



Evolução da Interoperabilidade Institucional nas Universidades Públicas Brasileiras: Uma análise Documental Longitudinal Assistida por LLM

Letícia Missae Yanase

PROFIAP - UTFPR/ INESC P&D Brasil / leticiayanase@utfpr.edu.br

Abdinardo Moreira Barreto de Oliveira

PROFIAP - UTFPR / abdinardom@utfpr.edu.br

RESUMO: Este artigo analisa a maturidade institucional da interoperabilidade em universidades públicas brasileiras, examinando como essa agenda foi formalmente incorporada nos instrumentos de planejamento ao longo do tempo. A pesquisa responde à lacuna de estudos baseados em evidências documentais formais, em contraste com a predominância de abordagens perceptivas na literatura sobre transformação digital no setor público. Metodologicamente, adota-se abordagem descritiva, documental e longitudinal, com análise de 154 Planos de Desenvolvimento Institucional (PDIs) de 77 universidades públicas, abrangendo dois ciclos de planejamento. A extração e sistematização das evidências foram realizadas por meio de um protocolo de análise documental assistido por modelos de linguagem de grande escala (LLM), com critérios binários de presença/ausência e classificação ordinal em cinco níveis de interoperabilidade. Os resultados indicam predomínio da interoperabilidade técnica (53,90%), baixa incidência das dimensões sintática (5,19%) e semântica (16,67%) e ausência de evidências de modelagem conceitual. Entre os ciclos analisados, o escore agregado evoluiu de 33,19% para 46,44%, com deslocamento de instituições para níveis mais estruturados de maturidade, embora sem casos no nível ecossistêmico-sistêmico. Conclui-se que houve avanço na formalização da governança digital, mas a interoperabilidade permanece majoritariamente intraorganizacional, limitada sobretudo por barreiras organizacionais, de capacidade institucional e financeiras.

PALAVRAS-CHAVE: Interoperabilidade governamental, Análise documental longitudinal, Modelos de linguagem de grande escala (LLM), Governança digital.

Realização:



1. Introdução

A transformação digital consolidou-se, nas últimas décadas, como um dos principais vetores de reconfiguração da ação estatal, deslocando o foco da simples informatização de rotinas para a construção de capacidades institucionais orientadas à integração, ao uso estratégico de dados e à geração de valor público (BRASIL, 2026; Diniz et al., 2009). Nesse contexto, a interoperabilidade passou a ocupar posição estratégica, deixando de ser compreendida apenas como atributo técnico de conexão entre sistemas para ser reconhecida como capacidade sociotécnica e organizacional indispensável à coordenação de processos, ao compartilhamento qualificado de informações e à articulação entre diferentes unidades e atores institucionais (Lustoza, 2025; Macedo e Dufloth, 2025; Oliveira e Eler, 2017; Thorstensen e Zuchieri, 2020).

No âmbito das universidades públicas brasileiras, a interoperabilidade assume relevância particular devido à complexidade de suas estruturas organizacionais e à coexistência de funções acadêmicas, científicas, administrativas e regulatórias sustentadas por múltiplos sistemas e bases informacionais (De Barros Júnior et al., 2022; Oliveira e Eler, 2017). Nesse contexto, a baixa interoperabilidade pode gerar duplicidade de registros, fragmentação de fluxos acadêmico-administrativos e dificuldades de integração com bases governamentais externas (BRASIL, 2018). Assim, ela surge como condição estratégica para a governança digital e a racionalização de processos (Lustoza, 2025; Macedo e Dufloth, 2025), sendo definida neste estudo como a capacidade institucional de articular sistemas, dados e processos para viabilizar a integração informacional pública (Santos, 2008; BRASIL, 2018).

Todavia, a ampliação do arcabouço normativo e das diretrizes nacionais de governo digital não tem produzido institucionalização homogênea dessa agenda. Evidências apontam adoção parcial e assimétrica de padrões e práticas de integração, inclusive no que se refere a referenciais como a e-PING, em função de limitações técnicas, organizacionais e institucionais (Santos, 2008; Tavares & Bitencourt, 2022). Isso sugere que a interoperabilidade não decorre automaticamente da existência de normas ou diretrizes centrais, mas depende de alinhamento estratégico, governança estruturada e capacidades institucionais capazes de sustentar sua implementação (Kasiwi et al., 2025; Klischewski, 2004; Silva e Augusto, 2025; Thorstensen e Zuchieri, 2020).

Embora relevante, a literatura sobre transformação digital no setor público baseia-se majoritariamente em evidências perceptivas — como entrevistas, *surveys* e autoavaliações (David et al., 2023; Tangi et al., 2021). Essas abordagens



são relevantes para captar percepções, experiências e obstáculos operacionais, mas limitam a análise da maturidade institucional formal dessas agendas. Em universidades públicas, essa lacuna é crítica, pois diagnósticos costumam privilegiar a visão das áreas de TIC em vez de examinar instrumentos oficiais de planejamento (Machado, 2012; Oliveira e Eler, 2017; Inocêncio, 2024).

Sob a perspectiva da governança pública orientada a dados, a consolidação da transformação digital também se expressa na formalização de diretrizes, prioridades e mecanismos institucionais nos documentos que orientam a ação organizacional (OCDE, 2018; 2020). Nas universidades públicas brasileiras, os Planos de Desenvolvimento Institucional (PDIs) constituem evidência empírica privilegiada, por materializarem, em horizonte plurianual, a incorporação formal de agendas de governança digital e interoperabilidade (Decreto nº 9.235, 2017; Lei nº 14.129, 2021). Sua análise longitudinal permite examinar a trajetória dessas agendas, identificando avanços, aprofundamentos ou estagnações, além de aferir a consistência entre discurso institucional, planejamento estratégico e diretrizes nacionais (Januário, 2025; Vigoda-Gadot e Mizrahi, 2024).

Mesmo assim, ainda são escassas as investigações que examinam a interoperabilidade em universidades públicas brasileiras com base em evidências documentais formais e em perspectiva longitudinal, especialmente com foco em sua maturidade institucional (Inocêncio, 2024; Oliveira, 2017). Diante disso, este artigo busca responder às seguintes perguntas de pesquisa: (i) como a interoperabilidade institucional tem sido formalmente incorporada e desenvolvida, ao longo do tempo, nos PDIs das universidades públicas brasileiras, e (ii) quais dimensões apresentam maior ou menor nível de maturidade institucional?

Para responder essas questões, articula-se um protocolo de operacionalização conceitual com um procedimento de análise documental longitudinal assistido por Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs). Com isso, o estudo pretende oferecer: a) uma contribuição analítica, ao deslocar o foco de evidências perceptivas para evidências documentais formais; b) uma contribuição metodológica, ao propor um protocolo replicável de análise documental longitudinal assistida por IA; e c) uma contribuição teórico-prática, ao tratar os PDIs como evidência formal da maturidade interoperável e ao articular interoperabilidade, planejamento institucional e governança digital em perspectiva longitudinal.



2. Fundamentação Teórica

2.1. Evolução Conceitual da Interoperabilidade Governamental

A interoperabilidade no setor público tem acompanhado a transição de modelos centrados em governo eletrônico para abordagens mais abrangentes de governo digital e governança orientada a dados. Em suas formulações iniciais, sobretudo nos anos 1990 e início dos anos 2000, predominou uma concepção marcadamente técnica, voltada à conectividade entre sistemas, à troca automatizada de informações e à superação de “ilhas de automação” por meio de padrões tecnológicos e integração de infraestrutura (Wilson e Mergel, 2022; Buyle, 2017).

