

Transformação Digital no Ministério Público: Descobrindo Padrões por Meio da Mineração de Dados

Luciana M. de Araujo Freitas^{1,2} , Glauco Vitor Pedrosa² 

¹Conselho Nacional do Ministério Público (CNMP)
Brasília, DF, Brasil

²Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada (PPCA)
Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF, Brasil

lucianadearaujo@cnmp.mp.br, glauco.pedrosa@unb.br

Abstract. This paper investigates digital maturity patterns in the Brazilian Public Prosecutor's Office using data mining techniques. Based on data collected from 30 institutional units, Item Response Theory (IRT) was applied to estimate proficiency levels in several dimensions of the maturity model, and Association Rules were used to identify relevant correlations between institutional practices. The results reveal significant variability among units and highlight critical factors for advancing digital transformation. In addition, the results reinforce the usefulness of data mining as a decision-support tool in the public sector, expanding the capacity of institutions to promote evidence-based improvements.

Resumo. Este artigo investiga padrões de maturidade digital no Ministério Público brasileiro por meio de técnicas de mineração de dados. A partir de dados coletados de 30 unidades institucionais, foi aplicado a Teoria de Resposta ao Item (TRI) para estimar níveis de proficiência em diversas dimensões do modelo de maturidade e utilizadas Regras de Associação para identificar correlações relevantes entre práticas institucionais. Os resultados revelam variabilidade significativa entre as unidades e destacam fatores críticos para o avanço da transformação digital. Além disso, os resultados reforçam a utilidade da mineração de dados como ferramenta de suporte à decisão no setor público, ampliando a capacidade das instituições de promover melhorias com base em evidências.

1. Introdução

A transformação digital tem promovido profundas mudanças em organizações públicas e privadas, influenciando estruturas, processos e formas de entrega de valor [Brynjolfsson and McAfee 2014, Westerman et al. 2011]. No setor público, esse movimento é particularmente relevante, dada a crescente demanda por serviços mais acessíveis, eficientes e orientados por dados [Moraes 2021]. A adoção de tecnologias digitais é, portanto, estratégica para o aprimoramento da governança e da transparência institucional [Janowski 2015].

No Brasil, a Estratégia de Governo Digital tem incentivado a modernização dos serviços públicos, estabelecendo diretrizes para a transformação digital de órgãos

da administração pública federal [da Economia 2020]. Nesse cenário, destaca-se o Ministério Público brasileiro, cuja atuação envolve a defesa da ordem jurídica e dos interesses sociais e individuais indisponíveis. Reconhecendo a importância de avançar em sua jornada digital, o Conselho Nacional do Ministério Público (CNMP) instituiu, em 2023, a Estratégia Nacional do Ministério Público Digital (MP Digital) [do Ministério Público 2023], que orienta a governança de iniciativas tecnológicas no âmbito ministerial.

Como parte dessa estratégia, foi elaborado o Modelo de Maturidade Digital do Ministério Público (MMD-MP) [Freitas et al. 2024], composto por oito dimensões: Estratégia Digital, Serviços ao Cidadão, Pessoas, Governança, Liderança, Operações, Cultura e Tecnologia. O modelo visa avaliar o grau de maturidade das unidades ministeriais a partir de critérios como integração tecnológica, práticas de inovação, estrutura organizacional e capacidade de gestão digital.

Este trabalho tem como objetivo analisar os dados da avaliação de maturidade digital aplicada ao Ministério Público, com o intuito de identificar padrões estruturais relevantes. Para isso, empregou-se três abordagens principais: a Teoria de Resposta ao Item (TRI) [Baker 2001], Regras de Associação [Agrawal et al. 1993] e a correlação entre as dimensões do DDD-MMP.

A combinação dessas técnicas (TRI e Regras de Associação), proporciona uma análise abrangente e multidimensional da maturidade digital no Ministério Público. A TRI avalia a capacidade das unidades em diferentes dimensões, enquanto as Regras de Associação identificam práticas institucionais correlacionadas a níveis mais elevados de desempenho. Essa abordagem combinada transcende uma simples classificação de maturidade, permitindo mapear fatores que impulsionam o sucesso e oferecer caminhos práticos para o avanço das unidades na jornada de Transformação Digital (TD).

