

Universidade de Brasília (UnB)

Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas (FACE)

Departamento de Administração (ADM)

Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA)

Especialização em Gestão Pública Municipal

Marcelo Rodrigo da Silva

MINERAÇÃO DE PROCESSOS NA GESTÃO PÚBLICA: uma revisão sistemática sobre aplicações, contribuições e desafios para a governança

Brasília (DF)

2026

Marcelo Rodrigo da Silva

MINERAÇÃO DE PROCESSOS NA GESTÃO PÚBLICA: uma revisão sistemática sobre aplicações, contribuições e desafios para a governança

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Administração e ao PPGA da Universidade de Brasília como requisito parcial para a obtenção do certificado de Especialista em Gestão Pública Municipal.

Orientador(a): Prof. Dr. Alex Laquis Resende

MARCELO RODRIGO DA SILVA

MINERAÇÃO DE PROCESSOS NA GESTÃO PÚBLICA: uma revisão sistemática sobre aplicações, contribuições e desafios para a governança

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. Alex Laquis Resende
PPGA/FACE/UnB
Presidente – Orientador

_____

Prof. Dr. Cláudio Moreira Santana
CCA/UnB
Membro Externo

Brasília (DF)
2026

RESUMO

Este estudo tem como objetivo sistematizar a produção científica brasileira sobre a aplicação da mineração de processos na gestão pública, com ênfase no nível municipal. Adota-se uma revisão sistemática da literatura, fundamentada no *Business Process Management*, na gestão baseada em evidências e nas teorias de governança e *accountability*, que sustentam a relevância da técnica para a modernização administrativa. Os resultados evidenciam que a mineração de processos tem sido aplicada principalmente para mapear fluxos administrativos, identificar gargalos, retrabalhos e desvios de conformidade. Observa-se ainda a predominância de estudos em órgãos federais e estaduais, revelando lacuna significativa no contexto municipal. As conclusões indicam que a técnica contribui para eficiência, transparência, padronização e fortalecimento da governança pública, embora desafios como baixa qualidade dos logs, limitações tecnológicas e barreiras organizacionais ainda restrinjam sua implementação. O estudo contribui ao sistematizar evidências, identificar tendências e apontar oportunidades para ampliar o uso da mineração de processos como instrumento estratégico para a gestão pública municipal.

Palavras-chave: Mineração de Processos; Gestão Pública Municipal; Governança; Transparência.

ABSTRACT

This study aims to systematize Brazilian scientific literature on the application of process mining in public administration, with an emphasis on the municipal level. It employs systematic literature review grounded in Business Process Management, evidence-based management, and theories of governance and accountability, which support the relevance of this technique for administrative modernization. The results show that process mining has been applied primarily to map administrative workflows, identify bottlenecks, rework, and compliance deviations. There is also a predominance of studies in federal and state agencies, indicating a significant gap in the municipal context. The conclusions suggest that the technique contributes to efficiency, transparency, standardization, and the improvement of public governance, although challenges such as poor-quality logs, technological limitations, and organizational barriers still limit its implementation. The study contributes by systematizing evidence, identifying trends, and pointing out opportunities to expand the use of process mining as a strategic tool for municipal public management

Keywords: Process Mining; Municipal Public Management; Governance; Transparency.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 6