Com o amadurecimento das agendas digitais, tornou-se evidente que a compatibilidade técnica, embora necessária, é insuficiente para assegurar circulação efetiva de informações, coordenação interorganizacional e prestação integrada de serviços públicos (Gascó, 2012; Pardo et al., 2011; Scholl et al., 2011). Assim, consolidou-se uma visão multinível, consolidada por marcos como o *Government Interoperability Frameworks* (GIFs) e formalizada, no contexto europeu, pelo *European Interoperability Framework* (EIF), que deslocaram o debate da mera conexão entre sistemas para o problema mais amplo do alinhamento entre processos, normas, significados e estruturas institucionais (Santos, 2008; Campmas et al., 2022).

No caso brasileiro, a e-PING representou importante marco nessa trajetória ao institucionalizar diretrizes de padronização, integração e governança colaborativa no âmbito da administração pública (Mesquita e Bretas, 2010; Azevedo et al., 2025). Mais recentemente, sob o paradigma da governança digital e da lógica de *Government as a Platform* (GaaP), a interoperabilidade passou a ser tratada como capacidade estratégica para integração de ecossistemas digitais, produção de valor público e fortalecimento de políticas orientadas a dados (Cordella e Paletti, 2019; Bracken e Greenway, 2018; Ali et al., 2024). Essa ampliação conceitual é particularmente relevante para universidades públicas, cujas atividades exigem articulação simultânea entre sistemas administrativos, acadêmicos e científico-regulatórios, reforçando a necessidade de uma abordagem além do “conectar sistemas” (Tavares e Bitencourt, 2022).

2.2. Barreiras à Interoperabilidade: duas abordagens

A literatura converge em tratar a interoperabilidade como fenômeno sociotécnico, no qual resultados de integração dependem da interação entre



infraestrutura tecnológica, governança, capacidades organizacionais, regulação e cultura institucional (Gascó, 2012; Kasiwi et al., 2025; Pardo et al., 2011). Nessa perspectiva, a persistência de falhas de integração não decorre apenas de insuficiências tecnológicas, mas de desalinhamentos entre sistemas, processos, incentivos e arranjos institucionais (Lui e Avelino, 2025; Wilson e Mergel, 2022).

Uma primeira abordagem, **clássica**, organiza essas barreiras segundo as camadas da interoperabilidade difundidas pelo EIF e consolidadas para ecossistemas digitais públicos:

- **Barreiras técnicas** dizem respeito a legados, incompatibilidades sistêmicas, ausência de APIs e fragmentação tecnológica (European Commission, 2020; Santos, 2008; Mesquita e Bretas, 2010), e sua superação não garante integração sem alinhamento semântico e organizacional (Buyle, 2017; Santos e Reinhard, 2012);
- **Barreiras sintáticas** referem-se à falta de padronização estrutural e de formatos, impedindo trocas automatizadas mesmo com conectividade (Castro e Santos, 2014; Corrêa et al., 2011; Silveira et al., 2015). É frequentemente tratada como dimensão específica entre infraestrutura e significado (Buyle, 2017);
- **Barreiras semânticas** derivam da ausência de consenso sobre significado e contexto dos dados e da falta de ontologias, vocabulários e metadados, o que limita interpretação consistente e serviços integrados (Mesquita e Bretas, 2010; Silveira et al., 2015; Kasiwi et al., 2025; Ali et al., 2024; Campmas et al., 2022);
- **Barreiras organizacionais** remetem a silos, resistências, disputas por dados, fragilidade de coordenação e liderança e falta de processos interinstitucionais, evidenciando a centralidade da governança colaborativa (Gascó, 2012; Pardo et al., 2011; Henning, 2013; Almeida, 2020; Azevedo et al., 2025);
- **Barreiras legais ou regulatórias** dizem respeito a restrições de compartilhamento, proteção de dados e ausência de instrumentos formais de cooperação, podendo inviabilizar trocas mesmo com viabilidade técnica (Mesquita e Bretas, 2010; Iacob e Simonelli, 2022; Campmas et al., 2022; Ali et al., 2024; Pavleska e Sellitto, 2024; Tavares et al., 2024)

Uma segunda abordagem, de natureza **sociotécnica e institucional**, enfatiza que a interoperabilidade é condicionada por trajetórias organizacionais, escolhas estratégicas e capacidades estatais historicamente constituídas (Nograšek e Vintar, 2014; Henning, 2013). Nela, decisões passadas, rotinas



sedimentadas e estruturas administrativas rígidas elevam custos de mudança e tornam determinadas barreiras persistentes (Luna-Reyes et al., 2007; Scholl e Klischewski, 2007; Azevedo et al., 2025). Nessa abordagem, destacam-se as seguintes barreiras à interoperabilidade:

- **Econômicas/financeiras**, que restringem investimentos e sustentação de capacidades interoperáveis (Alshahrani, 2025; Gottschalk, 2009; Ali et al., 2024; Almeida, 2020);
- **Capacidade institucional**, associadas ao déficit de competências e de estruturas formais de governança digital (European Commission, 2020; Pavleska e Sellitto, 2024; Azevedo et al., 2025);
- **Culturais**, ligadas a baixa propensão ao compartilhamento e à manutenção de silos (European Commission, 2020; Soares et al., 2016);
- **Políticas**, relacionadas às disputas por competências, orçamento e liderança coordenadora (Wilson e Mergel, 2022; Bracken e Greenway, 2018);
- **Governança de dados**, decorrentes da ausência de políticas, papéis e mecanismos de qualidade e responsabilização (Janssen et al., 2020; OECD, 2020; Lui e Avelino, 2025).

3. Metodologia

Este estudo adota abordagem descritiva, documental e longitudinal, com o objetivo de analisar a maturidade institucional da interoperabilidade em universidades públicas brasileiras a partir de evidências explícitas registradas em seus Planos de Desenvolvimento Institucional (PDIs).

A opção pela análise documental decorre da premissa de que a institucionalização da interoperabilidade pode ser observada nos instrumentos formais que orientam prioridades, diretrizes e compromissos organizacionais ao longo do tempo. A perspectiva longitudinal, por sua vez, permite examinar mudanças, continuidades e eventuais aprofundamentos na incorporação dessa agenda em diferentes ciclos de planejamento institucional.

Para lidar com o volume documental e, ao mesmo tempo, preservar consistência analítica, rastreabilidade e reprodutibilidade, a pesquisa emprega um protocolo de análise documental assistido por Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs), utilizando o *NotebookLM* como ferramenta de apoio à leitura, localização e extração sistemática de trechos. A estratégia metodológica dialoga com avanços recentes em pesquisa qualitativa assistida por IA,

Realização:



preservando a autoridade interpretativa e a responsabilidade metodológica do pesquisador ao longo do processo (Liu et al., 2023; Salvatore et al., 2025; Gao et al., 2024).

