



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO**

NICOLAS HEITOR FEITOSA COSTA

**DESENVOLVIMENTO DE UM AGENTE DE COMUNICAÇÃO INTERNA
INSTITUCIONAL COM IA GENERATIVA NO IFTO - CAMPUS ARAGUATINS**

**ARAGUATINS
2025**

NICOLAS HEITOR FEITOSA COSTA

**DESENVOLVIMENTO DE UM AGENTE DE COMUNICAÇÃO INTERNA
INSTITUCIONAL COM IA GENERATIVA NO IFTO - CAMPUS ARAGUATINS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Licenciatura em
Computação da Unidade Campus Araguatins, do
Instituto Federal do Tocantins, como exigência à
obtenção do título de Licenciada em Computação.

Orientador: Dr. Ramásio Ferreira de Melo

ARAGUATINS
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

C838d Costa, Nicolas Heitor Feitosa
Desenvolvimento de um agente de comunicação interna
institucional com IA generativa no IFTO - Campus Araguatins /
Nicolas Heitor Feitosa Costa. – Araguatins, TO, 2025.
25 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Computação)
– Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins,
Campus Araguatins, Araguatins, TO, 2025.

Orientador: Dr. Ramásio Ferreira de Melo

1. Inteligência artificial. 2. Automação institucional. 3. Model
context protocol. I. Melo, Ramásio Ferreira de. II. Título.

CDD 004

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO DO TRABALHO: DESENVOLVIMENTO DE UM AGENTE DE COMUNICAÇÃO INTERNA INSTITUCIONAL COM IA GENERATIVA NO IFTO - CAMPUS ARAGUATINS

AUTOR: Nicolas Heitor Feitosa Costa

ORIENTADOR: Prof. Dr. :Ramásio Ferreira de Melo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus* Araguatins, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Licenciatura em Computação.

Aprovado em 03 de dezembro de 2025.

Prof. Dr. :Ramasio Ferreira de Melo
Presidente da Banca

Prof. Esp. Alan Gomes Silva
Primeiro avaliador

Prof. M.e Rogério Pereira de Sousa
Segundo avaliador



Documento assinado eletronicamente por **Rogério Pereira de Sousa, Servidor**, em 18/12/2025, às 11:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **ALAN GOMES SILVA, Servidor**, em 22/12/2025, às 09:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ramasio Ferreira de Melo, Servidor**, em 22/12/2025, às 13:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ifto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2998120** e o código CRC **479749FD**.

Dedico este trabalho a mim mesmo, por ter superado todos os desafios. Não consegui isso sozinho, muitas pessoas me ajudaram, apoiaram e me levantaram ao longo dessa jornada, obrigado por fazerem parte desse capítulo!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelas oportunidades concedidas e por guiar cada um dos meus passos até aqui; à minha família, que sempre acreditou em mim e me apoiou em todas as fases da vida. Em especial aos meus pais, Antônio Heitor e Nelma Feitoza, que não mediram esforços para que eu pudesse ter uma educação de qualidade. Agradeço por terem me enviado ao IFTO quando eu tinha apenas 14 anos. Hoje, aos 21, percebo o quanto essa decisão transformou minha trajetória: entrei uma criança e estou saindo um homem.

Aos meus irmãos, Frida Grazielle, Junior Costa, Bruno Heitor e John Alisson, pela motivação constante e por sempre estarem ao meu lado. Aos meus amigos, que tornaram essa caminhada mais leve. Em especial ao Fábio, com quem compartilhei quatro anos de estudo e uma amizade verdadeira que vem desde a infância; foram dias, noites e madrugadas dedicadas ao aprendizado e ao crescimento pessoal e acadêmico. Ao Gabriel e ao Roger, companheiros dessa jornada com quem formei um grupo sólido e unido, o nosso famoso “Quarteto Fantástico”.

Aos professores, por todos os ensinamentos que agregarão valor à minha vida profissional e pessoal. De forma especial, agradeço ao professor Ramásio, pela oportunidade de desenvolver grandes projetos e pela paciência em diversos momentos. Ao professor Rogério e ao professor Ennio, pelos conselhos, direcionamentos e ensinamentos que me ajudaram a seguir em frente.

Não posso deixar de agradecer também à professora Jeane Cristina, pelos ensinamentos e por ter me acolhido como um filho; à professora Kênya Maria, pelas oportunidades de crescer na área de pesquisa. A todos que fizeram parte dessa caminhada, o meu muito obrigado."

“Ainda que a minha carne e o meu coração desfaleçam, Deus é a fortaleza do meu coração e a minha herança para sempre.”

