

Apoiando o Processo de Promoção de Professores no Setor Público com IA Generativa

João G. I. Braga^{1,4}, Francisco J. S. Sousa^{1,4}, Paola S. Pereira⁴, Tales P. Nogueira^{2,4}
Lázaro N. da Silva^{1,4}, Antonia M. A. da Silva^{1,4}, Wendley S. da Silva^{1,4}
Jefferson C. Silva^{1,4}, Alexandre S. Cialdini³, Rossana M. C. Andrade^{1,4}

¹Universidade Federal do Ceará (UFC)

²Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

³Secretaria do Planejamento e Gestão do Ceará (Seplag-CE)

⁴Grupo de Redes de Computadores, Engenharia de Software e Sistemas (GREat)

{gustavoirineu, franciscojean, paolapereira}@alu.ufc.br

{lazaronathanaell, mayaraalmeida}@alu.ufc.br

{wendley, jeffersoncarvalho, rossana}@ufc.br

alexandre.cialdini@seplag.ce.gov.br, tales@unilab.edu.br

Resumo. Este artigo apresenta a experiência de desenvolvimento de um sistema para apoiar o processo de promoção de professores da rede pública estadual do Ceará. A solução integra controle de fluxo processual e análise documental com IA generativa, reduzindo a dependência de etapas manuais. O projeto incluiu ações de engenharia de requisitos que permitiram simplificar o conjunto de documentos exigidos, com impacto na redução de armazenamento digital. Avaliações de usabilidade com professores e servidores indicaram boa execução das tarefas e orientaram melhorias na interface. Os resultados apontam ganhos de eficiência e padronização na gestão administrativa.

1. Introdução

A gestão de processos na administração pública frequentemente envolve diversas etapas que transcorrem por diferentes departamentos e órgãos governamentais. É comum que, ao longo dos processos, seja adicionada uma vasta quantidade de documentos distintos (ofícios, portarias, tabelas, etc.). Para o correto andamento, os processos podem depender de análises manuais realizadas por servidores públicos, que podem ser complexas, demoradas e, portanto, suscetíveis a erros.

Um exemplo de processo crítico no setor público é a gestão de carreiras, que envolve o acompanhamento contínuo da vida funcional dos servidores, incluindo a ascensão profissional. Assim, eventuais deficiências que tornem a execução desse processo ineficiente, podem afetar diretamente a ascensão dos servidores. Nesse contexto, soluções que busquem a otimização do tempo necessário para análise de processos no setor público têm o potencial de diminuir o trabalho manual necessário dos servidores e agilizar a conclusão de processos, aumentando o nível de satisfação dos interessados.

A transformação digital no setor público urge como uma solução para mitigar tais ineficiências, variando desde a integração de bases heterogêneas até sistemas avançados

de auditoria. No contexto de integração e visualização de dados, Santos *et al.* (2023) propõem o uso de plataformas de *Big Data* para consolidar informações dispersas entre secretarias municipais, gerando indicadores vitais para gestores públicos. Na mesma linha, Moura *et al.* (2025) e Pinto *et al.* (2025) demonstram como ferramentas de *Business Intelligence* modernizam o monitoramento de processos e a rastreabilidade de recursos, superando as limitações impostas por sistemas legados.

Entretanto, a evolução para um governo digital eficiente exige ir além da visualização, avançando para a automação inteligente. Estudos recentes, como os de Pereira *et al.* (2025) e Gupta, Pandey e Pal (2025), comprovam a eficácia de IA generativa na análise de processos e na atualização de relatórios governamentais. Complementarmente, Brandão *et al.* (2024) aplicam *pipelines* semiautomatizados para detecção de fraudes em licitações, enquanto Konstantinidis *et al.* (2024) fundamenta a transição de modelos centrados em documentos físicos para abordagens centradas em dados estruturados.

Diferenciando-se desses trabalhos, unificando gestão de fluxo e análise inteligente, este artigo apresenta o sistema AGAPE (Apoio à Gestão Automatizada de Pessoas). Desenvolvido no âmbito de um projeto de pesquisa aplicada voltado à modernização da gestão pública na Secretaria de Planejamento e Gestão do Ceará (Seplag). A solução integra o controle de trâmites processuais com um módulo de análise documental via Inteligência Artificial (IA), a partir de um Modelo de Linguagem de Pequeno Porte (*Small Language Model* - SLM). O sistema foca na automatização da validação de requisitos para promoção com titulação de professores da rede estadual de educação, reduzindo drasticamente a dependência da análise manual e promovendo maior eficiência administrativa.

