



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Quatro Décadas do Setor Florestal em Minas Gerais, Brasil

Xavier Dominique Marie Chauvet¹, Luciano Cavalcante de Jesus França², Danielle Piuzana Mucida³, Sidney Araujo Cordeiro¹, Eric Bastos Gorgens¹

¹Departamento de Engenharia Florestal, Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, e-mail xavier@uvjm.edu.br, sidney.cordeiro@ufvjm.edu.br, eric.gorgens@ufvjm.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8242-0468>, <https://orcid.org/0000-0003-3739-5838>, <https://orcid.org/0000-0003-2517-0279>.

²Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, e-mail luciano.franca@ufu.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8885-972X>.

³Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, e-mail: danielle.piuzana@ufvjm.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5756-8081>.

Artigo recebido em 30/05/2024 e aceito em 26/12/2024

RESUMO

O Brasil é *player* global no mercado de produtos florestais, com destaque na alta produtividade e no tamanho de suas indústrias. O estado de Minas Gerais possui a maior área de florestas plantadas, principalmente formada por eucalipto. Este estudo analisa a trajetória evolutiva do setor florestal no estado de Minas Gerais desde 1985. Identificou-se os fluxos de ganhos e perdas de terras destinadas à silvicultura, mapeando a dinâmica do uso e a aptidão do solo. A silvicultura ocupava, aproximadamente, 0,66% (387.717 ha) do estado em 1985, apresentando um aumento de 380% (1.460.420 ha) no ano de 2022. Todas as mesorregiões do estado apresentaram expansão da silvicultura, apesar de ritmos diferentes. A silvicultura se expandiu sobre áreas de maior aptidão, substituindo principalmente vegetação nativa e pastagem; e não competiu por áreas com a agricultura. Este estudo fornece informações importantes para o planejamento estratégico e para tomadores de decisão visando o crescimento sustentável do setor florestal.

Palavras-Chave: Planejamento Territorial; Sistemas de Informações Geográficas; Ordenamento Florestal; Política Florestal; Potencial de Uso Conservacionista.

Four-decade of Forest Sector in Minas Gerais, Brazil

ABSTRACT

Brazil is a global player in forest plantation products, standing out by its high productivity and large industrial plants. The state of Minas Gerais has the most significant forest plantation extension, mainly made up of eucalyptus. This study analyzes the trajectory of the forestry sector in the state of Minas Gerais since 1985. We identified the flows of gain and loss of areas for silviculture, mapping the land use dynamic and the land aptitude. The forestry occupied approximately 0.66% (387,717 ha) of the state land in 1985 and increased 380% (1,475,934 ha) in 2022. All regions of the state expanded areas used for forest plantations. The silviculture expanded mainly over high or very high suitability lands. Forestry does not compete for land with agriculture and usually takes areas from pasture and natural vegetation. This study provides important information for planning and decision-makers to support the sustainable growth of the forestry sector.

Keywords: Territorial Planning; Geographic Information Systems; Forest Management; Forest Policy; Land use and land cover.

Introdução

A silvicultura foi no passado, frequentemente associada a regiões marginais e considerada uma atividade secundária em relação a outras culturas agrícolas. Historicamente, a vocação florestal esteve associada a terras que não são adequadas para práticas agrícolas convencionais (Andrade, 1922). As terras marginais seriam aquelas inadequadas para a agricultura, levando à sua classificação como áreas com "vocação florestal" quando não se identifica outra utilidade econômica.

A silvicultura moderna, disseminada principalmente pela Inglaterra durante o processo de colonização da Índia, buscava intensificar e uniformizar o cultivo de espécies florestais, permitindo o ganho em escala. A silvicultura moderna chega ao Brasil para suprir a demanda de madeira por parte da Companhia Paulista de Estrada de Ferro. Em meados do Século XX, o cultivo de eucalipto passa a ser adotado em escala comercial no estado de São Paulo para atender à crescente demanda por madeira (Andrade, 1922; Teixeira & Rodrigues, 2021).

Atualmente, a silvicultura é reconhecida por seu papel na produção de recursos madeireiros e na conservação ambiental, especialmente através de práticas sustentáveis e inovações tecnológicas. A cadeia produtiva florestal tem crescido fortemente nas últimas décadas, superando o crescimento do PIB do país. Além da geração de valor e de empregos, o setor florestal contribui com superávit para as exportações brasileiras (IBÁ, 2023). O valor da produção florestal atingiu o recorde de R\$ 37,9 bilhões em 2023 com um crescimento de 11,2% em relação ao ano de 2022. Distribuída em 4924 municípios, a silvicultura é responsável por 83,6% deste valor (IBGE, 2024).

A silvicultura brasileira é formada por 72% de cultivo de eucalipto, enquanto o pinus cobre, principalmente no sul do país, o restante das áreas (Cunha et al., 2021). Em pequena escala, existem plantios de acácia negra, teca, mogno africano, cedro australiano dentre outros. Sete estados brasileiros são responsáveis por cerca de 88% das áreas dedicadas ao setor de florestas plantadas: Minas Gerais (21,2%), Rio Grande do Sul (13,4%), Paraná (12,4%), Santa Catarina (11,8%), Mato Grosso do Sul (10,8%), São Paulo (10,8%) e Bahia (7,9%) (Mapbiomas, 2023).

O setor florestal brasileiro sempre sofreu grande pressão para adotar e apresentar uma gestão sustentável. As grandes empresas consumidoras de produtos florestais foram obrigadas pelo código florestal de 1965 (Lei nº 4.771, 1965) a garantir seu

abastecimento assegurando o plantio em áreas próprias ou de terceiros. Desta forma, foi imprescindível que as empresas desenvolvessem técnicas visando planejar, executar e controlar o plantio, colheita, implantação, manutenção, monitoramento, processamento e comercialização de seus produtos florestais. O alto grau de exigência, associado a condições edafoclimáticas favoráveis e a investimentos em desenvolvimento científico fizeram com que a silvicultura brasileira se posicionasse como a mais avançada do mundo e alcançasse a liderança mundial na produção e exportação de celulose (Cruz et al., 2023; Cunha et al., 2021; Flower et al., 2012).

No estado de Minas Gerais, a silvicultura alimenta duas importantes cadeias produtivas: do ferro-gusa com a produção de carvão vegetal e da celulose. Minas Gerais é o maior produtor e consumidor mundial de carvão vegetal. A produção é voltada principalmente para o abastecimento das usinas siderúrgicas (Rodrigues et al., 2021). Já a celulose contribui para balança comercial com um valor de US\$ 1, 017 bilhões, o que representa 12,8% das exportações brasileiras desta matéria (Brasil, 2024).

A silvicultura ganha espaço em Minas Gerais como fruto de uma estratégia política de desenvolvimento na década de 1970. Esta política, baseada no avanço da fronteira agrícola, visava o fortalecimento principalmente dos setores siderúrgico e de celulose; e incentivava a ocupação de áreas naturais e de terras que do ponto de vista do Estado, estavam subutilizadas (Bacha, 1991; Afonso & Miller, 2021; Oliveira et al., 2021; Teixeira & Rodrigues, 2021).

O objetivo deste estudo foi analisar a dinâmica do crescimento territorial da silvicultura no estado de Minas Gerais a partir do ano de 1985 até 2022, com recortes a cada dez anos. A pesquisa detalhou este desenvolvimento no contexto das mesorregiões, para as quais foram analisadas as mudanças na ocupação da terra e o potencial de uso conservacionista dos solos (PUC) envolvidos. A hipótese deste trabalho é que o crescimento da silvicultura em Minas Gerais ocorreu em prioritariamente sobre terras de menor aptidão, substituindo usos de baixo retorno econômico, como pastagens e áreas de vegetação nativa.

Material e métodos

Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado no estado de Minas Gerais, localizado na região Sudeste do Brasil. É o quarto maior estado brasileiro em área territorial, com cerca de 586.520 km², situado entre as coordenadas: 14° 10' S e 22° 55' S e 39° 52' W e 51° 00' W e dividido em 12 mesorregiões (Figura 1).

Registram-se no estado diferentes grupos climáticos, dos quais destacam-se: climas savânicos do tipo As e Aw; e climas temperados do tipo Cfa, Cfb, Cwa e Cwb; seguindo a classificação de Köppen (Alvares et al., 2013). A altitude varia

de 79 a 2890 m acima do nível do mar (Drummond et al., 2005). O estado abrange três dos domínios fitogeográficos brasileiros: Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, incluindo *hotspots* de biodiversidade como os Campos Rupestres (Myers et al., 2000; Morandi et al., 2020).