2. Fundamentação Teórica

A TD refere-se à adoção estratégica de tecnologias digitais com o objetivo de melhorar processos, modelos de negócios e a entrega de valor às partes interessadas [Westerman et al. 2011]. No setor público, ela tem sido impulsionada pela necessidade de aumentar a eficiência administrativa, melhorar a experiência do cidadão e tornar os serviços mais acessíveis, responsivos e orientados por dados [Janowski 2015].

O conceito de maturidade digital descreve o grau de capacidade de uma organização em adotar, integrar e utilizar tecnologias digitais de forma estratégica [Proença et al. 2020]. Avaliar essa maturidade é fundamental para entender o estágio em que a instituição se encontra em sua jornada de TD.

Modelos de maturidade digital específicos para o setor público têm sido desenvolvidos para apoiar diagnósticos estruturados. Tais modelos normalmente contemplam múltiplas dimensões, como infraestrutura tecnológica, competências humanas, cultura organizacional e governança digital [Gomes et al. 2021]. Organizações com maior maturidade digital tendem a apresentar maior integração entre áreas, uso intensivo de dados, processos automatizados e maior capacidade de resposta a demandas sociais [Luna et al. 2022].

Com o objetivo de estabelecer uma abordagem estruturada para mensurar a

maturidade digital de suas unidades, o Conselho Nacional do Ministério Público (CNMP) instituiu, em conformidade com a Resolução nº 276/2023, o Modelo de Maturidade Digital do Ministério Público (MMD-MP) [Freitas et al. 2024]. Esse modelo é parte integrante da Estratégia Nacional do Ministério Público Digital, criada pela Resolução nº 257/2023 [do Ministério Público 2023].

O MMD-MP organiza a avaliação de maturidade digital em oito dimensões:

1. **Estratégia Digital** – Avalia a existência de diretrizes estratégicas orientadas pela transformação digital.
2. **Serviços ao Cidadão** – Mede a digitalização e acessibilidade dos serviços prestados à população.
3. **Pessoas** – Examina a capacitação e alocação de recursos humanos voltados à inovação e TI.
4. **Governança** – Avalia o uso de boas práticas e metodologias de gestão de TI e serviços.
5. **Liderança** – Considera a atuação dos líderes na promoção da transformação digital.
6. **Operações** – Analisa a infraestrutura e a gestão de recursos para apoiar a transformação.
7. **Cultura** – Verifica o estímulo à experimentação, colaboração e inovação.
8. **Tecnologia** – Avalia o uso de ferramentas tecnológicas, integração de sistemas e dados.

Cada dimensão é avaliada por meio de um conjunto de indicadores específicos com pesos distintos. Os resultados são convertidos em um índice percentual que classifica a unidade em sete níveis de maturidade, variando de “Não Digital” a “Líder Digital”. O modelo tem como diferencial sua adequação ao contexto institucional do Ministério Público, considerando tanto fatores tecnológicos quanto aspectos culturais e estratégicos.

3. Metodologia

3.1. Tipo e Abordagem da Pesquisa

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa quantitativa, de natureza aplicada e com abordagem exploratória. A pesquisa fundamenta-se no uso de métodos estatísticos e algoritmos de mineração de dados para identificar padrões relevantes entre práticas institucionais e os níveis de maturidade digital atribuídos.

3.2. Fonte dos Dados

Os dados utilizados foram coletados por meio da aplicação do MMD-MP. A base de dados é composta por formulários preenchidos pelas 30 unidades ministeriais, abrangendo todas as oito dimensões do modelo.

As respostas foram organizadas em um formato tabular, com itens pontuados conforme os critérios definidos no modelo, permitindo a construção de um conjunto de dados estruturados adequado à análise computacional.