2. Contexto

O desenvolvimento dessa ferramenta afeta diretamente a rede pública de ensino do Governo Estadual do Ceará, que contempla mais de 13 mil professores efetivos e ativos, distribuídos em 773 escolas (dados do Governo de 2025/2026). No entanto, o total de docentes, incluindo contratos temporários, supera 20 mil, sendo que mais da metade dos professores da rede são temporários. Como incentivo à qualificação desses profissionais, o Governo do Estado do Ceará garante aos professores a possibilidade de ascensão funcional por titulação.

Dessa forma, ao concluir um curso de pós-graduação (especialização, mestrado, ou doutorado), o(a) professor(a) pode requerer uma promoção, nesse caso denominada “promoção com titulação”. Dados históricos extraídos do Suite (Sistema Único Integrado de Tramitação Eletrônica) indicaram que 1.751 processos de promoção com titulação foram analisados em um período de seis meses, resultando em uma média de cerca de 290 processos por mês. Segundo relatos informais de servidores da área, cada processo pode ser analisado de dez a vinte minutos por analistas experientes, mas pode levar mais de uma hora para analistas iniciantes. Esse volume de processos é um dos principais motivos de gargalo no fluxo geral de processos relacionados a recursos humanos do Estado.

O processo de promoção com titulação exige a análise minuciosa de documentos comprobatórios, tais como diplomas, históricos escolares, documentos de identificação, extratos de pagamento, etc. No Governo do Ceará, essa avaliação era realizada de forma predominantemente manual pelo órgão gestor responsável. Tal processo, iniciava a partir da entrega presencial dos documentos solicitados e do preenchimento, à mão, do reque-

rimento padrão na sede da Secretaria de Educação (Seduc) ou em uma coordenadoria regional. Após isso, servidores da Seduc realizavam a digitalização de cada um dos documentos e efetuavam o *upload* no Suite. A partir desse ponto, o processo tramitava entre os órgãos cabíveis até chegar em mais uma etapa de validação manual.

Esse fluxo, fortemente dependente de atividades manuais, tornava o processo lento, suscetível a erros e retrabalhos, além de sobrecarregar os servidores responsáveis pela análise. Nesse contexto, tornou-se evidente a necessidade de modernização e automação das etapas de verificação documental, visando maior eficiência, padronização e celeridade na tramitação dos processos.

3. Ações Realizadas

Nesta seção, apresentamos as ações realizadas ao longo do projeto, descrevendo-as do ponto de vista do processo de desenvolvimento de software. Inicialmente, foram identificados os diferentes perfis de usuário e suas responsabilidades: *Professor*, que dá início aos processos com a documentação inicial; *Servidor Seduc*, que analisa manualmente as informações enviadas pelo professor e inicia o processo no Suite ou o retorna para correções; *Servidor Seplag*, que analisa os documentos do processo à luz da legislação estadual e emite um parecer favorável ou um retorno direcionado para correções.

O **processo de engenharia de requisitos** teve início com o mapeamento e a análise de necessidades identificadas em reuniões com o cliente e de sugestões internas das equipes do envolvidas no projeto. Cada demanda foi validada frente aos Casos de Uso (*Use Case* - UC) existentes, resultando na atualização de documentos ou na especificação de novos requisitos funcionais. A equipe de requisitos aplicou revisões por pares e validações conjuntas com o time de UI/UX, assegurando o alinhamento constante com os protótipos de alta fidelidade. Esse ciclo iterativo estendeu-se até a aprovação final, garantindo que requisitos e protótipos apresentados estivessem alinhados, o que reduziu inconsistências e dúvidas durante o desenvolvimento.

A identificação de requisitos também foi importante para realizar o levantamento da documentação exigida para o processo de promoção com titulação antes do projeto e para a definição de um novo conjunto otimizado de documentos, visto que alguns documentos eram solicitados por razões históricas não aplicáveis ao contexto atual. A Tabela 1 demonstra a redução na documentação exigida, o que, por si só, já gera ganhos de armazenamento digital ao Suite e, consequentemente, ao Estado. Assim, a partir de numerosas iterações do processo de elicitação e análise de requisitos, um novo fluxo de promoção com titulação foi proposto (Figura 1). Nele, é possível identificar os papéis de cada tipo de usuário e as principais etapas do processo de promoção com titulação apoiado por IA.