A população estadual é de aproximadamente 21,2 milhões de habitantes (IBGE, 2022a). Possui uma atividade agrossilvipastoril diversificada, com destaque para a produção de café, soja, milho, carnes, leite e silvicultura (IBGE, 2022a; IBGE, 2022b).

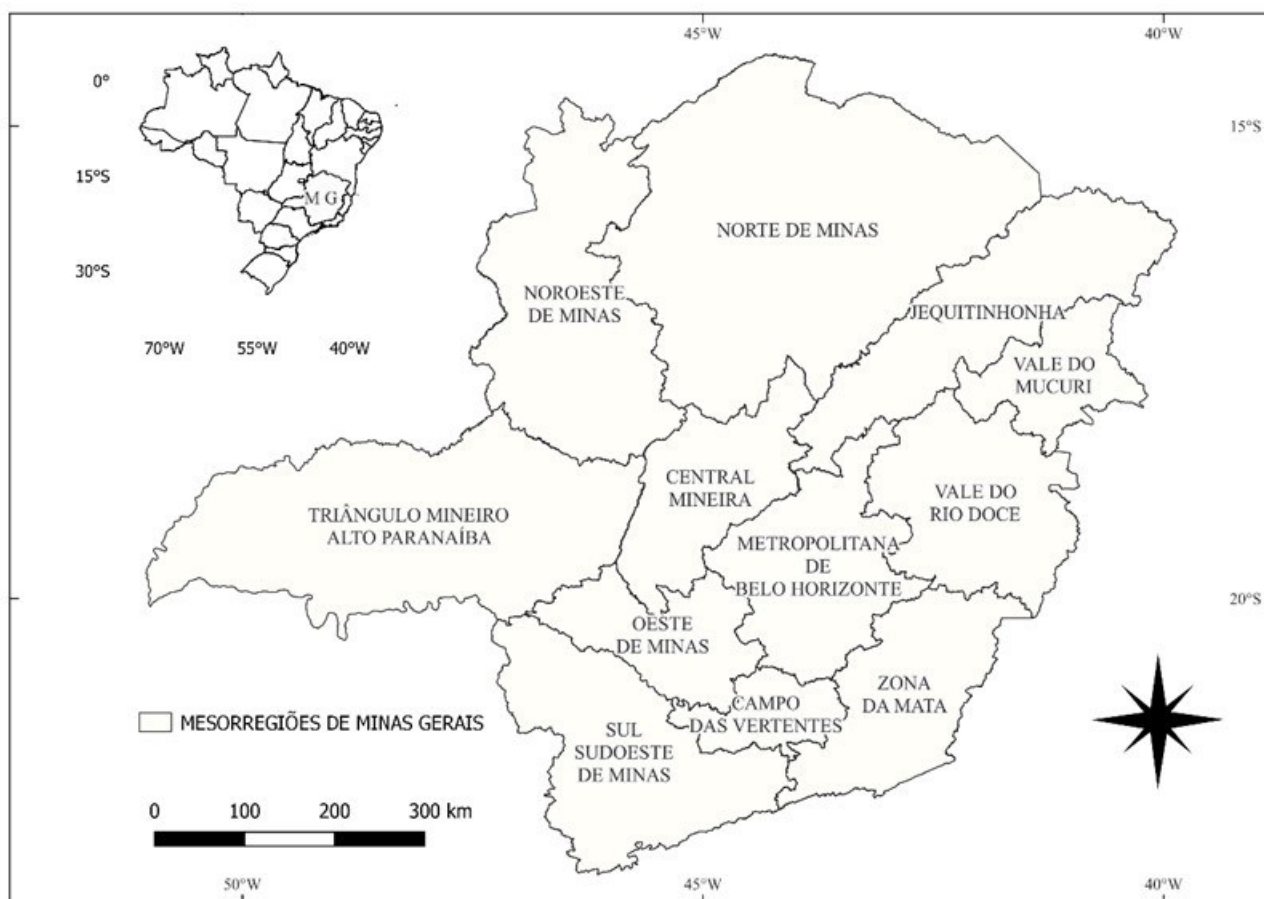


Figura 1. Área de estudo que compreende o Estado de Minas Gerais e sua divisão em mesorregiões. Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados de IDE-Sisema, 2021.

Metodologia

As bases de uso e ocupação da terra foram obtidas da coleção 8 do MapBiomas (2023) (<https://mapbiomas.org/>) para os anos 1985, 1995, 2005, 2015 e 2022. As classes originais do Mapbiomas foram agrupadas em vegetação nativa (superclasse floresta – 1.1 a 1.5 e super classe formação natural – 2.1 a 2.6), silvicultura (classe silvicultura 3.3), agricultura (classe agricultura 3.2), pastagem (classe pastagem – 3.1 e classe mosaico de usos – 3.4), água (classes corpo d'água

– 5.1 e 5.2) e outros usos (super classe área não vegetada – 4.1 a 4.4). A partir do cruzamento dos dados de uso e cobertura da terra para os anos, foi calculada a matriz de frequência das classes de uso ao longo de cada decênio. As análises foram realizadas considerando todo o estado e também, cada uma das 12 mesorregiões do IBGE, (2021).

A aptidão da terra de Minas Gerais para atividades agrossilvipastoris foi obtida pelo método do Potencial de Uso Conservacionista – PUC. Foi calculada a partir do cruzamento de

informações sobre a litologia, tipo de solo e declividade do terreno. Estas camadas refletem o potencial da terra considerando aspectos de recarga hídrica, velocidade de escoamento, infiltração de água, drenagem natural, fertilidade, profundidade efetiva e resistência à erosão (Costa et al., 2017).

As classes de cada camada são associadas a pesos segundo Costa et al. (2017), que refletem o respectivo potencial para uso agrosilvipastoril. As camadas são então combinadas considerando pesos de 50% para declividade, 39% para classes de solo e 11% para litologia (Costa et al., 2019). A contribuição de cada camada foi definida por meio de uma análise multicritério como descrito em Costa et al. (2017). A camada final de aptidão, apresentou um valor entre 1 e 5, em que 1 representa muito baixa aptidão e 5 muito alta aptidão para atividades agrosilvipastoris (Mucida et al., 2023).

Em seguida, a análise concentrou-se apenas nas áreas de silvicultura. Foram analisadas

as classes de origem e destino para os pixels de silvicultura para cada um dos anos (1985, 1995, 2005, 2015 e 2022). Desta forma, foi possível determinar as áreas onde houve expansão, manutenção ou retração da silvicultura ao longo de trinta e sete anos. Com os dados obtidos qualificou-se os ganhos e perdas de área pela silvicultura em relação aos outros usos, e em relação à aptidão da terra para atividades agrosilvipastoris.

Para discutir a dinâmica das áreas de silvicultura, foram levantados por meio de bases oficiais, os principais atores do setor florestal mineiro e suas áreas de atuação. Toda a análise foi realizada em ambiente Google Colaboratory integrado ao Google Earth Engine (https://colab.research.google.com/drive/1HHNyUQkGpP8UHki9njD_OrYAvxgNm9iu?usp=sharing). A visualização dos resultados foi realizada no QGIS 3.26 (Figura 2).

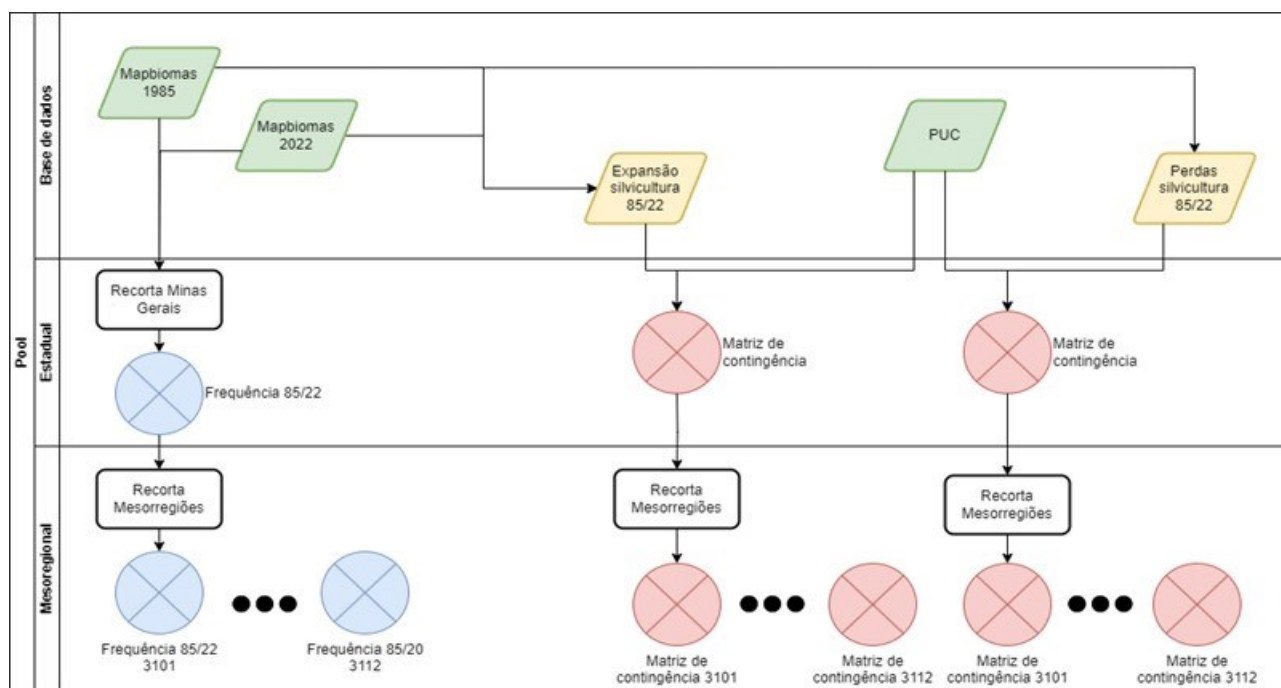


Figura 2. Etapas processamento e análise de dados aplicados no estudo.

