

Desenvolvimento de um Painel Integrado Inteligente para Auxílio na Identificação de Fraudes em Processos de Compras Públicas

Felipe M. Pierotti¹, José E. M. Jochem¹, Mariana A. Steffen¹, Diogo N. Soares¹, Marina Benvenuti¹, Breno S. Pereira¹, Luís G. Bornia¹, Matheus M. dos Santos¹, Guilherme A. Geronimo¹, Andre W. Zibetti¹, Carina F. Dorneles¹, Jônata T. Carvalho¹, Jerusa Marchi¹, Márcio Castro¹, Renato Fileto¹, Simone S. Werner¹, Ronaldo S. Mello¹

¹Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil, Florianópolis

{f.pierotti, medeiros.jose, m.steffen, diogo.soares, marina.benvenuti, breno.s.p}@grad.ufsc.br, {luis.gb, matheus.m.santos}@posgrad.ufsc.br, {guilherme.geronimo, andre.zibetti, carina.dorneles, jonata.tyska, {jerusa.marchi, marcio.castro, r.fileto, simone.werner, r.mello}@ufsc.br

Abstract. *This work proposes the development of an Integrated Intelligent Panel (IIP), a technological solution designed to support the Public Prosecutor's Office of Santa Catarina (MPSC) in detecting and preventing fraud in public procurement processes. Through advanced artificial intelligence techniques and statistical analysis, the IIP will integrate and centralize information from multiple data sources, promoting more efficient management of procurement processes. This work discusses the context, motivation, adopted methodology, and the main results obtained with the initial implementation of the system.*

Resumo. *Este trabalho propõe o desenvolvimento de um Painel Integrado Inteligente (PII), uma solução tecnológica projetada para apoiar o Ministério Público de Santa Catarina (MPSC) na detecção e prevenção de fraudes em processos licitatórios. Por meio de técnicas avançadas de inteligência artificial e análise estatística, o PII integrará e centralizará informações de diversas fontes de dados, promovendo uma gestão mais eficiente dos processos licitatórios. Este trabalho discute o contexto, a motivação, a metodologia adotada e os principais resultados obtidos com a implementação inicial do sistema.*

1. Introdução

À medida que progredimos na era da informação, nos deparamos com um aumento exponencial no volume de dados disponíveis. Com o surgimento de inúmeras bases de dados digitais, em diversos domínios, torna-se cada vez mais difícil realizar a análise manual dessas informações. O simples acesso às diferentes bases de dados por meio de diferentes *dashboards* de inteligência de negócio (*business intelligence*) não viabiliza a detecção e interpretação de padrões úteis e importantes para a tomada de decisão nos mais diversos domínios.

Diante desse cenário, torna-se evidente o desafio de integrar e analisar de forma automatizada esses dados, cada um com seus próprios padrões e características. Esta integração requer o desenvolvimento de novas ferramentas que incorporem conhecimento científico avançado, capazes de facilitar tanto a análise quanto a interpretação desses dados, frequentemente complexos.

Neste contexto, a inteligência artificial (IA) ganha destaque especial e se estabelece como uma área promissora com potencial de fornecer técnicas e metodologias fundamentais, capazes de transformar a maneira como utilizamos, interpretamos e interagimos com os grandes volumes de dados à disposição. Entretanto, para explorar o amplo potencial da IA neste contexto, inúmeros desafios relacionados à aplicação, adaptação, desenvolvimento e validação de técnicas e metodologias precisam ser cuidadosamente tratados. Além destes, o desenvolvimento de formas simples de apresentar as análises realizadas por estas técnicas a usuários que muitas vezes não são especialistas em IA configura-se como um desafio adicional.