3.1. Desenho de pesquisa e unidade de análise

A unidade de análise é o PDI institucional. Para viabilizar a comparação longitudinal, foram considerados dois ciclos de planejamento por universidade: o PDI vigente no momento da coleta e a versão imediatamente anterior. A unidade de registro adotada para codificação corresponde a evidências textuais explícitas presentes nos documentos, tais como trechos, enunciados ou seções que indiquem a presença de indicadores de interoperabilidade ou de barreiras associadas, conforme critérios definidos no protocolo analítico.

3.2. Corpus, critérios de inclusão e recorte temporal

Os PDIs foram coletados em repositórios institucionais oficiais, exclusivamente em formato PDF, selecionados com base na disponibilidade pública das versões integrais. O corpus analítico é composto por 154 documentos de 77 universidades públicas brasileiras, 53 universidades federais, 23 universidades estaduais e uma municipal, abrangendo ciclos estratégicos entre 2009–2014 e 2026–2035, o que permite análise comparativa ao longo de aproximadamente duas décadas.

Como ilustração do desenho longitudinal, para a UFRN, foram examinados PDIs de períodos sucessivos (2010–2019 e 2020–2029), possibilitando observar mudanças na formalização da governança digital e na incorporação de práticas relacionadas à interoperabilidade entre ciclos.

Os PDIs analisados constituem documentos sucessivos de planejamento institucional. Entretanto, verificou-se que eventuais prorrogações de vigência nem sempre são explicitadas nos documentos públicos disponíveis *online*, sendo frequentemente formalizadas por resoluções administrativas não anexadas ao arquivo principal do PDI. A prorrogação de vigência de PDIs é prática comum em instituições públicas de ensino superior, sendo geralmente formalizada por resoluções de conselhos superiores. Diante dessa limitação documental, assumiu-se metodologicamente a continuidade da vigência do plano até a publicação do PDI subsequente.



3.3. Pipeline de análise documental assistida por LLM

O protocolo metodológico foi estruturado em cinco etapas integradas: (i) coleta e organização do corpus; (ii) elaboração do referencial operacional por meio de dicionário analítico; (iii) indexação semântica dos documentos no ambiente de análise; (iv) extração assistida de evidências textuais por *prompts* estruturados; e (v) consolidação, auditoria humana e construção das matrizes analíticas finais.

A extração foi realizada no *NotebookLM*, em sua versão paga, como ferramenta de apoio à identificação de evidências textuais explícitas nos PDIs. Considerando limitações da plataforma, como restrições de processamento de contexto e limite de caracteres por *prompt* (3.900), adotou-se segmentação temática dos comandos e processamento do corpus em unidades controladas. Essa estratégia buscou mitigar riscos de perda de informação em documentos extensos, inclusive problemas associados à redução de precisão em contextos longos, como o fenômeno *Lost in the Middle* (Cuskley et al., 2024; Liu et al., 2023; Salvatore et al., 2025). Além disso, o processamento simultâneo de grande volume documental pode aumentar ruído informacional e a probabilidade de respostas imprecisas ou não ancoradas no corpus (Shi et al., 2023; Yoran et al., 2023).

Os *prompts* foram organizados em seis blocos: (i) indicadores de interoperabilidade técnica, sintática e semântica; (ii) indicadores de interoperabilidade organizacional e ecossistêmica; (iii) barreiras tecnológicas, sintáticas e semânticas; (iv) barreiras organizacionais, de capacidade institucional e financeiras; (v) barreiras legais, regulatórias e estratégicas; e (vi) níveis de interoperabilidade. Em todos os blocos, a extração foi orientada por instruções explícitas para localizar apenas evidências textuais documentadas, vedando inferências.

Para adequação aos limites operacionais da plataforma, o corpus foi subdividido em 16 lotes. Os blocos de *prompts* foram executados sequencialmente em cada lote. Durante esse processo, identificou-se omissão recorrente de documentos de duas instituições (UESC e UENF), o que demandou reprocessamento isolado desses casos, de modo a assegurar completude analítica e evitar viés de exclusão involuntária. Esse procedimento reforça o caráter assistido — e não automático — da estratégia adotada, com supervisão constante dos pesquisadores sobre a integridade da extração.



3.4. Dicionário analítico e critérios de codificação

Com base no referencial teórico, foi elaborado um dicionário analítico contendo termos e expressões-chave representativos das dimensões de interoperabilidade e das barreiras investigadas. O dicionário foi construído a partir de categorias consolidadas na literatura sobre interoperabilidade governamental, governança de dados e transformação digital, sendo posteriormente refinado para adequação ao vocabulário recorrente dos PDIs universitários.

A codificação adotou critérios binários de presença e ausência. Para cada indicador ou barreira, registrou-se valor 1 quando havia evidência textual explícita de iniciativa implementada ou formalmente instituída, e valor 0 quando tal evidência não foi encontrada. Menções genéricas, intenções futuras, metas prospectivas ou formulações não institucionalizadas não foram computadas. Essa escolha metodológica busca aproximar a codificação de uma medida de institucionalização formal, coerente com o objetivo do estudo.

3.5. Classificação dos níveis de interoperabilidade

A maturidade institucional da interoperabilidade foi classificada em escala ordinal de cinco níveis cumulativos, construída com base em uma abordagem multinível da interoperabilidade: técnica, sintática, semântica, organizacional e ecossistêmica (Scholl e Klischewski, 2007; Santos, 2008). O Nível 1 corresponde a configurações fragmentadas ou pré-interoperáveis; o Nível 2, à interoperabilidade técnica fragmentada; o Nível 3, à interoperabilidade sintática estruturada; o Nível 4, à interoperabilidade semântica e organizacional; e o Nível 5, à interoperabilidade ecossistêmica ou sistêmica.

O enquadramento dos PDIs seguiu o princípio da prudência documental: na presença de dúvida, adotou-se o nível inferior, evitando inferências não corroboradas pelo texto. Essa decisão reforça o compromisso do estudo com uma leitura conservadora da maturidade institucional, privilegiando evidência explícita em detrimento de interpretações expansivas.

3.6. Índices compostos

Para operacionalizar comparativamente a presença de capacidades e restrições institucionais, foram construídos três índices sintéticos. O Índice de Capacidade (IC) corresponde à proporção de indicadores de interoperabilidade



identificados em cada documento. O Índice de Restrições (IR) expressa a proporção de barreiras documentadas.

$$IC = \frac{\sum_{i=1}^{14} x_i}{14} \quad IR = \frac{\sum_{j=1}^{24} y_j}{24}$$

A partir desses dois componentes, foi calculado o Índice de Interoperabilidade Ajustado (II), em que o potencial de interoperabilidade é reduzido pela incidência de barreiras institucionais, definido pela expressão:

$$II_i = IC_i \cdot (1 - IR_i)$$

onde: $II_i \in [0,1]$

O modelo multiplicativo baseia-se na premissa de que capacidades formais tendem a produzir maior maturidade apenas quando fricções organizacionais e tecnológicas são reduzidas. Para fins interpretativos e de comparabilidade entre os casos analisados, os índices também foram submetidos a um procedimento de reescalonamento linear para uma escala ordinal de cinco níveis (1-5), permitindo sua utilização em análises descritivas e comparativas entre instituições, bem como sua aproximação a modelos de maturidade institucional utilizados na literatura.