Resultados

A principal cobertura da terra em Minas Gerais é a vegetação nativa, tendo a pastagem como o uso com maior extensão. Em 1985, estas duas classes representavam 95,6% da área

territorial do Estado, passando em 2022 para 86,2%. Os usos que cresceram foi a agricultura (4.027.294 ha), seguido pela silvicultura (1.475.933 ha). A silvicultura, que ocupava 0,7% da área de Minas Gerais em 1985, passou a ocupar 3,2% em 2022, representando um ganho de 378,7% (Tabela 1).

Tabela 1. Área em hectares (ha) do uso e cobertura da terra em Minas Gerais por decênio, a partir de 1985, com base na coleção 8 do MapBiomias.

Classes/ anos	Área (ha)				
	1985	1995	2005	2015	2022
Vegetação nativa	23.372.300	21.889.630	21.087.149	20.696.721	20.652.641
Pastagem	32.731.368	33.128.490	32.528.028	30.859.607	29.905.345
Agricultura	834.365	1.571.860	2.860.959	4.209.670	4.861.659
Silvicultura	389.717	896.953	962.096	1.708.059	1.865.651
Água	722.954	747.859	717.749	585.132	687.432
Outros	600.694	416.606	495.417	592.210	678.670
Total			58.651.398		

A mesorregião Norte de Minas liderou a expansão da silvicultura em termos absolutos (25,5%). Juntamente com as mesorregiões do Noroeste de Minas e do Jequitinhonha, elas formam um dos polos da silvicultura, na parte norte do estado (51,7% da expansão). A mesorregião Central Mineira também apresentou forte expansão, atingindo 13,9%, destinando para silvicultura 7,0% do seu território (Tabela 2).

Todas as mesorregiões do estado apresentaram ganhos de área associada à silvicultura. O Vale do Rio Doce apresentou 6,5% da expansão, o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba com 5,4%, a

região Metropolitana de Belo Horizonte com 6,7%, o Oeste de Minas com 4,8% e Sul e Sudoeste de Minas com 4,7%. Essas regiões representaram 28% da expansão para uma extensão territorial que abrange 41,8% do estado.

Com exceção da Central Mineira, o índice de expansão refletiu um crescimento balanceado e proporcional, com valores inferiores ou próximos a 1 (Tabela 2). Apesar da dinâmica da expansão ter sido diferente entre as mesorregiões, todas elas contribuíram para o crescimento da silvicultura em Minas Gerais, incluindo Campo das Vertentes, Vale do Mucuri e Zona da Mata, que representam juntas, 6,5% da expansão.

Tabela 2. Contribuição de cada mesorregião para os ganhos e perdas de área de silvicultura entre 1985 e 2022.

Mesorregião	Retração de área de silvicultura		Ganho de área de silvicultura		Área relativa ao Estado	Expansão silvicultura	Índice de expansão
	ha	%	ha	% (a)	% (b)	%	(a / b)
Campo das Vertentes	343	0,2	33.900	2,1	2,1	2,7	1,0
Central Mineira	14.214	10,1	224.133	13,9	5,4	7,0	2,6
Jequitinhonha	6.522	4,6	219.374	13,6	8,6	4,4	1,6
Metropolitana	8712	6,2	107.904	6,7	6,7	2,7	1,0
Noroeste de Minas	6.858	4,9	203.210	12,6	10,6	3,3	1,2
Norte de Minas	66.508	47,2	412.258	25,5	21,9	3,3	1,2
Oeste de Minas	847	0,6	77.116	4,8	4,1	3,2	1,2
Sul e Sudoeste de Minas	1.457	1,0	76.508	4,7	8,5	1,5	0,6
Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	29.765	21,1	87.831	5,4	15,4	1,0	0,4
Vale do Mucuri	4	0,0	29.932	1,9	3,4	1,5	0,6
Vale do Rio Doce	4.823	3,4	105.580	6,5	7,1	2,5	0,9
Zona da Mata	811	0,6	39.052	2,4	6,1	1,1	0,4
Total Minas Gerais	140.864	100,0	1.616.797	100,0	100,0		1

Comparando as áreas ocupadas em 2022, com a cobertura e uso de 1985, a silvicultura se consolidou principalmente sobre áreas de pastagem (47,7%) e de vegetação nativa (37,7%). Já a agricultura se consolidou principalmente em áreas ocupadas por pastagem (66,1%). Nota-se que a troca de terras entre agricultura e silvicultura é praticamente inexistente neste período, com trocas estimadas a 0,6 % (Tabela 3).

O desenvolvimento da silvicultura sobre a paisagem não ocorreu de forma homogênea em

todo o estado. Na região do Jequitinhonha, 63,6% das áreas que ao longo de quatro décadas se tornaram ativos da silvicultura, tinham em 1985 sua cobertura com vegetação nativa. Seguida pelas regiões Norte de Minas e Noroeste de Minas com 58,8% e 52,4% respectivamente; e das regiões Metropolitana e Vale do Rio Doce, com 48,8 e 50,1% respectivamente. Nas demais mesorregiões, a silvicultura se consolidou principalmente em áreas que já estavam antropizadas em 1985 (classe de pastagem, com valores entre 71 e 89%) (Tabela 4).

Tabela 3. Composição das classes de uso e ocupação da terra em 2022 em relação a 1985 para o estado de Minas Gerais.

		1985						
		Classes (%)	Veg. Nativa	Pastagem	Agricultura	Silvicultura	Água	Outros
2022	Veg. Nativa		82,7	16,1	0,3	0,3	0,4	0,2
	Pastagem		15,0	83,3	0,7	0,2	0,2	0,7
	Agricultura		19,6	66,1	11,8	0,6	0,0	1,9
	Silvicultura		37,7	47,7	0,3	13,3	0,0	0,9
	Água		6,3	9,9	0,1	0,0	82,1	1,5
	Outros		17,0	47,8	0,8	0,3	1,5	32,6

Tabela 4. Classes de uso e ocupação da terra sobre as quais houve à expansão da silvicultura por mesorregião (A) e no estado de Minas Gerais (B).

Mesorregião	Áreas (%) de classes de uso e ocupação da terra									
	Vegetação nativa		Pastagem		Agricultura		Água		Outros	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Campo das Vertentes	10,0	0,5	88,9	3,4	0,5	2,9	0,0	0,2	0,6	1,1
Central Mineira	23,7	7,5	75,5	19,0	0,1	5,3	0,0	3,4	0,7	9,8
Jequitinhonha	63,6	19,8	36,1	8,9	0,0	0,9	0,0	1,3	0,3	3,4
Metropolitana	48,8	7,5	50,6	6,1	0,1	1,1	0,1	27,9	0,4	2,5
Noroeste de Minas	52,4	15,1	46,0	10,5	0,3	9,6	0,0	1,5	1,4	16,6
Norte de Minas	58,8	34,5	39,3	18,2	0,0	2,3	0,1	38,7	1,7	42,3
Oeste de Minas	10,0	1,1	89,0	7,7	0,3	3,4	0,1	8,6	0,7	3,0
Sul e Sudoeste de Minas	18,8	2,0	78,7	6,8	2,0	24,5	0,0	0,4	0,5	2,2
Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	24,0	3,0	71,0	7,0	2,7	36,9	0,1	12,1	2,3	11,7
Vale do Mucuri	17,3	0,7	82,1	2,8	0,1	0,5	0,1	4,1	0,4	0,7
Vale do Rio Doce	50,1	7,5	48,7	5,8	0,2	2,8	0,0	1,5	1,0	6,4
Zona da Mata	12,3	0,7	85,9	3,8	1,6	10,0	0,0	0,4	0,2	0,4

A área de silvicultura passou por fortes mudanças de tendência ao longo das décadas estudadas. Na década de 1985, nota-se um forte crescimento com acentuada utilização de áreas inicialmente cobertas por vegetação nativa. Em 1995, o setor passa por um período de consolidação, com pequena expansão tanto sobre vegetação nativa quanto pastagem, apresentando inclusive abandono de algumas áreas que retornam para vegetação nativa e pastagem (Figura 3).

