

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**JULIANA SIMÃO DE FREITAS**

**ÍNDICE DE DESEMPENHO AMBIENTAL DA AGROPECUÁRIA DE MINAS  
GERAIS**

**VIÇOSA - MINAS GERAIS**

**2022**

**JULIANA SIMÃO DE FREITAS**

**ÍNDICE DE DESEMPENHO AMBIENTAL DA AGROPECUÁRIA DE MINAS  
GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito para obtenção de título de  
Bacharel em Agronegócio pelo Departamento de  
Economia Rural da Universidade Federal de  
Viçosa – DER/UFV.

Orientador: Prof. Marcelo Dias Paes Ferreira

**VIÇOSA – MINAS GERAIS**

**2022**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi escrito na modalidade de artigo científico e segue a formatação da Revista de Economia e Agronegócio (REA) do Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa.

# ÍNDICE DE DESEMPENHO AMBIENTAL DA AGROPECUÁRIA DE MINAS

## GERAIS

### ENVIRONMENTAL PERFORMANCE INDEX OF AGRICULTURE IN MINAS GERAIS

#### RESUMO

A agricultura brasileira foi aderindo a um modelo de produção mais moderno ao longo de sua evolução, com a adoção de novas tecnologias e novas políticas agrícolas, por exemplo. O estado de Minas Gerais acompanhou essa evolução, resultando numa agricultura mais modernizada, com ganhos de produtividade e competitividade, o que fez da agricultura mineira uma atividade importante, porém com alguns custos que impactam o meio ambiente. Neste trabalho, tem-se como objetivo analisar o desempenho ambiental da agropecuária mineira por meio da construção de um Índice de Desempenho Ambiental através dos indicadores de cada município e, em seguida, analisar de acordo com as mesorregiões mineiras. Conforme os resultados, os desempenhos de forma geral são bons, com o valor do Índice de Minas Gerais atingindo a marca de 0,60169. A mesorregião Norte de Minas aparece como o destaque positivo, com o maior valor do Índice. De forma contrária, Sul/Sudoeste de Minas é a mesorregião que possui o menor Índice. Ressalta-se que 6 das 12 mesorregiões apresentaram Índices abaixo da média, enquanto outras 6 apresentaram valor acima da média.

**Palavras-chave:** agricultura, plantio direto, agrotóxico

**Classificação JEL:** Q10, R11

## **ABSTRACT**

Brazilian agriculture has been adhering to a more modern production model throughout its evolution, with the adoption of new technologies and new agricultural policies, for example. The state of Minas Gerais followed this evolution, resulting in a more modernized agriculture, with gains in productivity and competitiveness, which made Minas Gerais agriculture an important activity, but this result came with some costs that impact the environment. In this work, the objective is to analyze the environmental performance of agriculture in Minas Gerais through the construction of an Environmental Performance Index through the indicators of each county and, then, analyze it according to the mesoregions of Minas Gerais. According to the results, the performances in general are good, with the value of Minas Gerais index reaching the mark of 0,60169. Norte de Minas appearing as the positive highlight. Otherwise, Sul/Sudeste de Minas is the mesoregion that has the smaller index value. Furthermore, 6 of the 12 mesoregions had their scores below average, while the other 6 mesoregions had their scores above average.

**Keywords:** agriculture, direct seeding system, Agrochemicals

**JEL Classification:** Q10, R11

## 1. Introdução

A agricultura brasileira ao longo do tempo viveu uma constante evolução, que foi marcada pelo surgimento de novas políticas agrícolas, novas tecnologias, dentre outros pontos positivos (OLIVEIRA *et al*, 2008). Com isso, a agricultura brasileira se tornou cada vez mais importante para a economia do país. Os produtos agrícolas, em períodos diferentes, eram direcionados ao mercado externo, contribuindo assim, com o desenvolvimento econômico brasileiro e fazendo do Brasil um país agroexportador (PESSÔA; MATOS, 2005). No Brasil, desde meados do século XX, a modernização da agricultura desenvolveu-se com o objetivo de expandir, por meio de novas tecnologias, a produção e a produtividade agrícola (MATOS; PESSÔA, 2011). A forma do crescimento agrícola brasileiro segue um exemplo de trajetória tecnológica expandida, onde tem-se que agricultura moderna tem potencial para usar as inovações químicas para expandir a produtividade da terra, enquanto intensifica o uso das inovações mecânicas, capazes de aumentar a produtividade do trabalho (VIEIRA FILHO; FISHLOW, 2017).