1.1 Contextualização e Justificativa 6

1.2 Problema de Pesquisa 10

1.3 Objetivos 13

1.4 Estrutura do Trabalho 13

2. REFERENCIAL TEÓRICO 15

2.1 A Modernização do Estado e a Governança Digital Municipal 15

2.2 Gestão de Processos de Negócio (BPM) e Evidências Empíricas 19

2.3 Mineração de Processos: Conceitos, Técnicas e Algoritmos 23

2.3.1 Logs de Eventos e a Unidade de Análise 26

2.3.2 Descoberta, Conformidade e Aprimoramento 28

2.4 A Mineração de Processos aplicada ao Setor Público 30

2.4.1 Transparência, Eficiência e *Accountability* 31

2.4.2 Desafios Técnicos e Barreiras Organizacionais 34

3. MÉTODOS E TÉCNICAS DA PESQUISA 36

3.1 Caracterização da Pesquisa 36

3.1.1 Mapeamento sistemático da literatura 37

3.2 Local e Período da Pesquisa 39

3.3 População e Amostra 40

3.4 Instrumentos de Coleta de Dados 42

3.5 Procedimentos de Coleta de Dados 43

3.6 Tratamento e Análise dos Dados 45

3.7 Limitações do Estudo 45

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 46

4.1 Estatísticas descritivas 46

4.2 Mapeamento dos processos administrativos e técnicas de mineração de processos 52

4.3 Mapeamento dos benefícios, desafios e limitações 59

4.4 Discussão dos Resultados e análise comparativa entre os níveis da administração pública 64
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 67
REFERÊNCIAS 70
APÊNDICES 77

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e Justificativa

Ao final da década de 1990, o ambiente corporativo enfrentava uma transformação paradigmática, marcada pela transição da produção para a customização em massa e pela necessidade de agilidade competitiva (Porter, 1996). O funcionamento dos negócios, até então pautado em estruturas departamentais isoladas (silos), passou a ser questionado por metodologias que enfatizavam a visão por processos, como a Reengenharia de Processos de Negócio (BPR). Segundo Hammer e Champy (1993), as organizações precisavam de um “recomeço radical”, abandonando modelos obsoletos da era industrial para focar em fluxos que gerassem valor direto ao cliente. Davenport (1998) complementa essa visão ao destacar que a inovação de processos não era apenas uma escolha gerencial, mas uma exigência de sobrevivência em mercados cada vez mais voláteis e globalizados.

Neste cenário, a tecnologia da informação deixou de ser apenas um suporte administrativo para tornar-se o motor de transformação dos processos organizacionais. A implementação em larga escala de sistemas de *Enterprise Resource Planning* (ERP) e de *Workflow Management Systems* (WfMS) permitiu que as empresas e o Estado iniciassem um processo de digitalização de suas operações, criando, pela primeira vez, uma infraestrutura capaz de registrar transações complexas em tempo real em um ambiente virtual (Davenport, 1993). No entanto, como observado por Zuboff (1988), a tecnologia não apenas automatizava as tarefas, informatizava a organização, gerando uma quantidade sem precedentes de dados subutilizados. Essa saturação de sistemas, que embora integrassem a empresa e seus processos organizacionais, muitas vezes não ofereciam visibilidade sobre a execução real desses processos, criando terreno fértil para o surgimento de novas abordagens analíticas no final da década 1990 e início dos anos 2000.

Foi justamente como resposta a essa “informatização”, descrita por Zuboff (1988), e à necessidade de validar as reengenharias, propostas por Hammer e Champy (1993), que a Mineração de Processos surgiu. No campo científico da ciência da computação, a disciplina nasceu para sanar a discrepância entre a modelagem teórica de sistemas e o

comportamento real registrado nos logs de eventos dos sistemas ERP e WfMS que se consolidaram nos anos 1990. Historicamente, os trabalhos pioneiros de Agrawal, Gunopulos e Leymann (1998) estabeleceram as bases para a extração de modelos de grafos a partir de logs de fluxos de trabalho, mas foi na virada do milênio, sob a liderança de Van der Aalst (1997, 1999), que o campo se formalizou. Inicialmente focada na descoberta automática de modelos, a disciplina evoluiu rapidamente para incluir a verificação de conformidade e o aprimoramento, consolidando-se como uma ponte técnica entre a mineração de dados tradicional e a modelagem de processos (Van der Aalst; Weijters; Maruster, 2004).