Na década de 2005, houve novamente uma forte expansão da silvicultura, porém neste ciclo, o

crescimento ocorre principalmente sobre áreas de pastagem e em menor proporção, em áreas de vegetação nativa. É neste período também que certas regiões, até então, sem representação na silvicultura iniciaram um processo produtivo mais intenso (ex: Campo das Vertentes, Oeste de Minas, Sul/Sudoeste de Minas, Vale do Mucuri e Zona da Mata - Tabela 5). Na década seguinte, 2015, observa-se novamente um período de consolidação, com um pequeno crescimento observado tanto sobre área de vegetação nativa, quanto área de pastagem.

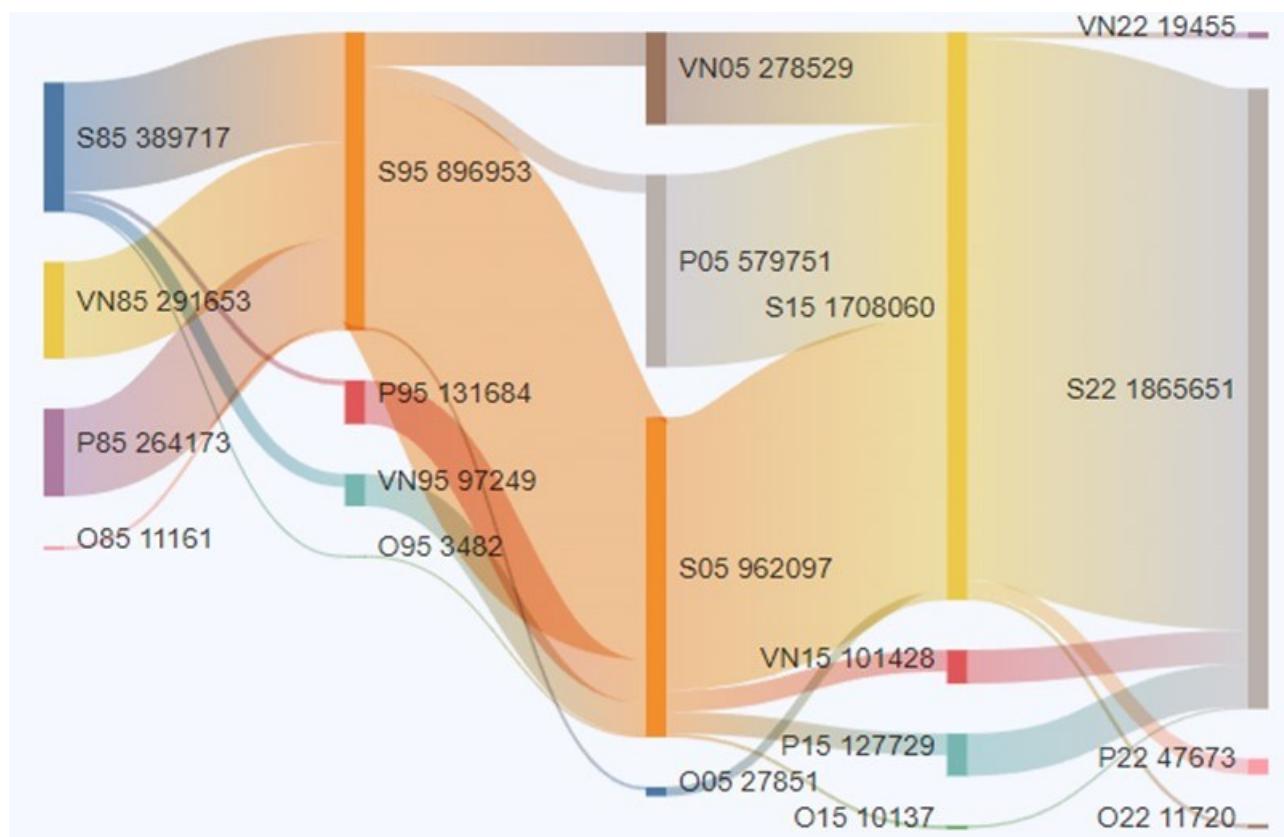


Figura 3. Dinâmica da silvicultura no estado de Minas Gerais por decênio entre os anos de 1985 e 2022. Onde: S: silvicultura; VN: vegetação nativa; P: pastagem; e O: outros usos, incluindo a agricultura. O numeral após a letra, indica o ano em análise sendo 1985, 1995, 2005 e 2022. Os valores indicam a área em hectares.

Tabela 5. Dinâmica da expansão da silvicultura de 1985 a 2022 por mesorregião para o estado de Minas Gerais.

Mesorregião	Área (ha)				
	1985	1995	2005	2015	2022
Campo das Vertentes	495	2.884	5.675	34.781	34.052
Central Mineira	41.445	106.309	137.977	233.221	253.064
Jequitinhonha	51.748	114.820	131.350	226.916	264.601
Metropolitana	23.230	55.604	64.741	111.047	122.422
Noroeste de Minas	9.263	87.431	95.238	198.006	205.615
Norte de Minas	143.960	347.385	314.198	447.765	489.710
Oeste de Minas	1.891	7.509	15.620	75.169	78.160
Sul e Sudoeste de Minas	2.747	7.989	14.839	68.712	77.797
Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	91.036	96.916	96.786	148.931	149.102
Vale do Mucuri	57	73	4.488	20.751	29.985
Vale do Rio Doce	20.994	65.850	75.632	105.751	121.750
Zona da Mata	1.152	4183	5.552	37.008	39.392
Total Minas Gerais	389.717	896.953	962.096	1.708.059	1.865.650

A expansão da silvicultura ao longo das últimas 4 décadas se concentrou em áreas de maior aptidão: 34,3% de novas áreas de silvicultura ocuparam aptidão média, 48,7% aptidão alta e

12,6% aptidão muito alta. As áreas de aptidão baixa (6,1 %) e muito baixa (0,7 %) apresentaram uma participação pouco relevante nessa expansão (Tabela 6, coluna A) (Figura 4).

