



**BRUNO AUGUSTO FONSECA DE OLIVEIRA**

**EXPANSÃO DO CULTIVO DE EUCALIPTO EM MINAS  
GERAIS: UMA ANÁLISE A PARTIR DO MODELO SHIFT-  
SHARE**

**LAVRAS-MG  
2023**

**BRUNO AUGUSTO FONSECA DE OLIVEIRA**

**EXPANSÃO DO CULTIVO DE EUCALIPTO EM MINAS GERAIS: UMA ANÁLISE  
A PARTIR DO MODELO SHIFT-SHARE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras como parte das  
exigências do Curso de Engenharia Florestal,  
para obtenção do título de Bacharel.

Profa. Dra. Carolina Souza Jarochinski e Silva  
Orientadora

Profa. Dra. Jaqueline Severino da Costa  
Coorientadora

**LAVRAS-MG  
2023**

**BRUNO AUGUSTO FONSECA DE OLIVEIRA**

**EXPANSÃO DO CULTIVO DE EUCALIPTO EM MINAS GERAIS: UMA ANÁLISE  
A PARTIR DO MODELO SHIFT-SHARE**

**EXPANSION OF EUCALYPTUS CULTIVATION IN MINAS GERAIS: AN  
ANALYSIS THROUGH THE SHIFT-SHARE MODEL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras como parte das  
exigências do Curso de Engenharia Florestal,  
para obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 23 de novembro de 2023.  
Dra. Carolina Souza Jarochinski e Silva UFLA  
Dr. Samuel José Silva Soares da Rocha UFLA  
Dr. Kalill José Viana da Páscoa UFLA

Profa. Dra. Carolina Souza Jarochinski e Silva  
Orientadora

Profa. Dra. Jaqueline Severino da Costa  
Coorientadora

**LAVRAS-MG  
2023**

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, que guiou meus passos ao longo de todos esses anos de estudos, permitindo que meus objetivos fossem alcançados.

À memória do meu amado pai e avô, Carlos e Raimundo, cujo investimento na minha educação foi um legado que me impulsionou até aqui.

À minha mãe e avó, Luciana e Elizabeth, pilares inabaláveis, agradeço por sempre terem proporcionado tudo o que era necessário para o meu crescimento e desenvolvimento. Seu amor e apoio foram luzes constantes em minha jornada.

À exemplar Universidade Federal de Lavras, expresso minha gratidão pela educação de excelência e pelo exemplo de comprometimento com o conhecimento.

Aos amigos que foram companheiros de jornada, aos que estiveram ao meu lado nos momentos difíceis e compartilharam as alegrias. Aos amigos internacionais que conheci durante meu intercâmbio, agradeço por ampliarem meus horizontes e enriquecerem minha experiência.

Por fim, à minha orientadora Carolina Jarochinski e coorientadora Jaqueline Severino, expresso minha profunda gratidão. Seu auxílio e amizade foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. A orientação de vocês não apenas guiou academicamente, mas também enriqueceu minha jornada com sabedoria e amizade.

Obrigado!

## RESUMO

O estudo do setor florestal desempenha um papel crucial na compreensão e no direcionamento dos seus investimentos, bem como na facilitação do comércio para produtores e consumidores de madeira. Com foco no cultivo de eucalipto em Minas Gerais, o presente trabalho buscou entender a evolução na expansão da produção da silvicultura frente a outros produtos agrícolas entre os anos de 2013 e 2022. A metodologia *Shift-Share* foi utilizada para alcançar o objetivo, pois esta possibilita verificar a expansão total do produto, além de decompor o resultado em efeito área e efeito rendimento. Ademais, o efeito área ainda pode ser subdividido em efeito escala e efeito substituição, demonstrando quais produtos estão sendo substituídos e quais estão ganhando escala nesse processo. Constatou-se que o cultivo de eucalipto em Minas Gerais teve um crescimento constante ao longo do período analisado, tanto em termos de área de cultivo como de produção. No entanto, foi observado que a produtividade do eucalipto diminuiu ao longo dos anos, bem como o efeito substituição, o que sugere que o eucalipto vem perdendo espaço para outras culturas.

**Palavras-chave:** Silvicultura. Eucalipto. Shift-Share. Mercado Florestal.

## **ABSTRACT**

The study of the forestry sector plays a crucial role in understanding and directing its investments, as well as facilitating trade for wood producers and consumers. Focusing on eucalyptus cultivation in Minas Gerais, this work sought to understand the evolution in the expansion of forestry production compared to other agricultural products between the years 2013 and 2022. The Shift-Share methodology was used to achieve the objective, as this makes it possible to verify the total expansion of the product, in addition to decomposing the result into area effect and yield effect. Furthermore, the area effect can also be subdivided into scale effect and substitution effect, demonstrating which products are being replaced and which are gaining scale in this process. It was found that eucalyptus cultivation in Minas Gerais had constant growth throughout the analyzed period, both in terms of cultivation area and production. However, it was observed that eucalyptus productivity has decreased over the years as well as the substitution effect, which suggests that eucalyptus has been losing space to other crops.

**Keywords:** Forestry. Eucalyptus. Shift-Share. Forest Market.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.2 – Principais destinos das exportações por produto .....	13
Figura 4.1 – Evolução dos principais produtos agrícolas (em ton.) em Minas Gerais no período de 2013-2022 .....	20
Figura 4.2 – Taxa de crescimento dos principais produtos agrícolas (em %) em Minas Gerais no período de 2013-2022 .....	21
Figura 4.3 – Evolução da área plantada (em ha) em Minas Gerais no período de 2013-2022 .....	21
Figura 4.4 – Taxa de crescimento da área plantada dos principais produtos agrícolas (em %) em Minas Gerais no período de 2013-2022 .....	22
Figura 4.5 – Evolução da produtividade em Minas Gerais no período de 2013-2022 .....	23
Figura 4.6 – Taxa de crescimento da produtividade dos principais produtos agrícolas (em %) em Minas Gerais no período de 2013-2022 .....	24
Figura 4.7 – Comparativo do Efeito Substituição entre as culturas ao longo dos períodos .....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Efeitos total, área e rendimento para a produção mineira de diversas culturas separadas por períodos.....	25
Tabela 4.2 – Decomposição da variação da área em Efeito Escala e Substituição (em mil hectares) por períodos.....	26



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Objetivo geral .....	10
1.2	Objetivos específicos .....	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	Cultivo de eucalipto .....	12
2.2	Setor florestal brasileiro .....	13
2.3	Setor florestal em Minas Gerais .....	14
3	MATERIAIS E MÉTODOS	15
3.1	Fontes de dados .....	15
3.2	Área de estudo .....	15
3.3	Modelo <i>Shift-Share</i> .....	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1	Efeito Área e Rendimento .....	24
4.2	Variação Área e sua decomposição .....	26
5	CONCLUSÃO	30
	REFERÊNCIAS	31

## 1 INTRODUÇÃO

O setor florestal desempenha um papel crucial na economia global, fornecendo uma variedade de produtos essenciais, desde madeira para construção até biomassa para energia. Entre as várias espécies de árvores cultivadas para fins comerciais, o eucalipto se destaca devido ao seu rápido crescimento e à versatilidade de seus produtos. No Brasil, o estado de Minas Gerais é um dos principais produtores de eucalipto (IBÁ, 2022).

As condições edafoclimáticas favoráveis do país, juntamente com o desenvolvimento de tecnologias e incentivos governamentais nas décadas de 70 e 80, colocaram o Brasil entre os principais produtores mundiais de silvicultura de florestas plantadas. Entre 1990 e 2015, o Brasil viu um aumento em sua área destinada a plantações florestais comerciais. No entanto, esse crescimento ocorreu a uma taxa geométrica média anual (TGMA) de 1,8%, abaixo da média global de 2,1%. No tempo presente, isso significa que o setor florestal brasileiro expandiu sua atuação e produção, contribuindo com 1,2% do PIB Nacional, gerando um saldo comercial de U\$10,7 bilhões e uma produção bruta de R\$ 244,6 bilhões.

Os plantios de florestas homogêneas estão presentes em praticamente todos os estados brasileiros, com destaque para Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo, que lideram em área de plantio florestal (IBGE/PEVS, 2022). Em 2022, a área ocupada por florestas plantadas no Brasil atingiu 9,5 milhões de hectares, com crescimento de 0,1% em relação ao ano anterior. O eucalipto é a espécie predominante, ocupando a maioria das áreas (77,3%), seguido por pinus (18,7%) e outras espécies (4,0%) (IBGE/PEVS, 2022).