(Salmos 73:26)

RESUMO

A comunicação interna em instituições públicas de ensino enfrenta, frequentemente, desafios relacionados à eficiência na difusão de informações e à sobrecarga administrativa. Diante desse cenário, este trabalho apresenta o desenvolvimento e a implementação de um Agente de Comunicação Interna Institucional no IFTO - Campus Araguatins, fundamentado em Inteligência Artificial generativa. O objetivo principal foi modernizar fluxos acadêmico-administrativos através da automação da gestão de agendas, e-mails e mensageria instantânea. A metodologia adotou uma abordagem experimental aplicada, utilizando a plataforma de automação n8n em infraestrutura *self-hosted* (servidor local), estruturada sobre a arquitetura *Model Context Protocol* (MCP). O sistema integrou o modelo de linguagem GPT-4o-mini a serviços heterogêneos - Google Workspace e WhatsApp, permitindo a interpretação de comandos em linguagem natural. Os resultados evidenciam a eficácia do agendamento automático via rotinas CRON e a capacidade proativa do agente em enviar notificações personalizadas sem intervenção humana. Conclui-se que a solução válida a viabilidade técnica da arquitetura modular proposta, promovendo a segurança de dados, a redução do trabalho manual repetitivo e uma comunicação mais fluida com a comunidade acadêmica.

Palavras-chave: Inteligência Artificial Generativa. Automação Institucional. n8n. Model Context Protocol. Gestão Pública.

ABSTRACT

Internal communication in public educational institutions frequently faces challenges related to efficiency in information dissemination and administrative overload. In this context, this work presents the development and implementation of an Institutional Internal Communication Agent at IFTO - Araguatins Campus, grounded in Generative Artificial Intelligence. The main objective was to modernize academic-administrative workflows by automating the management of calendars, emails, and instant messaging. The methodology adopted an applied experimental approach, utilizing the n8n automation platform on a self-hosted infrastructure (local server), structured upon the Model Context Protocol (MCP) architecture. The system integrated the GPT-4o-mini language model with heterogeneous services - Google Workspace and WhatsApp - enabling the interpretation of natural language commands. The results evidence the efficacy of automatic scheduling via CRON routines and the agent's proactive capability to send personalized notifications without human intervention. It is concluded that the solution validates the technical viability of the proposed modular architecture, promoting data security, the reduction of repetitive manual work, and a more fluid communication with the academic community.

Keywords: Generative Artificial Intelligence. Institutional Automation. n8n. Model Context Protocol. Public Management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – A Figura ilustra o fluxo de automação desenvolvido na plataforma n8n 6

Figura 2 – Notificação de Evento em Grupo de WhatsApp6

Figura 3 – Resultado da interação: Notificação personalizada enviada via
WhatsApp.....7

Figura 4 – Criação de evento e notificação8

LISTA DE SIGLAS

API	Application Programming Interface (Interface de Programação de Aplicações).
CRON	Command Run On (Agendador de tarefas baseado em tempo).
GPT	Generative Pre-trained Transformer (Transformador Pré-treinado Generativo).
IFTO	Instituto Federal do Tocantins.
JSON	JavaScript Object Notation (Notação de Objetos JavaScript).
LEIAA	Laboratório de Pesquisa em Inteligência Artificial e Automação.
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados.
LLM	Large Language Model (Grande Modelo de Linguagem).
MCP	Model Context Protocol (Protocolo de Contexto de Modelo).
SaaS	Software as a Service (Software como Serviço).
SQL	Structured Query Language (Linguagem de Consulta Estruturada) Implícito no uso de PostgreSQL.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAIS E MÉTODOS.....	2
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	5
CONSIDERAÇÕES FINAIS	9
REFERÊNCIAS	12

INTRODUÇÃO

A comunicação institucional eficaz é um pilar essencial para a gestão pública moderna e o bom funcionamento das instituições educacionais e no contexto de instituições de ensino, a comunicação interna se manifesta como um desafio multifacetado que demanda eficiência e precisão. No Instituto Federal do Tocantins (IFTO)-Campus Araguatins, observa-se que a sobrecarga das equipes administrativas, a fragmentação das informações e a baixa adesão aos canais formais comprometem a agilidade dos processos internos e o engajamento da comunidade acadêmica.

A adoção de sistemas de IA generativa pode contribuir para a automação de diversas atividades administrativas rotineiras, incluindo o agendamento de compromissos, a elaboração de documentos e o registro organizacional (Korzynski et al., 2023). É nesse cenário que a emergência da inteligência artificial (IA) generativa oferece novas possibilidades para a automação de tarefas rotineiras, liberando as equipes para atividades mais estratégicas.

