

ANEXO B – FORMULÁRIO DE INDICADORES DE IMPACTOS DA PESQUISA

Autor(a): ALEJANDRA BUSTILLOS VEGA

Orientador(a): CARLOS ROGÉRIO DE MELLO

Programa de Pós-Graduação em: RECURSOS HIDRICOS

Título do trabalho: Data-Driven Hydrology: Rainfall Modeling in Forest Ecosystems Using Machine Learning

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:

- | | |
|--|--|
| ☐ 1. Comunicação | ☒ 5. Meio ambiente |
| ☐ 2. Cultura | ☐ 6. Saúde |
| ☐ 3. Direitos humanos e justiça | ☐ 7. Tecnologia e produção |
| ☐ 4. Educação | ☐ 8. Trabalho |

Objetivos de Desenvolvimento sustentável (ODS) da ONU impactados

- | | |
|--|---|
| ☐ 1. Erradicação da pobreza | ☐ 10. Redução das desigualdades |
| ☐ 2. Fome zero e agricultura sustentável | ☐ 11. Cidades e comunidades sustentáveis |
| ☐ 3. Saúde e Bem-estar | ☐ 12. Consumo e produção responsáveis |
| ☐ 4. Educação de qualidade | ☒ 13. Ação contra a mudança global do clima |
| ☐ 5. Igualdade de Gênero | ☐ 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

Esta tese teve como objetivo desenvolver um arcabouço metodológico baseado em aprendizado de máquina (Machine Learning) para o controle de qualidade, a reconstrução e a modelagem da precipitação em ecossistemas florestais sazonais, com aplicação na Reserva Florestal “Matinha” (Mata Atlântica), em Lavras, Sul de Minas Gerais. Os impactos são predominantemente tecnológicos e socioambientais, de natureza majoritariamente potencial: o trabalho estabeleceu rotinas automáticas de detecção de anomalias (Isolation Forest) e modelos multiobjetivo capazes de reconstruir séries pluviométricas horárias e diárias em redes com falhas de monitoramento, bem como modelos de interceptação que alcançaram desempenho elevado na validação espacial ($R^2 \approx 0,65$ e $KGE \approx 0,70$), reduzindo custos operacionais de manutenção e mitigando a perda histórica de dados hidrológicos. Do ponto de vista socioambiental, a pesquisa contribui para a segurança hídrica ao disponibilizar estimativas validadas de precipitação efetiva em tempo quase real, gerando subsídios científicos para políticas de conservação florestal e de manejo de bacias hidrográficas em regiões de cabeceira, especialmente diante da crescente frequência de secas no Sudeste brasileiro. O caráter extensionista, potencial, materializa-se na futura disponibilização de ferramentas de código aberto (plataforma Intercep-ML) para técnicos, gestores de recursos hídricos e pesquisadores. Os impactos classificam-se nas áreas temáticas 5 (Meio ambiente) e 7 (Tecnologia e produção) da Política Nacional de Extensão e alinham-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU — sobretudo ODS 6 (Água Potável e Saneamento), ODS 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima) e ODS 15 (Vida Terrestre) —, contribuindo para o cumprimento da Agenda 2030 pelo Brasil.

Social, technological, economic and cultural impacts

This doctoral thesis aimed to develop a machine-learning-based methodological framework for the quality control, reconstruction and modeling of rainfall in seasonal forest ecosystems, applied to the “Matinha” Atlantic Forest reserve in Lavras, southern Minas Gerais, Brazil. The impacts are predominantly technological and socio-environmental, and largely potential in nature: the work established automated anomaly-detection routines (Isolation Forest) and multi-objective models capable of reconstructing hourly and daily rainfall series in monitoring networks affected by data gaps, as well as interception models that achieved high performance under spatial validation ($R^2 \approx 0.65$ and $KGE \approx 0.70$), reducing operational maintenance costs and mitigating the historical loss of hydrological data. From a socio-environmental perspective, the research contributes to water security by providing validated, near-real-time estimates of effective precipitation, generating scientific evidence to support forest conservation and watershed management policies in headwater regions, particularly given the increasing frequency of droughts in southeastern Brazil. Its extensionist character is potential and will materialize through the future release of open-source tools (the Intercep-ML platform) for technicians, water-resource managers and researchers. The impacts fall under thematic areas 5 (Environment) and 7

(Technology and Production) of the Brazilian National Extension Policy and align with the United Nations Sustainable Development Goals — particularly SDG 6 (Clean Water and Sanitation), SDG 13 (Climate Action) and SDG 15 (Life on Land) — contributing to Brazil's fulfillment of the 2030 Agenda.

Assinatura Discente

Assinatura Orientador

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