A mineração de processos está inserida no campo científico do *Business Process Management* (BPM) e constitui sua vertente baseada em evidências (*Evidence-based* BPM). Enquanto o BPM tradicional apoiava-se predominantemente em métodos qualitativos e modelos ideais (*to-be*), a mineração de processos introduz o rigor empírico necessário para o ciclo de vida de BPM moderno (Dumas *et al.*, 2018). Ela atua na fase de monitoramento e análise, permitindo que a gestão deixe de ser um exercício de intuição para se tornar uma análise diagnóstica de alta precisão. Segundo o *Process Mining* Manifesto (Van der Aalst *et al.*, 2012), essa integração é o que permite transformar grandes volumes de dados operacionais em transparência organizacional, tornando a mineração de processos a espinha dorsal tecnológica do BPM contemporâneo.

A mineração de processos consolidou-se como uma disciplina analítica essencial, situada na interseção entre ciência de dados e gestão de processos de negócios, ao possibilitar a descoberta, o monitoramento e a melhoria de processos por meio da extração de conhecimento de logs de eventos registrados em sistemas de informação (Kesici *et al.*, 2022). Conforme destacado por Loyola-González (2023), a mineração de processos permite que as organizações compreendam seus processos de ponta a ponta, revitalizando a gestão de processos em ambientes complexos ao possibilitar uma compreensão mais aprofundada e orientada por dados.

Nesse contexto, a mineração de processos se destaca como uma abordagem que utiliza logs de eventos para reconstruir, de forma empírica, o fluxo real de atividades administrativas. Diferentemente dos métodos tradicionais de mapeamento, baseados em

entrevistas e modelos idealizados, a mineração de processos permite identificar gargalos, retrabalhos, desvios de conformidade e padrões ocultos, oferecendo uma visão objetiva e baseada em evidências sobre o funcionamento dos processos organizacionais (Van der Aalst, 2016).

A literatura demonstra que a mineração de processos é um campo que tem evoluído rapidamente, tanto em profundidade científica quanto em amplitude de aplicações organizacionais e avanços metodológicos.

Do ponto de vista científico, os mapeamentos de Garcia *et al.*, (2019) e Maita *et al.* (2017) evidenciam o crescimento expressivo do volume de publicações e a diversificação dos temas investigados. Garcia *et al.* (2019) mapearam os tópicos ativos de pesquisa em mineração de processos, identificando os principais algoritmos utilizados e classificando os domínios de aplicação dessa técnica. Após analisarem 1278 artigos publicados entre 2002 e 2018, evidenciando um crescimento contínuo e expressivo da produção científica, Garcia *et al.* (2019) constataram que os tópicos mais pesquisados estavam associados aos algoritmos de descoberta de processos, seguidos pela verificação de conformidade e pelas melhorias na arquitetura e nas ferramentas. Maita *et al.* (2017), ao examinarem 705 estudos entre 2005 e 2014, reforçam essa tendência ao mostrar que algoritmos de descoberta de processos representam 71% das contribuições, mas também apontam limitações importantes: técnicas avançadas de inteligência computacional ainda são subutilizadas, apesar de seu potencial para lidar com problemas de robustez, generalização e precisão. Esses dois estudos revelam que o campo evoluiu rapidamente em termos científicos, passando de um conjunto de técnicas emergentes para um ecossistema estruturado, com taxonomias, métodos, algoritmos e perspectivas analíticas bem definidas.

Além da evolução científica, a literatura evidencia uma expansão significativa das aplicações práticas de mineração de processos. Garcia *et al.* (2019) identificam que os setores com maior número de estudos de caso incluem saúde, tecnologia da informação, manufatura, educação, finanças e logística. A predominância do setor de saúde é particularmente relevante, pois reflete a complexidade e a variabilidade dos processos clínicos, que se beneficiam de técnicas capazes de revelar desvios, gargalos e

oportunidades de melhoria. Zerbino, Stefanini e Aloini (2021) ampliam essa análise ao examinar 145 artigos com foco em gestão e tomada de decisão. Os autores mostram que a mineração de processos tem sido aplicada em diversas funções da cadeia de valor — operações, logística, serviços, marketing e recursos humanos — e pode apoiar decisões em diferentes níveis organizacionais.