Estes desafios também se estendem ao setor público, onde a capacidade de analisar grandes volumes de dados é crítica para a eficiência dos serviços públicos. Buscando trazer contribuições para este domínio, este trabalho apresenta o desenvolvimento do Painel Integrado Inteligente (PII) de dados de compras e contratações públicas. Esta iniciativa é fruto de uma colaboração entre o Ministério Público de Santa Catarina (MPSC) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), realizada por meio do Projeto Céos, que busca utilizar a inteligência artificial em benefício da sociedade [Carvalho et al. 2023] em diversos domínios de atuação do MPSC.

O PII surge como uma ferramenta importante para auxiliar o MPSC no combate à corrupção, com os seguintes objetivos:

- Extrair e centralizar informações de diferentes fontes de dados relacionadas a processos licitatórios.
- Permitir um monitoramento eficiente desses processos.
- Auxiliar na vigilância dos processos licitatórios por meio de análises automatizadas, utilizando modelos estatísticos e de inteligência artificial avançados, gerando alertas para processos licitatórios suspeitos.

O diagrama da Figura 1 mostra a arquitetura geral do sistema em diferentes camadas de abstração. A camada mais baixa, em vermelho, representa os dados brutos de diversas fontes, públicas e privadas, cuja disponibilidade depende de acordos de cooperação. Esses dados são processados por fluxos de ETL ou ELT específicos para cada base. A camada seguinte, em roxo, integra e enriquece os dados das diferentes fontes. A camada azul gerencia e armazena os dados com uma modelagem poliglota. A camada verde realiza a análise dos dados usando inteligência artificial e estatística para gerar alertas. No topo, o Painel Integrado Inteligente, proposto neste trabalho, serve como interface para os promotores do MPSC acessarem os dados processados.

Neste trabalho, apresentamos o processo de desenvolvimento do Painel Integrado Inteligente (PII) no âmbito do projeto Céos. O documento está estruturado da seguinte maneira: Na Seção 2.1 é detalhado o entendimento do problema, incluindo a metodologia utilizada para o levantamento dos requisitos necessários à construção do PII. A Seção 2.2 descreve o protótipo desenvolvido. Posteriormente, a Seção 2.3 aborda os detalhes técnicos do desenvolvimento do sistema. A Seção 3 relata os resultados alcançados ao testar o sistema com dados reais. Finalmente, a Seção 4 apresenta as conclusões do trabalho.

2. Desenvolvimento do Painel Integrado Inteligente

O desenvolvimento do PII pode ser descrito em três etapas, entendimento do problema, Prototipagem, Desenvolvimento do Sistema.

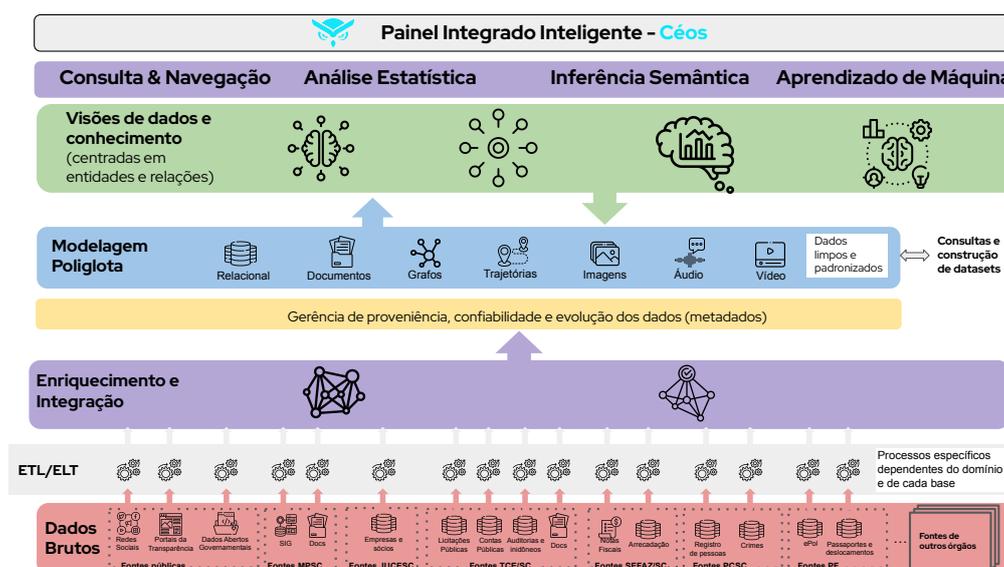


Figura 1. Diagrama geral da arquitetura do sistema.

