do solo, com uma área de cobertura florestal maior do que a registrada em 2021. Contudo, ao longo do tempo, a vegetação nativa foi gradualmente

substituída, por uma paisagem de silvicultura e pastagens, conforme mostrado na Figura 15. Essa mudança pode ser uma evidência de pressões locais para expansão das áreas destinadas à pecuária e à silvicultura, gerando impactos para a sub-bacia, especialmente na conservação do solo, na qualidade hídrica e no equilíbrio ecológico da região.

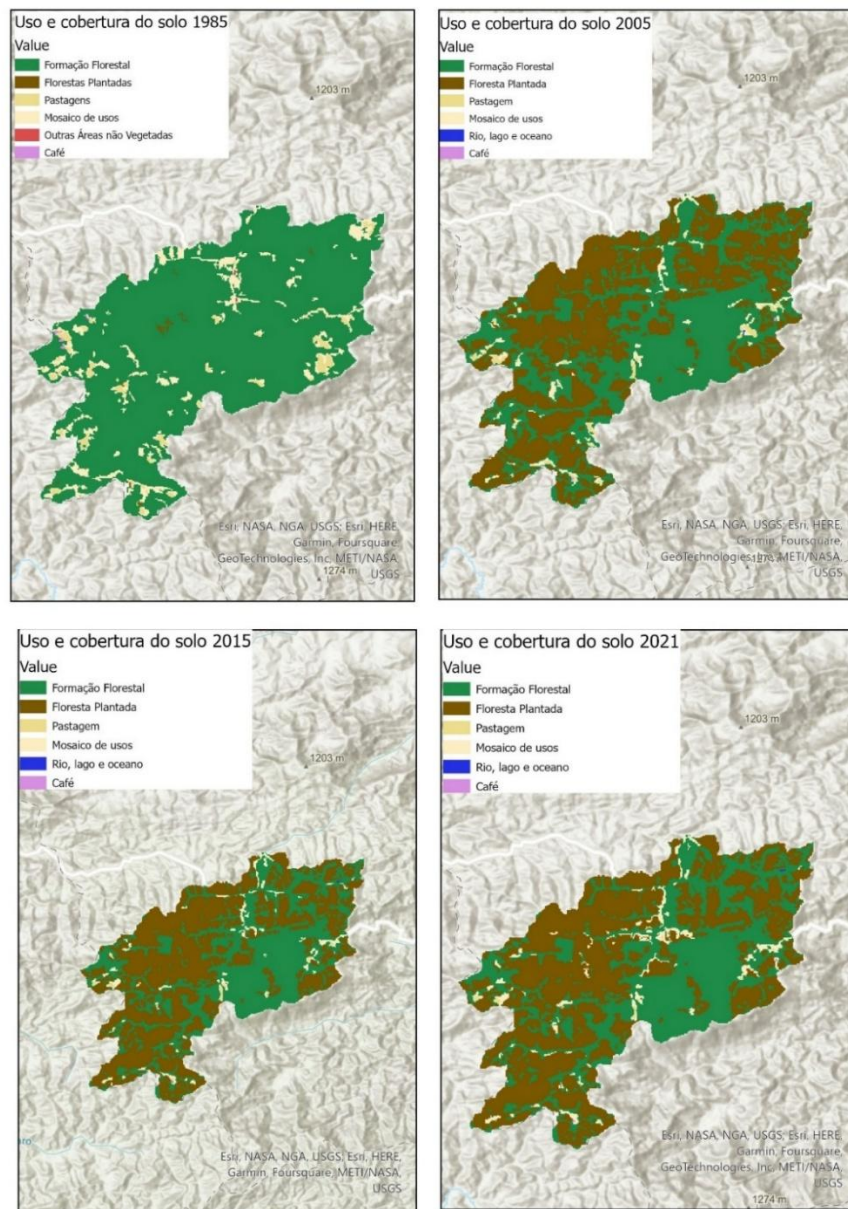
Figura 15 - Transformações de uso e cobertura da terra na Sub-bacia 1 nos períodos 1985-1995-2005-2021.



Fonte: Adaptado de Mapbiomas, (2023).

A Sub-bacia do Paraitinguinha, figura 16, localizada na face sudoeste do município, faz parte da sub-bacia do Paraitinguinha. Inicialmente, em 1985, essa área era predominantemente coberta por floresta. No entanto, ao longo dos anos, a vegetação nativa foi gradualmente substituída, e, em 2021, a região passou a ser ocupada principalmente por silvicultura, como ilustrado na Figura 16. Essa mudança no uso da terra reflete uma tendência regional de expansão das atividades econômicas relacionadas à silvicultura, que pode influenciar diretamente na dinâmica ambiental e na gestão da sub-bacia do Paraitinguinha.

Figura 16 - Transformações de uso e cobertura da terra na Sub-bacia 4 nos períodos 1985-1995-2005-2021.

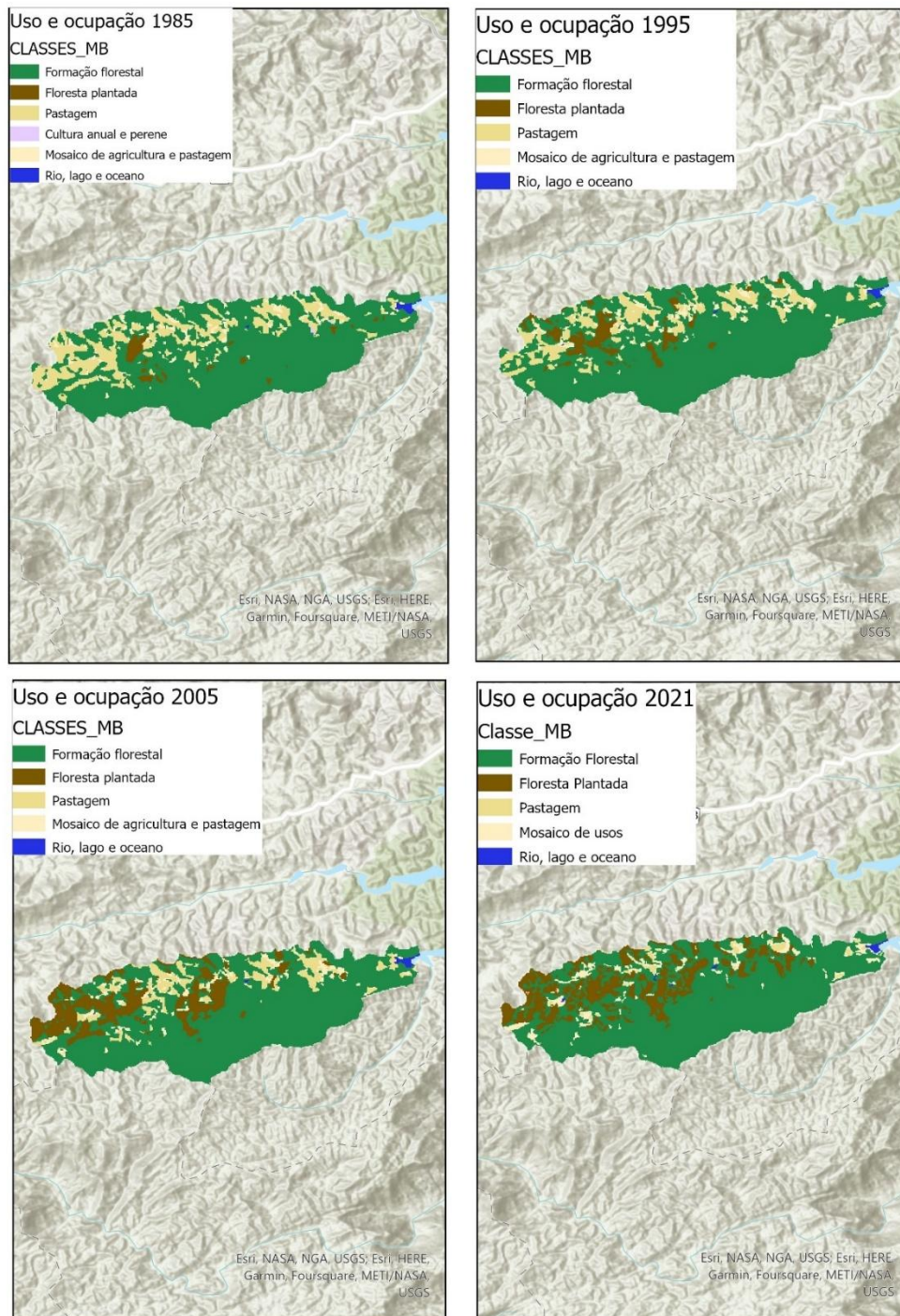


Fonte: Adaptado de Mapbiomas (2023).

Por fim, na Sub-bacia Remedinho, figura 17, na face sul do município de Paraibuna, a cobertura de pastagem observada em 1985 deu lugar a uma predominância de silvicultura em 2021 (Figura 10). Essa transição no uso da terra pode ser atribuída a uma série de fatores, incluindo uma crescente demanda por produtos madeireiros e serviços ecossistêmicos proporcionados por florestas plantadas. A região confronta o Parque Estadual da Serra do Mar, que exerce influência significativa na preservação dos ecossistemas locais, limitando o avanço do monocultivo e promovendo práticas de uso da terra mais sustentáveis. O parque, reconhecido pela sua biodiversidade e pela riqueza de seus serviços ambientais, atua como um corredor ecológico, contribuindo para a conservação da flora e fauna nativas e freando a degradação ambiental que o monocultivo poderia ocasionar (Gomides, 2018).

A inserção do eucalipto na região foi impulsionada pela instalação de uma fábrica de celulose, que adquiriu terras na área e intensificou o plantio dessa espécie arbórea. O monocultivo de eucalipto tornou-se predominante, não apenas nas terras da empresa, mas também por meio do arrendamento de propriedades vizinhas. Essa transição para o monocultivo não apenas alterou o uso da terra.

Figura 17 - Transformações de uso e cobertura da terra na Sub-bacia 3 nos períodos 1985-1995-2005-2021.



Fonte: Adaptado de Mapbiomas (2023).

A Tabela 3 apresenta um panorama das transformações no uso da terra em cinco áreas entre os anos de 1985 e 2021. Os dados indicam tendências de conversão do uso do solo — entendida como a substituição de uma cobertura ou uso predominante por outro, como, por exemplo, a transformação de áreas de pastagem em plantações florestais ou cultivos agrícolas. Essas mudanças foram especialmente marcadas pela redução de pastagens e pelo crescimento

da silvicultura e do mosaico agrícola em várias das sub-bacias analisadas. A formação florestal, que inclui vegetação nativa e áreas em regeneração, mostra variações distintas em cada área, refletindo tanto esforços de conservação quanto pressões antrópicas.

Tabela 3 - Mudanças de uso da terra nas cinco sub-bacias estudadas

Área	Ano	Formação Florestal	Silvicultura	Pastagem	Mosaico Agrícola	Outros (rios, lavouras etc.)	Total (km ²)
Itapeva	1985	2,142	0,002	5,416	1,359	0,111	9,03
Itapeva	2021	1,418	0,688	5,73	1,044	0,181	9,03
Fartura	1985	1,27	—	7,72	0,83	0,42	9,4
Fartura	2021	1,21	0,05	7,2	0,38	0,56	9,4
Pinhal	1985	4,092	—	12,097	1,366	0,064	17,6
Pinhal	2021	5,222	—	8,26	2,935	0,39	17,6
Paraitinguinha	1985	39,45	0,128	1,006	3,452	0,063	44,1
Paraitinguinha	2021	17,698	24,692	0,096	1,596	0,017	44,1
Remedinho	1985	24,83	0,704	5,361	1,459	0,139	32
Remedinho	2021	23,512	6,202	0,454	4,813	0,134	32

Fonte: Elaborado pela Autora.

Na sub-bacia do Itapeva apresenta mudanças mais sutis. A formação florestal diminuiu de 2,142 km² para 1,418 km², enquanto a silvicultura aumenta de 0,002 km² para 0,688 km². A pastagem permanece praticamente estável, com um leve crescimento de 5,416 km² para 5,73 km². O mosaico agrícola sofre uma leve retração, enquanto há pequenas variações em usos diversos como café e lavouras temporárias. A estabilidade da área total indica que as mudanças ocorreram principalmente por substituição de uso dentro dos limites da bacia.

A situação da sub-bacia do Fartura apresentou mudanças discretas, porém significativas, em sua cobertura e uso da terra. A classe predominante continuou sendo a pastagem, mas sua área foi reduzida de 7,72 km² para 7,20 km², uma queda de aproximadamente 6,7%. Essa redução pode indicar uma reorganização no uso do solo, com substituição por outros usos, como a silvicultura e a ampliação de áreas classificadas como “Outros”, que englobam corpos d’água, lavouras permanentes ou áreas não identificadas. A classe de “Formação Florestal” sofreu uma leve diminuição, passando de 1,27 km² para 1,21 km², uma redução de cerca de 4,7%, o que sugere que a vegetação nativa foi mantida em grande parte, mas sem expansão significativa, refletindo a ausência de ações mais robustas de recuperação ambiental.

Um dado relevante é o surgimento da silvicultura, que não estava presente em 1985 e passou a ocupar 0,05 km² em 2021. Ainda que pequena, essa introdução pode ter impactos importantes na percepção local sobre os serviços ecossistêmicos, especialmente no que se refere à regulação hídrica, uma vez que os plantios homogêneos de espécies exóticas geralmente afetam o ciclo da água e a biodiversidade. Também chama atenção a expressiva redução da classe “Mosaico Agrícola”, que caiu de 0,83 km² para 0,38 km², uma diminuição de mais de 50%. Essa queda pode estar relacionada à substituição de áreas anteriormente cultivadas de forma diversificada por usos mais homogêneos, como pastagens contínuas, ou mesmo ao abandono de áreas agrícolas menores.

Por outro lado, a categoria “Outros” apresentou um aumento de 0,14 km², passando de 0,42 km² para 0,56 km². Esse crescimento pode refletir um mapeamento mais preciso de corpos d’água ou a ampliação de pequenas áreas de lavoura e uso diverso. De modo geral, os dados apontam para uma manutenção da estrutura fundiária voltada à pecuária, com pouca incorporação de áreas florestais e início de práticas associadas à silvicultura. Essas mudanças podem estar relacionadas às propostas de uso da terra definidas por cada produtor, conforme revelado nas entrevistas realizadas no estudo. Essa diversidade de percepções e práticas é fundamental para entender como as alterações no uso da terra afetam os serviços ecossistêmicos e como são percebidas pelas populações locais.

Na sub-bacia do Pinhal, observa-se um leve aumento na formação florestal, de 4,092 km² em 1985 para 5,222 km² em 2021, ao mesmo tempo em que a pastagem reduziu de 12,097 km² para 8,26 km². O mosaico agrícola — que combina áreas de cultivo e vegetação secundária — quase triplicou, passando de 1,366 km² para 2,935 km². Esses dados indicam uma possível transição de atividades pecuárias para práticas agrícolas mais diversificadas e regeneração florestal, sem alteração significativa na área total da bacia.

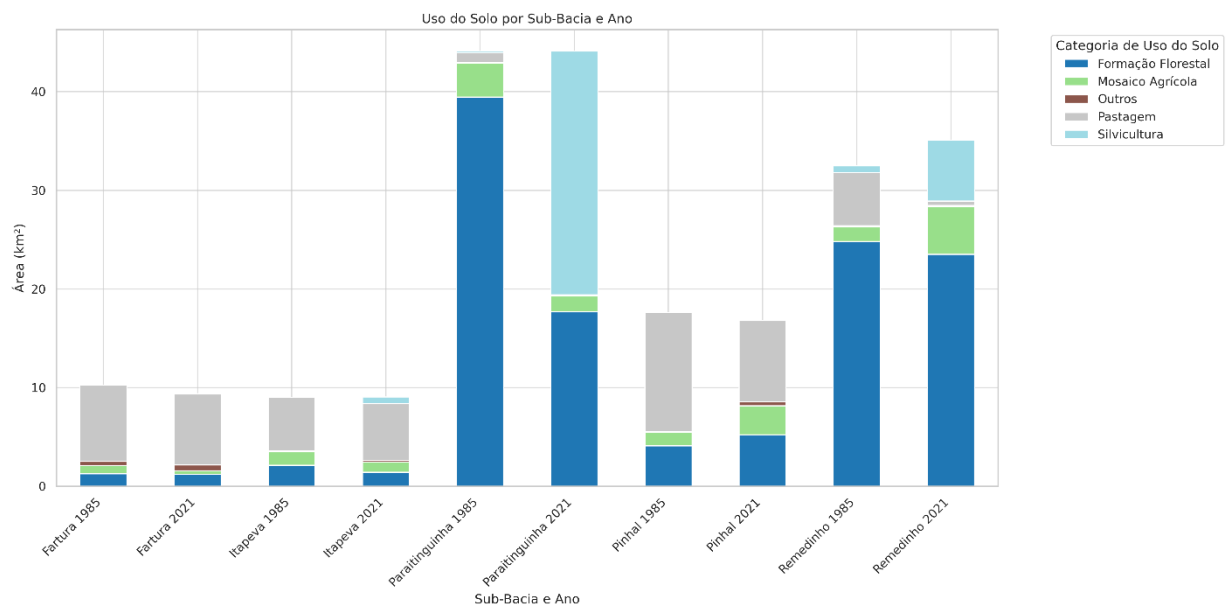
Na área da sub-bacia do Paraitinguinha exibe uma das transformações mais acentuadas. A formação florestal, que em 1985 era dominante com 39,45 km², cai para 17,698 km² em 2021. Em contrapartida, a silvicultura cresce exponencialmente, de 0,128 km² para 24,692 km², tornando-se o principal uso do solo na área. A pastagem, já reduzida em 1985, encolhe ainda mais (para 0,096 km²), e o mosaico agrícola também diminui. Esses dados sugerem uma conversão intensiva da vegetação natural para plantios comerciais de árvores, provavelmente espécies exóticas, como eucalipto, presente na área.

A Área da sub-bacia do Remedinho, a formação florestal apresenta pequena redução (de 24,83 km² para 23,512 km²), porém há um crescimento considerável da silvicultura, que

passa de 0,704 km² para 6,202 km². A pastagem praticamente desaparece, recuando de 5,361 km² para apenas 0,454 km², ao passo que o mosaico agrícola mais que triplica, saltando de 1,459 km² para 4,813 km². Esses dados indicam uma intensificação da produção agrícola e florestal em detrimento da pecuária extensiva.

Em conjunto, os dados evidenciam tendências de redução da pastagem, crescimento da silvicultura e expansão do mosaico agrícola. Também apontam para a diminuição da vegetação nativa em algumas áreas, especialmente onde a silvicultura cresceu. Essas transformações refletem mudanças nos modelos produtivos das bacias, o que pode ter implicações tanto positivas — como diversificação econômica — quanto negativas, como a perda de biodiversidade e serviços ecossistêmicos.

Figura 18 - Mudança na sub-bacia por ano



Fonte: Elaborado pela Autora.

O gráfico apresenta a variação líquida da cobertura e uso do solo entre os anos de 1985 e 2021 em cinco sub-bacias hidrográficas (Itapeva, Fatura, Pinhal, Paraitinguinha e Remedinho). As barras representam o quanto cada categoria — como formação florestal, pastagem, silvicultura, mosaico de agricultura e outros usos — cresceu ou reduziu em área (km²) ao longo desse período. A visualização permite uma análise comparativa entre os diferentes tipos de uso do solo e as tendências predominantes em cada bacia.

As reduções mais expressivas ocorreram principalmente na categoria de pastagens. Nas sub-bacias Fatura, Remedinho, Paraitinguinha, observa-se um recuo significativo da atividade

pecuária extensiva, com destaque para a sub-bacia do paraitinguinha onde houve uma perda superior a 20 km². Essa queda sugere uma forte substituição da pastagem por outros usos, como a silvicultura. A sub-bacia do Fartuta, apesar de ainda manter um alto percentual de pastagens em 2021, também apresentou uma redução acentuada em comparação com 1985. Já as áreas de formação florestal natural sofreram perdas importantes, especialmente na sub-bacia Paraitinguinha, que perdeu quase 22 km² — provavelmente devido ao desmatamento e à substituição por reflorestamento comercial.

Em contrapartida, a silvicultura foi a categoria que mais cresceu, principalmente na Área 4, que teve um ganho superior a 24 km². Essa expansão aponta para o avanço de monoculturas florestais, como eucalipto e pinus, em regiões que antes eram ocupadas por vegetação nativa ou pastagens. A sub-bacia Remedinho também registrou um crescimento notável da silvicultura, indicando que essa tendência não está restrita a uma única bacia. Outra categoria que apresentou expansão relevante foi o mosaico de agricultura e pastagem, especialmente nas sub-bacia Pinhal e Remedinho, o que pode refletir uma intensificação do uso da terra, com práticas agrícolas mais diversificadas e fragmentadas.

