

# **Integração de ETL em Python e Power BI para Gestão Estratégica de Projetos Institucionais no Hospital Universitário da UFPI**

**Augusto César<sup>1</sup>, Mateus Farias<sup>1</sup>, Vinícius Azevedo<sup>1</sup>, Ygor Jivago<sup>1</sup>,  
Talyson Machado<sup>1</sup>, Théo Alencar da Silva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Icev Instituto de Ensino Superior  
Caixa Postal – 64055-260 – Teresina – PI – Brazil

augusto\_cesar.neto@somosicev.com, mateus\_farias.santos@somosicev.com

vinicius.fonseca@somosicev.com, ygor.felix@somosicev.com

talyson.barros@somosicev.com, theo.branco@somosicev.com

**Abstract.** This study presents the development of a Business Intelligence (BI) solution designed to monitor and analyze institutional projects at the University Hospital of the Federal University of Piauí (HU-UFPI). In response to a context of fragmented information and the growing need for evidence-based decision-making, an automated Extract, Transform, and Load (ETL) workflow was implemented using Python to gather, standardize, and consolidate data from administrative spreadsheets. The processed data were then structured in a relational database and integrated into Microsoft Power BI, where interactive dashboards were developed to display key indicators such as project classification, temporal evolution, study type, multi-center participation, and expected research outputs. The results indicate that the end-to-end approach enhanced institutional information governance, increased transparency, and strengthened the hospital's analytical capacity. The proposed solution is scalable, replicable, and well-suited to meet the demands of complex environments such as university hospitals.

**Resumo.** Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma solução de Business Intelligence (BI) voltada ao monitoramento e à análise dos projetos institucionais do Hospital Universitário da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI). Diante do cenário de fragmentação informacional e da crescente demanda por decisões baseadas em evidências, foi implementado um fluxo automatizado de Extração, Transformação e Carga (ETL) utilizando Python, responsável por coletar, padronizar e consolidar dados provenientes de planilhas administrativas. Em seguida, os dados foram estruturados em um banco relacional e integrados ao Microsoft Power BI, no qual foram desenvolvidos dashboards interativos capazes de apresentar indicadores estratégicos sobre classificação dos projetos, evolução temporal, tipo de estudo, coparticipação e produtos gerados. Os resultados demonstram que a abordagem end-to-end adotada contribuiu para a melhoria da governança da informação, ampliou a transparência dos processos institucionais e fortaleceu a capacidade analítica da gestão hospitalar. A solução proposta demonstra ser escalável, replicável e alinhada às necessidades de ambientes complexos como os hospitalares universitários.

## **1. Introdução**

A crescente digitalização de processos administrativos e acadêmicos tem ampliado significativamente o volume de dados produzidos por instituições públicas e universidades. Em um cenário marcado pela necessidade de decisões rápidas, transparentes e fundamentadas, soluções de Business Intelligence (BI) emergem como ferramentas essenciais para transformar dados dispersos em informação estruturada, permitindo maior eficiência e capacidade analítica na gestão pública [Caldeira et al. 2022]. Estudos recentes demonstram que a adoção de sistemas de BI em gestões governamentais contribui diretamente para a melhoria dos serviços, favorecendo modelos de gestão orientados por evidências e ampliando o potencial de monitoramento de políticas públicas em cidades inteligentes.[Matheus, Janssen e Maheshwari 2020].

Com isso ,a utilização de dashboards interativos tem se expandido significativamente com o avanço de plataformas acessíveis e flexíveis como o Microsoft Power BI, que permitem integração com múltiplas fontes de dados, construção de modelos analíticos e disseminação dos resultados a diferentes perfis gerenciais [Picozzi et al., 2024]. Essas soluções contribuem para reduzir o distanciamento entre a coleta de dados e a ação decisória, ao possibilitar que gestores monitorem indicadores-chave de desempenho (KPIs) de forma simples e intuitiva. Pesquisas recentes apontam que a visualização eficaz das informações promove maior engajamento dos usuários, amplia a capacidade de identificação de riscos e facilita a implementação de políticas mais efetivas [Schulze et al., 2023; OECD, 2019].

No contexto da gestão pública, dashboards têm se destacado como suporte essencial para smart cities, permitindo análises sobre mobilidade urbana, saúde, segurança, educação e orçamento, com implicações diretas na melhoria dos serviços governamentais e na prestação de contas à sociedade [Araújo; Rezende; Almeida 2022]. A gestão de hospitais universitários, por sua vez, encontra nos painéis uma tecnologia estratégica para o monitoramento de indicadores assistenciais — como taxas de ocupação, giro de leitos e eventos adversos — além de apoiar a gestão de ensino e pesquisa que coexistem nesses ambientes[Azadmanjir et al., 2024]. A possibilidade de construir e personalizar dashboards para diferentes stakeholders fortalece também a governança dos dados e a cultura institucional de decisões baseadas em evidências.