3.7. Validação, confiabilidade e controle de vieses

A validação do protocolo foi realizada sobre um subconjunto de 12 documentos, correspondentes a 7,8% do corpus analisado, combinando seleção intencional de casos críticos e amostragem aleatória estratificada. A etapa intencional contemplou documentos que obtiveram maior nível, menor nível e aqueles que apresentaram inconsistências no processamento automatizado (UESC e UENF), em ambos os ciclos analíticos, totalizando oito PDIs. Em complemento, foram incluídos quatro documentos adicionais por amostragem aleatória estratificada, distribuídos entre PDIs anteriores e vigentes. Esse desenho buscou verificar a consistência do procedimento em situações contrastantes e reduzir o risco de validação concentrada apenas em casos típicos.

A consistência entre a extração assistida por LLM e a revisão manual foi aferida por meio da taxa percentual simples de concordância, utilizada como indicador adicional de confiabilidade procedimental, calculada conforme a seguinte expressão:

Realização:



$$\text{Taxa de Concordância} = \frac{\text{Classificações confirmadas}}{\text{Total verificado}} \times 100$$

A validação manual incidiu sobre as ocorrências dos indicadores identificados nesse subconjunto, totalizando 456 classificações verificadas. Para cada ocorrência, foram examinados dois critérios: (i) correspondência textual, entendida como aderência entre o trecho extraído automaticamente e o conteúdo do documento original; e (ii) adequação semântica, correspondente à consistência entre o conteúdo do trecho e a categoria analítica à qual foi associado.

Desse total, 421 classificações foram confirmadas após revisão manual, resultando em taxa de concordância de 92,32% entre a extração assistida por LLM e a codificação manual. Esse resultado indica elevada consistência procedimental na identificação dos indicadores e barreiras analisados, sugerindo que o protocolo adotado apresenta boa confiabilidade para extração e codificação de evidências documentais explícitas.

As divergências remanescentes, correspondentes a 35 casos, concentraram-se principalmente em situações de ambiguidade semântica. Nesses casos, os trechos identificados continham termos próximos ao indicador investigado, mas sem evidência suficientemente explícita para confirmação segundo os critérios prudenciais do protocolo. Esse padrão de erro é compatível com os limites esperados de procedimentos assistidos por LLM em tarefas de classificação documental e reforça a importância da auditoria humana como mecanismo complementar de controle metodológico.

3.8 Transparência e disponibilização dos insumos

Para reforçar a reprodutibilidade do estudo, prevê-se a disponibilização pública do conjunto de *prompts*, matrizes de codificação e escores consolidados em repositório digital. Esse procedimento amplia a auditabilidade do protocolo e favorece sua aplicação em outros contextos organizacionais. Além disso, os materiais podem ser solicitados diretamente aos autores, assegurando transparência metodológica e possibilidade de replicação do procedimento analítico.

Em conjunto, o desenho metodológico adotado busca combinar escalabilidade analítica e rigor interpretativo, articulando assistência



computacional, critérios explícitos de codificação e validação humana. Na seção seguinte, os resultados são apresentados em três planos complementares: a incidência dos indicadores por dimensão, a evolução longitudinal da maturidade institucional e a convergência entre diferentes abordagens de classificação dos níveis de interoperabilidade.

4. Resultados e Discussão

4.1 Panorama dos Indicadores de Interoperabilidade

A análise documental dos 154 PDIs de 77 universidades públicas brasileiras evidencia que a institucionalização da interoperabilidade ocorre de forma **assimétrica** entre suas diferentes categorias. Em termos agregados, observa-se maior incidência de evidências associadas às camadas técnica e ecossistêmica, enquanto as dimensões sintática e semântica permanecem comparativamente menos desenvolvidas. Considerando o conjunto dos documentos, a interoperabilidade técnica apresenta incidência média de 53,90%, a sintática de 5,19%, a semântica de 16,67%, a organizacional de 41,56% e a ecossistêmica de 68,83%, com escore total agregado de 37,23% (ver Tabela 1).

Esse padrão sugere que a formalização da interoperabilidade nas universidades ainda se concentra em mecanismos de conectividade, integração funcional e inserção em redes já institucionalizadas, sem avanço equivalente em padronização de dados, harmonização conceitual e governança transversal. O resultado converge com a literatura que identifica, no setor público, uma tendência de priorização da infraestrutura tecnológica e da integração operacional em detrimento de arranjos mais sofisticados de governança de dados e coordenação interorganizacional. Em outras palavras, os PDIs revelam um processo de modernização digital em curso, porém marcado por desenvolvimento desigual entre as camadas da interoperabilidade (Oliveira; Eler, 2017; Santos, 2008).



Tabela 1. Indicadores de Interoperabilidade para os PDIs, por Categoria (em %).

Categoria	Todos	Anteriores	Vigentes	Subcategoria	Todos	Anteriores	Vigentes
Técnica	53,90	53,47	61,81	Infraestrutura de Integração	37,66	31,94	48,61
				Integração com Sistemas Estruturantes	64,29	61,11	76,39
				Integração Acadêmica	89,61	97,22	94,44
				Padrões Técnicos	24,03	23,61	27,78
Sintática	5,19	4,17	6,94	Arquitetura de Dados	5,19	4,17	6,94
Semântica	16,67	12,96	22,69	Modelagem Conceitual	0,00	0,00	0,00
				Metadados e Catalogação	33,12	27,78	43,06
				Qualidade e Governança de Dados	16,88	11,11	25,00
Organizacional	41,56	31,02	57,87	Governança Digital	51,95	38,89	72,22
				Estruturas de Coordenação	55,84	47,22	72,22
				Estratégia Digital Institucional	16,88	6,94	29,17
				Integração Governamental	60,39	56,94	72,22
Ecossistêmica	68,83	64,35	82,87	Ecossistema Acadêmico	91,56	97,22	98,61
				Transparência e Dados Abertos	54,55	38,89	77,78
TOTAL	37,23	33,19	46,44		43,00	36,27	49,72

Fonte: Dados da pesquisa



4.1.1 Desempenho por categoria

Na categoria técnica, a maior incidência recai sobre as subcategorias de integração acadêmica (89,61%) e integração com sistemas estruturantes (64,29%), enquanto a infraestrutura de integração registra 37,66%. Esses resultados indicam que a formalização da interoperabilidade técnica ocorre principalmente em torno de sistemas acadêmicos digitalizados e da articulação com plataformas e bases governamentais já exigidas ou induzidas por normativos externos. Em contraste, os elementos mais diretamente associados à arquitetura de integração apresentam presença mais moderada, o que sugere coexistência entre iniciativas estruturadas e soluções ainda pontuais.

A categoria sintática apresenta o menor nível de institucionalização entre todas as categorias analisadas. A incidência de 5,19% indica que menções a arquitetura de dados, padronização estrutural e formalização de modelos de intercâmbio ainda são raras nos PDIs. Esse resultado é analiticamente relevante porque evidencia que a integração formalmente registrada nem sempre é acompanhada por padrões estruturais capazes de sustentar interoperabilidade consistente e escalável.

Na categoria semântica, a incidência agregada de 16,67% também permanece baixa, embora superior à sintática. O dado mais expressivo é a ausência total de evidências em modelagem conceitual, ao lado de incidências relativamente maiores em metadados e catalogação (33,12%) e em qualidade e governança de dados (16,88%). Esse achado sugere que, quando a categoria semântica aparece nos instrumentos de planejamento, ela tende a ser formalizada em termos mais operacionais, como inventário, catalogação e qualidade de dados, e não por meio de mecanismos mais sofisticados de harmonização conceitual (Ali et al., 2024; Campmas et al., 2022).