As demais categorias, agrupadas como "Outros" — incluindo rios, lagos, café, soja e lavouras temporárias —, tiveram alterações pequenas em termos absolutos. No entanto, sua presença em 2021, especialmente nas sub-bacia Fartura e Itapeva sugere o surgimento de novas práticas agrícolas e maior diversificação produtiva, o que pode indicar transformações socioeconômicas nas regiões estudadas.

Em resumo, a Figura 13, que considera o conjunto das 5 sub-bacias, revela uma tendência de substituição de pastagens por silvicultura e mosaico agrícola, indicando uma transição no uso do solo que pode estar associada a mudanças nos modelos produtivos, políticas de uso da terra e demanda por produtos florestais e agrícolas. Também evidencia uma redução da vegetação nativa em algumas sub-bacias, o que pode ter implicações importantes para a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos. Essas transformações merecem atenção no planejamento territorial e na formulação de políticas públicas voltadas à sustentabilidade.

4.3 PERCEPÇÃO DOS PROPRIETÁRIOS RURAIS ACERCA DAS MUDANÇAS NO USO DA TERRA, RECURSOS HÍDRICOS E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NAS CINCO SUB-BACIAS.

Nesta seção, foi analisada a percepção dos proprietários entrevistados sobre as mudanças no uso da terra, recursos hídricos e serviços ecossistêmicos nas cinco sub-bacias estudadas. Foi feito por cada bacia individualmente, buscando compreender como as transformações no ambiente foram percebidas pelos moradores locais, para cada bacia, incluindo suas interpretações sobre impactos ecológicos, econômicos e sociais. Esses relatos são fundamentais para identificar convergências e divergências entre os dados objetivos levantados e as interpretações subjetivas dos entrevistados, contribuindo para uma visão integrada da dinâmica socioecológica.

4.3.1 Sub-bacia Itapeva

Foram entrevistados 16 proprietários rurais na Sub-bacia do Itapeva. Desses, 9 (60%) relataram que as áreas de pastagem permaneceram inalteradas ao longo do tempo, em contraste com os dados de sensoriamento remoto do MapBiomias, que indicam conversão dessas áreas para cobertura florestal. Por outro lado, os 40% restantes dos entrevistados relataram ter observado alguma mudança na paisagem, sugerindo que parte das transformações identificadas nos dados espaciais também foi percebida localmente. Essa discordância entre a percepção local e os dados quantitativos sugere que, apesar do aumento da cobertura florestal observado por satélite, essa mudança não foi perceptível para os proprietários rurais, possivelmente por ser pequena ou localizada em áreas menos visíveis ou economicamente relevantes.

Apesar de os entrevistados não perceberem a conversão de áreas de pastagem para floresta — conforme indicado pela ausência dessa menção em suas respostas —, ainda assim relataram impactos ambientais relacionados a mudanças na paisagem. Para manter a coerência da análise, foram considerados apenas os participantes que identificaram a pastagem como a principal paisagem local (9 entrevistados). Dentre esses, aproximadamente 40% (4 pessoas) mencionaram alterações ambientais, como mudanças no regime hídrico, perda de fertilidade do solo ou aumento de plantas invasoras. Isso revela que, mesmo sem reconhecerem visualmente uma transição significativa de uso da terra, esses moradores notam efeitos ambientais que indicam transformações em curso no ecossistema local.

Em relação à biodiversidade, 60% (5 dos 9, que identificaram a pastagem como a principal paisagem local) mencionaram um aumento de pragas e plantas invasoras, associado à redução da vegetação nativa. A produção agropecuária, por outro lado, foi destacada como um benefício, com 80% (7 dos 9) relatando um aumento na produção de gado e leite.

Entre os nove entrevistados que apontaram a pastagem como paisagem predominante, houve unanimidade quanto à percepção da diminuição da quantidade de água nos rios — um dado que se revela especialmente crítico. A escassez hídrica foi mencionada por todos, sem qualquer referência a melhorias ao longo do tempo, o que evidencia uma crescente preocupação com a disponibilidade de recursos hídricos na região. Embora aspectos como a qualidade da água e a fauna não tenham sido destacados como problemas relevantes, a redução do volume dos rios foi claramente reconhecida como um sinal de degradação ambiental. Para garantir a consistência da análise e evitar distorções na interpretação dos resultados, foram considerados apenas os entrevistados que identificaram a pastagem como paisagem predominante em suas respostas. Essa delimitação metodológica foi adotada com o objetivo de evitar a contaminação dos dados por percepções associadas a outras formas de uso e cobertura da terra, o que poderia comprometer a comparabilidade e a clareza das conclusões. Ao restringir a análise a esse grupo específico, buscou-se preservar a coerência interna das informações e assegurar que os impactos relatados fossem diretamente relacionados ao contexto da paisagem de pastagem. A Tabela 4 apresenta uma síntese dos principais dados obtidos nas entrevistas.

Tabela 4- Impactos Percebidos e Percentual de Respostas pelos Proprietários Rurais da Sub-bacia do Itapeva.

Impacto percebido	Percentual de respostas
Mudança de uso da terra para pastagem	60%
Impacto na qualidade da água	0%
Impacto na fauna dos rios	0%
Impacto nas opções de lazer nos rios	0%
Impacto na frequência de secas em poços/nascentes	40%
Impacto na frequência de enchentes nos rios	20%
Impacto na polinização	20%
Impacto na quantidade de pragas/matos	60%
Impacto na quantidade de pássaros	0%
Impacto na quantidade de produção de gado/leite/rãs/agricultura	80%

Fonte: Elaborado pela Autora.

A percepção de diminuição da quantidade de água nos rios sugere que, apesar do aumento gradual da cobertura florestal indicado pelos dados do MapBiomas, os efeitos dessa regeneração não foram significativos o suficiente para alterar a percepção local sobre os serviços ecossistêmicos hídricos. Uma possível explicação é que a regeneração pode estar ocorrendo principalmente em áreas de menor visibilidade ou pouco acessadas pelos proprietários, como as Áreas de Preservação Permanente (APPs), especialmente nas margens de cursos d'água ou em áreas de encosta, o que pode limitar sua percepção direta sobre essas mudanças.

Além disso, a proximidade ou presença de áreas de silvicultura — como plantações de eucalipto — pode ter influenciado as percepções dos entrevistados, uma vez que esse tipo de uso do solo é frequentemente associado a impactos negativos sobre o regime hídrico local, como a redução da infiltração de água, o rebaixamento do lençol freático e a diminuição da vazão dos cursos d'água em períodos secos. Tais fatores podem ter reforçado a sensação de escassez ou irregularidade hídrica, mesmo em áreas onde a cobertura florestal, em termos quantitativos, apresentou aumento ao longo dos anos.

Quanto às mudanças percebidas nos serviços ecossistêmicos considerados mais importantes, os entrevistados relataram ganhos econômicos associados ao aumento da produção agropecuária. No entanto, também observaram alterações significativas em serviços de regulação, especialmente relacionados à água. Foram mencionadas a diminuição da disponibilidade hídrica, e o aumento da ocorrência de enchentes, e da frequência de secas, podendo estar associada as mudanças de uso do solo observadas ali, pelos produtores. A tabela a seguir apresenta uma síntese das percepções gerais dos entrevistados em relação a essas mudanças.

Tabela 5- Percepções dos Impactos Ambientais e Sociais na Sub-bacia Itapeva: Quantidade e Qualidade da Água, Biodiversidade, Serviços Ecossistêmicos e Atividades Econômicas.

Impacto	Aumentou muito	Aumentou	Diminuiu	Diminuiu muito
Quantidade de água do rio	0%	0%	100%	0%
Qualidade da água do rio	0%	0%	0%	0%
Impacto na fauna	0%	0%	0%	0%
Opções de lazer	0%	0%	0%	0%
Frequência das secas	0%	75%	25%	0%

Frequência de enchentes nos rios	0%	100%	0%	0%
Impacto na polinização	0%	0%	100%	0%
Impacto na quantidade de pragas/matos	0%	25%	75%	0%
Impacto na quantidade de pássaros	0%	0%	0%	0%
Impacto na produção de gado/leite/agricultura	0%	80%	20%	0%

Fonte: Elaborada pela Autora.

O aumento na produção de gado, leite e agricultura, relatado por 80% dos entrevistados, pode ser atribuído a práticas mais intensivas de manejo, como a introdução do capim braquiária, que se mostrou mais produtivo do que outras espécies anteriormente utilizadas. No entanto, os impactos ambientais a longo prazo de tais práticas precisam ser considerados, uma vez que essas mudanças podem afetar a sustentabilidade dos recursos naturais.

Em resumo, embora a produção agropecuária tenha aumentado, a diminuição da quantidade de água nos rios destaca preocupações sobre a sustentabilidade dos recursos hídricos e a qualidade de vida local. A gestão ambiental precisa equilibrar os benefícios econômicos com a preservação dos serviços ecossistêmicos essenciais, considerando as percepções dos proprietários rurais.

4.3.2 Sub-bacia do Fartura

Foram entrevistados 10 proprietários rurais na Sub-bacia do Fartura. Desses, 85,5% relataram que a principal mudança no uso da terra foi a substituição do capim gordura pelo capim braquiária, uma alteração associada à intensificação das práticas agropecuárias, especialmente voltadas à produção de gado e leite. Os dados de sensoriamento remoto do MapBiomias confirmam a conversão de áreas naturais em pastagens como o principal processo de mudança na sub-bacia. Embora essa intensificação tenha trazido benefícios econômicos percebidos por todos os entrevistados (100%), ela também implicou perdas significativas nos serviços ecossistêmicos regulatórios e de suporte.

Apesar de os entrevistados não mencionarem diretamente a regeneração ou aumento da cobertura florestal, relataram impactos ambientais relevantes. Para garantir a coerência da

análise e evitar a contaminação por percepções associadas a outros tipos de uso do solo, foram considerados apenas os participantes que identificaram a pastagem como paisagem predominante. Dentre eles, 93,75% relataram diminuição na quantidade de água nos rios, enquanto 66,6% apontaram piora na qualidade da água. Esses dados indicam que, mesmo em uma paisagem de uso consolidado como a pastagem, os impactos ambientais são perceptíveis e preocupantes para os moradores locais.

Em relação à biodiversidade, 93,25% dos entrevistados mencionaram um aumento na ocorrência de pragas e matos, associado à substituição da vegetação nativa por pastagens mais homogêneas. Além disso, 31,25% observaram redução da fauna aquática, e 50% relataram perda de áreas de lazer associadas aos rios. Tais impactos são coerentes com os processos de fragmentação ambiental e diminuição da resiliência ecológica da paisagem. Por outro lado, a produção agropecuária foi reconhecida como um benefício significativo, com 56,25% relatando aumento e 43,75% apontando estabilidade na produção de gado e leite.

Entre os entrevistados, houve quase unanimidade quanto à percepção da diminuição da quantidade de água nos rios, com 93,75% relatando essa mudança e 100% percebendo um aumento na frequência de enchentes. A escassez hídrica, associada à intensificação agropecuária e à ausência de cobertura florestal em áreas de recarga, evidencia a fragilidade da regulação hidrológica na sub-bacia. A Tabela 6 apresenta uma síntese dos principais impactos percebidos pelos proprietários rurais da região.

Tabela 6 - Impactos Percebidos e Percentual de Respostas pelos Proprietários Rurais da Sub-bacia do Fartura.

Impacto percebido	Percentual de respostas
Mudança de capim gordura para braquiária	85,5%
Impacto na qualidade da água	18,75%
Impacto na fauna dos rios	31,25%
Impacto nas opções de lazer	50%
Frequência de secas	62,5%
Frequência de enchentes	56,25%
Impacto na polinização	0%
Aumento de pragas/matos	93,25%

Produção de gado/leite/agricultura 100%

Fonte: Elaborado pela Autora.

A percepção de piora nos serviços regulatórios e de suporte é reforçada pelos dados apresentados na Tabela 7. Os entrevistados relataram diminuição expressiva da quantidade e qualidade da água, redução da fauna e aumento de pragas. Tais dados sugerem que os efeitos da intensificação do uso agropecuário superaram os possíveis ganhos ambientais de longo prazo, indicando a necessidade de estratégias de manejo mais equilibradas.

Tabela 7 - Percepções dos Impactos Ambientais e Sociais na Sub-bacia fartura: Quantidade e Qualidade da Água, Biodiversidade, Serviços Ecossistêmicos e Atividades Econômicas.

Padrão de impactos	Aumentou muito	Aumentou	Diminuiu	Diminuiu muito
Quantidade de água do rio	0%	0%	93,75%	6,25%
Qualidade da água do rio	0%	0%	66,6%	33,3%
Impacto na fauna	0%	0%	80%	20%
Opções de lazer	0%	0%	100%	0%
Frequência de secas	0%	88,88%	0%	11,12%
Frequência de enchentes nos rios	0%	100%	0%	0%
Impacto na polinização	0%	0%	100%	0%
Impacto na quantidade de pragas/matos	0%	80%	20%	0%
Impacto na produção de gado/leite	0%	56,25 %	43,75%	0%

Fonte: Elaborado pela Autora.

Os resultados da Sub-bacia do Fartura evidenciam uma dicotomia entre ganhos produtivos e perdas ambientais. Embora a intensificação agropecuária tenha aumentado a produção de gado e leite, os relatos dos entrevistados apontam para uma piora nos serviços ecossistêmicos, especialmente aqueles relacionados à água, biodiversidade e estabilidade climática. Isso reforça a necessidade de estratégias integradas de manejo e conservação, que considerem simultaneamente os aspectos produtivos e ecológicos da paisagem, conforme defendido por autores como Costanza et al. (1997) e Daily (1997).

4.3.3 Sub-bacia Pinhal

Foram entrevistados todos os cinco (5) proprietários rurais da Sub-bacia Pinhal, totalizando 100% dos proprietários da área. Desses, 62% indicaram que a área passou por uma transição de uso de capim gordura para braquiária, enquanto os dados do MapBiomas apontam que a cobertura da terra na sub-bacia foi alterada de pastagem para floresta. Essa diferença entre os dados do MapBiomas e a percepção dos proprietários sugere que, enquanto o mapeamento remoto observa uma mudança de pastagem para floresta, os proprietários percebem uma transformação mais específica dentro das práticas de manejo da pastagem, de um tipo de capim para outro. Essa discrepância é um indicativo de como a interpretação local do uso da terra pode diferir das análises baseadas em imagens de satélites, e traz à tona uma reflexão sobre a complexidade das transformações na paisagem, que muitas vezes não são capturadas por simples categorização de uso da terra.

Em relação aos impactos ambientais percebidos pelos proprietários rurais, a transição para o uso de braquiária foi associada a alterações significativas na qualidade e quantidade dos recursos hídricos da região. De acordo com os dados coletados, 95,45% dos entrevistados relataram um aumento na frequência de secas em poços e nascentes, refletindo uma possível degradação nos regimes hidrológicos locais. Esse impacto, aparentemente relacionado ao tipo de pastagem, é indicativo de como mudanças no uso da terra afetam diretamente a provisão de serviços ecossistêmicos, especialmente no que diz respeito à regulação hídrica. De fato, a alteração na cobertura da terra pode ter levado a uma maior compactação do solo e, conseqüentemente, uma menor infiltração da água, afetando a recarga dos corpos hídricos e aumentando a vulnerabilidade à seca. Os proprietários também notaram uma deterioração na qualidade da água dos rios, com 100% dos entrevistados indicando uma piora nesse aspecto, o

que corrobora a percepção de que a qualidade da água é altamente dependente das práticas de manejo no uso da terra, neste caso, na escolha das espécies de pastagem.

Em relação à fauna local, 77,27% dos proprietários observaram impactos negativos nos habitats aquáticos, sugerindo que a mudança na cobertura vegetal não foi benéfica para a biodiversidade da região. A fauna local, especialmente a aquática, que depende da qualidade da água e da vegetação nativa, foi claramente afetada. Isso se alinha a estudos que mostram como alterações na vegetação e no uso da terra podem comprometer a biodiversidade, especialmente em áreas de transição de pastagens para diferentes tipos de vegetação, como a braquiária, que oferece menos recursos naturais para a fauna local.

A percepção sobre as opções de lazer também foi impactada, com 63,63% dos proprietários relatando que a mudança no uso da terra prejudicou as atividades recreativas nos rios, como nadar e pescar. A perda de qualidade da água nos rios, mencionada por todos os entrevistados, foi um dos fatores que contribuiu para essa percepção negativa. A degradação dos corpos hídricos prejudica diretamente a possibilidade de lazer, limitando as áreas adequadas para essas atividades, o que reflete uma diminuição na qualidade dos serviços ecossistêmicos relacionados ao bem-estar humano e à recreação.

Por outro lado, a mudança para a braquiária não foi percebida como negativa para a produção agropecuária. A produção de gado, leite e agricultura foi vista como positiva, com 86,36% dos proprietários relatando uma melhora na produtividade dessas atividades. Esse dado sugere que, enquanto os impactos ambientais foram amplamente negativos, especialmente no que diz respeito à água e fauna, as mudanças no uso da terra proporcionaram benefícios econômicos relacionados à pecuária. Essa aparente contradição entre os benefícios econômicos e os impactos ambientais destaca a complexidade das relações entre uso da terra e serviços ecossistêmicos, evidenciando a necessidade de um manejo mais sustentável para equilibrar esses aspectos.

A análise dos dados da Tabela 8, que reúne os impactos percebidos pelos proprietários, revela que as principais preocupações estão relacionadas à água e à fauna, com a percepção de que a qualidade da água e a fauna local pioraram significativamente após a transição para braquiária. As secas mais frequentes e a redução na quantidade de água nos rios indicam que a mudança no uso da terra tem afetado diretamente os serviços de regulação hídrica. A diminuição na quantidade e diversidade da fauna aquática também sugere que a biodiversidade foi prejudicada, o que pode ter impactos de longo prazo na estabilidade ecológica da sub-bacia.

Tabela 8 - Impactos Percebidos e Percentual de Respostas pelos Proprietários Rurais da Sub-bacia Pinhal.

Impacto Percebido – Transição de Pastagem para Braquiária	Percentual de Respostas
Mudança de uso da terra de pastagem de capim gordura para braquiária	62%
Impacto na qualidade da água	18,18%
Impacto na fauna dos rios	77,27%
Impacto nas opções de lazer nos rios	63,63%
Impacto na frequência de secas em poços/nascentes	95,45%
Impacto na frequência de secas nos poços/nascentes	81,81%
Impacto na frequência de enchentes nos rios	27,27%
Impacto na polinização	27,27%
Impacto na quantidade de pragas/matos	68,18%
Impacto na quantidade de pássaros	31,81%
Impacto na quantidade de produção de gado/leite/rãs/agricultura	86,36%

Fonte: Elaborado pela Autora.

Em relação à Tabela 9, que detalha os padrões de impacto na sub-bacia, os dados corroboram as percepções dos proprietários. A qualidade da água nos rios foi amplamente impactada, com 100% dos entrevistados relatando um agravamento significativo. Este é um dado importante que reforça a percepção de que a mudança de uso da terra, de pastagem para braquiária, contribuiu para uma degradação no ciclo da água. A fauna também sofreu danos significativos, com 60% dos entrevistados observando uma piora nas condições de vida animal, especialmente no que diz respeito aos habitats aquáticos. A quantidade de pássaros também foi impactada, com 66,66% dos entrevistados relatando uma diminuição, sugerindo uma perda de biodiversidade local. Esses dados são consistentes com a percepção dos proprietários sobre a perda de serviços ecossistêmicos, como regulação hídrica e biodiversidade.

Tabela 9 - Percepções dos Impactos Ambientais e Sociais na Sub-bacia Pinhal: Quantidade e Qualidade da Água, Biodiversidade, Serviços Ecossistêmicos e Atividades Econômicas.

Aspecto Avaliado	Aumentou Muito (%)	Aumentou (%)	Piorou (%)	Piorou Muito (%)
Quantidade de Água do Rio	0	0	88	11
Qualidade da Água do Rio	0	0	0	100
Impacto na Fauna	0	0	60	40
Opções de Lazer (Nadar e Pescar)	0	0	100	0
Frequência das Secas	23,8	66,6	9,52	0
Frequência das Enchentes	0	100	0	0
Impacto na Polinização	0	16,67	83,33	0
Impacto na Quantidade de Pragas	0	100	0	0
Impacto na Quantidade de Pássaros	0	0	66,66	33,33
Produção de Gado/Leite/Agricultura	0	0	100	0

Fonte: Elaborada pela Autora.

