

Plataforma Integrada de RPA e IA Generativa para Governo Digital: Arquitetura, Governanca e Escalabilidade em Contexto Brasileiro

Equipe de Inovacao e Desenvolvimento da IMA, inovacao@ima.sp.gov.br

This paper presents the design, implementation, and validation of an integrated Robotic Process Automation (RPA) and Generative Artificial Intelligence (AI) infrastructure at Informatica de Municipios Associados (IMA), a Brazilian public technology provider. Using Design Science Research methodology, the architecture integrates n8n as the orchestration platform, Open WebUI with Gemini as the AI layer, and governance frameworks with cascading guardrails ensuring LGPD compliance. Results demonstrate 87–91% reduction in process cycle time, near-99% accuracy, R\$1.9M annual savings, and zero data breaches. The infrastructure is modular, local-first, and replicable, enabling IMA to position itself as strategic architect of secure, citizen-centered digital government in Brazil.

1. Introducao e Contexto

O setor publico brasileiro historicamente enfrentou paradoxo entre demanda de eficiencia operacional e capacidade tecnica limitada para automacao [?, ?]. Enquanto organizacoes privadas adotaram RPA e IA desde 2018, governos municipais permaneceram presos a processos manuais, sistemas legados desacoplados e silos departamentais [1, ?]. A IMA, provedora tecnologica central para Campinas e multiplos municipios associados, identificou oportunidade estrategica: construir infraestrutura integrada combinando RPA (automacao de processos repetitivos) com IA generativa, criando Intelligent Process Automation (IPA) [4, ?].

Este paper responde tres questoes criticas: (i) Qual arquitetura tecnica otimiza RPA+IA em governo respeitando LGPD? (ii) Quais fatores criticos de sucesso e barreiras existem? (iii) Como escalar de forma sustentavel? A relevancia reside em consolidar referencias internacionais sobre IPA com evidencias locais IMA [?, ?, ?], fornecendo blueprint replicavel para o ecossistema de tecnologia publica brasileira. O trabalho demonstra que implementacao bem-sucedida de IPA exige nao apenas tecnologia adequada, mas tambem governanca, conformidade com LGPD, arquitetura modular local-first e transformacao cultural organizacional [6, ?].

2. Arquitetura Tecnica e Desenvolvimento

A infraestrutura IPA estrutura-se em cinco camadas logicas [7, 8]. Camada 1 (Infraestrutura): hibrida on-premise/nuvem institucional com PostgreSQL, Redis, conformidade SOC 2, ISO 27001 [10, ?, 11].

Camada 2 (Sistemas Core): ERP, CRM, HCM, Data Lake, 156 Omnichannel [?, 2]. Camada 3 (Orquestracao): n8n (400+ integracoes, self-hosted, fair-code license) como plataforma padrao [7, 8]; Google Opal em POCs [?, 7]. Camada 4 (IA Generativa): GPT.IMA—instancia Open WebUI auto-hospedada integrada a Gemini API com filtros de dados sensiveis ANTES do envio [?, 2]. Camada 5 (Canais): portais municipais, chatbots, back-office copilots, paineis BI [?, 2, ?, 9].

Um fluxo end-to-end tipico (processamento de licenca municipal) encadeia: captura de documento via webhook→n8n, extracao IDP-OCR-NLP, triagem inteligente via Parla.IA com RAG, filtragem automatica de CPF/RG/CNPJ, geracao de resposta contextualizada, RPA de atualizacao de sistema, notificacao ao cidadao e logging estruturado com metadados de conformidade [?, 3]. Conformidade LGPD implementa-se via: (i) local-first dados sensiveis processados exclusivamente em infraestrutura publica [?, 5, ?]; (ii) filtragem automatica de prompts removendo identificadores pessoais via ML/regex [?, ?]; (iii) guardrails em cascata (deteccao de intencao maliciosa, validacao de saida, escalacao humana) [?, ?]; (iv) retencao de 90 dias com auditoria de 7 anos [?, 5, ?]. Testes de penetracao e DPIA-style assessments validaram conformidade sem exposicao de dados [?, ?, 6].

3. Resultados e Contribuicoes

A implementacao validou quatro hipoteses de pesquisa. H1 (Tecnica): integracao RPA-n8n com IA generativa via APIs padronizadas reduz tempo de

ciclo em 87–91% e erro em 50% versus baseline manual, alcançando 99% acurácia [?, 2, ?] (aceita). H2 (Segurança): arquitetura local-first consegue conformidade LGPD sem degradação significativa de latência (15% overhead); zero vazamentos em testes de penetração [?, ?, ?] (aceita). H3 (Replicabilidade): catálogo documentado de fluxos permitiu que 3+ áreas (RH, Finanças, Compras, Contratos) escalem automações em 8 semanas com satisfação de usuários 80–85% [?, ?, ?] (aceita). H4 (Exportabilidade): pilotos comerciais com 1–2 municípios demonstraram ROI positivo—economia de R\$1.9M anuais, NPS 50—validando novo segmento de receita [?, 2] (em progresso).

Impacto mensurável: processos de 10–15 dias reduzidos a 2–4 horas, automação de 500+ fluxos internos, treinamento de 50+ analistas, roadmap consolidado para 6–12 meses. Contribuição crítica e reposicionar IMA como arquiteta de AI layer seguro, eficiente e governado de governo digital brasileiro [?, 2, ?]—diferencial estratégico em mercado de transformação pública [?, ?].