Além das condições edafoclimáticas, o Brasil se destaca no setor florestal devido aos estudos de melhoramento genético e desenvolvimento de tecnologias de manejo. Isso resulta em um desempenho superior na produtividade de espécies como eucalipto e pinus em comparação com outros países (IBÁ, 2022).

A produção de celulose é um dos principais pilares do setor florestal brasileiro. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de celulose, sendo o primeiro em celulose de fibra curta. Em 2018, a celulose foi o quarto produto mais exportado, arrecadando US\$ 8,2 bilhões (MDIC, 2019). Os principais destinos das exportações de celulose brasileira incluem a China, Estados Unidos e Países Baixos (ITC, 2019).

Quanto ao papel, o Brasil ocupa o décimo lugar no *ranking* de produtores mundiais, com a maioria da produção destinada ao mercado interno. A exportação de papel concentra-se principalmente em países da América do Sul (IBÁ, 2022).

Já em Minas Gerais, além de ter a maior área de florestas plantadas do país, também é o maior produtor de carvão vegetal do país (IBÁ, 2022). Se destaca pelo alto consumo, concentrado em seus polos siderúrgicos. O carvão vegetal é usado preponderantemente na produção de ferro gusa e cumpre duas funções: de combustível, para gerar o calor necessário à operação do alto-forno da siderúrgica, e de agente químico, para retirar o oxigênio durante o processo. Em geral, o segmento de carvão vegetal destinado às siderurgias de ferro-gusa de Minas Gerais é caracterizado por poucas empresas produtoras, de médio e grande porte, que, muitas vezes, fazem parte da área florestal da própria siderúrgica, e por produtores autônomos, altamente pulverizados, que utilizam tecnologia de baixo nível e que fazem parte de pequenos empreendimentos familiares (GUIMARÃES, 2005).

No entanto, a expansão do cultivo de eucalipto em Minas Gerais não ocorre sem desafios. As mudanças climáticas globais estão projetadas para alterar a produtividade e a capacidade de armazenar carbono nas florestas cultivadas de eucalipto. Além disso, as variações climáticas têm causado preocupações aos empresários florestais devido à escassez de chuvas (FLORENCIO, 2021). Esses fatores podem ter implicações significativas para a viabilidade econômica do cultivo de eucalipto.

Neste contexto, este trabalho propõe-se a realizar uma análise abrangente da expansão da produção silvicultural de eucalipto em Minas Gerais, valendo-se da metodologia *Shift-Share*. Com o intuito de desvelar padrões e dinâmicas subjacentes, busca-se responder a questões científicas cruciais, a saber: houve um crescimento na produção de eucalipto nos últimos anos em Minas Gerais? Qual foi a dinâmica de crescimento do cultivo de eucalipto em detrimento de outras culturas?

Estas indagações orientarão a investigação, proporcionando uma análise fundamentada das tendências observadas na expansão da produção de eucalipto em comparação com outros produtos agrícolas na região. Para alcançar tal propósito, a metodologia *Shift-Share* será empregada para desagregar a produção silvicultural em seus componentes de efeito área e rendimento, além de analisar a decomposição do efeito área em seus elementos constituintes de efeito escala e efeito substituição.

## **1.1 Objetivo geral**

Analisar a expansão da produção silvicultural de eucalipto no estado de Minas Gerais.

## 1.2 Objetivos específicos

- Coletar e analisar dados históricos relacionados à produção de eucalipto, área plantada e produção agrícola de outros produtos na região de Minas Gerais.
- Aplicar o modelo *Shift-Share* para decompor a produção silvicultural em seus componentes de efeito área e rendimento, além de decompor o efeito área em efeito escala e efeito substituição.
- Identificar e analisar as tendências na expansão da área de produção de eucalipto em comparação com outros produtos agrícolas na região.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Cultivo de eucalipto

O eucalipto, uma árvore de rápido crescimento nativa da Austrália, foi introduzido no Brasil no século XIX e atualmente se destaca como uma das principais espécies florestais cultivadas no país. Suas aplicações abrangem a produção de celulose, papel, carvão vegetal e diversos outros produtos, tornando-o uma peça-chave na economia brasileira. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil, o cultivo do eucalipto é uma atividade relevante que gera emprego e renda para milhares de pessoas (BRASIL, 2019).

Segundo Van Hook et al. (1982), o eucalipto é uma espécie florestal com uma série de vantagens econômicas que o tornam uma escolha atraente para os produtores. Em comparação com outras espécies florestais, como o pinus por exemplo, o eucalipto apresenta as seguintes características: crescimento rápido, adaptabilidade e produtividade.

O crescimento rápido do eucalipto permite que seja colhido em um intervalo de tempo relativamente curto – entre 5 e 7 anos – se comparado com outras árvores, e com alta produtividade (SILVA et al., 2023), tornando-o uma opção rentável para os produtores, que podem obter retornos mais rápidos de seus investimentos. Sua adaptabilidade a uma ampla gama de condições climáticas e de solo o torna versátil e cultivável em várias regiões, ampliando o potencial de mercado para os produtores. De acordo com o Instituto Brasileiro de Árvores (2022), existem cerca de 7,53 milhões de hectares de florestas plantadas de eucalipto no Brasil. Em média, 1 hectare de plantação de eucalipto possui cerca de 1.500 árvores e por ano, sua produtividade é de 38,9 m<sup>3</sup> de madeira por hectare.

Esta espécie florestal encontra diversas aplicações econômicas, como na produção de celulose e papel, na fabricação de carvão vegetal usado em diversas indústrias, na utilização de sua madeira resistente e durável na construção civil e na produção de móveis, e na geração de energia a partir de biomassa, um processo mais sustentável do que a queima de combustíveis fósseis (BRASIL, 2019).

Além dos benefícios econômicos, o eucalipto desempenha um papel importante na preservação do meio ambiente. Esta espécie possui a capacidade de fixar o carbono atmosférico em sua biomassa, o que ajuda a mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Adicionalmente, suas raízes profundas ajudam a reduzir a erosão do solo, promovendo a estabilidade das áreas onde é cultivado (FIGUEIREDO; SILVA; OLIVEIRA, 2022). Portanto, o cultivo do eucalipto

não apenas fomenta o desenvolvimento econômico, mas também contribui para a sustentabilidade ambiental.

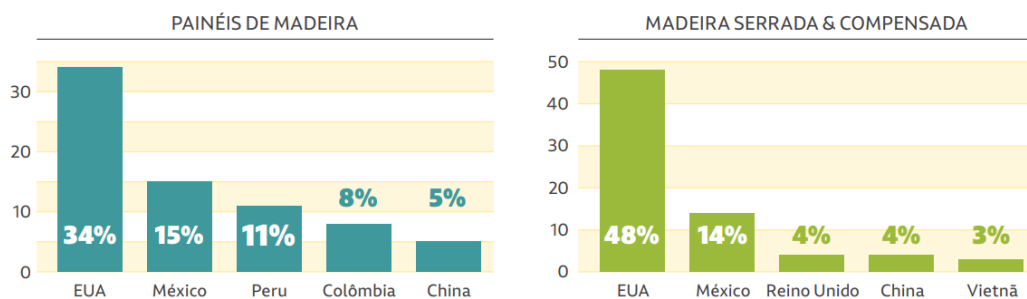
## 2.2 Setor florestal brasileiro

O setor florestal brasileiro desempenha um papel significativo tanto na economia nacional quanto no contexto da América do Sul. Essa relevância é evidenciada pelas vantagens comparativas das plantações florestais, que se beneficiam das excelentes condições edafoclimáticas do Brasil para a silvicultura, bem como pela diversidade de produtos que ele abrange. Entre esses produtos, destacam-se a celulose, papel, produtos da siderurgia a carvão vegetal, produtos de madeira sólida, painéis reconstituídos, produção de móveis e outros (CARVALHO et al., 2003).

Desde o período pós-descobrimto até a década de 1960, o Brasil viu predominar a atividade florestal extrativista e nômade. No entanto, a partir dessa década, especialmente em São Paulo e Minas Gerais, começou a ganhar destaque a produção por meio de plantações florestais (REZENDE; SANTOS, 2010).

O setor de painéis de madeira também é relevante, com potencial para aumentar as exportações. Em 2021, devido a pandemia e o novo formato de trabalho remoto, consumidores investiram em melhorias nas residências, aumentando significativamente as exportações de painéis de madeira, principalmente para os Estados Unidos e México, analisando a Figura 2.2 (IBÁ, 2022).