4.3.4 Sub bacia Paraitinguinha

Foram entrevistados todos os proprietários da Sub-bacia Paraitinguinha, totalizando oito (8) proprietários rurais. Desses, 95% indicaram que a área passou por uma transição para silvicultura. Esse dado é consistente com os resultados do MapBiomass, que também aponta uma conversão de áreas de floresta para silvicultura na mesma região ao longo das últimas décadas. A percepção dos proprietários rurais, portanto, corrobora com os dados de uso da terra obtidos a partir das imagens de satélite, confirmando que a silvicultura se tornou uma das principais transformações no uso da terra na região. Esse alinhamento entre os dados de campo e os dados do MapBiomass fortalece a validade dos resultados apresentados, sugerindo que a mudança no uso da terra está diretamente relacionada à transição para a silvicultura.

Nesta sub-bacia, a conversão de terras para silvicultura foi identificada como a principal transformação no uso da terra, com 95,45% dos proprietários rurais relatando essa mudança. A predominância da silvicultura reflete uma adaptação dos proprietários rurais às pressões econômicas e ambientais, impulsionada pela crescente demanda por produtos florestais e pela busca por alternativas à pecuária tradicional. Essa mudança gerou tanto oportunidades econômicas quanto desafios ambientais significativos, que afetam a comunidade local e o ecossistema. A transformação para a silvicultura teve impactos notáveis na provisão de serviços ecossistêmicos, especialmente em relação à qualidade e à quantidade de água, à fauna local e às opções de lazer.

Os dados apresentados na Tabela 10 mostram que a mudança de uso da terra impactou a frequência de secas em poços e nascentes, com 95,45% dos entrevistados indicando que houve um aumento nas secas. Esse dado sugere uma possível alteração nos regimes hídricos locais, associada ao efeito da silvicultura sobre a infiltração de água e evapotranspiração. A perda de vegetação nativa e o aumento da monocultura podem ter exacerbado esses impactos, afetando a disponibilidade de água para consumo humano e irrigação. Além disso, 77,27% dos proprietários relataram impactos negativos na fauna dos rios, sugerindo uma degradação dos habitats aquáticos, essenciais para a manutenção da biodiversidade. A redução na polinização, observada por 27,27% dos entrevistados, é outro reflexo dessa transformação, já que a perda de habitats naturais e a introdução de monocultivos afetam diretamente os serviços ecossistêmicos relacionados à agropecuária. As opções de lazer também foram impactadas, com 63,63% dos entrevistados indicando que a alteração da paisagem prejudicou as atividades recreativas nos rios, como nadar e pescar. A perda de qualidade da água, observada em 100% dos entrevistados, pode ser um dos fatores responsáveis por essa redução nas opções de lazer, já que a poluição e a alteração dos ecossistemas aquáticos afetam a disponibilidade de áreas adequadas para tais atividades.

Tabela 10 - Impactos Percebidos e Percentual de Respostas pelos Proprietários Rurais da Sub-bacia Paraitinguinha.

Impacto percebido – X - Silvicultura	Percentual de Respostas
Mudança de uso da terra para silvicultura como principal transformação	95,45%
Impacto na qualidade da água	18,18%
Impacto na fauna dos rios	77,27%

Impacto nas opções de lazer nos rios	63,63%
Impacto na frequência de secas em poços/nascentes	95,45%
Impacto na frequência de secas nos poços/nascentes	81,81%
Impacto na frequência de enchentes nos rios	27,27%
Impacto na polinização	27,27%
Impacto na quantidade de pragas/matos	68,18%
Impacto na quantidade de pássaros	31,81%
Impacto na quantidade de produção de gado/leite/rãs/agricultura	86,36%

Fonte: Elaborado pela Autora.

Embora os impactos ambientais sejam evidentes, a silvicultura também foi percebida como um fator positivo para a economia local. A maioria dos entrevistados, 86,36%, reconheceu melhorias na produção de gado, leite, rãs e agricultura. Esses resultados indicam que, apesar dos desafios ambientais, a silvicultura tem gerado benefícios econômicos significativos para os proprietários rurais, oferecendo alternativas viáveis à pecuária tradicional. No entanto, esses ganhos econômicos são temporários e podem ser sustentados apenas se forem implementadas práticas de manejo sustentável que equilibrem a produção com a conservação ambiental. A análise dos dados mostra que a silvicultura trouxe resultados negativos em diversos aspectos ambientais, refletindo a deterioração das condições ecológicas da região. A quantidade de água nos rios foi perceptivelmente reduzida, com 88% dos entrevistados observando diminuições na disponibilidade de água, o que sugere uma restrição hídrica significativa. Essa diminuição da água é um reflexo da perda de vegetação nativa, que reduz a capacidade de retenção de água no solo e altera os ciclos hidrológicos locais. A qualidade da água foi amplamente impactada, com 100% dos entrevistados relatando um agravamento significativo, o que pode estar associado a práticas de uso da terra inadequadas ou ao impacto direto da silvicultura no regime hídrico. Esses resultados são consistentes com os dados de outras sub-bacias, onde a alteração do uso da terra resultou em deterioração dos corpos d'água e na perda de biodiversidade aquática.

O impacto sobre a fauna foi igualmente significativo, com 60% dos participantes observando uma piora nas condições de vida animal e 40% identificando um impacto ainda

mais grave. Essa diminuição da biodiversidade reflete os impactos negativos da silvicultura na fauna local, especialmente nos habitats aquáticos. A quantidade de pássaros também sofreu redução, com 66,66% dos entrevistados notando uma diminuição, o que reforça a perda de biodiversidade. A diminuição da fauna local é um reflexo da transformação dos habitats naturais em áreas de monocultivo, que não conseguem sustentar a biodiversidade de forma semelhante às áreas florestais nativas. Em relação às secas, 66,6% dos entrevistados relataram um aumento na frequência das secas, enquanto 23,8% observaram um aumento muito expressivo. Esse dado está em linha com a percepção geral sobre a alteração dos regimes hídricos, que tem gerado períodos mais frequentes de seca e maior variação nas chuvas. A mudança para silvicultura pode ter exacerbado esses padrões, contribuindo para uma maior vulnerabilidade ao estresse hídrico. Por outro lado, a produção de gado, leite e agricultura foi negativamente impactada, com 100% dos entrevistados indicando uma redução. Esse resultado é importante, pois destaca como as mudanças no uso da terra afetam não só os ecossistemas, mas também as atividades econômicas locais, refletindo a interdependência entre o meio ambiente e as práticas agrícolas e pecuárias.

A análise sugere um cenário ambiental desafiador na Sub-bacia Paraitinguinha, com uma degradação considerável nos serviços ecossistêmicos, especialmente em relação à água e à fauna. Esse panorama enfatiza a necessidade de estratégias de gestão sustentável que possam equilibrar os benefícios econômicos da silvicultura com a preservação dos recursos naturais essenciais à manutenção da qualidade de vida local. A implementação de práticas de manejo mais conscientes e adaptativas, que considerem tanto a produção econômica quanto a preservação dos ecossistemas, será fundamental para a sustentabilidade da sub-bacia a longo prazo. O impacto da silvicultura na água, na fauna e na biodiversidade local, como observado nas respostas dos proprietários rurais, sugere que as estratégias de uso da terra devem ser revistas para evitar a degradação dos serviços ecossistêmicos essenciais.

Tabela 11 - Percepções dos Impactos Ambientais e Sociais na Sub-bacia Paraitinguinha: Quantidade e Qualidade da Água, Biodiversidade, Serviços Ecossistêmicos e Atividades Econômicas.

Aspecto Avaliado	Aumentou Muito (%)	Aumentou (%)	Piorou (%)	Piorou Muito (%)
Quantidade de Água do Rio	0	0	88	11

Qualidade da Água do Rio	0	0	0	100
Impacto na Fauna	0	0	60	40
Opções de Lazer (Nadar e Pescar)	0	0	100	0
Frequência das Secas	23,8	66,6	9,52	0
Frequência das Enchentes	0	100	0	0
Impacto na Polinização	0	16,67	83,33	0
Impacto na Quantidade de Pragas	0	100	0	0
Impacto na Quantidade de Pássaros	0	0	66,66	33,33
Produção de Gado/Leite/Agricultura	0	0	100	0

Fonte: Elaborado pela Autora.

4.3.5 Sub-bacia Remedinho

Na Sub-bacia do Remedinho, foram entrevistados todos os 10 proprietários rurais, garantindo uma abrangência total das percepções locais sobre as mudanças no uso e cobertura da terra. Os resultados revelam que 100% dos entrevistados identificaram uma transição marcante de áreas de floresta e pastagem para monocultivos de silvicultura, processo corroborado pelas análises do MapBiomias. No entanto, enquanto o MapBiomias destaca a substituição de pastagens como predominante, os relatos locais ressaltam que também houve conversões significativas de áreas florestais para o uso silvicultural, evidenciando uma percepção mais rica e detalhada das transformações ocorridas. Essas mudanças, dirigidas por interesses econômicos, trouxeram benefícios produtivos, mas também resultaram em impactos ambientais significativos que comprometeram a provisão de serviços ecossistêmicos essenciais.

Os dados mostram que, após a transição para a silvicultura, houve impactos severos nos serviços de regulação hídrica. Dos entrevistados, 95,23% relataram aumento na frequência de secas em poços e nascentes, com 62,5% observando uma diminuição considerável na quantidade de água nos rios e 32,5% destacando uma redução drástica. A qualidade da água

também foi afetada, com 75% dos entrevistados notando piora, e 25% apontando uma deterioração significativa. Esses dados estão diretamente ligados à perda de vegetação nativa e à compactação do solo, características típicas do monocultivo, que alteram os processos hidrológicos fundamentais de infiltração e evapotranspiração (MEA, 2005; Foley et al., 2005).

Esses impactos são corroborados pelos dados das tabelas. Na Tabela 12, que apresenta os impactos percebidos, é possível observar que 75% dos entrevistados notaram uma piora na qualidade da água, enquanto 62,5% relataram uma diminuição da quantidade de água nos rios. Além disso, 84,61% dos proprietários apontaram o aumento de pragas e ervas daninhas como um problema crescente, o que demonstra o desequilíbrio ecológico provocado pelas mudanças no uso da terra. Em termos de fauna, 52,38% dos entrevistados observaram impactos negativos, refletindo a perda de biodiversidade associada ao monocultivo. Esse dado é semelhante ao que foi identificado na Sub-bacia 2, onde 80% dos entrevistados relataram uma redução na fauna aquática, evidenciando que, em ambas as sub-bacias, as mudanças no uso da terra afetaram de maneira significativa os ecossistemas aquáticos.

Além disso, a Tabela 12, que detalha os padrões de impactos nos serviços ecossistêmicos da Sub-bacia 3, mostra que 32,5% dos entrevistados notaram uma redução drástica na quantidade de água nos rios, enquanto 62,5% indicaram uma diminuição. A frequência de secas, observada por 95,23% dos proprietários, é um reflexo direto da alteração dos processos naturais de infiltração e retenção de água. A compactação do solo, característica do monocultivo, contribui para a menor capacidade de retenção hídrica das áreas, exacerbando as secas. Esses resultados confirmam que os serviços regulatórios relacionados à água foram severamente comprometidos, o que impacta diretamente as condições ambientais da sub-bacia.

Tabela 12 - Impactos Percebidos e Percentual de Respostas pelos Proprietários Rurais da Sub-bacia remedinho.

Impacto percebido	Percentual de respostas
Mudança de pastagem ou floresta para silvicultura	100%
Impacto na qualidade da água	28,75%
Impacto na fauna dos rios	52,38%
Impacto nas opções de lazer	76,19%
Frequência de secas	95,23%

Frequência de enchentes	47,61%
Aumento de pragas/matos	84,61%

Fonte: Elaborado pela Autora.

Embora a Sub-bacia Remedinho tenha experimentado impactos ambientais mais significativos relacionados à silvicultura, especialmente nos serviços de regulação hídrica e na fauna, é interessante notar que a Sub-bacia 2, que também experimentou mudanças no uso da terra, mas com maior foco na transição de pastagens para monocultivos, não apresentou tantos impactos alarmantes na fauna. De fato, na Sub-bacia 2, 66,6% dos entrevistados observaram um declínio na fauna aquática, enquanto na Sub-bacia 3, esse número foi 52,38%. No entanto, a Sub-bacia 2 reportou um impacto mais acentuado na fauna de forma geral, com 80% dos entrevistados observando uma redução na biodiversidade. Esse contraste destaca a importância da composição do uso da terra, com a Sub-bacia 3 apresentando uma combinação de florestas convertidas e pastagens, o que agravou ainda mais a perda de biodiversidade e os impactos nos serviços ecossistêmicos.

Outro aspecto importante, conforme relatado pelos proprietários, é a perda de opções de lazer, como nadar e pescar, que foi observada por 76,19% dos entrevistados na Sub-bacia 3. Este impacto é consideravelmente mais alto do que o observado na Sub-bacia 2, onde 50% dos proprietários notaram uma redução nas opções de lazer. A perda de áreas naturais com funções recreativas e a deterioração dos ecossistemas aquáticos são, portanto, um reflexo direto da alteração dos usos da terra, principalmente com a intensificação da silvicultura.

Por fim, a quarta questão da tese, que busca avaliar se os serviços ecossistêmicos melhoraram ou pioraram, revela que na Sub-bacia 3, os serviços regulatórios e de suporte à biodiversidade pioraram, enquanto os benefícios econômicos gerados pela silvicultura foram notados como significativos. Contudo, os benefícios econômicos foram percebidos como não sustentáveis a longo prazo, pois as perdas ambientais associadas à perda de vegetação nativa e ao monocultivo têm impactos negativos prolongados. A Tabela 13 confirma essa percepção, pois a maioria dos proprietários relatou um aumento na frequência de secas (85%) e nas enchentes (80%) nos rios. Esses dados demonstram que, enquanto os ganhos econômicos foram visíveis a curto prazo, a estabilidade ecológica foi severamente comprometida.

Tabela 13 - Percepções dos Impactos Ambientais e Sociais na Sub-bacia 3: Quantidade e Qualidade da Água, Biodiversidade, Serviços Ecossistêmicos e Atividades Econômicas.

Aspecto avaliado	Aumentou muito (%)	Aumentou (%)	Diminuiu (%)	Diminuiu muito (%)
Quantidade de água do rio	0%	0%	62,5%	32,5%
Qualidade da água do rio	0%	0%	75%	25%
Impacto na fauna	0%	0%	54%	46%
Opções de lazer (nadar e pescar)	N/A	N/A	100%	N/A
Frequência de secas	10%	85%	5%	N/A
Frequência de enchentes nos rios	0%	80%	20%	N/A
Impacto na polinização	0%	50%	50%	N/A
Impacto na quantidade de pragas/matos	0%	84,61%	15,39%	N/A
Impacto na quantidade de pássaros	0%	0%	100%	N/A

Fonte: Elaborado pela Autora (2024).

Os resultados da Sub-bacia remedinho demonstram a necessidade urgente de integrar estratégias de manejo sustentável que considerem tanto a produção econômica quanto a preservação ambiental. A transição para a silvicultura, embora tenha gerado benefícios econômicos imediatos, comprometeu a resiliência ambiental da região, evidenciando a urgência de políticas públicas que integrem conservação e uso sustentável da terra (Costanza *et al.*, 1997; Daily, 1997). As comparações entre as sub-bacias mostram que regiões com maior cobertura de vegetação nativa, como a Sub-bacia Fartura, apresentam maior resiliência aos impactos

ambientais, reforçando a importância de preservar esses espaços para garantir a estabilidade ecológica e a sustentabilidade a longo prazo.

A análise global dos dados sobre os serviços ecossistêmicos (SE) permite compreender os principais aspectos valorizados pelos proprietários rurais, independentemente da sub-bacia em questão. Observa-se que a regulação hídrica, embora afetada em diferentes níveis, foi percebida como um dos serviços mais impactados e, ao mesmo tempo, mais críticos para o bem-estar socioeconômico das comunidades. A diminuição da quantidade e qualidade da água aparece como uma constante nas percepções relatadas, sugerindo que este SE desempenha um papel essencial na sustentabilidade das atividades econômicas e na qualidade de vida local. Além disso, a frequência de eventos extremos, como secas e enchentes, é amplamente associada às mudanças no uso da terra, especialmente à substituição de vegetação nativa por silvicultura ou pastagens.

Outro ponto recorrente é a relação entre biodiversidade e serviços de suporte, como a polinização e a manutenção dos habitats aquáticos. A perda de biodiversidade, evidenciada pela diminuição de fauna local, como pássaros e espécies aquáticas, foi citada como um indicador claro de degradação ambiental, impactando tanto os ecossistemas quanto a percepção de qualidade ambiental dos proprietários. Ainda que benefícios econômicos, como o aumento da produtividade agropecuária, tenham sido relatados, eles frequentemente aparecem acompanhados de preocupações sobre a sustentabilidade a longo prazo, destacando um desequilíbrio entre os ganhos imediatos e as perdas ambientais significativas.

A comparação entre as sub-bacias revela diferenças e similaridades nos padrões de uso dos recursos hídricos e da cobertura do solo ao longo do tempo. A Sub-Bacia Itapeva (Pasto - Floresta) destaca-se pela forte presença de nascentes e rios como fontes hídricas, com um histórico de uso mais voltado à pecuária e uso doméstico, o que se manteve ao longo dos anos. Já na Sub-Bacia Fartura (Pasto - Pasto), observa-se um aumento significativo no uso de poços, refletindo uma adaptação à redução na disponibilidade das nascentes. A Sub-Bacia Remedinho (Pasto – silvicultura), por sua vez, mostra uma transição de uma pastagem para um predomínio da silvicultura, que passou a ser a principal consumidora de água. O uso de poços também aumentou consideravelmente, indicando uma diversificação das fontes de abastecimento.

As Sub-Bacias Pinhal e Paraitinguinha, caracterizadas predominantemente por áreas de floresta associadas a diferentes usos da terra (pastagem e silvicultura, respectivamente), possuem um número relativamente reduzido de nascentes. Ainda assim, seus rios e córregos permanecem como importantes fontes de abastecimento hídrico ao longo do tempo. A Sub-

Bacia paraitinguinha apresenta uma expansão significativa da silvicultura, um uso da terra que pode impactar o regime hídrico, especialmente em termos de infiltração e escoamento. Por outro lado, na Sub-Bacia Pinhal, o consumo de água é majoritariamente destinado ao abastecimento doméstico, destacando-se como a principal demanda hídrica da área. É crucial diferenciar o uso da terra (como silvicultura e pastagem) do tipo de demanda por água (como abastecimento doméstico) para uma análise integrada e precisa. A análise da cobertura da terra pela percepção local revela diferenças significativas entre as sub-bacias estudadas. Em todas elas, o capim-gordura é a cobertura predominante, evidenciando a presença de áreas destinadas a pastagens extensivas. Contudo, as Sub-Bacias Paraitinguinha e remedinho apresentam uma maior proporção de cobertura florestal, o que pode estar associado a um potencial superior para a conservação ambiental nessas regiões, com benefícios como proteção de nascentes e manutenção da biodiversidade.

Por outro lado, a Sub-Bacia Fartura se destaca por uma ocupação mais intensiva voltada à produção agrícola, com uma presença expressiva de culturas anuais. Esse padrão reflete uma maior pressão sobre os recursos naturais, especialmente em termos de solo e água, indicando a necessidade de práticas de manejo sustentável para minimizar impactos ambientais.

A análise remota é complementada e por vezes corroborada por observações em escala local, que mostram um uso diversificado da terra por parte dos produtores. Enquanto os mapas indicam padrões gerais de cobertura, a análise fina evidencia a coexistência de múltiplas atividades dentro das mesmas propriedades, como a integração de pastagem, pequenos cultivos e até áreas de regeneração florestal, revelando a complexidade e a multifuncionalidade dessas paisagens.

Os dados coletados da percepção local proporcionam uma compreensão aprofundada dos efeitos das mudanças no uso e cobertura da terra sobre os serviços ecossistêmicos na região da perspectiva do usuário, este caso, dos produtores rurais. A transição observada para a braquiária, uma prática que beneficiou a produção agropecuária, também gerou consequências adversas para a qualidade da água e a fauna local, refletindo um equilíbrio delicado entre os ganhos econômicos e os impactos ambientais. Embora a alteração tenha permitido ganhos no rendimento de atividades como a pecuária, ela também trouxe à tona um conjunto de desafios ambientais, como a degradação hídrica e a diminuição da biodiversidade, o que ressalta a complexidade das mudanças no uso da terra. Quanto ao impacto da cobertura florestal, a expansão observada não foi acompanhada pela percepção de melhoria nos serviços de regulação hídrica, sugerindo que o aumento de áreas florestais nem sempre resulta em uma melhoria nos

ciclos naturais da água, e ou nesse contexto, pode-se argumentar que o aumento na cobertura florestal, embora significativo, pode não ter sido suficiente para causar uma percepção concreta de melhoria nos serviços hídricos. Um exemplo disso é a Sub-Bacia 1, onde a floresta voltou a se expandir, mas não dominou totalmente a paisagem, com grandes áreas de pastagem ainda presentes. Sugerindo que, apesar dos avanços na regeneração florestal, a recuperação plena dos processos de regulação hídrica pode depender de uma maior extensão de áreas florestais, volume dos fragmentos, conexão entre os fragmentos florestais, e ou de práticas de manejo adequadas. Esse dado revela que a regeneração florestal, embora positiva em termos de conservação e biodiversidade, pode não ser suficiente para restaurar plenamente os serviços ecológicos, como a regulação da água, sem práticas de manejo adequadas.

