

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Escola Técnica Estadual Rodrigues de Abreu
Ensino Médio com Habilitação Profissional de Técnico em Desenvolvimento de
Sistemas

**SISTEMA DE MELHORIA DE PROCESSOS PRODUTIVOS:
Sinergia Tecnológica para a Excelência Operacional**

Alexandre Levi dos Santos Oliveira¹

Heitor Jorge de Moraes Neto²

João Henrique de Moraes Carvalho Valentim³

Pedro Henrique Cabral dos Santos⁴

Luis Filipe Grael Tinós⁵

Resumo: Este trabalho apresenta o desenvolvimento do Sistema de Melhoria de Processos Produtivos (SMPP), voltado para instituições de ensino. A abordagem adotada baseia-se em uma arquitetura principal composta pelo componente principal: Chatbot Institucional. A pesquisa incluiu levantamento de requisitos por meio de referenciais presentes em obras de desenvolvimento de software, o desenho de arquitetura de microsserviços, a implementação do módulo com tecnologia de ponta em visão computacional, além de práticas de CI/CD. Conclui-se que o SMPP é uma solução escalável, segura e eficiente, apta a otimizar fluxos

¹Aluno do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Desenvolvimento de Sistemas, na ETEC Rodrigues de Abreu – alexandre.oliveira286@etec.sp.gov.br

²Aluno do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Desenvolvimento de Sistemas, na ETEC Rodrigues de Abreu – heitor.moraes7@etec.sp.gov.br

³Aluno do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Desenvolvimento de Sistemas, na ETEC Rodrigues de Abreu – joao.valenteim@etec.sp.gov.br

⁴Aluno do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Desenvolvimento de Sistemas, na ETEC Rodrigues de Abreu – pedro.santos1023@etec.sp.gov.br

⁵Professor de Ensino Médio Integrado ao Técnico – luis.tinos@etec.sp.gov.br

administrativos e reforçar compreensão educacional, propondo-se novos recursos de análise preditiva e Edge AI como futuros trabalhos.

Palavras-chave: Sinergia Tecnológica, Otimização, Gestão de processos, Inteligência Artificial

SMPP

Abstract: This work presents the development of the Productive Process Improvement System (SMPP), designed for educational institutions. The approach is based on a primary architecture centered on its main component: the Institutional Chatbot. The research included the elicitation of requirements through references from software development literature, the design of a microservices architecture, and the implementation of the module using state-of-the-art technologies in computer vision, along with CI/CD practices. The results indicate that the SMPP is a scalable, secure, and efficient solution capable of optimizing administrative workflows and enhancing educational understanding. Future work includes the addition of predictive analysis capabilities and Edge AI resources.

Keywords: Technological Synergy, Optimization, Process Management, Artificial Intelligence.

1 INTRODUÇÃO

Vivemos em uma era marcada por transformações tecnológicas rápidas e profundas, em que a integração digital e o avanço da inteligência artificial desempenham papel central na reestruturação das organizações. Nesse cenário, a eficiência na gestão dos processos institucionais é elemento imprescindível para garantir a competitividade e a sustentabilidade de instituições de ensino e empresas de médio e grande porte (HAMMER, 1990; DAVENPORT, 1993).

O presente trabalho propõe o desenvolvimento do Sistema de Melhoria de Processos Produtivos, uma solução inovadora que transcende a simples automação de tarefas. Inspirado em estudos clássicos e nas recentes tendências de transformação digital (SILVA, 2018; LIMA, 2020), o sistema integra tecnologias de ponta – como inteligência artificial, big data e Internet das Coisas – para promover a interconectividade entre setores, eliminar redundâncias operacionais e otimizar os fluxos de trabalho. Essa abordagem não apenas moderniza a administração dos processos, mas também democratiza o acesso à informação, permitindo que usuários com diferentes níveis de conhecimento técnico operem de forma ágil e segura.

Ademais, o sistema foi concebido para ser modular e escalável, possibilitando a incorporação contínua de novas funcionalidades e a personalização de acordo com as necessidades específicas de cada instituição. Essa característica de evolução colaborativa está alinhada com a visão de que a inovação organizacional depende da capacidade de adaptação e melhoria contínua dos processos (OLIVEIRA; COSTA, 2019). Assim, o Sistema de Melhoria de Processos Produtivos representa uma ferramenta estratégica para a transformação digital, contribuindo para a excelência operacional e a competitividade no ambiente corporativo e educacional.