2.1. Entendimento do Problema

A etapa inicial no desenvolvimento do PII consistiu no entendimento do problema. Este processo começou com uma análise das leis no. 8.666, de junho de 1993 [Casa Civil 1993] e no. 14.133, de abril de 2021 [Casa Civil 2021], que regulamentam os processos licitatórios no Brasil. Adicionalmente, entrevistas com especialistas na área proporcionaram uma compreensão mais profunda dos requisitos funcionais necessários para o painel.

Definiu-se que as informações exibidas no painel seriam guiadas a partir da seleção de um processo licitatório pelo usuário. A partir dessa escolha, informações correlatas, provenientes de diversas fontes de dados, seriam exibidas de maneira integrada no painel.

Na Figura 2 é ilustrado um diagrama com as principais informações que deveriam ser apresentadas e como estas estariam vinculadas ao processo licitatório escolhido.

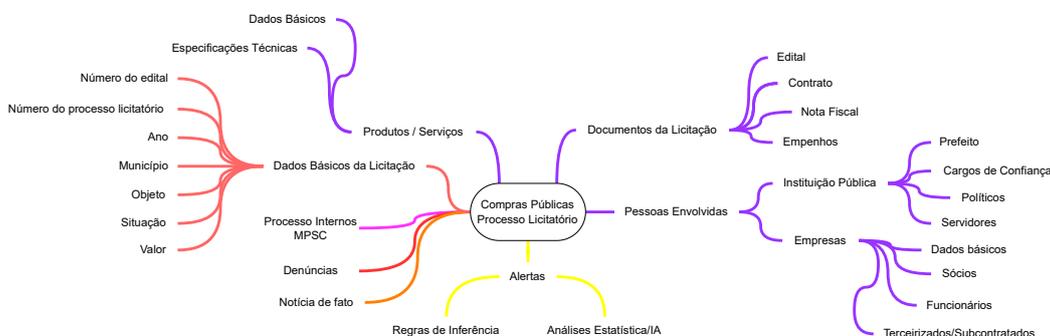


Figura 2. Diagrama de requisitos de desenvolvimento do PII

Dentre as principais informações a serem exibidas pelo PII, incluem-se: notícias; processos internos do MPSC; documentos; pessoas, empresas e instituições públicas en-

volvidas; e alertas gerados por métodos de análise estatística, inteligência artificial ou regras de inferência.

Além disso, o painel poderá exibir informações relacionadas a um processo licitatório de forma indireta, como notícias relacionadas a participantes dos processos licitatório, histórico de alertas e participações de outros processos licitatórios dos participantes dos processos licitatórios. Também são previstas análises de preço dos produtos de uma licitação e de seus documentos utilizando modelos estatísticos e de inteligência artificial.

2.2. Protótipo do Painel

Com base nos requisitos do sistema levantados, que são apresentados na Figura 2, definimos 14 telas para o Painel Integrado Inteligente (PII):