Em comparação entre sub-bacias com diferentes tipos de transformação no uso da terra, percebe-se que, embora as mudanças florestais e as de pastagem apresentem impactos semelhantes, como a degradação da fauna e da qualidade da água, as sub-bacias com aumento de cobertura florestal mostram uma tendência maior de regeneração dos recursos naturais, indicando uma resiliência relativa desses ecossistemas. Por fim, os dados indicam que, apesar da melhoria na produção agropecuária, os serviços ambientais essenciais, como a disponibilidade de água de boa qualidade e a biodiversidade local, sofreram deterioração. Isso aponta para a necessidade de uma abordagem mais integrada e sustentável na gestão das terras, de modo a harmonizar os objetivos econômicos com a preservação dos serviços ecossistêmicos, essenciais para o bem-estar das comunidades rurais e a saúde ambiental a longo prazo.

Os resultados desta pesquisa evidenciam como as mudanças no uso e cobertura da terra impactaram a provisão de serviços ecossistêmicos, com implicações tanto para a produção agropecuária quanto para os ecossistemas locais. Nas áreas de pastagem, especialmente nas sub-bacias que, segundo a percepção dos proprietários, não apresentaram transição significativa para áreas de domínio florestal, observou-se que, apesar da regeneração florestal em algumas áreas, não houve uma mudança perceptível nas paisagens, que ainda mantêm grandes extensões de pastagens. Essa situação sugere que o aumento de áreas florestais, quando ocorreu, não foi suficiente para gerar uma melhoria nos serviços de regulação hídrica, com a percepção de escassez hídrica ainda crescente entre os proprietários.

Na Sub-Bacia Itapeva, por exemplo, embora a floresta tenha se expandido, ela não dominou a paisagem, mantendo-se uma grande proporção de pastagem, o que reforça a ideia de que, mesmo com algum avanço na regeneração florestal, os efeitos sobre os serviços hídricos não foram suficientemente perceptíveis.

A mudança para o uso de braquiária, embora benéfica para o aumento da produção de gado, gerou consequências ambientais, como o agravamento das secas e a redução da biodiversidade, refletindo os efeitos da substituição da vegetação nativa por monocultivos de gramíneas. Em áreas com predominância de silvicultura, como na transição de pastagem para floresta plantada em monocultivo, os benefícios econômicos provenientes da produção florestal, como madeira e outros produtos, foram acompanhados por consequências ambientais, como a deterioração da qualidade da água e o impacto na fauna aquática. A silvicultura, embora contribua para o aumento da produção de recursos florestais, não levou a melhorias nos serviços de regulação hídrica, com os proprietários relatando aumento na frequência de secas e variação nos níveis de água.

A conversão para áreas de silvicultura e a intensificação da pastagem geraram um padrão de degradação ambiental, evidenciado pela perda de biodiversidade, redução da qualidade da água e comprometimento dos serviços de regulação hídrica. Além disso, fatores adicionais, como o uso inadequado da terra, práticas de manejo insustentáveis e variações climáticas, devem ser considerados como possíveis causas da contínua escassez de água na região.

A análise comparativa entre as sub-bacias que apresentaram perda da cobertura florestal para a pastagem mostra que, em ambas as situações, os serviços ecossistêmicos relacionados à água e fauna sofreram impactos negativos, mas as áreas que apresentaram aumento do processo de aumento com a regeneração florestal – natural apresentaram uma percepção relativamente mais positiva quanto à recuperação de recursos naturais, mesmo com desafios persistentes em relação à regulação hídrica. Já o impacto nas transições para a silvicultura foi percebido de forma ambígua, com melhorias econômicas, mas sem resultados claros na melhoria da regulação hídrica ou na preservação da fauna local.

No geral, enquanto a produção agropecuária e silvicultura apresentaram benefícios econômicos, a qualidade da água, a fauna e os serviços de regulação hídrica deterioraram-se, apontando para a necessidade de estratégias integradas e sustentáveis de uso da terra, demonstrando a necessidade do equilíbrio entre a produção agrícola, a silvicultura e a conservação ambiental são fundamentais para mitigar os impactos negativos e promover a sustentabilidade a longo prazo das sub-bacias.

4.4 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE REMOTA PELO MAPBIOMAS E DA PERCEPÇÃO DOS PRODUTORES RURAIS SOBRE AS PAISAGENS E OS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS.

Ao analisar as mudanças na cobertura da terra nas sub-bacias 1, 2, 3, 4 e 5, os dados do Mapbiomas e as percepções locais mostram diferentes padrões e transições que ajudam a compreender o impacto dessas alterações nos recursos naturais e serviços ecossistêmicos.

Na Sub-bacia 1, o Mapbiomas indica uma transição de *floresta para pastagem* (1985-2021), o que é parcialmente corroborado pela percepção local, onde a principal mudança registrada foi a conversão de diferentes tipos de uso para pastagem, com destaque para o "Pasto gordura - Pasto Braquiara". Já na Sub-bacia 2, os dados de Mapbiomas indicam uma mudança de *pastagem para pastagem*, mas localmente, a percepção é mais detalhada, com a distinção entre *pasto braquiara* e *pasto gordura*. Essa especificidade reflete uma visão mais nuançada das práticas de manejo da terra que os entrevistados observam em suas propriedades.

Para a Sub-bacia 3, a transição indicada pelo Mapbiomas de pastagem para silvicultura coincide com a percepção local, onde alguns entrevistados mencionam a transformação em áreas de pasto ou floresta - silvicultura. No entanto, a Sub-bacia 4 apresenta uma divergência mais clara, pois, embora o Mapbiomas indique uma transição de floresta para silvicultura, a percepção local não faz uma menção explícita de como a mudança se deu, mas corrobora a mudança para silvicultura.

Na Sub-bacia 5, observamos outra dissimilaridade entre os dados do Mapbiomas e a percepção local, especialmente em áreas onde ocorre a conversão de *pastagem para floresta* (ou o inverso), com a percepção local destacando "Pasto gordura - Pasto Braquiara". Isso revela que, apesar de o MapBiomas fornecer uma visão geral das mudanças de cobertura, as percepções locais adicionam camadas de complexidade, identificando não apenas o tipo de uso, mas também práticas específicas de manejo que podem não ser capturadas de forma precisa pelo Mapbiomas.

As similaridades e dissimilaridades observadas entre os dados geoespaciais do MapBiomas e as percepções locais fornecem uma base valiosa para compreender as transformações ocorridas nas sub-bacias hidrográficas. Os dados do MapBiomas, derivados de análises de sensoriamento remoto, oferecem uma visão macroscópica e quantitativa das mudanças no uso e cobertura da terra ao longo do tempo. Em contrapartida, as percepções locais fornecem informações qualitativas, enraizadas nas vivências cotidianas e no conhecimento

empírico dos moradores, permitindo uma compreensão mais contextualizada e detalhada das dinâmicas territoriais. Essa abordagem combinada é particularmente relevante para a gestão sustentável dos recursos naturais, pois alia a precisão técnica dos dados remotos à riqueza interpretativa do conhecimento local (Berbés-Blázquez, 2012; Sutherland *et al.*, 2014).

Estudos prévios indicam que o aumento da cobertura florestal, identificado pelo MapBiomias, está associado a melhorias significativas em serviços ecossistêmicos como a regulação hídrica, a estabilidade climática e a conservação da biodiversidade (Costanza *et al.*, 1997; Santos *et al.*, 2018). As percepções locais reforçam esses achados ao destacar mudanças visíveis na qualidade dos recursos hídricos e no microclima, muitas vezes atribuídas à recuperação da vegetação nativa. Essa consonância entre os métodos quantitativos e qualitativos evidencia a importância de integrar diferentes perspectivas para uma abordagem mais holística e eficaz no planejamento e manejo ambiental.

Além disso, a discrepância pontual entre os dois tipos de análise – como a identificação de pastagens que, embora classificadas como áreas em regeneração florestal pelo MapBiomias, são percebidas como estáveis – sublinha a necessidade de aperfeiçoar as metodologias de sensoriamento remoto e ampliar a coleta de dados em campo. A análise remota é extremamente útil para o monitoramento de grandes áreas, proporcionando uma visão geral e eficiente de processos de mudança em larga escala. No entanto, ela pode não capturar nuances locais que só podem ser entendidas por meio de pesquisas *in situ*, que fornecem dados contextuais detalhados e ajudam a interpretar as realidades que não são mostradas nas imagens. A aplicação de uma combinação de métodos, adequados às escalas geográficas e às perguntas específicas da pesquisa, é essencial para garantir uma compreensão mais profunda e precisa dos fenômenos observados. Essa integração entre análise remota e pesquisa de campo é fundamental para reduzir as lacunas interpretativas e oferecer uma base mais sólida para a formulação de políticas públicas, especialmente em contextos em que o conhecimento local é vital para a definição das prioridades de manejo e conservação (Raymond *et al.*, 2014).

As divergências entre o MapBiomias e a percepção dos produtores são particularmente evidentes na Sub-bacia 5, onde, de acordo com a análise temporal remota, há uma conversão de pastagem para floresta. No entanto, a percepção dos proprietários sugere uma mudança mais gradual, de pastagem de capim gordura para pastagem de capim braquiária, um detalhe que o MapBiomias não captura de forma tão precisa. Esse fenômeno também é observado na Sub-bacia 2, onde o MapBiomias mantém a área como pastagem, mas a percepção local proporciona uma classificação mais específica, revelando nuances nas transformações do uso do solo, como

a transição entre diferentes tipos de pastagem. A percepção local, mais detalhada, tem a capacidade de identificar e diferenciar tipos específicos de pastagem, como o "Pasto Gordura" para "Pasto Braquiara", algo que não é representado de forma clara nas imagens de sensoriamento remoto. Além disso, em várias sub-bacias, a percepção dos produtores envolve combinações de uso da terra que são mais complexas ou amplas do que as categorizadas pelo MapBiomias, como a distinção entre "Pasto ou Floresta".

Tais combinações de uso, muitas vezes caracterizadas por uma interação entre diferentes coberturas vegetais e práticas produtivas, não são sempre detectadas ou classificadas com precisão pelos métodos de análise remota. Isso destaca a importância de integrar diferentes abordagens metodológicas – incluindo a análise remota em grande escala e a pesquisa de campo com o conhecimento local – para captar a complexidade e as dinâmicas do uso da terra, oferecendo uma visão mais rica e precisa das mudanças no território e seus impactos ambientais.

4.4.1 Síntese dos resultados

Para testar a hipótese central deste estudo — de que sub-bacias com maior cobertura florestal apresentam melhor capacidade de regulação hídrica e maior resiliência frente a eventos climáticos extremos, em comparação a áreas dominadas por pastagens ou monoculturas — a análise dos dados foi estruturada a partir de perguntas específicas que guiaram a investigação. Essa abordagem buscou integrar, de maneira abrangente, dados geoespaciais com as percepções dos proprietários rurais, oferecendo uma visão holística das transformações nas paisagens das sub-bacias ao longo das últimas quatro décadas.

A análise das percepções dos proprietários rurais sobre os serviços ecossistêmicos nas sub-bacias Fartura, Remedinho, Itapeva, Pinhal e Paraitinguinha permitiu identificar um conjunto importante de informações que articulam saber local e transformações ambientais. Em relação à primeira questão — que buscou compreender como os proprietários rurais percebem e identificam os serviços ecossistêmicos fornecidos pelas sub-bacias em que vivem, bem como as semelhanças e diferenças entre essas percepções —, os resultados evidenciam uma convergência importante entre os entrevistados no que se refere à preocupação com a água. Independentemente da sub-bacia, os moradores relataram alterações no regime hídrico, como diminuição da quantidade de água disponível, aumento da frequência de secas, aumento das secas em poços que antes eram perenes e também se mencionou um aumento na ocorrência de

enchentes em corpos hídricos locais, o que revela a percepção de desequilíbrio na dinâmica hídrica. Esses relatos, embora não configurem uma valoração direta dos chamados "serviços ecossistêmicos", indicam uma percepção aguçada da importância dos serviços de provisão regulação hídrica e climática, reconhecendo a interdependência entre vegetação, clima local e disponibilidade de água.

No que tange à segunda pergunta, sobre os impactos das transformações no uso e cobertura da terra na provisão de serviços ecossistêmicos, verificou-se uma relação complexa e por vezes contraditória entre as trajetórias de uso do solo e a percepção local.

Nas sub-bacias analisadas, as percepções sobre os serviços ecossistêmicos parecem estar fortemente associadas às mudanças na cobertura florestal. Na sub-bacia de Fartura, por exemplo, embora os dados do MapBiomas indiquem um pequeno declínio na cobertura florestal, os entrevistados não relataram percepções claras de melhorias nos serviços ecossistêmicos, sugerindo que essa diminuição foi insuficiente para gerar efeitos visíveis. As sub-bacias de Paraitinguinha, Itapeva, Fartura e Remedinho — todas com redução da cobertura florestal segundo os dados analisados — houve relatos consistentes de agravamento nos eventos extremos e piora generalizada nos serviços ecossistêmicos avaliados. Entre os aspectos mencionados pelos proprietários dessas áreas estão o aumento das enchentes, a intensificação de secas, a redução da fauna, o aumento de pragas e queda da produção. Tais percepções indicam uma possível relação entre a perda de cobertura vegetal e a degradação dos serviços ecossistêmicos.

Por outro lado, a sub-bacia do Pinhal apresentou uma dinâmica distinta. Segundo os dados do MapBiomas, houve um acréscimo na cobertura florestal, embora os moradores percebam uma substituição de áreas de floresta por pastagens. Ainda assim, os relatos indicam uma avaliação positiva em relação aos serviços ecossistêmicos voltados à produção e à paisagem local, com menor incidência de pragas e melhores condições produtivas. Esse cenário aponta para a complexidade das relações entre a cobertura do solo, a percepção local e os serviços ecossistêmicos, reforçando a importância de considerar tanto os dados geoespaciais quanto os saberes locais na análise dessas dinâmicas.

A sub-bacia do Pinhal que apresentou aumento na cobertura florestal demonstra, segundo os dados levantados e as percepções locais, melhorias significativas na provisão de serviços ecossistêmicos de regulação (manutenção dos recursos hídricos) e provisão (produção, diminuição pragas). Em todas as sub-bacias analisadas, foi constatado um aumento nas áreas de mato decorrente do abandono de pastagens, conforme revelado pela alta porcentagem de

respostas afirmativas (entre 50% e 100%) à pergunta sobre esse fenômeno. Esse aumento de vegetação ocorre majoritariamente em Áreas de Preservação Permanente (APPs), em topos de montanha e nas vertentes voltadas ao sul — estas últimas se destacam, como no caso da sub-bacia do Pinhal, onde 66,66% das respostas indicaram essa localização específica.

Entre os principais motivos apontados para o abandono dos pastos estão fatores como o cumprimento do Código Florestal e da legislação ambiental, o êxodo rural, a diminuição da disponibilidade de recursos hídricos, a busca pela garantia desses recursos e o abandono da produção agropecuária. Esses fatores, ao promoverem o crescimento da vegetação secundária e da regeneração florestal, contribuem diretamente para a melhoria das condições ambientais locais.

No que diz respeito aos impactos desse aumento da cobertura vegetal sobre os recursos hídricos, a percepção local indica uma avaliação predominantemente positiva. Em todas as sub-bacias, a maioria dos entrevistados relatou que o crescimento do mato teve efeitos benéficos sobre a água, com porcentagens variando entre 33,33% e 100% — em muitos casos, entre 50% e 86%. Os principais impactos mencionados foram a melhoria dos recursos hídricos, a manutenção das áreas de recarga e a contenção de enchentes e processos erosivos, destacando-se, sobretudo, a função das novas áreas florestadas na regulação e manutenção do ciclo hidrológico.

Esses dados indicam que a percepção dos proprietários das sub-bacias, em relação ao incremento da cobertura florestal, tende a apresentar melhorias nos serviços ecossistêmicos de regulação hídrica, conforme percebido nestas perguntas. Isso evidencia que a regeneração natural ou incentivada da vegetação contribui para o equilíbrio ambiental, mitigando efeitos negativos como escassez de água, erosão e inundações, além de fortalecer a resiliência frente às mudanças climáticas.

Além disso, os dados também revelam como os proprietários rurais compreendem a importância da cobertura florestal, especialmente nas áreas ripárias, na provisão de serviços ecossistêmicos e na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. Eles associam o aumento da vegetação em áreas como APPs e vertentes sul à garantia e manutenção dos recursos hídricos, reconhecendo a função estratégica dessas zonas na proteção das nascentes e na preservação das fontes de água. Essa percepção se reforça com a compreensão de que a recuperação ou o abandono das áreas de pasto influencia positivamente os recursos hídricos e o controle de processos erosivos e alagamentos, evidenciando um entendimento do papel funcional da vegetação nativa. Um destaque para a sub-bacia do pinhal, onde a minoria 33%

percebem-se o impacto do incremento florestal nas águas, o que pode estar correlacionado com o interesse de uso do solo, visto que é uma sub-bacia que apresentou interesses produtivos (produção).

Os motivos apontados para o abandono das áreas de pasto — como exigências legais e dificuldades socioeconômicas — também revelam um reconhecimento, ainda que indireto, da importância da conservação da vegetação. A percepção de impactos positivos nas águas reforça a ideia de que os proprietários consideram a cobertura florestal um elemento-chave para enfrentar os desafios trazidos pelas mudanças climáticas, como os eventos extremos e a escassez hídrica.

A compreensão das interações entre mudanças no uso e cobertura do solo e a provisão de serviços ecossistêmicos constitui um dos principais desafios das ciências socioambientais contemporâneas. Neste capítulo, apresentam-se os resultados e análises integradas de um estudo conduzido em cinco sub-bacias hidrográficas do município de Paraibuna-SP, com o objetivo de examinar, à luz da percepção dos proprietários rurais e dos dados espaciais do MapBiomas, como diferentes trajetórias de transformação territorial influenciaram os serviços ecossistêmicos de regulação, provisão e suporte.

Partindo da hipótese de que sub-bacias com maior cobertura florestal tenderiam a apresentar melhores condições de regulação hídrica, maior biodiversidade e estabilidade ecológica frente a pressões antrópicas, investigaram-se quatro questões centrais: (1) como os moradores locais identificam os serviços ecossistêmicos mais relevantes em suas realidades produtivas; (2) de que maneira as alterações no uso da terra modificaram esses serviços ao longo do tempo; (3) se há correspondência entre expansão de vegetação nativa e percepção de melhora ambiental; e (4) qual o papel percebido das florestas, sobretudo ripárias, na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

A metodologia combinou análise de dados espaciais históricos (1985–2021), obtidos via MapBiomas, com entrevistas semiestruturadas junto a 49 proprietários, representando a totalidade ou parcela significativa das propriedades de cada sub-bacia. As percepções foram analisadas em conjunto com os dados objetivos de mudança de uso do solo, criando-se uma leitura cruzada que, além de validar ou tensionar os dados de sensoriamento remoto, revelou nuances fundamentais à escala local.

Os dados levantados revelam paisagens em disputa: por um lado, um território submetido a pressões de intensificação produtiva (com expansão de silvicultura e substituição de pastagens); por outro, experiências locais que interpretam e reagem a essas transformações

por meio de códigos próprios — afetivos, simbólicos e econômicos. A análise das cinco sub-bacias mostra que as trajetórias territoriais não apenas diferem em termos de cobertura vegetal, mas resultam em formas diversas de percepção da natureza, seus serviços e limites.

A comparação entre os dados do MapBiomias e os relatos dos entrevistados indica que, embora as transformações sejam detectáveis por imagens de satélite, nem sempre são visíveis ou significativas para os moradores locais. Em diversas sub-bacias — como Itapeva e Pinhal — o aumento da cobertura florestal verificado pelos dados remotos não se traduziu em percepção de regeneração ambiental, seja por se tratar de áreas de difícil acesso ou por estarem localizadas em zonas marginais das propriedades.

Em Itapeva, por exemplo, embora os mapas mostrem um acréscimo sutil de vegetação nativa entre 1985 e 2021 (Figura 13), 60% dos entrevistados afirmaram não ter percebido qualquer alteração na paisagem de pastagem. Essa dissonância não impediu, contudo, que impactos ambientais fossem registrados: 100% relataram redução da quantidade de água nos rios, 40% perceberam aumento na frequência de secas e 60% identificaram aumento de pragas e mato. Ainda assim, 80% notaram crescimento na produção agropecuária, o que aponta para uma complexa relação entre intensificação produtiva e degradação de serviços de regulação. As Tabelas 4 e 5 sintetizam essas percepções.

