

Universidade de Pernambuco

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

Proposta de Tese de Doutorado

Área: Inteligência Computacional

Título: Método Híbrido Neuro-Simbólico para Explicabilidade Jurídica: Integração de Ontologias, Ciência das Redes e Transformers para Conformidade Automatizada com a LGPD

Orientador: Profº Dr. Cleyton Mário de Oliveira Rodrigues

A crescente complexidade das normas de proteção de dados, como a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), demanda que sistemas de inteligência artificial, além de realizarem classificações precisas, sejam capazes de oferecer justificativas compreensíveis a profissionais do Direito, gestores de compliance e órgãos reguladores. A combinação de modelos de linguagem profunda (Transformers), ontologias formais e ciência das redes surge como uma fronteira promissora para superar limitações de explicabilidade em contextos regulatórios sensíveis.

Diante disso, a pesquisa propõe responder ao seguinte problema: como integrar embeddings linguísticos gerados por modelos de linguagem, como o BERTimbau (SOUZA et al., 2020) ou variantes jurídicas, com embeddings semânticos derivados de ontologias e grafos de conhecimento, articulando essa fusão com métricas da ciência das redes (NEWMAN, 2010) para produzir explicações estruturadas e juridicamente fundamentadas que sustentem decisões automatizadas de conformidade com a LGPD?

A justificativa fundamenta-se no fato de que o Processamento de Linguagem Natural aplicado ao Direito já apresenta avanços importantes (CHALKIDIS et al., 2020), mas ainda carece de mecanismos robustos de explicabilidade (RIBEIRO et al., 2016). O campo da inteligência neuro-simbólica destaca a importância de integrar raciocínio simbólico (ontologias) e representação conexional (redes neurais) para reduzir a opacidade dos modelos (GARCIA et al., 2020). Além disso, a ciência das redes (NEWMAN, 2010) fornece métricas consolidadas para explorar relações topológicas em grafos de conhecimento, o que potencializa a justificativa interpretável das decisões algorítmicas. Assim, combinar essas abordagens é estratégico para aumentar a confiabilidade, a auditabilidade e a aceitabilidade regulatória de sistemas de IA aplicados à governança de dados.

O objetivo geral é desenvolver e validar um método híbrido neuro-simbólico que integre Transformers, ontologias jurídicas e ciência das redes para identificar inconformidades com a LGPD em documentos empresariais, fornecendo explicações estruturadas e auditáveis. A metodologia inclui a construção de um corpus anotado por especialistas, a modelagem de uma ontologia LGPD formalizada em OWL e transformada em grafo de conhecimento RDF, a geração de embeddings contextuais (via BERTimbau) e embeddings estruturais (por meio de abordagens como OWL2Vec), e a fusão dessas representações com métricas de redes complexas, como centralidade e modularidade (NEWMAN, 2010). A explicabilidade será viabilizada pela combinação de técnicas XAI (como SHAP, RIBEIRO et al., 2016) com raciocínio simbólico e visualização de subgrafos. A validação será feita com métricas quantitativas, como acurácia e F1-score, e qualitativas, a partir da análise de clareza interpretativa por profissionais de proteção de dados.

Como resultados, espera-se disponibilizar um protótipo funcional de auditoria automatizada com interface de explicações vinculadas a evidências normativas, artigos em periódicos de alto impacto, uma base de dados anotada de apoio à pesquisa e um framework open-source para auditorias de conformidade. Assim, a pesquisa contribui para o avanço teórico e aplicado da integração entre IA simbólica, IA conexionista e ciência das redes no contexto jurídico-regulatório.

Referências Bibliográficas:

CHALKIDIS, Ilias; FERGADIOTIS, Michalis; MALAKASIOTIS, Prodromos; ALETRAS, Nikolaos; ANDROUTSOPOULOS, Ion. LEGAL-BERT: The Muppets straight out of Law School. *Findings of the Association for Computational Linguistics: EMNLP 2020*, p. 2898–2904. Disponível em: <https://aclanthology.org/2020.findings-emnlp.261/>. Acesso em: 10 jul. 2025.

NEWMAN, Mark. *Networks: An Introduction*. Oxford: Oxford University Press, 2010.

RIBEIRO, Marco Tulio; SINGH, Sameer; GUESTRIN, Carlos. “Why Should I Trust You?” Explaining the Predictions of Any Classifier. In: *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. San Francisco: ACM, 2016. p. 1135–1144.

SOUZA, Fábio; NOGUEIRA, Rodrigo; LOTUFO, Roberto. BERTimbau: Pretrained BERT Models for Brazilian Portuguese. In: *Brazilian Conference on Intelligent Systems (BRACIS)*. Rio Grande do Sul: IEEE, 2020. p. 403–417.