

Impacto da utilização do *Model Context Protocol* em aplicações Kubernetes

Cleber dos Santos Santana, 081210015@faculdade.cefsa.edu.br, Autor 1
David Santos Pinheiro das Neves, 081210007@faculdade.cefsa.edu.br, Autor 2
Vinicius Gabriel da Silva Olimpio, 081210022@faculdade.cefsa.edu.br, Autor 3
Wilson Pereira da Silva, 081210039@faculdade.cefsa.edu.br, Autor 4
Fábio Henrique Cabrini, pro7799@cefsa.edu.br, Orientador

Resumo

Serão analisadas algumas tecnologias e os seus impactos em aplicações voltadas para cidades inteligentes, dentre essas tecnologias vamos falar sobre o kubernetes, uma tecnologia muito utilizada devido a capacidade de aumentar a disponibilidade e escalabilidade de aplicações, porém, a curva de aprendizado é muito alta, falaremos sobre o Model Context Protocol MCP, e como ele pode ser utilizado em aplicações de cidades inteligentes que utilizam o kubernetes como infraestrutura.

Palavras-chave: Cidades Inteligentes; Kubernetes; MCP.

Introdução

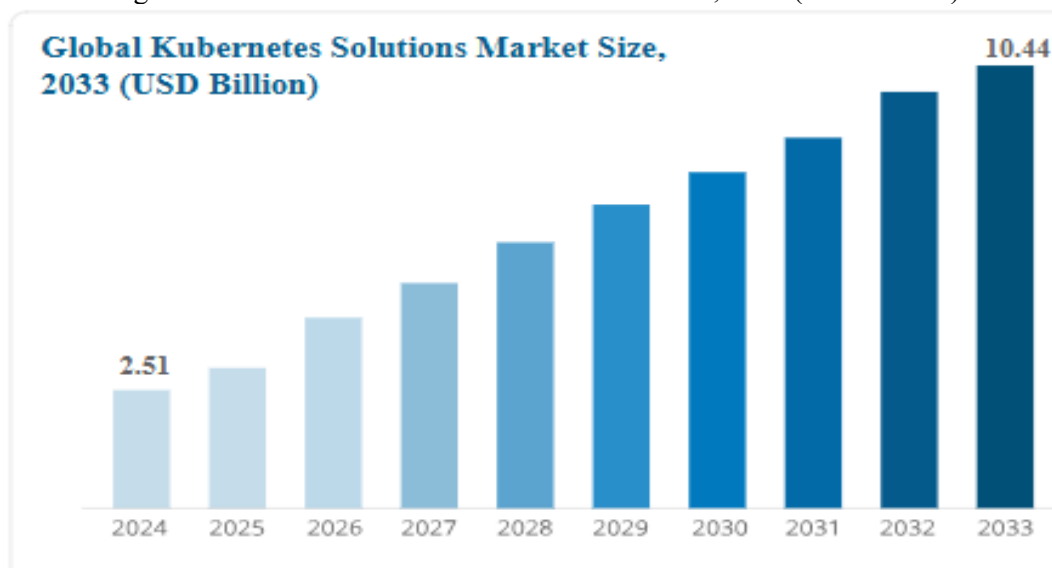
O mundo teve mudanças significativa ao longo dos anos, um dado importante a se observar é o crescimento da população urbana, desde 1950 até 2018 a população aumentou 6 de forma exponencial, e em 2009 a população urbana superou a população rural e a tendência é que chegue a 6 bilhões até 2050 (GHOSH, 2019). O crescimento fomentado por fatores como a concentração de oportunidades socioeconômicas nos centros urbanos e desigualdade no crescimento populacional, tem redesenhado as estruturas sociais, econômicas e políticas de diversas nações.

Com o crescimento populacional, surge alguns desafios referentes a cidade em sociedade, sendo eles mobilidade urbana, saneamento, segurança, como forma de mitigar esses desafios, surge o conceito de cidades inteligentes que utilizam hardware e software conectados à internet para criar aplicações que torne os espaços urbanos mais eficientes, conectados e sustentáveis.

Segundo Muralidharan et al. (2019), funcionamento de uma cidade inteligente depende diretamente da integração entre infraestrutura urbana, dispositivos conectados, aplicações distribuídas e plataformas tecnológicas capazes de processar e analisar grandes volumes de dados em tempo real. Entre essas plataformas, o Kubernetes destaca-se como a principal ferramenta de orquestração de contêineres que é o conjunto de bibliotecas encapsuladas para rodar as aplicações, sendo amplamente adotado para automatizar a implantação, escalonamento e monitoramento de aplicações em ambientes de missão crítica como os presentes nas cidades inteligentes.