Situação análoga foi observada na sub-bacia do Fartura. Apesar de o MapBiomias indicar apenas discretas alterações na cobertura (com a silvicultura ocupando 0,05 km² em 2021), os proprietários relataram intensificação da pecuária com substituição de capim gordura por braquiária (85,5%), acompanhada por severa percepção de degradação ambiental: 93,75% observaram redução na vazão dos rios e 66,6% relataram piora na qualidade da água. Embora os benefícios econômicos tenham sido reconhecidos por todos os entrevistados (100%), a percepção de aumento de pragas (93,25%), enchentes (56,25%) e perda de opções de lazer (50%) demonstra que os serviços ecossistêmicos relacionados à regulação e à cultura foram prejudicados.

Na sub-bacia Pinhal, a percepção local destacou a transição de pastagem de capim gordura para braquiária como a principal mudança no uso do solo (62%), embora os dados espaciais mostrem aumento da vegetação florestal. Essa substituição esteve associada a impactos como a piora da qualidade da água (100%), maior frequência de secas (95,45%) e prejuízos à fauna aquática (77,27%). Por outro lado, 86,36% dos entrevistados relataram aumento na produtividade agropecuária, evidenciando novamente o dilema entre produtividade e conservação.

O caso de Paraitinguinha evidencia uma das transformações mais intensas, com conversão de floresta nativa em silvicultura (95,45%). Essa substituição impactou negativamente a qualidade da água (100%), reduziu a fauna local (77,27%) e limitou opções de lazer (63,63%). Ainda assim, 86,36% dos proprietários indicaram ganhos produtivos, especialmente via arrendamentos à indústria de papel e celulose, o que reforça os conflitos entre conservação ecológica e oportunidades econômicas no território.

Por fim, a sub-bacia Remedinho revelou percepções altamente alinhadas com os dados de uso do solo: todos os entrevistados (100%) apontaram a substituição de florestas e pastagens por silvicultura como a principal mudança. Os impactos foram severos: 95,23% relataram aumento de secas, 75% observaram piora na qualidade da água, e 52,38% notaram declínio da fauna. A conversão para monocultivo, embora traga retornos econômicos, foi amplamente percebida como degradadora dos serviços ecossistêmicos mais sensíveis.

As análises integradas das cinco sub-bacias apontam para tendências consistentes de substituição de pastagens por silvicultura e, em menor escala, por mosaicos agrícolas. No entanto, a percepção dos moradores revela que essa transição produtiva está longe de ser neutra ou isenta de impactos socioambientais. Os relatos indicam um padrão reiterado: os ganhos econômicos advindos da intensificação ou da mudança de uso do solo são acompanhados de perdas importantes nos serviços ecossistêmicos de regulação hídrica, biodiversidade, controle de pragas e oportunidades de lazer.

O cruzamento entre dados objetivos (MapBiomas) e percepções subjetivas evidencia não apenas as dissonâncias entre escalas de análise, mas também a importância de incorporar o conhecimento local nos diagnósticos ambientais. Por exemplo, enquanto a cobertura florestal aumentou em Itapeva e Pinhal, os efeitos positivos esperados sobre o regime hídrico não foram reconhecidos pelos proprietários, sugerindo que fatores como a qualidade da vegetação, a localização das áreas restauradas e o tempo de regeneração são decisivos para a efetividade ecológica.

O caso de Paraitinguinha é exemplar no sentido inverso: a perda da vegetação nativa, substituída por silvicultura, foi amplamente percebida como responsável por alterações negativas no ciclo da água, na fauna e nas atividades culturais ligadas aos corpos d'água. Tais resultados corroboram estudos que destacam os efeitos do monocultivo de espécies exóticas sobre a hidrologia e a biodiversidade (Foley *et al.*, 2005; MEA, 2005).

Outro ponto crucial revelado pelo estudo é que a intensificação produtiva – ainda que vista como benéfica para a renda de curto prazo – tende a comprometer a resiliência

socioecológica das sub-bacias. A redução de matas ciliares, a simplificação da paisagem e a fragmentação de habitats estão associados à perda de serviços de suporte e à maior vulnerabilidade frente às mudanças climáticas. A escuta dos proprietários permite perceber uma consciência crescente desses riscos, ainda que nem sempre acompanhada de práticas de conservação.

Do ponto de vista da política pública, os dados sugerem a urgência de estratégias que valorizem os saberes locais e incentivem usos do solo que conciliem produtividade e conservação. O fortalecimento de práticas agroecológicas, a restauração de áreas estratégicas – especialmente APPs – e o pagamento por serviços ambientais podem ser caminhos eficazes. Mais do que impor modelos técnicos, é necessário dialogar com os valores, memórias e estratégias das famílias que habitam essas paisagens.

Assim, os resultados aqui apresentados reforçam a ideia de que o território é simultaneamente espaço ecológico e sociocultural. A análise integrada das transformações no uso da terra e da percepção dos serviços ecossistêmicos revela um mosaico de experiências, conflitos e potencialidades. Reconhecer essa complexidade é condição indispensável para promover ações de restauração e desenvolvimento sustentável em bacias hidrográficas, onde a floresta e a água são não apenas recursos, mas fundamentos do modo de vida.

Neste sentido, o presente estudo contribui para o debate sobre a sustentabilidade das paisagens rurais brasileiras, ao articular dados empíricos robustos com a escuta qualificada dos moradores. Mais do que evidenciar impactos, trata-se de um convite à reflexão sobre como construir futuros desejáveis que respeitem tanto os ciclos da natureza quanto os ritmos da vida humana. A análise integrada das transformações no uso e cobertura da terra nas sub-bacias estudadas revela um quadro de complexas reconfigurações socioecológicas, marcadas por tensões entre estratégias produtivas, pressões ambientais e percepções locais. Em vez de tratar cada sub-bacia de forma compartimentalizada, opta-se aqui por uma abordagem temática, que permite discutir os principais processos de forma transversal, destacando os contrastes e convergências que emergem ao longo do território.

A intensificação da pecuária e a expansão da silvicultura, em detrimento da vegetação nativa, configuram os dois eixos dominantes de mudança, ambos pautados por lógicas produtivistas que negligenciam, em maior ou menor grau, os limites ecológicos do sistema. Esses processos convergem em impactos significativos sobre os serviços ecossistêmicos, particularmente aqueles ligados à regulação hídrica, estabilidade dos solos, provisão de biodiversidade e qualidade ambiental. A literatura tem reiteradamente alertado que a conversão

de florestas em pastagens extensivas ou monoculturas florestais compromete a resiliência das paisagens rurais (Díaz *et al.*, 2018; Foley *et al.*, 2005).

Contudo, a realidade observada vai além de um diagnóstico linear de perda. O abandono de áreas agropecuárias, motivado por fatores como o êxodo rural, a escassez de mão de obra e o declínio da rentabilidade agrícola, tem gerado fenômenos de regeneração espontânea da vegetação nativa, especialmente em áreas de relevo acidentado ou protegidas por legislação ambiental. Estes processos, ainda que desassistidos por políticas públicas ou práticas de manejo ativo, evidenciam uma reconfiguração silenciosa da paisagem, com efeitos positivos perceptíveis sobre a infiltração hídrica, a recuperação denascentes e o retorno gradual de serviços ecossistêmicos de suporte (Chazdon *et al.*, 2014). Ao mesmo tempo, a percepção local emerge como ferramenta analítica essencial, revelando uma sensibilidade crescente aos efeitos da degradação ambiental, mesmo quando os discursos ainda priorizam os ganhos econômicos imediatos. Relatos recorrentes sobre a piora na qualidade da água, aumento de secas e enchentes, e perda de biodiversidade aquática, apontam para uma mudança na consciência ecológica dos produtores, ainda que fragmentada e por vezes contraditória (Raymond *et al.*, 2014).

A convergência entre dados de sensoriamento remoto, análises históricas e narrativas locais permite avançar para uma compreensão mais sofisticada da dinâmica territorial. As diferentes formas de ocupação e uso do solo geram externalidades ambientais que extrapolam os limites das propriedades, exigindo uma governança articulada em escala de bacia hidrográfica. Como enfatizam Berkes e Folke (2002), a resiliência socioecológica depende não apenas da diversidade funcional dos ecossistemas, mas da capacidade institucional e comunitária de manejar coletivamente os recursos comuns.

A discussão aqui apresentada reforça, portanto, a centralidade da multifuncionalidade da paisagem rural como condição para a sustentabilidade. Isso implica articular conservação ambiental, viabilidade econômica e identidade cultural por meio de práticas integradas de manejo, como sistemas agroflorestais, restauração ecológica assistida, e políticas de pagamento por serviços ambientais. A sustentabilidade das sub-bacias não reside exclusivamente em manter coberturas vegetais, mas em restabelecer fluxos ecológicos, fortalecer redes sociais e valorizar os conhecimentos locais como fundamentos de um novo contrato socioambiental com o território.

O predomínio de modelos produtivos especializados, como a pecuária extensiva e a silvicultura baseada em monoculturas de eucalipto, implicou a simplificação estrutural das

paisagens e a erosão funcional dos serviços ecossistêmicos. Em especial, os serviços de regulação – como a infiltração hídrica, o controle de erosão, a estabilidade climática local e a purificação da água – foram sistematicamente comprometidos. A substituição da vegetação nativa por gramíneas exóticas de alta cobertura, como a braquiária e o capim-gordura, diminuiu a rugosidade superficial e reduziu a capacidade de retenção de água no solo, intensificando os efeitos de eventos hidrológicos extremos, como secas e enchentes (Ferreira *et al.*, 2015; Díaz *et al.*, 2018).

A simplificação da paisagem também impactou negativamente os serviços culturais e de suporte. A diminuição da diversidade biológica – visível na redução da fauna aquática, no declínio de polinizadores e na homogeneização das paisagens – implicou a perda de referenciais estéticos, identitários e recreativos para as comunidades locais. A paisagem deixou de ser vivida como espaço simbólico e passou a ser experimentada de forma fragmentada, o que compromete a vinculação afetiva ao território e a coesão social rural (Martín-López *et al.*, 2012). Por outro lado, a regeneração de vegetação secundária em áreas de baixa produtividade econômica – impulsionada pelo abandono, restrições topográficas ou pressão legal – mostrou-se, ainda que de modo incipiente, como um vetor potencial de restauração dos serviços de regulação. Nas áreas de topos de morros, encostas e APPs, o aumento de cobertura vegetal permitiu melhorias na qualidade da água, contenção de processos erosivos e restabelecimento de corredores ecológicos. Esses efeitos positivos, embora frequentemente não reconhecidos como intencionais, são percebidos pelos moradores como manifestações espontâneas de resiliência ambiental (Suding *et al.*, 2015).

O estudo revela um quadro recorrente de equilíbrio entre a busca por produtividade e a manutenção dos processos ecológicos. A introdução de gramíneas (*braquiaria sp.*) de alta performance produtiva ou espécies arbóreas de rápido crescimento, como o eucalipto, oferece retorno econômico de curto prazo, mas impõe pressões hídricas, compromete a diversidade funcional e agrava a vulnerabilidade climática. A racionalidade instrumental que orienta tais decisões é compreensível à luz das limitações socioeconômicas dos produtores, mas demanda a construção de alternativas integradoras, como os sistemas agroflorestais ou a integração lavoura-pecuária-floresta (Altieri, 2002; Teague *et al.*, 2013).

De igual modo, a ausência de políticas públicas territorializadas e adaptativas reforça um quadro de desorganização do uso da terra, dificultando o planejamento integrado e a ação coletiva. O parcelamento fundiário, a fragilidade das associações locais e a escassez de incentivos para práticas sustentáveis contribuem para a perpetuação de um modelo predatório

e insustentável, mesmo em áreas com reconhecido potencial de regeneração ecológica (Ostrom, 2009.; Berkes, 2003).

Um dos elementos mais relevantes do presente estudo é a valorização da percepção local como vetor complementar à análise técnico-científica. Os relatos dos proprietários revelam uma compreensão complexa, ainda que parcial, dos efeitos

que atravessam as práticas territoriais. A sustentabilidade, nesse contexto, depende de instrumentos que articulem conhecimento técnico, vivência local e mediação institucional, criando pontes entre saberes, expectativas e capacidades. A convergência entre dados de sensoriamento remoto, estudos ecológicos e narrativas locais constitui, portanto, um caminho promissor para o delineamento de políticas públicas sensíveis às realidades do campo.

Em síntese, as sub-bacias estudadas revelam um mosaico de dinâmicas ambientais, econômicas e sociais que desafiam modelos simplificadores e soluções genéricas. A sustentabilidade territorial exige uma abordagem sistêmica, sensível à diversidade ecológica, às historicidades produtivas e às aspirações dos atores locais. A revalorização dos serviços ecossistêmicos, em sua dimensão integrada – provisão, regulação, suporte e cultura – deve orientar os processos de gestão ambiental.

O fortalecimento da multifuncionalidade rural, a promoção da conectividade ecológica, o reconhecimento dos saberes locais e o incentivo à inovação agroecológica constituem pilares centrais de uma agenda de transformação. Somente mediante a construção de paisagens resilientes, socialmente justas e ecologicamente funcionais será possível garantir a continuidade dos bens e serviços que sustentam a vida nas bacias hidrográficas e o bem-estar das comunidades que delas dependem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A hipótese inicial desta pesquisa sustenta que sub-bacias com maior cobertura florestal tendem a apresentar aumento ou manutenção na provisão de serviços ecossistêmicos, em contraste com aquelas que adotam predominantemente pastagens ou monocultivos de silvicultura. No entanto, os resultados preliminares e as percepções locais sugerem a necessidade de uma análise mais nuançada dessa relação.

A substituição de pastagens degradadas, como aquelas dominadas pelo capim gordura (*Melinis minutiflora*), por espécies forrageiras mais adaptadas e de maior vigor, como a braquiária (*Brachiaria spp.*), tem demonstrado efeitos positivos sobre diversos serviços ecossistêmicos, especialmente no que se refere à regulação hídrica. Estudos mostram que pastagens com maior densidade de cobertura e sistema radicular mais profundo, como é o caso da braquiária, favorecem a infiltração de água no solo, reduzem o escoamento superficial e contribuem para a diminuição da erosão (Dias-Filho, 2011; Martins *et al.*, 2010).

Adicionalmente, embora o crescimento de áreas florestais represente uma estratégia essencial para a conservação e a restauração ecológica de longo prazo, os benefícios associados à sua presença nem sempre são imediatamente percebidos pelas comunidades locais, sobretudo quando tais áreas não estão articuladas às dinâmicas produtivas ou à proteção de zonas ecologicamente estratégicas, como as matas ripárias. Essa dissociação entre percepção e funcionalidade ecológica tensiona, mas não invalida, a hipótese original sobre a centralidade da cobertura florestal na provisão de serviços ecossistêmicos. Pelo contrário, os dados de campo ampliam o entendimento sobre os múltiplos caminhos possíveis para a manutenção desses serviços, evidenciando que sistemas produtivos bem manejados — como pastagens com *Brachiaria spp.* — também podem contribuir significativamente para funções como a regulação hídrica, especialmente em áreas já consolidadas sob uso agropecuário.

É fundamental, portanto, reconhecer que diferentes formas de cobertura e manejo podem desempenhar papéis complementares na paisagem, e que a efetividade ecológica de cada uma depende do seu contexto espacial, histórico e funcional. A análise socioecológica das bacias estudadas sugere que a provisão de serviços ecossistêmicos deve ser avaliada não apenas pela tipologia da cobertura, mas pela sua inserção na paisagem, intensidade de uso, e capacidade de promover conexões entre conservação e produção.

As transformações do uso e cobertura da terra nas cinco sub-bacias ao longo das últimas quatro décadas revelaram impactos distintos na provisão de serviços ecossistêmicos, refletindo as trajetórias específicas de cada área.

Nas sub-bacias onde predominam a pecuária extensiva e os monocultivos de eucalipto, a percepção dos moradores é de perda significativa dos serviços ecossistêmicos. Os entrevistados relataram a diminuição da fauna silvestre, a escassez de água em nascentes e córregos, e a degradação da biodiversidade como um todo. Esses relatos indicam que o uso intensivo da terra, sem práticas de conservação, compromete diretamente o equilíbrio ecológico das paisagens.

No entanto, quando questionados especificamente sobre áreas onde houve aumento da vegetação — o chamado "mato" — em decorrência do abandono de antigas lavouras ou pastagens, muitos proprietários relataram melhorias pontuais nos recursos hídricos, como a recuperação de nascentes ou o aumento da umidade do solo. Essa mudança de percepção revela que, mesmo sem manejo direto, a regeneração natural da vegetação pode ser reconhecida localmente como benéfica para a regulação hídrica, ainda que nem sempre seja valorizada do ponto de vista produtivo.

A percepção se mostrou um instrumento fundamental para esta pesquisa, permitindo investigar se existe uma relação entre as mudanças na cobertura da terra e a provisão de serviços ecossistêmicos (SE). Porém, o curto período analisado e a diferença entre as escalas da paisagem e do ser humano podem ter dificultado a exatidão das respostas. Mesmo assim foi possível capturar nuances e particularidades que dificilmente seriam identificadas apenas por meio de análises quantitativas ou técnicas de sensoriamento remoto.

Os proprietários, ao compartilharem suas experiências e observações, ofereceram conhecimentos valiosos sobre como as transformações no uso da terra impactaram diretamente sua qualidade de vida e a disponibilidade de recursos naturais. Essa abordagem qualitativa, alinhada aos estudos de Berkes (2004) e Ostrom (2009), reforça a importância de integrar o conhecimento local ao científico, especialmente em contextos em que as dinâmicas socioecológicas são complexas e multifacetadas. No entanto, é importante reconhecer que a percepção dos proprietários é um fator intrinsecamente subjetivo, influenciado por seu conhecimento prévio, experiências pessoais e contextos socioeconômicos. Essa subjetividade impõe limitações conclusivas aos dados coletados, uma vez que as interpretações podem variar significativamente entre indivíduos e comunidades. Por exemplo, a valorização de determinados serviços ecossistêmicos, como a disponibilidade de água ou a fertilidade do solo,

pode ser mais acentuada em propriedades que dependem diretamente desses recursos para sua subsistência, enquanto em outras áreas, outros serviços podem ser priorizados. Essa variabilidade, enriquece a análise ao revelar a diversidade de perspectivas e necessidades locais.

Dada essa natureza subjetiva, a percepção dos proprietários não deve ser interpretada como uma fonte de respostas definitivas, mas sim como uma ferramenta para levantar novas hipóteses e orientar investigações futuras. Os relatos podem indicar tendências e padrões que merecem ser explorados com maior rigor metodológico, como a relação entre a recuperação florestal e a melhoria na qualidade da água ou o impacto da intensificação agrícola na perda de biodiversidade. Nesse sentido, a percepção serve como um ponto de partida para estudos mais aprofundados, que podem combinar abordagens qualitativas e quantitativas para validar e ampliar as descobertas iniciais.

Em síntese, neste estudo a percepção dos proprietários mostrou-se uma ferramenta valiosa para compreender as interações e aprofundamento entre cobertura da terra e serviços ecossistêmicos. No entanto, sua subjetividade exige cautela na interpretação dos resultados, reforçando a necessidade de complementar esses dados com análises técnicas e científicas. Em todas as regiões, quando se pergunta sobre o incremento florestal, a resposta é conectada ao incremento arbóreo das áreas de preservação permanente (APPs), demonstrando a importância dessas áreas para os serviços ecossistêmicos.

Os relatos revelam um cenário ambivalente, no qual impactos negativos e oportunidades de regeneração ambiental coexistem, fortemente influenciados pelas trajetórias históricas de manejo da terra em cada paisagem. No cenário do Vale do Paraíba, São Paulo, estudos como os de Dean (1996) e Diegues (1998) destacam que a ocupação e o uso extensivo da terra — impulsionados pela expansão da cafeicultura no século XIX e, mais recentemente, pela pecuária extensiva e monoculturas de eucalipto — moldaram profundamente o território e seus ecossistemas. Esses ciclos de exploração, quando não acompanhados pela manutenção de Áreas de Preservação Permanente (APPs), Reservas Legais (RL) e pela conectividade entre fragmentos florestais, comprometem significativamente a capacidade de suporte dos serviços ecossistêmicos, especialmente aqueles relacionados à regulação hídrica e à conservação do solo.