Ferramentas como Python vêm desempenhando um papel estratégico na modernização da gestão pública, sobretudo na automatização de processos de extração, transformação e carregamento (ETL) necessários para consolidar dados administrativos dispersos em sistemas governamentais. Estudos recentes apontam que o uso de pipelines programáveis tem se tornado fundamental para garantir integridade, padronização e rastreabilidade em análises aplicadas à supervisão fiscal, transparência e inteligência pública [Restrepo-Carmona et al., 2024; Araújo; Rezende; Almeida, 2022]. Além disso, a incorporação de scripts Python em plataformas analíticas, como o Power BI, tem se mostrado eficiente para análises avançadas e preditivas, aumentando a capacidade institucional de transformar dados brutos em indicadores comprehensíveis de interesse público [International Journal of Computer, 2025].

Diante do apresentado, este artigo descreve o desenvolvimento de uma solução completa de Business Intelligence voltada ao acompanhamento e gestão de projetos no Hospital Universitário da UFPI (HU-UFPI), estruturada a partir de um fluxo inte-

grado de coleta, tratamento, análise e disponibilização de dados. Inicialmente, foram automatizados os procedimentos de extração das planilhas de acompanhamento e projetos disponibilizadas no portal institucional, permitindo a coleta recorrente e padronizada dessas informações. Em seguida, os dados foram consolidados em um banco relacional (PostgreSQL/SQL Server), após processos de modelagem, limpeza de duplicidades, normalização de campos e criação de rotinas ETL em Python. A partir dessa base estruturada, realizou-se a construção dos painéis analíticos no Power BI, integrando indicadores-chave definidos junto aos stakeholders e aplicando scripts adicionais em Python para cálculos derivados e métricas avançadas. Por fim, os relatórios publicados no Power BI Service irão ser incorporados a aplicação web do próprio Hospital Universitário, permitindo a visualização dos dashboards em um ambiente com identidade visual personalizada e facilitando o acesso dos gestores aos dados estratégicos. Essa abordagem end-to-end visa aprimorar a governança da informação do hospital, fortalecer a tomada de decisão baseada em evidências e consolidar um ecossistema analítico sustentável e escalável.

## 2. Referencial Teórico

A transformação digital na administração pública tem impulsionado o uso intensivo de dados para apoiar decisões estratégicas, aprimorar a eficiência operacional e promover transparência institucional. Segundo [Caldeira et al. 2022], a ciência de dados vem assumindo papel central nesse processo ao oferecer metodologias para extração, organização e análise de grandes volumes de informações gerados por sistemas governamentais. Em particular, ambientes universitários e hospitalares, que lidam simultaneamente com atividades de ensino, pesquisa e assistência, demandam ferramentas capazes de integrar dados heterogêneos e transformá-los em indicadores úteis para a gestão. Assim, plataformas de Business Intelligence (BI) emergem como soluções essenciais para consolidar dados administrativos, facilitar análises e orientar decisões fundamentadas.

Dentro desse contexto, estudos apontam que o uso de dashboards baseados em dados tem se tornado uma prática amplamente adotada por governos e instituições públicas. [Matheus; Janssen; Maheshwari 2020] destacam que visualizações interativas contribuem para ampliar a transparência, fortalecer a accountability e acelerar a identificação de problemas em políticas públicas, especialmente em ambientes de cidades inteligentes. Esses painéis permitem acompanhar indicadores-chave de forma intuitiva, democratizando o acesso às informações e aproximando gestores da dinâmica real de seus processos de trabalho. De modo complementar, pesquisas recentes demonstram que o uso de tecnologias digitais e sistemas analíticos favorece a compreensão de fenômenos complexos, promovendo ações mais alinhadas aos objetivos organizacionais [van Elten et al. 2022].

A expansão de plataformas acessíveis, como o Microsoft Power BI, tem sido um dos principais fatores que impulsionam a adoção de dashboards em instituições públicas. Conforme apresentado por [Picozzi et al. 2024], o Power BI permite integrar múltiplas fontes de dados e criar modelos analíticos robustos, tornando-se uma ferramenta estratégica para visualização de indicadores e acompanhamento de processos complexos. Estudos complementares, como os de [Schulze et al. 2023] e [OECD 2019], reforçam que dashboards eficazes dependem não apenas da capacidade de visualização, mas também da qualidade dos dados, da clareza de comunicação e do alinhamento das métricas aos objetivos institucionais.