O kubernetes é uma ferramenta muito utilizada no mercado e tem um valor de mercado de 2,51 bilhões de dólares em 2024 e podendo chegar a 10,44 bilhões segundo o BUSINESS RESEARCH INSIGHTS, empresas como google, amazon aws, Oracle e Microsoft fazem parte do grupo que disponibilizam soluções em kubernetes.

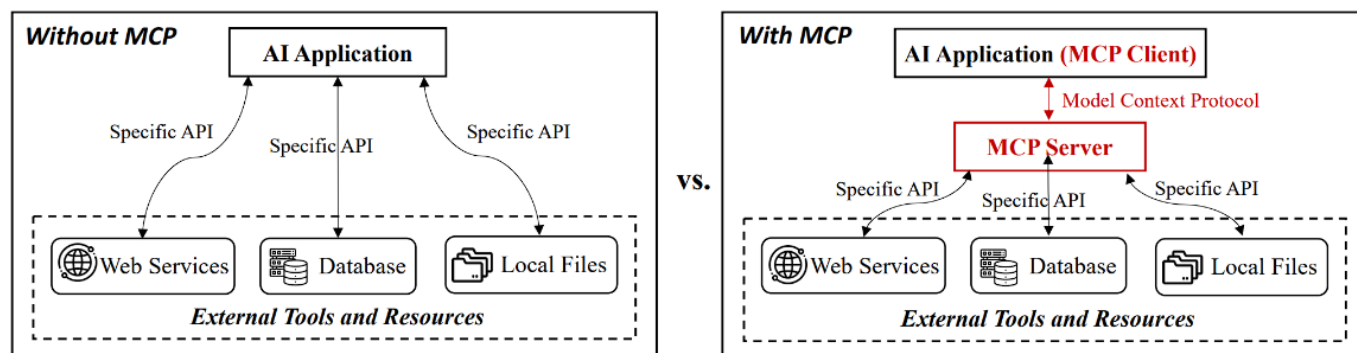
Figura 1: Global Kubernetes Solutions Market Size, 2033 (USD Billion)



Fonte: BUSINESS RESEARCH INSIGHTS. Kubernetes Solutions Market. Disponível em: <https://www.businessresearchinsights.com/pt/market-reports/kubernetes-solutions-market-101114>. Acesso em: 31 maio. 2025

O Model Context Protocol (MCP), proposto por Ray (2025), é um protocolo aberto desenvolvido para padronizar a comunicação entre Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs) e sistemas externos, como APIs, bancos de dados e agentes. Baseado em JSON-RPC 2.0, o MCP possibilita uma integração segura, extensível e padronizada, permitindo que agentes inteligentes obtenham e processem informações em tempo real com maior contextualização.

Figura 2: Without MCP vs With MCP



Fonte: Hou et al (2024, p. 8). Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2503.23278>. Acesso em 24 de agosto 2025.

Metodologia

Tendo em vista a necessidade de controle das variáveis e a impossibilidade de aplicação em ambiente de produção ou de campo, a presente pesquisa será realizada em ambiente de laboratório. Para atender a essa necessidade, será criado um ambiente simulado de orquestração de containers utilizando o Minikube, hospedado na infraestrutura do provedor de nuvem AWS (Amazon Web Services). Esse ambiente permitirá a criação e manipulação de diversos cenários de configuração, simulando diferentes níveis de complexidade e aderência às boas práticas de operação em ambientes Kubernetes.

A escolha pela realização em ambiente de laboratório se justifica pelo fato de que, conforme destaca Kruger (2023), a observação laboratorial permite estabelecer condições mais próximas do natural, mas sob controle, o que viabiliza a identificação de fenômenos que poderiam passar despercebidos em ambientes reais. Além disso, instrumentos adequados, nesse tipo de observação, podem proporcionar dados mais refinados do que aqueles obtidos apenas pelos sentidos (KRUGER, 2023).