O **desenvolvimento do sistema** foi dividido em três principais módulos: o *front-end*, cuja interface web permite a interação dos três usuários finais distintos; o *back-end*, responsável em receber os dados e os arquivos enviados pela interface e enviá-los para o terceiro módulo, o *Módulo de Análise com IA*, que é responsável por analisar os arquivos, por meio de IA, retornando uma análise estruturada para a interface web. Além desses módulos, o sistema utiliza ferramentas já existentes no contexto do Governo: o SSO (*Single Sign-On*) chamado Guardião, que é usado para autenticação e distribuição de papéis nos sistemas do Estado e o Suite, que é utilizado para criação, trâmite e acompanhamento de processos.

Documento	Antes	Proposto
Diploma de pós-graduação	✓	✓
Histórico da pós-graduação	✓	✓
Diploma de graduação	✓	
Histórico da graduação	✓	
Documentos de identificação	✓	
Extrato de pagamento	✓	
Requerimento padrão	✓	

Tabela 1. Comparação entre documentos exigidos anteriormente e o proposto pelo projeto.

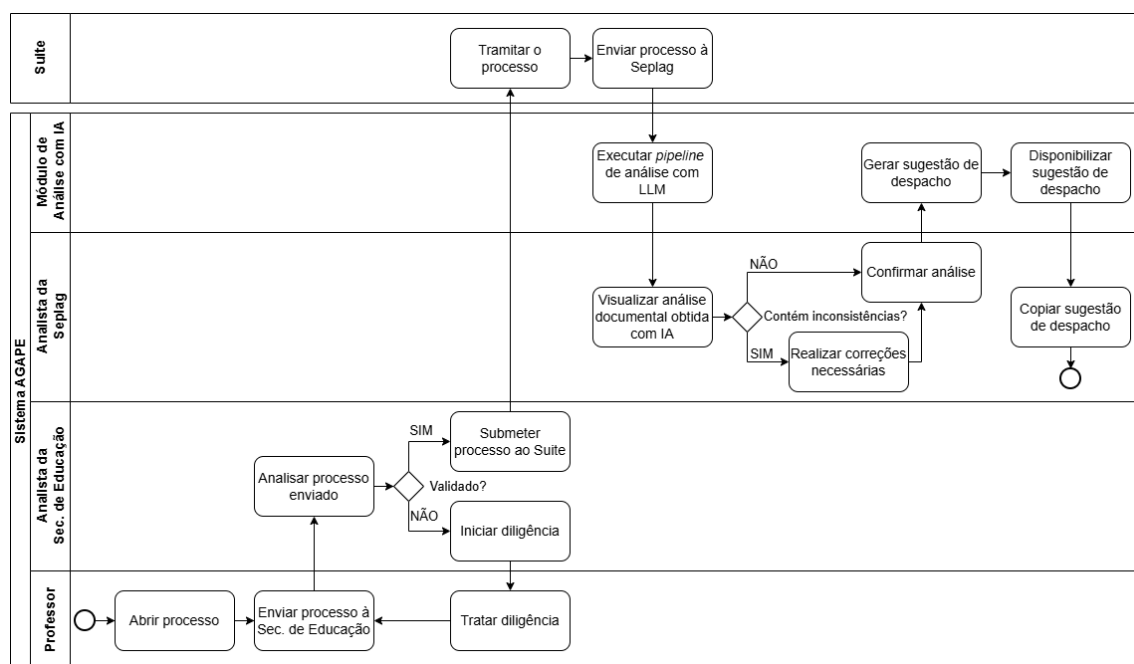


Figura 1. Fluxo completo do sistema AGAPE.

O *front-end* foi implementado usando o *framework* Angular, versão 18.2.0 com apoio de bibliotecas como *Tailwind*, *Angular Material* e *PrimeIcons*. O *back-end* foi implementado usando a versão 21 do Java e a versão 3.4.3 do *framework* Spring Boot. Apesar de não serem versões atuais, no momento da definição tecnológica do projeto, essas versões estavam em conformidade com as exigências da equipe de Tecnologia da Informação da Seplag, garantindo assim, estabilidade e compatibilidade com outros sistemas já instalados e em produção.