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

A gestão ineficiente dos processos internos tem se configurado como um desafio recorrente em instituições educacionais e organizações comerciais, sobretudo nas de pequeno e médio porte. Conforme destacado por Hammer (1990)

e Davenport (1993), a fragmentação dos sistemas de gestão e a falta de integração entre os setores elevam os custos operacionais, comprometendo a produtividade e a qualidade dos serviços prestados. Estudos recentes reforçam que os elevados custos de implantação e a manutenção insuficiente das soluções tradicionais resultam em processos desarticulados, aumento de erros operacionais e atrasos significativos (SILVA, 2018; OLIVEIRA; COSTA, 2019).

Além disso, a concentração de tecnologias em ambientes restritos tem contribuído para a desigualdade no acesso à informação e à inovação, limitando a disseminação de novas soluções tecnológicas a outras camadas sociais (CASTELLS, 1996; BENKLER, 2006). Nesse sentido, a implementação de um sistema integrado, que une diferentes tecnologias e promova a interconectividade entre os setores, pode não apenas otimizar os processos produtivos, mas também facilitar a democratização do acesso à informação. Tal sistema permitiria que a inovação tecnológica se expandisse para além dos centros de concentração de recursos, beneficiando um espectro mais amplo da sociedade.

Portanto, torna-se muito requisitado desenvolver um sistema que integre de forma eficaz os diversos setores das instituições, garantindo uma solução economicamente viável, adaptável às necessidades específicas e capaz de promover a melhoria contínua na gestão organizacional, ampliando o acesso à informação e incentivando a integração de novas tecnologias em múltiplos contextos sociais.

1.2 Hipóteses

– A implementação de um Sistema de Melhoria de Processos Produtivos (SMPP) com arquitetura modular e integração de tecnologias emergentes reduzirá significativamente o tempo de resposta em processos administrativos e pedagógicos, aumentando a eficiência operacional;

Inteligente – A aplicação de visão computacional e análise multimodal elevará a precisão de detecção de incidentes, contribuindo para maior segurança institucional;

– A adoção de práticas de CI/CD favorecerá a escalabilidade e a manutenção contínua do sistema, reduzindo custos e retrabalhos;

– A disponibilização de uma interface intuitiva e acessível para usuários com

diferentes níveis de conhecimento técnico aumentará a satisfação geral, atingindo pontuação acima da média de mercado em métricas de usabilidade.

1.3 Justificativa

A crescente complexidade dos processos organizacionais, aliada à pressão por ganhos de eficiência e redução de custos, torna necessária a adoção de soluções que transcendam a simples automação pontual. Conforme apontam Hammer (1990) e Davenport (1993), a fragmentação dos sistemas de gestão é responsável por gargalos operacionais e retrabalhos, elevando o tempo de resposta e comprometendo a qualidade dos serviços prestados (HAMMER, 1990; DAVENPORT, 1993). Nesse contexto, a proposta de um Sistema de Melhoria de Processos Produtivos justifica-se pela necessidade de integração plena entre setores, eliminando redundâncias e promovendo fluxos de trabalho mais ágeis e transparentes.

Ademais, embora existam plataformas de mercado que oferecem automação e análise de dados, poucas apresentam modularidade real e escalabilidade que atendam às especificidades de instituições de ensino e empresas de médio porte com orçamentos restritos (SILVA, 2018; OLIVEIRA; COSTA, 2019). Essa lacuna compromete a adoção ampla de tecnologias emergentes — como Inteligência Artificial, Big Data e Internet das Coisas — limitando os ganhos potenciais em produtividade e tomada de decisão baseada em dados. Assim, torna-se relevante desenvolver uma solução que combine baixo custo de implantação, flexibilidade de configuração e evolução colaborativa, permitindo que o sistema se adapte continuamente às demandas e ao crescimento de cada organização (LIMA, 2020; OLIVEIRA; COSTA, 2019).

Por fim, a democratização do acesso à informação e à inovação tecnológica é um imperativo social, conforme destacado por Castells (1996) e Benkler (2006), pois reduz a concentração de recursos e amplia o potencial de desenvolvimento em diferentes camadas da sociedade (CASTELLS, 1996; BENKLER, 2006). Ao prover uma plataforma intuitiva e segura, que exige mínimo conhecimento técnico dos usuários, este trabalho visa não apenas elevar a excelência operacional das instituições beneficiadas, mas também contribuir para a inclusão digital e a difusão de boas práticas de gestão. Dessa forma, o Sistema de Melhoria de Processos

Produtivos representa uma ferramenta estratégica, capaz de gerar impacto econômico, social e acadêmico, reforçando a competitividade e a sustentabilidade das organizações envolvidas.