Portanto, esta questão de pesquisa é definida como: como superar a demora na realização da comunicação, equipe reduzida e modernizar os processos de comunicação acadêmica e administrativa em um ambiente de infraestrutura reduzida e alta demanda por informação.

A literatura recente aponta que o uso de Large Language Models (LLM) tem impactado positivamente o contexto educacional e administrativo, permitindo classificar, resumir e gerar textos de forma autônoma (KAYALI et al., 2023; ILIEVA et al., 2023). Contudo, ainda há uma lacuna na aplicação prática dessas tecnologias integradas a arquiteturas de sistemas que conversem com múltiplas ferramentas institucionais simultaneamente, diferindo de abordagens focadas apenas em chatbots isolados (Mendoza et al., 2022).

O objetivo geral deste trabalho foi desenvolver e implantar um Agente de Comunicação Interna Institucional automatizado, baseado em IA generativa, capaz de otimizar a difusão de informações no IFTO Araguatins. Especificamente, a proposta visa utilizar a plataforma de automação n8n e a arquitetura *Model Context Protocol* (MCP) para integrar serviços heterogêneos - como Google Calendar, Gmail, Google Sheets e WhatsApp - permitindo ao sistema interpretar comandos em

linguagem natural e executar ações de agendamento e notificação de forma autônoma.

O projeto foi impulsionado pela necessidade real de automatizar fluxos de trabalho internos e externos do setor de comunicação do campus. Essa abordagem inovadora em nível institucional aproveita tecnologias emergentes para enfrentar desafios práticos na administração pública. Implementado pelo Laboratório de Pesquisa em Inteligência Artificial e Automação (LEIAA), o projeto aprimorou sua viabilidade técnica ao combinar a modernização administrativa com a inclusão digital. Além disso, a arquitetura modular proposta contribui para a melhoria da manutenção e escalabilidade do sistema, desvinculando os agentes das complexidades de APIs específicas.

Como contribuição científica, este estudo apresenta um modelo prático para a implementação de agentes autônomos em instituições públicas, demonstrando como a inteligência artificial pode transformar a comunicação passiva em experiências proativas. Essa iniciativa ajuda a consolidar uma cultura impulsionada pela inovação e transformação digital, lançando as bases para a futura expansão e aplicação da inteligência artificial na administração educacional.

MATERIAIS E MÉTODOS

A presente investigação caracteriza-se como um estudo de natureza aplicada e experimental, com abordagem qualitativa-descritiva, voltado para a solução de problemas reais de comunicação institucional. A pesquisa foi conduzida no Instituto Federal do Tocantins (IFTO) – Campus Araguatins, sob a supervisão técnica do Laboratório de Pesquisa em Inteligência Artificial e Automação (LEIAA). O método adotado baseou-se no ciclo de prototipagem evolutiva, onde a arquitetura de *software* foi iterativamente refinada para combinar a orquestração de microsserviços com modelos de Inteligência Artificial generativa.

Para assegurar a soberania dos dados e a estabilidade operacional, a infraestrutura do projeto foi implementada em um ambiente controlado do tipo *self-hosted* (hospedagem própria), evitando a dependência de plataformas *SaaS* externas para o processamento de dados sensíveis.

A arquitetura foi provisionada utilizando a tecnologia de contêineres *Docker*, orquestrada via *Docker Compose*. Esta abordagem permitiu o isolamento de

processos e a gestão eficiente de recursos de *hardware*. O ambiente produtivo foi estruturado a partir da interconexão de três serviços fundamentais:

- *Orquestrador de Fluxos (n8n)*: Configurado na porta 5678, este serviço atua como o *hub* central de integração. A escolha pelo n8n em ambiente local baseou-se nos estudos de Pawar, Pattewar e Shelke (2025), que demonstram que essa configuração oferece latência reduzida e maior controle sobre a pilha de execução em comparação a soluções em nuvem.
- *Persistência de Dados (PostgreSQL)*: Executado na porta 5432, este banco de dados relacional foi utilizado para implementar a "Memória de Longo Prazo" do agente, armazenando vetores de conversa e *logs* de transações para garantir a continuidade do contexto.
- *Gateway de Mensagens (Evolution API)*: Operando na porta 8080, esta API serviu como ponte de comunicação com a rede do WhatsApp, permitindo o envio e recebimento programático de mensagens de texto e mídia.