Em áreas dominadas pela pecuária extensiva ou pela monocultura de pastagem- e eucalipto, tanto a bibliografia (qual? Importante adicionar) quanto as percepções locais apontam para uma acentuada degradação do solo e perda dos serviços culturais., como nadar e pescar. Conforme relatado por Foley *et al.* (2005), essas práticas frequentemente resultam na

perda de biodiversidade funcional, aumento de processos erosivos e degradação dos recursos hídricos, além das perdas de identidade cultural.

Os participantes deste estudo demonstraram uma preocupação com os impactos dessas mudanças, especialmente em relação à redução da fertilidade do solo, à diminuição da disponibilidade de água em períodos críticos e à dificuldade de manter a produtividade agrícola e pecuária a longo prazo.

No Vale do Paraíba, essa realidade torna-se ainda mais crítica diante da histórica fragmentação florestal, que ao longo dos séculos comprometeu a conectividade ecológica e agravou os efeitos das mudanças no uso da terra — processo amplamente discutido por Fahrig (2003). Em paisagens já fragilizadas, a degradação dos ecossistemas tende a avançar com maior intensidade e velocidade, dificultando a regeneração natural e a restauração de serviços essenciais, como a regulação hídrica e a conservação da biodiversidade.

Nesse contexto, é importante reconhecer que muitos produtores rurais da região operam em condições de baixo capital financeiro e com pouca capacidade de investimento em práticas de restauração ambiental ativa. Por isso, a recuperação de áreas degradadas nem sempre é viável a curto prazo. Diante dessa limitação, a manutenção dos serviços ecossistêmicos ainda presentes na paisagem — por meio da preservação de fragmentos remanescentes, da proteção de matas ripárias e do estímulo à regeneração natural — representa uma estratégia não apenas ambientalmente eficaz, mas também economicamente mais acessível.

Considerar a paisagem de forma integrada e valorizar os serviços ecossistêmicos já existentes, portanto, não é apenas uma diretriz ecológica: é uma resposta realista às condições sociais e econômicas locais. Trata-se de um caminho estratégico para promover o equilíbrio entre conservação e produção em regiões historicamente pressionadas pelo uso intensivo da terra.

A redução da biodiversidade nessas áreas, frequentemente acompanhada por alterações nos regimes hidrológicos, representa desafios socioeconômicos significativos para as comunidades rurais que dependem dos serviços ecossistêmicos para sua subsistência. Como observa Pádua (2010), a degradação ambiental não apenas pode afetar a qualidade dos recursos naturais, mas também agravar a vulnerabilidade das populações locais, muitas vezes relegando-as a contextos de maior fragilidade econômica e social. Assim, as percepções dos moradores tornam-se essencial como uma ferramenta para identificar tanto os impactos negativos quanto as oportunidades de recuperação ambiental e, com isso, subsidiar estratégias de manejo mais sustentáveis e integradas, e integrar dados quantitativos.

Um exemplo disso pode ser observado nas sub-bacias onde foram adotadas práticas sustentáveis, como o aumento da vegetação nativa, a implementação de sistemas multifuncionais, o cultivo agroecológico e a expansão de vegetação nas Áreas de Preservação Permanente (APPs). Nessas sub-bacias, houve sinais claros de recuperação ambiental, descrito pela percepção dos entrevistados, que associaram tais práticas, a uma melhoria na qualidade hídrica. Essa conexão entre ações sustentáveis e benefícios ambientais reforça a importância de integrar o conhecimento local às estratégias de gestão, promovendo resultados mais eficazes e duradouros. Os produtores descreveram melhorias significativas nos serviços ecossistêmicos, como maior disponibilidade de água, aumento da fertilidade do solo e recuperação da biodiversidade nesses cenários. Além disso, destacaram que essas práticas contribuíram para uma maior infiltração de água no solo, maior estabilidade dos fluxos hídricos e menor incidência de erosão, evidenciando a importância dessas práticas na melhoria da qualidade hídrica e na recuperação ambiental.

No campo do planejamento territorial, os resultados indicam a importância de integrar dados científicos e as percepções locais para delinear estratégias de manejo adaptadas às especificidades de cada sub-bacia hidrográfica. Priorizar ações que promovam a conectividade florestal, a recuperação de áreas degradadas e a manutenção dos serviços ecossistêmicos é crucial para garantir a resiliência ambiental e a equidade no uso dos recursos.

No âmbito das políticas públicas, destaca-se a necessidade de promover práticas agrícolas sustentáveis, como a agroecologia e os sistemas agroflorestais, por meio de incentivos financeiros, programas de capacitação e assistência técnica direcionada a regiões críticas. No Vale do Paraíba, essa realidade torna-se ainda mais crítica diante da histórica fragmentação florestal que, conforme apontado por Fahrig (2003), comprometeu a conectividade ecológica e intensificou os impactos das mudanças no uso da terra. No caso específico analisado nesta pesquisa — marcado por pequenas propriedades, baixos níveis de capital de investimento e forte dependência de sistemas produtivos tradicionais — a regeneração ambiental e produtiva não é tarefa trivial. Nessas condições, estratégias de restauração ativa tornam-se inacessíveis para muitos agricultores familiares.

Esse quadro, no entanto, não é exclusivo da sub-bacia em estudo. Situações semelhantes são provavelmente encontradas em outras sub-bacias do Vale do Paraíba, que é composto por uma grande variedade de paisagens socioecológicas. Há regiões com extensos monocultivos, outras com pecuária extensiva, fragmentos florestais em diferentes estágios de regeneração, além de áreas sob forte pressão urbana. Essa diversidade exige que as políticas públicas sejam

desenhadas de forma sensível às diferentes realidades territoriais, reconhecendo os múltiplos caminhos para a provisão de serviços ecossistêmicos e o papel estratégico da agricultura familiar.

Nesse sentido, a valorização e manutenção dos serviços ecossistêmicos já presentes na paisagem — como a preservação de matas ripárias, a proteção de fragmentos nativos e o incentivo à regeneração natural — configuram não apenas uma alternativa ecológica, mas também uma estratégia viável do ponto de vista econômico, especialmente em contextos com baixo acesso a recursos financeiros e técnicos.

Este trabalho pode contribuir diretamente para o aperfeiçoamento de políticas e ações em curso no Vale do Paraíba, como os Planos Municipais de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMMA), os Planos de Bacias Hidrográficas, os Planos Diretores Participativos e iniciativas como o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). Integrar os diagnósticos socioambientais já existentes, articular esforços intermunicipais e propor instrumentos de apoio técnico e financeiro direcionados aos pequenos produtores pode fortalecer significativamente a efetividade dessas políticas. A construção de soluções integradas, baseadas no conhecimento local e na diversidade de paisagens do Vale, é fundamental para promover simultaneamente conservação ambiental e justiça social.

Dessa forma, a convergência entre ciência, políticas públicas e conhecimento local revela-se indispensável para a formulação de estratégias integradas e eficazes, capazes de alinhar a conservação ambiental ao desenvolvimento socioeconômico, promovendo paisagens mais sustentáveis e resilientes. No contexto do Vale do Paraíba, a adoção dessas práticas pode ser uma resposta promissora aos desafios históricos de degradação ambiental, como apontado por Pádua (2010) e Diegues (1998), que destacam a necessidade de integrar sustentabilidade e produção agrícola em áreas anteriormente exploradas de forma intensiva.

As alternativas agroecológicas, como destaca Gliessman (2014), não são apenas uma técnica, mas uma abordagem que promove sistemas resilientes e integrados, focados na restauração da fertilidade do solo e na redução dos impactos ambientais. No caso dos sistemas agroflorestais, discutidos amplamente por Altieri (2009), os benefícios incluem a mitigação de mudanças climáticas locais, a melhoria da regulação hídrica e o aumento da biodiversidade funcional, além da produção de alimentos. Estudos como os de Ribeiro e Andrade (2018) corroboram essa visão, ao destacar como práticas sustentáveis têm contribuído para a recuperação das matas ciliares e a proteção de mananciais críticos no Vale do Paraíba, apresentando-se como uma alternativa viável de renda e estilo de vida. No entanto, apesar de

seus benefícios, a implementação em larga escala da agroecologia enfrenta desafios consideráveis. A fragmentação irregular das propriedades e a falta de regularização fundiária, resultantes de processos históricos de divisão de terras, dificultam a adoção dessas práticas em regiões como o Vale do Paraíba.

Esses desafios se devem principalmente à complexidade das questões fundiárias, que envolvem uma longa história de disputas e falta de definição clara sobre a propriedade da terra. A ausência de regularização fundiária compromete o acesso a recursos e incentivos para os produtores rurais, dificultando a implementação de práticas sustentáveis, que muitas vezes exigem investimentos de longo prazo. Outro fator relevante é a falta de apoio técnico e institucional adequado para esses produtores, especialmente em regiões mais afastadas. A transição para práticas agroecológicas demanda conhecimentos específicos e um suporte contínuo, essenciais para que os agricultores superem as dificuldades iniciais e alcancem os benefícios a médio e longo prazo. Na ausência desses recursos, muitos tendem a hesitar em adotar as mudanças necessárias, optando por modelos de produção mais convencionais e menos arriscados no curto prazo, ainda que esses se revelem menos sustentáveis ao longo do tempo, como os monocultivos.

Essa realidade evidencia a importância de compreender as percepções e práticas dos produtores rurais para que as estratégias de manejo e planejamento territorial sejam eficazes e aderentes às condições locais.

Este estudo contribui para o planejamento integrado da paisagem em escala da bacia hidrográfica maior ao aprofundar a compreensão das mudanças no uso do solo e das percepções dos produtores rurais sobre os serviços ecossistêmicos. Ao identificar como essas transformações são vistas por quem vive e trabalha na região, o trabalho esclarece as necessidades locais e os desafios enfrentados para conciliar produção e conservação. Além disso, ao revelar que a intensificação do uso do solo traz consequências diretas para a provisão e a demanda por serviços ecossistêmicos — como regulação hídrica, conservação do solo e biodiversidade — o estudo destaca a importância de políticas e práticas de manejo que promovam o equilíbrio entre produtividade e sustentabilidade ambiental. Entender as percepções dos proprietários rurais permite também ajustar estratégias de gestão e políticas públicas para que sejam mais efetivas e contextualizadas.

Dessa forma, o trabalho oferece subsídios valiosos para o ordenamento territorial, respeitando as especificidades das diferentes sub-bacias e contribuindo para a conservação dos serviços ecossistêmicos essenciais ao desenvolvimento sustentável em escala mais ampla.

Diante desse cenário, diversas questões multidisciplinares emergem como essenciais para aprofundar a compreensão e apoiar futuras ações no Vale do Paraíba:

- Como as dinâmicas ecológicas de fragmentação e conectividade florestal se relacionam com as práticas sociais e econômicas dos agricultores familiares na região?
- De que maneira a governança ambiental local, incluindo políticas públicas e arranjos comunitários, pode mediar os impactos das transformações na paisagem sobre a provisão dos serviços ecossistêmicos?
- Como os saberes tradicionais e o conhecimento científico podem ser integrados para fortalecer a resiliência socioecológica e o manejo sustentável dos recursos naturais em diferentes sub-bacias?
- Quais os efeitos econômicos e sociais das mudanças nos serviços ecossistêmicos para as comunidades rurais, e como essas mudanças influenciam decisões de uso da terra e conservação?
- De que forma as mudanças climáticas interagem com as dinâmicas socioambientais locais para moldar os futuros cenários de sustentabilidade no Vale do Paraíba?
- Como as áreas abandonadas e em processo de regeneração natural podem contribuir para a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, especialmente na regulação hídrica e na redução de eventos extremos, dentro das dinâmicas socioecológicas das sub-bacias do Vale do Paraíba?

Essas perguntas apontam para a necessidade de abordagens integradas que contemplem não apenas os aspectos ecológicos, mas também os sociais, econômicos e culturais, buscando soluções que promovam a justiça ambiental e o fortalecimento das comunidades locais.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. A Serra do Mar e a Mata Atlântica em São Paulo. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 4, p. 61–69, 1950.
- AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ADAMS, C. *et al.* Impacts of large-scale forest restoration on socioeconomic status and local livelihoods: what we know and do not know. **Biotrópica**, v. 48, n. 6, p. 731–744, 2016.
- ADGER, W. N., *et al.* Social-ecological resilience to coastal disasters. **Science**, v. 309, n. 5737, p. 1036-1039, 2005.
- AGRAWAL, A. Studying the commons, governing common-pool resource outcomes: some concluding thoughts. **Environmental Science & Policy**, n. 36, p. 86-91, 2014.
- ALBERT, C., *et al.* The role of ecosystem service knowledge in ecosystem management: from biophysical to bio-cultural perspectives. **Ecological Economics**, n. 140, 224-231, 2017.
- ALTIERI, M.A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002.
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Urban Agroecology: designing biodiverse, productive and resilient city farms. **AgroSur**, 46, 49–60, 2018. doi: 10.4206/agrosur.2018.v46n2-07
- ALTIERI, M. A. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 93, n. 1–3, p. 1–24, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00304-1](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00304-1).
- ANA. Agência Nacional de águas e Saneamento Básico. 2023. **Gestão Integrada dos Recursos Hídricos**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br> Acesso em: 2 out. 2023.
- ANA. Agência Nacional de águas e Saneamento Básico. 2022. **Ottocodificação das bacias hidrográficas**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br>. Acesso em: 2 out. 2023.
- ARAUJO, L. F. de., *et al.* Análise da cobertura de abastecimento e da qualidade da água distribuída em diferentes regiões do Brasil no ano de 2019. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 27, n. 7, p. 2935–2947, 2022.
- ARMITAGE, D. R. *et al.* Adaptive co-management for social–ecological complexity. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 7, n. 2, p. 95–102, 2009.
- AXELROD, R. **The complexity of cooperation: agent-based models of competition and collaboration**. Princeton: Princeton University Press, 1997.
- BALDOCK, K. C. R. *et al.* A systems approach reveals urban pollinator hotspots and conservation opportunities. **Nature Ecology & Evolution**, v. 3, p. 363-373, 2019. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41559-018-0769-y>. Acesso em: 20 abr. 2024.

BARBOUR, K. E. *et al.* Falls and fall injuries among adults with arthritis: United States, 2012. **MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report**, v. 63, n. 17, p. 379-383, 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24785984/>. Acesso em: 31 mar. 2024.

BARLOW, D. H. *et al.* Neuroticism and disorders of emotion: a new synthesis. **Psychological Science**, v. 32, n. 3, p. 319-329, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/354084286_Neuroticism_and_Disorders_of_Emotion_A_New_Synthesis. Acesso em: 26 fev. 2024.

BARLOW, J., *et al.* Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity loss from deforestation. **Nature**, v. 535, n. 7610, p. 144-147, 2016. <https://doi.org/10.1038/nature18326>.

BECKER, B. **Gestão ambiental e conservação de recursos naturais**. São Paulo: Atlas, 2003.

BELLARD, C. *et al.* Impacts of climate change on the future of biodiversity. **Ecology Letters**, v. 15, n. 4, p. 365–377, 2012.

BENNETT, E. M., *et al.* Toward a sustainable ecosystem services paradigm: a conceptual framework and interdisciplinary review. **Ecology and Society**, v. 14, n. 4, p. 53, 2009.

BERBÉS-BLÁZQUEZ, M. A social-ecological approach to ecosystem services valuation: Some methodological challenges. **Ecological Economics**, v. 77, p. 1–10, 2012.

BERKES, F.; FOLKE, C. (eds.). **Linking sociological and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience**. New York: Cambridge University Press, 1998.

BERKES, F.; COLDING, J.; FOLKE, C. Introduction. *In*: BERKES, F.; COLDING, J.; FOLKE, C. (orgs.). **Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. p. 1-30.

BERKES, F. Rethinking community-based conservation. **Conservation Biology**, v. 18, n. 3, p. 621–630, 2004.

BERKES, F.; TURNER, N. J. Knowledge, learning and the evolution of conservation practice for social-ecological system resilience. **Human ecology: an interdisciplinary journal**, v. 34, n. 4, p. 479–494, 2006.

BERKES, F.; ARMITAGE, D. Gestão adaptativa e co-gestão: princípios e práticas. **Revista Brasileira de Política Internacional**, v. 52, n. 1, p. 1-22, 2009.

BERNARD, H. R. **Research methods in anthropology: qualitative and quantitative approaches**. 4th. ed. Lanham: AltaMira Press, 2006.

BERTÃO FILHO, I. **Preço de insumos e clima extremo tiram o sono de produtores, diz estudo global da McKinsey**. Disponível em: https://agfeed.com.br/economia/preco-de-insumos-e-clima-extremo-tiram-o-sono-de-produtores-diz-estudo-global-da-mckinsey/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 6 set. 2024.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Cadernos de Ciências da Terra**, São Paulo, n. 13, p. 1–27, 1971.

BIGGS, R., *et al.*, **Principle for building resilience**: sustaining ecosystem services in social-ecological systems. Cambridge: Cambridge University Press, 2015.

BILSBORROW, R. E. Migration, population change, and the rural environment. **Environmental Change and Security Project Report**, v. 8, p. 69–94, 2002.

BINDER, C. R., *et al.* Comparison of frameworks for analyzing social-ecological systems. **Ecology & Society**, v. 18, n. 4, 2013. doi:10.5751/ES-05551-180426.

BISWAS, S.K., BHASIN, A.L.; RAM, J. Classification of Indian sedimentary basins in the framework of plate tectonics. *In*: SEMINAR IN PETROLIFEROUS BASINS OF INDIA, 2., 1993. **Proceedings ... Índia**, 1993. p 1-46.

BRANCALION, P. H. S. *et al.* Cultural ecosystem services and popular perceptions of the benefits of an ecological restoration project in the Brazilian Atlantic Forest. **Restoration Ecology**, v. 22, n. 1, p. 65–71, 2014.

BRANDÃO, C. R. Tempos e espaços nos mundos rurais do Brasil. **Ruris: Revista do Centro de Estudos Rurais**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 37–64, 2007.

BRANNSTROM, C. *et al.* Land change in the Brazilian savanna (Cerrado), 1986–2002: comparative analysis and implications for land-use policy. **Land Use Policy**, v. 25, p. 579–595, 2008.

BRONDÍZIO, E. S.; OSTROM, E.; YOUNG, O. R. Connectivity and the governance of multilevel social-ecological systems: the role of social capital. **Annual Review of Environment and Resources**, Palo Alto, v. 34, p. 253-278, 2009.

BRONDÍZIO, E. S. *et al.* (eds.). **Global assessment report on biodiversity and ecosystems services**. Bonn: IPBES, 2019. Disponível em: <https://www.ipbes.net/global-assessment>. Acesso em: 9 out. 2023.

BROWN, G.; FAGERHOLM, N. Empirical PPGIS/PGIS mapping of ecosystem services: a review and evaluation. **Ecosystem Services**, v. 13, p. 119–133, 2015.

CARPENTER, S. R., *et al.* Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 106, n. 5, p. 1305–1312, 2009.

CARVALHO, F. A., *et al.* Impactos da cobertura vegetal na provisão de serviços ecossistêmicos em bacias hidrográficas do Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, e0150176, 2016.

CASH, D. W., *et al.* Scale and cross-scale dynamics: governance and information in a multilevel world. **Ecology and Society**, v. 11, n. 2, p. 8, 2006. Disponível em: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art8/>. Acesso em: 28 ago. 2024.

CHAMBERS, R.; CONWAY, C. Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century. **IDS Discussion Paper**, Brighton, n. 296, 1992.

CHAN, K. M. A., *et al.* Where are cultural and social in ecosystem services? A framework for constructive engagement. **BioScience**, v. 62, n. 8, p. 744-756, 2012.

CHAPIN, F. S. Managing ecosystems sustainably: the key role of resilience. *In: Principles of ecosystem stewardship: resilience-based natural resource management in a changing world.* New York: Springer Science, 2009. p. 29-54.

CHARMAZ, K. **Constructing grounded theory.** Sage Publications, 2014.

CHAZDON, R. L. **Second growth: the promise of tropical forest regeneration in an age of deforestation.** Chicago: University of Chicago Press, 2014.

CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B. A. **Physical geography: a systems approach.** Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial.** São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. **Research methods in education.** 7th. ed. London: Routledge, 2013.

CORREIA, A. M. A agricultura familiar versus a agricultura de subsistência no âmbito da segurança alimentar no espaço dos países da cplp. *In: LIMA, S. C. et al. (org.). Segurança alimentar e nutricional na comunidade dos países de língua portuguesa: desafios e perspectivas.* Rio de Janeiro: Fundação FioCruz, 2013. p. 119-133. Disponível em: www.rets.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/arquivos/biblioteca/. Acesso em: 21 jul. 2024

COSTA, A. S. da., *et al.* Impacto das mudanças climáticas e de uso e cobertura da terra na perda de solo de pequenas bacias hidrográficas da Amazônia e do Cerrado. 2023. Disponível em: **Rev. Gest. Água Am. Lat.**, Porto Alegre, v. 21, e19, 2024 | <https://dx.doi.org/10.21168/reg.v21e19>. Acesso em: 3 dez. 2024.