3.3. Técnicas Analíticas Utilizadas

Três abordagens analíticas principais foram aplicadas para a análise dos dados:

- **Teoria de Resposta ao Item (TRI)** – Técnica estatística oriunda da Psicometria, utilizada para estimar parâmetros dos itens (discriminação e dificuldade) e a proficiência das unidades nas diferentes dimensões avaliadas [Baker 2001].
- **Regras de Associação** – Técnica clássica de mineração de dados aplicada para descobrir padrões frequentes e relações de coocorrência entre atributos das unidades [Agrawal et al. 1993].
- **Correlação entre Dimensões** – Análise estatística baseada no coeficiente de correlação de Pearson, empregada para avaliar as interdependências entre as dimensões do modelo de maturidade digital, permitindo identificar áreas de sinergia e possíveis desalinhamentos que impactam o progresso da TD.

A escolha da TRI, das Regras de Associação e da análise de correlação justifica-se pela sua complementaridade e adequação aos objetivos da pesquisa. A TRI oferece uma modelagem robusta para estimar a habilidade das unidades em escalas latentes de maturidade, além de avaliar a qualidade dos itens do questionário com base em parâmetros como discriminação e dificuldade, permitindo identificar quais práticas melhor distinguem unidades mais maduras. As Regras de Associação possibilitam a descoberta de relações latentes entre práticas institucionais, gerando *insights* práticos e açãoáveis sobre fatores associados a altos níveis de maturidade digital. Já a análise de correlação entre dimensões revela como as diferentes áreas do modelo de maturidade interagem, destacando interdependências que podem orientar estratégias integradas de transformação digital, sendo todas essas abordagens especialmente úteis para fornecer subsídios à gestão pública na priorização de ações.

4. Resultados e Discussões

4.1. Análise com Teoria de Resposta ao Item

A Teoria de Resposta ao Item (TRI) foi utilizada neste estudo com o objetivo de estimar dois elementos principais: (i) a proficiência digital de cada unidade institucional do Ministério Público; e (ii) os parâmetros de cada item do modelo, indicando seu poder discriminativo e grau de dificuldade. Para isso, foi adotado o modelo logístico de dois parâmetros (2PL), amplamente utilizado em contextos de avaliação educacional e adaptado aqui para um cenário organizacional.

No modelo 2PL, a probabilidade de uma unidade obter sucesso em um item depende de sua proficiência θ (maturidade digital) e dos parâmetros do item: a (discriminação) e b (dificuldade). Itens com alto valor de a são mais eficazes para diferenciar unidades com níveis distintos de proficiência; já itens com valores altos de b exigem maior maturidade para serem considerados como atendidos.

Os itens com maior discriminação foram majoritariamente associados às dimensões *Estratégia*, *Governança* e *Tecnologia*, evidenciando que essas áreas são especialmente sensíveis à variação de maturidade entre as unidades. Por outro lado, itens com baixa discriminação foram observados principalmente em *Operações* e *Serviços*, sugerindo que tais práticas são adotadas de forma mais homogênea pelas instituições.

Em relação à dificuldade dos itens, observou-se que indicadores relacionados à liderança digital, cultura de inovação e atuação estratégica dos gestores foram classificados como de alta dificuldade. Isso reflete a persistência de desafios na transformação cultural e na capacitação de lideranças voltadas à era digital, mesmo entre unidades que apresentaram bons desempenhos em aspectos técnicos e operacionais.

A TRI mostrou-se eficaz tanto para estimar a maturidade digital institucional quanto para avaliar a consistência e a sensibilidade do modelo de maturidade adotado. Essa abordagem reforça a utilidade da TRI em avaliações organizacionais, sobretudo quando se deseja capturar diferenças sutis entre unidades avaliadas por múltiplas dimensões.

4.2. Regras de Associação

A técnica de Regras de Associação foi empregada com o objetivo de identificar padrões de coocorrência entre atributos institucionais e níveis de maturidade digital observados nas unidades do Ministério Público. Para isso, utilizou-se o algoritmo Apriori, amplamente conhecido por sua eficiência na descoberta de relações frequentes em grandes conjuntos de dados categóricos [Agrawal et al. 1993].

Foram definidos os seguintes critérios mínimos para extração das regras:

- **Suporte** $\geq 0,3$: a regra deve ocorrer em pelo menos 30% das instâncias.
- **Confiança** $\geq 0,8$: a probabilidade da consequência ocorrer dado o antecedente deve ser de no mínimo 80%.
- **Lift** $> 1,2$: a relação entre antecedente e consequente deve ser estatisticamente mais significativa que o acaso.