A interoperabilidade entre o núcleo de IA e as ferramentas do Google Workspace foi estruturada seguindo o *Model Context Protocol* (MCP). Conforme definido por Hou et al. (2025), o MCP atua como um *middleware* padronizado que dissocia a inteligência do modelo das interfaces de API específicas. No desenvolvimento deste agente, foram configurados nós "Clientes MCP" específicos para cada serviço, expondo ferramentas funcionais ao modelo de linguagem:

- *Google Calendar MCP*: Habilitado com as ferramentas CreateEvent, UpdateEvent e DeleteEvent para gestão completa da agenda.
- *Gmail MCP*: Configurado com SEND_EMAIL e REPLY_EMAIL para a automação de correspondências oficiais.
- *Google Sheets MCP*: Implementado com ferramentas de leitura e escrita (Get Rows, Append Row) para interação com as bases de conhecimento administrativo.

A lógica operacional do agente foi desenhada para lidar com a assincronicidade e fragmentação típicas de mensageiros instantâneos. Foi implementado um sistema de *buffering* de mensagens utilizando o banco de dados em memória **Redis**. O fluxo de entrada captura mensagens fragmentadas enviadas em rápida sucessão (ex: "Olá", "gostaria de saber", "sobre a reunião"), armazena-as temporariamente e as agrupa em um único bloco de contexto antes de submetê-las ao processamento do LLM.

Além disso, nós de execução de código (*Code Nodes*) em JavaScript foram desenvolvidos para realizar o tratamento determinístico de dados, como a formatação de datas para o padrão brasileiro (DD/MM/AAAA) e o cálculo de prazos para notificações de eventos (verificando diferenças de 0 ou 7 dias para disparos automáticos).

O núcleo cognitivo do sistema utilizou o modelo openai/gpt-4o-mini, acessado via API OpenRouter. A seleção deste modelo fundamentou-se na pesquisa de Rodriguez et al. (2025) , que evidencia que modelos compactos, quando apoiados por técnicas de segmentação de contexto (*chunking*), oferecem desempenho semântico comparável a modelos maiores, mas com custo computacional significativamente menor.

Para garantir o alinhamento do agente com as normas institucionais, foi aplicada uma rigorosa Engenharia de Prompt no nó de "System Message". As diretrizes instrucionais foram estruturadas em três pilares:

- *Persona e Função*: Definição explícita do papel como "Agente de comunicação interna institucional do IFTO".
- *Restrições de Ferramentas*: Comandos de segurança limitando o agente a responder "somente com base nas ferramentas que disponibiliza" (Gmail, Calendar, Sheets), prevenindo o uso indevido para assuntos não profissionais.
- *Protocolos de Resposta*: Instruções para identificação obrigatória no início das interações e formatação clara das respostas.

O ciclo de validação do sistema ocorreu em duas fases distintas, utilizando uma abordagem de "teste de caixa preta" funcional:

- *Validação Reativa (Webhook)*: Testes de interação direta onde usuários enviavam comandos em linguagem natural para agendamento de reuniões e consultas. A eficácia foi medida pela capacidade do agente de extrair corretamente os parâmetros (data, hora, título) e executar a ação no Google Calendar.
- *Validação Proativa (CRON)*: Configuração de gatilhos temporais (*Schedule Triggers*) para execução diária às 09:00 e 10:00 horas. Nesta fase, verificou-se a autonomia do agente em ler as planilhas de "Aniversariantes" e "Eventos Oficiais", processar as datas via *script* e disparar as notificações corretas via Evolution API sem intervenção humana.

Em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), o desenvolvimento observou princípios de privacidade desde a concepção (*privacy by design*). O sistema foi configurado para não reter dados sensíveis além do necessário para a manutenção do contexto da sessão.

Todos os registros de *logs* utilizados para a avaliação de desempenho foram anonimizados, assegurando que a automação dos fluxos comunicacionais ocorresse preservando a integridade e privacidade da comunidade acadêmica.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