A categoria organizacional apresenta incidência intermediária, com 41,56% no agregado. Destacam-se estruturas de coordenação (55,84%) e governança digital (51,95%), enquanto estratégia digital institucional permanece mais baixa (16,88%). Isso indica que houve algum avanço na formalização de instâncias, comitês e mecanismos de governança, mas a incorporação da interoperabilidade como diretriz estratégica institucional ainda é mais restrita. Em termos interpretativos, os resultados sugerem a presença de arranjos organizacionais em consolidação, ainda não plenamente convertidos em estratégia transversal.

Por fim, a categoria ecossistêmica apresenta a maior incidência média entre todas as categorias (68,83%), com destaque para ecossistema acadêmico (91,56%), integração governamental (60,39%) e transparência e dados abertos



(54,55%). Embora esses percentuais sejam elevados, sua interpretação exige cautela. Parte desse resultado parece refletir a recorrência de agendas amplas e já institucionalizadas no campo universitário, como redes acadêmicas, transparência ativa, mobilidade e vinculação a plataformas externas. Assim, a elevada incidência ecossistêmica não significa necessariamente maturidade sistêmica plena, mas sim inserção formal em ambientes institucionais e infraestruturas já consolidadas.

4.1.2 Evolução longitudinal

A comparação entre ciclos de planejamento revela avanço da interoperabilidade institucional ao longo do tempo. O escore total agregado cresce de 33,19% nos PDIs anteriores para 46,44% nos vigentes, indicando maior incorporação formal da agenda de interoperabilidade nos instrumentos de planejamento mais recentes. O mesmo movimento aparece em diferentes categorias, com crescimento da camada técnica de 53,47% para 61,81%, da sintática de 4,17% para 6,94%, da semântica de 12,96% para 22,69%, da organizacional de 31,02% para 57,87% e da ecossistêmica de 64,35% para 82,87%.

Os dados sugerem, portanto, que a transformação digital passou a ocupar espaço mais estruturado nos PDIs vigentes, particularmente em torno de governança digital, estruturas de coordenação, transparência e integração com ambientes externos. Ainda assim, o avanço é desigual. Mesmo com crescimento nos documentos mais recentes, as categorias sintática e semântica permanecem em patamares baixos, o que indica amadurecimento incompleto. Em termos substantivos, isso significa que as universidades têm avançado mais na formalização de capacidades de integração funcional e de coordenação organizacional do que na institucionalização de padrões estruturados e mecanismos de harmonização conceitual.

Esse padrão é coerente com a concepção da interoperabilidade como fenômeno sociotécnico e institucional, cuja evolução tende a começar por soluções mais visíveis, operacionais e induzidas por exigências externas, antes de alcançar camadas mais densas de governança de dados e articulação transversal. Assim, os resultados apontam para um processo de formalização incremental, no qual a conectividade e a integração administrativa avançam mais rapidamente do que a consolidação de capacidades sintáticas e semânticas mais sofisticadas.



4.2 Panorama das Barreiras à Interoperabilidade

Os resultados sugerem que os limites da maturidade interoperável não decorrem apenas da ausência de tecnologia, mas da persistência de barreiras institucionais mais amplas. No conjunto da análise, sobressaem especialmente restrições organizacionais, de capacidade institucional e financeiras, superando em frequência as barreiras estritamente tecnológicas (ver Tabela 2).

Tabela 2. Barreiras à Interoperabilidade para os PDIs, por Categoria (em %).

Categoria	Todos	Anteriores	Vigentes	Subcategoria	Todos	Anteriores	Vigentes
Tecnológica	28,41	27,78	32,99	Obsolescência e Dívida Técnica	33,77	30,56	41,67
				Sistemas Legados e Fragmentação	37,66	40,28	40,28
				Limitações de Infraestrutura de TI	39,61	38,89	45,83
				Dependência Tecnológica Externa	2,60	1,39	4,17
Sintática	5,19	6,25	4,86	Falta de Padronização Técnica	4,55	6,94	2,78
				Inconsistência de Estrutura de Dados	5,84	5,56	6,94
Semântica	10,61	9,26	13,43	Baixa Qualidade dos Dados	12,99	9,72	18,06
				Ausência de Padronização Conceitual	1,30	1,39	1,39
				Fragilidade na Governança de Dados	17,53	16,67	20,83
Organizacional	29,71	29,17	34,38	Rigidez Estrutural e Burocracia	32,47	34,72	34,72
				Cultura Organizacional e Resistência	26,62	26,39	30,56
				Silos Departamentais	32,47	33,33	36,11
				Falha na Gestão da Mudança	27,27	22,22	36,11



Tabela 2. Barreiras à Interoperabilidade para os PDIs, por Categoria (em %). [cont.]

Categoria	Todos	Anteriores	Vigentes	Subcategoria	Todos	Anteriores	Vigentes
Capacidade Institucional	41,56	35,42	53,47	Déficit de Competências Técnicas	53,25	45,83	68,06
				Sobrecarga Operacional	29,87	25,00	38,89
Financeiras	29,65	24,54	38,89	Restrição Orçamentária	54,55	48,61	68,06
				Dependência de Recursos Externos	24,03	16,67	34,72
				Dificuldade de Priorização	10,39	8,33	13,89
Legais e Regulatórias	7,36	7,41	8,33	Entraves Licitatórios	17,53	22,22	15,28
				LGPD e Proteção de Dados	2,60	0,00	5,56
				Impedimentos ao Compartilhamento	1,95	0,00	4,17
Estratégicas	17,53	13,43	24,07	Ausência de Estratégia Digital	26,62	25,00	31,94
				Baixo Apoio da Alta Gestão	9,74	4,17	16,67
				Fragmentação e Shadow IT	16,23	11,11	23,61
TOTAL	21,25	19,16	26,30		21,73	18,51	24,95

Fonte: Dados da pesquisa

Esse resultado converge com a literatura sociotécnica, segundo a qual a existência de sistemas, integrações ou diretrizes formais não é suficiente quando persistem fragilidades de coordenação, déficits de competências, escassez de recursos e baixa capacidade de sustentação institucional (Campmas et al., 2022; Gascó, 2012; Scholl e Klischewski, 2007).

No conjunto analisado, barreiras organizacionais registraram incidência média de 29,71%, enquanto barreiras tecnológicas alcançaram 28,41%. Destacam-se, contudo, as barreiras de capacidade institucional, que atingiram 41,56%, com ênfase no déficit de competências técnicas (53,25%), e as restrições financeiras, com incidência de 29,65% e menções à limitação orçamentária em 54,55% dos casos. Barreiras legais e regulatórias aparecem com menor frequência explícita nos PDIs (7,36%), indicando menor percepção institucional



dessas restrições ou sub-representação documental de desafios jurídicos e de conformidade em instrumentos estratégicos formais.

Desse modo, o principal desafio das universidades públicas não parece residir apenas em ampliar a conectividade entre sistemas, mas em consolidar mecanismos de padronização, governança de dados, coordenação intersetorial e institucionalização estratégica da agenda digital. Sem esse deslocamento, tende a persistir um padrão de interoperabilidade predominantemente operacional, fragmentado e dependente de soluções pontuais.

