

Conjunto de Artefatos para Representação de Boas Práticas em MLOps

Beatriz Mayumi Andrade Matsui¹, Denise Hideko Goya¹

¹Centro de Matemática, Computação e Cognição, Universidade Federal do ABC
Av. dos Estados, 5001 - Bairro S. Terezinha, Santo André, SP, Brazil - CEP: 09210-580

{beatriz.mayumi, denise.goya}@ufabc.edu.br

Resumo. *Um dos desafios mais comuns para profissionais que atuam com o desenvolvimento e implantação de sistemas de aprendizado de máquina é a ausência de um padrão ou desconhecimento de melhores práticas no que concerne a MLOps – termo que representa a aplicação de práticas DevOps ao aprendizado de máquina. Na literatura, estudos têm mostrado a aplicabilidade de MLOps em contextos específicos, mas poucos fornecem recomendações de melhores práticas para sua efetiva adoção. Neste contexto o presente trabalho propõe um conjunto de artefatos (conceito derivado do método de pesquisa Design Science Research) para contribuir na compreensão e adoção de MLOps de forma mais efetiva por profissionais e pesquisadores da área.*

1. Introdução

Um conceito cada vez mais abordado por equipes de desenvolvimento de *software* é o de DevOps. Apesar de não possuir uma definição formal, DevOps pode ser compreendido como uma cultura que visa a colaboração e integração entre equipes de desenvolvimento e operações, promovendo mais agilidade e qualidade à entrega final do sistema [Dyck et al. 2015]. Da mesma forma, no âmbito da Inteligência Artificial e do aprendizado de máquina (ou *machine learning*, ML), práticas DevOps também se mostram úteis – sendo conhecidas pelo termo “MLOps” (do inglês *machine learning operations*). Assim como DevOps, MLOps não possui uma definição única e formal, mas pode-se compreendê-lo como a “operacionalização do ciclo de vida do aprendizado de máquina” a fim de implantar sistemas de ML em produção [Treveil et al. 2020].

Alguns dos maiores desafios para a adoção de práticas MLOps estão relacionados sobretudo a: falta de conhecimento e ausência de um padrão, resistência à mudança e características inerentes aos sistemas de ML (tais como os processos iterativos e dificuldades de manutenção). Além disso, mesmo com o recente avanço nas pesquisas sobre o tema, poucos são os estudos que propõem modelos ou guia de boas práticas para uma implementação efetiva de MLOps. O presente trabalho visa preencher essa lacuna, propondo um conjunto de artefatos para representar boas práticas em MLOps e contribuir para sua adoção e melhor compreensão por pesquisadores e profissionais da área.

2. Referencial Teórico

O processo de implantação de modelos de aprendizado de máquina segue essencialmente etapas de coleta e processamento de dados, treinamento, validação e teste [Treveil et al. 2020]. Tendo início na fase de *experimentação*, com a coleta e extração de dados e preparação do modelo de aprendizado de máquina, o ciclo de vida de MLOps segue com

as etapas de *desenvolvimento (Dev)*, com o treinamento, validação e teste do modelo e *operações (Ops)*, com a implantação contínua do modelo em ambiente de produção e o monitoramento do sistema.

Apesar de ser um tema em ascensão, principalmente para grandes empresas de tecnologia, práticas MLOps ainda consistem em uma área recente de pesquisa, e poucos são os estudos científicos que analisam o ciclo de vida de MLOps e/ou fornecem diretrizes e recomendações de melhores práticas para guiar sua implementação, sobretudo no formato em que apresentamos no presente trabalho. Neste contexto, a presente pesquisa se diferencia das demais ao propor um conjunto de artefatos abrangentes que podem ser utilizados por profissionais que atuam com práticas MLOps em diferentes organizações, combinando conhecimentos técnicos e científicos para a expansão de conhecimento sobre o tema na academia e indústria.