O **módulo de Análise com IA** foi desenvolvido utilizando o *framework* FastAPI (versão 0.121.1). Para a extração de texto selecionável em documentos PDF foi utilizada a biblioteca PyMuPDF (versão 1.27.1), enquanto a extração de texto contido em imagens foi realizada com pytesseract (versão 0.3.13). A análise das informações extraídas foi realizada pelo SLM Gemma3:4b, executado por meio do servidor de inferência local Ollama (versão 0.6.1). Experimentos preliminares comparando os modelos Gemma3:4b, Qwen2.5VL:3B e Mistral:7B demonstraram melhor desempenho do Gemma3:4b na tarefa de extração estruturada, alcançando pontuação F1 média de 1,000 nos conjuntos

avaliados (Sousa *et al.*, 2026). Além disso, a escolha do modelo ocorreu para atender restrições legais relacionadas à privacidade de dados e limitações computacionais presentes no setor público.

A análise por IA é acionada a partir do recebimento dos documentos do processo e realiza uma classificação baseada em palavras-chave e padrões textuais, permitindo identificar automaticamente categorias documentais como Portarias e Ofícios. Em seguida, o sistema define a estratégia de extração textual: documentos com texto selecionável são processados diretamente, enquanto páginas com baixa densidade textual são encaminhadas automaticamente para OCR. Vale destacar que o desempenho do sistema depende diretamente da qualidade dos documentos digitalizados.

Após a extração, o conteúdo textual é concatenado com um *prompt few-shot* e enviado ao SLM, responsável por interpretar semanticamente os documentos e gerar saídas estruturadas em formato JSON. Posteriormente, os dados estruturados passam por validações determinísticas que verificam integridade documental, coerência entre documentos e conformidade com critérios administrativos, resultando em um relatório consolidado da análise. Detalhes adicionais sobre a arquitetura do fluxo, estratégia de extração estruturada e avaliação experimental do modelo são apresentados em (Sousa *et al.*, 2026).

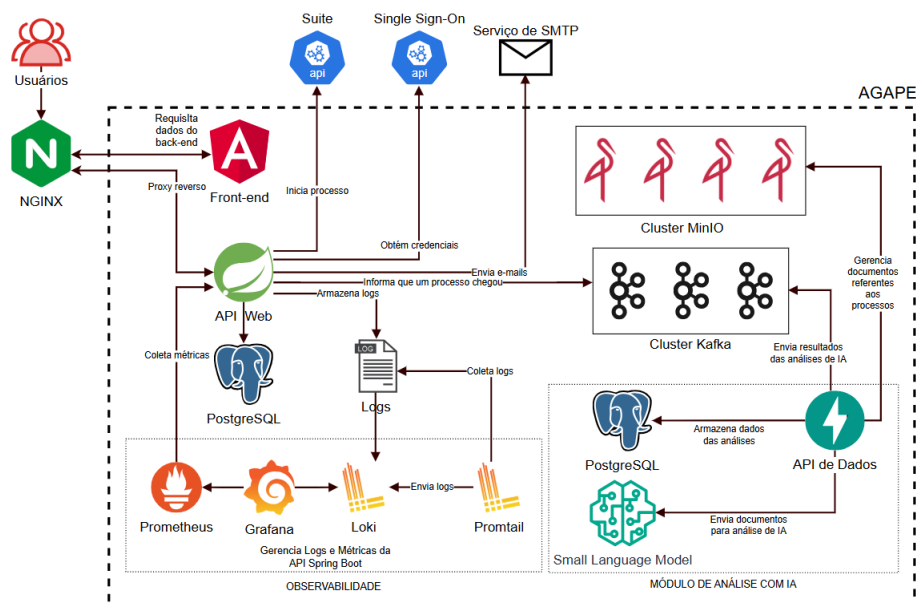


Figura 2. Arquitetura do Sistema

A Figura 2 apresenta a **interação entre os módulos do sistema**. A arquitetura do sistema utiliza o NGINX como proxy reverso para gerenciar as requisições de rede, o MinIO como solução de armazenamento para os documentos oficiais (diplomas, ofícios, portarias), e o Apache Kafka como plataforma de mensageria assíncrona para orquestrar a fila de processamento de extração de dados pelo módulo de dados com IA. Eventos como a chegada de novos processos ou a necessidade de correções na documentação enviada pelos professores são notificados via e-mail para os servidores envolvidos em cada processo.