4.3 Panorama dos Níveis de Interoperabilidade

A análise dos níveis de interoperabilidade oferece uma leitura sintética da maturidade institucional, complementar aos resultados por indicadores (Tabela 3). A comparação entre os ciclos anterior e vigente evidencia reconfiguração importante do padrão de maturidade.

Tabela 3. Níveis de Interoperabilidade dos 77 universidades analisadas.

Nível	PDIs Anteriores	PDIs Vigentes
Nível 1 — Fragmentado / Isolado	12	5
Nível 2 — Interoperabilidade Técnica Fragmentada	32	11
Nível 3 — Interoperabilidade Sintática Estruturada	29	43
Nível 4 — Interoperabilidade Semântica e Organizacional	4	18
Nível 5 — Interoperabilidade Ecológica / Sistêmica	0	0

Fonte: Dados da pesquisa

Esse deslocamento sugere transição de arranjos marcados por integração inexistente ou pontual para configurações mais estruturadas, com presença de elementos de padronização, coordenação e governança. A interpretação desses níveis, contudo, deve ser articulada à análise por indicadores, uma vez que os dois instrumentos captam fenômenos distintos. Enquanto a incidência por camada mede a recorrência agregada de subcategorias específicas, a classificação por níveis enquadra cada documento no patamar máximo sustentado por evidências textuais suficientes.



Essa distinção ajuda a compreender por que o crescimento do Nível 3 ocorre mesmo com baixa incidência agregada da camada sintática. Menções pontuais, mas suficientemente claras, a padrões técnicos e sintáticos formalizados podem elevar o enquadramento de um PDI ao Nível 3 sem produzir alta frequência sintática no conjunto do corpus. Desse modo, a expansão desse nível parece refletir aumento da formalização documental de mecanismos de padronização e integração, mais do que consolidação ampla e detalhada da camada sintática como dimensão independente.

A ausência de casos no Nível 5 reforça o diagnóstico de que a maturidade interoperável permanece predominantemente intraorganizacional. Embora haja elevada incidência de indicadores ecossistêmicos, tais como redes acadêmicas, integração governamental e transparência, essas menções não constituem, por si sós, evidência documental suficiente de arranjos interoperáveis sistêmicos, com governança transversal, articulação federativa sustentada e integração em rede plenamente institucionalizada.

4.4 Convergência entre abordagens de classificação dos níveis

Como teste adicional de consistência analítica, comparou-se o nível de interoperabilidade calculado pelo modelo quantitativo com o nível atribuído diretamente pela classificação assistida por LLM no conjunto dos 154 documentos analisados. A comparação resultou em 62 classificações coincidentes, correspondendo a uma taxa de concordância de 40,26%.

À primeira vista, esse percentual indica baixa convergência entre as abordagens. Entretanto, esse resultado deve ser interpretado à luz das diferenças metodológicas entre os dois procedimentos. O modelo quantitativo deriva o nível final a partir da agregação formal de indicadores de capacidade e restrição, calculados com base em evidências documentais explícitas e submetidos a regras fixas de reescalonamento e enquadramento. Já a classificação direta por LLM opera por leitura contextual do documento, mobilizando sinais narrativos, estratégicos e semânticos presentes no texto institucional.

Essa distinção produz efeitos substantivos na classificação. Enquanto o modelo quantitativo privilegia evidências formais verificáveis, a LLM tende a atribuir maior peso à orientação estratégica declarada no PDI, mesmo quando ela não se traduz em densidade equivalente de indicadores operacionalizáveis. Em consequência, documentos com formulações institucionais ambiciosas, mas com baixa explicitação de mecanismos concretos de interoperabilidade, podem



receber enquadramentos mais elevados na classificação contextual do que na classificação estrutural.

Além disso, a transformação de indicadores binários em índices compostos e, posteriormente, em níveis discretos de maturidade introduz um grau adicional de abstração analítica. Em casos situados próximos aos limiares entre níveis adjacentes, pequenas variações nos escores podem resultar em classificações distintas, mesmo quando a distância substantiva entre os documentos é reduzida. Por essa razão, a divergência observada não deve ser lida como invalidação do modelo quantitativo, mas como evidência de que os dois procedimentos captam dimensões distintas da maturidade institucional: uma contextual e interpretativa, outra estrutural e evidencial.

Em conjunto, os testes realizados sugerem que o protocolo apresenta alta confiabilidade na etapa de extração e codificação de evidências, mas menor convergência quando comparado a uma classificação contextual direta de níveis por LLM. Longe de constituir contradição, esse resultado evidencia que os procedimentos incidem sobre planos analíticos distintos.

A taxa de concordância de 92,32% sustenta a consistência procedimental do protocolo na identificação de indicadores e barreiras, etapa central para a construção da base analítica do estudo. Já a concordância de 40,26% entre classificações de níveis mostra que o enquadramento final da maturidade institucional é sensível à lógica de classificação empregada, variando conforme o peso atribuído à evidência explícita ou à interpretação contextual do documento.

Esses achados reforçam duas implicações metodológicas. A primeira é que o uso de LLMs em análise documental pode ser especialmente eficaz como ferramenta de apoio à extração e organização de evidências, desde que submetido a critérios explícitos e validação humana. A segunda é que, para fins comparativos e replicáveis, a classificação final da maturidade institucional se beneficia de modelos estruturados e prudenciais, capazes de reduzir variações interpretativas entre documentos e entre avaliadores.

Assim, o estudo não apenas propõe um protocolo de análise documental longitudinal assistido por IA, mas também demonstra empiricamente a importância de distinguir entre confiabilidade procedimental e convergência entre abordagens classificatórias. Essa distinção é central para a interpretação rigorosa dos resultados e para o avanço de desenhos metodológicos híbridos em pesquisas sobre transformação digital e capacidades institucionais no setor público.



4.5 Limitações do estudo

Os resultados devem ser interpretados à luz de algumas limitações. Primeiramente, a análise baseia-se exclusivamente em evidências documentais explícitas constantes nos PDIs, refletindo o grau de formalização estratégica registrado, e não necessariamente o estágio efetivo de implementação técnica nas universidades. Práticas interoperacionais podem não ter sido descritas nos documentos, assim como menções estratégicas podem não corresponder a implementação concreta.

Em segundo lugar, a extração inicial das evidências foi realizada com apoio de uma única LLM (*NotebookLM*), instrumento de natureza probabilística. Apesar de regras de classificação e validação manual amostral, admite-se risco residual de omissões ou imprecisões.

Adicionalmente, a classificação em escala ordinal de cinco níveis, ancorada na abordagem multinível da interoperabilidade (Scholl; Klischewski, 2007), simplifica fenômeno institucional complexo, e não necessariamente linear, entre dimensões técnica, sintática, semântica, organizacional e ecossistêmica. Assim, a categorização representa o enquadramento predominante sustentado por evidência documental, e não descrição exaustiva das práticas institucionais. Tais limitações indicam a necessidade de estudos complementares que integrem análise documental, avaliação técnica de sistemas e investigação empírica da implementação organizacional.

5. Conclusão

Este estudo analisou, em perspectiva longitudinal, a incorporação formal da interoperabilidade institucional nos PDIs de 77 universidades públicas brasileiras, com base em 154 documentos e em um protocolo de análise documental assistida por LLM. Os resultados indicam avanço da agenda ao longo do tempo, expresso no crescimento do escore agregado de 33,19% para 46,44% e na redução dos níveis mais baixos de maturidade, com expansão dos níveis intermediários e semântico-organizacionais.