Figura 2.1 – Principais destinos das exportações por produto



Fonte: IBÁ (2022).

Além disso, o setor siderúrgico tem grande importância no cenário florestal brasileiro devido ao consumo de carvão vegetal. Nos últimos anos, as empresas que dependem de carvão vegetal como matéria-prima têm adotado a abordagem de integração ou fomento florestal como sua principal estratégia para expandir suas plantações de árvores. Essa abordagem se tornou o

método preferencial para aumentar a base florestal necessária para suprir as demandas de setores como o de madeira, papel, celulose e energia (MENDES, 2013). Em 2021, a indústria siderúrgica consumiu uma quantidade significativa de carvão vegetal, respondendo por uma parte substancial da produção nacional de aço (IBÁ, 2022).

Apesar de ocupar menos de 1% do território nacional, a área de cultivo no Brasil desempenha um papel crucial no atendimento à demanda por madeira, promovendo simultaneamente o desenvolvimento econômico sustentável e a preservação das florestas nativas. Além disso, a indústria de árvores plantadas desempenha um papel significativo na proteção ambiental (Reservas Legais, APP, RPPN) e na sequestração de dióxido de carbono, na qual contribui com 4,46 bilhão de toneladas de CO<sub>2</sub> (IBÁ, 2022).

### **2.3 Setor florestal em Minas Gerais**

Segundo o IBÁ (2022), o estado de Minas Gerais ostenta a maior área de florestas plantadas do país, compreendendo cerca de 2,3 milhões de hectares, o que equivale a 24% da área total de florestas plantadas no Brasil. A espécie predominante nesse contexto é o eucalipto, ocupando aproximadamente 96% da área plantada. Esse cenário florestal não apenas denota a importância do setor florestal mineiro, mas também ressalta seu impacto significativo na economia do estado.

Conforme relatórios do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil (2019), o setor florestal de Minas Gerais desempenha um papel vital na economia regional. Em 2021, ele contribuiu com 1,2% do Produto Interno Bruto (PIB) do estado e gerou um saldo comercial de R\$ 1,8 bilhão, destacando sua relevância econômica (IBGE/PEVS, 2022). Essa contribuição substancial para a economia de Minas Gerais é um testemunho do potencial das florestas plantadas, particularmente o eucalipto, como uma valiosa fonte de receita e emprego.

De acordo com os dados do IBGE (2022), a produção de carvão vegetal em Minas Gerais em 2022 foi de 6,2 milhões de toneladas, o que representa 87,7% da produção nacional, portanto é o estado com a maior produção de carvão vegetal do Brasil. Grande parte dessa produção é proveniente de produtores fomentados e das *Timberland Investments Management Organizations* (MENDES, 2013). Ainda segundo Mendes (2013), parte desta produção é decorrente de desmatamento por produtores independentes, onde normalmente é feito ou para abertura de novas áreas para agricultura, de onde se aproveita a madeira para carbonizar, ou para produção de carvão, conduzindo posteriormente a regeneração da área. O carvão é

produzido em pequenos fornos de baixo rendimento, utilizando predominantemente mão de obra terceirizada de forma precária.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Fontes de dados**

Neste estudo, utilizamos dados provenientes do portal SIDRA. Esta é uma plataforma do IBGE, na qual encontra-se séries históricas de produção agrícola e silvicultural – PAM (Produção Agrícola Municipal) e PEVS (Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura) –, que nos forneceu informações sobre a produção anual em toneladas de produtos provenientes do eucalipto, a área plantada anual em hectares e sobre outras culturas agrícolas, como cana-de-açúcar, café, milho, soja e outras culturas.

#### **3.2 Área de estudo**

Minas Gerais, localizado na região Sudeste do Brasil, é composto por 853 municípios. O estado tem uma área de aproximadamente 586.513,983 km<sup>2</sup>, o que representa cerca de 7% da superfície total do país. Com uma população de aproximadamente 20.538.718 habitantes, Minas Gerais é o segundo estado mais populoso do Brasil (IBGE, 2022).

O estado faz divisa com São Paulo ao sul e sudoeste, Mato Grosso do Sul a oeste, Goiás e Distrito Federal a noroeste, Bahia ao norte e nordeste, Espírito Santo a leste e Rio de Janeiro a sudeste.

A economia de Minas Gerais é diversificada e dinâmica. O Produto Interno Bruto (PIB) do estado foi de R\$241,3 bilhões em 2010, representando 9,1% do PIB nacional. A composição do PIB mineiro é: agropecuária 8,4%, indústria 31,9%, serviços 59,7%.

No setor agropecuário, Minas Gerais se destaca como o maior produtor nacional de leite e café. Além disso, o estado é líder na produção de feijão e responsável por 50% da safra de café no país. Outros cultivos importantes são milho, soja e cana-de-açúcar.

O setor industrial é bastante diversificado em Minas Gerais. O estado abriga o terceiro maior parque industrial do Brasil, com destaque para os segmentos automobilístico, alimentício, têxtil, eletroeletrônico, mecânica, metalúrgico, siderúrgico e construção civil. Além disso, Minas Gerais é um grande produtor de ouro, zinco, bauxita e minério de ferro.



### 3.3 Modelo *Shift-Share*

Um dos modelos mais utilizados para avaliar a produtividade é o modelo *Shift-Share*. Também conhecido como "diferencial-estrutural", é uma ferramenta para analisar as variações na produção que ocorrem devido a mudanças nos fatores de produção, tais como a área plantada, o rendimento e a localização geográfica das culturas (DIAS et al., 2023). Seu uso se estende a diversas áreas, sendo de fundamental importância na agricultura por diversas razões, e essencial para que agricultores e autoridades no setor compreendam os fatores que impulsionam ou limitam a produção agrícola.

A metodologia permite auxiliar a tomada de decisões agrícola, auxiliando a identificar as áreas onde intervenções específicas são necessárias para aumentar a produção, como melhorias no rendimento, otimização do uso da terra ou promoção de determinadas culturas em regiões específicas. No planejamento de safras futuras, o modelo é uma ferramenta útil, pois considera as variações na área plantada, no rendimento e na localização geográfica. Isso ajuda agricultores a tomar decisões sobre o que cultivar e onde, maximizando o rendimento. Adicionalmente, o *Shift-Share* é aplicado no monitoramento de mudanças agrícolas ao longo do tempo, o que é essencial para análise de tendências e o ajuste de estratégias de longo prazo (POSPIESZ, 2011).

De acordo com Yokoyama et al. (1988), a importância do modelo na agricultura reside em sua capacidade de desagregar a variação total na produção em três componentes distintos: efeito área, efeito rendimento e efeito localização geográfica. Isso possibilita a identificação das principais causas das mudanças na produção agrícola, permitindo uma abordagem direcionada para a melhoria. Além disso, essa distinção entre os efeitos área, rendimento e localização geográfica possibilita a alocação mais eficaz de recursos, conforme as causas identificadas. Por exemplo, se as variações na produção se devem principalmente ao baixo rendimento, os esforços podem se concentrar em melhorar práticas agrícolas. Se a variação é resultante de mudanças na área plantada, as estratégias podem se concentrar na otimização do uso da terra. Vale mencionar que neste estudo, a decomposição foi feita para dois componentes apenas: efeito área e efeito rendimento, perfazendo o efeito total resultante. Isso decorre do fato de a coleta de dados ser feita de forma agregada para o estado sem discriminar por região e por isso o efeito localização geográfica ser considerada zero.

O processo de análise envolve a coleta de dados e a aplicação do modelo *Shift-Share* para decompor a expansão da produção silvicultural de eucalipto em seus componentes e, por fim, uma análise comparativa entre a produção de eucalipto e outros produtos agrícolas na

região. Isso nos permitirá avaliar o papel do cultivo de eucalipto em relação a outras atividades agrícolas em Minas Gerais.

Os dados coletados foram referentes ao período de 2013 a 2022 e a partir deles é possível realizar a análise utilizando a metodologia *Shift-Share*. De acordo com a abordagem de Yokoyama (1988), é uma técnica que permite desagregar a variação da produção ou emprego em uma região em dois componentes principais: efeito área e efeito rendimento. Cada um desses componentes é calculado por meio de fórmulas específicas.

**Efeito Total (ET);** corresponde a alteração na área e no rendimento da cultura, sendo a soma do Efeito Área (EA) e do Efeito Rendimento (ER)

**Efeito Área (EA):** O efeito área mede as mudanças na produção quando há variação na área plantada, supondo que o rendimento e a localização geográfica permaneçam constantes.