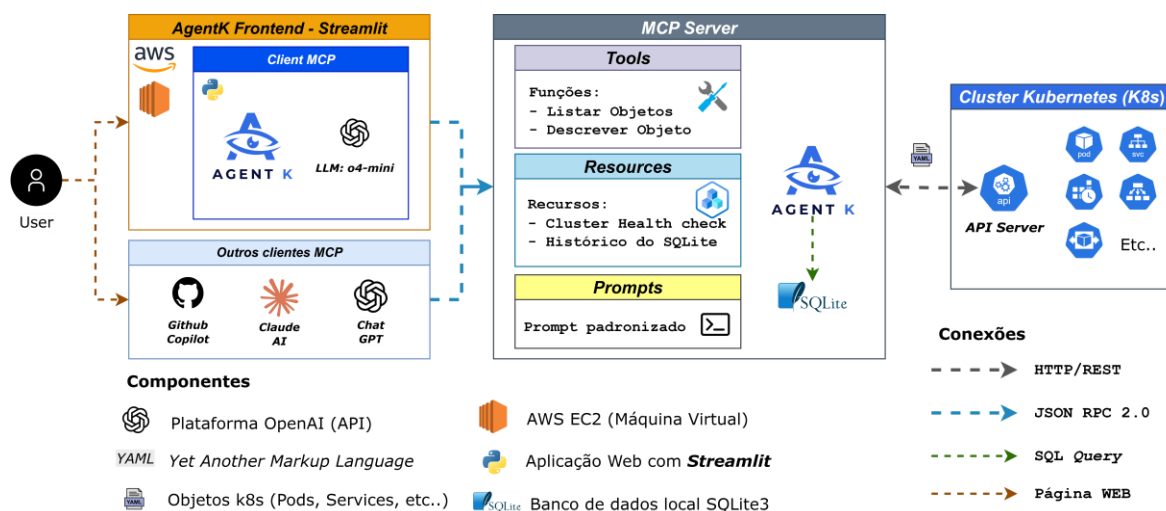
A arquitetura proposta (Figura 1) fundamenta-se no *Model Context Protocol* (MCP), no qual o Agent K atua como agente central, oferecendo uma interface de interação no formato de chat por meio de uma aplicação web desenvolvida em *Streamlit*. Esse agente estabelece conexão com modelos de linguagem (LLMs), como o o4-mini da OpenAI, e também com clusters Kubernetes, viabilizando tanto a consulta quanto a descrição de objetos do cluster (Pods, Services, ConfigMaps, entre outros).

A comunicação entre o agente e os diferentes componentes será viabilizada pelo Model Context Protocol (MCP), que se estabelece como um protocolo padrão para integração de modelos de linguagem com ferramentas externas. O MCP permitirá estruturar a troca de informações em três dimensões: *Tools* (Ferramentas) que são ferramentas que um agente possui à sua disposição (Exemplo: Listar *Pods*, Reiniciar Pod, Excluir Pod, etc.); *Resources* (Recursos) que são pontos de acesso a dados relevantes, como o status de um cluster Kubernetes; *Prompts*: Padronizações de instruções enviadas ao LLM.

A etapa seguinte compreende a comunicação entre o *MCP Server* e o *API Server* do Kubernetes, realizada por meio de chamadas HTTP/REST. O agente poderá coletar tanto definições estáticas em arquivos YAML quanto estados dinâmicos do cluster (pods, serviços, configurações, etc.). Esses dados

serão estruturados e enviados ao LLM por intermédio do MCP, que garante a preservação do contexto da solicitação e a rastreabilidade da resposta.

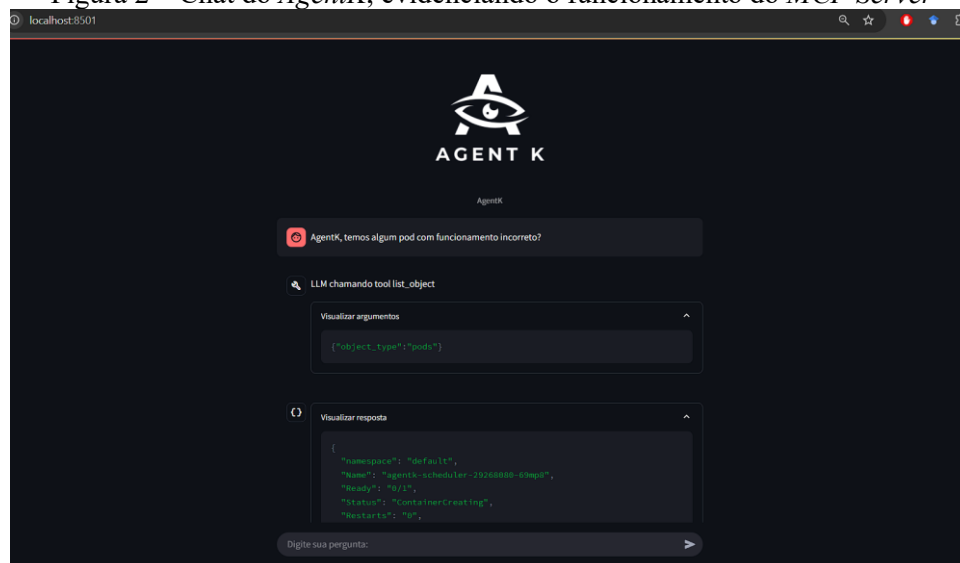
Figura 3 – Arquitetura, descrevendo tecnologias que serão utilizadas no desenvolvimento