1. **Página de Login:** Tela inicial do PII para autenticação do usuário. Esta tela permite o controle de acesso aos dados e carrega as configurações personalizadas de cada usuário.
2. **Painel de Compras Públicas:** Página principal do sistema, que possibilita a busca e visualização dos processos de compras públicas disponíveis. Permite filtrar os processos por número de licitação, edital, data de publicação, município, objeto, situação da licitação, e entidade envolvida no processo. Os processos podem ser ordenados por número de alertas, data, valor previsto ou valor contratado.
3. **Painel da Compra Pública:** Apresenta um resumo do processo de compra selecionado, incluindo informações como modalidade, situação, município, objeto, valores previstos e contratados, datas, alertas do sistema, documentos, empresas, pessoas e produtos envolvidos, bem como processos internos do MPSC relacionados à licitação.
4. **Painel de Documentos:** Exibe os documentos associados ao processo licitatório, permitindo acesso aos documentos e consulta de análises estatísticas e de inteligência artificial realizada pelo sistema.
5. **Painel da Linha do Tempo:** Exibe os documentos do processo licitatório em formato de linha do tempo.
6. **Painel de Processos:** Mostra processos internos do MPSC que têm relação com a licitação selecionada.
7. **Painel de Alertas:** Exibe alertas específicos à licitação em questão.
8. **Painel Tipo de Alertas:** Detalha os métodos utilizados em cada um dos alertas emitidos pelo sistema, fornecendo um embasamento técnico-científico do método utilizado em cada alerta.
9. **Painel de Empresas:** Mostra as empresas participantes no processo licitatório, incluindo o valor de suas propostas e identificando as vencedoras.
10. **Painel de Informações da Empresa:** Fornece detalhes sobre as empresas envolvidas, incluindo histórico de participação em licitações e alertas relacionados à empresa.
11. **Painel de Pessoas:** Apresenta as pessoas envolvidas no processo, tanto de instituições públicas (como prefeitos e servidores) quanto de empresas (como sócios e colaboradores).
12. **Painel de Detalhes de Pessoa:** Fornece detalhes sobre uma pessoa selecionada no Painel de Pessoas.
13. **Painel de Análise de Produtos:** Avalia os preços dos produtos licitados, indicando a conformidade dos preços com o mercado, baseando-se em um banco de dados de preços de produtos similares em licitações anteriores. Esse painel é crucial para análise de sobrepreço nos itens de um processo licitatório.

14. Painel de Detalhes de Análise do Produto: Apresenta detalhes da análise de preço de um produto específico, incluindo dados estatísticos sobre os preços praticados por entidades públicas e privadas, e gráficos ilustrativos da posição relativa do preço praticado na licitação com relação ao banco de preços.

Um protótipo das telas do painel foi desenvolvido no Figma [Figma Inc. 2016] e serviu de guia para a equipe de desenvolvimento.

2.3. Desenvolvimento do Painel Integrado Inteligente

O desenvolvimento do PII foi dividido em frontend, backend e banco de dados. O frontend foi desenvolvido em JavaScript utilizando a biblioteca React [Facebook 2013], criada pelo Facebook. O React foi escolhido devido ao seu ecossistema rico, que inclui um amplo conjunto de ferramentas e bibliotecas disponíveis. Além disso, foi adotado o uso do Next.js [Vercel 2016] e da biblioteca MUI (Material-UI) [Material-UI 2014], que oferece diversos componentes gráficos.

O backend foi desenvolvido em Python [Python Foundation 2008], utilizando o framework FastAPI [Ramírez 2018] para implementar microserviços que atendem ao frontend do painel. Python foi escolhido por sua versatilidade e ampla aplicação em desenvolvimento web, ciência de dados e inteligência artificial, permitindo que a equipe trabalhe tanto no backend quanto na criação de alertas usando modelos de IA. O FastAPI foi selecionado por ser um framework moderno e fácil de usar, com a vantagem de gerar automaticamente a documentação via OpenAPI [Initiative 2010]. Para comunicação com o banco de dados, foi utilizada a biblioteca SQLAlchemy [Bayer 2006].

Conforme mostrado na Figura 1, a modelagem poliglota prevê o uso de diferentes tipos de bancos de dados, conforme as necessidades específicas de cada dado. Porém, nesta versão do trabalho, utilizou-se o banco de dados relacional PostgreSQL [PostgreSQL 1996] e, para dados não estruturados como documentos licitatórios, adotou-se o MinIO [MinIO 2014], compatível com a API S3 da Amazon.