Segundo Oliveira et al. (2008), o estado de Minas Gerais acompanhou essas mudanças e o efeito disso foi uma produção mais modernizada, com maior produtividade e competitividade no mercado internacional. Campos, Pereira e Teixeira (2014) indicaram que o fortalecimento da agricultura mineira se deu pelos ganhos de produtividade, o que fez com que o estado mostrasse as maiores taxas de crescimento de produção agrícola quando comparado com os outros estados brasileiros. De acordo com Fernandes, Cunha e Silva (2005), fatores como disponibilidade de recursos e matérias primas, bem como a infraestrutura e a localização levam o estado a ter grande concentração de atividades agrícolas. Nos últimos anos, o PIB do agronegócio mineiro vem se expandindo constantemente, tendo uma estimativa para chegar em R\$177,1 bilhões referente ao ano de 2021, de acordo com a Fundação João Pinheiro.

Essa grande importância da agricultura em Minas Gerais tem alguns custos. Diante desse contexto, pode-se pressupor que o meio ambiente quem paga esses custos sofrendo com os impactos ambientais decorrentes da grande exploração causada pela agricultura, fazendo-se necessário a mensuração desses impactos (FERNANDES; CUNHA; SILVA, 2005). Conforme a resolução nº 001 de 1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), qualquer alteração nas propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, decorrente de atividades humanas, pode ser considerado um impacto ambiental.

Apesar da definição dada pelo CONAMA ter sentido negativo, o impacto ambiental também pode ser benéfico, conforme atribuído pela NBR ISO 14001 – Sistemas de Gestão Ambiental, que define o impacto ambiental como qualquer alteração no meio ambiente, prejudicial ou favorável, resultado das atividades, produtos ou serviços de uma organização.

Com isso, dado a importância da agropecuária para Minas Gerais e seus possíveis impactos ambientais, torna-se necessário fazer uma avaliação de quais seriam esses impactos nos municípios mineiros com dados mais atuais. Portanto, o objetivo deste trabalho é fazer essa avaliação por meio da construção de um Índice de Desempenho Ambiental. Pretende-se que o presente trabalho contribua com essa avaliação trazendo uma perspectiva mais recente do impacto ambiental da agricultura mineira. A metodologia utiliza de algumas variáveis com dados mais atuais, que caracterizam algumas práticas agrícolas, retirados do Censo Agropecuário de 2017, para a construção de um Índice de Desempenho Ambiental. É importante a criação desses índices porque através deles, torna-se possível simplificar a complexidade que envolve calcular a avaliação dos impactos ambientais causados pela agropecuária no estado de Minas Gerais. Esse trabalho se torna importante pois permite analisar de que forma os municípios mineiros estão lidando com a relevância da agropecuária de Minas Gerais, e como têm sido o desempenho deles quanto a isso.

## **2. Referencial teórico**

- **Índices e Indicadores**

Os Índices e Indicadores são comumente utilizados em metodologias aplicadas para transmitir informações técnicas de forma resumida e clara, preservando o significado original dos dados. Torna-se importante a utilização desses índices e indicadores para fazer com que os dados sejam mais facilmente entendidos por tomadores de decisão como gestores, políticos, grupos de interesse, cientistas, etc. (RAMOS, 1997).

Erradamente, os índices e os indicadores são vistos como sinônimos, havendo alguns equívocos com relação aos seus significados (SICHE et al, 2007). De acordo com Ramos (1996), o indicador pode ser entendido como um conjunto de parâmetros selecionados, considerados separadamente, apropriado para caracterizar o sistema e para representar determinados atributos, geralmente utilizados para tratar dados. Já o índice representa um nível superior de agregação dos indicadores, de forma que é alcançado um valor final, representando o valor do índice a ser calculado. Com a utilização dos índices e indicadores, tem-se percepção e preparo que não se tem com dados não tratados (RAMOS, 1997).

Os índices ambientais, os mais relevantes para este trabalho, podem ser classificados em três categorias: o Estado do Ambiente, que incluem os índices e indicadores de qualidade, sensibilidade e risco ambiental; a Pressão, que incluem os índices e indicadores de emissão de poluentes, eficiência tecnológica, intervenção no território e impacto ambiental; e a Resposta, que inclui os índices e indicadores de adesão social, sensibilização e atividades de grupos sociais (OCDE, 1993, apud RAMOS, 1996).

- **Impactos ambientais e agropecuária**

Os impactos ambientais advindos da agropecuária são causados, principalmente, pela mudança do uso do solo, resultado do desmatamento e conversão de ecossistemas naturais em áreas cultivadas e pela degradação das áreas cultivadas, causada pelo manejo inadequado. Além disso, há também os impactos ambientais devido as queimadas e contaminações ambientais causados pelo excessivo uso de fertilizantes e agrotóxicos em lavouras (SAMBUICHI et al, 2012).