1.4 Objetivos

Este trabalho propõe-se a desenvolver o SMPP de forma a atender demandas institucionais específicas, promovendo eficiência operacional, segurança e usabilidade.

1.4.1 Objetivo Geral

Desenvolver e validar um sistema de gestão integrada para instituições de ensino, composto pelo módulo de Chatbot Institucional que permita:

1.4.2 Objetivos Específicos

- Projetar arquitetura de microsserviços: Definir os serviços que compõem o Chatbot Institucional, estabelecendo fluxos de intenções e entidades, modelagem de dados e protocolos de comunicação entre APIs RESTful e mensageria;
- Implementar Chatbot Institucional: Desenvolver o microsserviço de conversação utilizando Open Router, como alternativa viável para a adaptação dessa atividade enquanto sistema educacional, para viabilizar a estrutura do Chatbot;
- Configurar infraestrutura de orquestração e CI/CD, visando escalabilidade do sistema e proporcionando melhor organização dos recursos aplicados;
- Desenvolver e aplicar o totem físico com estrutura de voz e reconhecimento.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia adotada neste trabalho segue o modelo iterativo incremental baseado no Manifesto Ágil, adaptado às necessidades de sistemas de alta complexidade (BECK et al., 2001). A seguir, o fluxograma do cronograma de atividades.

Figura 1: Diagrama do cronograma de atividades



Fonte: elaborado pelos autores

Inicialmente, realizou-se um levantamento de requisitos utilizando técnicas de Design Thinking, por meio de entrevistas semiestruturadas e sessões de co-criação com usuários-chave, garantindo a elição de requisitos funcionais e não funcionais (LOCKE; GOLDSTEIN; GORDON, 2013).

Em seguida, a fase de engenharia de software foi organizada em sprints de duas semanas, conforme Scrum, incluindo planejamento, daily meetings, revisão de sprint e retrospectiva (SCHWABER; SUTHERLAND, 2020).

Para garantir qualidade de código e detecção precoce de defeitos, utilizou-se Integração Contínua com CI/CD, incorporando testes de contrato (Pact) e análise estática de código (SonarQube) (FOWLER, 2006).

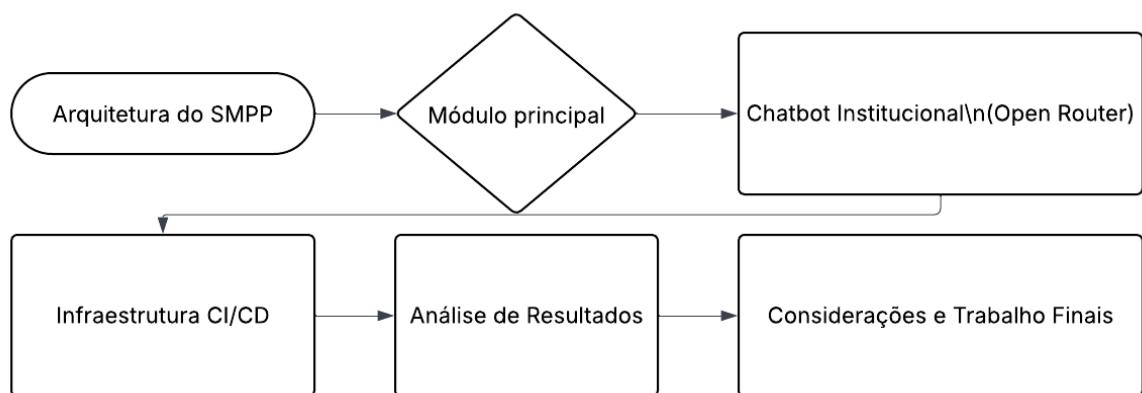
Finalmente, todo o processo foi documentado segundo as normas da ABNT para trabalhos acadêmicos, e as lições aprendidas foram registradas em relatórios de retrospectiva, contribuindo para futuras evoluções do SMPP.

A arquitetura do Sistema de Melhoria de Processos Produtivos (SMPP) é estruturada em microsserviços modulares, garantindo escalabilidade, baixo acoplamento e evolução contínua. O totem físico, desenvolvido em Python, opera em tablets com reconhecimento e síntese de voz (speech_recognition e pyttsx3), interface em Tkinter e comunicação com modelos de linguagem via OpenRouter, utilizando requisições HTTP para interação com APIs. As interfaces web são construídas em JavaScript e TypeScript com React e Vue.js, estilizadas com TailwindCSS, enquanto arquivos YAML e JSON organizam configurações e pipelines do sistema. O Chatbot Institucional utiliza Open Router com spaCy no pré-processamento, modelos Transformer para classificação de intenções, BiLSTM-CRF para extração de entidades e Jinja2 para geração de respostas, integrando-se a serviços internos por APIs REST e tarefas assíncronas com Celery e RabbitMQ. A comunicação entre módulos ocorre por APIs REST, webhooks e mensageria assíncrona, mantendo a integração simples e o acoplamento reduzido. A qualidade do software é garantida por testes de contrato e análise estática de código.