3. Resultados

A primeira versão do Painel Inteligente Integrado foi concluída trazendo as informações básicas de compras e contratações públicas, documentos relacionados, empresas participantes e sistema de autenticação de usuários. Com relação ao projeto das interfaces construídos usando Figma e descritos na Seção 2.2, foram desenvolvidas as páginas: 1- Página de Login; 2- Painel de Compras Públicas; 3- Painel da Compra Pública; 4- Painel Documentos e 9- Painel de Empresas. A Figura 3 apresenta alguns dos painéis desenvolvidos utilizando dados reais de processos licitatórios disponíveis em portais de transparência das prefeituras municipais de Santa Catarina. Uma vídeo demonstração do sistema pode ser acessada em youtu.be/QEuISomg__A.

A versão do Painel Integrado Inteligente desenvolvida foi apresentada a promotores do MPSC que forneceram importantes sugestões e comentários positivos indicando a potencial eficácia do painel na centralização das informações de processos licitatórios de diversos municípios. De forma geral, a integração evitará a necessidade de acessar diferentes portais de informações para busca de informações úteis para controle e fiscalização. A apresentação demonstrou a integração de dados de empresas e de documentos provenientes de variadas fontes de dados, como notas fiscais emitidas pela Secretaria da Fazenda de Santa Catarina e editais dos processos licitatórios obtidos por meio de portais

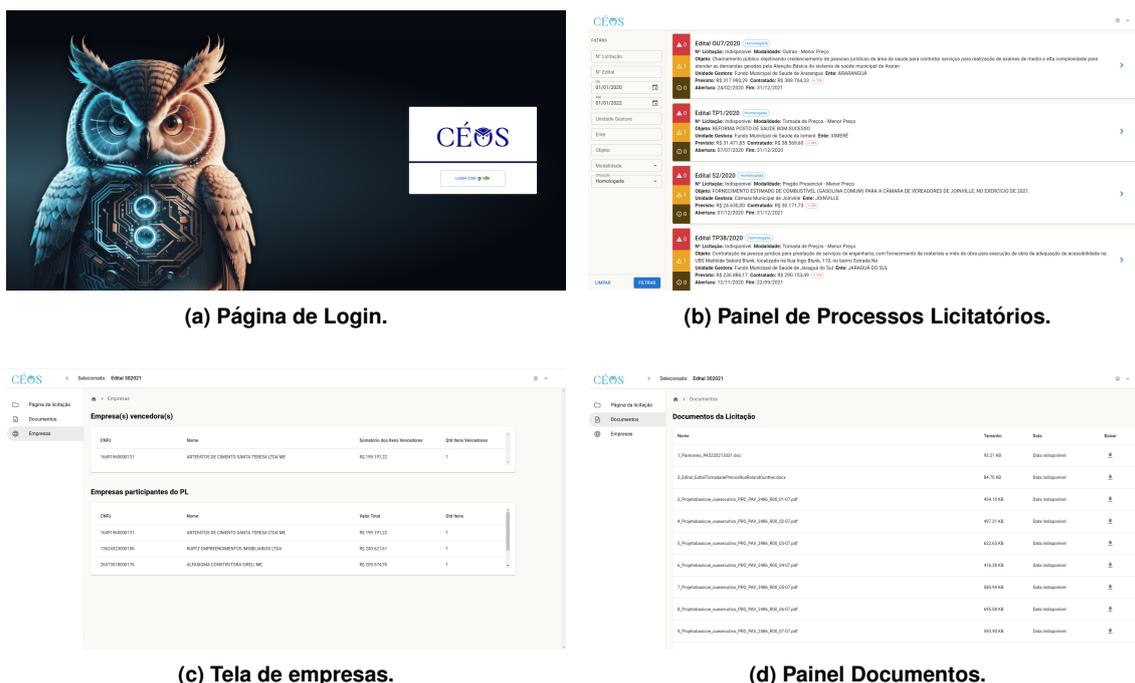


Figura 3. Telas Implementadas

de transparência das prefeituras do Estado. Esta funcionalidade é essencial para otimizar as atividades do Ministério Público de Santa Catarina (MPSC), facilitando o acesso às informações sem a necessidade de consulta a múltiplos painéis, portais e/ou fontes de dados.