De acordo com Villela et al. (2016), as atividades agrícolas exigem intensamente o uso do solo e de recursos naturais, e quando não levado em consideração as características naturais, sem o manejo correto e com o uso de produtos químicos, são causados diversos impactos ao ambiente, como desmatamentos, queimadas, poluição por uso de agrotóxicos, degradação e erosão do solo e contaminação da água.

Ainda segundo Villela et al. (2016), é importante analisar a perspectiva de que os impactos ambientais são causados pelas atividades agrícolas, visto que o processo de modernização e avanço de fronteiras levam a alterações no meio ambiente, o que resulta em custos ambientais e sociais que são difíceis de mensurar.

### 3. Metodologia

Para analisar o desempenho ambiental da agropecuária em Minas Gerais foi calculado o Índice de Desempenho Ambiental, composto por variáveis calculadas através de dados obtidos do Censo Agropecuário de 2017, pelo Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que apresenta dados de todo o território do estado e seus municípios.

Para a obtenção do referido índice, foi realizado o cálculo de indicadores a partir de variáveis que podem indicar possíveis impactos positivos e negativos ao meio ambiente causados pela atividade agrícola. Através desses indicadores, pretende-se identificar a influência dessas variáveis no impacto ambiental decorrente da agropecuária em Minas Gerais.

Dentre as variáveis que causam impacto positivo foram selecionadas o percentual da área do município que utiliza plantio direto, obtida através da divisão da área de plantio direto pela área agropecuária total; a área relativa do município coberta por florestas, obtida através da divisão da área de suas florestas naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal e de suas florestas naturais pela sua área total; e sistemas agroflorestais, que diz respeito à área cultivada com espécies florestais e que também são utilizadas para fins agrícolas e agropecuários, obtida através da variável referência área agropecuária. Essas variáveis indicam o uso de boas práticas na agropecuária, portanto, não agridem o meio ambiente, ou ainda, não causam nenhum tipo de impacto negativo ao serem utilizadas.

O cálculo dos indicadores referentes à cada uma das variáveis que representam os impactos positivos se deu da seguinte forma:

$$I_{ij} = \frac{Valor_{ij}}{Valor_{Máx_i}}, \quad (1)$$

sendo:

$I$  = indicador a ser calculado (Indicador de Floresta, Plantio Direto e Sistemas Agroflorestais);

$i$  = variável utilizada de acordo com o indicador;

$j$  = municípios analisados.

Para os indicadores positivos, o melhor desempenho vai ser referente ao município que obtiver o valor máximo desse indicador, correspondendo à um desempenho de valor 1. Este município com o melhor desempenho será utilizado como referência para os demais municípios, sendo que quanto mais próximo de 1, melhor o desempenho. Por outro lado, quanto mais próximo de 0, pior será o desempenho do município em relação ao indicador analisado.

Em relação ao impacto negativo, foram selecionadas as seguintes variáveis: gastos com adubos e corretivo por hectare, gastos com agrotóxicos por hectare, gastos com combustíveis e lubrificantes por hectare, todos medidos em mil reais, e também pelo percentual de área irrigada, obtida através da divisão da área Irrigada pela área agropecuária total. Para o cálculo destas variáveis, foi utilizada como variável referência a área agropecuária. O cálculo dos indicadores negativos foi realizado através da seguinte equação:

$$I_{ij} = 1 - \frac{Valor_{ij}}{Valor_{Máx_i}}, \quad (2)$$

sendo:

$I$  = indicador a ser calculado (Indicador de Adubos e Corretivos, Agrotóxicos, Combustíveis e Lubrificantes e Área irrigada);

$i$  = variável utilizada de acordo com o indicador;

$j$  = municípios analisados.

Da mesma forma que os indicadores positivos, para os indicadores negativos, o melhor desempenho vai ser referente ao município que obtiver o valor máximo desse indicador, correspondendo à um desempenho de valor 1. Este município será utilizado referência do valor do indicador dos demais municípios, sendo que quanto mais próximo de 1, melhor o desempenho do município. Dessa forma, quanto mais próximo de 0, pior será o desempenho do município em relação ao indicador analisado.

