

# Universidade de Pernambuco

## Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Computação (PPGEC)

### Proposta de Tese de Doutorado

**Área:** Inteligência Computacional

**Título:** Aprendizado Federado para Atualização Contínua de Grafos de Conhecimento Jurídico

**Orientador – Bruno José Torres Fernandes ([bruno.fernandes@upe.br](mailto:bruno.fernandes@upe.br))**

**Descrição** – O ordenamento jurídico brasileiro é composto por múltiplas camadas normativas, legislação federal, estadual e municipal, jurisprudência, atos regulatórios e doutrina, gerando um volume crescente de informações e relações jurídicas complexas e desafios para as novas tecnologias [1]. O dinamismo normativo e o versionamento histórico tornam desafiadora a tarefa de manter estruturas consolidadas e auditáveis que representem, de forma organizada, vínculos, precedência jurídica, interpretações, revogações e impactos regulatórios. Grafos de conhecimento têm se mostrado uma abordagem promissora para mapear essas relações semânticas, bem como para habilitar consultas inteligentes e inferência contextual em sistemas baseados em RAG (*Retrieval-Augmented Generation*) [2]. Entretanto, a centralização desses dados pode comprometer privacidade, rastreabilidade e escalabilidade, dado que fontes jurídicas estão distribuídas em múltiplos domínios institucionais, variam em formato e são atualizadas de maneira assíncrona [3].

Esta proposta de tese investiga se mecanismos de Aprendizado Federado (Federated Learning – FL) [4,5,6,7,8] podem viabilizar a construção e atualização contínua de um Grafo de Conhecimento Jurídico Brasileiro composto por representações semânticas conectadas de leis, precedentes, entidades reguladas e interpretações oriundas de diversos órgãos jurídicos. A partir de um arcabouço federado, dados brutos não são compartilhados entre participantes, sendo que cada nó mantém seu corpus local e contribui apenas com parâmetros, embeddings, relações inferidas ou ajustes ontológicos, preservando confidencialidade e respeitando diferentes graus de sigilo institucional.

Pretende-se investigar mecanismos federados capazes de manter coerência estrutural e temporal do grafo, detectando conflitos entre normas, reavaliando hierarquias de precedência, incorporando metadados ontológicos, atribuindo relevância jurídica dinâmica, e preservando integridade histórica em múltiplas versões legislativas. O modelo deverá se integrar a pipelines de inferência legal, motores RAG e agentes simbólicos, mantendo rastreabilidade sobre a origem das fontes, explicabilidade das conexões e mecanismos para detecção de contradições normativas. Cenários experimentais incluirão dados públicos de legislação nacional e corpora de jurisprudência, avaliando métricas de consistência semântica, eficiência de convergência, desempenho de consultas complexas e escalabilidade da infraestrutura distribuída.

### Referências Bibliográficas

1. Iszlaji, B. O. Os desafios do direito frente às complexidades das novas tecnologias. Revista de Direito, v. 14, n. 02, 2022.
2. Zhang, Q. et al. A Survey of Graph Retrieval-Augmented Generation for Customized Large Language Models. Arxiv, 2025.
3. Politou, E. et. al. Privacy and Data Protection Challenges in the Distributed Era. Springer, 2022.

4. ALEDHARI, M. et al. Federated learning: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. IEEE Access, v. 8, p. 140699–140725, 2020.
5. GOSSELIN, R. et al. Privacy and security in federated learning: A survey. Applied Sciences, 2022.
6. SHAHID, O. et al. Communication efficiency in federated learning: Achievements and challenges. ArXiv, abs/2107.10996, 2021.
7. ABHISHEKV, A. et al. Federated learning: Collaborative machine learning without centralized training data. international journal of engineering technology and management sciences, 2022.
8. CUI, S. et al. Collaboration equilibrium in federated learning. Proceedings of the 28th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, 2021.