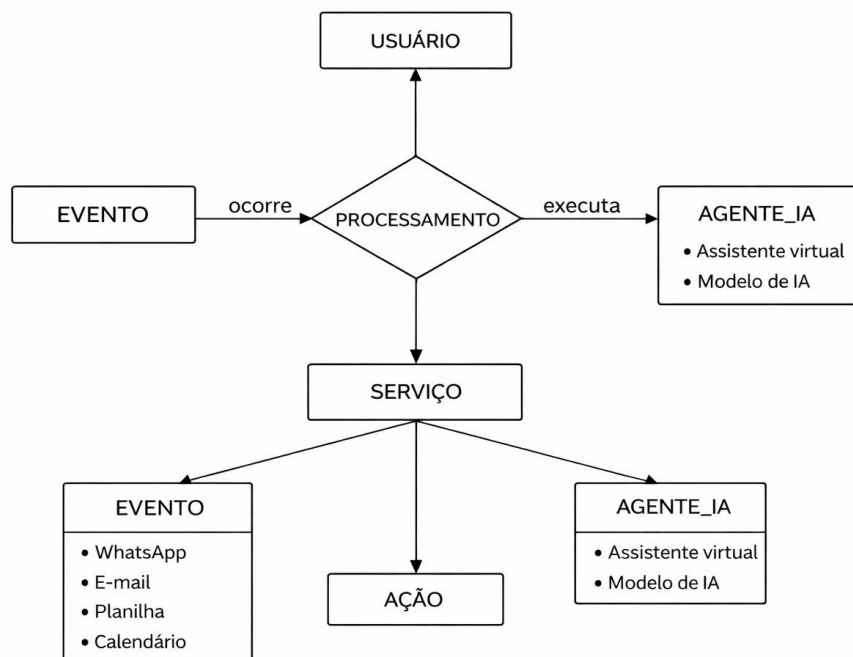
Os resultados da pesquisa validaram integralmente a hipótese, demonstrando que a maturidade tecnológica dos agentes de comunicação interna ultrapassou a dos chatbots de atendimento ao cliente. A solução final está integrada ao módulo de agente de notificação, atuando como uma ponte autônoma que conecta o ecossistema do Google Workspace aos canais de mensagens instantâneas (WhatsApp), e é coordenada pela plataforma n8n.

A implementação técnica do agente supera os desafios da dependência de acionamento manual ao empregar agendamento automático baseado em tempo. O sistema utiliza nós de gatilho de agendamento (CRON) na plataforma n8n, configurados para execução periódica, garantindo assim a operação autônoma do agente.

Este componente atua como iniciador de processos proativos: ele aciona automaticamente consultas à planilha de gerenciamento para identificar aniversários,

eventos e prazos do dia, eliminando o risco de erro humano. A integração subsequente com a API Evolution é crucial para o envio dessas mensagens via WhatsApp, permitindo o envio de mensagens em massa estáveis e com formatação rica para grupos e contatos da organização, incluindo emojis e cabeçalhos animados.

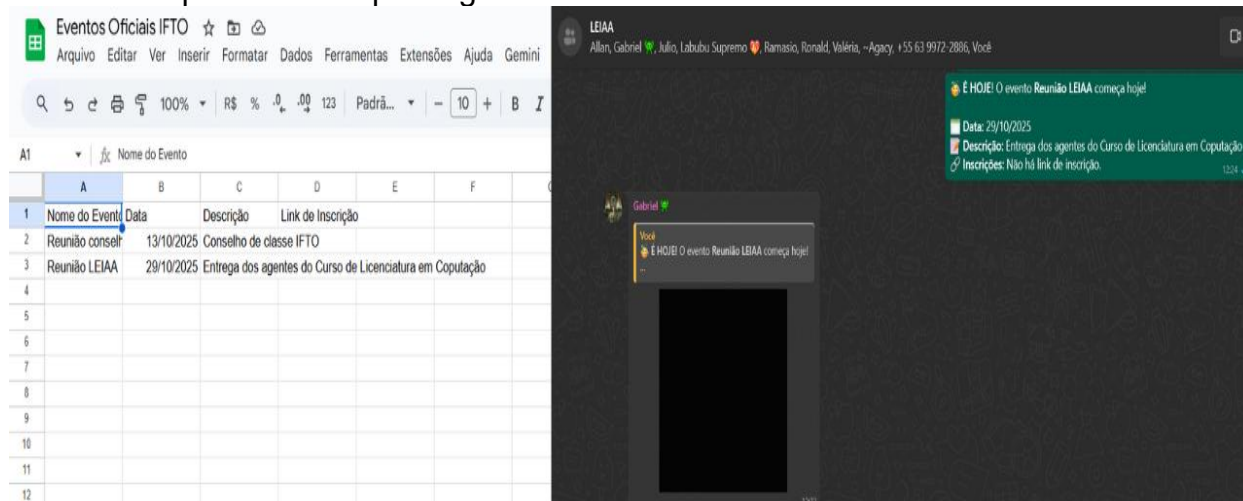
Figura 1 - A Figura ilustra o fluxo de automação desenvolvido na plataforma n8n, evidenciando a orquestração entre os nós de agendamento, processamento de IA e disparo de mensagens.



Fonte: Elaborado Pelos Autores (2025).

Uma das conquistas mais significativas do sistema é a sua capacidade de converter diretamente eventos organizados no Google Sheets em notificações formatadas em grupos do WhatsApp.

Figura 2 - À esquerda, o evento cadastrado na Planilha de Eventos Oficiais IFTO; à direita, a notificação recebida automaticamente pelo usuário no WhatsApp, contendo os detalhes processados pelo agente



Fonte: Elaborado Pelos Autores (2025).