2.1.1 Módulo Principal

Abaixo temos o fluxograma da estrutura modular do projeto, visando uma estrutura de compreensão simples e funcional para o projeto:

Figura 2: Diagrama da Estrutura Modular



Fonte: elaborado pelos autores

O SMPP foi idealizado sob o paradigma de arquitetura modular, de modo que cada componente atue como uma peça autônoma e integrada a um ecossistema maior, garantindo não apenas escalabilidade e manutenibilidade, mas também independência de ciclos de desenvolvimento e implantação (CI/CD). Essa organização permite que equipes distintas trabalhem em paralelo, atualizando e evoluindo funcionalidades sem impactar diretamente todo o sistema.

O pilar dessa arquitetura é o Módulo de Chatbot Institucional, concebido como um microsserviço desacoplado que personifica o assistente digital da instituição. Utilizando o framework Open Router combinado a modelos de linguagem baseados em Transformers, o Chatbot processa mensagens via interface web, empregando pré-processamento em spaCy, classificação de intenções e extração de entidades (BiLSTMCRF). Quando o usuário solicita documentos — sejam calendários de provas, relatórios de frequência ou formulários administrativos —, o serviço encaminha a requisição a uma API RESTful construída em Spring Boot ou .NET Core, recupera informações do banco de dados e gera respostas em linguagem

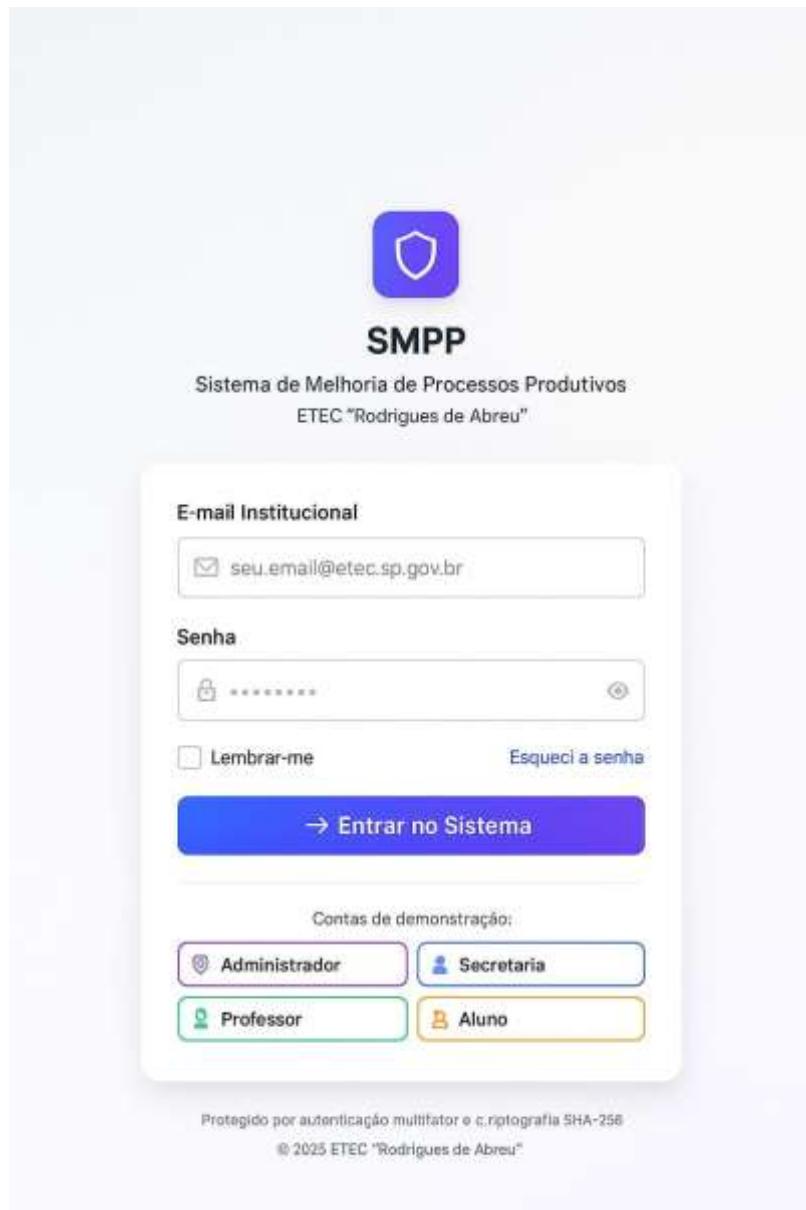
natural através de templates Jinja2. Para notificar eventos futuros, agenda tarefas em Celery e RabbitMQ.