**Efeito Rendimento (ER):** O efeito rendimento mede as mudanças na produção quando ocorre uma modificação no rendimento, mantendo a área plantada constante.

A produção de um produto  $i$  no ano  $t$ , em uma série temporal, pode ser dada pela seguinte equação:

$$Q_{it} = A_{it} \cdot P_{ijt} \quad (3.1)$$

onde:

$A_i$  = área colhida no estado  $i$  (Minas Gerais).

$P_{ij}$  = produtividade das lavouras  $j$  (cana, soja, milho) no estado  $i$ .

No ano imediatamente anterior, a produção é dada por:

$$Q_{t-1} = A_{it-1} \cdot P_{ijt-1} \quad (3.2)$$

Na equação 3.2, se somente a área variar entre o ano  $t-1$  e o ano  $t$ , a quantidade produzida seria:

$$Q_{ta} = A_{it} \cdot P_{ijt-1} \quad (3.3)$$

Se além da área, a produtividade também variar, entre o ano  $t-1$  e o ano  $t$ , a quantidade produzida seria:

$$Q_{tp} = A_{it} \cdot P_{ijt} \quad (3.4)$$

Dessa forma, a produção terá uma variação total que pode ser decomposta em dois efeitos, quais sejam:

$$\text{Efeito Área (EA):} \quad Q_{ta} - Q_{t-1} \quad (3.5)$$

O efeito área pode ser decomposto em dois efeitos, resultando no efeito escala e no efeito substituição:

$$A_{jt} - yA_{j0} = (yA_{j0} - A_{j0}) \quad (3.6)$$

$$\text{Efeito Substituição (ES):} \quad A_{jt} - yA_{j0} \quad (3.7)$$

$$\text{Efeito Escala (EE):} \quad yA_{j0} - A_{j0} \quad (3.8)$$

Onde  $y$  é o coeficiente que mede a modificação na área total produzida (AT):

$$y = \frac{AT_t}{AT_0} \quad (3.9)$$

Onde  $t = t$  (Período final)     $t = 0$  (Período inicial)

O Efeito Rendimento (ER) pode ser encontrado ao subtrair a equação (3.4) da equação (3.3), onde somente houve alteração na produtividade:

$$\text{Efeito Rendimento (ER):} \quad Q_{tp} - Q_{ta} \quad (3.10)$$

O efeito total, em toneladas, entre o período “ $t$ ” e o período “ $t-1$ ”, é expressa por:

$$Q_{it} - Q_{t-1} = (Q_{ta} - Q_{t-1}) + (Q_{tp} - Q_{ta}) \quad (3.11)$$

Os efeitos explicativos podem ser apresentados individualmente na forma de taxas de crescimento que, somados, resultarão no efeito total expresso em porcentagem ano.

Então, usando-se a expressão (3.11) e multiplicando-se ambos os lados dessa expressão por:

$$\frac{1}{Q_{it} - Q_{t-1}}$$

Tem-se:

$$1 = \frac{(Q_{ta} - Q_{t-1})}{Q_{it} - Q_{t-1}} + \frac{(Q_{tp} - Q_{ta})}{Q_{it} - Q_{t-1}} \quad (3.12)$$

A seguir multiplicando-se ambos os lados da identidade (3.12) por:

$$r = (\sqrt[t]{Q_{it}/Q_{t-1}} - 1) \times 100$$

Em que:

$r$  = efeito total da produção anual expresso em porcentagem;

Obtém-se:

$$r = \frac{(Q_{ta}-Q_{t-1})}{Q_{it}-Q_{t-1}} \cdot r + \frac{(Q_{tp}-Q_{ta})}{Q_{it}-Q_{t-1}} \cdot r \quad (3.13)$$

Onde:

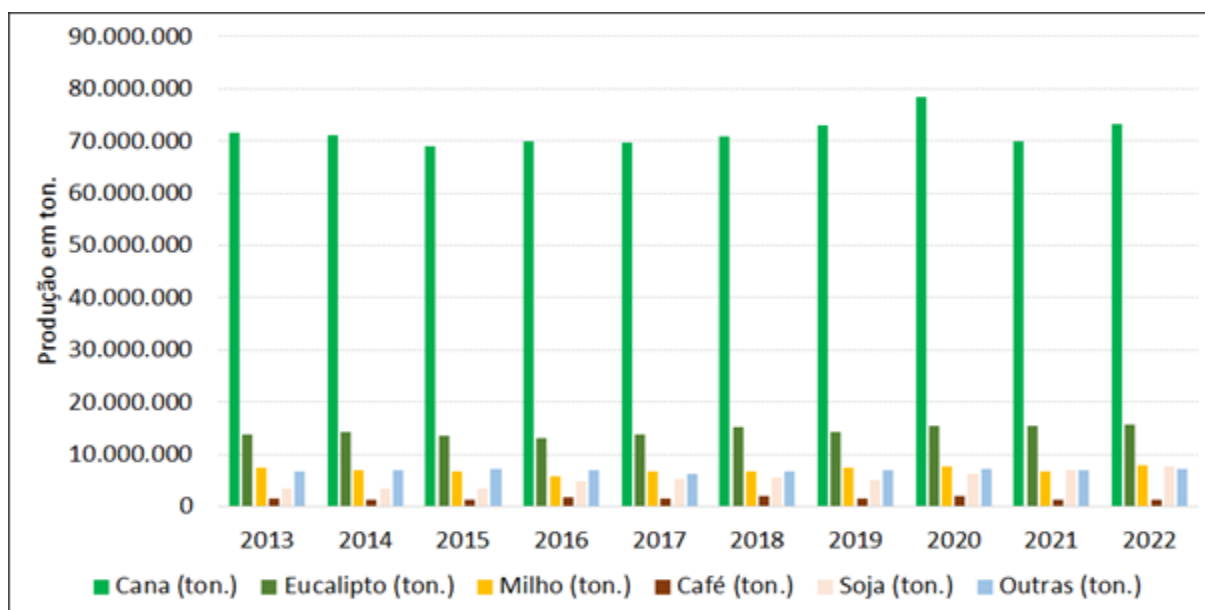
$\frac{(Q_{ta}-Q_{t-1})}{Q_{it}-Q_{t-1}} \cdot r$  = efeito área, expresso em porcentagem ano;

$\frac{(Q_{tp}-Q_{ta})}{Q_{it}-Q_{t-1}} \cdot r$  = efeito rendimento, expresso em porcentagem ano.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O eucalipto desempenha um papel significativo na produção agrícola total do estado. Ao analisar a Figura 4.1, é possível notar que, em todo o período de 2013 a 2022, o eucalipto esteve como o segundo produto mais produzido, com a cana-de-açúcar permanecendo como o principal em termos de produção no estado.

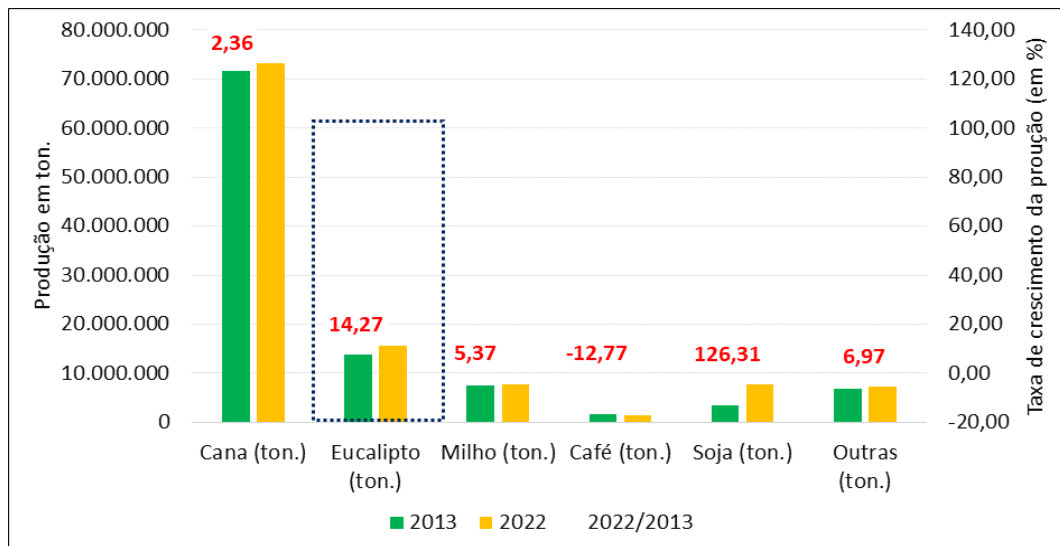
Figura 4.1 – Evolução dos principais produtos agrícolas (em ton.) em Minas Gerais no período de 2013-2022



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados SIDRA/IBGE (2023)

A produção de eucalipto em Minas Gerais demonstrou um crescimento constante ao longo dos anos, aumentando de 13,7 milhões de toneladas em 2013 para 15,7 milhões de toneladas em 2022, um crescimento de aproximadamente 14,27%, como observado na Figura 4.2. Esse aumento, embora tenha apresentado algumas flutuações ao longo do período, manteve uma tendência geral de crescimento. No ano de 2022, o eucalipto representou aproximadamente 13,8% da produção agrícola total em Minas Gerais.