Com base nesses critérios, foram extraídas mais de 50 regras, das quais aproximadamente 10 foram consideradas relevantes após filtragem semântica e validação com especialistas do domínio.

A Tabela 1 apresenta 09 exemplos das principais regras extraídas. As regras extraídas revelam relações consistentes entre fatores estruturais e o desempenho em dimensões específicas do modelo. Por exemplo, a existência de governança digital formalizada está fortemente associada à presença de uma estratégia digital clara, reforçando a hipótese de que ações organizadas em torno da governança promovem melhor alinhamento institucional.

A partir da análise das regras extraídas, nota-se que a presença de elementos estruturais — como governança digital formalizada, comitês de inovação, equipes de TI capacitadas e planejamento estratégico digital — está fortemente correlacionada com melhores resultados em dimensões como Estratégia, Liderança, Cultura, Tecnologia e Serviços ao Cidadão. Por exemplo, a regra R20, com *lift* de 2.0769, destaca que a presença de equipes e estruturas dedicadas à governança, combinada com a digitalização, está associada à adoção de metodologias ágeis em 90% dos casos.

Outras regras revelaram a importância da capacitação técnica e da infraestrutura organizacional. A presença de uma equipe de TI especializada ou de um plano de capacitação em tecnologias da informação mostrou forte associação com altos níveis nas dimensões Tecnologia e Serviços Digitais. Da mesma forma, a adoção de plataformas

Regra	Antecedentes	Consequentes	Suporte	Confiança	Lift
R3	Possui estrutura organizacional para o tema Inovação, Possui estrutura organizacional para o tema Governança de TI	Há mecanismos de reconhecimento ou premiação para iniciativas inovadoras institucionais, Adota metodologia Ágil para desenvolvimento de sistemas, Possui estrutura organizacional para o tema Governança Institucional	0,40	0,80	1,50
R7	Possui estrutura organizacional para o tema Inovação, Adota metodologia Ágil para desenvolvimento de sistemas, Possui estrutura organizacional para o tema Governança de TI	Possui estrutura organizacional para o tema Governança Institucional, Há mecanismos de reconhecimento ou premiação para iniciativas inovadoras institucionais, Todos os processos da área-méio tramitam em meio digital	0,33	0,83	1,67
R10	Possui pelo menos 1 pessoa exclusiva para tratar do tema Inovação	Possui estrutura organizacional para o tema Inovação, Há mecanismos de reconhecimento ou premiação para iniciativas inovadoras institucionais	0,33	0,91	1,60
R41	Possui pelo menos 1 pessoa exclusiva para tratar do tema Inovação	Possui estrutura organizacional para o tema Inovação, Há mecanismos de reconhecimento ou premiação para iniciativas inovadoras institucionais, Possui estrutura organizacional para o tema Governança Institucional, Possui estrutura organizacional para o tema Governança de TI	0,33	0,91	1,95
R1	Possui pelo menos 1 pessoa parcial para tratar do tema Inovação, Há mecanismos de reconhecimento ou premiação para iniciativas inovadoras institucionais, Todos os processos da área-méio tramitam em meio digital, Possui estrutura organizacional para o tema Gov Institucional	Possui pelo menos 1 pessoa parcial para tratar do tema TD, Possui estrutura organizacional para o tema Inovação	0,3	0,82	2,05
R7	Possui pelo menos 1 pessoa parcial para tratar do tema Inovação, Há mecanismos de reconhecimento ou premiação para iniciativas inovadoras institucionais, Todos os processos da área-fim tramitam em meio digital, Possui estrutura organizacional para o tema Gov Institucional	Possui pelo menos 1 pessoa parcial para tratar do tema TD, Possui estrutura organizacional para o tema Inovação	0,3	0,90	2,25
R17	Possui pelo menos 1 pessoa parcial para tratar do tema Inovação, Possui estrutura organizacional para o tema Governança Institucional, Adota metodologia Ágil para desenvolvimento de sistemas, Todos os processos da área-méio tramitam em meio digital, Há mecanismos de reconhecimento ou premiação para iniciativas inovadoras	Possui estrutura organizacional para o tema Inovação, Possui estrutura organizacional para o tema Governança de TI	0,3	1,00	2,00
R20	Possui pelo menos 1 pessoa parcial para tratar do tema Inovação, Possui pelo menos 1 pessoa parcial para tratar do tema Gov TI, Possui estrutura organizacional para o tema Governança de TI, Possui estrutura organizacional para o tema Governança Institucional, Todos os processos da área-méio tramitam em meio digital, Há mecanismos de reconhecimento ou premiação para iniciativas inovadoras institucionais	Adota metodologia Ágil para desenvolvimento de sistemas, Possui estrutura organizacional para o tema Inovação	0,3	0,90	2,08
R25	Possui pelo menos 1 pessoa parcial para tratar do tema Inovação, Possui estrutura organizacional para o tema Governança Institucional, Adota metodologia Ágil para desenvolvimento de sistemas, Todos os processos da área-méio tramitam em meio digital, Há mecanismos de reconhecimento ou premiação para iniciativas inovadoras institucionais	Possui pelo menos 1 pessoa parcial para tratar do tema Gov TI, Possui estrutura organizacional para o tema Governança de TI, Possui estrutura organizacional para o tema Inovação	0,3	1,00	2,00