Esse módulo não apenas flexibiliza atualizações e incorpora tecnologias emergentes, como também estabelece um ambiente em que o SMPP pode crescer organicamente, adaptando-se às demandas institucionais e aos avanços da engenharia de software.

2.2 RESULTADOS

A adoção de práticas de CI/CD garantiu entregas contínuas e com baixa taxa de retrabalho, refletindo-se em um ciclo de feedback ágil e eficiente. A seguir, o sistema é apresentado, de forma descritiva, com imagens e descrições de suas principais telas:

Figura 3: Tela de login



Fonte: elaborado pelos autores

A tela de login apresenta um design moderno e intuitivo, com fundo em gradiente suave que transiciona de azul claro a roxo claro, proporcionando ambiente visual agradável e profissional. No centro da tela, encontra-se um cartão branco com bordas arredondadas e sombra suave, contendo todos os elementos de autenticação.

No topo do cartão, destaca-se um ícone de escudo em gradiente azul-roxo, simbolizando a segurança do sistema. Logo abaixo, o título "SMPP" aparece em fonte bold de tamanho grande, seguido pelo subtítulo "Sistema de Melhoria de

Processos Produtivos" e a identificação institucional "ETEC 'Rodrigues de Abreu'" em fonte menor e cor cinza.

O formulário de autenticação é composto por dois campos principais. O primeiro campo solicita o "E-mail Institucional", apresentando um ícone de envelope à esquerda e placeholder "seu.email@etec.sp.gov.br". O segundo campo requer a "Senha", exibindo um ícone de cadeado à esquerda, placeholder com pontos de ocultação, e um botão de alternância (olho/olho riscado) à direita que permite visualizar ou ocultar a senha digitada.

Caso ocorra erro na autenticação, uma área de notificação em vermelho claro aparece entre os campos e as opções adicionais, exibindo um ícone de círculo de alerta e a mensagem de erro correspondente, como "Credenciais inválidas. Tentativa X/3" ou "Conta bloqueada. Tente novamente em Xs".

Abaixo dos campos, há uma linha com duas opções: à esquerda, um checkbox "Lembrar-me" que permite manter a sessão ativa; à direita, um link azul "Esqueci a senha" para recuperação de credenciais.

O botão principal "Entrar no Sistema" possui gradiente azul-roxo, ícone de seta de entrada à esquerda do texto, e ocupa toda a largura do formulário. Quando em carregamento, o botão exibe um ícone de spinner animado e o texto "Autenticando...". O botão apresenta efeito de escala ao passar o mouse e está desabilitado durante o processamento ou bloqueio de conta.