No contexto da gestão hospitalar, a literatura evidencia que a complexidade organizacional dos hospitais universitários exige sistemas analíticos capazes de integrar informações assistenciais, acadêmicas e administrativas de forma estruturada e confiável. Segundo [Araújo; Rezende; Almeida 2022], ambientes institucionais que dependem de múltiplas fontes de dados demandam soluções de inteligência pública que permitam identificar padrões operacionais, apoiar o planejamento estratégico e fortalecer práticas de governança baseada em evidências. Em hospitais universitários, essas demandas tornam-se ainda mais desafiadoras devido à simultaneidade entre assistência, ensino e pesquisa. Trabalhos como o de [Azadmanjir et al. 2024] demonstram que a implementação de painéis interativos melhora a capacidade de observar tendências, identificar riscos e promover intervenções oportunas, contribuindo para decisões mais rápidas e eficazes.

A literatura também destaca que a efetividade de soluções de BI em ambientes hospitalares depende de estruturas consolidadas de governança de dados, responsáveis por assegurar integridade, padronização e atualização contínua das informações utilizadas nos dashboards. Estudos mostram que a falta de governança compromete diretamente a confiabilidade dos indicadores e reduz o impacto das iniciativas analíticas sobre a tomada de decisão [Melchior et al. 2023]. Em instituições complexas como hospitais universitários, onde coexistem fluxos assistenciais, administrativos e acadêmicos, essa necessidade é ainda mais evidente. Pesquisas adicionais reforçam que fluxos estruturados de validação e qualidade dos dados fortalecem a governança e garantem maior desempenho institucional [Souza et al. 2025; van Elten et al. 2022].

Além disso, hospitais universitários desempenham papel fundamental como centros de ensino, pesquisa e inovação, o que amplia a relevância de dashboards como ferramentas para monitoramento de projetos, acompanhamento de indicadores científicos e suporte à gestão acadêmica. Estudos mostram que dashboards aplicados ao contexto hospitalar contribuem para consolidar resultados de pesquisas, acompanhar metas institucionais e monitorar portfólios de projetos, promovendo maior alinhamento entre objetivos científicos e demandas organizacionais [Oliveira et al. 2021]. Outras pesquisas evidenciam que tais sistemas integram informações de diferentes setores, facilitando análises e acelerando processos de decisão em ambientes complexos [Linke; Patias; Silveira 2025].

Outro aspecto relevante na literatura é o papel das ferramentas de programação — especialmente Python — na implementação de soluções de BI. A automação de processos de Extração, Transformação e Carga (ETL) é apontada como fundamental para garantir consistência e confiabilidade aos dados utilizados em análises gerenciais. [Restrepo-Carmona et al. 2024] destacam que pipelines programáveis asseguram padronização, rastreabilidade e controle de qualidade em fluxos de dados públicos. Além disso, estudos técnicos como o [International Journal of Computer 2025] demonstram que a integração de scripts Python com o Power BI amplia o potencial analítico, permitindo cálculos complexos, manipulação avançada de dados e aplicação de métodos preditivos.

Dessa forma, a literatura converge ao afirmar que soluções de BI end-to-end — que abrangem desde a coleta de dados, passando pelo tratamento e modelagem, até a disponibilização de dashboards em interfaces personalizadas — contribuem para fortalecer a governança da informação em instituições hospitalares. Essa abordagem favorece maior eficiência gerencial, melhora o monitoramento de processos e amplia a capacidade organizacional de resposta a demandas estratégicas. Assim, o conjunto de estudos

analizados fornece base teórica sólida para o desenvolvimento da solução de Business Intelligence proposta para o Hospital Universitário da UFPI, alinhada às melhores práticas identificadas na literatura acadêmica.

### **3. Metodologia**

Esta seção descreve a metodologia adotada no desenvolvimento da solução de Business Intelligence (BI) destinada ao monitoramento e à análise dos projetos institucionais do Hospital Universitário da Universidade Federal do Piauí (HU-UFPI). A pesquisa caracteriza-se como aplicada e de desenvolvimento experimental, orientada à criação de um sistema analítico robusto capaz de consolidar dados administrativos dispersos, automatizar processos de integração e fornecer painéis de indicadores estratégicos para a tomada de decisão. A abordagem metodológica seguiu princípios quali-quantitativos, articulando análise estrutural das planilhas institucionais, modelagem de dados e construção de visualizações interativas.

Ademais, o processo de desenvolvimento foi guiado por um ciclo de prototipação incremental guiado pelo professor da matéria Projeto de Extensão IV, o que possibilitou a validação rápida das etapas, a identificação de inconsistências e ajustes contínuos conforme o feedback. No levantamento de requisitos, identificou-se que as informações referentes aos projetos eram disponibilizadas em planilhas heterogêneas de acompanhamento, histórico e descrição dos projetos. Assim, tornou-se necessário conceber um mecanismo integrado que permitisse a coleta automatizada dessas planilhas, a unificação dos dados em um modelo relacional e o fornecimento de painéis analíticos dinâmicos.