Table 1. Regras de Associação Selecionadas

de serviços e a integração de sistemas se mostraram práticas correlacionadas com maior maturidade em Operações e Serviços ao Cidadão.

Esses resultados sugerem que fatores organizacionais concretos — que podem ser planejados, implementados e monitorados — têm impacto direto na maturidade digital das instituições. Além disso, tais padrões podem servir como referências para unidades com menor desempenho, orientando intervenções com base em boas práticas observadas em contextos semelhantes.

4.3. Discussão dos Resultados

Os resultados apontam que a maturidade digital no Ministério Público brasileiro ainda é desigual, com instituições em diferentes estágios de transformação. Embora algumas unidades apresentem práticas consolidadas, outras ainda enfrentam barreiras estruturais, como a ausência de planejamento estratégico digital, baixa capacitação em TIC e carência de lideranças digitais.

Do ponto de vista da TRI, observou-se uma concentração de proficiência em dimensões mais operacionais e estruturais, como *Tecnologia e Serviços ao Cidadão*, com valores mais elevados de acerto nos itens correspondentes. Em contrapartida, as dimensões *Cultura Digital, Pessoas e Liderança* apresentaram menor desempenho geral, refletindo a dificuldade institucional em desenvolver capacidades mais subjetivas,

relacionadas à mudança organizacional, à inovação e ao protagonismo digital dos gestores.

Os parâmetros estimados pela TRI também permitiram avaliar a qualidade dos itens do modelo MMD-MP. Itens com alta discriminação, especialmente nas dimensões de *Governança, Estratégia e Tecnologia*, mostraram-se mais eficazes na diferenciação entre unidades com distintos níveis de maturidade, o que valida sua importância na composição do instrumento avaliativo. Por outro lado, itens com baixa discriminação e baixa dificuldade indicam práticas já consolidadas no conjunto das unidades, com menor capacidade de gerar diferenciação, mas que podem ser usados como referência para padrões mínimos.

A aplicação de Regras de Associação revelou correlações relevantes entre práticas institucionais e altos níveis de maturidade digital. A presença de estruturas formais, como comitês de transformação digital, planos estratégicos e indicadores de desempenho, esteve fortemente associada a melhores resultados nas dimensões de *Estratégia, Governança, Liderança e Cultura*. Isso sugere que práticas organizacionais deliberadas têm papel determinante na evolução da maturidade institucional.

Complementando essa análise, as correlações positivas entre **Gestão e Governança, Tecnologia e Pessoas** sugerem que esforços conjuntos nessas áreas podem gerar impactos sinérgicos, como a melhoria na eficiência operacional.

A baixa correlação da **Estratégia Digital** com outras dimensões reforça a necessidade de intervenções específicas para desenvolver estratégias digitais mais robustas, como sugerido nos resultados do TRI, onde unidades com baixa habilidade latente θ demandam ações prioritárias nesse aspecto.