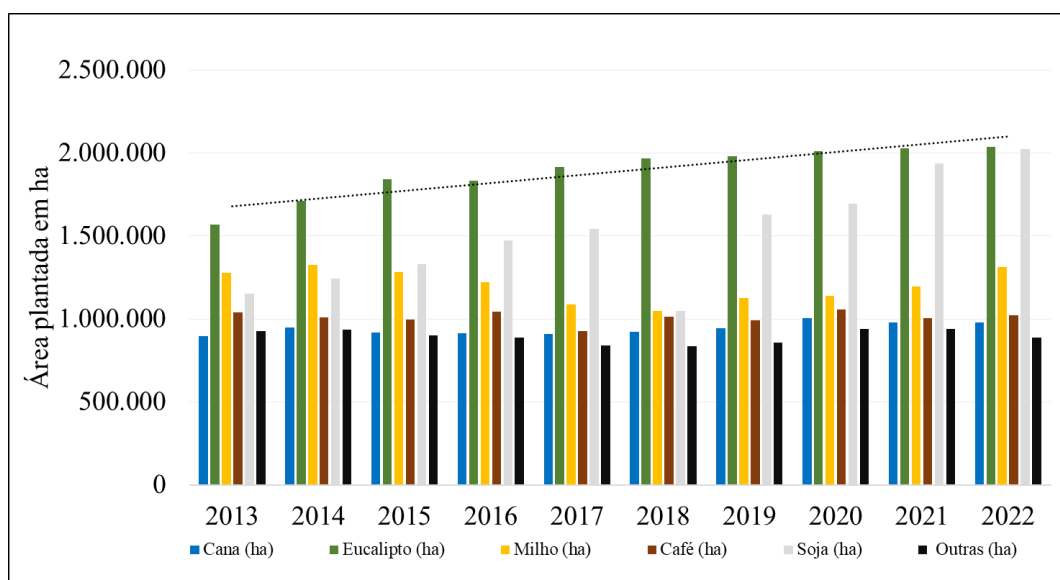
Figura 4.2 – Taxa de crescimento dos principais produtos agrícolas (em %) em Minas Gerais no período de 2013-2022



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados SIDRA/IBGE (2023)

A participação relativa do eucalipto na área total plantada também é notável. Em 2022, o eucalipto ocupou cerca de 24,6% da área total plantada em Minas Gerais. Comparando o eucalipto com outros produtos agrícolas, como a cana-de-açúcar, o milho e o café, é possível observar na Figura 4.3 que o eucalipto não apenas se destaca em termos de área plantada, mas também experimentou um crescimento mais acentuado nesse aspecto do que muitos outros produtos ao longo do período analisado.

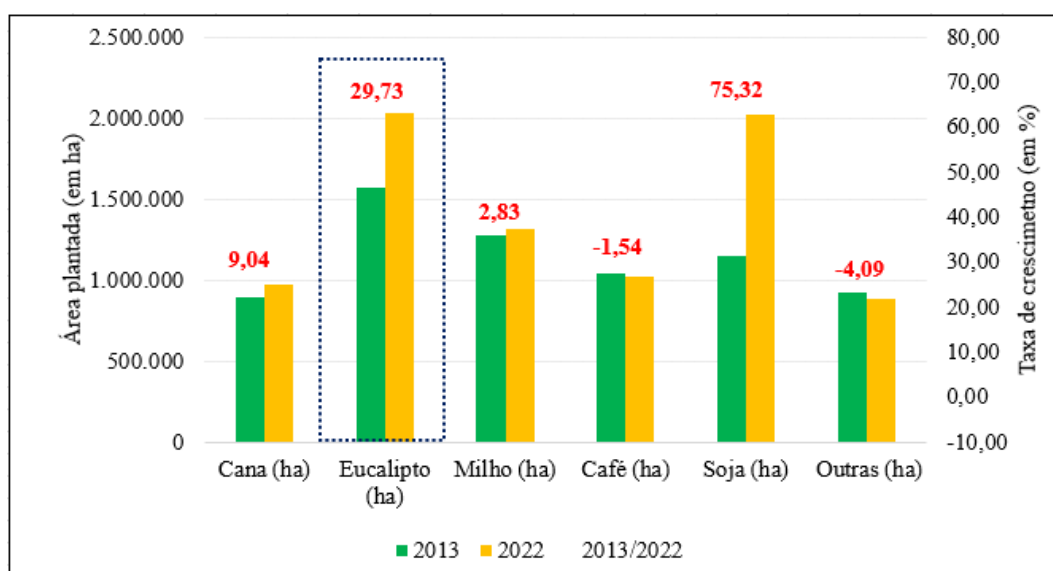
Figura 4.3 – Evolução da área plantada (em ha) em Minas Gerais no período de 2013-2022



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados SIDRA/IBGE (2023)

Ao analisar a evolução da área de cultivo de eucalipto em Minas Gerais no período de 2013-2022, é possível destacar tendências significativas. A Figura 4.4 nos mostra que a área plantada de eucalipto cresceu de forma consistente ao longo desses anos, passando de 1,5 milhões de hectares em 2013 para mais de 2 milhões de hectares em 2022, o que representa aproximadamente um aumento de 29,73%.

Figura 4.4 – Taxa de crescimento da área plantada dos principais produtos agrícolas (em %) em Minas Gerais no período de 2013-2022



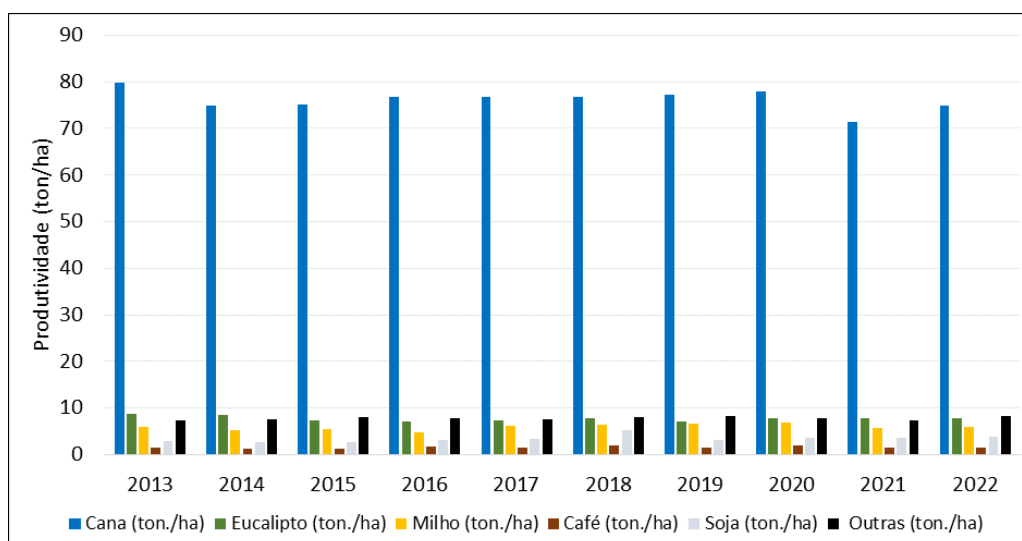
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados SIDRA/IBGE (2023)

A produtividade do eucalipto em Minas Gerais ao longo do período de 2013 a 2022 apresenta algumas tendências e comparações com outras culturas agrícolas (Figura 4.5). Em 2013, a produtividade de eucalipto foi de 8,74 toneladas por hectare. Nos anos seguintes, observou-se uma tendência de queda nessa produtividade, com uma leve recuperação em 2018. A partir desse ponto, a produtividade do eucalipto manteve-se relativamente estável, variando entre 7,7 e 7,68 toneladas por hectare em 2022, uma vez que a densidade média utilizada foi de 0,510 g/cm<sup>3</sup> (RIBEIRO, 1993).