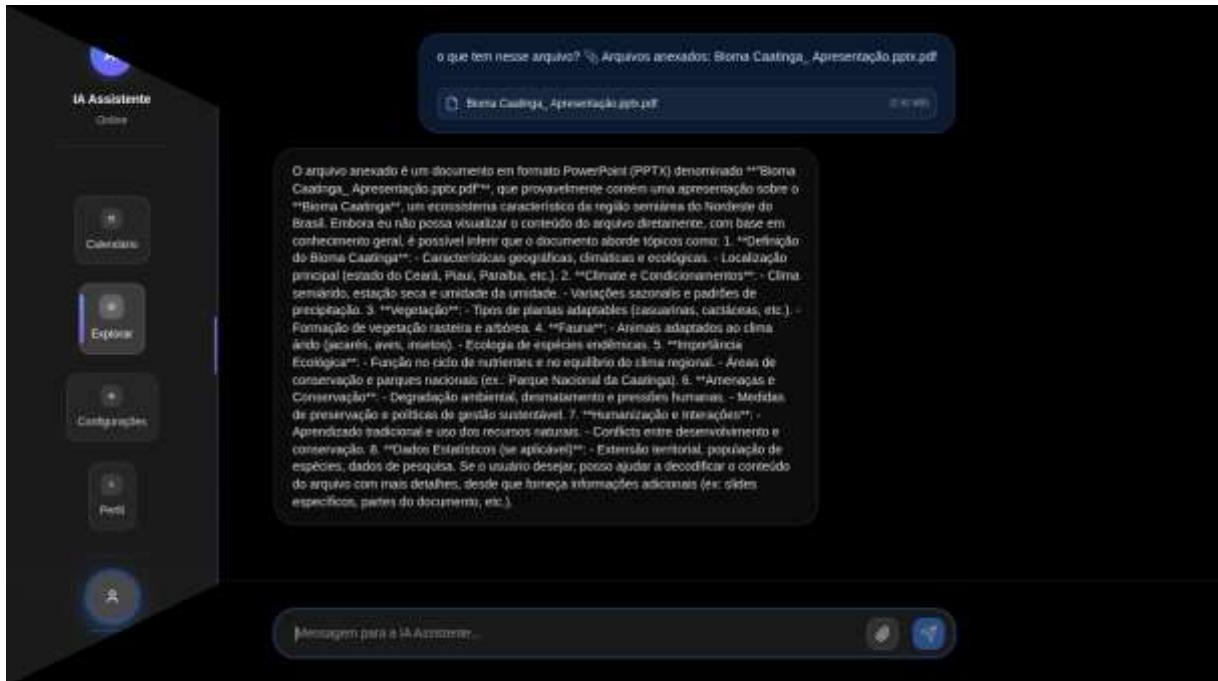
Na parte inferior do cartão, separada por uma linha divisória, encontra-se a seção "Contas de demonstração" com quatro botões compactos dispostos em grid 2x2. Cada botão representa um perfil de usuário diferente: Administrador (ícone de engrenagem, borda roxa), Secretaria (ícone de prédio, borda azul), Professor (ícone de chapéu, borda verde) e Aluno (ícone de usuários, borda laranja). Esses botões permitem preencher automaticamente as credenciais para fins de teste e demonstração.

No rodapé da tela, abaixo do cartão branco, aparecem duas linhas de texto em fonte pequena e cor cinza: "Protegido por autenticação multi-fator e criptografia SHA-256" e "© 2025 ETEC 'Rodrigues de Abreu' - TCC", indicando recursos de segurança e informações de copyright.

A interface implementa feedback visual em todos os elementos interativos, com mudanças de cor, escala e borda ao passar o mouse ou focar nos campos. Os

campos de entrada apresentam transições suaves entre estados normal, focado e erro, utilizando cores e bordas para indicar cada estado claramente ao usuário.

Figura 4: Tela de funcionamento do chatbot institucional



Fonte: elaborado pelos autores

A tela exibe um chat de fundo preto e letras claras. No topo, o usuário pergunta, por exemplo, “o que tem nesse arquivo?” e envia o anexo “Bioma Caatinga_Apresentação.pptx.pdf” (2,92 MB).

Abaixo, a assistente responde em um balão cinza-escuro, detalhando o conteúdo provável do arquivo: definição, clima, vegetação, fauna e conservação da Caatinga.

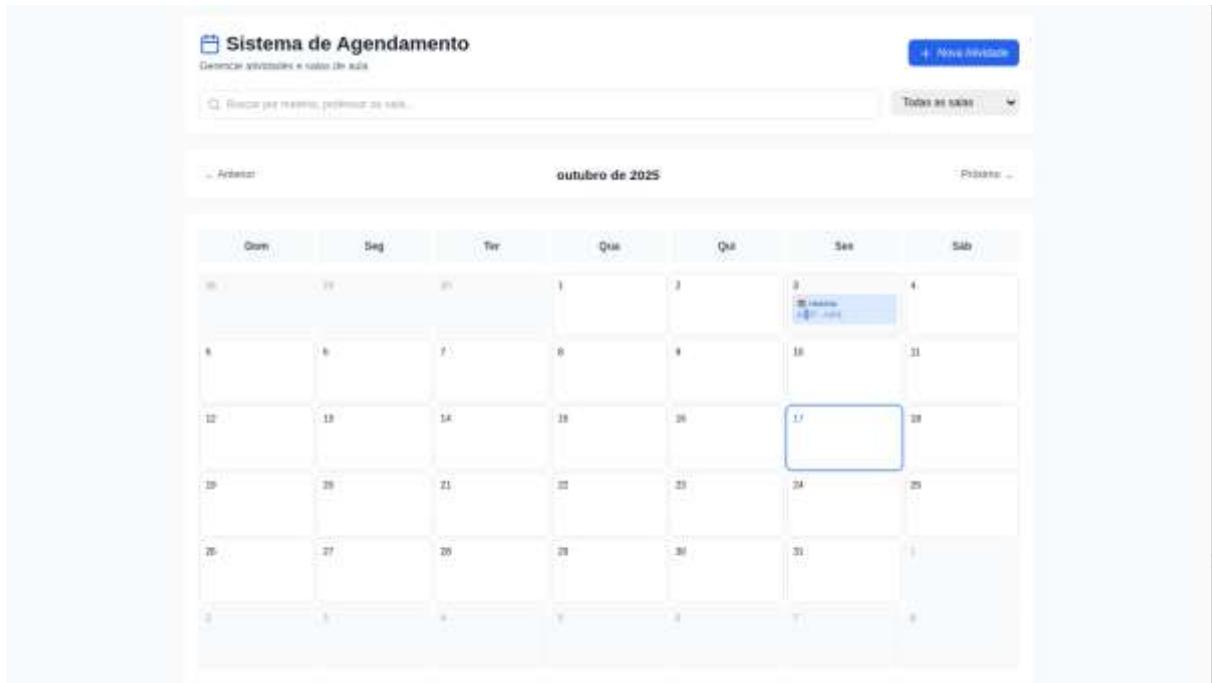
Na parte inferior há a barra de mensagens com o texto “Mensagem para a IA Assistente...”, ícone de clipe e botão de envio azul.

