
	<p align="center">UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ</p> <p align="center">Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação</p> <p align="center">Tópicos em IA (PLN)</p> <p align="center">Profº Leonardo Sampaio Rocha</p> <p align="center">Aluno: Anderson Martins Gomes</p>	
---	---	---

PROJETO FINAL - Proposta - 09/06/2025

Agentes LLM como Entidades Autônomas de Negócio: Uma Nova Abordagem para a Construção Adaptativa de Sistemas de Informação.

1 RESUMO

Este trabalho propõe o desenvolvimento de uma solução baseada em agentes autônomos utilizando modelos de linguagem pré-treinados (LLMs), com foco na construção e evolução dinâmica de sistemas de informação. Diferentemente das abordagens tradicionais que utilizam agentes para simular papéis clássicos da engenharia de software (como programadores, testadores, arquitetos etc.), esta proposta introduz uma nova camada conceitual: as Entidades Autônomas de Negócio (BAEs – Business Autonomous Entities).

Cada BAE representa uma entidade de domínio (por exemplo, "Aluno", "Professor", "Disciplina") e é responsável por sua modelagem conceitual, persistência de dados, geração de interfaces e integração com outras partes do sistema. Esses agentes interagem com Agentes Autônomos Clássicos de Engenharia de Software (SWEAs) e com humanos especialistas tanto da área técnica (HSWEs) quanto do domínio (HBEs). A proposta permite a construção de sistemas a partir de interações em linguagem natural, com evolução contínua em tempo de execução, e promove a reutilização de BAEs em diferentes contextos organizacionais.

A arquitetura proposta é composta por mais três elementos fundamentais, além dos BAEs, que interagem de maneira coordenada para permitir a geração e evolução contínua de sistemas de informação: Human Business Experts (HBEs),

Human Software Engineering Experts (HSWEs) e Software Engineering Autonomous Agents (SWEAs). A interação entre esses elementos ocorre de forma dinâmica, a partir da recepção de comandos em linguagem natural fornecidos pelos HBEs, que representam o conhecimento do domínio. Esses comandos são interpretados pelos BAEs, que operam como agentes especializados em entidades de negócio, sendo capazes de acionar os SWEAs para realizar tarefas técnicas de geração e adaptação do sistema. Quando necessário, os HSWEs podem intervir para validar, configurar ou ajustar aspectos técnicos mais sensíveis, como segurança, infraestrutura ou decisões de arquitetura. Esse arranjo flexível permite que o fluxo de construção do sistema não dependa de fases fixas ou hierarquias rígidas, mas sim da composição situacional e iterativa dos agentes conforme as necessidades emergentes.

Formalmente, cada um dos elementos da arquitetura possui um papel bem definido:

- (i) Human Business Experts (HBEs) são os agentes humanos que detêm o conhecimento de domínio e interagem com o sistema por meio de linguagem natural, especificando requisitos e regras de negócio;
- (ii) Human Software Engineering Experts (HSWEs) são os humanos com expertise técnica que podem auxiliar ou supervisionar o sistema em decisões técnicas críticas que os agentes autônomos não consigam resolver com confiança;
- (iii) Business Autonomous Entities (BAEs) são agentes baseados em LLM especializados em uma entidade de domínio específica, sendo responsáveis por sua modelagem semântica, controle de persistência, criação de interfaces e orquestração de agentes auxiliares conforme as necessidades da entidade; e
- (iv) Software Engineering Autonomous Agents (SWEAs) são agentes baseados em LLM com funções técnicas generalistas, como geração de código backend, testes, interfaces ou documentação, operando sob demanda a partir da requisição das BAEs. A interação contínua e cooperativa entre esses elementos permite a construção de sistemas evolutivos, adaptáveis e alinhados diretamente com o vocabulário e os conceitos do domínio do usuário final.

A arquitetura proposta distingue-se das abordagens atuais de sistemas multiagente baseados em Large Language Models (LLMs), como as descritas por He et al. (2024), que modelam agentes especializados em papéis clássicos da engenharia de software — tais como desenvolvedor, arquiteto, engenheiro de testes e gerente de projeto — organizados em fluxos colaborativos para gerar sistemas a partir de entradas humanas. Embora essas abordagens demonstrem potencial na simulação de times de desenvolvimento, elas mantêm uma separação rígida entre o momento de geração do software e sua execução, atuando majoritariamente em tempo de projeto (design time).

Em contraste, os Business Autonomous Entities (BAEs) introduzidos neste trabalho representam um avanço conceitual ao incorporarem o conhecimento de domínio como entidade viva dentro do próprio sistema, sendo capazes de operar, adaptar e expandir funcionalidades em tempo de execução (runtime), com base em interações diretas com os usuários de negócio.