É importante ressaltar que a produtividade média apresentada na Figura 4.5 está abaixo da capacidade das florestas de eucalipto, que costuma variar de 35 m<sup>3</sup>/ha/ano, e isso se dá pelo fato de que a base de dados disponível de produção ser relativa aos produtos do eucalipto (lenha, carvão, celulose, tora para outras finalidades e folhas) e não da floresta em si (IBÁ, 2022). Além disso, os dados de área são relativos as áreas plantadas ao invés de áreas colhidas. Ademais, florestas destinadas a carvão, estas que são maioria em Minas Gerais, apresentam baixa tecnologia silvicultural, sendo também um fator para uma baixa produtividade geral.

Comparando a produtividade do eucalipto com outras culturas, a cana-de-açúcar sempre apresentou uma produtividade mais alta, variando de 71,51 a 79,88 toneladas por hectare ao longo do período. Por outro lado, a soja e o café geralmente tiveram produtividades mais baixas do que o eucalipto na maioria dos anos, enquanto o milho teve produtividades comparáveis às do eucalipto em alguns anos. As outras culturas também mostraram variações ao longo dos anos, mas tendiam a ter produtividades mais altas do que o eucalipto.

Figura 4.5 – Evolução da produtividade em Minas Gerais no período de 2013-2022



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados SIDRA/IBGE (2023)

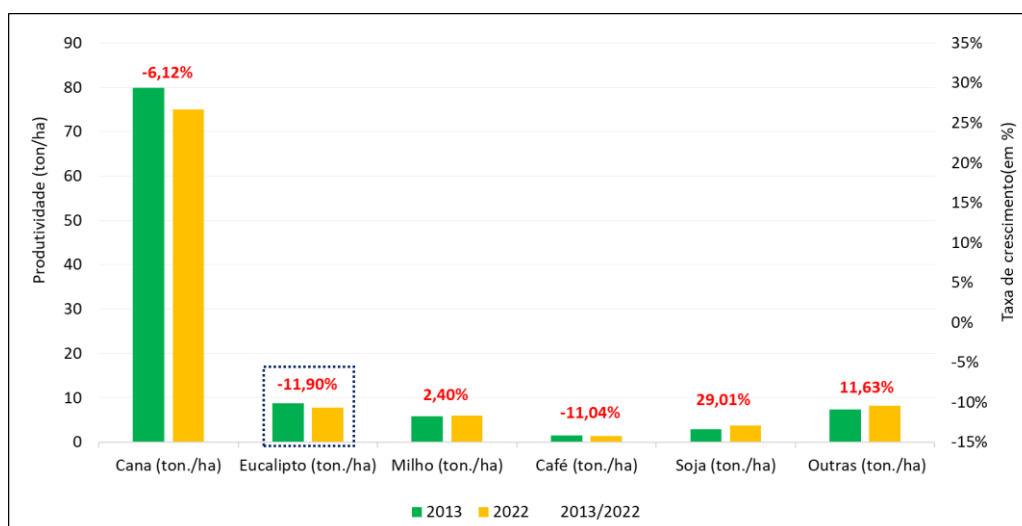
A Figura 4.6 demonstra que a produtividade do eucalipto em Minas Gerais diminuiu de aproximadamente 8,7 toneladas por hectare em 2013 para 7,7 toneladas por hectare em 2022, representando uma queda de 11,90% ao longo do período.

A redução na produtividade pode ser atribuída, em parte, às alterações climáticas que elevam as temperaturas mínimas e máximas, além de reduzirem os índices de precipitação. Tais condições adversas comprometem significativamente o cultivo eficaz de eucalipto. Conforme destacado por Evangelista (2006), os plantios de eucalipto na região norte de Minas Gerais enfrentam a possibilidade de uma diminuição de até 41,7% em suas produtividades, especialmente em cenários futuros.

Comparado a outras culturas, o eucalipto teve a maior queda de produtividade do período, mais acentuada do que a cana-de-açúcar e o café, que também tiveram quedas, mas menores. Em contraste, a soja teve um notável aumento de 29,01% na produtividade, destacando-se como a cultura de maior crescimento.



Figura 4.6 – Taxa de crescimento da produtividade dos principais produtos agrícolas (em %) em Minas Gerais no período de 2013-2022



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados SIDRA/IBGE (2023)

#### 4.1 Efeito Área e Rendimento

Os resultados estão apresentados na Tabela 4.1 e foram estruturados de forma que ficasse nítido o efeito área e rendimento no período total, que vai de 2013 a 2022, e foi realizada uma divisão deste período nos subperíodos 2013 a 2017 e 2018 a 2022, para uma melhor compreensão dos resultados.

Ao analisar o período total de 2013 a 2022, a produção de eucalipto apresentou uma taxa de crescimento de sua produção ascendente, onde seu efeito total (ET) chegou ao valor de 1,49%, impulsionado pela expansão de sua área plantada, descrito pelo efeito área (EA) de 3,11%, porém, com um efeito rendimento (ER) negativo no período. A produção de eucalipto durante o período ficou atrás apenas da soja, que cresceu 9,50%.

Durante o período de 2013 a 2017, a produção de eucalipto em Minas Gerais experimentou uma dinâmica peculiar. Como visto na Tabela 4.1, o efeito total (ET) foi substancialmente baixo, registrando apenas 0,28%. O EA revelou um notável valor de 5,48%, indicando um significativo incremento na área de cultivo de eucalipto na região. Entretanto, o ER apresentou uma taxa negativa de -5,20%, apontando para uma acentuada diminuição na produtividade média.

Neste subperíodo, a baixa produtividade do eucalipto pode ser associada a diversas variáveis macroeconômicas. A significativa variação cambial, com uma elevação de 59,8% na cotação do dólar (BRASIL, 2023), implicou em aumento de custos de reforma no setor florestal. O encarecimento resultante do dólar mais alto pressionou as despesas relacionadas à importação

de insumos e tecnologias. Além disso, a elevação da taxa básica de juros, SELIC, de 7,50% ao ano para 14,25% em 2016 (BRASIL, 2023), representou um obstáculo ao acesso a crédito rural, impactando diretamente a capacidade operacional. A alta taxa de juros afetou a dinâmica do mercado, dificultando o acesso a recursos necessários para a produção, como insumos e áreas agriculturáveis. Esse cenário contribuiu para a condução de mais rotações de talhadia, visando reduzir custos, mas, por consequência, comprometendo a produtividade. A complexidade econômica do período, caracterizada pelo câmbio e taxas de juros voláteis, refletiu-se de maneira expressiva na atividade florestal, impactando desde os custos operacionais, exportações até a eficiência produtiva do setor (GAIO; MISKE, 2016).

Tabela 4.1 – Efeitos total, área e rendimento para a produção mineira de diversas culturas separadas por períodos

	2013-2022			2013-2017			2018-2022		
	ET	EA	ER	ET	EA	ER	ET	EA	ER
<b>Café</b>	-1,51%	-0,18%	-1,33%	-1,06%	-1,27%	0,20%	-3,34%	0,10%	-3,44%
<b>Cana</b>	0,26%	0,99%	-0,73%	-0,67%	0,29%	-0,96%	0,87%	1,49%	-0,62%
<b>Eucalipto</b>	1,49%	3,11%	-1,62%	0,28%	5,48%	-5,20%	0,92%	0,87%	0,05%
<b>Milho</b>	0,58%	0,31%	0,28%	-1,08%	-1,75%	0,66%	1,88%	2,60%	-0,72%
<b>Soja</b>	9,50%	5,66%	3,84%	5,18%	3,04%	2,15%	3,85%	8,81%	-4,96%
<b>Outros</b>	0,75%	-0,44%	1,19%	-0,87%	-1,08%	0,21%	0,98%	0,68%	0,30%

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados SIDRA/IBGE (2023)

Ademais, a queda na produtividade também pode ser atribuída a fatores como condições climáticas desfavoráveis, como a irregularidade de chuvas, práticas inadequadas de manejo ou mesmo a acomodação de áreas recentemente plantadas que ainda não alcançaram seu potencial máximo de produção (CLIMATEMPO, 2021). Como resultado, o baixo ET reflete a influência predominante do EA na expansão da área plantada, mesmo com a contrapartida negativa do ER, que limitou o crescimento global da produção de eucalipto na região durante esse período.