Esse avanço, contudo, mostrou-se assimétrico entre as dimensões analisadas. A interoperabilidade técnica apresentou incidência média de 53,90%, enquanto as camadas sintática e semântica permaneceram pouco institucionalizadas, com 5,19% e 16,67%, respectivamente. Embora as dimensões



organizacional e ecossistêmica tenham registrado incidências mais elevadas, a ausência de casos no nível ecossistêmico-sistêmico indica que a interoperabilidade permanece predominantemente intraorganizacional.

O estudo contribui em dois planos. No plano analítico, mostra que os PDIs constituem fonte relevante para examinar a institucionalização formal da transformação digital e da interoperabilidade no ensino superior público. No plano metodológico, propõe um protocolo replicável de análise documental assistida por IA, com extração estruturada, codificação prudencial e validação manual, cuja consistência procedimental foi sustentada por taxa de concordância de 92,32% entre extração assistida por LLM e codificação manual.

Os achados também indicam que a consolidação da interoperabilidade depende menos da expansão isolada da infraestrutura tecnológica e mais do fortalecimento de capacidades institucionais, especialmente em governança de dados, padronização estrutural, coordenação intersetorial e qualificação técnica. Nesse sentido, os principais limites observados não se restringem à dimensão tecnológica, mas envolvem barreiras organizacionais, de capacidade institucional e financeiras.

Como limitação, o estudo capta a formalização documental da interoperabilidade, e não sua implementação efetiva nos sistemas e processos das universidades. Pesquisas futuras podem articular análise documental, avaliação técnica de sistemas e estudos empíricos de implementação, além de ampliar os testes de robustez com diferentes modelos de IA.

Em síntese, os resultados mostram que a interoperabilidade institucional avançou nos instrumentos de planejamento das universidades públicas brasileiras, mas ainda de forma parcial, desigual e sem alcançar configuração sistêmica madura.

Referências

ALI, Mohsan *et al.* A Framework for the Multi-Dimensional Assessment of Interoperability for Open Data Ecosystems Development. **Information Polity**, v. 29, n. 4, p. 439–466, 1 nov. 2024.

ALMEIDA, Ana Paula Martins Vieira. O Papel da Interoperabilidade na Administração Pública: Contributos para melhorar a gestão de informação e a satisfação dos cidadãos. 17 jun. 2020.



ALSHAHRANI, Abdulaziz. Adopting Emerging Technologies in Digital Government: A Multi-Case Analysis of Drivers, Enablers, and Challenges in Saudi Arabia. **Digital Government: Research and Practice**, v. 6, 25 fev. 2025.

AZEVEDO, Ricardo Rocha de *et al.* Interoperabilidade dos sistemas de gestão financeira em prefeituras e oportunidades para transformação digital. **Revista de Administração Pública**, v. 59, p. e2024, 2025.

BRACKEN, Mike; GREENWAY, Andrew. How to Achieve and Sustain Government Digital Transformation. **IDB Publications**, 23 jul. 2018.

BRASIL. **D9235**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9235.htm>. Acesso em: 1 mar. 2026.

BRASIL. **Lei 14.129 - Lei do Governo Digital**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14129.htm>. Acesso em: 20 fev. 2026.

BRASIL. **Transformação Digital**. Disponível em: <<https://www.gov.br/governodigital/pt-br/estrategias-e-governanca-digital/transformacao-digital/transformacao-digital>>. Acesso em: 22 fev. 2026.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. **Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico - e-PING**. Brasília, DF, 2018.

BUYLE, Raf. Towards interoperability in the public sector. 2017.

CAMPMAS, Alexandra; IACOB, Nadina; SIMONELLI, Felice. How can interoperability stimulate the use of digital public services? An analysis of national interoperability frameworks and e-Government in the European Union. **Data & Policy**, v. 4, p. e19, 2022.

CASTRO, Fabiano Ferreira de; SANTOS, Plácida L. V. A. C. Elementos de interoperabilidade na perspectiva da catalogação descritiva. **Informação & Sociedade: Estudos**, v. 24, n. 3, 23 jul. 2014.

CASTRO, Hudson Augusto Silva de. Influências do uso de sistemas interoperáveis no setor público. 25 jun. 2024.

CORDELLA, Antonio; PALETTI, Andrea. Government as a platform, orchestration, and public value creation: The Italian case. **Government Information Quarterly**, v. 36, n. 4, p. 101409, 1 out. 2019.



CORRÊA, Andreiuid S. *et al.* UM MODELO DE MATURIDADE PARA INTEROPERABILIDADE TÉCNICA NAS AÇÕES DE GOVERNO ELETRÔNICO. 2011.

CUSKLEY, Christine; WOODS, Rebecca; FLAHERTY, Molly. The Limitations of Large Language Models for Understanding Human Language and Cognition. **Open Mind**, v. 8, p. 1058–1083, 31 ago. 2024.

DAVID, Anne *et al.* Understanding Local Government Digital Technology Adoption Strategies: A PRISMA Review. **Sustainability**, v. 15, n. 12, 14 jun. 2023.

DE BARROS JÚNIOR, Jairo; RITA, Luciana; SILVA, Wesley. Transformação Digital na Administração Pública Brasileira: Uma Revisão Sistemática de Literatura. **Revista FSA**, v. 19, p. 45–64, 1 maio 2022.

DINIZ, Eduardo Henrique *et al.* O governo eletrônico no Brasil: perspectiva histórica a partir de um modelo estruturado de análise. **Revista de Administração Pública**, v. 43, p. 23–48, 2009.

EUROPEAN COMMISSION. **Exploring digital government transformation in the EU: expert consultation and stakeholder engagement**. LU: Publications Office, 2020.

GAO, Yunfan *et al.* **Retrieval-Augmented Generation for Large Language Models: A Survey**. arXiv, , 27 mar. 2024. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/2312.10997>>. Acesso em: 1 mar. 2026

GASCÓ, Mila. Approaching E-Government Interoperability. **Social Science Computer Review**, v. 30, n. 1, p. 3–6, 1 fev. 2012.

GOTTSCHALK, Petter. Maturity levels for interoperability in digital government. **Government Information Quarterly**, From Implementation to Adoption: Challenges to Successful E-government Diffusion. v. 26, n. 1, p. 75–81, 1 jan. 2009.

HENNING, Florian. The impact of interoperability standards adoption on organisations in government information networks. *In*: ICEGOV '13. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 22 out. 2013. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/2591888.2591934>>. Acesso em: 20 fev. 2026

INOCÊNCIO, Giovana Nunes. **Padrão de interoperabilidade para a troca de dados em documentos educacionais na Educação Profissional e Tecnológica: um estudo comparativo e análise de viabilidade para o contexto brasileiro**.



Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/260867?show=full>>. Acesso em: 25 fev. 2026.

JANSSEN, Marijn *et al.* Data governance: Organizing data for trustworthy Artificial Intelligence. **Government Information Quarterly**, v. 37, n. 3, p. 101493, 1 jul. 2020.

JANUÁRIO, Jeovana Diomar Pinheiro. ANÁLISE HISTÓRICA DOS PLANOS DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Revista da FAE**, v. 28, 7 ago. 2025.