Esses indicadores, de acordo com Lanna (2002), são considerados indicadores de eficiência da inovação tecnológica sobre o uso de insumos, que representam o papel da tecnologia para a sustentabilidade de atividades agrícolas, caracterizada pela diminuição na dependência de insumos tecnológicos ou naturais, sendo eles: indicadores de uso de insumos, envolvendo o uso de agroquímicos ou fertilizantes; o indicador de uso de energia, como combustíveis, biomassa e eletricidade; indicador de uso de recursos naturais, que pode estar relacionado com água para irrigação, água para o processamento e solo para plantio. No caso deste trabalho, os indicadores de floresta, plantio direto, sistemas agroflorestais e área irrigada se enquadram nos indicadores de eficiência no uso de recursos naturais, os Indicadores de adubos e corretivos e agrotóxicos se enquadram nos indicadores de eficiência no uso de insumos, e o indicador de combustíveis e lubrificantes se enquadra nos indicadores de eficiência no uso de energia.

Para cada um dos indicadores calculados, foram calculadas também as estatísticas descritivas média, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação, valor máximo e valor mínimo, a fim de resumir os resultados. Em seguida, foi calculado o Índice de Desempenho Ambiental, que se deu da seguinte forma:

$$I_j = \frac{(\sum_{i=1}^{i=7} I_{ij})}{7} \quad (3)$$

sendo:

$I_j$  = Índice de Desempenho Ambiental do município  $j$ ;

$i$  = indicadores de cada município  $j$ ;

$j$  = municípios analisados.

Por fim, foi realizada uma divisão dos municípios presentes na base de dados extraída de acordo com as 12 mesorregiões do estado de Minas Gerais, que são: Campo das Vertentes, Central Mineira, Jequitinhonha, Metropolitana de Belo Horizonte, Noroeste de Minas, Norte de Minas, Oeste de Minas, Sul/Sudoeste de Minas, Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Vale do

Mucuri, Vale do Rio Doce e Zona da Mata. Essa divisão foi feita a fim de analisar esse desempenho ambiental por mesorregião, devido a fatores como heterogeneidade entre a agropecuária das mesorregiões, por exemplo.

A partir dessa divisão, foi calculado o valor médio do Índice dos municípios de acordo com as mesorregiões a fim de realizar uma análise comparativa de tais valores, onde também foram calculadas as estatísticas descritivas para cada mesorregião.

#### 4. Resultados

Para o indicador área coberta por floresta, que é um indicador de impacto positivo, foi verificado que o município de Presidente Kubitschek atingiu o melhor desempenho, conforme pode ser observado na Tabela 1 apresentada abaixo. Devido ao fato de o município apresentar a maior porcentagem de área coberta por floresta dentre os municípios analisados, alcançando o valor máximo do indicador, que é igual a 1, ele foi utilizado como referência para o cálculo do indicador dos demais municípios.

Tabela 1 – Municípios que apresentaram os maiores valores tendo em vista o indicador de Área coberta por floresta

<b>Município</b>	<b>Indicador Área Coberta por Floresta</b>
Presidente Kubitschek (MG)	1,00000
Bonito de Minas (MG)	0,98553
Riacho dos Machados (MG)	0,95704
Itaobim (MG)	0,93800
Vargem Grande do Rio Pardo (MG)	0,89806

Fonte: Resultados da pesquisa.

Com relação aos municípios com os piores desempenhos do indicador área coberta por floresta, tal ocorrência se explica devido à baixa porcentagem de área coberta por floresta quando comparado à área total do município. A Tabela 2 apresenta os 5 municípios que apresentaram os piores desempenhos para o referido indicador, sendo Confins o destaque negativo nesse quesito.

Tabela 2 – Municípios que apresentaram os menores valores tendo em vista o indicador de Área coberta por floresta

<b>Município</b>	<b>Indicador Área Coberta por Floresta</b>
Confins (MG)	0,00000
Cedro do Abaeté (MG)	0,00314
Arapuá (MG)	0,02902
Bertópolis (MG)	0,04261
Engenheiro Caldas (MG)	0,06329

Fonte: Resultados da pesquisa.

Para o indicador sistemas agroflorestais, também de impacto ambiental positivo, foi verificado que o município de São Romão apresenta o melhor desempenho, seguida de Coronel Murta, Espinosa, Francisco Sá e Jequitinhonha, conforme as informações apresentadas na Tabela 3. Isso reflete que tais municípios apresentam os maiores percentuais relativos de área cultivada com espécies florestais utilizada também para lavouras e pastoreio por animais, quando comparado à área total do município. Ressalta-se que, como o município de São Romão apresenta a maior quantidade de área relativa com sistemas agroflorestais, seu indicador atingiu o valor máximo, sendo utilizado como referência para o cálculo do indicador para as demais localidades.

Tabela 3 - Municípios que apresentaram os maiores valores tendo em vista o indicador de Sistemas Agroflorestais

<b>Município</b>	<b>Indicador Sistemas Agroflorestais</b>
São Romão (MG)	1,00000
Coronel Murta (MG)	0,87479
Espinosa (MG)	0,71388
Francisco Sá (MG)	0,69895
Jequitinhonha (MG)	0,68022

Fonte: Resultados da pesquisa.