Thiede, Fuerstenau e Barquet (2018) complementam essa perspectiva ao investigar especificamente como a tecnologia de mineração de processos tem sido utilizada por organizações, com base em estudos empíricos publicados na literatura. A principal conclusão é que a maioria dos estudos ainda se concentra em cenários simples, envolvendo um único sistema ou uma única organização, o que evidencia uma lacuna importante: a baixa incidência de estudos que abordam processos interorganizacionais, integração de múltiplos sistemas heterogêneos ou cadeias de valor completas.

No âmbito da administração pública, a adoção da mineração de processos tem se mostrado estratégica para enfrentar desafios estruturais relacionados à baixa visibilidade dos fluxos administrativos, à dificuldade de monitorar conformidade e à necessidade de decisões baseadas em dados. Estudos recentes demonstram que a técnica revela retrabalhos, desvios, baixa padronização e complexidade oculta em processos governamentais, contribuindo para a melhoria da prestação de serviços e para o fortalecimento da governança baseada em dados (Araujo *et al.*, 2023; Neubauer *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2025).

Além disso, é importante ressaltar que a adoção da mineração de processos depende de fatores organizacionais, depende não apenas de aspectos técnicos, mas também da aceitação dos servidores, que tendem a perceber a tecnologia como útil, compatível e facilitadora quando possuem conhecimento prévio sobre seu funcionamento (Racis; Spano, 2025).

Diante desse panorama, torna-se evidente que a mineração de processos representa uma oportunidade estratégica para modernizar a gestão pública municipal. A relevância do tema decorre da urgência em fortalecer práticas de governança baseadas em dados, ampliar a transparência e aprimorar a capacidade dos municípios de monitorar, avaliar e melhorar seus processos internos. Assim, investigar como a literatura

científica aborda a aplicação da mineração de processos no contexto municipal e quais contribuições essa tecnologia oferece para a gestão pública constitui um passo fundamental para orientar políticas, decisões e investimentos em inovação administrativa.

1.2 Problema de Pesquisa

Apesar dos avanços na digitalização, a gestão pública municipal ainda enfrenta limitações significativas relacionadas à baixa visibilidade dos fluxos administrativos, à presença de gargalos ocultos, ao retrabalho e à dificuldade de verificar a conformidade com normas e procedimentos (Garcia *et al.*, 2019). Essas fragilidades não são meramente operacionais, elas decorrem, em grande medida, da herança burocrática weberiana que caracteriza o Estado moderno. Conforme Weber (1922), a burocracia clássica estrutura-se em torno de regras formais, hierarquia rígida e impessoalidade, o que, paradoxalmente, pode gerar rigidez processual, baixa adaptabilidade e dificuldade de inovação, fenômeno que Merton (1940) denominou “disfunções da burocracia”, nas quais os meios (regras e procedimentos) se sobrepõem aos fins (eficiência e resultados). Essas disfunções comprometem a eficiência operacional, a transparência e a capacidade de tomada de decisão sustentada em evidências.

No campo da administração pública contemporânea, correntes teóricas como o *New Public Management* (NPM), conceito trazido por Hood (1991) e Osborne e Gaebler (1992), o *Digital Era Governance*, formulado por Dunleavy *et al.* (2005), propõem a superação do modelo burocrático clássico por meio da incorporação de práticas gerenciais orientadas a resultados, eficiência e uso intensivo de tecnologias da informação. É nesse contexto que a mineração de processos se insere como ferramenta analítica capaz de conectar a gestão por processos (BPM) à ciência de dados, oferecendo uma via concreta para a modernização administrativa.

