

De pastagens às florestas? Mudança estrutural no uso da terra no estado de São Paulo^a

From Pastures to Forests? Structural Land-Use Change in São Paulo State, Brazil

Regina Ávila-Santos^b 

Universidade de São Paulo, Programa de Pós-graduação em Economia Aplicada,
Piracicaba (SP), Brasil

Guilherme Grandi^c 

Universidade de São Paulo, Departamento de Economia, São Paulo (SP), Brasil

Resumo: A expansão recente da vegetação nativa em regiões historicamente marcadas pela produção agropecuária, como São Paulo, levanta uma questão central para o debate sobre uso da terra: trata-se apenas de ganho territorial de cobertura vegetal ou de mudanças na alocação dos usos da terra? Este estudo analisou em que medida esse processo pode ser interpretado como uma transição estrutural no uso da terra no estado. Foram utilizados dados do MapBiomas para o período de 1985 a 2023, com aplicação de técnicas de detecção de rupturas estruturais e decomposição por meio do modelo *shift-share* por bioma. Os resultados indicaram inflexão a partir de meados dos anos 2000, com ganhos associados principalmente à retração das pastagens. A expansão observada, inclusive fora das Unidades de Conservação, indicou que o aumento da vegetação nativa esteve associado à reorganização recente dos usos da terra no estado.

Palavras-chave: Cobertura florestal. Uso da terra. Modelo *shift-share*. Detecção de rupturas estruturais.

Abstract: The recent expansion of native vegetation in regions historically shaped by agricultural and livestock production, such as São Paulo, raises a central question in the

Editor responsável: Ivan Colangelo Salomão | DOI: 10.22456/2176-5456.153829

^a Submissão: 25/02/2026 | Aprovação: 16/08/2026 | Publicação: 23/08/2026

^b avs.regina@gmail.com | Concepção, pesquisa e análise de dados e/ou documentos, discussão dos resultados e redação e revisão do texto.

^c ggrandi@usp.br | Pesquisa e análise de dados e/ou documentos, discussão dos resultados e redação e revisão do texto.

Os autores declaram não haver conflito de interesse. Os conteúdos utilizados na pesquisa encontram-se no manuscrito.



Esta publicação está licenciada sob os termos de
Creative Commons 4.0 Internacional

land-use debate: does this process represent merely a territorial gain in vegetation cover, or does it indicate changes in the allocation of land uses? This study analyzed the extent to which this process can be interpreted as a structural land-use transition in the state. MapBiomas data for the period from 1985 to 2023 were used, applying structural break detection techniques and decomposition through a shift-share model by biome. The results indicated an inflection from the mid-2000s onward, with gains mainly associated with the contraction of pasture areas. The observed expansion, including outside Conservation Units, indicated that the increase in native vegetation was associated with a recent reorganization of land uses in the state.

Keywords: Forest Cover. Land Use. Shift-Share Model. Structural Break Detection.

JEL: Q15. Q23. Q24. R14.

1. Introdução

O Brasil apresenta elevada complexidade territorial no que se refere aos usos da terra, expressa em trajetórias contrastantes de conversão, intensificação produtiva e conservação ambiental. Apesar desse contexto heterogêneo, ainda são relativamente escassos os estudos que se dedicam a investigar os processos de transição florestal em escala estadual (Calaboni *et al.*, 2018; Duden *et al.*, 2025). Tais processos correspondem a mudanças estruturais no uso da terra, caracterizadas pela reversão de trajetórias históricas de perda ou de expansão da cobertura florestal (Meyfroidt; Lambin, 2011).

Nesse contexto, o estado de São Paulo constitui um caso particularmente relevante. Sua trajetória histórica foi marcada por uma ocupação produtiva precoce e intensiva, associada à expansão e à integração da fronteira agrícola brasileira desde o século XIX, especialmente em virtude da introdução e expansão da cafeicultura. Esse processo foi decisivo para o desenvolvimento agroeconômico do estado, ao mesmo tempo em que impulsionou o desmatamento e a interiorização da ocupação do território paulista (Girardi, 2008).

Diferentemente de áreas de fronteira agrícola mais recentes, São Paulo combina longa conversão histórica da vegetação nativa, elevada densidade de usos produtivos, forte presença agroindustrial e uma trajetória relativamente antiga de regulação ambiental (síntese no Apêndice A), o que torna o estado um recorte oportuno para examinar a natureza da recuperação recente da cobertura florestal e sua relação com mudanças na composição do uso da terra.

Do ponto de vista ambiental, essa dinâmica se expressa em um território marcado pela coexistência de dois grandes biomas, a Mata Atlântica e o Cerrado, que ocupam, respectivamente, cerca de 81,4% e 18,6% da área total do estadual (Mapbiomas, 2025a). Os Inventários Florestais do Estado indicam que a área coberta por vegetação nativa florestal aumentou de aproximadamente 3,46 milhões de hectares em 2001 para cerca de 5,67 milhões de hectares em 2020, representando um incremento superior a 2,2 milhões de hectares no período (Nalon *et al.*, 2022).

Dados do MapBiomas (2025a) mostram ainda que, entre 1985 e 2024, São Paulo figurou entre as unidades da federação com crescimento líquido da vegetação nativa, embora com padrões distintos entre os biomas. Enquanto o Cerrado apresentou uma estrutura de uso mais intensamente convertida para a

agricultura, a Mata Atlântica concentrou simultaneamente maior diversidade de usos agropecuários e a maior parcela remanescente de formação florestal.

Nesse sentido, a literatura recente tem avançado na análise das mudanças no uso da terra e da dinâmica da cobertura florestal por meio de diferentes estratégias metodológicas, com o objetivo de compreender se a recuperação da vegetação nativa decorre de processos localizados de expansão florestal ou de mudanças estruturais mais amplas na matriz de uso da terra. Para São Paulo, Calaboni *et al.* (2018), utilizando modelos lineares mistos generalizados, investigaram a transição florestal entre 1960 e 2006 e identificaram uma reversão da trajetória de perda florestal a partir das últimas décadas do século XX, associada à modernização agrícola, à redução relativa da mão de obra rural, ao abandono de áreas marginais e à atuação de políticas ambientais.

Em uma escala mais ampla, estudos sobre a Mata Atlântica, com uso de modelos econométricos espaciais e análises de mudanças no uso e cobertura da terra, indicaram que os ganhos de cobertura vegetal tendem a ocorrer de forma espacialmente seletiva, frequentemente associados à redução de pastagens, à regeneração em áreas de menor aptidão agrícola e à presença de remanescentes florestais capazes de favorecer processos de sucessão ecológica (Bicudo da Silva *et al.*, 2023; Duden *et al.*, 2025). Para o Cerrado, estudos com uso de sensoriamento remoto e aprendizado de máquina indicaram uma trajetória distinta, marcada por elevada conversão histórica da vegetação nativa, forte pressão agropecuária e regeneração condicionada por fatores de manejo e atributos biofísicos (Alencar *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2023; Schelp; Bragagnolo, 2023).

Embora os estudos acima apontados avancem na identificação de padrões espaciais, condicionantes biofísicos, fatores socioeconômicos e mecanismos associados à perda ou ao ganho de cobertura florestal, essas abordagens nem sempre permitem decompor a origem das mudanças entre classes de uso da terra. Nesse ponto, o modelo *shift-share* oferece uma contribuição complementar, ao decompor a variação das classes de uso da terra entre efeitos de escala e de substituição. Quando aplicado à cobertura florestal, o método permite verificar se sua expansão está associada a uma mudança agregada na área analisada ou à ganhos relativos de participação no conjunto dos usos da terra, em contraposição a classes como pastagens, agricultura ou silvicultura.

Essa distinção também tem sido explorada em estudos sobre mudanças no uso da terra em São Paulo, sobretudo no contexto da expansão da cana-de-açúcar. Scheer (2004), ao integrar o modelo *shift-share*, geoprocessamento e sensoriamento remoto, identificou mudanças efetivas na composição do uso da terra nos municípios analisados, especialmente pela substituição de culturas anuais e cultivos menos rentáveis pela cana-de-açúcar. A autora mostrou que a expansão agrícola ocorreu tanto pela substituição de cultivos quanto pelo uso mais intensivo da terra, em um processo associado ao avanço tecnológico, a políticas governamentais, como o Proálcool, e às tendências dos mercados regional, nacional e mundial. Nesse sentido, a especialização municipal em cana-de-açúcar não representou apenas uma variação agregada da produção, mas uma transformação espacialmente identificável na estrutura do uso da terra.