Dentre os piores indicadores de sistemas agroflorestais calculados, ressalta-se que houveram 364 municípios que obtiveram seus indicadores iguais à 0, devido ao fato de não apresentarem área cultivada com sistemas agroflorestais.

Já para o indicador plantio direto, o último de três indicadores de impacto ambiental positivo analisados, Pirajuba foi o município que alcançou o valor de desempenho máximo, sendo utilizada como referência para o cálculo do indicador para os outros municípios. A Tabela 4 retrata os municípios com os melhores desempenhos nesse quesito, que indica que tais municípios dentre todos os analisados são os que apresentam maior percentual relativo de área com plantio direto quando comparado com sua totalidade.

Tabela 4 - Municípios que apresentaram os maiores valores tendo em vista o indicador de Plantio Direto

<b>Município</b>	<b>Indicador Plantio Direto</b>
Pirajuba (MG)	1,00000
Orizânia (MG)	0,90263
Capinópolis (MG)	0,79169
Indianópolis (MG)	0,76787
Romaria (MG)	0,74683

Fonte: Resultados da pesquisa.

Similarmente ao indicador sistemas agroflorestais, para o indicador plantio direto, também foi possível observar municípios que atingiram o desempenho mínimo igual a 0, devido ao fato de não apresentarem plantio direto em seus territórios. Foram identificados 184 municípios em que isso ocorreu.

Em relação ao indicador de adubo, que é um dos indicadores de impacto negativo selecionados para análise, este representa o valor gasto com adubo por hectare de acordo com a área usada na produção agropecuária em cada município. Ressalta-se que quanto mais próximo de 1, menor o valor despendido pelo município com adubos e corretivos proporcionalmente à sua área agropecuária. Foi verificado que o município de Palmópolis atingiu o melhor desempenho, com valor de 0,99960, conforme pode ser observado na Tabela 5, que lista os 5 municípios com os melhores desempenhos no indicador supracitado.

Tabela 5 - Municípios que apresentaram os maiores valores tendo em vista o indicador de Adubo

<b>Município</b>	<b>Indicador Adubo</b>
Palmópolis (MG)	0,99960
Bertópolis (MG)	0,99959
Jacinto (MG)	0,99944
Ponto Chique (MG)	0,99942
Bandeira (MG)	0,99940

Fonte: Resultados da pesquisa.

Opostamente, na Tabela 6 estão apresentados os municípios com os piores desempenhos para o indicador adubo, mostrando que Alfenas foi o município que teve o maior valor despendido por hectare com adubos e corretivos de solo em 2017, seguida de Sarzedo, Mário Campos, Carandaí e Romaria.

Tabela 6 - Municípios que apresentaram os menores valores tendo em vista o indicador de Adubo

<b>Município</b>	<b>Indicador Adubo</b>
Alfenas (MG)	0,00000
Sarzedo (MG)	0,31507
Mário Campos (MG)	0,35814
Carandaí (MG)	0,43820
Romaria (MG)	0,46009

Fonte: Resultados da pesquisa.

Para o indicador agrotóxico, calculado através do valor gasto com agrotóxicos por hectare de área utilizada na agropecuária, ressalta-se que foram identificados 43 municípios com o desempenho máximo nesse quesito, com valor do indicador igual a 1, o que significa que em tais municípios não houve valor despendido com agrotóxicos, ou seja, esses municípios não fazem o uso de agrotóxicos, sendo isso positivo para a análise dos impactos ambientais. Adicionalmente, foi identificado que o município de Campo do Meio possui o pior desempenho nesse quesito, o que significa que é o município que apresenta o maior valor despendido com agrotóxicos proporcionalmente à área agropecuária dentre os municípios do estado de Minas Gerais, seguido por Romaria, Patrocínio, Araporã e Rio Paranaíba, conforme pode ser observado na Tabela 7.

Tabela 7 - Municípios que apresentaram os menores valores tendo em vista o indicador de Agrotóxico

<b>Município</b>	<b>Indicador Agrotóxico</b>
Campo do Meio (MG)	0,00000
Romaria (MG)	0,71878
Patrocínio (MG)	0,74828
Araporã (MG)	0,77105
Rio Paranaíba (MG)	0,79787

Fonte: Resultados da pesquisa.