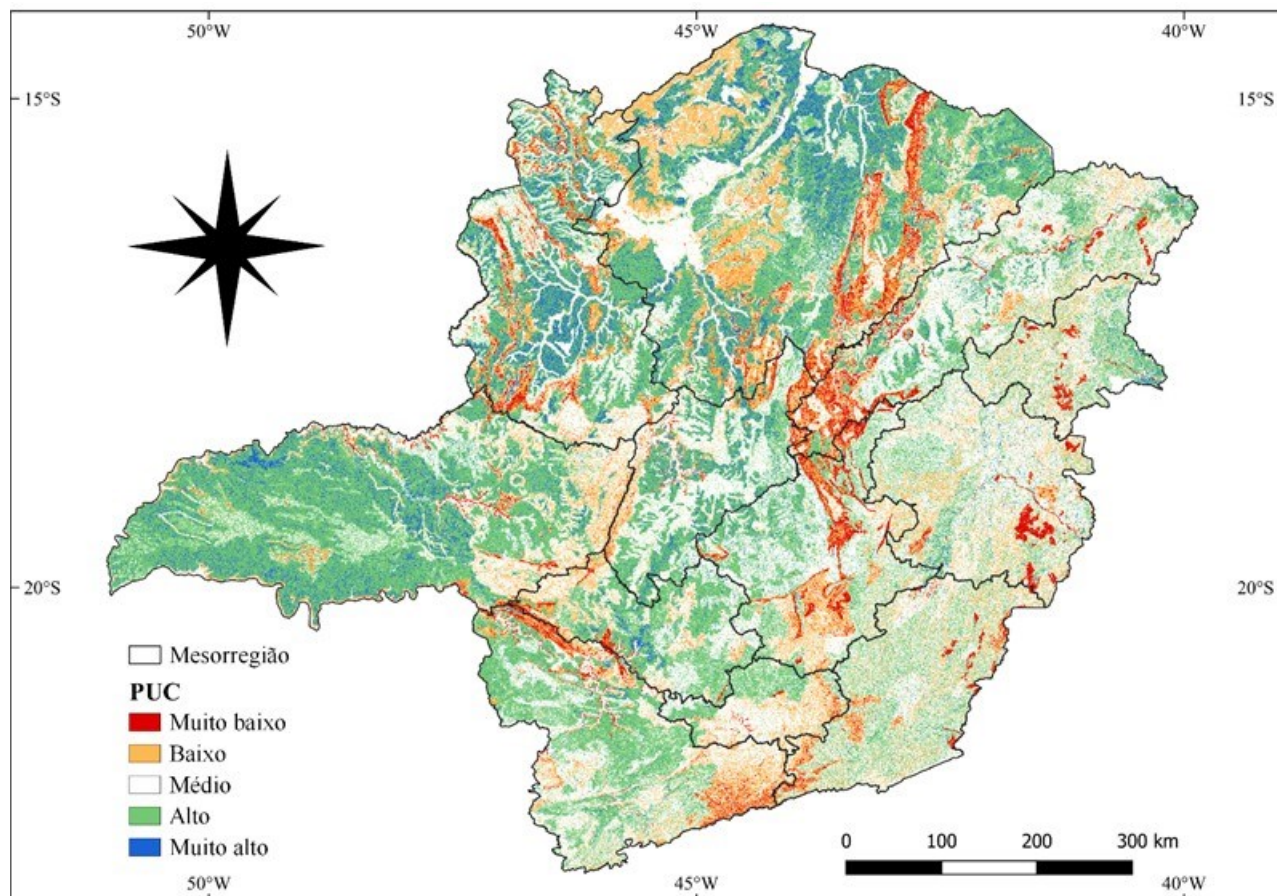


Figura 4. Potencial de uso para fins agrossilvipastoris no estado de Minas Gerais.

Tabela 6. Potencial de Uso Conservacionista (PUC) das áreas sobre as quais houve expansão da silvicultura por mesorregião (A) e no estado de Minas Gerais (B).

Mesorregião	Área (%) do Potencial de Uso Conservacionista (PUC) por mesorregião (A) e para o estado de Minas Gerais (B)									
	Muito baixo		Baixo		Médio		Alto		Muito alto	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Campo das Vertentes	1,5	4,6	15,3	5,1	45,1	3,0	36,9	1,6	1,2	0,2
Central Mineira	0,1	1,5	3,6	7,8	30,4	13,1	51,3	14,4	14,6	15,9
Jequitinhonha	0,3	6,5	2,6	5,6	28,2	12,1	56,4	15,8	12,5	13,6
Metropolitana	3,7	35,1	10,6	11,2	50,6	10,7	32,2	4,4	2,8	1,5
Noroeste de Minas	0,1	1,4	6,4	12,8	21,6	8,6	49,6	12,9	22,3	22,5
Norte de Minas	0,1	2,3	5,1	20,8	22,2	17,8	55,4	29,1	17,2	35,2
Oeste de Minas	0,4	2,7	5,7	4,3	44,4	6,7	45,0	4,4	4,5	1,7
Sul e Sudoeste de Minas	2,2	14,6	16,1	11,8	50,6	7,3	29,7	2,8	1,4	0,5
Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	0,4	3,0	3,9	3,4	14,5	2,5	67,1	7,5	14,1	6,2
Vale do Mucuri	0,0	0,0	4,1	1,2	24,4	1,4	59,5	2,3	12,0	1,8
Vale do Rio Doce	1,1	10,4	9,0	9,3	60,5	12,5	28,0	3,8	1,4	0,8
Zona da Mata	5,2	17,9	17,6	6,7	56,7	4,3	20,1	1,0	0,4	0,1
Total Minas Gerais	0,7	100,0	6,1	100,0	34,3	100,0	48,7	100,0	12,6	100,0

A proporção da expansão sobre os diferentes potenciais da terra (Tabela 6, coluna A) mostra estratégias diferentes entre mesorregiões. No norte de Minas Gerais, o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba ocuparam predominantemente terras de aptidão Muito Alta e Alta. As mesorregiões na parte sul do estado tiveram expansão sobre áreas de Médio e Alto potencial. Em geral, a expansão sobre terras de baixa aptidão foi menos significativa, mas, ainda assim, apresenta diferenças entre as regiões: 12,3% para regiões na parte sul do estado e 4% para regiões na parte norte e leste.

As diferenças entre norte e sul do estado também podem ser notadas na participação efetiva das mesorregiões nas classes de aptidão ocupadas pela expansão silvicultural (Tabela 6, coluna B). 93,4% da expansão sobre áreas de muito alto potencial ocorreu nas regiões ao norte, central e triângulo mineiro. Nas regiões do Jequitinhonha e Central Mineira, 18,9 e 14,7% respectivamente das terras com maior aptidão estão associadas ao cultivo do eucalipto (Tabela 7).

Tabela 7. Percentual da aptidão da terra utilizada na expansão da silvicultura por mesorregião.

Mesorregião	Área (%) de aptidão da terra baseada no Potencial de Uso Conservacionista (PUC)				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
Campo das Vertentes	1,0	2,3	2,7	3,1	1,7
Central Mineira	0,1	2,0	5,8	10,0	14,7
Jequitinhonha	0,2	0,6	2,7	9,8	18,9
Metropolitana	1,1	1,7	2,9	3,7	3,6
Noroeste de Minas	0,0	1,0	2,6	5,0	6,1
Norte de Minas	0,1	1,3	2,5	4,3	4,3
Oeste de Minas	0,5	1,5	3,2	4,0	3,5
Sul e Sudoeste de Minas	1,0	1,8	1,8	1,2	0,8
Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	0,2	0,6	0,8	1,1	1,2
Vale do Mucuri	0,0	0,4	0,8	2,6	5,6
Vale do Rio Doce	1,3	1,3	2,6	3,5	1,7
Zona da Mata	1,8	1,1	1,1	0,9	0,3
Total Minas Gerais	0,5	1,2	2,4	3,6	4,6

As áreas abandonadas pela silvicultura estavam localizadas principalmente nas regiões Norte e “Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba” com respectivamente 47,2 e 21,1 % do total (Tabela 2).

Nessas regiões abandonou-se terras majoritariamente de alta aptidão (Tabela 8, colunas A e B).

Tabela 8. Abandono do uso da terra pela silvicultura, por mesorregião (A) e no estado de Minas Gerais (B) considerando as classes de aptidão da terra do Potencial de Uso Conservacionista (PUC).

Mesorregião	Área (%) de abandono do uso da terra pela silvicultura considerando as classes do Potencial de Uso Conservacionista (PUC)									
	Muito baixo		Baixo		Médio		Alto		Muito alto	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Campo das Vertentes	1,2	0,5	9,1	0,4	31,9	0,2	53,6	0,1	4,2	0,0
Central Mineira	0,0	0,2	1,0	3,2	16,5	8,5	65,1	10,7	17,5	11,2
Jequitinhonha	0,1	1,0	1,3	2,0	27,6	6,6	62,3	4,8	8,7	2,6
Metropolitana	3,8	69,0	11,7	23,3	52,8	16,4	30,2	3,0	1,4	0,6
Noroeste de Minas	0,0	0,1	1,7	2,8	6,5	1,6	61,9	5,0	29,9	9,3
Norte de Minas	0,0	6,0	2,4	37,6	18,8	45,7	64,8	50,5	14,0	42,3
Oeste de Minas	0,4	0,7	4,7	0,9	40,8	1,2	51,0	0,5	3,1	0,1
Sul e Sudoeste de Minas	0,8	2,1	5,5	1,5	61,6	2,7	29,9	0,4	2,1	0,1
Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	0,1	3,7	2,0	13,5	5,1	5,5	68,0	23,6	25,0	33,6
Vale do Mucuri	0,0	0,0	0,0	0,0	58,7	0,0	37,0	0,0	4,3	0,0
Vale do Rio Doce	0,1	0,7	10,8	10,7	64,7	10,0	23,6	1,2	0,8	0,2
Zona da Mata	9,6	15,9	22,0	4,0	50,4	1,4	17,5	0,2	0,5	0,0

Discussão

O início da janela temporal deste estudo coincide com o momento em que se finalizam os incentivos fiscais para o desenvolvimento de plantios florestais (aproximadamente em 1987)

(Teixeira & Rodrigues, 2021). No início da série histórica, a silvicultura ocupava uma área de 389.717 há, fechando o ano de 2022 com 1.865.651 ha (MapBiomass, 2023; Tabela 1). As políticas de estado que facilitaram o acesso à terra para as empresas e os incentivos fiscais explicam tanto a

importância que a silvicultura ocupa hoje para o Estado de Minas Gerais quanto o movimento de expansão ao longo das quatro décadas.