Na mesma linha, Lourenzani e Caldas (2014) evidenciaram, por meio do *shift-share*, que no Oeste Paulista, os avanços da cana ocorreram predominantemente por substituição de pastagens e outras atividades agropecuárias. Já Camara e Caldarelli (2016) e Caldarelli e Gilio (2018) ampliaram essa abordagem para o estado de São Paulo, decompondo os efeitos de área, produtividade/preço, escala e substituição; enquanto Kodama e Lourenzani (2021) e Santos *et al.* (2024) atualizaram a análise para recortes regionais e microrregionais, confirmando a centralidade da cana-de-açúcar como principal atividade incorporadora de área no estado.

Apesar dessas evidências, ainda são limitados os estudos que analisam a dinâmica temporal da cobertura florestal paulista sob a perspectiva da recomposição da vegetação nativa ou da cobertura florestal como componente da transição no uso da terra. Em particular, nota-se uma escassez de análises que articulem, simultaneamente, a identificação de inflexões temporais, a decomposição das mudanças entre classes de uso da terra e a diferenciação entre biomas.

Tal lacuna torna-se especialmente relevante no contexto atual, em que a recomposição da vegetação nativa passou a ocupar posição de destaque na governança do uso da terra no país. No plano federal, instrumentos como o Código Florestal (Brasil, 2012), o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e os Programas de Regularização Ambiental (PRA) (Brasil, 2012; 2014), a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Brasil, 2017), a Política Nacional de

Pagamento por Serviços Ambientais (Brasil, 2021) e a Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade 2025-2030 (Brasil, 2025) reforçam a centralidade da regularização ambiental, da restauração ecológica e dos serviços ecossistêmicos na agenda territorial. Enquanto que no estado de São Paulo, iniciativas como o SICAR-SP e o PRA estadual (São Paulo, 2015; 2020), o Programa Nascentes (São Paulo, 2014; 2017), o Agro Legal (São Paulo, 2020) e o Refloresta-SP (São Paulo, 2022) também articulam recomposição vegetal, regularização de imóveis rurais, segurança hídrica e reorganização produtiva.

Nesse cenário, a contribuição deste artigo não está em avaliar o efeito desses instrumentos, mas em oferecer uma leitura estrutural da recomposição florestal em São Paulo. Ao combinar rupturas estruturais, modelo *shift-share*, diferenciação entre biomas e análise da evolução da cobertura vegetal no interior das Unidades de Conservação, o estudo permite examinar se o aumento da cobertura florestal decorre de expansão agregada da área analisada, de rearranjos internos na matriz de uso da terra ou de mudanças concentradas em áreas formalmente protegidas. Essa abordagem contribui para ampliar o debate sobre transição florestal, pois explicita a temporalidade, a composição e a distribuição espacial das mudanças observadas.

Diante disto, o presente artigo tem como objetivo analisar em que medida a expansão recente da cobertura florestal no estado de São Paulo pode ser interpretada como um processo estrutural de transição no uso da terra, considerando a dinâmica observada entre 1985 e 2023 e as mudanças na composição dos usos da terra nos períodos de 2003-2010 e 2010-2023.

2. Metodologia

A estratégia de análise adotada possui caráter exploratório e divide-se em duas etapas complementares. Inicialmente, foram mapeadas rupturas estruturais nas séries temporais de floresta nativa para detectar momentos de inflexão na dinâmica de perda e recomposição florestal. Na sequência, utilizou-se o modelo *shift-share* por bioma para decompor as mudanças de uso da terra em Efeito Escala (EE) e Efeito Substituição (ES). Dessa maneira, a presente seção está dividida em três subseções, sendo: a apresentação dos dados e suas limitações, a análise de rupturas estruturais e, por fim, a especificação do modelo *shift-share*.

2.1 Dados

O estudo tem como recorte o estado de São Paulo, localizado na região Sudeste do Brasil, com aproximadamente 248 mil km², 645 municípios e com a presença de dois biomas: Cerrado e Mata Atlântica, em que o primeiro cobre cerca de 46 mil km² e o segundo 202 mil km².

Utilizou-se dados anuais do projeto MapBiomas – Coleção 10 (MapBiomas, 2025a) para os municípios do estado de São Paulo, no período de 1985 a 2023. A escala municipal foi adotada para captar a heterogeneidade regional da dinâmica de uso e cobertura da terra. Foram consideradas as classes: floresta nativa, silvicultura (floresta plantada), pastagens, agricultura e mosaico de usos, por estarem diretamente relacionadas ao objetivo do estudo, centrado na dinâmica entre cobertura florestal e usos agropecuários ou florestais produtivos. As demais classes foram excluídas por não integrarem esse recorte analítico e por representarem, conjuntamente, menos de 9% da área total do estado.

A classe floresta nativa foi utilizada como categoria agregada de cobertura florestal natural. No sistema de classificação do MapBiomas (2025c), essa classe inclui formações florestais com predominância de espécies arbóreas e dossel contínuo, podendo abranger tanto remanescentes maduros quanto formações secundárias resultantes de processos naturais de sucessão. Dessa forma, o aumento dessa classe indica expansão da cobertura florestal mapeada, mas não permite inferir, por si só, o estágio sucessional ou a condição ecológica da vegetação. A classe agricultura abrange áreas ocupadas por lavouras temporárias e perenes, enquanto a classe pastagem corresponde a áreas de pastagem plantadas diretamente relacionadas à atividade pecuária.

Já a classe mosaico de usos corresponde a áreas em que há sobreposição entre agricultura e pastagem, sem delimitação suficientemente precisa entre esses usos. Essa classe foi mantida para evita atribuições arbitrárias às classes principais. No entanto, há uma limitação analítica a se destacar: parte das transições entre agricultura e pastagem pode não ser plenamente identificada, sendo registrada no próprio mosaico. Como consequência, o efeito substituição entre essas duas classes pode ser subestimado.

2.2 Rupturas estruturais

A análise de pontos de mudança (do inglês *changepoint analysis*) foi utilizada para identificar rupturas na trajetória temporal da área de floresta nativa. Neste estudo, as rupturas estruturais são entendidas como pontos estatísticos em que a série passa a apresentar um novo regime temporal, caracterizado por alteração na média e/ou na variância (Killick; Eckley, 2014). Assim, elas indicam mudanças no padrão temporal da cobertura florestal, podendo refletir períodos de perda, estabilização, instabilidade ou recomposição.

A análise foi aplicada em duas escalas. Primeiramente, construiu-se uma série agregada estadual, obtida pela soma da área de floresta nativa dos municípios paulistas em cada ano, considerando conjuntamente as áreas associadas ao Cerrado e à Mata Atlântica, entre 1985 e 2023. Essa série permite identificar mudanças no comportamento geral da cobertura florestal no estado de São Paulo. Em seguida, o mesmo procedimento foi aplicado às séries individuais dos municípios, adotando-se o município-ano como unidade de análise. Com isso, foi possível avaliar se as rupturas observadas no agregado estadual refletem padrões disseminados entre os municípios ou mudanças concentradas em localidades específicas.

A estimação foi realizada no software R, por meio do pacote *changepoint*, utilizando o algoritmo PELT (do inglês *Pruned Exact Linear Time*) com penalização pelo critério de informação bayesiano - BIC (Burnham; Anderson, 2002). O PELT identifica múltiplos pontos de mudança de forma parcimoniosa, selecionando a segmentação da série que minimiza uma função de custo global sujeita a penalização (Killick; Fearnhead; Eckley, 2012; Killick; Eckley, 2014). Especificamente, utilizou-se a função `cpt.meanvar`, voltada à detecção de mudanças na média e/ou na variância.

A mudança na média indica alteração no nível médio da área de floresta nativa entre dois regimes consecutivos. Reduções podem estar associadas à intensificação da perda de vegetação nativa, enquanto aumentos podem indicar recomposição ou recuperação da cobertura analisada. Já a mudança na variância indica alteração no grau de instabilidade da série, com maior ou menor oscilação ao longo do tempo.

Cada ponto de ruptura identificado corresponde ao último ano do regime anterior, enquanto o ano seguinte marca o início de um novo regime. Após a

identificação das rupturas municipais, calculou-se a variação percentual entre a média do regime anterior e a média do regime posterior, classificando-se a direção da mudança como aumento ou redução da área de floresta nativa.