Fonte: Autoria própria (2025)

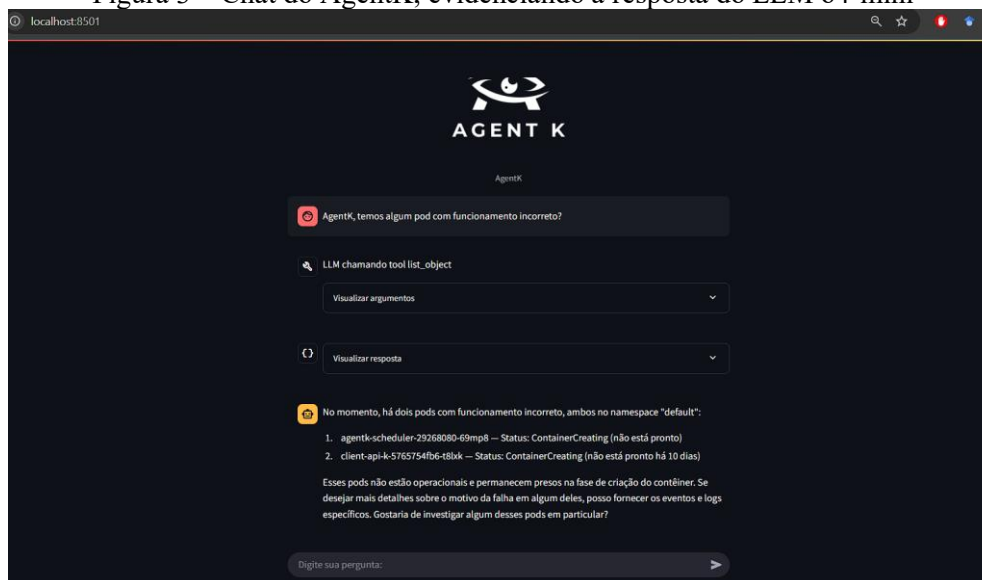
Resultados e discussão (ou Resultados preliminares)

Figura 2 – Chat do *AgentK*, evidenciando o funcionamento do *MCP Server*



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 3 – Chat do AgentK, evidenciando a resposta do LLM o4-mini



Fonte: Autoria própria (2025)

Referências

BUSINESS RESEARCH INSIGHTS. Kubernetes Solutions Market. Disponível em: <https://www.businessresearchinsights.com/pt/market-reports/kubernetes-solutions-market-101114>. Acesso em: 31 maio. 2025

GHOSH, Iman. Mapped: the dramatic global rise of urbanization (1950–2020). *Visual Capitalist*, 23 ago. 2019. Disponível em: <https://www.visualcapitalist.com/map-global-rise-of-urbanization/>. Acesso em: 11 maio 2025.

HOU, Xinyi; ZHAO, Yanjie; WANG, Shenao; WANG, Haoyu. Model Context Protocol (MCP): Landscape, Security Threats, and Future Research Directions. arXiv preprint arXiv:2503.23278 [cs.CR], 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.23278>. Acesso em: 24 ago. 2025.

KRUGER, Juliano Milton. Metodologia da pesquisa em Administração: em linguagem descomplicada. 1. ed. Curitiba: Editora Bagai, 2023. ISBN 978-65-5368-212-2. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/725692>. Acesso em: 24 agosto 2025.

MURALIDHARAN, Shapna; SONG, Gyuwon; KO, Heedong. Monitoring and managing IoT applications in smart cities using Kubernetes. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMART CITIES, CLOUD, BIG DATA EMERGING TOPICS – SMART 2019, 2019, Venice. Anais [...]. [S.l.]: IARIA, 2019. p. 1–6. ISBN 978-1-61208-703-0. ISSN 2308-4294. Disponível em: https://www.thinkmind.org/index.php?view=article&articleid=smart_2019_1_20_80010. Acesso em: 11 maio 2025.

RAY, Partha Pratim. A Survey on Model Context Protocol: Architecture, State-of-the-art, Challenges and Future Directions. [S. l.]: IEEE, 2025. Disponível em: <inserir link ou DOI quando disponível>. Acesso em: 24 agosto 2025.

VII SIMAC

SIMPÓSIO ACADÊMICO

FACULDADE ENG. SALVADOR ARENA