Esta funcionalidade confirma a tese de Hou et al. (2025) de que agentes baseados em MCP podem transcender a função de *chatbots* passivos para atuar como serviços ativos que monitoram e alteram o estado do sistema. A integração com a Evolution API garantiu estabilidade no disparo dessas mensagens, eliminando a necessidade de intervenção humana para replicar avisos de reuniões nos grupos de trabalho.

A arquitetura *self-hosted* que é hospedada localmente, combina *n8n*, *PostgreSQL* e APIs de mensagens, valida os experimentos de Pawar et al. (2025). Os autores demonstraram que ambientes de automação auto-hospedados oferecem maior controle sobre a latência e a segurança dos dados em comparação a soluções puramente em nuvem (*SaaS*), um requisito fundamental para o tratamento de dados institucionais no setor público.

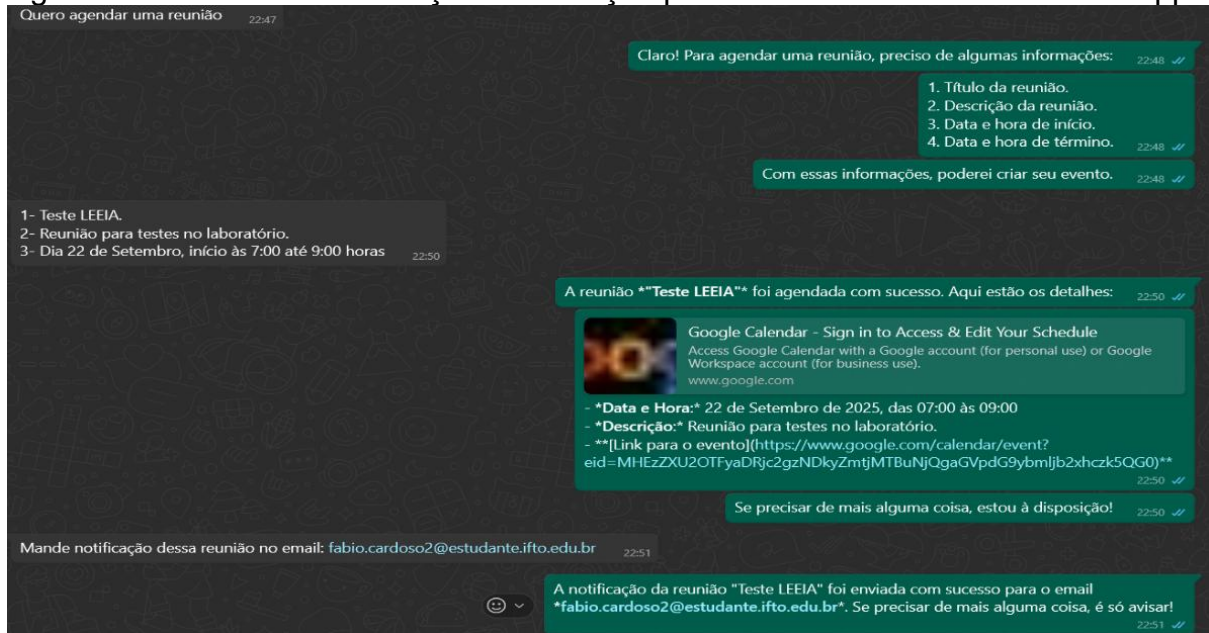
Em relação à inteligência do sistema, o "Nó de IA do Agente" demonstra sua capacidade de ajustar o tom de resposta de acordo com o contexto institucional por meio de técnicas avançadas de engenharia de prompts. O sistema demonstra interoperabilidade ao integrar diferentes APIs de modelos de linguagem.

Seu desempenho na classificação de intenções e na geração de mensagens personalizadas está em consonância com as descobertas de Rodriguez et al. (2025). A pesquisa de Rodriguez mostra que os modelos de linguagem mantêm um nível de confiabilidade comparável ao de avaliadores humanos ao aplicar técnicas de

segmentação de contexto (chunking) e instruções precisas, validando a justificativa para a escolha de um modelo de linguagem para gerenciar comunicações oficiais.