2.3 Modelo *Shift-Share*

Para quantificar os mecanismos de mudança entre usos, aplicou-se o modelo *shift-share*, que permite decompor a variação da área de cada uso em dois componentes: Efeito Escala (EE) e Efeito Substituição (ES). O EE expressa a variação associada à expansão ou retração do sistema como um todo, mantendo constante a participação relativa de cada uso, enquanto o ES capta alterações na participação relativa, indicando ganhos ou perdas de área em detrimento de outros usos.

Conforme Lourenzani e Caldas (2014), a variação da área ocupada pelo uso i entre dois períodos é expressa por:

$$A_{i2} - A_{i1} = (\alpha A_{i1} - A_{i1}) + (A_{i2} - \alpha A_{i1}) \quad (1)$$

em que $A_{i2} - A_{i1}$ = variação da área em uso com a atividade " i ", entre o período 1 e 2; $(\alpha A_{i1} - A_{i1})$ = efeito-escala (EE); e, $(A_{i2} - \alpha A_{i1})$ = efeito-substituição. Sendo: $\alpha = A_{t2}/A_{t1}$; $A_{t1} = \sum_i A_{i1}$; $A_{t2} = \sum_i A_{i2}$ em que, A_{t1} e A_{t2} representa os totais das áreas ocupadas com n diferentes usos numa região, nos anos 1 e 2.

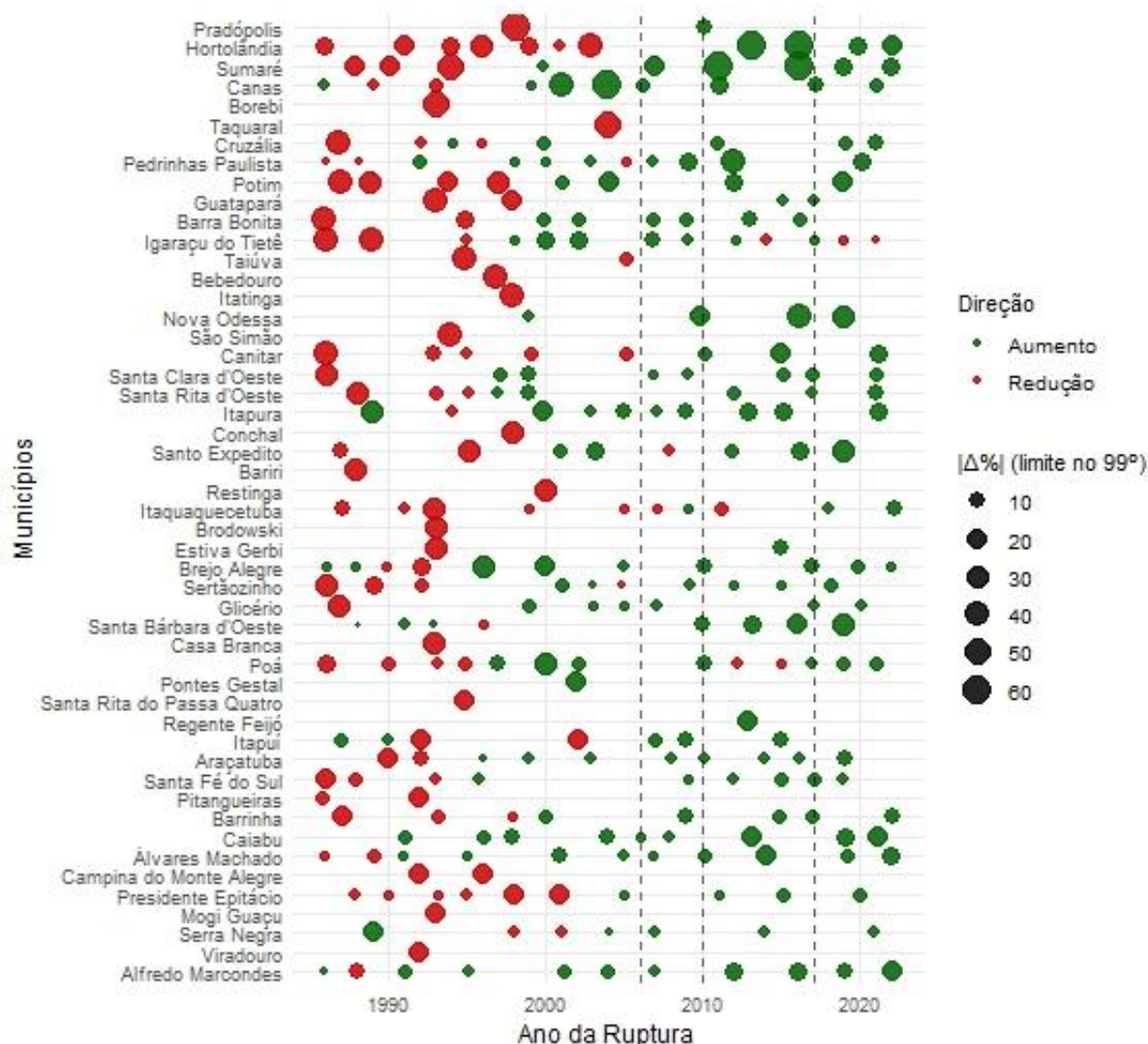
Para a aplicação do modelo *shift-share*, foram selecionados os anos de 2003, 2010 e 2023 por corresponderem à pontos temporalmente posicionados em relação às rupturas estruturais identificadas na dinâmica estadual da cobertura florestal. O ano de 2003 antecede a primeira ruptura relevante observada em 2007, 2010 situa-se imediatamente após esse ponto de inflexão, e 2023 permite capturar a consolidação da trajetória posterior às rupturas de 2010 e 2017. Essa delimitação temporal possibilita analisar as mudanças na composição dos usos da terra em dois intervalos distintos (2003-2010 e 2010-2023), preservando coerência com a evidência estrutural previamente identificada.

3. Resultados e discussão

As rupturas estruturais identificadas nas séries municipais de área de floresta nativa e os pontos de ruptura estimados para a série agregada estadual, entre 1985 e 2023, são apresentados na Figura 1, onde é possível observar que, os 50 municípios com as maiores magnitudes absolutas de variação percentual entre regimes consecutivos, apresentaram mudanças no padrão temporal das rupturas, com os episódios de redução concentrando-se sobretudo entre o final dos anos 1980 e o início dos anos 2000, enquanto os episódios de aumento tornaram-se mais recorrentes a partir de meados da década de 2000.

Tal padrão sugere uma inflexão temporal na dinâmica da cobertura florestal, compatível com a passagem de regimes mais associados à perda para regimes mais associados ao aumento da área de vegetação nativa. Dialogando com Calaboni *et al.* (2018), que, ao analisarem os ganhos de vegetação nativa no estado de São Paulo entre 1960 e 2006, constataram que, sobretudo após 1996, o estado passou a registrar ganhos líquidos de floresta nativa e reduções significativas de áreas desmatadas. Os autores associaram essa transição à modernização agrícola, à redução relativa da mão de obra rural, ao abandono ou menor competitividade de áreas marginais e, possivelmente, à atuação de políticas ambientais.

Figura 1 – Rupturas estruturais municipais da área de floresta nativa e pontos de ruptura da série agregada estadual (São Paulo, 1985-2023)



Fonte: elaboração própria a partir de dados MapBiomas (Coleção 10, 2025a).

Nota: Cada ponto representa uma ruptura identificada na série municipal de área de floresta nativa. O tamanho do ponto é proporcional à magnitude da variação percentual entre a média do regime anterior e a média do regime posterior ($|\Delta\%|$), enquanto a cor indica a direção da mudança, verde para aumento e vermelho para redução. As linhas verticais tracejadas indicam os anos de ruptura identificados na série agregada estadual. Os 50 municípios apresentados correspondem àqueles com maiores magnitudes absolutas de variação percentual entre regimes no período analisado.