4. Conclusões e Próximos Passos

A infraestrutura IPA demonstra viabilidade técnica, regulatória e econômica de integrar RPA+IA generativa em governo respeitando LGPD, conformidade e replicabilidade [?, ?, 6].

Fatores Críticos de Sucesso: O sucesso dependeu de cinco dimensões integradas: (i) *Design Science Research rigoroso* [?, 2]—ciclos de problema-solução-demonstração-avaliação—comunicação validando artefatos; (ii) *Arquitetura modular neutra* [7, 8]—n8n, Open WebUI, APIs padronizadas evitam vendor lock-in e permitem evolução tecnológica; (iii) *Governança multinível* [?, 6, ?]—política corporativa (uso aceitável de IA), camada técnica (rate limiting, prompts base, quotas), processual (revisão humana, escalonamento), auditoria (logs estruturados com 7 anos de retenção); (iv) *Transformação organizacional* [?, ?]—narrativa clara, treinamento de 50+ analistas, mudança cultural em RH, Finanças, Compras; (v) *Medição contínua* [?, 2]—KPIs técnicas (tempo ciclo, acurácia, latência) e negócio (ROI, NPS, satisfação usuário).

Próximos Passos Imediatos (90 dias): Completar filtros LGPD em produção com remoção automática de CPF/RG via ML/regex [?, ?], expandir cobertura de n8n com 5 novos processos (Tributário, Saúde, Educação), estruturar modelo comercial SaaS com preços escalonados por município—tamanho [?, ?].

Curto Prazo (3–6 meses): Rollout de GPT.IMA para 100% da IMA com treinamento mandatório, primeiro piloto comercial com 1–2 municípios clientes mostrando ROI 200% e NPS 60 [?, 2], integração end-to-end n8n–GPT.IMA em 7+

processos municipais.

Medio Prazo (6–12 meses): Criação de AI Center of Excellence, LLMs on-premise (Ollama com Mistral/Llama 2) reduzindo dependência de Gemini API [?, 2], consolidação comercial com 3–5 municípios parceiros, receita recorrente R\$500k anual [?, ?], publicação de case studies em conferências SBTI, InfoGov [2].

Implicações Estratégicas: RPA+IA não é moda em governo, mas necessidade estratégica para eficiência operacional (reduzir 87–91% de tempo), transparência administrativa (auditoria completa, rastreabilidade de decisões), e conformidade regulatória em contexto de LGPD [?, ?, 6] e futuro Projeto de Lei 2338/2023 sobre IA pública [6]. IMA está bem posicionada como arquiteta de transformação digital segura, eficiente e orientada ao cidadão para o ecossistema de tecnologia pública brasileira [?, 2, ?].

Limitações e Pesquisas Futuras: O paper não cobre blockchain, tecnologias quânticas, ou detalhes avançados de segurança cibernética além LGPD [?]. Pesquisas futuras devem endereçar: (i) validação comercial de modelo SaaS em 5+ municípios; (ii) impacto de LLMs on-premise versus cloud em latência e custo total propriedade; (iii) evolução de guardrails em cascata conforme regulação de IA pública amadurece [6].

Referências

- [1] Forrester Research. “RPA Market Trends 2024.” Washington, DC, 2024.
- [2] IMA. “Arquitetura Técnica Detalhada - Camadas, Componentes e Fluxos End-to-End.” IMA Documentação Interna, Dezembro 2025.
- [3] IMA. “Caso de Uso: Intelligent Document Processing (IDP) com n8n e Gemini.” IMA Technical Brief, 2025.
- [4] Forrester. “The Intelligent Automation Roadmap: From RPA to IPA.” Forrester Wave Report, 2023.
- [5] ANPD (Autoridade Nacional de Proteção de Dados). “Estudo Preliminar sobre IA Generativa no Brasil.” ANPD Report, 2024.
- [6] Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. “Projeto de Lei 2338/2023 - Regulamentação de IA em Contexto Público.” Brasília, DF, 2023.

- [7] n8n Community. “n8n Documentation: Self-Hosted Deployment and 400+ Integrations.” <https://docs.n8n.io>, 2024.
- [8] n8n. “n8n Open-Source Workflow Automation Platform.” Fair-Code License, 2024.
- [9] IMA. “156 Omnichannel - Chatbots e Copilots para Atendimento Municipio.” IMA Channel Architecture, 2025.
- [10] ISO/IEC 27001:2022. “Information Security Management Systems.” Geneva: International Organization for Standardization, 2022.
- [11] IMA. “SOC 2 Type II Compliance and Disaster Recovery (RTO 4h, RPO 1h).” IMA Infrastructure Audit, 2025.

Abreviaturas: RPA (Robotic Process Automation), IA (Inteligencia Artificial), IPA (Intelligent Process Automation), LGPD (Lei Geral de Protecao de Dados), LLM (Large Language Model), RAG (Retrieval-Augmented Generation), IDP (Intelligent Document Processing), DSR (Design Science Research), DPIA (Data Protection Impact Assessment), NPS (Net Promoter Score), KPI (Key Performance Indicator), SSOT (Single Source of Truth).