As grandes empresas florestais foram os principais elementos desse crescimento, estabelecendo grandes investimentos dentro de suas zonas de atuação (Bacha, 1991; Teixeira & Rodrigues, 2021). Nota-se que a expansão se dá ao

redor das plantas industriais instaladas, num processo de intensificação dos processos produtivos (Teixeira & Rodrigues, 2021) e ocupação de terras menos valorizadas. A expansão silvicultural no período estudado coincide com as regionais com maior presença de empresas florestais: a mesorregião Norte de Minas (15 empresas), seguido da Central Mineira (12) e Jequitinhonha (8) (Figura 5).

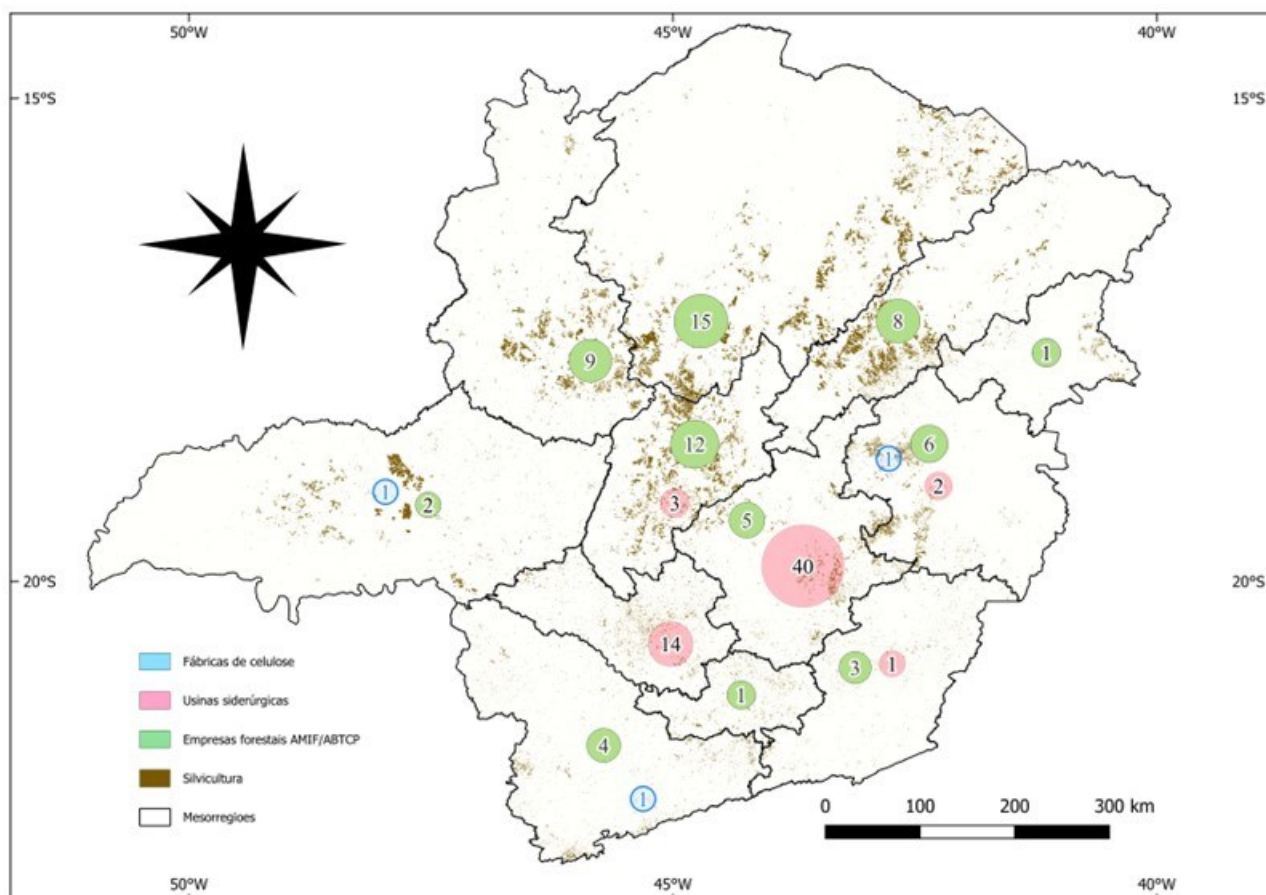


Figura 5. Representações por mesorregiões das empresas e suas filiais dos setores da indústria florestal, das usinas siderúrgicas e das fábricas de celulose. Fonte: Compilação dos autores a partir dos dados coletados nos sites de Mapbiomas (2023), AMIF (2024), SINDIFER (2024), Instituto Aço Brasil (2024), ABTCP (2024) e CNPJ BIZ (2024).

O fomento florestal do Instituto Estadual de Florestas (IEF) foi um mecanismo importante para o crescimento da base de florestas plantadas no Estado. Com uma política de incentivar a formação de uma base florestal para o abastecimento de matéria-prima em empreendimentos dos segmentos madeireiro e energético, o governo criou as condições jurídicas e fiscais para a aquisição dessas terras (Silva, 1999; Silva et al., 2022a). A criação do próprio IEF por meio de Lei estadual nº 2.606, em 5 de janeiro de 1962 se alinha temporalmente com a promulgação da Lei federal nº 5106/1966 que dispõe sobre os

incentivos fiscais concedidos a empreendimentos florestais (Oliveira et al., 2022).

Outro marco importante neste movimento, foi a criação da Fundação Rural Mineira - Colonização e Desenvolvimento Agrário (RURALMINAS). O objetivo da fundação era “a colonização e o desenvolvimento rural no Estado de Minas Gerais”, focando nas áreas devolutas (Lei nº 4278, 1966). Neste contexto, áreas devolutas eram consideradas terras que tradicionalmente eram de uso comum, mas que não tinham proprietários identificados.

Essa nova categorização permitiu a aquisição destas terras por pessoas físicas ou jurídicas (Calixto et al., 2009; Silva et al., 2022b). Essas políticas incentivaram, a partir de 1979, a expansão da silvicultura principalmente para a área de abrangência da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) (Santos et al., 2024). Esta região incluía o Vale do Jequitinhonha e o Vale do São Francisco (Bacha, 1991; Silva, 1999), favorecendo assim a silvicultura na parte norte do estado.

Este movimento de colonização é a base para o crescimento que será observado no primeiro decênio de 1985 a 1995, com a substituição principalmente de pastagem e vegetação nativa. É importante destacar aqui, que a supressão da vegetação nativa com conseqüente alteração do uso da terra não é necessariamente algo ilegal. O processo de conversão do uso da terra é previsto em lei, e é o que permite, usualmente ao proprietário da terra, dar fim econômico à propriedade rural.

Minas Gerais possui uma alta concentração de pastagem (MAPA, 2015), com declínio observado a partir de meados dos anos 2000 (LAPIG, 2024). Por outro lado, o movimento da dinâmica de uso da terra entre floresta e agricultura é praticamente nulo, visto que a agricultura também ocupou grande parte das áreas, que em 1985 eram pastagem. Isto mostra que a expansão da agricultura e silvicultura foram ocorrendo sobre matrizes diferentes, sem competição.

Nas regiões ao norte do estado, as empresas florestais ocuparam principalmente terras de maior potencial (classes alto e muito alto). Já na parte sul do estado, nota-se a ocupação de áreas de relevo mais declivoso, porém férteis, alcançando assim potenciais médios de aptidão, características comuns nessa parte do território mineiro (Mucida et al., 2023). A expansão da silvicultura é menos expressiva em regiões com forte desenvolvimento agrícola. Mesmo em regiões em que a agricultura é expressiva (ex: Noroeste de Minas), nota-se que a silvicultura se consolidou em partes distintas da agricultura (vide Figura 3), evitando a competição entre essas atividades. As empresas silvícolas no estado de Minas Gerais são altamente especializadas e muitas delas integradas às indústrias siderúrgicas ou de celulose para as quais possuem governança visando garantir a legalidade dos projetos florestais (Lei nº 12.651, 2012). Características essas que de ponto de vista gerencial não deixam espaços para a diversificação.

As mesorregiões Norte de Minas, Noroeste de Minas, Jequitinhonha, Mucuri e Central Mineira

concentraram 67,5 % da expansão (Tabela 2) preferencialmente nas terras de “alto” ou “muito alto” potencial. Essas terras são relativamente planas, com solos profundos, principalmente latossolos, mas com restrições climáticas (Borges et al., 2018; Mucida et al., 2023). As precipitações mais baixas encontradas no norte de Minas Gerais (Mello et al., 2007), associadas a uma distribuição irregular e concentrada em poucos meses do ano (Cruz et al., 2018) e as restrições de fertilidade (Teixeira & Rodrigues, 2024) não atraíram grandes investimentos agrícolas. Por outro lado, a eficiência de espécies do gênero *Eucalyptus* no uso da água, sua pouca sensibilidade à acidez no solo e seu sistema radicular mais profundo permitiram seu estabelecimento na região. Estes ganhos foram potencializados quando associados a programas de melhoramento genético e alto nível de mecanização promovidos pelas empresas florestais (Afonso & Miller, 2021).