COSTA, J. S. da *et al.* Estado de conservação e qualidade da água em uma bacia hidrográfica periurbana na Amazônia Central. **Scientia plena**, v. 17, n. 9, 2021.

COSTANZA, R. *et al.* Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 26, p. 152–158, 2014.

COSTANZA, R. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253–260, 1997.

COUZEMENCO, F. Plantações de eucalipto podem amplificar problemas das mudanças climáticas. **Século Diário.** Disponível em: https://www.seculodiario.com.br/meio-ambiente/plantacoes-de-eucalipto-podem-amplificar-problemas-das-mudancas-climaticas/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 10 fev. 2023

COWLING, R. M. *et al.* An operational model for mainstreaming ecosystem services for implementation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, n. 28, p. 9483-9488, 2008.

CRESWELL, J. W. **Research design**: qualitative, quantitative, and mixed methods approach. 4th ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2014.

CRESWELL, J. W.; CLARK, V. L. P. **Designing and conducting mixed methods research**. Thousand Oaks: Sage Publications, 2017.

CRESWELL, J. W.; POTTH, C. N. **Qualitative inquiry and research design**: choosing among five approaches. Thousand Oaks: Sage Publications, 2018.

CRUTZEN, P. J. Geology of mankind. **Nature**, v. 415, p. 23, 2002. <https://doi.org/10.1038/415023a>.

CUNHA, C. R. de P. da. **Dinâmicas de uso e cobertura de terra nas APPs entre diferentes tipologias de propriedades na bacia do rio Paraitinga: 1985 – 2020**. São José dos Campos, SP, 2023. 93 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) - Universidade do Vale do Paraíba, Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, São José dos Campos, 2023 Disponível em: <http://biblioteca.univap.br//dados//00006d/00006d0d.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2024.

DAILY, G. C. (ed.). **Nature's services**: societal dependence on natural ecosystems. New York: Island Press. 1997.

DANDOIS, J. P.; ELLIS, E. C. Remote sensing of vegetation structure in an ungrazed grassland experiencing woody plant encroachment. **Remote Sensing of Environment**, v. 114, n. 8, p. 1833-1843, 2010.

DARNHOFER, I.; BELLON, S.; DEDIEU, B. Adaptiveness to enhance the sustainability of farming systems. a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 30, n. 3, p. 545-555, 2010. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1051/agro/2009053>. Acesso em: 16 jan. 2024.

DEAN, W. **A ferro e fogo**: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

DEFRIES, R.S.; FOLEY, J. A.; ASNER, G. P. Land-use choices: balancing human needs and ecosystem function. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 2, n. 5, p. 249-257, 2004.

DEVIDE, A. C. P. **História ambiental do Vale do Paraíba**. Seropédica: UFFRJ, 2013. Disponível em: <https://orprints.org/24815/>. Acesso em: 23 ago. 2024.

DIAS-FILHO, M.B. **Degradação de pastagens**: processos, causas e estratégias de recuperação. 4. ed. Belém: MBDF, 2011.

DÍAZ, S. *et al.* Assessing nature's contributions to people. **Science (New York)**, v. 359, n. 6373, p. 270–272, 2018.

DÍAZ, S. *et al.* The IPBES conceptual framework: connecting nature and people. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 14, p. 1–16, 2015.

DIEGUES, A. C. **O mito moderno da natureza intocada**. 3. ed. São Paulo: Hucitec, 1998.

ESRI. **ArcGis 10.4**. 2016. Disponível em: <https://www.esri.com/en-us/home>. Acesso em: 10 set. 2022.

FAGERHOLM, N. *et al.* Community stakeholders knowledge in landscape assessments: mapping indicators for landscape services. **Ecological Indicators**, v. 18, p. 421–433, 2012.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 34, p. 487–515, 2003.

FALKENMARK, M.; ROCKSTRÖM, J. The new blue and green water paradigm: breaking new ground for water resources planning and management. **Journal of water resources planning and management**, v. 132, n. 3, p. 129–132, 2006.

FARLEY, J. Ecosystem services: the economics debate. **Ecosystem Services**, v. 1, n. 1, p. 40–49, 2012.

FERRAZ, R. P. D. *et al.* **Marco referencial em serviços ecossistêmicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2019.

FISCHER, J.; LINDENMAYER, D. B.; MANNING, A. D. Biodiversity, ecosystem function, and resilience: Ten guiding principles for commodity production landscapes. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 4, n. 2, p. 80–86, 2006. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2006\)004\[0080:BEFART\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2006)004[0080:BEFART]2.0.CO;2). Acesso em: 23 abr. 2024.

FOLEY, J. A. *et al.* Global consequences of land use. **Science**, v. 309, n. 5734, 2005.

FOLKE, C. *et al.* Reconnecting to the biosphere. **Ambio**, v. 40, n. 7, 2011.

FOLKE, C., *et al.* Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 35, p. 557–581, 2004.

FOLKE, C., *et al.* Resilience and sustainable development: building adaptive capacity in a world of transformations. **Ambio**, v. 31, n. 5, p. 437–440, 2002.

FOLKE, C. R. *et al.* Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. **Ecology and Society**, v. 21, n. 3, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08748-210341>. Acesso em: 23 fev. 2024.

FREITAS JUNIOR, G.; SOLERA, D. A. G. Biogeografia do eucalipto no Vale do Paraíba paulista. **Revista Geográfica de América Central**, Costa Rica, v. 2, n. 47E, 2011.

FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Disponível em: www.fbds.org.br. Acesso em: 13 set. 2024.

FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **APPs hídricas**. 2022. Disponível em: http://www.fbds.org.br/mot.php?id_mot=5&id_rubrique=13. Acesso em: 10 set. 2024.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology: the ecology of sustainable food systems**. 3rd. ed. New York: CRC Press, 2014.

GOMIDES, S. R. **Corredores ecológicos: uma estratégia integradora na gestão de paisagens fragmentadas**. Florianópolis: UFSC, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/187610>.

GOODCHILD, M. F.; ANSELIN, L.; DEICHMANN, U. A framework for the areal interpolation of socioeconomic data. **Environment & planning A**, v. 25, n. 3, p. 383–397, 1993.

GUNDERSON, L. H. Ecological resilience: in theory and application. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 31, n. 1, p. 425-439, 2000.

GÜNTHER, H. **Como elaborar um questionário**. Brasília, DF.: UnB, Laboratório de Psicologia Ambiental, 2003. (Série: Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais, 1).

HODGSON, C. L.; CAPELL, E.; TIPPING, C. J. Early mobilization of patients in Intensive Care: Organization, communication and safety factors that influence translation into clinical practice. **Critical Care (London)**, v. 22, n. 1, p. 77, 2018.

HOLLING, C. S. Resilience and stability of ecological systems. *In*: BURNSIDE, W. R. *et al.* **Foundations of Socio-Environmental Research**. Cambridge: Cambridge University Press, 1973. cap. 32, p. 460-482.

HOLLING, C. S. Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. **Ecosystems (New York)**, v. 4, n. 5, p. 390–405, 2001.

HOUGHTON, R. A.; HALL, F.; GOETZ, S. J. Importance of biomass in the global carbon cycle. **Journal of geophysical research**, v. 114, n. G2, 2009.

HUETING R. *et al.* The concept of environmental function and its valuation. **Ecological Economics**, v. 25, n. 1, p. 31–35, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>. Acesso em: 9 ago. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas populacionais**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/> Acesso em: 4 set. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Divisão territorial brasileira**. 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisao-regional/23701-divisao-territorial-brasileira.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 10 nov. 2022.

IPBES. Summary for policymakers of the IPBES regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for the Americas: retrieved from intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services. 2018. Disponível em: <https://www.ipbes.net/assessment-reports/americas>. Acesso em 28 jan. 2023.

JACKSON, R. B., *et al.* Trading water for carbon with biological carbon sequestration. **Science**, v. 310, p. 1944–1947, 2005.

JACOBI, P. R. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 118, p. 189–205, 2003.

KLEIN, R. J., *et al.* Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity. *In: Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability*. Cambridge University Press, 2003. p. 2001-2046.

KUHLMAN, T.; FARRINGTON, J. What is Sustainability? **Sustainability**, v. 2, n. 11, p. 3436-3448, 2010. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/2/11/3436>. Acesso em: 25 jun. 2024.

LAMBIN, E. F.; MEYFROIDT, P. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 9, p. 3465–3472, 2011. <https://doi.org/10.1073/pnas.1100480108>.

LAMBIN, E. F., *et al.* The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. **Global Environmental Change**, v. 11, p. 261-269, 2001.

LAMBIN, E. F., *et al.* Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 28, p. 205-241, 2003. Disponível em: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2466549>. Acesso em: 27 jan. 2024.

LANDIS, D. A. Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services. **Basic and Applied Ecology**, v. 18, p. 1–12, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2016.07.005>

LEACH, M., MEARNS, R., SCOONES, I. Environmental entitlements: dynamics and institutions in community-based natural resource management. **World Development**, v. 27, n. 2, p. 225-247, 1999.

LEBRON, I.; SUAREZ, D. L.; YOSHIDA, T. Gypsum effect on the aggregate size and geometry of three sodic soils under reclamation. **Soil Science Society of America Journal**, v. 66, p. 92-98, 2002.

LIMA, A. C.; COSTA, J. T. Efeitos das mudanças de uso da terra na disponibilidade hídrica em ecossistemas rurais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 26, n. 3, p. 255-269, 2021.

LIMA, R. P.; SILVA, L. A. da. Bacia hidrográfica como escala de planejamento e governança comunitária: O caso do córrego Tiburtino em São Paulo. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 20, n. 5, 2024, 2024.

LINDNER, E.A *et al.* Sensoriamento remoto aplicado à caracterização morfológica e classificação do uso do solo na Bacia do Rio do Peixe/SC. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 13, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2007

LIU, J. *et al.* Coupled human and natural systems. **Ambio**, v. 36, n. 8, p. 639–649, 2007.

LONGLEY, Paul A. *et al.* **Geographic information science and systems**. New York: John Wiley & Sons, 2015.

MAGILLIGAN, F. J., *et al.* River restoration by dam removal: enhancing connectivity at watershed scales. **Elementa: Science of the Anthropocene**, v. 4, n. 1, 2016.

MAPBIOMAS. **Coleções de dados MapBiomas**. 2022. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 25 set. 2024.

MARENGO, J., ALVES, L. M. Crise hídrica em São Paulo em 2014: seca e desmatamento. **GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)**, v. 19, n. 3, p. 485-494, 2015.

MARQUES, W. R., *et al.* **Água e sustentabilidade dos ecossistemas naturais: consequências de ocupações irregulares no Rio Paciência**. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/355280875_Agua_e_sustentabilidade_dos_ecossistemas_naturais_consequencias_de_ocupacoes_irregulares_no_Rio_Paciencia. Acesso em: 23 abr. 2024.

MARTÍNEZ-ALIER, J. *et al.* Sustainable de-growth: mapping the context, criticisms and future prospects of an emergent paradigm. **Ecological Economics**, v. 69, n. 9, p. 1741–1747, 2010.

MARTINS, R.R.; TAVARES FILHO, J.; FERREIRA, V.M. Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 913–932, 2010.

MEA, Millennium Ecosystem Assessment (Program). **Ecosystems and human well-being: synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005.

MEDEIROS, R. M.; LIMA, V. O. B.; NUNES, S. M. V. Estimativa de consumo hídrico do eucalipto através de imagens de sensoriamento remoto. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, 2022.

MENDES FILHO *et al.* Water availability of the Cantareira system: behavior analysis study using system dynamics. *In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE DINÂMICA DE SISTEMAS*, 14, 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2016. v. 1. p. 40-50.

MENZEL, S.; TENG, J. The role of community involvement in environmental decision making: a case study in the implementation of conservation policies. **Environmental Science & Policy**, v. 12, n. 3, p. 301-312, 2009.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotrópica**. Campinas, v. 1, n. 1, 2024.

MILLER, L. C. *et al.* Carbon accumulation and storage across contrasting saltmarshes of Scotland. **Estuarine, coastal and shelf science**, v. 282, n. 108223, 2023.

MITSCH, W. J.; JØRGENSEN, S. E. Ecological engineering: a field whose time has come. **Ecological Engineering**, v. 20, n. 5, p. 363–377, 2003. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2003.05.001>.

MONTEIRO, C. A. de F. **Geossistemas**: a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2001.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 6. ed. Lisboa: Instituto Piaget, 2005.

MORAN, E.; OSTROM, E. **Ecosistemas florestais**: interação homem–ambiente. São Paulo: Senac São Paulo, EdUSP, 2009.

MOSCOVICI, S. A. On social representations. *In*: FORGAS, J. P.(org.). **Social cognition**: perspectives on everyday understanding. London: Academic Press, 1981. p. 189-201.

MÜCHER, C. A. *et al.* Modelling the spatial distribution of Natura 2000 habitats across Europe. **Landscape and urban planning**, v. 92, n. 2, p. 148–159, 2009.

MURADIAN, R. *et al.* Reconciling theory and practice: an alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. **Ecological Economics**, v. 69, p. 1202-1208, 2010.

NASCIMENTO, J. S. M. do. *et al.* Mudanças no uso da terra na Amazônia Ocidental e a resposta do microclima à ocorrência de eventos extremos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. 1, p. 135–145, 2020.

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. **Landscape ecology**: theory and application. New York: Springer-Verlag, 1994.

NEILL, C. *et al.* Deforestation, land use, and water quality in the Amazon: the Rio Tapajós watershed. **Ecological Applications**, v. 16, n. 4, p. 1147–1160, 2006.

NEPSTAD, D. *et al.* Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. **Science (New York)**, v. 344, n. 6188, p. 1118–1123, 2014.

OKAMOTO, J. **Percepção ambiental e comportamento**. São Paulo: Editora Mackenzie, 2002.

OLANDER, L. *et al.* So you want your research to be relevant? building the bridge between ecosystem services research and practice. **Ecosystem services**, v. 26, p. 170–182, 2017.

OLIVEIRA, A. L.; MELO, A. A. de. Volume de calcário para recuperação de pastagens degradadas em bacias hidrográficas do MATOPIBA. 2024. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1169761/1/Volume-de-calcario-para-recuperacao-de-pastagens-2024.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2024.

OSTROM, E. Background on the institutional analysis and development framework. **Policy Studies Journal**, v. 39, n. 1, 7-27, 2011. Disponível em: https://gpde.direito.ufmg.br/wp-content/uploads/2019/03/Ostrom-2011-Policy_Studies_Journal.pdf. Acesso em: 10 jan. 2021.

OSTROM, E. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. **Science**, v. 325, n. 5939, p. 419-422, 2009.

OSTROM, E. Institutional rational choice: an assessment of the institutional analysis and development framework. *In*: SABATIER, P. A. (org.). **Theories of the policy process**. 2 ed. Boulder: Westview Press, 2007. p. 21-64.

OSTROM, E. **Understanding institutional diversity**. Princeton: Princeton University Press, 2005.

OSTROM, E. **Neither market nor the state**: governance of common pool resources in the twenty first century. Washington, DC: International Food Policy Research Institute, 1994.

OSTROM, E. *et al.* **Rules, games and common-pool resources**. Ann Arbor: Michigan University Press, 1997.

OSTROM, E. **Governing the commons**: the evolution of institutions for collective action: New York: Cambridge University Press, 1990.

PÁDUA, J. A. **Um sopro de destruição**: pensamento político e crítica ambiental no Brasil escravista (1786-1888). São Paulo: Senac, 2010.

PÁDUA, J. A. **Um sopro de destruição**: pensamento político e crítica ambiental no Brasil escravista 1786-1888. Rio de Janeiro: Jorge Zaar, 2002.

PAGIOLA, S.; ARCENAS, A.; PLATAIS, G. Payments for environmental services: theory and experience. **Ecological Economics**, v. 65. n. 4, p. 712–724, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.11.002>.

PAHL-WOSTL, C. A conceptual framework for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. **Global Environmental Change**, v. 19, n. 3, p. 354–365, 2009.

PALHARES, J. C. P.; GEBLER, L. (eds.). Serviços ecossistêmicos e ambientais na agropecuária. *In*: **Gestão ambiental na agropecuária**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. v. 2, cap. 11, p. 413-456.

PALOMO, I. *et al.* Mapping the cultural services of ecosystems: a framework for analysis and policy development. **Environmental Science & Policy**, v. 28, p. 1-14, 2013.

PASCUAL, U. *et al.* Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 26-27, p. 7-16, 2017.

PEREIRA, D. S.; LIMA, A. P. Serviços ecossistêmicos e saúde humana: conexões fundamentais para o desenvolvimento sustentável. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 40, n. 4, 789-803, 2024.

PERES, C. A. *et al.* Impacts of intensive agricultural land use on the biodiversity and ecosystem services of tropical rainforests. **Science Advances**, v. 5, n. 5, 2019. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aau4978>.

PERFECTO, I.; VANDERMEER, J.; WRIGHT, A. **Nature's matrix**: linking agriculture, conservation and food sovereignty. London: Earthscan, 2009.

PERRING, M. P.; STANDISH, R. J.; HOBBS, R. J. Incorporating novelty and novel ecosystems into restoration planning and practice in the 21st century. **Ecological Processes**, v. 7, n. 3, p. 1-9, 2018.

PLATAFORMA BRASILEIRA DE BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS - BPBES 2018. **Serviços Ecosistêmicos**. Disponível em: <https://www.bpbes.net.br/>. Acesso em: 23 mar. 2024.

RAJÃO, R.; SOARES-FILHO, B.; NUNES, F. Policies Undermining Brazil's Amazon Forest Code. **Science**, v. 344, n. 6182, p. 363-364, 2012.

RAYMOND, C. M. *et al.* Comparing instrumental and deliberative paradigms underpinning the assessment of social values for cultural ecosystem services. **Ecological Economics**, v. 107, p. 145–156, 2014.

REDMAN, C. L. **Human impact on ancient environments**: Tucson: University of Arizona Press, 1999.

REED, M. S. *et al.* A theory of participation: what makes stakeholder and public engagement in environmental management work. **Restorative Ecology**, v. 26, n. 1, p. 7-17, 2018. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/rec.12541>. Acesso em: 5 jun. 2024.

RIBEIRO, M. de L. B.; ANDRADE, L. P. Desafios da cadeia da restauração florestal no Vale do Paraíba Paulista. **Sociedade & Natureza**, v. 30, n. 3, p. 257–277, 2018. <https://doi.org/10.1590/1982-451320180303>

RODRÍGUEZ, J. P. *et al.* Trade-offs across space, time, and ecosystem services. **Ecology and Society**, v. 11, n. 1, art. 28, 2006. Disponível em: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art28/>. Acesso em: 10 jan. 2024.

ROKEACH, M. **The nature of human values**. New York: Free Press, 1973.

SANTOS, J. *et al.* The efficiency of sieve-panels for bycatch separation in *Nephrops* trawls. **Fisheries management and ecology**, v. 25, n. 6, p. 464–473, 2018.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Hucitec, 1996.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 13.798, de 9 de novembro de 2009. Institui Política Estadual de Mudanças Climáticas — PEMC. São Paulo. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei-13798-09.11.2009.html>. Acesso em: 25 jun. 2023.

SCHRÖTER, M., *et al.* Ecosystem services as a contested concept: a synthesis of critique and counter-arguments. **Conservation Letters**, v. 7, n. 6, p. 514-523, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/conl.12091>.

SEPPELT, R., *et al.* A quantitative review of ecosystem service studies: Approaches, shortcomings and the road ahead. **Journal of Applied Ecology**, v.48, p. 630–636, 2011. doi:10.1111/j.1365-2664.2010.01952.x.

SETO, K. C., GÜNERALP, B., & HUTYRA, L. R. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n 40, p. 16083–16088, 2012. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109>.

SILVA, R. B. *et al.* Forest and pasture changes in tropical landscapes: Drivers, patterns, and implications for ecosystem services. **Land Use Policy**, v. 91, n. 104375, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104375>.

SILVA, R. F. B. *et al.* Land Changes Fostering Atlantic Forest Transition in Brazil: Evidence from the Paraíba Valley. **Professional Geographer**, v. 69, n. 1, p. 80–93, 2017.

SILVA, R. F.B.; BATISTELLA, M.; MORAN, E. F. Drivers of land change: Human-environment interactions and the Atlantic forest transition in the Paraíba Valley, Brazil. **Land Use Policy**, v. 58, p. 133–144, 2016.

SILVEIRA, F. A. *et al.* Erosão hídrica, infiltração de água no solo e estoque de carbono em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob diferentes manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 46, e020004z, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/hjfcQGhL7xTsnx5Mgx8GzQm/>. Acesso em: 16 jul. 2024

SIMÕES, E. A. Q.; TIEDEMANN, K. B. **Psicologia da percepção**. São Paulo: EPU, 1985.

