

## ANEXO B – FORMULÁRIO DE INDICADORES DE IMPACTOS DA PESQUISA

Autor(a): Lorena Júlio Gonçalves

Orientador(a): Luiz Gonsaga de Carvalho

Programa de Pós-Graduação em: Recursos Hídricos

Título do trabalho: Efeitos climáticos no desenvolvimento e produção da cultura do milho e nas operações mecanizadas em um Latossolo Vermelho Distrófico típico

### Ação Climática:

- ☒ (X) Agricultura de baixa emissão de carbono
- ☒ (X) Uso sustentável da água e do solo
- ☐ ( ) Produção orgânica e sustentável
- ☐ ( ) Bioenergia, compostagem, biodigestores
- ☐ ( ) Energia limpa e renovável
- ☐ ( ) Eficiência energética ou inovação ambiental
- ☐ ( ) Manejo de resíduos ou recuperação de áreas degradadas
- ☐ ( ) Não se aplica.

### Tipos de Impactos:

☒ (X) sociais ☒ (X) tecnológicos ☒ (X) econômicos ☐ ( ) culturais ☐ ( ) outros: \_\_\_\_\_

### Áreas Temáticas da Extensão:

- |                                                            |                                                                  |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ( ) 1. Comunicação                | <input type="checkbox"/> ( ) 5. Meio ambiente                    |
| <input type="checkbox"/> ( ) 2. Cultura                    | <input type="checkbox"/> ( ) 6. Saúde                            |
| <input type="checkbox"/> ( ) 3. Direitos humanos e justiça | <input checked="" type="checkbox"/> (X) 7. Tecnologia e produção |
| <input type="checkbox"/> ( ) 4. Educação                   | <input type="checkbox"/> ( ) 8. Trabalho                         |

### Objetivos de Desenvolvimento sustentável (ODS) da ONU impactados

- |                                                                                |                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ( ) 1. Erradicação da pobreza                         | <input type="checkbox"/> ( ) 10. Redução das desigualdades                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> (X) 2. Fome zero e agricultura sustentável | <input type="checkbox"/> ( ) 11. Cidades e comunidades sustentáveis               |
| <input type="checkbox"/> ( ) 3. Saúde e Bem-estar                              | <input checked="" type="checkbox"/> (X) 12. Consumo e produção responsáveis       |
| <input type="checkbox"/> ( ) 4. Educação de qualidade                          | <input checked="" type="checkbox"/> (X) 13. Ação contra a mudança global do clima |
| <input type="checkbox"/> ( ) 5. Igualdade de Gênero                            | <input type="checkbox"/> ( ) 14. Vida na água                                     |

- |                                                 |                                              |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| ( ) 6. Água potável e Saneamento                | ( ) 15. Vida terrestre                       |
| ( ) 7. Energia Acessível e Limpa                | ( ) 16. Paz, justiça e instituições eficazes |
| ( ) 8. Trabalho decente e crescimento econômico | ( ) 17. Parcerias e meios de implementação   |

### **Impactos sociais, tecnológicos, econômicos e culturais**

Os resultados obtidos nesta tese geram impactos multidimensionais, conectando a modelagem climática de precisão a demandas socioambientais e operacionais urgentes. Do ponto de vista tecnológico e econômico, a modelagem agrometeorológica comprovou que o planejamento fundamentado em médias climatológicas mensais subestima o risco de colapso da safra, e o mapeamento da instabilidade hídrica na safrinha (principalmente sob o cenário SSP585) permite um manejo mais adequado para evitar que qualquer tipo de estresse gere perda total de produção. A identificação das curtas janelas de friabilidade do solo no outono fornece parâmetros exatos para o redimensionamento da capacidade operacional de máquinas, inclusive reduzindo os custos com combustível e depreciação do maquinário, prevenindo perdas econômicas oriundas da degradação física do solo.

O público beneficiado por esta pesquisa transcende o âmbito estritamente acadêmico. Inicialmente, a pesquisa impacta de forma direta o ensino e a formação de dezenas de estudantes de graduação que cursaram a disciplina de Agrometeorologia na Universidade Federal de Lavras (UFLA), que pode ser utilizado, inclusive transformado e utilizado como material didático, além de fornecer uma base de dados climatológicos calibrada (QDM) de alta precisão que permitirá a outros pesquisadores o aprimoramento contínuo das investigações na área. Contudo, o impacto estende-se de forma concreta ao setor produtivo. Agricultores familiares, médios produtores rurais e operadores de máquinas no município de Lavras e em toda a macrorregião do Sul de Minas Gerais passam a dispor de conhecimento aplicado para o enfrentamento da vulnerabilidade climática. Em uma escala macro, a própria população é beneficiada de forma direta, uma vez que a estruturação de uma cadeia produtiva resiliente e bem manejada é o pilar fundamental para garantir a produção e a entrega contínua de alimentos de qualidade à sociedade.