As regiões Central Mineira e Metropolitana de Belo Horizonte foram objetos de investidas fortes das empresas de reflorestamento. Se as características físicas (solos planos e profundos) e o preço da terra foram motivos essenciais para investir no norte de Minas (Teixeira & Rodrigues, 2024), outro motivo foi responsável pela expansão da silvicultura nessas duas mesorregiões. Esta se deu principalmente pela proximidade com as empresas siderúrgicas dos polos de Sete lagoas, Divinópolis e Ipatinga; bem como das plantas de celulose em Belo Oriente (Rodrigues et al., 2021) (Figura 3). As empresas siderúrgicas dependem economicamente da proximidade das matérias primas (minério de ferro e carvão vegetal). O principal risco associado ao abastecimento do carvão vegetal, é a dificuldade de acesso ou a distância ao ponto consumidor (Gomes et al., 2007). Além do alto valor do transporte na atividade florestal, o risco é aumentado pelas incertezas envolvidas na composição do custo operacional, tal como o preço do combustível e a manutenção veicular (Virgens et al., 2021). Fenômeno similar é visto na mesorregião do Triângulo Mineiro, que possui forte vocação agrícola e alto custo da terra. Mesmo neste contexto adverso, um grande maciço florestal se constituiu, por volta de 1975, em torno de uma fábrica de painéis, e desde 2018 em torno de fábrica de celulose. Em outro exemplo de proximidade com os locais de consumo, fábricas de celulose situadas no sul da Bahia e no norte do estado do Espírito Santos proporcionaram o crescimento dos plantios florestais nas suas regiões de influência no Vale do Jequitinhonha e no Vale do Mucuri

(Afonso & Miller, 2021). Da mesma forma, na mesorregião do Rio do Vale Doce, empresas siderúrgicas e de celulose promoveram o crescimento da eucaliptocultura (Ribeiro et al., 2024).

Vale destacar que este trabalho se baseou exclusivamente na metodologia do MapBiomas (2023) (<https://brasil.mapbiomass.org/visao-geral-da-metodologia/>). As áreas mapeadas como silvicultura são em geral subestimadas se comparado a outras fontes (ex: associações das empresas florestais). No entanto, o Mapbiomas é a única fonte espacial disponível no momento, sendo, portanto, a única alternativa para este tipo de estudo. A acurácia geral variou entre 83,9% em 1985 e 85,8% em 2022 (<https://brasil.mapbiomass.org/estatistica-de-acuracia/colecao-8/>). Os erros de inclusão (quando a área mapeada como silvicultura era de outra classe) gira em torno de 10%, e os erros de omissão (quando uma área mapeada como outra classe era de silvicultura) chegam a 32,45% para o ano de 2022.

A produtividade da silvicultura teve ganhos substanciais a partir da década de 1980, enquanto na década de 1960 a média era de 10 m³.ha.ano⁻¹ com alta variabilidade e morte de cepas a partir da segunda rotação (Gonçalves et al., 2014, Teixeira & Rodrigues, 2024), atualmente atinge-se 23 a 43 m³.ha.ano⁻¹ em Minas Gerais dependendo do nível de restrição hídrica (Freitas et al., 2020). A classificação do uso e da cobertura do solo pela metodologia empregada se baseia na análise das frequências refletidas pela superfície terrestre para gerar padrões de comportamento espectral para cada classe. Deste modo, devido à padrões de reflectância diferentes em função da homogeneidade e da produtividade dos talhões (Dai et al., 2021), a identificação de florestas plantadas pela análise de imagens da década de 1980 será sujeita a erros de omissão superiores daquela de um período durante o qual a qualidade silvicultural dos plantios melhorou.

Conclusão

O estado de Minas Gerais após quatro décadas, manteve sua liderança na silvicultura brasileira. A expansão do cultivo foi expressiva, impulsionada principalmente pela necessidade de abastecer a crescente demanda das siderúrgicas e das indústrias de celulose. A dinâmica da silvicultura expressa as diferentes fases pelas quais o setor passou: incentivos fiscais, consolidação, demandas ambientais, e expansões.

A atividade silvícola se desenvolveu em todo o estado, porém de forma preferencial nas regiões do norte, ao redor das empresas instaladas, e próximas às regiões de alta demanda de matéria-prima para o abastecimento das siderurgias e fábricas de celulose. As áreas de contribuição para a expansão se dividem entre vegetação nativa e pastagem, considerando um recorte de que o norte privilegiou a expansão sobre áreas de vegetação nativa e o sul do estado privilegiou a expansão sobre áreas de pastagem.

Contrariando a nossa hipótese de crescimento marginal, a silvicultura em Minas Gerais ocupa preferencialmente áreas de alta a muito alta aptidão, sem competir com a agricultura. Isto faz com que a produção se mantenha elevada, especialmente num cenário em que se realiza fertilização e o melhoramento genético. Em regiões de maior demanda por terras, a silvicultura se adaptou, ocupando áreas de menor interesse (i.e. pastagens), mas selecionando áreas de médio potencial a alto potencial.

A silvicultura é um importante ator da economia mineira. Num cenário de expansão da produção, é fundamental planejar a aquisição e novas terras considerando não só o mapeamento de áreas de aptidão, mas também considerando os serviços ecossistêmicos da paisagem.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado pela FAPEMIG projetos: APQ-00943-21 e APQ-00185-22; pelo CNPq: projeto 306386-2022-4. Agradecemos ainda à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e Universidade Federal de Uberlândia pelo suporte logístico e de infraestrutura para realização do trabalho.

Referências

- ABTCP. Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2024). ABTCP. São Paulo. Disponível em: <https://www.abtcp.org.br/nossos-associados>
- Afonso, R.; Miller, D.C. (2021). Forest plantations and local economic development: Evidence from Minas Gerais, Brazil. *Forest Policy and Economics*, 133, 102618. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102618>.
- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.D.M., Sparovek, G. (2013). Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