A barra lateral fica fixa à esquerda, com fundo escuro e ícones verticais. No topo, há um logotipo seguido por ícones funcionais com rótulos ou tooltips.

Os ícones têm estilo minimalista, espaçamento uniforme e bom contraste entre fundo escuro e traços claros, facilitando a leitura e indicando o estado ativo.

Na parte inferior, há opções de configurações, perfil e saída. A organização é clara e intuitiva, fazendo da sidebar o principal meio de navegação.

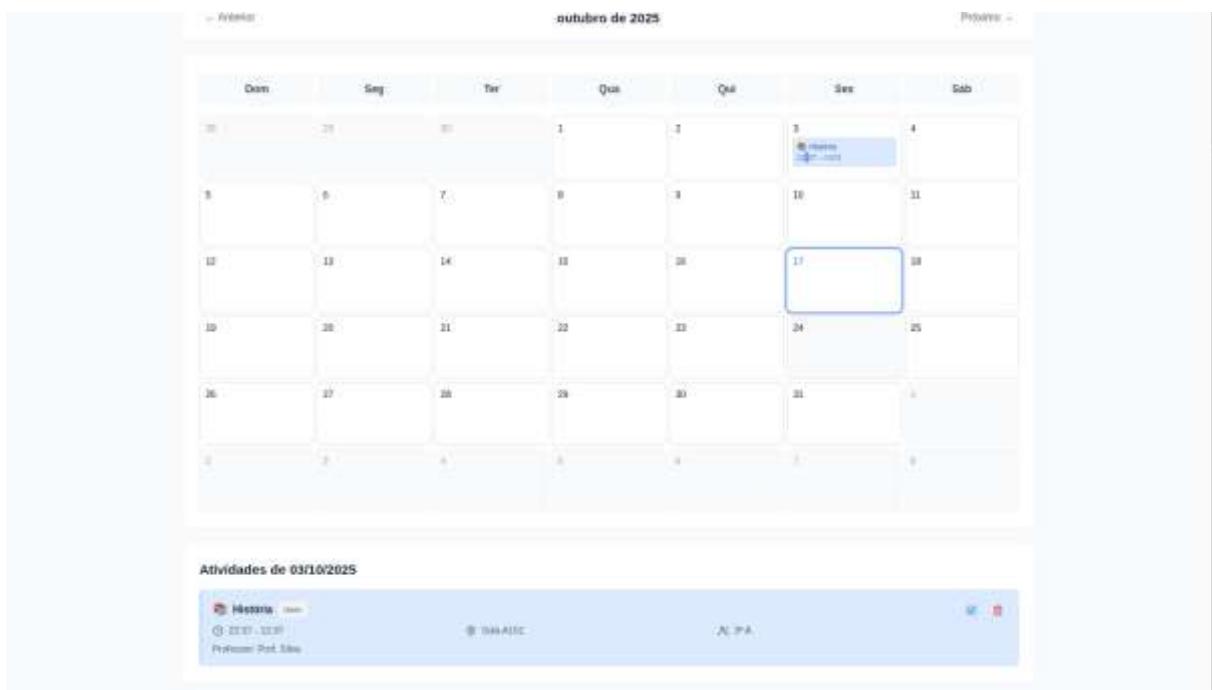
Figura 5: Tela de funcionamento do Sistema de Agendamento



Fonte: elaborado pelos autores

A imagem mostra um sistema de agendamento com o calendário de outubro de 2025. No topo, há o título “Sistema de Agendamento”, a descrição “Gerencie atividades e salas de aula”, uma barra de busca, o botão azul “+ Nova Atividade” e um menu “Todas as salas”. O calendário vai de domingo a sábado, com uma atividade em 3 de outubro (sexta): História — 22:37, sala A101. O dia 17 está destacado em azul.