Para assegurar a observabilidade e o monitoramento contínuo da infraestrutura, a

arquitetura integra a pilha tecnológica composta por Prometheus, Grafana, Loki e Promtail. O Prometheus atua como o motor principal para a coleta e o armazenamento de métricas de desempenho. Complementarmente, a gestão de logs é realizada pelo Loki, um sistema de agregação que recebe os dados extraídos e encaminhados pelo Promtail, o agente coletor na aplicação. Por fim, o Grafana funciona como a plataforma central e unificada de visualização da saúde do sistema.

A metodologia utilizada no **processo de testes** foi composta por duas abordagens complementares: *especificação de testes*, utilizando a plataforma TestLink para o detalhamento e execução de 255 casos de teste, os quais validaram o ciclo de vida completo, desde a abertura do processo até o seu encerramento; e *testes automatizados*, onde foram implementados 105 casos de teste com o uso do framework Cypress para automação de testes de interface e a ferramenta Postman para validação de *endpoints* da API, viabilizando a execução recorrente de testes de regressão.

Por fim, utilizando o modo de teste moderado, uma **avaliação de usabilidade** foi conduzida com o propósito de compreender a interação dos usuários com a interface identificando dificuldades e oportunidades de melhoria por meio de cenários reais de uso. Os testes foram realizados com dois perfis de usuários: professores e servidores da Seduc, encarregados da análise inicial dos dados e documentos submetidos pelos professores. Durante as sessões, os participantes foram orientados a executar tarefas específicas enquanto a moderação observava o comportamento e registrava dificuldades e comentários. Ao final de cada sessão, foi conduzida uma coleta de percepções gerais enfrentadas durante o uso do sistema, além de expectativas e sugestões de melhoria.

A avaliação com o perfil de usuário Professor contou com a participação de cinco professores selecionados com base em critérios que incluíam diferentes níveis de familiaridade com tecnologia e experiências relacionadas à abertura de processos de promoção. As tarefas avaliadas incluíram: iniciar a abertura de um processo, preencher dados pessoais obrigatórios, realizar o *upload* de documentos, enviar o processo, acompanhar seu andamento e corrigir processos retornados com erro. A avaliação com o perfil de usuário Servidor Seduc envolveu três servidores com diferentes níveis de experiência tecnológica e experiência com processos de promoção. Para esse perfil, as tarefas avaliadas foram: iniciar a análise de um processo, validar ou rejeitar documentos e reanalisar processos retornados por inconsistência.

4. Resultados

A validação do módulo de dados com IA foi realizada em um ambiente controlado para avaliar o tempo de processamento e a precisão do SLM Gemma3, utilizando uma amostra de 33 processos. Os experimentos foram realizados com um computador com processador Core i7, 16 GB de RAM e uma GPU RTX 3050 com 6 GB de VRAM.

Em relação ao desempenho, o tempo médio de execução ponta a ponta para cada processo completo foi de **2 minutos e 24 segundos**. Na análise individual por tipo de documento, o processamento variou de menos de 10 segundos até cerca de 40 segundos nos casos mais demorados. Essa variação ocorre porque documentos maiores ou que exigem a extração de mais campos no JSON geram prompts mais longos, o que consequentemente aumenta o tempo de inferência do modelo de linguagem.

Com relação à precisão do sistema medida pela porcentagem de campos do

JSON extraídos corretamente, a maioria dos tipos de documentos analisados alcançaram 100% de exatidão, com exceção um documento (Repercussão Financeira), que alcançou 99,52%. Essa redução na taxa de acerto foi causada por imperfeições durante a etapa preliminar de extração de tabelas com a biblioteca PyMuPDF, o que impediu o modelo de inferir alguns campos com total segurança.

A aplicação da avaliação de usabilidade do sistema, permitiu identificar, de forma sistemática e precisa, problemas relacionados à clareza da interface, à adaptação a diferentes dispositivos e à compreensão de elementos e termos utilizados no sistema. Além de evidenciar barreiras recorrentes durante a execução das tarefas, os resultados forneceram subsídios objetivos para priorizar ajustes de maior impacto na experiência do usuário e realizar as devidas correções. Com isso, o processo de refinamento do sistema passou a ser orientado por evidências observadas em contexto real de uso, aumentando a efetividade das melhorias implementadas.

5. Discussão

O processo de desenvolvimento do Sistema AGAPE foi rico em experiências de colaboração entre universidade e o setor público, gerando “lições aprendidas” que podem ser úteis em projetos semelhantes no futuro.