- AMIF. Associação Mineira da Indústria Florestal, 2024. Relatório das associadas. Disponível em: <https://amif.org.br/pt/associadas/>
- Andrade, E.N. (1922). O problema florestal no Brasil. Seção de obras d 'o estado de São Paulo', Biblioteca d 'o estado de São Paulo', tomo n° L-2171, Disponível em <http://www.centralflorestal.com.br/2015/10/exclusivo-achados-os-escritos-originais.html>
- Bacha, C.J.C. (1991). A expansão da silvicultura no Brasil. *Revista Brasileira de Economia*, 45(1), 145-168.
- Borges, M.G., Leite, M.E., Leite, M.R. (2018). Mapeamento do eucalipto no estado de Minas Gerais utilizando o Sensor Modis. *Espaço Aberto*, 8(1), 53-70. <https://doi.org/10.36403/espacoaberto.2018.14364>
- Brasil. (2024). Celulose. Disponível em: <https://comexstat.mdic.gov.br/pt/comex-vis/4/2519933>.
- Calixto, J.S., Ribeiro, E.M., Galizoni, F.M., Macedo, R.L.G. (2009). Trabalho, terra e geração de renda em três décadas de reflorestamentos no alto Jequitinhonha. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 47, 519-538. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032009000200009>
- CNPJ BIZ. (2024). Lista de empresas do Brasil. Disponível em: <https://cnpj.biz/empresas>
- Costa, A.M. da, Viana, J.H.M., Evangelista, L. P., Carvalho, D.C., Pedras, K.C., Horta, I.,..., Sampaio, J.L.D. (2017). Ponderação de variáveis ambientais para a determinação do Potencial de Uso Conservacionista para o Estado de Minas Gerais. *Geografias*, 13(1), 118-133. <https://doi.org/10.35699/2237-549X..13439>.
- Costa, A.M. da, Silva, L.H., Silva, V.C., Moura, M.S., Mota, P.K., Araújo, B.J.R.S. (2019). Potencial de uso conservacionista (PUC) e uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do Córrego Guavirá, PR. *Perspectiva Geográfica*, 14(20), 107–122. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/52538>
- Cruz, G. C. da, Ribeiro, A. E. M., Galizoni, F. M. (2018). Semiárido, seca e “gerais” do Norte de Minas: uma revisão da bibliografia sobre o Alto-Médio São Francisco. *Campo-Território*, 13(31). <https://doi.org/10.14393/RCT133102>.
- Cruz, J.E., Lopes, C.R., Souza, L.R.D.S., Chahad, A.P., Ribeiro, L.D.A. (2023). Expansão da silvicultura do eucalipto em áreas do cerrado: fatores condicionantes e implicações econômicas, sociais e ambientais. *Mirante*, 16(1), 241-262. <https://doi.org/10.31668/mirante.v16i1.14041>
- Cunha, T.Q.G. da, Santos, A.C., Novaes, E., Hansted, A.L.S., Yamaji, F.M., Sette Jr, C.R. (2021). Eucalyptus expansion in Brazil: Energy yield in new forest frontiers. *Biomass and Bioenergy*, 144, 105900. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105900>
- Dai, P.V.S., Baio, F.H.R., Azevedo, G.D., Fagundes, L.A., Trento, A.C.S. (2021). Estimativa de volume de madeira baseada em índices de vegetação. *Scientia Forestalis*, 49(129), e3301. <https://doi.org/10.18671/scifor.v49n129.06>
- Drummond, G.M., Martins, C.S., Machado, A.M., Sebaio, F.A., Antonini, Y. (2005). Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2.
- Flower, C.E., Costilow, K.C., Gonzalez-Meler, M.A. Forest Management. In Craig, R.K., Nagle, J.C., Pardy, B., Schmitz, O.J., Smith, W.K. (Eds). (2012). *Berkshire Encyclopedia of Sustainability* 5/10: Ecosystem Management and Sustainability pp. 156–160). Berkshire. <https://doi.org/10.2307/jj.9561413.41>
- Freitas, E.C.S. de, Paiva, H.N., Neves, J.C.L., Marcatti, G.E., Leite, H.G. (2020). Modeling of eucalyptus productivity with artificial neural networks. *Industrial Crops and Products*, 146, 112149. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112149>
- Gomes, M.T.M., da Silva, M.L., Valverde, S.R., Jacovine, L.A.G., Soares, N.S., Pires, V. A. V. (2007). Diagnóstico da Indústria Siderúrgica em Minas Gerais. *CERNE*, 13, 60-66. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/744/74459039011.pdf>
- Gonçalves, J.D.M., Alvares, C.A., Behling, M., Alves, J.M., Pizzi, G.T., Angeli, A. (2014). Produtividade de plantações de eucalipto manejadas nos sistemas de alto fuste e talhadia, em função de fatores edafoclimáticos. *Scientia Florestalis*, 42(103): 411-419.
- IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. (2023). Relatório Anual 2023. Disponível em: <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2023-r.pdf>
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2021). Mesorregiões. Disponível

- em:
<https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/geonetwork/srv/api/records/62167060-31a0-4686-aedc-87700e60e7d9>
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022a). Extração Vegetal e Silvicultura. Disponível em:
<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/pesquisa/16/12705>
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022b). Produção Agropecuária. Disponível em:
<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mg>
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2024). Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2023. Disponível em:
https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/74/pevs_2023_v38_informativo.pdf
- Instituto Aço Brasil. Empresas associadas (2024). Disponível em:
<https://acobrasil.org.br/site/empresas-associadas/>
- LAPIG. Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento da UFG. (2024). Atlas das Pastagens. Disponível em:
<https://atlasdaspastagens.ufg.br/map>
- Lei nº 4278 de 21 de novembro 1966. (1966, 21 de novembro) Autoriza o Poder Executivo a instituir Fundação destinada a promover a colonização e o desenvolvimento agrário no Estado e dá outras providências. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/LEI/4278/1966/?cons=1>
- Lei nº 4,771, de 15 de setembro de 1965. (1965, 15 de setembro). Institui o novo Código Florestal. Diário Oficial da União. Disponível em:
https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/14771.htm
- Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. (2012, 25 de maio). Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União. Disponível em:
https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm
- MAPA. Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento. (2015). Estado da arte das pastagens em Minas Gerais. Disponível em:
<https://www.faemg.org.br/Content/uploads/publicacoes/arquivos/De4W1592321598974.pdf>
- Mapbiomas. (2023). Projeto MapBiomas – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. Disponível em:
<https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/>
- Mello, C.R.D., Sá, M.A.C.D., Curi, N., Mello, J.M.D., Viola, M.R., Silva, A.M.D. (2007). Erosividade mensal e anual da chuva no Estado de Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 42, 537-545. Disponível em:
<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000400012>
- Morandi, D.T., França, L.C. de J., Menezes, E.S., Machado, E.L.M., Silva, M.D., Mucida, D.P. (2020). Delimitation of ecological corridors between conservation units in the Brazilian Cerrado using a GIS and AHP approach. Ecological Indicators, 115, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106440>
- Mucida, D.P., Gorgens, E.B., Rech, A.R., Christofaro, C., Silva, R.S., Pereira, I.M., ... França, L.C.J. (2023). Designing optimal agrosilvopastoral landscape by the potential for conservation use in Brazil. Sustainable Horizons, 5, 100045. <https://doi.org/10.1016/j.horiz.2022.100045>
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C. G., Fonseca, G.A.B., Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403, 853-858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Oliveira, A.B., Paz, D.A. de S., Pereira, A.M. (2021). Grandes projetos agro-minero-exportadores na inserção da silvicultura do eucalipto na Amazônia maranhense. Caminhos de Geografia, 22(79), 219–231. <https://doi.org/10.14393/RCG227954119>
- Oliveira, A.B., Sousa Filho, J.C., Souza Paz, D. A. (2022). Da Fronteira Agrícola aos Territórios do Agronegócio Florestal: avanços da silvicultura de eucalipto sobre a agricultura familiar nos municípios de São Francisco do Brejão e João Lisboa, Maranhão, Brasil. Geografia, 31(1), 217-236. <https://doi.org/10.5433/2447-1747.2022v31n1p217>
- Ribeiro, S.C., Ferreira, E., Paula, L.G., Rodrigues, R., Drumond, M.A., Purcino, H., ..., Barbosa, P. (2024). What can be learned from using participatory landscape scenarios in Rio Doce State Park, Brazil?. Landscape Ecology, 39(3), 65. <https://doi.org/10.1007/s10980-024-01860-w>

- Rodrigues, G.S.D.S.C., Ross, J.L.S., Teixeira, G., Santiago, O.R.P.L., Franco, C. (2021). Eucalipto no Brasil. Expansão geográfica e impactos ambientais. Uberlândia: Composer. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/42063/1/LIVRO%20EUCALIPTO%20REVISADO%202024.pdf>
- Santos, P. R. de O., Travassos, L. E. P., Souza, J. B. de, Rodrigues, B. D., & Teixeira, R. C. (2024). Dinâmica temporal e espacial do plantio de eucalipto no eixo municipal Curvelo-Corinto, Minas Gerais, Brasil. *Revista Territorium Terram*, 7(11), 58–76. DOI: 10.5281/zenodo.12674994
- Silva, M.A.D.M. (1999). Errantes do fim do século. In *Errantes do fim do século*. São Paulo: Ed. UNESP (pp. 370-370).
- Silva, E. P. F. da, Galizoni, F. M., & Lima, V. M. P. (2022a). De mata à estação ecológica: um estudo sobre Acauã, Alto Jequitinhonha, Minas Gerais. *Argumentos-Revista do Departamento de Ciências Sociais da Unimontes*.
- Silva, E.P.F. da, Galizoni, F.M., Lima, V.M.P., Ribeiro, A. E. M., Paula, É. J. S.de, Santos, A.O., Santos, A.F.R. (2022b). Metamorfose da chapada: monocultura de eucalipto e tomadas de terras e águas no Alto Jequitinhonha, Minas Gerais. *Revista Campo-Território*, 17 (44), 63–89. <https://doi.org/10.14393/RCT164404>
- SINDIFER. Sindicato da Indústria do Ferro no Estado de Minas Gerais. Empresas associadas. (2024). Disponível em: <https://sindifer.com.br/sndfr/empresas-associadas/>
- Teixeira, G., Rodrigues, G.S.D.S.C. (2021). Trajetória geográfica da silvicultura em Minas Gerais. *Mercator*, 20, e20004. <https://doi.org/10.4215/rm2021.e20004>
- Teixeira, G., Rodrigues, G. S. D. S. C., & Bento-Gonçalves, A. (2024). Eucalyptus territorialization and environmental impacts in Brazil and Portugal. *Mercator (Fortaleza)*, 23, e23033. <https://doi.org/10.4215/rm2024.e23033>
- Virgens, A.P.D., Freitas, L.C.D., Silva, M.L.D. (2021). Avaliação financeira e gerenciamento de risco para diferentes distâncias de transporte de madeira pelo modal rodoviário. *Ciência Florestal*, 31, 880-897. <https://doi.org/10.5902/1980509835470>.