O caráter extensionista da tese consolida-se na tradução da complexidade dos *Modelos de Circulação Global* (CMIP6) em respostas agrônomicas tangíveis, viabilizando o desenvolvimento de programas de assistência técnica e extensão rural (ATER) muito mais eficientes. Esta abordagem alinha-se a três áreas temáticas prioritárias da Política Nacional de Extensão: Meio Ambiente, por meio da antecipação de cenários para a conservação do solo e da água; Tecnologia e Produção, pela otimização do planejamento mecanizado e de irrigação via *software*

AquaCrop; e Direitos Humanos e Justiça, pelo fornecimento de ferramentas de enfrentamento ao racismo ambiental e agrícola, protegendo populações vulneráveis.

Por fim, os impactos da pesquisa demonstram profundo alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU). O estudo responde diretamente ao ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), ao projetar soluções para a manutenção da produtividade do milho; ao ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), ao combater o desperdício de recursos por meio do uso eficiente da água e do maquinário; e ao ODS 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima), ao quantificar matematicamente os impactos do forçamento radiativo e formular estratégias ativas de adaptação climática regional.

### **Social, technological, economic and cultural impacts**

The results obtained in this thesis generate multidimensional impacts, connecting precision climate modeling to urgent socio-environmental and operational demands. From a technological and economic perspective, agrometeorological modeling has proven that planning based on monthly climatological averages underestimates the risk of crop failure, and mapping water instability in the off-season crop (primarily under the SSP585 scenario) enables more appropriate management to prevent any type of stress from causing total yield loss. The identification of short soil friability windows in the autumn provides exact parameters for resizing the operational capacity of machinery, thereby reducing fuel costs and machinery depreciation, as well as preventing economic losses arising from physical soil degradation.

The audience benefiting from this research transcends the strictly academic sphere. Initially, the research directly impacts the teaching and training of dozens of undergraduate students who took the Agrometeorology course at the Federal University of Lavras (UFLA), as it can be transformed and utilized as didactic material. Furthermore, it provides a highly accurate calibrated climatological database (QDM) that will enable other researchers to continuously improve investigations in the field. However, the impact concretely extends to the productive sector. Family farmers, medium-sized rural producers, and machine operators in the municipality of Lavras and throughout the macro-region of Southern Minas Gerais now have access to applied knowledge to address climate vulnerability. On a macro scale, the general population benefits directly, since the structuring of a resilient and well-managed production chain is the fundamental pillar for ensuring the continuous production and delivery of quality food to society.

The extensionist nature of the thesis is consolidated by translating the complexity of *Global Climate Models* (CMIP6) into tangible agronomic responses, facilitating the development of much more efficient technical assistance and rural extension (ATER) programs. This approach aligns with three priority thematic areas of the National Extension Policy: Environment, through the anticipation of scenarios for soil and water conservation; Technology and Production, through the optimization of mechanized and irrigation planning via the AquaCrop software; and Human Rights and Justice, by providing tools to confront environmental and agricultural racism, thereby protecting vulnerable populations.

Finally, the research impacts demonstrate a profound alignment with the United Nations (UN) Sustainable Development Goals (SDGs). The study responds directly to SDG 2 (Zero Hunger), by designing solutions to maintain maize yield; to SDG 12 (Responsible Consumption and Production), by combating resource waste through the efficient use of water and machinery; and to SDG 13 (Climate Action), by mathematically quantifying the impacts of radiative forcing and formulating active strategies for regional climate adaptation.

Documento assinado digitalmente  
 LORENA JULIO GONCALVES  
Data: 06/08/2026 08:52:37-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura Discente

Documento assinado digitalmente  
 LUIZ GONSAGA DE CARVALHO  
Data: 06/08/2026 10:05:15-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura Orientador

Obs.: As assinaturas devem ser realizadas por meio da plataforma Gov.br, ICPEdu ou outra autenticável que contenha data.