3. Metodologia

Para o levantamento das boas práticas em MLOps foram consideradas revisão da literatura (mapeamento sistemático [Matsui and Goya 2021] e revisão de literatura cinza) e experiência profissional e acadêmica das autoras. Para a geração dos artefatos, utilizou-se o método de pesquisa *Design Science Research (DSR)*, o qual contempla as fases de *Ciclo de Conhecimento*, *Ciclo de Design* e *Ciclo de Relevância* [Pimentel et al. 2019, Peffers et al. 2007]. O método DSR procura: *i*) solucionar um problema prático em contexto específico com o uso de artefatos e *ii*) produzir um novo conhecimento científico [Pimentel et al. 2019]. O conceito de artefato não se limita a objetos físicos, mas representa tudo aquilo que pode ser projetado: uma abstração, modelo, *framework*, etc. [Peffers et al. 2007]. Neste contexto, os artefatos propostos no presente trabalho consistem em diagramas e/ou figuras que ilustram as boas práticas elencadas para a adoção de MLOps, com o objetivo de tornar mais fácil sua visualização e compreensão.

4. Resultados

Com base na revisão de literatura e experiência das autoras, conforme descrito na Seção 3, foram levantadas as recomendações de melhores práticas em MLOps, divididas nas categorias *Cultura & Governança*, *Desenvolvimento* (do modelo de ML), *Implantação* (do modelo de ML), e *Monitoramento* (do sistema de ML), também definidas pelas autoras (*Ciclo de Conhecimento* do DSR). A Figura 1 ilustra as recomendações por categoria.

Cultura & Governança	Desenvolvimento	Implantação	Monitoramento
Esteja aderente às regulações	Analise as características dos dados e modelo	Automatize os pipelines	Observe possível obsolescência nos dados e modelo
Tenha um plano de comunicação claro	Implemente controle de versão		
Invista em treinamento	Escolha as ferramentas certas	Treine o modelo continuamente	Monitore continuamente

Figura 1. Recomendações de boas práticas em MLOps.

Na sequência, foram elaborados os artefatos (*Ciclo de Design* do DSR) – consistindo em representações gráficas das boas práticas – sendo as próprias recomendações listadas na Figura 1 parte desses artefatos. A Figura 2 traz um exemplo de visualização mais detalhada das boas práticas sugeridas na categoria *Cultura & Governança*, tendo início pela aderência às regulações, seguido pela implementação de um plano de comunicação claro e o treinamento das equipes nos aspectos técnicos e culturais necessários para a adesão às mudanças.

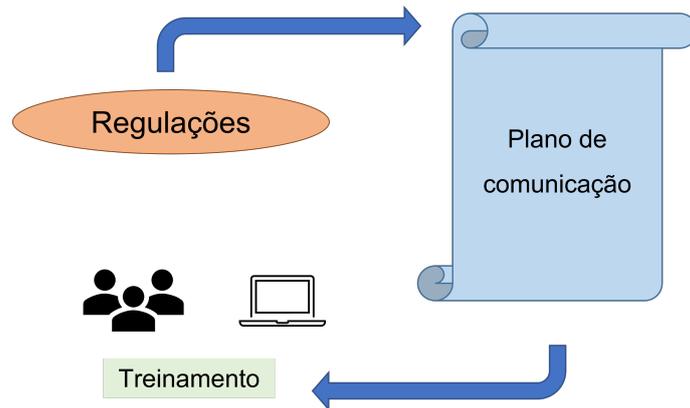


Figura 2. Representação do fluxo de boas práticas em MLOps para a categoria Cultura & Governança.