Em relação ao indicador combustíveis e lubrificantes, também de impacto ambiental negativo, na Tabela 8 apresentada a seguir estão listados os municípios identificados com os melhores desempenhos nesse quesito. A partir da análise, foi identificado que o município de Diogo de Vasconcelos obteve o melhor desempenho para o indicador, atingindo o valor máximo de 1. Isso indica que o município foi utilizado como base para o cálculo dos demais e é o que tem o menor valor despendido por hectare para combustíveis e lubrificantes, seguida por Coronel Murta, Confins, Salto da Divisa e São João do Manteninha.

Tabela 8 - Municípios que apresentaram os maiores valores tendo em vista o indicador de Combustíveis e Lubrificantes

<b>Município</b>	<b>Indicador Combustíveis e Lubrificantes</b>
Diogo de Vasconcelos (MG)	1,00000
Coronel Murta (MG)	0,99707
Confins (MG)	0,99678
Salto da Divisa (MG)	0,99667
São João do Manteninha (MG)	0,99652

Fonte: Resultados da pesquisa.

Com relação aos municípios com os piores desempenhos do indicador combustíveis e lubrificantes, cujos valores do indicador são mais próximos de 0, eles são os que apresentam maior valor despendido por hectare para esses produtos. A Tabela 9 lista os 5 municípios que

apresentaram os piores desempenhos para o referido indicador, sendo Delta o destaque negativo.

Tabela 9 - Municípios que apresentaram os menores valores tendo em vista o indicador de Combustíveis e Lubrificantes

<b>Município</b>	<b>Indicador Combustíveis e Lubrificantes</b>
Delta (MG)	0,00000
Urucânia (MG)	0,08138
Lagoa da Prata (MG)	0,24513
Itanhandu (MG)	0,24930
Mário Campos (MG)	0,31562

Fonte: Resultados da pesquisa.

Para o indicador de área irrigada, ressalta-se que houve 50 municípios que obtiveram seus indicadores iguais à 1, alcançando o valor máximo. Isso indica que tais municípios possuem uma baixa porcentagem de área irrigada quando comparada a relativa área agropecuária. Analogamente, quanto mais próximo de 0 o valor do indicador, maior a porcentagem de área irrigada do município, o que justifica um impacto ambiental negativo. A Tabela 10, apresentada abaixo, lista os 5 municípios com os piores desempenhos no indicador área irrigada.

Tabela 10 - Municípios que apresentaram os menores valores tendo em vista o indicador de Área Irrigada

<b>Município</b>	<b>Indicador Área Irrigada</b>
Estiva (MG)	0,000000
Bueno Brandão (MG)	0,033652
Rio Manso (MG)	0,702176
Nova Porteirinha (MG)	0,754365
Santana de Pirapama (MG)	0,801086

Fonte: Resultados da pesquisa.

Ressalta-se que para o cálculo do indicador área irrigada, na base de dados extraída do Censo não constava o valor de 14 municípios. Dessa forma, para esses municípios, foi atribuído

o valor médio do referido indicador correspondente às suas respectivas mesorregiões de forma a amenizar impactos no cálculo do índice das mesorregiões.

Na tabela 11 se encontram as estatísticas descritivas que auxiliam na análise dos resultados encontrados. Para os indicadores ruins, a média mostra que os valores estão altos e bem próximos de 1, valor atribuído ao melhor desempenho. Isso mostra que os municípios estão tendo um ótimo desempenho para esses indicadores ruins comparados aos municípios de pior desempenho. Por outro lado, os indicadores bons possuem uma média baixa, estando mais próximos de 0. Ou seja, em média, os municípios estão tendo um desempenho ruim para esses indicadores bons.

Assim como na média, a mediana indica um ótimo desempenho dos municípios para os indicadores ruins, visto que metade da amostra está com um bom desempenho, chegando próximo à 1. O valor baixo da mediana dos indicadores bons confirmam que os municípios não estão tendo um bom desempenho para esses indicadores, tendo em vista que metade dos municípios estão com esses valores mais próximos de 0. A tabela também contém os valores do desvio-padrão que indica a dispersão dos dados com relação à média. Adicionalmente, também foi calculado o coeficiente de variação e identificados os valores máximos e mínimos de cada indicador.

Tabela 11 - Estatísticas dos Indicadores

<b>Indicador</b>	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desvio-Padrão</b>	<b>Coeficiente de Variação</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
Área irrigada	0,98731	0,99671	0,05268	0,05335	1,00000	0,00000
Aubos e corretivos	0,91655	0,96667	0,11328	0,12359	0,99960	0,00000
Agrotóxicos	0,97917	0,99616	0,04820	0,04923	1,00000	0,00000
Combustíveis e lubrificantes	0,93587	0,96263	0,08411	0,08987	1,00000	0,00000
Floresta	0,31124	0,27599	0,14754	0,47405	1,00000	0,00000
Plantio Direto	0,05195	0,00765	0,11954	2,30136	1,00000	0,00000
Sistemas agroflorestais	0,02972	0,00082	0,09444	3,17746	1,00000	0,00000

Fonte: Resultados da pesquisa.