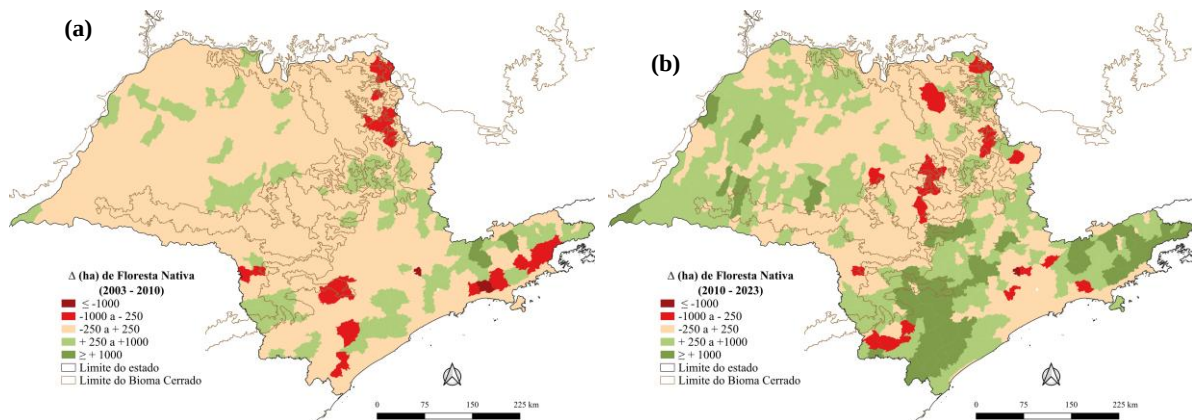
Dessa forma, os pontos de ruptura estadual observados em 2007, 2010 e 2017 (Figura 1) podem ser interpretados como marcos estatísticos de inflexão temporal que ocorreram em um contexto de mudanças produtivas, territoriais e institucionais, que inclui a implementação e consolidação de instrumentos ambientais relevantes, como o Programa Município VerdeAzul (São Paulo, 2007),

o Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) (Brasil, 2012) e iniciativas posteriores de recomposição e pagamento por serviços ambientais (ver Apêndice A). No entanto, como o presente estudo não testa os efeitos causais desses instrumentos sobre a expansão da cobertura florestal, as políticas públicas são consideradas parte do contexto institucional em que as mudanças ocorreram, e não como fatores explicativos isolados para a sua ocorrência.

Nesta perspectiva, torna-se oportuno observar como essas mudanças de área da floresta nativa (Figura 1) se distribuíram espacialmente nos períodos recentes e entre os biomas do estado, uma vez que os mecanismos subjacentes às rupturas podem variar conforme as especificidades biofísicas e produtivas de cada região (Duden *et al.*, 2025). Assim, a configuração espacial observada na Figura 2 (a e b) permite examinar como os ganhos e perdas de floresta nativa se distribuíram entre os municípios paulistas nos dois períodos analisados (2003-2010 e 2010-2023).

No período de 2003–2010 observa-se manchas de redução de floresta nativa (em vermelho) distribuídas em diversos municípios; já o período de 2010–2023 exibiu uma predominância visual de municípios com aumento da área de floresta nativa (em verde), especialmente nas porções oeste/noroeste, em parte do sul/sudeste e também em setores do leste/litoral/Vale do Paraíba. Isto indica que a recomposição florestal recente não se restringiu aos principais núcleos de cobertura remanescente, mas a um espalhamento dos ganhos por diferentes regiões do estado.

Figura 2 – Distribuição espacial das mudanças na área de floresta nativa (Δ ha) nos municípios do estado de São Paulo



Legenda: (a) Variação na área de floresta nativa (ha), 2003-2010; (b) Variação na área de floresta nativa (ha), 2010-2023.

Nota: Os intervalos de classe foram mantidos fixos e centrados em zero para garantir comparabilidade temporal entre os períodos. Fonte: Adaptado de MapBiomias Coleção 10 (2025a)

A distribuição espacial observada na Figura 2 dialoga com as conclusões de Shimabukuro *et al.* (2023), que demonstraram que a vegetação nativa paulista tende a se concentrar em áreas de maior declividade (como na porção leste), enquanto as pastagens e a agricultura dominam as terras planas e respondem por mais de 70% da paisagem estadual. Considerando que essa dinâmica espacial resulta da competição direta entre os diferentes usos da terra, torna-se importante quantificar as transições entre essas diferentes classes.

Nesta perspectiva utilizou-se o modelo *shift-share* a fim de decompor as variações de área entre os usos agropecuário (pastagem, agricultura e mosaico de usos), silvícola (floresta plantada) e florestal (formação florestal nativa) para identificar quais categorias atuaram como cedentes ou incorporadoras líquidas de área. Em conjunto, os usos analisados representavam cerca de 92,5% da área do bioma Cerrado e 92,1% da área de Mata Atlântica em 2003, proporções que se mantiveram praticamente estáveis em 2010.

Na Tabela 1 estão dispostos os resultados do modelo *shift-share* para o estado de São Paulo, por bioma, para o período de 2003-2010. Observa-se que para este período, a área total destinada aos usos apresentou leve expansão no Cerrado, com incremento de aproximadamente 6,2 mil hectares, refletindo um Efeito Escala (EE) positivo, enquanto na Mata Atlântica houve contração de cerca de 61,8 mil

hectares, associada a um EE negativo. Além desses contrastes na variação da área total e EE, o Efeito Substituição (ES) revelou que a maior parte das mudanças no período analisado decorreram, sobretudo, de processos de substituição entre classes de uso, indicando que ambos os biomas passaram por uma reorganização interna significativa, ainda que com intensidades e direções distintas.

Tabela 1 – Resultados do *shift-share* aplicados às mudanças de uso da terra no estado de São Paulo para o período por bioma (2003 e 2010)

Uso da Terra	Área (ha)		Variação (Δ ha)	%	Efeito Escala (EE)	Efeito Substituição (ES)
	2003	2010				
Cerrado						
Floresta	638.006,05	634.971,31	-3.034,74	-0,48	934,03	-3.968,77
Pastagem	1.308.585,11	797.595,53	-510.989,58	-39,05	1.915,75	-512.905,33
Agricultura	1.329.249,19	1.765.255,41	436.006,23	32,80	1.946,00	434.060,22
Silvicultura	322.151,54	392.456,66	70.305,12	21,82	471,63	69.833,49
Mosaico de Usos	671.902,67	685.866,71	13.964,04	2,08	983,66	12.980,38
Total	4.269.894,57	4.276.145,63	6.251,06	0,15	6.251,06	—
Mata Atlântica						
Floresta	3.849.132,09	3.893.748,76	44.616,67	1,16	-12.801,05	57.417,71
Pastagem	7.244.842,25	5.320.981,85	-1.923.860,41	-26,55	-24.094,15	-1.899.766,26
Agricultura	3.757.415,04	5.228.222,11	1.470.807,07	39,14	-12.496,02	1.483.303,09
Silvicultura	201.635,05	348.159,76	146.524,72	72,67	- 670,58	147.195,29
Mosaico de Usos	3.549.254,00	3.749.300,42	200.046,42	5,64	-11.803,74	211.850,16
Total	18.602.278,44	18.540.412,90	-61.865,54	-0,33	-61.865,54	—

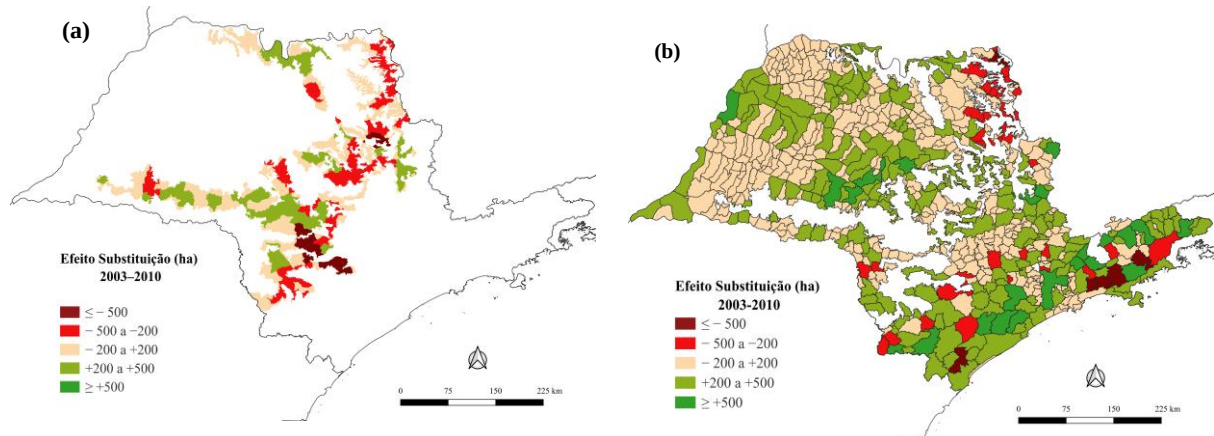
Fonte: resultados originais da pesquisa.