4. Conclusões

O Painel Integrado Inteligente (PII) representa uma ferramenta valiosa na luta contra fraudes em processos licitatórios, estabelecendo um novo padrão no uso de tecnologia avançada na administração pública. Os resultados obtidos com a primeira versão do sistema - a integração de dados básicos de compras e contratações públicas, documentos e dados básicos de empresas - mostram-se alinhados ao objetivo de integrar e centralizar dados de diversas fontes, possibilitando em um futuro próximo tanto a execução de análises avançadas baseadas em heurísticas de controle e fiscalização, quanto métodos de inteligência artificial e aprendizagem estatística.

O projeto está em constante desenvolvimento e na próxima fase realizar-se-á a implementação dos primeiros alertas usando os primeiros dados integrados. Tais alertas utilizaram análises estatísticas avançadas e modelos de inteligência artificial para a criação de pontos que requerem a atenção dos promotores. Espera-se com estas análises automatizadas, aprimorar ainda mais a gestão e o monitoramento das compras e contratações públicas. Com isso, busca-se ampliar a efetividade da atuação do Ministério Público de Santa Catarina, ao mesmo tempo reduzir a demanda de análises completamente manuais por parte dos promotores.

5. Agradecimentos

Este trabalho conta com recursos financeiros do projeto *Céos: Inteligência de Dados para a Sociedade*, uma parceria de pesquisa entre a UFSC e o Ministério Público do Estado de Santa Catarina (MPSC) com suporte financeiro do MPSC.

Referências

- Bayer, M. (2006). Sqlalchemy: The database toolkit for python. <https://www.sqlalchemy.org>. Acesso em 21 de julho de 2024.
- Carvalho, J. T., Zibetti, A. W., Dorneles, C. F., Castro, M. B., Werner, S. S., Marchi, J., Fileto, R., and dos Santos Mello, R. (2023). CÉOS: Inteligência artificial em benefício da sociedade. <http://ceos.ufsc.br/>. Acesso em: 15 julho 2024.
- Casa Civil (1993). Lei no 8.666, de 21 de junho de 1993. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências.
- Casa Civil (2021). Lei no 14.133, de 1 de abril de 2021. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei de Licitações e Contratos Administrativos.
- Facebook (2013). React - a javascript library for building user interfaces. <https://reactjs.org/>. Acessado em: 21 de julho de 2024.
- Figma Inc. (2016). Figma. Software de prototipação de interface gráfica. Disponível em <https://www.figma.com>.
- Initiative, O. (2010). Openapi specification. <https://www.openapis.org>. Acesso em 21 de julho de 2024.
- Material-UI (2014). Mui - material-ui: A popular react ui framework. <https://mui.com/>. Acessado em: 21 de julho de 2024.
- MinIO, I. (2014). Minio high performance object storage. <https://min.io/>. Acessado em 2024.
- PostgreSQL (1996). Postgresql: The world's most advanced open source relational database. <https://www.postgresql.org>. Acesso em 21 de julho de 2024.
- Python Foundation (2008). Python programming language. <https://www.python.org>. Acesso em 21 de julho de 2024.
- Ramírez, S. (2018). Fastapi: High performance, easy to learn, fast to code, ready for production. <https://fastapi.tiangolo.com>. Acesso em 21 de julho de 2024.
- Vercel (2016). Next.js - the react framework. <https://nextjs.org/>. Acessado em: 21 de julho de 2024.