Na tabela 12 se encontram as estatísticas descritivas dos índices de cada mesorregião e também do índice de Minas Gerais. No geral, a média do índice aponta certa variação entre os valores de cada mesorregião, sendo o valor médio máximo para Norte de Minas (0,65439) e o valor médio mínimo para Sul/Sudoeste de Minas (0,56748). Já a mediana aponta que em 9 das 12 mesorregiões analisadas, pelo menos metade dos municípios apresentam valores acima da média. O índice médio de Minas Gerais foi de 0,60169 e a mediana indica que mais da metade das mesorregiões apresentam valores abaixo da média.

Tabela 12 - Estatísticas Descritivas dos Índices por Mesorregião e para Minas Gerais

Mesorregião	Índice (Média)	Mediana	Desvio-Padrão	Coefficiente de Variação	Máximo	Mínimo
Campo das Vertentes	0,59189	0,59728	0,02206	0,03728	0,62628	0,51515
Central Mineira	0,59998	0,60666	0,03757	0,06262	0,67458	0,44085
Jequitinhonha	0,64356	0,64917	0,03600	0,05594	0,73924	0,57582
Metropolitana de Belo Horizonte	0,60794	0,61327	0,03800	0,06251	0,66497	0,40246
Noroeste de Minas	0,63559	0,63294	0,03444	0,05419	0,70836	0,58586
Norte de Minas	0,65439	0,64895	0,04366	0,06672	0,79361	0,45749
Oeste de Minas	0,58940	0,59364	0,01575	0,02673	0,62127	0,53704
Sul/Sudoeste de Minas	0,56748	0,56965	0,04288	0,07556	0,64842	0,37937
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	0,58290	0,58990	0,04084	0,07007	0,65930	0,39510
Vale do Mucuri	0,61585	0,61492	0,02349	0,03814	0,66605	0,57689
Vale do Rio Doce	0,60270	0,60572	0,02512	0,04169	0,66459	0,49361
Zona da Mata	0,59191	0,59757	0,03011	0,05087	0,65933	0,40780
<b>Minas Gerais</b>	<b>0,60169</b>	<b>0,60233</b>	<b>0,04400</b>	<b>0,07313</b>	<b>0,79361</b>	<b>0,37937</b>

Fonte: Resultados da pesquisa.

A Tabela 13 faz uma breve análise dos Índices de cada mesorregião em comparação ao Índice médio do estado, mostrando que 6 das 12 mesorregiões tiveram seus Índices abaixo da média estadual e as outras 6 mesorregiões tiveram seus Índices acima da média.

Tabela 13 - Estatísticas dos índices por mesorregião com análise da média

<b>Mesorregião</b>	<b>Índice (Média)</b>	<b>Análise</b>
Campo das Vertentes	0,59189	Abaixo da média
Central Mineira	0,59998	Abaixo da média
Jequitinhonha	0,64356	Acima da média
Metropolitana de Belo Horizonte	0,60794	Acima da média
Noroeste de Minas	0,63559	Acima da média
Norte de Minas	0,65439	Acima da média
Oeste de Minas	0,58940	Abaixo da média
Sul/Sudoeste de Minas	0,56748	Abaixo da média
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	0,58290	Abaixo da média
Vale do Mucuri	0,61585	Acima da média
Vale do Rio Doce	0,60270	Acima da média
Zona da Mata	0,59191	Abaixo da média

Fonte: Resultados da pesquisa.

## 5. Conclusão

Este trabalho teve como objetivo fazer uma análise do desempenho ambiental dos municípios de Minas Gerais com relação a agropecuária do estado, através de um índice composto por indicadores de impactos positivos e negativos, que permite avaliar o desempenho dos municípios relacionado à fatores ambientais, como utilização das terras e de insumos, por exemplo.

A média dos indicadores das variáveis de impacto positivo se manteve mais próxima de 0 do que de 1, indicando que os municípios apresentam um mau desempenho, e que o impacto ambiental positivo causado por Área Coberta por Floresta, Plantio Direto e Sistemas Agroflorestais pode ser considerado baixo. O contrário ocorreu com as variáveis de impacto negativo, já que a média desses indicadores se manteve mais próxima de 1 do que de 0. Ou seja, os impactos ambientais negativos causados pela Área Irrigada, Utilização de Adubos e Corretivos, Agrotóxicos e Combustíveis e Lubrificantes podem ser considerados baixos.