Essa mudança desloca o foco da engenharia de software centrada em papéis técnicos para uma engenharia centrada em entidades de conhecimento reutilizáveis e configuráveis, promovendo maior continuidade semântica entre os requisitos e a solução gerada.

A proposta aproxima-se de visões mais ambiciosas de sistemas adaptativos e autoevolutivos, sendo também complementar a estruturas como a ChatDev (Qian et al., 2023) e AgentVerse (Weng et al., 2023), ao priorizar a representação viva e operacional de conceitos do domínio, e não apenas o cumprimento de tarefas de engenharia. Dessa forma, os BAEs abrem um novo espaço para a automação guiada por entidades de negócio, com potencial de ampliar a reutilização de agentes e reduzir o custo de desenvolvimento de sistemas de informação complexos.

Para validar a viabilidade da proposta, será desenvolvida uma prova de conceito centrada na implementação de uma Entidade Autônoma de Negócio (BAE) responsável pela entidade “Aluno” em um sistema acadêmico simulado. A avaliação consistirá em observar como esse agente, a partir de instruções em linguagem natural fornecidas por um usuário humano (HBE), é capaz de estruturar autonomamente os atributos e comportamentos da entidade, solicitar a geração do código correspondente a um backend funcional, criar uma interface básica para interação e manter a coerência do sistema mesmo após modificações incrementais,

como a adição ou alteração de campos. A prova de conceito permitirá demonstrar a capacidade dos BAEs de operarem de forma integrada a outros agentes e de evoluírem em tempo de execução, evidenciando o potencial de reutilização e adaptação dessa abordagem em diferentes cenários de desenvolvimento de software. Esse experimento prático servirá como base empírica para análise crítica da proposta e fundamentará as discussões sobre seus limites, vantagens e aplicabilidade real.

2 QUESTÕES/HIPÓTESES DE PESQUISA

- **RQ1:** É possível estruturar agentes LLM reutilizáveis baseados em entidades de negócio que sejam independentes de contexto e configuráveis para múltiplos sistemas?
- **RQ2:** Qual o nível de autonomia que esses agentes podem alcançar na geração e adaptação de sistemas sem a intervenção de especialistas técnicos?
- **RQ3:** Como se compara a complexidade e o custo de desenvolvimento utilizando BAEs em relação ao paradigma atual de LLM-Based Multi-Agent Systems?

3 POSSÍVEIS APLICAÇÕES

A proposta apresentada possui amplo potencial de aplicação em diferentes contextos onde sistemas de informação precisam ser rapidamente desenvolvidos, adaptados ou personalizados conforme a realidade de um domínio específico. Um dos cenários mais imediatos é o das plataformas de desenvolvimento automatizado de sistemas administrativos, como sistemas acadêmicos, ERPs e CRMs, nos quais entidades como "Aluno", "Cliente", "Produto" ou "Curso" compartilham uma estrutura comum, mas demandam ajustes específicos de acordo com as regras e fluxos de cada organização.

A abordagem também se mostra promissora para a construção de ferramentas de prototipagem rápida e geração de MVPs (Minimum Viable Products), possibilitando que especialistas de negócio – mesmo sem conhecimento técnico – possam descrever suas necessidades em linguagem natural e obter uma aplicação funcional básica em tempo real. Além disso, a arquitetura proposta pode servir de base para plataformas low-code ou no-code baseadas em agentes inteligentes, permitindo que a criação de aplicações deixe de depender exclusivamente de

desenvolvedores humanos. Outro campo de aplicação está na educação e na pesquisa, onde o reuso de agentes autônomos especializados em entidades de domínio pode acelerar a criação de simuladores e sistemas experimentais adaptados a diferentes áreas.

Por fim, o uso de Entidades Autônomas de Negócio como agentes LLM representa uma oportunidade significativa de redução de custo, tempo e complexidade no desenvolvimento de software, especialmente em ambientes com alta rotatividade de requisitos, promovendo um novo paradigma de geração contínua e adaptativa de sistemas.

4 REFERÊNCIAS

He, Junda, Christoph Treude, and David Lo. "LLM-Based Multi-Agent Systems for Software Engineering: Literature Review, Vision and the Road Ahead." *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology* (2024).

Qian, Chen, et al. "Chatdev: Communicative agents for software development." *arXiv preprint arXiv:2307.07924* (2023).

Chen, Weize, et al. "Agentverse: Facilitating multi-agent collaboration and exploring emergent behaviors in agents." *arXiv preprint arXiv:2308.10848* 2.4 (2023): 6.