(JOCHEN) SCHOLL, Hans J.; KLISCHEWSKI, Ralf. E-Government Integration and Interoperability: Framing the Research Agenda. **International Journal of Public Administration**, v. 30, n. 8–9, p. 889–920, 4 jul. 2007.

KASIWI, Aulia Nur; WAHYUNI, Hermin Indah; RATMINTO. DIGITAL TRANSFORMATION AND CROSS-ORGANIZATIONAL INTEROPERABILITY IN ELECTRONIC-BASED GOVERNMENT SYSTEMS. **Journal of Governance and Development (JGD)**, v. 21, n. 2, p. 64–76, 29 jul. 2025.

KLISCHEWSKI, Ralf. Information Integration or Process Integration? How to Achieve Interoperability in Administration. *In*: TRAUNMÜLLER, Roland (org.). Berlin, Heidelberg: Springer, 2004.

LIU, Nelson F. *et al.* **Lost in the Middle: How Language Models Use Long Contexts**. arXiv, , 20 nov. 2023. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/2307.03172>>. Acesso em: 1 mar. 2026

LUI, Lizandro; AVELINO, Ciro. Policy Design Spaces in Brazil's and Argentina's Digital Government. **Journal of Public Affairs**, v. 25, 11 fev. 2025.

LUNA-REYES, Luis F.; GIL-GARCIA, J. Ramon; CRUZ, Cinthia Betiny. Collaborative digital government in Mexico: Some lessons from federal Web-based interorganizational information integration initiatives. **Government Information Quarterly**, Interorganizational Information Integration: A Key Enabler for Digital Government. v. 24, n. 4, p. 808–826, 1 out. 2007.

LUSTOZA, Eduardo Chagas. Interoperabilidade em Sistemas de Gestão Acadêmica: Análise do SIGAA no Contexto da Transformação Digital no Setor Público. 2025.



MACEDO, Laura Dilly Generoso; DUFLOTH, Simone Cristina. Interoperabilidade no serviço público: uma revisão sistemática sob a lente do e-ping no Brasil. **Informação & Informação**, v. 30, n. 1, p. 83–108, 30 maio 2025.

MACHADO, Kaliane Caldas de Brito. **Fatores condicionantes da interoperabilidade: um estudo de caso em unidades da Fundação Oswaldo Cruz.**

MESQUITA, Cláudia do socorro Ferreira; BRETAS, nazaré lopes. **Panorama da interoperabilidade no Brasil.** [S.l.]: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão - MPOG, 2010.

NOGRAŠEK, Janja; VINTAR, Mirko. E-government and organisational transformation of government: Black box revisited? **Government Information Quarterly**, v. 31, n. 1, p. 108–118, 1 jan. 2014.

OECD. A Caminho da Era Digital no Brasil. **OECD Reviews of Digital Transformation**, 26 out. 2020.

OLIVEIRA, Alberto Dumont Alves. **Um método para aplicação de diretrizes de interoperabilidade do padrão e-PING em portais governamentais de organizações públicas brasileiras.** dissertação—[S.l.]: Universidade de São Paulo, 2 ago. 2017.

OLIVEIRA, Alberto; ELER, Marcelo. **Interoperability in e-Government Solutions: The Case of Brazilian Federal Universities.** [S.l.: S.n.].

PARDO, Theresa; NAM, Taewoo; BURKE, G. E-Government Interoperability: Interaction of Policy, Management, and Technology Dimensions. **Social Science Computer Review**, 1 jan. 2011.

PAVLESKA, Tanja; SELLITTO, Giovanni. Unveiling Barriers for eGovernment Services: A Case Study Framework. *In: [S.l.: S.n.].*

SALVATORE, Nikolaus; WANG, Hao; ZHANG, Qiong. **Lost in the Middle: An Emergent Property from Information Retrieval Demands in LLMs.** arXiv, , 11 out. 2025. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/2510.10276>>. Acesso em: 1 mar. 2026

SANTOS, Ernani Marques dos. Desenvolvimento e implementação de padrões de interoperabilidade em governo eletrônico no Brasil. 2008.



SANTOS, Ernani Marques dos; REINHARD, Nicolau. Electronic Government Interoperability: Identifying the Barriers for Frameworks Adoption. **Social Science Computer Review**, v. 30, n. 1, p. 71–82, 1 fev. 2012.

SANTOS, Vitor Muniz dos. Framework para orientação e diagnóstico da governança de TI na administração pública: do diagnóstico à prática. 5 dez. 2024.

SCHOLL, Hans; KUBICEK, Herbert; CIMANDER, Ralf. **Interoperability, Enterprise Architectures, and IT Governance in Government**. [S.l.: S.n.]. v. 6846 p. 354

SHI, Freda *et al.* Large Language Models Can Be Easily Distracted by Irrelevant Context. **Proceedings of the 40 th International Conference on Machine Learning**, 2023.

SILVA, Patrícia Nascimento; AUGUSTO, Ana Maris Fernandes Dos Santos. Governo digital: arcabouço legal sobre interoperabilidade e compartilhamento de dados no Brasil. **Palavra Chave (La Plata)**, v. 14, n. 2, p. e250–e250, 1 abr. 2025.

SILVEIRA, Lucas; WAZLAWICK, Raul; ROVER, Aires. Assessing the Brazilian e-Justice Interoperability Model. **Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina)**, v. 13, p. 1504–1510, 1 maio 2015.

SOARES, Davi M. *et al.* Electrical field on non-ceramic insulators and its relation to contact angles for constant volume droplets. **Journal of Electrostatics**, v. 84, p. 97–105, 1 dez. 2016.

TAKENAKA FUJIMOTO, Márcia Myuki; DIAS CANEDO, Edna. Ontology Based Data Management: A Study in a Brazilian Federal Agency. *In*: PARYCEK, Peter *et al.* (Orgs.). **Electronic Government**. Lecture Notes in Computer Science. Cham: Springer International Publishing, 2018. v. 11020 p. 144–154.

TANGI, Luca *et al.* Digital government transformation: A structural equation modelling analysis of driving and impeding factors. **International Journal of Information Management**, v. 60, p. 102356, 1 out. 2021.

TAVARES, André Afonso *et al.* Evaluation of Public Policies and Interoperability from the Perspective of Digital Public Governance. *In*: **E-Government Digital Frontiers - Transforming Public Administration through Technology**. [S.l.]: IntechOpen, 2024.



TAVARES, André Afonso; BITENCOURT, Caroline Müller. Avaliação de políticas públicas e interoperabilidade na perspectiva da governança pública digital. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, v. 13, n. 3, p. 687–723, 27 dez. 2022.

THORSTENSEN, Vera Helena; ZUCHIERI, Amanda Mitsue. Governo digital no Brasil: o quadro institucional e regulatório do país sob a perspectiva da OCDE. maio 2020.

VIGODA-GADOT, Eran; MIZRAHI, Shlomo. The digital governance puzzle: Towards integrative theory of humans, machines, and organizations in public management. **Technology in Society**, v. 77, p. 102530, 1 mar. 2024.

WILSON, Christopher; MERGEL, Ines. Overcoming barriers to digital government: mapping the strategies of digital champions. **Government Information Quarterly**, v. 39, n. 2, p. 101681, 1 abr. 2022.