Dessa maneira, no Projeto e Arquitetura da Solução, definiu-se uma estrutura dividida em três eixos principais: (i) extração automatizada de dados, (ii) processamento e armazenamento em banco relacional e (iii) construção dos dashboards analíticos. A primeira etapa envolveu scripts Python responsáveis por acessar periodicamente o portal institucional do HU-UFPI e realizar o download manual das planilhas. Após a coleta, procedeu-se à modelagem do banco de dados em PostgreSQL/SQL Server, contemplando entidades como Projetos, Pesquisadores, Classificação Institucional, Tipo de Estudo, Status, Evolução Temporal e Produtos.

A etapa de Extração, Transformação e Carga (ETL) constituiu-se como núcleo do processo metodológico. Inicialmente, os dados brutos foram extraídos e convertidos para DataFrames, sendo submetidos a um conjunto de transformações: padronização de datas, normalização de códigos, desambiguação de pesquisadores, categorização de status institucionais e remoção de duplicidades. Para isso, foram empregadas bibliotecas Python especializadas: pandas como ferramenta principal de limpeza, transformação e pré-processamento dos dados; psycopg2 para integração e carga dos dados tratados no PostgreSQL; dotenv para gestão segura de credenciais, seguindo boas práticas de segurança; e unicodedata para normalização de identificadores, evitando inconsistências relacionadas a caracteres especiais no banco de dados. Em seguida, os dados limpos foram carregados no banco de dados final, compondo uma camada consolidada e devidamente estruturada para consumo analítico. A automatização dessa rotina permitiu reduzir inconsistências e assegurar que o fluxo permanecesse replicável e atualizável.

Após a consolidação dos dados, iniciou-se a fase de construção dos dashboards analíticos, desenvolvidos integralmente em Microsoft Power BI. A ferramenta foi conec-

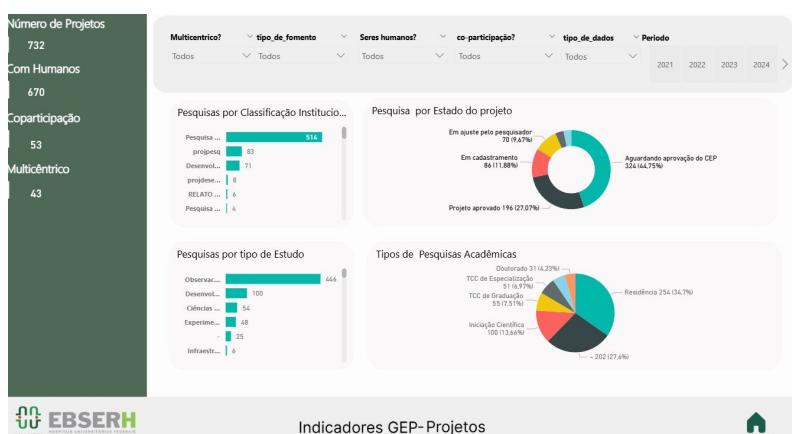
tada diretamente ao banco de dados estruturado, garantindo atualizações contínuas. KPIs estratégicos foram definidos em conjunto com o professor, incluindo: número total de projetos por ano, classificação institucional das pesquisas, distribuição por tipo de estudo, andamento processual, quantidade de projetos com seres humanos, coparticipação e análises temporais de evolução. Os cálculos avançados e derivação de métricas complementares foram implementados utilizando scripts Python integrados ao Power BI.

O resultado dessas etapas materializou-se em um conjunto de dashboards interativos que reúnem a totalidade dos indicadores necessários para o acompanhamento dos projetos institucionais. A Figura 1 apresenta a tela inicial do painel analítico, que organiza a navegação entre os principais conjuntos de indicadores: Projetos, Tempo e Produtos.



**Figure 1. Tela inicial do painel de indicadores HU-UFPI.**

Já a Figura 2 exibe um exemplo de dashboard desenvolvido, contendo visualizações analíticas como classificação institucional, estado atual dos projetos, tipo de estudo, categorias de pesquisa acadêmica e estatísticas agregadas do total de projetos registrados.