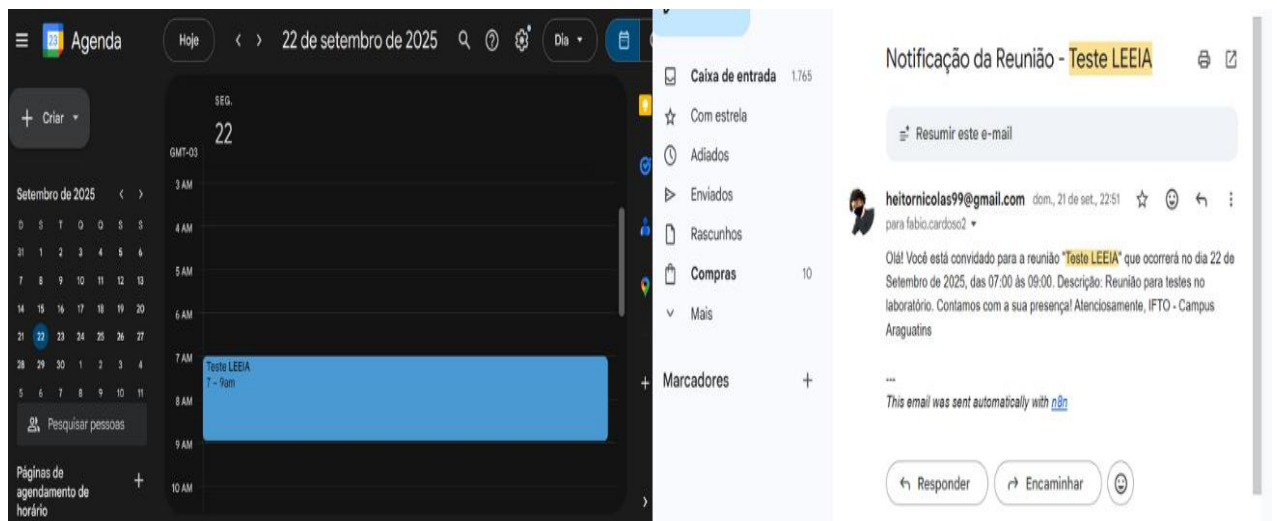
As Figuras 3 e 4 ilustram a eficácia dessa interação, apresentando exemplos de notificações geradas e enviadas pelo agente via WhatsApp, bem como confirmações de ações relevantes na agenda institucional.

Figura 3 - Resultado da interação: Notificação personalizada enviada via WhatsApp.



Fonte: Elaborado Pelos Autores (2025).

Figura 4 - À esquerda o Evento criado automaticamente no Google Calendar e na direita o evento sendo notificado no e-mail.



Fonte: Elaborado Pelos Autores (2025).

O Paradigma de Serviços Combináveis A análise crítica dos resultados confirma que a adoção de uma arquitetura baseada em protocolos de contexto e *middleware* (como o MCP e os nós de integração do n8n) é o fator determinante para o sucesso da automação em ambientes heterogêneos.

O agente não apenas reage a comandos, mas atua proativamente: lê a base de conhecimento (Google Sheets), processa a informação (LLM) e executa a ação (Evolution API/Gmail API) sem intervenção humana.

Esta abordagem corrobora a análise de Hou et al. (2025) sobre o cenário atual de protocolos de contexto. Segundo os autores, a evolução dos agentes de IA depende da capacidade de operar como serviços de rede combináveis, onde a descoberta dinâmica de ferramentas e a comunicação bidirecional substituem as integrações rígidas (*manual API wiring*).

O protótipo desenvolvido materializa esse conceito, provando ser uma solução robusta, auditável (via PostgreSQL) e escalável para modernizar a comunicação no IFTO.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A modernização da gestão do ensino público exige cada vez mais soluções tecnológicas que equilibrem a eficiência operacional, a segurança da informação e a flexibilidade da comunicação. Nesse contexto, a automatização de processos diários por meio da inteligência artificial pode servir não apenas como uma ferramenta auxiliar, mas também como uma abordagem estratégica para superar desafios estruturais como a sobrecarga administrativa e os canais de informação fragmentados.

Com base nisso, este estudo alcançou plenamente os objetivos gerais ao desenvolver e validar um agente de comunicação interna para o campus IFTO Araguatins, demonstrando a viabilidade de integrar serviços heterogêneos em uma arquitetura unificada, totalmente funcional e auditável.

Do ponto de vista da engenharia de software, aplicações práticas demonstraram que o uso do Protocolo de Contexto de Modelo (MCP) na orquestração da plataforma n8n pode automatizar fluxos de trabalho complexos para o gerenciamento de agendas, e-mails e mensagens instantâneas.

Essa arquitetura supera as limitações dos métodos de integração anteriores,

baseados em código rígido, e valida o modelo de interoperabilidade proposto por Hou et al. (2025). Pesquisas mostram que a padronização da comunicação entre modelos de linguagem e ferramentas externas reduz a vulnerabilidade do sistema e permite a integração de novos módulos (como planilhas ou bancos de dados) sem a necessidade de refatorar o código principal, garantindo, assim, a escalabilidade da solução a longo prazo.