Em ambos os biomas, as pastagens configuraram-se como o principal uso cedente de área, enquanto a agricultura apresentou a maior incorporação líquida. As florestas exibiram comportamentos contrastantes: no Cerrado, houve redução marginal da área florestal (-0,48%), ao passo que na Mata Atlântica registrou-se uma expansão de aproximadamente 1,16%.

Ao observar a dinâmica espacial do ES (Figura 3), tem-se que no período 2003–2010, a maior parte dos municípios apresentou valores próximos de zero, indicando que as alterações na área de floresta nativa associadas à realocação entre usos foram, em geral, de baixa magnitude. No bioma Cerrado, dos 219 municípios analisados, 191 (87,2%) registraram ES no intervalo entre -200 e +200 hectares. Na Mata Atlântica, onde se situam 641 municípios, 505 (78,8%) apresentaram ES no intervalo entre -200 e +200 hectares. Essa predominância de variações de

pequena magnitude, indicam que a recomposição florestal ocorreu de maneira incremental e distribuída em ambos os biomas, nesse período.

Figura 3 – Distribuição espacial do efeito substituição (ha) sobre a área de floresta nativa (2003-2010)



Legenda: (a) efeito Substituição no bioma cerrado; (b) efeito Substituição no bioma mata atlântica.

Nota: os intervalos de classe foram mantidos fixos e centrados em zero para garantir comparabilidade temporal entre os períodos. Fonte: resultados originais da pesquisa.

No período 2010-2023 (Tabela 2), a área total destinada aos usos da terra apresentou redução em ambos os biomas, totalizando cerca de 134 mil hectares no estado de São Paulo, o que se traduziu em EE negativo, tanto no Cerrado como na Mata Atlântica. Diferentemente do período anterior, o Cerrado passou a compartilhar com a Mata Atlântica um contexto estrutural de contração da área total destinada aos usos analisados.

As pastagens mantiveram a trajetória de redução, embora em volume inferior ao observado entre 2003 e 2010, com perda aproximada de 291 mil hectares no conjunto dos biomas, permanecendo como o principal uso cedente de área. Em contrapartida, observa-se expansão da agricultura, da silvicultura e do mosaico de usos, categorias diretamente associadas à intensificação ou reorganização produtiva, além do aumento da floresta nativa. Em todos esses casos, as variações positivas decorreram predominantemente do ES.

Tabela 2 – Resultados do *shift-share* aplicados às mudanças de uso da terra no estado de São Paulo para o período por bioma (2010-2023)

Uso da Terra	Área (ha)		Variação (ha)	%	Efeito Escala	Efeito Substituição
	2010	2023				
Cerrado						
Floresta	634.971,31	643.324,19	8.352,88	1,32	-2.197,62	10.550,50
Pastagem	797.595,53	363.597,40	- 433.998,13	-54,41	-2.760,46	- 431.237,67
Agricultura	1.765.255,41	2.068.786,12	303.530,70	17,19	- 6.109,50	309.640,20
Silvicultura	392.456,66	444.421,05	51.964,39	13,24	-1.358,28	53.322,67
Mosaico de Usos	685.866,71	741.217,24	55.350,53	8,07	- 2.373,77	57.724,30
Total	4.276.145,63	4.261.346,01	-14.799,62	- 0,35	- 14.799,62	—
Mata Atlântica						
Floresta	3.893.748,76	4.061.443,92	167.695,16	4,31	-25.043,29	192.738,46
Pastagem	5.320.981,85	3.751.972,89	-1.569.008,96	-29,49	-34.222,78	-1.534.786,17
Agricultura	5.228.222,11	6.008.311,72	780.089,61	14,92	-33.626,18	813.715,79
Silvicultura	348.159,76	549.412,77	201.253,00	57,80	- 2.239,25	203.492,25
Mosaico de Usos	3.749.300,42	4.050.025,85	300.725,43	8,02	-24.114,25	324.839,68
Total	18.540.412,90	18.421.167,15	-119.245,76	-0,64	-119.245,76	—

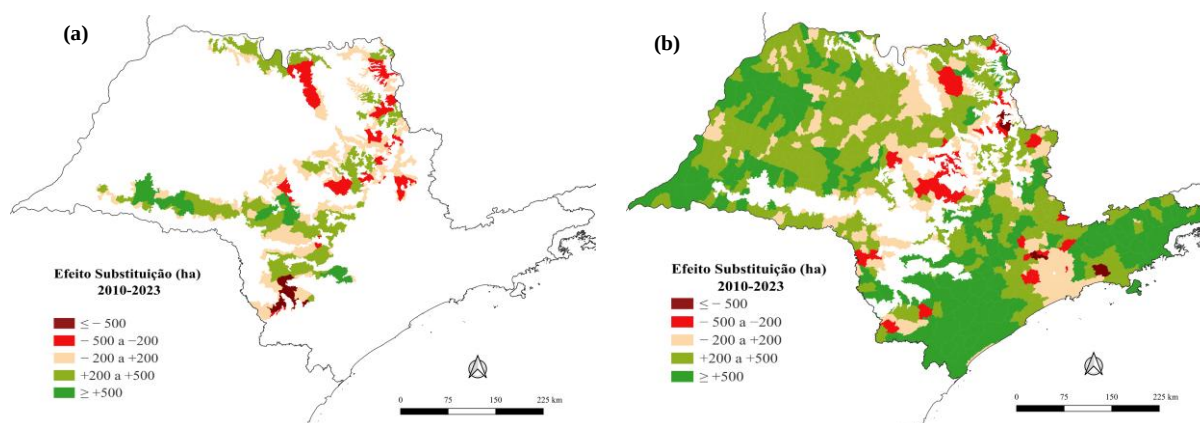
Fonte: resultados originais da pesquisa.

À luz dos resultados, destaca-se a expansão da floresta nativa no bioma Cerrado, com aumento de cerca de 8,3 mil hectares. Decorrente de um efeito substituição positivo que mais do que compensou o efeito escala negativo, indicando ganho relativo da floresta nativa na composição dos usos analisados. Na Mata Atlântica, os ganhos florestais, bem como a expressiva expansão da silvicultura, também decorreram predominantemente de processos de realocação entre usos.

Esse resultado sugere que, entre 2010 e 2023, a recomposição florestal não esteve associada à ampliação da base territorial dos usos analisados, mas à reorganização interna da estrutura produtiva. Neste sentido, a distribuição espacial do ES no período 2010-2023 (Figura 4) revelou a manutenção da predominância de valores próximos de zero, embora com maior dispersão em relação ao intervalo anterior. No Cerrado, 183 dos 219 municípios (83,6%) registraram efeito substituição entre -200 e +200 hectares. Na Mata Atlântica, 327 dos 641 municípios (51,0%) situaram-se nessa faixa (-200 e +200 hectares), proporção inferior à observada no período 2003-2010 (78,8%), o que sugere maior

diferenciação territorial dos ganhos e perdas associados ao efeito substituição neste bioma.

Figura 4 – Distribuição espacial do efeito substituição (ha) sobre a área de floresta nativa (2010-2023)



Legenda: (a) efeito Substituição no bioma cerrado; (b) efeito Substituição no bioma mata atlântica.

Nota: os intervalos de classe foram mantidos fixos e centrados em zero para garantir comparabilidade temporal entre os períodos. Fonte: resultados originais da pesquisa.

Consideradas conjuntamente as evidências temporais (Figura 1), setoriais (Tabelas 1 e 2) e espaciais (Figuras 3 e 4), observadas em ambos os períodos, tem-se que a expansão recente da floresta nativa no estado de São Paulo ocorreu, predominantemente por ganhos relativos de participação no conjunto dos usos analisados, concentrados, em magnitudes municipais relativamente baixas. Com retração consistente das pastagens, em ambos os biomas e períodos analisados, reforçando a centralidade desse uso como principal categoria cedente de área.

Esses resultados dialogam com a literatura sobre mudanças no uso da terra em São Paulo, que tem destacado o papel do efeito substituição na reorganização da matriz agropecuária estadual, com perdas recorrentes de participação das pastagens em contextos de expansão de usos agrícolas mais dinâmicos como a cana-de-açúcar e a silvicultura (Lourenzani; Caldas, 2014; Camara; Caldarelli, 2016; Caldarelli; Gilio, 2018; Kodama; Lourenzani, 2021).