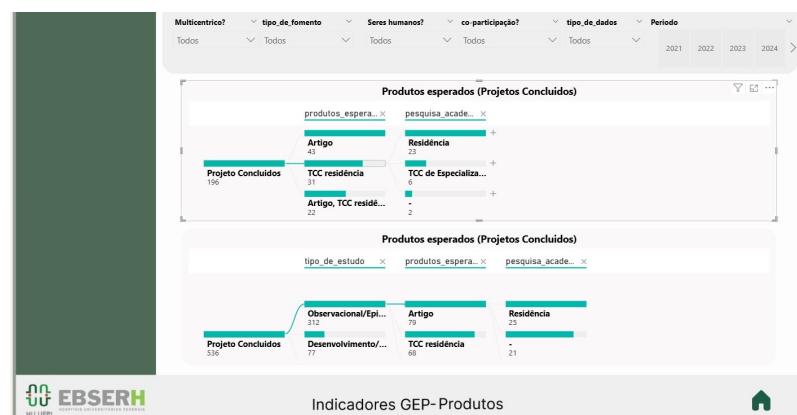
**Figure 2. Dashboard analítico com indicadores dos projetos institucionais.**

Complementarmente, a Figura 3 apresenta uma nova visualização dedicada à análise temporal dos projetos, destacando métricas relacionadas ao tempo médio gasto em cada etapa do fluxo institucional. Essa visão permite identificar gargalos, comparar

a eficiência entre etapas e compreender padrões de duração associados aos processos de aprovação, ajustes e tramitação dos projetos. A análise temporal é fundamental para subsidiar decisões gerenciais voltadas à otimização do fluxo de pesquisa dentro do HU-UFPI.



**Figure 3. Análise temporal das etapas dos projetos: média de horas para chegar e sair de cada etapa.**



**Figure 4. Detalhamento de produtos esperados por tipo de estudo e pesquisa acadêmica.**

Complementarmente, o sistema passou por ciclos de validação contínua junto à equipe da Gestão de Pesquisa do HU-UFPI, envolvendo revisão das métricas, teste de consistência dos dados, ajustes nas visualizações e análise crítica de usabilidade. O processo permitiu a entrega de um conjunto de dashboards atualizados, confiáveis e alinhados às necessidades reais de monitoramento institucional, oferecendo uma solução analítica escalável e sustentável para o HU-UFPI.

Contudo, durante o desenvolvimento da solução foram encontradas algumas dificuldades, a primeira dificuldade esteve relacionada à etapa de limpeza e padronização das planilhas institucionais. Diversos registros apresentavam campos incompletos, linhas totalmente vazias ou informações sem qualquer anotação que permitisse identificar seu significado. Nessas situações, parte dos dados precisou ser descartada por impossibilidade de reconstrução confiável. Somado a isso, identificou-se uma quantidade significativa de duplicidades e registros inconsistentes, incluindo projetos classificados como inativos

que, embora não devessem constar nas planilhas oficiais, estavam presentes no conjunto bruto. Esse cenário exigiu a criação de regras específicas de filtragem e tratamento, de modo a garantir a integridade e a confiabilidade dos dados a serem carregados no banco relacional.

Por fim, outra dificuldade relevante envolveu a conversão dos arquivos CSV tratados para o banco de dados relacional, uma vez que diferenças de codificação, caracteres especiais e formatos heterogêneos geravam falhas durante a carga automática. Isso demandou um processo rigoroso de normalização antes da inserção no PostgreSQL/SQL Server, assegurando compatibilidade estrutural entre todas as entidades do modelo. Por fim, a etapa de construção dos dashboards encontrou obstáculos adicionais quando o Power BI, inicialmente configurado para consumir os CSV brutos, foi migrado para o modo *DirectQuery*. Diversas funções DAX utilizadas no protótipo deixaram de funcionar nesse ambiente, exigindo reescrita das expressões e adaptação dos cálculos para versões compatíveis, de forma a manter a consistência das métricas e a estabilidade das visualizações. Esses desafios permitiram aperfeiçoar o fluxo de ETL, fortalecer a governança dos dados e consolidar um ambiente analítico mais robusto para o HU-UFPI.

**Table 1. Dificuldades encontradas e estratégias de solução adotadas no desenvolvimento da solução de BI.**

Dificuldade	Estratégia de Solução
Dados incompletos, linhas vazias e ausência de anotações que impediam a identificação correta dos registros.	Aplicação de regras de validação, remoção de entradas irrecuperáveis e padronização dos campos por meio de rotinas de limpeza desenvolvidas com <i>pandas</i> .
Presença de duplicidades, projetos inativos e inconsistências estruturais nas planilhas.	Implementação de filtros automáticos, normalização de códigos e critérios de desambiguação; exclusão de projetos que não deveriam compor o dataset final.
Problemas na conversão dos arquivos CSV para o banco de dados devido a caracteres especiais, codificação e formatos heterogêneos.	Uso de bibliotecas como <i>unicodedata</i> para normalização, revisão dos schemas e implantação de rotinas de ETL que garantiram compatibilidade com PostgreSQL/SQL Server.
Incompatibilidades no Power BI ao migrar de CSV bruto para <i>DirectQuery</i> , ocasionando falhas em funções DAX utilizadas anteriormente.	Reescrita das funções DAX para versões equivalentes suportadas no <i>DirectQuery</i> , além de ajustes nos relacionamentos e nas medidas calculadas para assegurar estabilidade.

