

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

Autor(a): JÚLIO CÉSAR SOUSA DE LIMA

Orientador(a): FELIPE OLIVEIRA E SILVA

Programa de Pós-Graduação em: Engenharia de Sistemas e Automação

Título do trabalho: Otimização Multiobjetivo de Fluxos Rodoviários em Terminais Intermodais de Grãos com Inteligência Artificial e Simulação

### Ação Climática:

- Agricultura de baixa emissão de carbono
- 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:

sociais  tecnológicos  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 checked="" type="checkbox"/> 3. Direitos humanos e justiça | <input checked="" type="checkbox"/> 7. Tecnologia e produção |
| <input type="checkbox"/> 4. Educação                              | <input checked="" 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 type="checkbox"/> 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"/> 12. Consumo e produção responsáveis |
| <input type="checkbox"/> 4. Educação de qualidade               | <input type="checkbox"/> 13. Ação contra a mudança global do clima      |
| <input type="checkbox"/> 5. Igualdade de Gênero                 | <input type="checkbox"/> 14. Vida na água                               |
| <input type="checkbox"/> 6. Água potável e Saneamento           | <input type="checkbox"/> 15. Vida terrestre                             |

( ) 7. Energia Acessível e Limpa

(X) 16. Paz, justiça e instituições eficazes

(X) 8. Trabalho decente e crescimento econômico

( ) 17. Parcerias e meios de implementação

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

Esta dissertação apresenta impactos relevantes de natureza tecnológica, econômica, social, ambiental e acadêmica, com repercussões diretas e potenciais sobre a logística do agronegócio brasileiro, especialmente em territórios caracterizados por alta concentração de terminais intermodais de grãos nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do país. O objetivo do trabalho consistiu em desenvolver e aplicar um modelo computacional baseado em Simulação de Eventos Discretos acoplada a um algoritmo de otimização multiobjetivo (NSGA-II), capaz de apoiar a tomada de decisão em contextos operacionais complexos, considerando simultaneamente eficiência produtiva, justiça operacional e sustentabilidade. Do ponto de vista tecnológico e econômico, os resultados indicam a possibilidade de redução dos tempos médios de permanência de caminhões e melhor utilização dos ativos logísticos, com potencial incremento da vazão de descarga e diminuição de gargalos operacionais, o que pode gerar ganhos econômicos mensuráveis para operadores logísticos, cooperativas agroindustriais e terminais intermodais. O uso de ferramentas computacionais livres e de código aberto favorece a replicabilidade do modelo e sua adoção em contextos institucionais com restrições orçamentárias, ampliando o acesso à inovação tecnológica. No âmbito social e territorial, a incorporação de indicadores relacionados à fadiga de operadores e à desigualdade nos tempos de espera promove uma abordagem humanocêntrica, com impacto potencial direto sobre trabalhadores operacionais e motoristas de carga, grupos historicamente pouco considerados em modelos de otimização logística, contribuindo para práticas mais justas e seguras no ambiente de trabalho. Esses impactos sociais se estendem, de forma indireta, às comunidades localizadas no entorno dos terminais, ao favorecer operações mais eficientes e ambientalmente responsáveis. Do ponto de vista acadêmico e extensionista, o trabalho envolveu docentes e estudantes da Universidade Federal de Lavras, resultando na produção de artigos científicos e na capacitação em simulação, inteligência artificial e governança algorítmica, com potencial de desdobramento em ações extensionistas junto a cooperativas, instituições públicas e agentes do setor logístico. Os impactos do trabalho se alinham às áreas temáticas da Política Nacional de Extensão relacionadas à tecnologia e produção, trabalho e meio ambiente, além de dialogarem diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, em especial aqueles voltados ao trabalho decente e crescimento econômico, à inovação e infraestrutura, à produção responsável e à ação climática, contribuindo para o fortalecimento de cadeias logísticas mais resilientes, eficientes e socialmente responsáveis.

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

This dissertation presents relevant technological, economic, social, environmental, and academic impacts, with direct and potential effects on Brazilian agribusiness logistics, particularly in territories characterized by a high concentration of intermodal grain terminals in the Southeast and Midwest regions of the country. The objective of the work was to develop and apply a computational model based on Discrete Event

Simulation coupled with a multiobjective optimization algorithm (NSGA-II), capable of supporting decision-making in complex operational contexts while simultaneously considering productive efficiency, operational fairness, and sustainability. From a technological and economic perspective, the results indicate the possibility of reducing average truck dwell times and improving the utilization of logistical assets, with a potential increase in unloading throughput and a reduction of operational bottlenecks, which may generate measurable economic gains for logistics operators, agribusiness cooperatives, and intermodal terminals. The use of free and open-source computational tools enhances the replicability of the model and facilitates its adoption in institutional contexts with budgetary constraints, thereby broadening access to technological innovation. In social and territorial terms, the incorporation of indicators related to operator fatigue and inequality in waiting times promotes a human-centered approach, with potential direct impacts on operational workers and truck drivers—groups historically overlooked in traditional logistics optimization models—contributing to fairer and safer working practices. These social impacts extend indirectly to communities located in the surroundings of intermodal terminals by fostering more efficient and environmentally responsible operations. From an academic and extension-oriented perspective, the work involved faculty members and students from the Federal University of Lavras, resulting in scientific publications and capacity building in simulation, artificial intelligence, and algorithmic governance, with potential for further extension activities in collaboration with cooperatives, public institutions, and logistics-sector stakeholders. The impacts of this research align with the thematic areas of the National Extension Policy related to technology and production, labor, and the environment, and are directly connected to the United Nations Sustainable Development Goals of the 2030 Agenda, particularly those addressing decent work and economic growth, industry, innovation and infrastructure, responsible production, and climate action, contributing to the strengthening of more resilient, efficient, and socially responsible logistics chains.

Assinatura Discente

Assinatura Orientador

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