Comparativamente, observamos que a produção de eucalipto teve um desempenho razoável em relação a outras culturas na região durante o período de 2013-2017. Enquanto a soja apresentou um ET positivo de 5,18%, impulsionada tanto pelo aumento da área (EA) quanto pelo aumento no rendimento (ER), o milho e café registraram um ET negativo de -1,08% e -1,06%, respectivamente, principalmente devido à diminuição da área de cultivo (EA). A cana teve um ET negativo de -0,67%, resultado do seu baixo rendimento (ER). Já outras culturas mostraram um ET negativo de -0,87% no período, mas experimentaram uma

recuperação significativa no subperíodo de 2018-2022, com um ET positivo de 0,98%, devido ao aumento na área de cultivo (EA).

Entre os anos de 2018 e 2022, a produção de eucalipto em Minas Gerais exibiu uma dinâmica de crescimento mais equilibrada, com um ET positivo de 0,92%. Esse crescimento foi moldado por um efeito área (EA) positivo de 0,87%, que indicou um aumento moderado na área de cultivo. Notavelmente, o efeito rendimento (ER) aproximou-se de zero, demonstrando uma melhoria considerável na produtividade em comparação ao período de 2013-2017.

Comparando com outras culturas, a soja manteve um crescimento positivo, com uma ET de 3,85%, principalmente devido ao aumento na área de cultivo (EA), apesar de uma queda no rendimento (ER). O milho experimentou uma notável recuperação, com uma TC positiva de 1,88%, impulsionada pelo aumento significativo na área de cultivo (EA), apesar do efeito negativo do rendimento (ER). O café e a cana continuaram a apresentar taxas negativas de crescimento, indicando desafios contínuos na produção dessas culturas em Minas Gerais.

#### 4.2 Variação Área e sua decomposição

A Tabela 4.2 fornece informações importantes sobre a expansão da produção silvicultural de eucalipto no Estado de Minas Gerais, comparando-a com outras culturas agrícolas ao longo dos anos de 2013 a 2022.

Tabela 4.2 – Decomposição da variação da área em Efeito Escala e Substituição (em mil hectares) por períodos

	2013-2022			2013-2017			2018-2022		
	EA	EE	ES	EA	EE	ES	EA	EE	ES
<b>Café</b>	358.572	211.692	146.880	416.081	53.249	362.832	382.491	211.323	171.168
<b>Cana</b>	81.042	182.728	-101.686	10.445	45.964	-35.519	55.754	191.975	-136.221
<b>Eucalipto</b>	466.354	319.691	146.663	345.417	80.416	265.001	69.140	409.375	-340.235
<b>Milho</b>	36.210	260.541	-224.331	-192.590	65.537	-258.127	264.806	218.613	46.193
<b>Soja</b>	868.962	235.134	633.828	389.068	59.146	329.922	972.897	218.613	754.284
<b>Outros</b>	-37.940	188.843	-226.783	-87.084	47.502	-134.586	53.333	173.950	-120.617

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados SIDRA/IBGE (2023)

No período abrangendo os anos de 2013 a 2022, várias culturas agrícolas tiveram desempenhos distintos em relação à expansão de suas áreas de cultivo, influenciados por efeitos de escala (EE) e substituição (ES). A soja, o eucalipto e o café se destacaram ao experimentar um crescimento constante motivado pela crescente demanda e rentabilidade dessas culturas (IBÁ, 2022).

No intervalo de 2013 a 2017, a soja apresentou um aumento significativo na área de cultivo, evidenciado por um EE positivo de 59,1 mil hectares. Além disso, registrou um ES positivo de 329,9 mil hectares, o que significa que outras culturas menos rentáveis foram substituídas pela soja, resultando em um aumento líquido na área de plantio de soja. O eucalipto também expandiu sua área de cultivo, com um EE positivo de 80,4 mil hectares e um ES positivo de 265,0 mil hectares, demonstrando sua superioridade em termos de rentabilidade em comparação com outras culturas. A produção de café teve um EE positivo de 53,2 mil hectares e um ES positivo de 362,8 mil hectares, destacando sua preferência sobre outras culturas, o que contribuiu para a expansão da área de plantio.

Enquanto a cana-de-açúcar registrou um EE positivo de 46,0 mil hectares no mesmo período, ela e o milho enfrentaram desafios com ES negativo, sendo -35,5 mil hectares para a cana-de-açúcar e -258,1 mil hectares para o milho. Isso indica que outras culturas mais vantajosas substituíram essas duas, resultando em uma redução significativa na área de cultivo para ambas. Além disso, outras culturas tradicionais também enfrentaram desafios, registrando um ES negativo de -134,6 mil hectares e uma redução na área de cultivo.

Já no período de 2018 a 2022, a cultura do eucalipto expandiu sua área de cultivo com um EE positivo de 409,4 mil hectares, embora tenha enfrentado a concorrência de outras culturas em áreas onde sua rentabilidade foi superada, limitando o crescimento líquido dessa cultura.

A soja continuou a prosperar com um EE positivo de 218,6 mil hectares. Além disso, ela demonstrou um ES positivo de 754,3 mil hectares, indicando que outras culturas foram trocadas pelo cultivo de soja devido à sua rentabilidade superior. Isso resultou em um aumento significativo na área total de plantio de soja.

A produção de café também viu um aumento na área de cultivo, graças a um EE positivo de 211,3 mil hectares. Além disso, o ES positivo de 171,2 mil hectares destacou a preferência por essa cultura em relação a outras, contribuindo para a expansão da área de plantio de café. A cana-de-açúcar experimentou um aumento na área de cultivo com um EE positivo de 192,0 mil hectares, mas enfrentou um desafio com um ES negativo de -136,2 mil hectares, indicando que em algumas regiões outras culturas se tornaram mais rentáveis e substituíram a cana-de-açúcar. Isso resultou em uma expansão líquida menor em relação ao efeito de escala.

No caso do milho, houve um aumento na área de cultivo com um EE positivo de 218,6 mil hectares, embora o ES positivo de 46,2 mil hectares sugerisse que outras culturas mais lucrativas conquistaram espaço em algumas áreas, resultando em uma expansão líquida moderada na área de plantio de milho. Outras culturas tradicionais também registraram um

aumento na área de cultivo, com um EE positivo de 173,9 mil hectares. No entanto, essas culturas enfrentaram a competição de outras mais lucrativas, conforme evidenciado pelo ES negativo de -120,6 mil hectares, resultando em uma expansão líquida menor em relação ao efeito de escala.

Durante o período de 2013-2022, o efeito escala para o eucalipto foi positivo, indicando que a produção de eucalipto ganhou escala significativa, contribuindo para o aumento da área dedicada a essa cultura. Mais especificamente, entre 2013-2017, o efeito escala também foi positivo, sugerindo um crescimento nos primeiros anos. Nos anos seguintes, de 2018-2022, o efeito escala continuou sendo positivo, apontando um crescimento considerável nesse período.

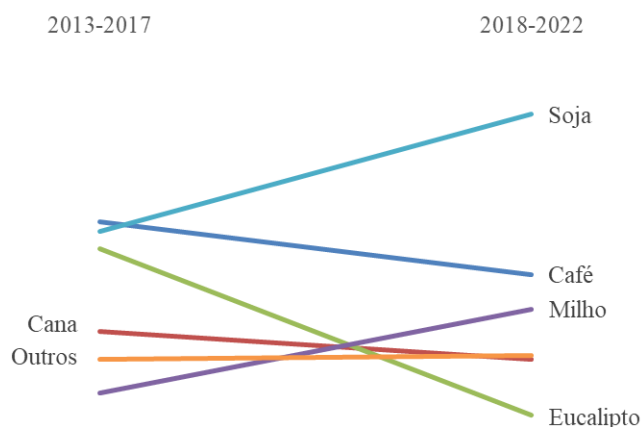
No que diz respeito ao efeito substituição, este foi positivo para o eucalipto durante o período de 2013-2022, indicando que o eucalipto substituiu outras culturas em algumas áreas. Entretanto, é interessante notar que entre 2013-2017, o efeito substituição foi positivo, porém, nos anos subsequentes, de 2018-2022, o efeito substituição foi negativo, sugerindo que o eucalipto vem perdendo área para outras culturas com o passar do tempo.

Por fim, o efeito área para o eucalipto durante o período de 2013-2022 foi positivo, indicando um aumento geral na área dedicada a essa cultura. No entanto, é importante observar que, enquanto entre 2013-2017 o efeito área foi positivo, nos anos de 2018-2022, o efeito área foi menor, sugerindo que o ritmo de expansão da área de eucalipto diminuiu nos últimos anos, embora ainda tenha havido crescimento.