#### 4. Resultados

A implementação da solução de Business Intelligence proposta resultou em um ecossistema analítico completo, capaz de integrar, organizar e disponibilizar informações essenciais sobre os projetos institucionais do Hospital Universitário da UFPI (HU-UFPI). Os resultados evidenciam avanços significativos na governança dos dados,

na transparência das informações e na capacidade de tomada de decisão estratégica, alinhando-se às recomendações da literatura sobre BI em gestão pública e ambientes hospitalares [Caldeira et al. 2022; Matheus, Janssen e Maheshwari 2020; Azadmanjir et al. 2024].

O primeiro resultado relevante refere-se à padronização e centralização dos dados de projetos. Antes do desenvolvimento da solução, as informações estavam distribuídas em diversas planilhas isoladas, com formatos heterogêneos e risco elevado de inconsistências. A construção do pipeline automatizado em Python permitiu centralizar todos esses dados em um banco relacional único, com atualizações periódicas e controle rigoroso de integridade. Esse processo reduziu significativamente a duplicidade de registros, eliminou divergências históricas e viabilizou uma camada de dados confiável, condição fundamental para análises posteriores, conforme defendido por [Restrepo-Carmona et al. 2024] e [Melchior et al. 2023]. Junto a isso, com a camada de dados consolidada, foi possível produzir um conjunto robusto de dashboards analíticos, que se tornaram o núcleo da solução. O painel inicial fornece uma visão geral dos principais módulos (Projetos, Tempo e Produtos), facilitando a navegação e promovendo maior acessibilidade às informações. Esse padrão de organização favorece o engajamento dos usuários e está alinhado às boas práticas de visualização recomendadas por [Picozzi et al. 2024] e [Schulze et al. 2023]. Os painéis possibilitam aos gestores compreender rapidamente quantos projetos estão ativos, quantos foram concluídos, quantos envolvem pesquisa com seres humanos, além de visualizar tendências de crescimento ao longo dos anos.

Outrossim a análise quantitativa dos dados revelou um aumento expressivo no número de projetos cadastrados ao longo do tempo, principalmente nos últimos quatro anos, refletindo o fortalecimento institucional das atividades de pesquisa no HU-UFPI. Bem como, observou-se ainda que a maior parte dos projetos concentra-se na categoria de pesquisas acadêmicas, abrangendo Trabalhos de Conclusão de Curso, Dissertações e Teses, o que confirma o papel central do hospital como ambiente de formação científica. Em complemento, a categorização por tipo de estudo evidenciou predominância de pesquisas observacionais, seguidas pelas interacionais e de revisão, resultado coerente com a literatura que aponta a prevalência desses formatos em hospitais universitários [Oliveira et al. 2021].

Outro conjunto de resultados foi obtido a partir do painel de projetos multicêntricos, que mostrou a participação crescente do HU-UFPI em estudos compartilhados com outras instituições, reforçando a relevância científica do hospital e sua integração em redes colaborativas de pesquisa. Esses achados corroboram estudos que destacam o papel de instituições hospitalares na produção de conhecimento por meio de cooperação interinstitucional [Linke; Patias; Silveira 2025].

Dessa maneira, a análise dos produtos previstos pelos projetos demonstrou que artigos científicos representam a principal entrega esperada, seguidos por resumos publicados, apresentações em eventos e produções técnicas. Essa informação é estratégica para o planejamento institucional, pois permite identificar áreas de maior potencial de publicação e direcionar o incentivo à pesquisa. Além disso, dashboards sobre evolução temporal dos produtos facilitam acompanhar tendências anuais e medir o impacto da produção científica ao longo do tempo.

Do ponto de vista operacional, a integração dos scripts Python ao Power BI contribuiu significativamente para a automação de cálculos complexos, como métricas de evolução, proporções, segmentações avançadas e normalização dos indicadores. Essa integração, apontada como tendência em estudos recentes [International Journal of Computer 2025], demonstrou-se fundamental para otimizar o processamento e reduzir a intervenção manual.

Finalmente, a disponibilização dos dashboards em ambiente web institucional representa um avanço estratégico para a transparência e democratização das informações. Ao permitir que gestores acessem os relatórios diretamente no portal do HU-UFPI, a solução amplia a visibilidade dos projetos desenvolvidos, fortalece a cultura de tomada de decisão baseada em dados e aproxima a comunidade acadêmica do monitoramento das atividades de pesquisa, alinhando-se aos princípios de governança pública orientada por evidências discutidos por [OECD 2019] e [Araújo; Rezende; Almeida 2022].