Dependência de outros sistemas: A integração com outros sistemas é uma fonte de riscos que deve ter planos de mitigação estabelecidos nas fases iniciais de um projeto. No caso da comunicação com o SSO Guardião, os principais desafios ocorreram na geração de credenciais corretas para cada usuário. A integração com o Suite demandou uma nova implementação realizada por outra equipe de desenvolvimento do órgão, o que ocasionou atrasos no projeto.

Transferência de tecnologia: O Sistema AGAPE não será mantido pela equipe original do projeto. Nesse contexto, foi fundamental elaborar documentação clara e objetiva para reduzir dificuldades na atuação de futuros mantenedores. Além da adoção de boas práticas de implementação (como separação de conceitos, classes modulares e criação de APIs documentadas com *Swagger*), foi produzido um manual de instalação com o passo a passo para implantação e execução do sistema.

6. Conclusão

Os resultados do projeto indicam ganhos concretos tanto no âmbito tecnológico quanto organizacional. Do ponto de vista tecnológico, a solução demonstrou viabilidade para apoiar a triagem e a validação documental em um contexto de alto volume de processos. Do ponto de vista organizacional, a reformulação da lista de documentos exigidos (decorrente do processo de engenharia de requisitos) reduziu significativamente a necessidade de armazenamento digital no Suite e simplificou etapas do fluxo.

Além disso, as avaliações de usabilidade com os perfis de professor e servidor permitiram identificar pontos críticos de interação e orientar melhorias de interface, reforçando a aderência do sistema às necessidades reais dos usuários. As correções realizadas contribuíram para a melhoria da responsividade da interface, do *feedback* ao usuário durante a execução das tarefas e permitiram uma interação mais fluida, intuitiva e isenta de ambiguidades.

7. Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa de produtividade de R. M. C. Andrade (306362/2021-0) e à Funcap pelo apoio financeiro na execução do projeto “Governança da Informação na Seplag”.

Referências

BRANDÃO, M. A. *et al.* PLUS: A Semi-automated Pipeline for Fraud Detection in Public Bids. **Digit. Gov.: Res. Pract.**, Association for Computing Machinery, v. 5, n. 1, 2024. DOI: 10.1145/3616396.

GUPTA, R.; PANDEY, G.; PAL, S. K. Automating Government Report Generation: A Generative AI Approach for Efficient Data Extraction, Analysis, and Visualization. **Digit. Gov.: Res. Pract.**, Association for Computing Machinery, v. 6, n. 1, 2025. DOI: 10.1145/3691352.

KONSTANTINIDIS, I. *et al.* From document-centric to data-centric public service provision. **Digit. Gov.: Res. Pract.**, Association for Computing Machinery, v. 5, n. 3, 2024. DOI: 10.1145/3676279. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3676279>.

MOURA, R. *et al.* Desenvolvimento de um Painel de Business Intelligence para Monitoramento de Processos Públicos. *In: ANAIS do XIII Latin American Symposium on Digital Government (LASDiGov)*. Maceió, AL, Brasil: SBC, 2025. p. 301–308. DOI: 10.5753/lasdigov.2025.8717.

PEREIRA, J. *et al.* INACIA: Integrating Large Language Models in Brazilian Audit Courts: Opportunities and Challenges. **Digit. Gov.: Res. Pract.**, Association for Computing Machinery, v. 6, n. 1, 2025. DOI: 10.1145/3652951.

PINTO, G. *et al.* Transparency and Traceability of Congressional Earmarks: a System for Monitoring and Analyzing Public Data. *In: ANAIS do XIII Latin American Symposium on Digital Government (LASDiGov)*. Maceió, AL, Brasil: SBC, 2025. p. 249–260. DOI: 10.5753/lasdigov.2025.9316.

SANTOS, I. S. *et al.* Big Data Fortaleza: Plataforma Inteligente para Políticas Públicas Baseadas em Evidências. *In: ANAIS do I Latin American Symposium on Digital Government (LASDiGov)*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2023. DOI: 10.5753/wcge.2023.230796.

SOUSA, T. B. M. B. de *et al.* A Workflow for Structured Information Extraction from Public-Sector PDF Documents Using a Small Language Model. *In: PROCEEDINGS of the 28th International Conference on Enterprise Information Systems*. [S. l.: s. n.], 2026. v. 1, p. 717–728. ISBN 978-989-758-834-1.