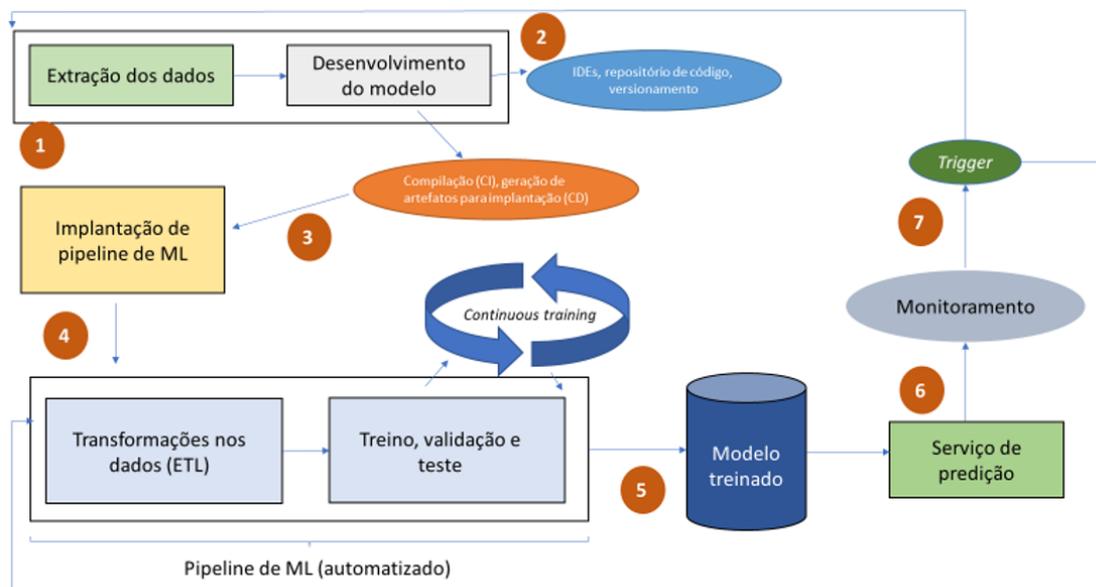


Figura 3. Visualização das etapas de Desenvolvimento, Implantação e Monitoramento inseridas no ciclo de vida de MLOps.

A Figura 3 ilustra as etapas essenciais que compõem o ciclo de vida de MLOps, incluindo as categorias de *Desenvolvimento*, *Implantação* e *Monitoramento*. Tendo início com a extração dos dados (1) e o desenvolvimento do modelo (2), com o uso de ferramentas de controle de versão, segue-se para (3) com a automação dos processos de compilação

e implantação dos componentes e a execução automatizada do pipeline de ML, contendo etapas de transformação nos dados e treino, validação e teste (4). Em (5) tem-se o modelo gerado após o treinamento e consequente alimentação de um serviço de predição (6) neste exemplo. Todo esse processo alimenta o serviço de monitoramento (7), o qual, por sua vez, habilita um *trigger* ou acionamento automático para as etapas (1) e (4), fazendo com que novos dados sejam inseridos e o modelo retreinado quando necessário.

5. Considerações Finais

Esse trabalho apresentou um conjunto de artefatos para a representação de melhores práticas em MLOps a fim de auxiliar sua compreensão e adoção por profissionais e pesquisadores da área. Os resultados foram obtidos a partir de revisão da literatura e experiência profissional e acadêmica das autoras.

A validação da aplicabilidade dos artefatos para diferentes profissionais e organizações que atuam com MLOps será realizada por meio de questionário (*Ciclo de Relevância* do DSR), com resultados a serem apresentados em trabalhos futuros.

Referências

- Dyck, A., Penners, R., and Lichter, H. (2015). Towards definitions for release engineering and devops. In *2015 IEEE/ACM 3rd International Workshop on Release Engineering*, pages 3–3. IEEE.
- Matsui, B. and Goya, D. (2021). Applying devops to machine learning processes: A systematic mapping. In *Anais do XVIII Encontro Nacional de Inteligência Artificial e Computacional*, pages 559–570, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., and Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of management information systems*, 24(3):45–77.
- Pimentel, M., Filippo, D., and Santoro, F. M. (2019). Design science research: fazendo pesquisas científicas rigorosas atreladas ao desenvolvimento de artefatos computacionais projetados para a educação. *Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação: Concepção da Pesquisa*. Porto Alegre: SBC.
- Treveil, M., Omont, N., Stenac, C., Lefevre, K., Phan, D., Zentici, J., Lavoillotte, A., Miyazaki, M., and Heidmann, L. (2020). *Introducing MLOps*. O'Reilly Media, Inc.