A mineração de processos apresenta-se como uma abordagem promissora para enfrentar esses desafios, ao permitir a descoberta de fluxos “*as-is*”, a identificação de desvios e a mensuração de desempenho a partir de dados reais (Van der Aalst, 2016). Sob a ótica da teoria da gestão baseada em evidências (*Evidence-Based Management*), proposta por Pfeffer e Sutton (2006) e aplicada ao setor público por Nutley, Walter e

Davies (2009), a mineração de processos oferece um método rigoroso para substituir intuições e suposições por diagnósticos objetivos baseados em dados factuais extraídos de sistemas transacionais. A aderência entre a técnica e essa corrente teórica é direta: enquanto o *Evidence Based Management* defende que decisões gerenciais devem fundamentar-se nas melhores evidências disponíveis, a mineração de processos fornece as evidências empíricas sobre o funcionamento real dos processos.

Do ponto de vista da teoria dos processos de negócio (BPM), sistematizada por Hammer (2010) e Dumas *et al.* (2018), a mineração de processos representa a evolução natural do ciclo BPM (modelagem, implementação, execução, monitoramento e otimização), automatizando a fase de descoberta e análise. Van der Aalst (2016) complementa ao afirmar que a mineração de processos permite descobrir automaticamente modelos de processos, verificar a conformidade entre o processo executado e os modelos previamente definidos (*conformance checking*), além de identificar oportunidades de melhoria nos fluxos organizacionais por meio de análises preditivas e prescritivas (Van der Aalst, 2016; Araujo *et al.*, 2023).

Fioretto (2023) destaca que a mineração de processos, ao integrar técnicas de ciência de dados e gestão de processos, permite descobrir, analisar e aprimorar fluxos reais de trabalho, sendo especialmente relevante para governos que enfrentam lentidão, retrabalho e baixa padronização. Ademais, sob a perspectiva da teoria da *accountability* desenvolvida por Schedler (1999) e aprofundada por O'Donnel (1998) e Pinho e Sacramento (2009) no contexto brasileiro, a técnica pode ampliar a transparência e o controle social ao permitir que órgãos de controle e cidadãos compreendam a execução real dos processos por meio de análises descritivas, preditivas e prescritivas, evidenciando gargalos, desvios e oportunidades de melhoria (Araujo *et al.*, 2023; Neubauer *et al.*, 2023). Essa capacidade dialoga diretamente com o princípio da transparência radical proposto por Tapscott e Ticoll (2003), segundo o qual a abertura de dados e processos fortalece a confiança pública e a integridade institucional.

Evidências empíricas no setor público demonstram que a técnica é capaz de revelar complexidade oculta e ineficiências, como observado em estudos de caso no Tribunal Regional Eleitoral do Tocantins, onde foram identificados ciclos longos e baixa

padronização de procedimentos, oferecendo subsídios concretos para gestão baseada em evidências (Silva *et al.*, 2025). Sob a ótica da teoria institucional de DiMaggio e Powell (1983), que explica como as organizações tendem ao isomorfismo — ou seja, à adoção de estruturas e práticas semelhantes por pressões coercitivas, miméticas e normativas —, a adoção da mineração de processos por órgãos públicos pode representar tanto uma resposta a pressões normativas por modernização quanto um movimento isomórfico mimético em relação a experiências bem-sucedidas em outros entes federativos. No campo jurídico-administrativo, Nai *et al.*, (2025) mostram que a combinação entre mineração de processos e enriquecimento de logs com modelos de linguagem amplia a capacidade de compreender procedimentos complexos, como compras públicas, favorecendo conformidade, controle e redução de riscos — achados que ecoam as proposições da teoria da conformidade normativa de Kelsen (1960) sobre a necessidade de alinhamento entre a norma abstrata e a execução concreta.

Diante desse contexto, emerge a seguinte questão de pesquisa: “Como a literatura científica brasileira tem abordado a aplicação de técnicas de mineração de processos na gestão pública, especialmente no nível municipal, e em que medida as aplicações, resultados e contribuições identificados se assemelham ou diferem daqueles observados em outros níveis da administração pública, como o estadual e o federal?”