Nesse contexto a Tabela 3 acrescenta uma dimensão complementar à análise ao apresentar a evolução da área classificada como vegetação nativa no interior das Unidades de Conservação (UCs), segundo bioma e categoria de

manejo e uso. Entre 2003 e 2023, observa-se um incremento líquido de aproximadamente 39,4 mil hectares dentro dessas áreas, correspondendo a um crescimento relativo de 2,18%. Considerando que a delimitação territorial das UCs permaneceu constantes no período analisado, tais variações possivelmente refletem, mudanças na cobertura vegetal no interior das unidades existentes, e não expansão formal do sistema de proteção (MapBiomias, 2025b).

Tabela 3 – Área total por Unidade de Conservação (UC) e Biomas no estado de São Paulo (2003, 2010 e 2023)

Biomias e UCs	Categoria de Uso	2003	2010	2023
Cerrado		88.265,68	86.263,30	87.423,67
APA	Uso sustentável	67.143,75	64.609,63	65.007,16
ARIE	Uso sustentável	2.102,93	2.130,28	2.124,40
ESEC	Proteção integral	12.662,66	12.967,45	12.987,40
FLONA	Uso sustentável	571,59	620,48	849,55
Floresta	Uso sustentável	1.923,05	2.081,36	2.480,11
Parque	Proteção integral	1.425,33	1.430,08	1.447,50
REVIS	Proteção integral	1.611,41	1.621,52	1.627,57
RPPN	Uso Sustentável	824,96	802,50	899,98
Mata Atlântica		1.722.512,80	1.735.543,81	1.762.801,68
APA	Uso Sustentável	947.037,24	957.460,39	978.810,30
ARIE	Uso Sustentável	1.055,41	1.066,29	1.077,15
ESEC	Proteção integral	48.813,72	48.699,81	48.932,92
FLONA	Uso Sustentável	3.264,59	3.429,30	3.892,14
Floresta	Uso Sustentável	292,91	296,20	313,41
MONA	Proteção integral	10.665,52	10.780,56	10.920,10
PARNA	Proteção integral	18.956,67	19.161,23	19.793,26
Parque	Proteção integral	675.230,86	677.256,81	681.324,75
RDS	Uso Sustentável	9.551,20	9.755,55	9.910,13
RESEX	Uso Sustentável	43,78	43,87	43,78
REVIS	Proteção integral	3.086,59	3.047,59	2.982,80
RPPN	Uso Sustentável	4.514,30	4.546,22	4.800,94
Total Geral		1.810.778,48	1.821.807,11	1.850.225,35

Fonte: MapBiomias, Coleção 10 (2025b).

A leitura por categoria de manejo mostra que os ganhos dentro das UCs não se concentraram exclusivamente em áreas de Proteção Integral, como Parques e Estações Ecológicas, mas ocorreram também em categorias de Uso Sustentável, especialmente nas Áreas de Proteção Ambiental (APAs). Quando esse crescimento é comparado ao desempenho do conjunto do estado, a magnitude relativa assume outra dimensão. No mesmo intervalo, a área total de floresta nativa no estado aumentou cerca de 217,6 mil hectares, o que corresponde a uma variação relativa de 4,85% (Tabelas 1 e 2). Isto implica que aproximadamente 178 mil hectares, ou cerca de 82% do incremento líquido da floresta nativa no período, ocorreram fora das UCs. Assim, embora as unidades protegidas tenham contribuído para o aumento da cobertura vegetal, os dados não sustentam a interpretação de que o sistema formal de conservação tenha sido o principal vetor da dinâmica recente.

Tal constatação levanta a discussão sobre como, em territórios agropecuários consolidados, a política ambiental pode operar para além das UCs, especialmente por meio de instrumentos incidentes sobre imóveis rurais privados. O Código Florestal, o CAR, o Refloresta São Paulo e a Reserva Legal podem compor o contexto institucional no qual essa recomposição ocorre ao delimitar áreas legalmente protegidas no interior das propriedades, estabelecer obrigações de regularização ambiental, ampliar o monitoramento da cobertura vegetal e criar incentivos para a recuperação de passivos ambientais. Nesse sentido, o crescimento proporcionalmente mais intenso fora das UCs sugere que a dinâmica recente não se explica apenas pelo sistema formal de áreas protegidas, tornando necessário considerar também os instrumentos de governança territorial aplicados à matriz produtiva.

Essa interpretação encontra respaldo na literatura recente, que aponta para a ocorrência de um processo de transição florestal no estado de São Paulo, ainda que investigado a partir de diferentes recortes analíticos. Costa *et al.* (2024), ao analisarem a Área de Proteção Ambiental de Campinas, identificaram a conversão de pastagens e mosaicos agrícolas em formações florestais, impulsionada tanto pelo abandono agrícola como por instrumentos de governança territorial, a exemplo do zoneamento ecológico-econômico. Em escala estadual, com foco no bioma Mata Atlântica paulista, Bicudo da Silva *et al.* (2023) e Duden *et al.* (2025) demonstraram que a recomposição florestal tem ocorrido, predominantemente, em áreas antes ocupadas por pastagens extensivas e atividades agropecuárias de menor

rentabilidade, ressaltando o papel combinado de fatores econômicos e institucionais nesse processo.

Consideradas conjuntamente, as evidências empíricas apontam para um processo de recomposição florestal sustentado por rearranjos internos na matriz de uso da terra. A predominância de ganhos fora das UCs, associada à retração persistente das pastagens e à expansão de usos agrícolas e silvícolas, indica que a dinâmica recente não se restringe ao sistema formal de áreas protegidas, mas se insere em um movimento mais amplo de reconfiguração territorial, com intensidades distintas entre biomas e períodos.

Em linha com Calaboni *et al.* (2018), a recomposição florestal em São Paulo não deve ser interpretada como um processo isolado, mas como parte das transformações produtivas e territoriais associadas à modernização agrícola, à redução relativa da mão de obra rural e à reorganização de áreas de menor aptidão ou rentabilidade agropecuária. Embora o presente estudo não isole as causas específicas dessa distribuição, Duden *et al.* (2025) mostram que os fatores associados ao ganho florestal variam entre setores de uso da terra na Mata Atlântica paulista, reforçando que a transição florestal não ocorre de forma linear ou homogênea no território estadual. À luz da trajetória observada desde meados dos anos 2000, esses padrões são compatíveis com a interpretação de uma transição florestal em curso, caracterizada por recomposição incremental, territorialmente disseminada e articulada à reorganização dos usos da terra.

4. Considerações finais

Este estudo teve como objetivo analisar em que medida a expansão recente da cobertura florestal no estado de São Paulo pode ser interpretada como um processo estrutural de transição no uso da terra, à luz da dinâmica observada entre 1985 e 2023 e das mudanças na composição dos usos nos períodos de 2003–2010 e 2010–2023. Os resultados indicam que a recomposição florestal recente não se associa à ampliação da base territorial destinada aos usos analisados, mas a rearranjos internos da matriz produtiva da agropecuária paulista.

A análise de rupturas estruturais mostrou uma inflexão na trajetória histórica da cobertura florestal a partir de meados dos anos 2000, com reversão de perdas anteriores e consolidação de ganhos progressivos. A decomposição via

modelo *shift-share* evidenciou que esses ganhos decorreram, predominantemente, de processos de substituição entre usos, com retração persistente das pastagens em ambos os biomas. Esta evidência permite distinguir entre expansão territorial e reorganização estrutural do uso da terra, demonstrando que a transição observada está ancorada em mudanças na alocação interna das terras agropecuárias. A centralidade das pastagens nesse processo converge com a literatura que a caracteriza como “estoque flexível” de terras no sistema agropecuário brasileiro (Ferreira Filho; Ribera; Horridge, 2015).

A incorporação da dimensão espacial qualifica essa interpretação ao mostrar que os ajustes ocorreram majoritariamente em magnitudes municipais reduzidas, ainda que com heterogeneidade crescente no período mais recente. Adicionalmente, a comparação entre o crescimento da cobertura florestal no conjunto do estado e no interior das UCs revelou que a expansão proporcional foi mais intensa fora do sistema formal de proteção. Sugerindo que a recomposição recente não pode ser atribuída exclusivamente à consolidação do arcabouço institucional relativa à eficácia da política ambiental de áreas protegidas em São Paulo, mas integra uma dinâmica territorial mais ampla.