De forma geral, os resultados obtidos demonstram que a solução desenvolvida não apenas superou o problema inicial de dispersão e inconsistência dos dados, mas também estabeleceu uma infraestrutura analítica duradoura, capaz de apoiar a gestão institucional, fomentar a pesquisa científica e promover maior eficiência administrativa. O sistema mostrou-se escalável, flexível e alinhado às práticas contemporâneas de Business Intelligence aplicadas à gestão pública e hospitalar.

## 5. Discussão

Os resultados obtidos com a implementação da solução de Business Intelligence no HU-UFPI evidenciam avanços significativos no monitoramento, na organização e na transparência dos dados institucionais sobre projetos de pesquisa. Quando comparados ao cenário inicial — marcado por planilhas fragmentadas, ausência de padronização e falta de mecanismos de atualização — os dashboards desenvolvidos demonstram ganhos claros em eficiência gerencial e capacidade analítica. Essa evolução está alinhada ao que a literatura aponta como essencial para ambientes complexos como hospitais universitários, onde coexistem demandas de ensino, assistência e pesquisa e onde a governança da informação assume papel estratégico [Araújo; Rezende; Almeida 2022; Melchior et al. 2023].

A integração de processos ETL automatizados em Python mostrou-se decisiva para superar problemas recorrentes de inconsistência e duplicidade, confirmando achados de estudos que destacam a importância de pipelines programáveis para garantir rastreabilidade e qualidade dos dados em sistemas públicos [Restrepo-Carmona et al. 2024]. Ao centralizar as informações em um banco relacional devidamente estruturado, o HU-UFPI passa a contar com uma base sólida que reduz esforços manuais, minimiza erros e permite atualizações regulares — aspectos frequentemente apontados como gargalos em instituições que ainda dependem de fluxos informais de dados.

No campo das visualizações, os resultados confirmam o potencial transformador dos dashboards interativos na compreensão de fenômenos institucionais. Assim como descrito por [Picozzi et al. 2024] e [Schulze et al. 2023], os painéis proporcionaram uma leitura clara e intuitiva das métricas, permitindo identificar padrões, acompanhar a evolução temporal dos projetos e comparar indicadores de maneira dinâmica. O crescimento de pesquisas multicêntricas, por exemplo, e a predominância de estudos obser-

vacionais tornam-se imediatamente visíveis, reforçando a capacidade dos dashboards de revelar tendências operacionais relevantes para a gestão científica e acadêmica.

Outro ponto de destaque na discussão refere-se ao alinhamento da solução com princípios de transparência e accountability, pilares da administração pública contemporânea e amplamente enfatizados por [Matheus; Janssen; Maheshwari 2020] e [OECD 2019]. A disponibilização dos dashboards em ambiente web institucional amplia o acesso às informações e fortalece práticas de governança baseadas em evidências, contribuindo para uma cultura organizacional orientada por dados — condição indispensável para a modernização de instituições públicas.

Entretanto, a aplicação também revela desafios e oportunidades para aprimoramento. Embora o pipeline automatizado reduza significativamente o esforço manual, sua dependência das planilhas disponibilizadas pelo portal institucional implica necessidade de padronização contínua do formato desses arquivos pela Gerencia de Pesquisa do HU-UFPI. Além disso, a expansão futura da solução para incluir análises preditivas ou séries temporais mais complexas exigirá uma governança de dados ainda mais robusta, conforme sugerem estudos recentes sobre maturidade analítica em órgãos públicos [Souza et al. 2025]. Outro desafio identificado refere-se ao treinamento de usuários: para que os dashboards sejam plenamente utilizados em decisões estratégicas, é essencial que gestores e pesquisadores sejam capacitados a interpretar adequadamente indicadores e filtros disponíveis.

De modo geral, a solução desenvolvida evidencia que a combinação entre pipelines automatizados, banco de dados estruturado e dashboards interativos é altamente eficaz para enfrentar os desafios de gestão informacional em hospitais universitários. Os resultados corroboram o que a literatura aponta como tendência emergente: instituições que adotam modelos analíticos integrados apresentam maior agilidade decisória, melhor alinhamento entre setores e maior capacidade de avaliação de desempenho institucional. Assim, a experiência do HU-UFPI reforça a viabilidade e relevância de soluções de BI como ferramenta estratégica para a administração pública moderna e baseada em evidências.

## 6. Conclusão

O desenvolvimento da solução de Business Intelligence para o Hospital Universitário da UFPI demonstrou que a integração entre processos de coleta automatizada, modelagem de dados e visualização analítica pode transformar profundamente a gestão de informações institucionais. Partindo de um cenário inicial marcado pela fragmentação de planilhas e pela ausência de padronização, o projeto consolidou um ecossistema analítico robusto que permite monitoramento contínuo, transparente e estruturado dos projetos de pesquisa vinculados ao HU-UFPI.