Em relação às mesorregiões, pode-se afirmar que Norte de Minas é a mesorregião que apresenta o maior índice e, portanto, é a região que apresenta melhor desempenho quando considerado os impactos ambientais causados pela agropecuária. De forma contrária, Sul/Sudoeste de Minas é a mesorregião que possui o menor índice, sendo assim, a que tem o pior desempenho na agropecuária.

Adicionalmente, através da Tabela 12, é possível identificar o valor do índice de Minas Gerais, que é de 0,60169. Logo, é possível analisar que 6 das 12 mesorregiões apresentam seu índice abaixo da média estadual, conforme pode-se observar na Tabela 13. São elas: Campo das Vertentes, Central Mineira, Oeste de Minas, Sul/Sudoeste de Minas, Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Zona da Mata.

Analogamente, é possível identificar que 6 das mesorregiões analisadas no presente trabalho apresentam um valor para o índice acima da média estadual, que são: Jequitinhonha, Metropolitana de Belo Horizonte, Noroeste de Minas, Norte de Minas e Vale do Mucuri.

Os impactos ambientais negativos (ou a ausência deles) possuíram maior contribuição para o resultado final do índice, já que os valores de seus indicadores, via de regra, foram superiores aos dos indicadores de impacto positivo. Por fim, conclui-se que no geral a agropecuária mineira têm tido um bom desempenho.

Cabe ressaltar que este trabalho analisou somente o desempenho ambiental, sem levar em conta questões de desempenho econômico. Os resultados indicam que as regiões historicamente menos desenvolvidas de Minas Gerais (Norte de Minas e Jequitinhonha) são as que apresentam o melhor índice de desempenho ambiental da agropecuária. Em contraponto, a mesorregião Sul de Minas, tida como uma das mais desenvolvidas, apresentou o pior desempenho. Desta forma, trabalhos futuros poderiam considerar o *trade-off* entre desempenho ambiental e econômico da agropecuária em Minas Gerais.

## 6. Referências

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **Sistemas de Gestão Ambiental: NBR ISO 14001**, ABNT, 1996.

Brasil, Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA Nº 001, de 23/01/1986**. Diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental – AIA no Brasil.

CAMPOS, Samuel Alex Coelho; PEREIRA, Matheus Wemerson Gomes; TEIXEIRA, Erly Cardoso. Trajetória de modernização da agropecuária mineira no período de 1996 a 2006. **Economia Aplicada**, v. 18, p. 717-739, 2014.

FERNANDES, Elaine Aparecida; CUNHA, Nina Rosa da Silveira; SILVA, Rubicleis Gomes da. Degradação ambiental no estado de Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 43, p. 179-198, 2005.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **PIB do agronegócio de Minas Gerais é estimado em R\$ 177,1 bilhões para 2021**. 2022. Disponível em: <<http://fjp.mg.gov.br/pib-do-agronegocio-de-minas-gerais-e-estimado-em-r-1771-bilhoes-para-2021/>>. Acesso em: 14 dez. 2022.

LANNA, Anna Cristina. Impacto ambiental de tecnologias, indicadores de sustentabilidade e metodologias de aferição: uma revisão. **Embrapa Arroz e Feijão- Documentos (INFOTECA-E)**, 2002.

MATOS, Patrícia Francisca; PESSOA, Vera Lúcia Salazar. A modernização da agricultura no Brasil e os novos usos do território. **Geo Uerj**, v. 2, n. 22, p. 290-322, 2011.

OLIVEIRA, Alessandro de Assis Santos et al. Estrutura e dinâmica da cafeicultura em Minas Gerais. **Revista de Economia**, v. 34, n. 1, 2008.

PESSÔA, Vera Lúcia Salazar; MATOS, PF de. A modernização da agricultura no Cerrado e os custos ambientais. **X Encontro de Geógrafos da América Latina. Universidade de São Paulo**, v. 20, 2005.

RAMOS, Tomás B. **Sistemas de indicadores e índices de qualidade da água e sedimento em zonas costeiras**. 1996. Tese de Doutorado. Universidade de Aveiro.

RAMOS, Tomás B. Sistemas de indicadores e índices ambientais. In: **Congresso nacional dos engenheiros do ambiente**. 1997. p. 433-443.

SAMBUICHI, Regina Helena Rosa et al. **A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafios**. Texto para Discussão, 2012.

SICHE, Raúl et al. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & sociedade**, v. 10, p. 137-148, 2007.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; FISHLOW, Albert. Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade. 2017.

VILLELA, Pollyana de Macêdo et al. Impactos ambientais da modernização agropecuária em Goiás. 2016.