A independência relativa da dimensão **Operações** e a fraca correlação da **Cultura** com dimensões como **Tecnologia** (0,27) indicam que, apesar de algumas práticas estarem consolidadas (como a digitalização de processos), há uma falta de integração mais ampla, o que pode limitar o progresso na transformação digital sustentável.

5. Conclusão

Este artigo apresentou uma análise baseada em dados sobre o nível de maturidade digital das 30 unidades do Ministério Público brasileiro, a partir da aplicação do MMD-MP. Para isso, foram utilizadas três abordagens complementares: a Teoria de Resposta ao Item (TRI), com foco na estimativa de proficiências institucionais e qualidade dos itens avaliativos; regras de associação, com o objetivo de descobrir padrões estruturais relevantes entre práticas institucionais e a correlação entre as dimensões do MMD-MP.

Os resultados indicaram significativa variabilidade nos níveis de maturidade digital entre as unidades, com destaque positivo nas dimensões de Tecnologia e Serviços ao Cidadão, e lacunas recorrentes nas dimensões de Estratégia Digital, Cultura, Pessoas e Liderança. As regras de associação evidenciaram a importância de fatores organizacionais, como governança digital estruturada e liderança ativa, para o avanço da maturidade digital. A correlação mostra que dimensões como Gestão e Governança, Tecnologia e Pessoas estão interconectadas, sugerindo que melhorias nessas áreas podem impulsionar a maturidade digital de forma integrada. No entanto, a Estratégia Digital e, em menor grau, as Operações, mostram-se desalinhadas, apontando para lacunas críticas

que precisam ser abordadas para avançar na transformação digital. As três técnicas associadas além de se complementarem, reforçam os achados.

A principal contribuição deste trabalho reside na aplicação integrada de técnicas de mineração de dados a um modelo de avaliação institucional no setor público. Essa abordagem permitiu não apenas validar o instrumento utilizado, mas também oferecer subsídios estratégicos para gestores públicos na formulação de ações baseadas em evidências.

References

- Agrawal, R., Imieliński, T., and Swami, A. (1993). Mining association rules between sets of items in large databases. In *Proceedings of the 1993 ACM SIGMOD international conference on Management of data*, pages 207–216. ACM.
- Baker, F. (2001). *The Basics of Item Response Theory*. ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation.
- Brynjolfsson, E. and McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company.
- da Economia, M. (2020). Estratégia de governo digital 2020-2022. <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/estrategia-de-governo-digital>.
- do Ministério Público, C. N. (2023). Resolução cnmp nº 257, de 14 de março de 2023 – institui a estratégia nacional do ministério público digital. <https://www.cnmp.mp.br>. Acessado em: mar. 2025.
- Freitas, L. M. d. A., Zattar, G. A. P., Silva Júnior, P. C. S. d., and Pedrosa, G. V. (2024). Avaliando a maturidade digital no ministério público brasileiro: uma ferramenta para diagnóstico da transformação digital. *Revista de Gestão e Secretariado*, 15(9):e4213.
- Gomes, R., Lima, T., and Pinho, M. (2021). Avaliação de maturidade digital em organizações públicas: Uma revisão sistemática. In *Anais do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*.
- Janowski, T. (2015). Digital government evolution: From transformation to contextualization. *Government Information Quarterly*, 32(3):221–236.
- Luna, F., Ribeiro, D., and Costa, J. (2022). Modelo para avaliação de maturidade digital em Órgãos públicos federais. In *Anais do Workshop de Computação Aplicada em Governo Eletrônico (WCGE)*.
- Moraes, R. (2021). Governo digital e transformação da gestão pública no brasil: Avanços e desafios. *Revista de Administração Pública*, 55(2):1–25.
- Proença, D., Araújo, M., and Vieira, V. (2020). Digital maturity and transformation in the public sector: A systematic review. *Government Information Quarterly*, 37(4):101473.
- Westerman, G., Bonnet, D., and McAfee, A. (2011). Digital transformation: A roadmap for billion-dollar organizations. *MIT Center for Digital Business and Capgemini Consulting*, 1:1–68.