A principal contribuição científica deste estudo para o campo da tecnologia em administração pública reside na validação empírica de infraestrutura autohospedada. Os resultados corroboram os argumentos de Pawar, Pattewar e Shelke (2025), demonstrando que ferramentas de orquestração on-premises oferecem melhor controle sobre a soberania dos dados e maior previsibilidade dos recursos computacionais em comparação com soluções puramente baseadas em nuvem (SaaS).

Esse fator é crucial para o cumprimento das normas institucionais de privacidade e da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) brasileira, comprovando que instituições de ensino podem inovar e, ao mesmo tempo, controlar custos sem vazar dados sensíveis do meio acadêmico.

No que tange à inteligência computacional aplicada, a utilização de *Large Language Models* (especificamente o modelo gpt-4o-mini) para a interpretação de intenções provou ser altamente eficaz e economicamente sustentável. Alinhando-se aos achados de Rodriguez et al. (2025) sobre o equilíbrio entre custo e precisão semântica, o sistema manteve consistência na classificação de demandas e na personalização de mensagens.

O estudo evidencia que a aplicação de uma engenharia de *prompt* robusta permite que modelos mais compactos sustentem agentes autônomos em tarefas administrativas, viabilizando a implementação de assistentes virtuais inteligentes mesmo em cenários de restrição orçamentária.

Um impacto operacional significativo observado, que transcende a eficiência técnica, foi a mudança de paradigma de uma comunicação "reativa" para uma comunicação "proativa". A implementação de rotinas de agendamento automático (via nós *CRON*) permitiu que o agente tomasse a iniciativa de notificar docentes e servidores sobre eventos institucionais sem a necessidade de comando humano prévio.

Isso valida o conceito de "Human-AI Teaming" (colaboração humano IA)

discutido na literatura recente, onde o agente assume a carga cognitiva das tarefas repetitivas de monitoramento, liberando a equipe administrativa para focar em atividades de gestão estratégica e atendimento humanizado.

Apesar dos êxitos funcionais, o estudo identificou limitações inerentes à tecnologia atual que devem ser consideradas. Especificamente, a restrição da janela de contexto (*tokens*) dos modelos de linguagem impõe desafios ao processamento de grandes volumes de dados históricos numa única interação, exigindo estratégias de segmentação. Ademais, a dependência de conexão contínua com APIs de terceiros (como o WhatsApp via Evolution API) introduz um ponto de falha externo que requer monitoramento constante para mitigar interrupções no serviço.

Como agenda para trabalhos futuros, e visando a transição deste protótipo experimental para uma ferramenta de produção, define-se como prioridade a implantação piloto do agente no Setor de Comunicação do IFTO - Campus Araguatins. Este teste em ambiente real permitirá coletar métricas longitudinais de usabilidade e impacto na rotina dos servidores.

Sugere-se também a investigação de modelos de linguagem locais (*Local LLMs*) para reduzir ainda mais os custos operacionais e aumentar a privacidade, bem como a expansão das funcionalidades para incluir a gestão documental automatizada via Google Drive, consolidando o caminho para uma administração pública verdadeiramente digital e inteligente.

REFERÊNCIAS

HOU, Xinyi et al. Model Context Protocol (MCP): Landscape, Security Threats, and Future Research Directions. **arXiv preprint arXiv:2503.23278**, 2025. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2503.23278>. Acesso em: 24 nov. 2025.

ILIEVA, Galina et al. Effects of generative chatbots in higher education. **Information**, v. 14, n. 9, p. 492, 2023.

KAYALI, B. et al. Investigation of student experiences with ChatGPT-supported online learning applications in higher education. **Australasian Journal of Educational Technology**, v. 39, n. 2, p. 1-15, 2023.

KORZYNSKI, Pawel et al. Generative artificial intelligence as a new context for management theories: psychological safety, learning, and creativity. **International Journal of Management Reviews**, v. 25, n. 4, p. 692-712, 2023.

MENDOZA, S. et al. A Model to Develop Chatbots for Assisting the Teaching and Learning Process. **Sensors**, v. 22, n. 15, p. 5532, 2022.

PAWAR, Saurabh; PATTEWAR, Shrish; SHELKE, Mukta G. A Practical Evaluation of Self-Hosted n8n for Secure and Scalable Workflow Automation. **International Journal of Scientific Research in Engineering and Management (IJSREM)**, v. 09, n. 06, 2025. DOI: 10.55041/IJSREM50302.

RODRIGUEZ, Joshua et al. Text Chunking for Document Classification for Urban Systems Management using Large Language Models. **arXiv preprint arXiv:2504.00274**, 2025. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2504.00274>. Acesso em: 24 nov. 2025.