SISTEMA NACIONAL DE CADASTRO AMBIENTAL RURAL. Versão 1.0. Disponível em: <https://www.car.gov.br/publico/imoveis/index>. Acesso em: 25 set. 2024.

SOINI, K.; BIRKELAND, I. Exploring the scientific discourse on cultural sustainability. **Geoforum**, v. 51, 213–223, 2014.

SOLOMON, C. (ed.). *et al.* **Contribution of working group I to the fourth assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, 2007. New York: Cambridge University Press, 2007.

SOUZA JUNIOR, C. M., *et al.* Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with Landsat archive and earth engine. **Remote sensing**, v. 12, n. 17, p. 2735, 2020.

SPAROVEK, G.; *et al.* Integrated assessment of environmental policies: a case study in Brazil. **Ecological Economics**, v. 40, n. 2, p. 155–172, 2002.

SPINK, M. J. P. O conceito de representação social na abordagem psicossocial. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 9, n. 3, p. 300–308, 1993.

STAKE, Robert E. **The art of case study research**. Thousand Oaks: Sage Publications, 1995.

STEFFEN, W. *et al.* The anthropocene: from global change to planetary stewardship. **Ambio**, v. 40, n. 7, p. 739-61, 2011.. doi: 10.1007/s13280-011-0185-x.

STICKLER, C. M. *et al.* Dependence of hydropower energy generation on forests in the Amazon Basin at local and regional scales. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, n. 23, p. 9601–9606. 2013.

STRASSBURG, B. B. N., *et al.* A global strategy for road building. **Science**, v. 359, n. 6374, p. 1355–1357, 2018.

SUDING, K. *et al.* Committing to ecological restoration. **Science (New York)**, v. 348, n. 6235, p. 638–640, 2015.

SUTHERLAND, W. J. *et al.* Methods for assessing the effectiveness of conservation interventions. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 5, n. 1, p. 1–13, 2014.

SWEENEY, B. W. *et al.* How effective are non-buffered conservation easements at reducing development? **Conservation Biology**, v. 18, n. 4, p. 1041-1050, 2004.

TEAGUE, R. *et al.* Multi-paddock grazing on rangelands: why the perceptual dichotomy between research results and rancher experience? **Journal of Environmental Management**, v. 128, p. 699–717, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.05.064>.

TEEB. **A economia dos ecossistemas e da biodiversidade**: integrando a economia da natureza. Brasília, DF: MMA, 2010.

TILMAN, D. *et al.* Forecasting agriculturally driven global environmental change. **Science**, v. 292, n. 5515, p. 281-284, 2001. <https://doi.org/10.1126/science.1057544>.

TOLEDO, V. M.; BARRERA-BASSOLS, N. **La memoria biocultural**: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Barcelona: Icaria Editorial, 2008.

TOMAS, W. M. *et al.* Challenges in the conservation and management of legal reserve areas in Brazilian grassland and savanna ecosystems in the face of global climate change. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 59, p. e03491, 2001.

TROLL, C. Luftbildplan und ökologische Bodenforschung. **Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin**, v. 7–8, p. 241–298, 1939.

TUAN, Yi-Fu. **Topofilia**: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. São Paulo: Difel, 2012.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Recursos hídricos no século XXI**. São Carlos: Oficina de Textos, 2011.

TURNER, B. L.; KIM, H.; ANDERSEN, E. Challenges for resilience assessments in human–environment systems. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 117, n. 18, 10167–10175, 2020. <https://doi.org/10.1073/pnas.1920539117>

TURNER, B. L. *et al.* **The earth as transformed by human action: global and regional changes in the biosphere over the past 300 years.** Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

TURNER, W. R. *et al.* Free and open-access satellite data are key to biodiversity conservation. **Biological Conservation**, v. 182, p. 173-176, 2015.

TURNER, W.R. *et al.* Global conservation of biodiversity and ecosystem services. **Bioscience**, v. 57, n. 10, p. 868-873, 2007.

URIARTE, M. *et al.* J. A. Influence of land use on water quality in a tropical landscape: a multi-scale analysis. **Landscape Ecology**, v. 26, n. 8, p. 1151–1164, 2011. <https://doi.org/10.1007/s10980-011-9642-y>.

VIEIRA, P. F.; BERKES, F.; SEIXAS, C. S. Abordagens e técnicas de pesquisa participativa em gestão de recursos naturais. *In: Gestão integrada e participativa de recursos naturais: conceitos, métodos e experiências.* Florianópolis: Secco, 2005. p. 73-85.

VIEIRA FILHO, J. C. R. **Expansão da fronteira agrícola no Brasil: desafios e perspectivas.** Rio de Janeiro: IPEA, 2016. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6909/1/td_2223.PDF?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 18 ago. 2024

VILLAR, L. M. *et al.* A percepção ambiental entre os habitantes da região noroeste do Estado do Rio de Janeiro. **Escola Anna Nery Revista de Enfermagem**, v. 12, n. 3, p. 537-543, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ean/v12n2/v12n2a13.pdf>. Acesso em: 6 maio 2023.

VÖRÖSMARTY, C. *et al.* Global threats to human water security and river biodiversity. **Nature**, v. 467, p. 555–561, 2010. <https://doi.org/10.1038/nature09440>

WALKER, B. *et al.* Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. **Ecology and Society**, v. 9, n. 2, 2006.

WWF Brasil. **Relatório Anual 2021.** Disponível em: <https://www.wwf.org.br>. Acesso em: 28 set. 2024.

YIN, Robert K. **Case study research: design and methods.** 3. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2001.

YOUNG, O. *et al.* The globalization of socio-ecological systems: an agenda for scientific research. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 304-316, 2006.

ZHANG, Y. *et al.* Adsorção de fósforo em óxidos de ferro e alumínio em solos ácidos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 43, p. e0180173, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a//?lang=pt>. Acesso em: 1 mar. 2024.

ANEXO A. TCLE
TCLE 74159423.2.0000.5503

O (A) Sr. (ª) está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa que tem como tema/título “**MUDANÇAS DE USO E COBERTURA DA TERRA E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS EM PAISAGENS SOCIOECOLÓGICAS A PARTIR DA PERCEPÇÃO DE PROPRIETÁRIOS RURAIS: ANÁLISE E COMPARATIVA ENTRE SUB-BACIAS**”, de responsabilidade da pesquisadora Oscarina Teodora Prado Santos Silva. Este estudo tem por objetivo compreender a provisão dos Serviços Ecossistêmicos (SE) nas diferentes paisagens a partir da percepção dos atores locais.

Sua participação consistirá incluso no **Grupo Proprietários rurais**, por meio de respostas a um **questionário semiestruturado**. Os benefícios para o participante da pesquisa em primeiro momento é dar voz a suas prioridades e opinião em relação ao tema da pesquisa, a partir daqueles que moram no território de pesquisa. Assim, por meio desta contribuirá para o desenvolvimento de pesquisas que se utilizam da abordagem de sistemas socioecológicos direcionados à restauração da paisagem e ao enfrentamento das questões pertinentes a adaptação e resiliência frente às mudanças climáticas, evidenciando as dificuldades em se adotar práticas mais sustentáveis a partir de quem vivencia cotidianamente os desafios do lugar. Além de contribuir para os ajustes e construção de políticas públicas nesta temática mais eficientes em promover a restauração da paisagem. Solicitamos sua autorização para, durante a realização da pesquisa, em casos exclusivos do entrevistado não conseguir fazer a leitura deste documento TCLE, e do questionário proposto, ser autorizado a gravação da leitura deste pela pesquisadora, assim como a concordância para aplicação deste, sendo que você pode não autorizar este registro e pode, a qualquer momento, retirar a autorização dada. Este áudio será utilizado apenas nesta pesquisa e em nenhum momento permitirá a sua identificação. Caso você não autorize o acesso ao prontuário, você não poderá participar desta pesquisa. (2)

Durante a participação da pesquisa podem ocorrer alguns riscos referentes ao contato com a pesquisadora, que podem apresentar medo e ou receio em não saber responder alguma pergunta, a entrevista será conduzida de forma tranquila, com calma e com plena atenção da pesquisadora no processo, oferecendo pausas caso necessário, apresentado que o participante pode optar por não responder alguma questão que lhe cause desconforto. Os riscos em relação aos materiais de coletas de dados, como material de escrita (folha, canetas, pranchetas e afins.) ofertadas durante o processo de entrevistas, além do cuidado para com este material, durante, e após sua aplicação, armazenando-os em envelopes plastificados, que possam garantir maior segurança para a manutenção dos documentos (TCLE e Questionário) para posterior análise. (4)

Para os participantes, que participarão por meio de entrevista semiestruturada podem ocorrer ansiedade e estresse de rememorar ações, períodos, e tempos mais remotos, ou algumas situações que os eventos extremos que o façam se sentir desconfortável e; ou medo de ser mencionado ou relatado para outrem durante o processo de desenvolvimento do projeto em não saber responder alguma pergunta. Estes ainda podem ainda durante o processo de observação participante se sentir constrangido em falar algum determinado assunto ou ainda se sentir ansioso pela presença da pesquisadora, por exemplo. No objetivo de minimizar tais riscos, os instrumentos de coleta de dados serão aplicados de forma tranquila, com plena atenção da pesquisadora durante o processo, oferecendo pausas caso necessário, colocando que o participante pode optar por não responder alguma questão apresentada na entrevista semiestruturada, que lhe cause desconforto. Para mitigar os constrangimentos na observação participante, sempre será anunciado que o participante poderá a qualquer momento durante a pesquisa o participante pode decidir declinar da participação. Será garantido o sigilo de **Este**

Termo de Consentimento Livre Esclarecido deve ser impresso em duas vias, assinado por todos os pesquisadores, rubricado (em caso de mais de uma página), sendo uma via entregue ao participante da pesquisa e outra arquivada pelo pesquisador.

Sua identidade na pesquisa, gerando um código de identificação por participante no ato de assinatura do TCLE e as informações fornecidas serão utilizadas de forma agrupada, para proteger ainda mais o sigilo e não poderão ser utilizadas para outra finalidade que não seja para o desenvolvimento desta pesquisa científica.

No caso de gastos decorrentes da participação nesta pesquisa você será ressarcido. No caso de algum dano, imediato ou tardio, decorrente desta pesquisa, físico e/ou psicológico você também tem direito de ser indenizado pelo pesquisador desta pesquisa, bem como a ter assistência gratuita, integral e imediata. Sempre que desejar, você poderá entrar em contato para obter informações sobre este projeto de pesquisa, sobre sua participação ou outros assuntos relacionados à pesquisa, com a pesquisadora responsável pelo telefone (12) 98160-9730 ou por e-mail oscarine@gmail.com. Você também pode entrar em contato com o CEP – Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), corresponsável por garantir e zelar pelos direitos do participante da pesquisa, pelo telefone (12) 3947-1111, pelo e-mail cep@univap.br ou pessoalmente na Av. Shishima Hifumi, 2911, Urbanova – Bloco 11 – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento II, sala 13, de segunda a sexta-feira, das 08:00h às 12:00h. (3)

Este termo está elaborado em duas vias, rubricadas em todas as suas páginas e assinadas, ao seu término, pelo participante da pesquisa e pelo pesquisador, sendo uma das vias entregue ao participante.

Eu, _____, fui informado e concordo em participar, voluntariamente, do projeto de pesquisa acima descrito.

São José dos Campos, _____ de _____ de 2024

Nome e assinatura do participante

Nome e assinatura do pesquisador

ANEXO B. QUESTIONARIO

QUESTIONARIO

Data da aplicação e resposta do questionário

____/____/____ (Inserir a data)

Número de identificação do participante (ID)

____ (Inserir o ID do participante 0-100)

A. Perfil Proprietário

1. Número de pessoas que residem na propriedade

____ Pessoas (inserir número)

2. Proprietário reside na propriedade?

Sim Não Esporadicamente Safra e/ ou Férias

3. A atividade da propriedade era a principal fonte de renda familiar quando a família chegou?

Sim Não A maior uma das fontes

4. A atividade da propriedade é a principal fonte de renda familiar atualmente?

Sim Não A maior uma das fontes

Se SIM, continua para 5.

Se NÃO, 4.1:

4.1. Qual é a principal fonte(s) de renda família?

Aposentadoria/Pensão

Emprego

Autônomo

Comércio

Outro _____

5. Faixa etária do proprietário/chefe de casa

18-35

36-50

50-65

Acima de 65

6. Quem chegou aqui primeiro?

Pai

Avó/Vô

Bisavó/Vô

Você

Outro _____

7. Quando a sua família chegou aqui??

- Década 20
- Década 30
- Década 40
- Década 50
- Década 60
- Década 70
- Década 80
- Década 90
- Década 00
- Outro _____

B. Perfil atividade/propriedade

8. Atividades produtivas da propriedade quando a família chegou (Seleção):

- Pecuária de Leite
- Pecuária de Corte
- Agricultura
- Suinocultura
- Silvicultura
- Fruticultura
- Horticultura
- Olaria
- Carvoaria
- Hotelaria / Turismo
- Não foi produtivo em nenhum momento
- Outro _____

8.1. Dentre as atividades produtivas desta propriedade, qual você considera a principal em termo de renda quando a família chegou (Ranking):

- Pecuária de Leite
- Pecuária de Corte
- Agricultura
- Silvicultura
- Fruticultura
- Olaria
- Carvoaria
- Hotelaria – Turismo
- Não produz
- Outro

9. Atividades produtivas da propriedade em ordem de contribuição da renda atualmente (Seleção):

- Pecuária de Leite
- Pecuária de Corte
- Agricultura
- Suinocultura
- Silvicultura

- Fruticultura
- Horticultura
- Olaria
- Carvoaria
- Hotelaria / Turismo
- Outro _____

9.1. Dentre as atividades produtivas desta propriedade, qual você considera a principal em termo de renda HOJE (Ranking):

- Pecuária de Leite
- Pecuária de Corte
- Agricultura
- Silvicultura
- Fruticultura
- Olaria
- Carvoaria
- Suinocultura
- Hotelaria – Turismo
- Outro

9.2. Principal objetivo da atividade produtiva da propriedade:

- Subsistência:
- Comercial
- Outro: _____

10. Existem nascentes na propriedade

- Sim Não Não sabe

10.1. Quantas nascentes existem

- 1 2-3 4-6 acima de 6

11. Passa algum rio e ou córrego na sua propriedade:

- Sim Não

11.1. Se sim, qual o nome do rio e ou córrego?

12. Quando sua família chegou, qual atividade consumia mais água da propriedade:

- Alimentação
- Agricultura
- Pecuária
- Industrial
- Pastagem
- Silvicultura
- Uso doméstico
- Outro _____

13. Qual era a principal fonte de água:

- Nascente
- Rios/Córregos
- Poço
- Outro _____

14. Qual atividade consome mais água da propriedade hoje:

- Uso doméstico
- Agricultura
- Pecuária Leite
- Industrial
- Pastagem
- Silvicultura
- Outro _____

15. Qual a principal fonte de água:

- Nascente
- Rios/Córregos
- Poço
- Outro _____

C. Mudanças Ambientais Em Relação a LUCC

16. Quando você chegou, o que é mais dominante de uso e cobertura nesta área, em ordem de dominância uso e cobertura do espaço/região (NA = 0) Ranking:

- (1) Pastagem capim Gordura
- (0) Pastagem capim Brachiara
- (3) Floresta antiga
- (2) Floresta nova
- (0) Silvicultura
- (0) Agricultura anual
- (0) Café
- (0) Cultura perene
- (0) Pomar
- () Outros

17. Qual a principal Mudança em termos de áreas das paisagens (seleção única):

- Pasto capim gordura > pasto braquiara
- Pasto > floresta
- Pasto > silvicultura
- Pasto brachiaria > pasto sujo
- Floresta > pasto
- Floresta > silvicultura

- Pasto > loteamento
- Floresta > loteamento
- Agricultura > Pasto
- Agricultura > Silvicultura
- pasto > Agricultura
- Não houve mudanças

Se a resposta for “Não houve mudanças” ir para a questão 20.

17.1. Quais serviços estão mudando nos últimos tempos, referente a PRINCIPAL MUDANÇA:

- Pasto capim gordura > pasto braquiara
- Pasto > floresta
- Pasto > silvicultura
- Pasto brachiaria > pasto sujo
- Floresta > pasto
- Floresta > silvicultura
- Pasto > loteamento
- Floresta > loteamento
- Agricultura > Pasto
- Agricultura > Silvicultura
- pasto > Agricultura
- Não houve mudanças

17.2. Você observou se esta mudança de _____ > _____ do LUCC tiveram impacto na quantidade da água do rio?

- Sim Não

17.2.1. Se Sim,

(Diminuiu Muito) (Diminuiu) (Aumentou) (Aumento Muito)

17.3. Você observou se esta mudança de “_____ > _____” do LUCC tiveram impacto...” QUALIDADE DA AGUA:

- Sim Não

17.3.1. Se SIM, o que mudou:

(Sedimento/erosão) (químico) (esgoto) (outro)

17.3.2. Se SIM,

(Piorou Muito) (Piorou) (Melhorou) (Melhorou Muito)

17.4. Você observou se esta mudança de “_____ > _____” do LUCC tiveram impacto na “FAUNA” no Rio:

- sim não

17.4.1. Se sim, o que mudou:

- Peixe
- Rã

- Mamíferos de caça
- Outros

17.4.2. O que

(Diminuiu Muito) (Diminuiu) (Aumentou) (Aumento Muito)

17.5. Você observou se esta mudança de _____ > _____ ” do
LUCC tiveram impacto nas ”OPÇÕES DE LAZER NO RIOS?”

Sim Não

17.5.1. Se sim:

- Nadar
- Pesca
- Outro

17.6. Você observou se esta mudança de _____ > _____ ” do
LUCC tiveram impacto ”FREQUENCIA DAS SECAS DOS POÇOS

Sim Não

17.6.1. Se SIM,

(Diminuiu Muito) (Diminuiu) (Aumentou) (Aumento Muito)

17.7. Você observou se esta mudança de “ _____ > _____ ” do
LUCC tiveram impacto....”NA FREQUENCIA DAS SECAS NAS NASCENTES

Sim Não

17.7.1. Se SIM,

(Diminuiu Muito) (Diminuiu) (Aumentou) (Aumento Muito)

17.8. Você observou se esta mudança de “ _____ > _____ ” do
LUCC tiveram impacto....”NA FREQUENCIA DE ENCHENTES NOS RIOS

Sim Não

17.8.1. Se SIM,

(Diminuiu Muito) (Diminuiu) (Aumentou) (Aumento Muito)

17.9. Você observou se esta mudança de “ _____ > _____ ” do
LUCC tiveram impacto....”NA QUANTIDADE FREQUENCIA DE POLINIZADOR

Sim Não

17.9.1. Se sim:

(Diminuiu Muito) (Diminuiu) (Aumentou) (Aumento Muito)

17.10. Você observou se esta mudança de “ _____ > _____ ” do
LUCC tiveram impacto....”NA QUANTIDA DAS PRAGAS/MATO

17.10.1. Se sim:

(Diminuiu Muito) (Diminuiu) (Aumentou) (Aumento Muito)

17.11. Você observou se esta mudança de “_____ > _____” do LUCC tiveram impacto” na QUANTIDADE DE PASSAROS

17.11.1. Se sim:

(Diminuiu Muito) (Diminuiu) (Aumentou) (Aumento Muito)

17.12. Você observou se esta mudança de “_____ > _____” do LUCC tiveram impacto” NA QUANTIDADE PRODUÇÃO DE GADO/LEITE/RÃ/AGRICULTURA”

(SIM) (NÃO)

17.12.1. Se sim:

(Diminuiu Muito) (Diminuiu) (Aumentou) (Aumento Muito)

19. Qual a segunda principal Mudanças em termos de áreas das paisagens (seleção única):

- Pasto capim gordura > pasto braquiara
- Pasto > floresta
- Pasto > silvicultura
- Pasto brachiaria > pasto sujo
- Floresta > pasto
- Floresta > silvicultura
- Pasto > loteamento
- Floresta > loteamento
- Agricultura > Pasto

20. Nos últimos anos observou algum aumento nas áreas de mato nos pastos/capim abandonados?

SIM NÃO

20.1. Se SIM, onde as paisagens estão acontecendo mais?

- Contra face/Vertente voltada a face sul
- Topo de montanha
- Vale/beira rio
- APPs
- Outros _____

20.2. Se SIM:

Qual o motivo do abandono do pasto nestes locais? (aberta)

Se SIM:

22.3. Este aumento do mato/floresta/pasto abandonado tem impacto nas águas?

- Sim
- Não
- Não sabe / Não percebeu

22.3.1. Se sim, explique:

23. Quais mudanças na paisagem impactaram positivamente e/ou negativamente a região?