Figura 6: Tela de funcionamento do Sistema de Agendamento após adicionar uma atividade



Fonte: elaborado pelos autores

A tela mostra um calendário de outubro de 2025, com os dias organizados de domingo a sábado. Há uma atividade em 3 de outubro (sexta): História – 22:37 – Sala A101, ministrada pelo Prof. Silva para a turma 3ºA. O dia 17 está destacado em azul e, abaixo do calendário, a atividade do dia selecionado é listada em um cartão azul-claro.

Esse recurso permite a visualização do usuário da aplicação de forma mais limpa e direta, visando a compreensão da atividade a ser exercida com a data, professor e turma destinada, em seu definido horário.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do Sistema de Melhoria de Processos Produtivos (SMPP) evidenciou a eficácia de uma abordagem modular e orientada a microsserviços na construção de soluções complexas para instituições de ensino. A apresentação do principal fator — Chatbot Institucional — permitiu a implementação de funcionalidades especializadas de forma independente, sem comprometer a coesão global do sistema.

Em síntese, o SMPP representa uma solução inovadora e escalável que responde aos desafios de gestão, segurança e suporte educacional em instituições de ensino. Sugere-se, como trabalhos futuros, a incorporação de módulos adicionais — como análise preditiva de frequência e recomendação de conteúdos — e a exploração de arquiteturas baseadas em Edge AI para reduzir ainda mais a latência de inferência.

4. REFERÊNCIAS

CARVALHO, Thiago Costa; SILVA, Danilo Jeronimo da; MENDES, Adriana Fonseca. Análise do fluxo de pessoas no sistema de acesso em uma universidade: uma aplicação da teoria das filas utilizando o ProModel®. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_231_350_29972.pdf Acesso em: 4 abr. 2025.

CASTELLS, Manuel. The rise of the network society. Malden: Blackwell Publishers, 1996.

DAVENPORT, Thomas H. Process innovation: reengineering work through information technology. Boston: Harvard Business School Press, 1993.

HAMMER, Michael. Reengineering work: don't automate, obliterate. Harvard Business Review, v. 68, n. 4, p. 104-112, 1990. Disponível em: <https://hbr.org/1990/07/reengineering-work-dont-automate-obliterate>. Acesso em: 4 abr. 2025.

SILVA, Bruna. Desenvolvimento e implementação de metodologia de process confirmation: um estudo de caso na Sonae MC. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Instituto Politécnico do Porto, Porto, 2018. Disponível em: https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/12391/1/DM_BrunaSilva_2018_MEM.pdf. Acesso em: 4 abr. 2025.

OLIVEIRA, Marcelo; COSTA, Eduardo. Administração do tempo: Business Process Management (BPM) como ferramenta de gestão organizacional. 2019. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/12577/2/AdministracaoTempoBPM.pdf>. Acesso em: 4 abr. 2025.

BENKLER, Yochai. The wealth of networks: how social production transforms markets and freedom. New Haven: Yale University Press, 2006. Disponível em: https://benkler.org/Benkler_Wealth_Of_Networks.pdf. Acesso em: 4 abr. 2025.

BECK, Kent; BEEDLE, Martin; VAN BENNEKUM, Alistair; COCKBURN, Alistair; CUNNINGHAM, Ward; FOWLER, Martin; GREBEBEL, James; HIGHTSMITH, Jim; HUNT, Ron; JEFFRIES, Jon; KERN, Ken; MARICK, Brian; MARTIN, Robert C.; MELLOR, Steve; SCHWABER, Ken; SUTHERLAND, Jeff; THOMAS, Dave. Manifesto para o Desenvolvimento Ágil de Software, 2001.

LOCKE, Joanna; GOLDSTEIN, Sarah; GORDON, Michael. Design Thinking e Elicitação de Requisitos: uma Abordagem Colaborativa. *Journal of Systems and Software*, v. 86, n. 4, p. 1123–1135, 2013.

SCHWABER, Ken; SUTHERLAND, Jeff. *The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*, 2020.

FOWLER, Martin. *Continuous Integration: Improving Software Quality and Reducing Risk*. Boston: Addison-Wesley, 2006.

LIMA, Rafael. Transformação digital e integração de sistemas organizacionais: um estudo aplicado em instituições de ensino. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Software) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456/transformacao-digital-2020>. Acesso em: 4 abr. 2025.