Com base nesses resultados, podemos concluir que a produção de eucalipto em Minas Gerais teve um aumento na escala de produção ao longo do período analisado. No entanto, houveram flutuações na expansão da área de cultivo, e em alguns momentos, o eucalipto perdeu espaço para outras culturas.

A efeito comparativo entre as culturas, a Figura 4.7 mostra a evolução do efeito substituição entre os períodos de análise. Enquanto o ES de eucalipto vem caindo abruptamente, o ES da soja e do milho permanece em uma ascendente. Isso leva a crer que possivelmente uma cultura está sendo substituída pela outra.

Figura 4.7 – Comparativo do Efeito Substituição entre as culturas ao longo dos períodos



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados SIDRA/IBGE (2023)

A variação climática que têm causado preocupações aos empresários florestais devido à escassez de chuvas. Entre os anos de 2013 e 2017 observou-se uma grande irregularidade na distribuição de chuvas em Minas Gerais (PAULA, 2018). Sendo o eucalipto uma cultura muito exigente em termos de água e nutrientes, isso pode ter levado a uma posterior diminuição na área de cultivo e uma possível substituição por outras culturas. Além disso, a escolha inadequada dos materiais genéticos para a implantação dos empreendimentos florestais pode ter contribuído para a perda de área, além de possíveis flutuações no preço da madeira e carvão, que fez com que produtores preferissem produzir outras culturas, como a soja e o milho.

Sendo assim, alguns plantios mostraram uma alta severidade com déficit hídrico, evidenciando uma grande inadaptabilidade dos materiais às condições que foram expostos (PAULA, 2018).

## 5 CONCLUSÃO

A expansão da produção silvicultural de eucalipto em Minas Gerais apresenta uma dinâmica complexa e influenciada por vários fatores ao longo do período analisado. Constatou-se que o eucalipto desempenha um papel significativo na produção agrícola do estado, contribuindo para o seu PIB e gerando empregos.

O efeito área e rendimento do eucalipto revela uma interação entre o aumento da área de cultivo e a produtividade. Enquanto a área de cultivo expandiu de forma consistente ao longo da década, a produtividade mostrou algumas variações, mas manteve uma tendência geral de crescimento nos últimos anos. O efeito área foi influenciado por um aumento na escala de produção, demonstrando a atratividade econômica do eucalipto em relação a outras culturas. No entanto, o efeito substituição indicou que o eucalipto perdeu espaço para outras culturas em alguns momentos, sugerindo a concorrência no uso da terra.

No entanto, destacam-se também desafios e flutuações na expansão da área de cultivo dessa cultura. O município de Carrancas exemplifica essa tendência, mostrando um crescimento expressivo nas áreas de plantio entre 2005 e 2008, seguido por ajustes nos anos subsequentes. A discussão destaca preocupações ambientais, como a perda de biodiversidade e possíveis impactos nos recursos hídricos. A análise final enfatiza a importância de equilibrar os benefícios socioeconômicos da silvicultura com a conservação ambiental para garantir um desenvolvimento sustentável (MOURA; ZAIDAN, 2017).

É importante notar que a produção de eucalipto enfrentou desafios relacionados às condições climáticas, como irregularidades na distribuição de chuvas, e devido a questões macroeconômicas, como a elevação de juros e taxa de câmbio, o que podem ter afetado a produtividade e propiciado a substituição de cultura.

Em conclusão, a produção de eucalipto desempenha um papel fundamental na economia de Minas Gerais, mas enfrenta desafios relacionados à concorrência com outras culturas, condições climáticas adversas e falta de acesso a recursos financeiros e informações. Para garantir o crescimento sustentável desse setor, é essencial adotar estratégias que promovam a produtividade – como fomentos –, a competitividade e a sustentabilidade ambiental. Além disso, é importante continuar monitorando as tendências e os desafios do setor florestal em Minas Gerais para orientar investimentos e políticas futuras.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa. **Eucalipto: cultura e manejo**. Brasília: Embrapa, 2019.

BRASIL. Banco Central do Brasil, **Séries Temporais**. Disponível em: <https://www4.bcb.gov.br/pec/series/PORT/aviso.asp>. Acesso em: 27 nov. 2023

CLIMATEMPO, Redação. **Pesquisa analisa possível impacto do clima no eucalipto**. 06 out. 2021. Disponível em: <https://agroclima.climatepo.com.br/noticia/2021/10/06/pesquisa-analisa-possivel-impacto-do-clima-no-eucalipto-2236>. Acesso em: 14 nov. 2023

DIAS, D. O.; DIAS, D. O.; QUEIROZ, A. M.; QUEIROZ, S. F.; VIEIRA, E. R.; BARBOSA, C. de J. **O dinamismo da estrutura produtiva agrícola em Goiás, 1990-2017: uma análise shift-share**. Revista de Economia do Centro-Oeste, Goiânia, v. 7, n. 2, p. 51–82, 2023. DOI: 10.5216/reoste.v7i2.73457. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/reoste/article/view/73457>. Acesso em: 15 out. 2023.

EVANGELISTA, Raquel Couto. **Climate change impacts on the eucalyptus yield in two areas in Brazil**. 2006. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia; Climatologia; Micrometeorologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

GAIO, Maria Gabriela da Rosa; MISKE, Anara dos Santos Wisnievski. **IMPACTOS DA VARIAÇÃO DO DÓLAR NO MERCADO BRASILEIRO DE EXPORTAÇÃO DE MADEIRA DE JUNHO DE 2010 A JUNHO DE 2015**. Memorial TCC Caderno da Graduação, v. 2, n. 1, p. 130-150, 2016. Disponível em: <https://cadernotcc.fae.edu/cadernotcc/article/view/163>. Acesso em: 29 nov. 2023

GUIMARÃES, M.C. **Competitividade da produção de carvão vegetal em Minas Gerais: um estudo de caso**. 2005. 81p. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2005.

FIGUEIREDO, J. A.; SILVA, M. L. B.; OLIVEIRA, E. C. **Eucalipto: cultivo e manejo sustentável**. São Paulo: Editora Manole, 2022.



FLORENCIO, Gabriel Wilson Lorena. **Mudanças climáticas no eucalipto: Modelos de desenvolvimento e zoneamento de aptidão climática**. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá-MG, 2021.

IBÁ. **Anuário IBÁ 2022**. Brasília: IBÁ, 2022.

IBGE/PEVS. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS) 2022**. Brasília: IBGE, 2022.

ITC. **International Trade Centre - Trade Map**. Genebra: ITC, 2019.

MDIC. **Balanço de Comércio Exterior - Exportações**. Brasília: MDIC, 2019.

MENDES, Thais Furtado. **Estratégias para organização da cadeia produtiva do carvão vegetal para siderurgia em Minas Gerais**. Viçosa, MG, 2013.

MOURA, Alan Bronny Almeida Pires de; Z AidAN, Ricardo Tavares. **Análise multitemporal e possíveis impactos da expansão da silvicultura de eucalipto no município de Carrancas – MG: um estudo para os anos de 2005, 2008, 2013 e 2015**. *Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF/MG)*, março de 2017. DOI: <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2017v27n48p142>.

PAULA, Rodrigo Nascimento de. **Produtividade do eucalipto no cerrado de Minas Gerais**. *Revista Opiniões*. 2018. Disponível em: <https://florestal.revistaopinioes.com.br/revista/detalhes/5-produtividade-do-eucalipto-no-cerrado-de-minas-g/>. Acesso em: 30 out. 2023.

POSPIESZ, Rafaela Cristine; SOUZA, Mario Romero Pellegrini de; OLIVEIRA, Gilson Batista de. **Análise Shift-Share: Um Estudo sobre os Estados da Região Sul de 2005 - 2008**. *FAE Centro Universitário | Núcleo de Pesquisa Acadêmica - NP, Programa de Apoio à Iniciação Científica - PAIC*, 2010-2011.

RIBEIRO, Francisco de Assis; ZANI FILHO, José. **Varição da densidade básica da madeira em espécies/procedências de Eucalyptus spp**. IPEF, n. 46, p. 76-85, jan./dez. 1993.

SILVA, M. F.; SILVA, C. E. M.; SILVA, A. A. **Produção de eucalipto no Brasil: fatores que influenciam a rentabilidade**. *Revista Floresta e Ambiente*, 2023.

VAN HOOK, M. J.; PIERCE, F. J.; SIDLE, R. C. **Impacto ambiental do eucalipto**. São Paulo: Editora Nobel, 1982.

YOKOYAMA, L. P. **O crescimento da produção e modernização das lavouras em Goiás no período 1975 - 1984**. São Paulo: Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP, 1988.