Assim, ao integrar análise temporal de longo prazo, decomposição estrutural dos usos da terra e espacialização municipal dos mecanismos de realocação, o presente artigo contribui para o debate sobre transição florestal em escala subnacional ao evidenciar os processos subjacentes à variação líquida da cobertura vegetal. Em vez de tratar a expansão florestal apenas como resultado agregado, a abordagem adotada permitiu identificar os mecanismos estruturais que a sustentam e distinguir seu caráter territorial.

Embora a periodização adotada coincida com marcos relevantes da política ambiental estadual e federal, a natureza exploratória da análise não permite estabelecer relações causais diretas entre instrumentos específicos e as mudanças identificadas. Investigações futuras baseadas em estratégias inferenciais poderão aprofundar a compreensão sobre o papel relativo das políticas públicas, das dinâmicas de mercado e dos processos autônomos de regeneração na consolidação dessa transição.

Em conjunto, nossos achados são compatíveis com a interpretação de que o estado de São Paulo atravessa um processo de transição florestal caracterizado por

reorganização estrutural do uso da terra em contexto de intensificação produtiva e consolidação regulatória.

Referências

ALENCAR, A. *et al.* Mapping Three Decades of Changes in the Brazilian Savanna Native Vegetation Using Landsat Data Processed in the Google Earth Engine Platform. *Remote Sensing*, v. 12, n. 6, p. 924, 2020. DOI: 10.3390/rs12060924.

BICUDO DA SILVA, R. F.; BATISTELLA, M.; FERREIRA, L. G.; VIEIRA, S. A. Toward a forest transition across the Brazilian Atlantic Forest. *Frontiers in Forests and Global Change*, v. 6, 2023. DOI: 10.3389/ffgc.2023.1071495.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938/1981, 9.393/1996 e 11.428/2006; revoga as Leis nos 4.771/1965 e 7.754/1989 e a Medida Provisória nº 2.166-67/2001; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 28 maio 2012.

BRASIL. Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; altera as Leis nos 8.212/1991, 8.629/1993 e 6.938/1981; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 14 jan. 2021.

BRASIL. Decreto nº 8.235, de 5 de maio de 2014. Estabelece normas gerais complementares aos Programas de Regularização Ambiental dos Estados e do Distrito Federal — PRA, de que trata o Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012, e institui o Programa Mais Ambiente Brasil. Brasília, DF: Presidência da República, 2014.

BRASIL. Decreto nº 8.972, de 23 de janeiro de 2017. Institui a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa — Proveg, dispõe sobre seus objetivos e diretrizes, estabelece seus instrumentos e define sua governança. Brasília, DF: Presidência da República, 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. *Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade — EPANB 2025–2030*. Brasília, DF: MMA, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/sbio/departamento-de-conservacao-e-uso-sustentavel-da-biodiversidade/epanb>.

CALABONI, A. *et al.* The forest transition in São Paulo, Brazil: historical patterns and potential drivers. *Ecology and Society*, v. 23, n. 4, art. 7, 2018. DOI: 10.5751/ES-10270-230407.

CALDARELLI, C. E.; GILIO, L. Expansion of the sugarcane industry and its effects on land use in São Paulo: Analysis from 2000 through 2015. *Land Use Policy*, v. 76, p. 264-274, jul. 2018. DOI: 10.1016/j.landusepol.2018.05.008.

CAMARA, M. R. G.; CALDARELLI, C. E. Expansão canavieira e o uso da terra no estado de São Paulo. *Estudos Avançados*, v. 30, n. 88, p. 93-116, 2016. DOI: 10.1590/S0103-40142016.30880008.

COSTA, H. S. C. *et al.* Trends in land-use and land-cover change: key insights for managing the Atlantic Forest transition. *Land*, v. 13, n. 12, p. 2020, 2024. DOI: 10.3390/land13122020.

DUDEN, A. S. *et al.* Drivers of reforestation across land-use sectors in the state of São Paulo, Brazil. *Land Use Policy*, v. 150, p. 107477, 2025. DOI: 10.1016/j.landusepol.2025.107477.

FERREIRA FILHO, J. B. S.; RIBERA, L.; HORRIDGE, M. Deforestation Control and Agricultural Supply in Brazil. *American Journal of Agricultural Economics*, v. 97, n. 2, p. 589-601, 2015. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/24476502>.

GASQUES, J. G. *et al.* Produtividade da agricultura brasileira e os efeitos de algumas políticas. *Revista de Política Agrícola*, v. 21, n. 3, p. 83-92, jul./set. 2012.

GIRARDI, E. P. *Atlas da Questão Agrária Brasileira*. Presidente Prudente: Unesp/NERA, 2008. Disponível em: <https://www.atlasbrasilagrario.com.br>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Produção Agrícola Municipal*. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html>.

KILLICK, R.; FEARNHEAD, P.; ECKLEY, I. A. Optimal Detection of Changepoints with a Linear Computational Cost. *Journal of the American Statistical Association*, v. 107, n. 500, p. 1590-1598, 2012.

KILLICK, R.; ECKLEY, I. A. Changepoint: An R Package for Changepoint Analysis. *Journal of Statistical Software*, v. 58, n. 3, p. 1-19, 2014. DOI: 10.18637/jss.v058.i03.

KLEIN, H. S.; LUNA, F. V. *Feeding the world: Brazil's transformation into a modern agricultural economy*. Cambridge: Cambridge University Press, 2019.

KODAMA, I. S.; LOURENZANI, W. L. Mudanças no uso da terra a partir da expansão do cultivo da cana-de-açúcar na região Oeste do Estado de São Paulo. *Desenvolvimento em Questão*, v. 19, n. 55, p. 132-153, 2021. DOI: 10.21527/2237-6453.2021.55.132-153.

LOURENZANI, W. L.; CALDAS, M. M. Mudanças no uso da terra decorrentes da expansão da cultura da cana-de-açúcar na região oeste do estado de São Paulo. *Ciência Rural*, v. 44, n. 11, p. 1980-1987, 2014. DOI: 10.1590/0103-8478cr20140186.

MAPBIOMAS. *Biomass, Estados e Municípios (Coleção 10) – Cobertura*: dados de área (hectares) por classe de cobertura e uso da terra para o cruzamento entre cada bioma, estado e município brasileiro para o período de 1985 a 2024. 2025a. Disponível em: <https://doi.org/10.58053/MapBiomass/IBQPF6>. Acesso em: 27 set. 2025.

MAPBIOMAS. *Áreas Protegidas (Coleção 10) – Cobertura e Transições*: dados de área (hectares) por classe de cobertura e uso da terra por município, estado e bioma de 1985 a 2024. 2025b. Disponível em: <https://doi.org/10.58053/MapBiomass/PDQG5H>. Acesso em: 12 fev. 2026.

MAPBIOMAS. *Descrição Detalhada das Classes da Legenda (Coleção 10)*. 2025c. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2025/08/Legenda-Colecao-10-Descricao-Detalhada-PDF_PT-BR_EN.pdf. Acesso em: 1 jun. 2026.

MEYFROIDT, P.; LAMBIN, E. F. Global Forest transition: prospects for an end to deforestation. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 36, p. 343-371, 2011. DOI: 10.1146/annurev-environ-090710-143732.

NALON, M. A.; MATTOS, I. F. A.; FRANCO, G. A. D. C. *Inventário da cobertura vegetal nativa do estado de São Paulo*. São Paulo, SP: SIMA/IPA, 2022. 238 p. Disponível em: <https://repositorio.cetesb.sp.gov.br/items/32c6ecda-eee6-4a90-91f7-24d2de3cae83/full>.