Os pipelines de ETL desenvolvidos em Python mostraram-se essenciais para garantir confiabilidade e atualização dos dados, reduzindo erros manuais e ampliando a rastreabilidade dos fluxos informacionais. A adoção de um banco de dados relacional, aliado à modelagem adequada das entidades institucionais, forneceu a base necessária para consultas consistentes e integração direta com o Power BI. Os dashboards resultantes, por sua vez, permitiram uma visualização clara e intuitiva dos indicadores-chave, facilitando análises temporais, comparações entre classificações institucionais, identificação

de padrões e monitoramento do andamento processual dos projetos.

A solução apresentada reforça o papel estratégico do BI na gestão pública e hospitalar, alinhando-se à literatura que aponta a importância da tomada de decisão orientada por evidências e da criação de mecanismos de transparência e governança de dados. Ao disponibilizar um painel integrado, o HU-UFPI amplia sua capacidade de avaliar o desempenho institucional, apoiar gestores na formulação de estratégias e fortalecer a articulação entre ensino, pesquisa e assistência — pilares dos hospitais universitários.

Apesar dos avanços alcançados, o trabalho também evidencia desafios contínuos, como a necessidade de padronização das planilhas institucionais, aprimoramento da governança de dados e capacitação dos usuários para interpretação dos indicadores. Esses aspectos apontam caminhos claros para melhorias futuras e para a expansão do sistema, incluindo possíveis análises preditivas ou integrações com novos sistemas corporativos.

Em síntese, a proposta implementada comprova que soluções de BI end-to-end são viáveis, escaláveis e altamente benéficas para ambientes complexos como o HU-UFPI. O projeto não apenas moderniza o processo de acompanhamento dos projetos de pesquisa, mas estabelece as bases para uma cultura institucional mais analítica, transparente e orientada por dados, contribuindo diretamente para o fortalecimento da gestão hospitalar e acadêmica.

## References

- ARAÚJO, R. C. A. de; REZENDE, D. A.; ALMEIDA, G. G. F. de. Modelo de inteligência pública para serviços de cidade digital estratégica. *Informação & Informação*, v. 27, n. 2, p. 302–327, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5433/1981-8920.2022v27n2p302>.
- AZADMANJIR, Z.; et al. The design of a quality improvement dashboard for clinical monitoring. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12911-024-02591-3>.
- CALDEIRA, D. M.; PEREIRA, A. L.; MARCACINI, R.; REZENDE, S. O. Ciência de Dados na Administração Pública: Desafios e Oportunidades. *Revista da CGU*, v. 14, n. 26, p. 164–167, 2022.
- LINK, T.; PATIAS, T.; SILVEIRA, A. Implementation of Business Intelligence for Monitoring Institutional Research Performance. *Research Evaluation*, v. 34, n. 1, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1093/reseval/rvad045>.
- MATHEUS, R.; JANSSEN, M.; MAHESHWARI, D. Data science empowering the public: Data-driven dashboards for transparent and accountable decision-making in smart cities. *Government Information Quarterly*, v. 37, n. 101284, 2020.
- MELCHIOR, M.; et al. Data Governance Strategies in Healthcare Institutions: A Systematic Review. *International Journal of Medical Informatics*, v. 178, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2023.105210>.
- OECD. A Data-Driven Public Sector: Enabling the Use of Data for Productive, Inclusive and Trustworthy Governance. *Organisation for Economic Co-operation and Development*, 2019.

- OLIVEIRA, J.; et al. Dashboard-based Monitoring of Scientific Output in University Hospitals. *Journal of Information Systems*, v. 35, n. 3, p. 27–45, 2021. DOI: <https://doi.org/10.2308/isys-19-040>.
- PICOZZI, P.; et al. The Use of Business Intelligence Software to Monitor Key Performance Indicators of Medical Equipment Maintenance — An Implementation with Power BI. *Electronics*, v. 13, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/electronics13050864>.
- RESTREPO-CARMONA, R.; et al. Smart supervision of public expenditure: A review on data management strategies. *Information*, v. 15, n. 10, 616, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/info15100616>.
- SCHULZE, A.; et al. Digital dashboards visualizing public health data: A systematic review. *Frontiers in Public Health*, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1221131>.
- SOUZA, F.; et al. Data Quality and Governance Models in Large Public Hospitals: An Empirical Evaluation. *Health Information Management Journal*, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1177/18333583241234567>.
- VAN ELTEN, T.; et al. Data Visualization Strategies for Public Sector Decision-Making: A Multicountry Analysis. *Information Polity*, v. 27, n. 4, p. 573–589, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3233/IP-220006>.
- INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER. Integrating Python into Power BI for Predictive Analytics. *International Journal of Computer*, 2025. Disponível em: <https://ijcjournal.org/InternationalJournalOfComputer/article/view/2386>.