SANTOS, L. S. dos *et al.* Sugarcane expansion in the microregion of Araraquara: a shift-share analysis. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, v. 18, p. 1238, 2024. DOI: 10.18011/bioeng.2024.v18.1238.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 62.914, de 8 de novembro de 2017. Reorganiza o Programa de Incentivo à Recuperação de Matas Ciliares e à

Recomposição de Vegetação nas Bacias Formadoras de Mananciais de Água – Programa Nascentes, e dá providências correlatas. *Diário Oficial do Estado de São Paulo*, São Paulo, SP, 9 nov. 2017.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 66.550, de 17 de março de 2022. Reorganiza o Programa Remanescentes Florestais, passando a denominar-se Programa Refloresta-SP, e dá providências correlatas. *Diário Oficial do Estado de São Paulo*, São Paulo, SP, 18 mar. 2022.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA nº 30, de 4 de junho de 2007. Institui o Programa Município VerdeAzul. *Diário Oficial do Estado de São Paulo*, São Paulo, SP, 5 jun. 2007.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 60.521, de 5 de junho de 2014. Institui o Programa de Incentivos à Recuperação de Matas Ciliares e à Recomposição de Vegetação nas Bacias Formadoras de Mananciais de Água — Programa Mata Ciliar, e dá providências correlatas. São Paulo: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 2014.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 15.684, de 14 de janeiro de 2015. Dispõe, em caráter específico e suplementar, sobre o Programa de Regularização Ambiental — PRA das propriedades e imóveis rurais, criado pela Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e sobre a aplicação da Lei Complementar Federal nº 140, de 8 de dezembro de 2011, no âmbito do Estado de São Paulo. São Paulo: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 2015.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 64.842, de 5 de março de 2020. Regulamenta a regularização ambiental de imóveis rurais no Estado de São Paulo, nos termos da Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e da Lei Estadual nº 15.684, de 14 de janeiro de 2015, e dá providências correlatas. São Paulo: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 2020.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 65.182, de 16 de setembro de 2020. Institui o Programa Agro Legal, regulamenta os artigos 27 e 32 da Lei nº 15.684, de 14 de janeiro de 2015, que dispõe sobre a regularização ambiental de imóveis rurais no Estado de São Paulo, e altera o Decreto nº 64.842, de 5 de março de 2020. São Paulo: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 2020.

SCHEER, M. A. P. da S. *Geoprocessamento e o modelo Shift-Share na análise das transformações do uso da terra nos municípios do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu (SP), 1979 a 2001*. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) — Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

SCHELP, L. K.; BRAGAGNOLO, C. Teoria da Transição Florestal: uma revisão bibliográfica para os biomas brasileiros. *Textos de Economia*, Florianópolis, v. 26, n. 2, p. 1-32, jul./dez. 2023. DOI: 10.5007/2175-8085.2023.e93917.

SILVA, T. R. *et al.* Factors affecting savanna and forest regeneration in pastures across the Cerrado. *Journal of Environmental Management*, v. 330, p. 117185, 2023. DOI: 10.1016/j.jenvman.2022.117185.

Apêndice A – Principais instrumentos normativos e programas relacionados à conservação e recuperação da vegetação nativa (SP)

Norma/iniciativa	Ano	Conteúdo central	Fonte
LEI Nº 5.973, DE 28 DE NOVEMBRO DE 1960	1960	Dispõe sobre a denominação do Parque Estadual do Alto Ribeira e dá outras providências	SÃO PAULO (Estado). LEI Nº 5.973, DE 28 DE NOVEMBRO DE 1960. Diretoria Geral da Secretaria de Estado dos Negócios Govêrno, aos 29 de novembro de 1960.
Conselho Estadual do Meio Ambiente – CONSEMA	1986	Principal órgão consultivo, normativo e recursal integrante do Sistema Ambiental Paulista, nos termos do artigo 193 da Constituição Estadual.	SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 20.914, de 26 de abril de 1983. São Paulo: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 1983.
LEI Nº 9.509, DE 20 DE MARÇO DE 1997	1997	Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação	SÃO PAULO (Estado). Lei nº 9.509, de 20 de março de 1997. São Paulo: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 1997.
Decreto nº 59.261/2013 — SICAR-SP	2013	Institui o Sistema de Cadastro Ambiental Rural do Estado de São Paulo — SICAR-SP, integrado ao SICAR federal. (Legislação SP)	SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 59.261, de 5 de junho de 2013. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 6 jun. 2013.
Resolução SMA nº 32/2014	2014	Estabelece orientações, diretrizes e critérios para restauração ecológica no Estado de São Paulo. (Semil SP)	SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA nº 32, de 3 de abril de 2014. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 5 abr. 2014.
Decreto nº 60.521/2014 — Programa Nascentes	2014	Institui o Programa de Incentivos à Recuperação de Matas Ciliares e Recomposição de Vegetação em bacias formadoras de mananciais. (Legislação SP)	SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 60.521, de 5 de junho de 2014. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 6 jun. 2014.
Lei estadual nº 15.684/2015	2015	Dispõe, em caráter específico e suplementar, sobre o Programa de Regularização Ambiental — PRA das propriedades e imóveis rurais, criado pela Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e	SÃO PAULO (Estado). Lei nº 15.684, de 14 de janeiro de 2015. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 15 jan. 2015.

Norma/iniciativa	Ano	Conteúdo central	Fonte
Resolução SMA nº 49/2015	2015	sobre a aplicação da Lei Complementar Federal nº 140, de 8 de dezembro de 2011, no âmbito do Estado de São Paulo. Disponibiliza o Sistema Informatizado de Apoio à Restauração Ecológica — SARE, instituído pela Resolução SMA nº 32, de 3 de abril de 2014, e dá providências correlatas.	SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA nº 49, de 17 de julho de 2015. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 18 jul. 2015.
Decreto nº 61.792/2016	2016	Regulamenta o Programa de Regularização Ambiental — PRA no Estado de São Paulo, instituído pela Lei nº 15.684, de 14 de janeiro de 2015, e dá providências correlatas.	SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 61.792, de 11 de janeiro de 2016. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 12 jan. 2016.
Decreto nº 62.914/2017 — reorganização do Programa Nascentes	2017	Reorganiza o Programa de Incentivos à Recuperação de Matas Ciliares e à Recomposição de Vegetação nas Bacias Formadoras de Mananciais de Água — Programa Nascentes, e dá providências correlatas.	SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 62.914, de 8 de novembro de 2017. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 9 nov. 2017.
Resolução SMA nº 07/2017	2017	Dispõe sobre os critérios e parâmetros para compensação ambiental de áreas objeto de pedido de autorização para supressão de vegetação nativa, corte de árvores isoladas e para intervenções em Áreas de Preservação Permanente no Estado de São Paulo.	SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA nº 7, de 18 de janeiro de 2017. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 20 jan. 2017.
Decreto nº 64.842/2020	2020	Regulamenta a regularização ambiental de imóveis rurais no Estado de São Paulo, nos termos da Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e da Lei Estadual nº 15.684,	SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 64.842, de 5 de março de 2020. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 6 mar. 2020.

Norma/iniciativa	Ano	Conteúdo central	Fonte
Decreto nº 65.182/2020 — Programa Agro Legal	2020	de 14 de janeiro de 2015, e dá providências correlatas. Institui o Programa Agro Legal, regulamenta os artigos 27 e 32 da Lei nº 15.684, de 14 de janeiro de 2015, que dispõe sobre a regularização ambiental de imóveis rurais no Estado de São Paulo, e altera o Decreto nº 64.842, de 5 de março de 2020.	SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 65.182, de 16 de setembro de 2020. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 17 set. 2020.
Resolução SIMA nº 73/2020	2020	Altera a Resolução SMA nº 32/2014 sobre restauração ecológica e SARE. (Semil SP)	SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. Resolução SIMA nº 73, de 16 de setembro de 2020. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 17 set. 2020.
Decreto nº 66.550/2022 — Refloresta-SP	2022	Reorganiza o Programa Remanescentes Florestais e estrutura o Refloresta-SP. (Legislação SP)	SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 66.550, de 7 de março de 2022. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 8 mar. 2022.
Resolução SEMIL nº 02/2024	2024	Define critérios e parâmetros para compensação ambiental por supressão de vegetação nativa, corte de árvores isoladas ou intervenção em APPs no estado. (Semil SP)	SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística. Resolução SEMIL nº 2, de 2 de janeiro de 2024. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 3 jan. 2024.
Programa Nascentes — informações institucionais SEMIL	2026	Atua desde 2014 em áreas prioritárias para segurança hídrica e biodiversidade, reunindo proprietários, financiadores e executores de restauração. (Semil SP)	SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística. Programa Nascentes restaura 115 hectares da Estação Ecológica de Barreiro Rico. São Paulo: SEMIL, [202-]. Disponível em: https://semil.sp.gov.br . Acesso em: 29 maio 2026.

Norma/iniciativa	Ano	Conteúdo central	Fonte
Programa Refloresta-SP — SEMIL	2026	Tem como meta apoiar e fomentar mudança de uso do solo em 700 mil hectares, com foco em pastagens de baixa aptidão agrícola. (Semil SP)	SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística. Programa Refloresta-SP. São Paulo: SEMIL, [202-].