A partir dessa questão, o estudo pretende sistematizar o conhecimento existente, identificar tendências e lacunas, contribuindo para o avanço teórico e prático da mineração de processos como ferramenta de modernização administrativa no nível municipal. A escolha do problema de pesquisa justifica-se pela crescente necessidade de modernização da gestão pública municipal, especialmente no que se refere à melhoria da eficiência, da transparência e da qualidade dos serviços prestados à sociedade. Nesse sentido, a mineração de processos apresenta potencial relevante como ferramenta de apoio à tomada de decisão, ao permitir a análise objetiva de como os processos administrativos ocorrem na prática, subsidiando ações de racionalização de fluxos, redução de custos e fortalecimento dos mecanismos de controle e governança.

1.3 Objetivos

Objetivo Geral: Sistematizar a produção científica sobre a aplicação de técnicas de mineração de processos na gestão pública no Brasil, com ênfase no nível municipal, mapeando temas, métodos, benefícios e desafios, bem como identificando contribuições para a eficiência administrativa, a governança e a gestão orientada a resultados.

Objetivos Específicos:

1. Mapear os principais processos administrativos abordados nos estudos;
2. Identificar e caracterizar as técnicas de mineração de processos utilizadas;
3. Identificar os benefícios gerenciais atribuídos à aplicação da mineração de processos na gestão pública;
4. Identificar os desafios apontados na literatura quanto à adoção da mineração de processos na gestão pública;
5. Comparar as aplicações, abordagens e resultados obtidos no nível municipal com aqueles identificados em outros níveis da administração pública, como o federal e o estadual.

1.4 Estrutura do Trabalho

A estrutura deste trabalho está organizada em cinco seções, cada uma articulada ao referencial teórico-metodológico que a sustenta.

A primeira seção apresenta a introdução, contextualizando o tema à luz da teoria da burocracia weberiana e das correntes contemporâneas de reforma do Estado (NPM e *Digital Era Governance*), explicitando o problema de pesquisa, os objetivos e a justificativa do estudo.

A segunda seção reúne o referencial teórico, estruturado em três eixos interligados: (a) a modernização do Estado, abordada pelas lentes do *New Public Management* (Hood, 1991), da governança digital (Dunleavy *et al.*, 2005) e da teoria institucional (DiMaggio; Powell, 1983); (b) os fundamentos do BPM, à luz da teoria de processos de negócio (Hammer, 2010; Dumas *et al.*, 2018) e da gestão da qualidade total

(Deming, 1990); e (c) os conceitos, técnicas e aplicações da mineração de processos no setor público, com base no arcabouço teórico de Van der Aalst (2016) e nos princípios do *Evidence-Based Management* (Pfeffer; Sutton, 2006), além da teoria da *accountability* (Schedler, 1999) como pilar normativo da transparência pública.

A terceira seção descreve os métodos e procedimentos adotados na pesquisa, uma revisão sistemática da literatura, alinhada aos preceitos metodológicos de Kitchenham (2004) para revisões em engenharia de software e sistemas de informação, detalhando sua caracterização, instrumentos, etapas de coleta e técnicas de análise dos dados.

A quarta seção apresenta e discute os resultados obtidos, organizados em eixos analíticos e interpretados à luz da literatura e das teorias de base (burocracia, NPM, BPM, institucionalismo, *accountability* e gestão baseada em evidências).

A quinta seção reúne as considerações finais, destacando os principais achados, limitações, contribuições teóricas e práticas, recomendações para a gestão municipal e sugestões para pesquisas futuras, à luz das lacunas identificadas e das tendências teóricas emergentes no campo da administração pública digital.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Modernização do Estado e a Governança Digital Municipal

A administração pública burocrática consolidou-se como marco da modernização estatal ao substituir a administração patrimonialista, rompendo com a confusão entre público e privado e instituindo uma administração baseada em legalidade, impessoalidade, profissionalização, hierarquia e regras formais que padronizam e racionalizam os processos administrativos (Bresser-Pereira, 2022a, 2022b; Carneiro; Menicucci, 2013).

Esse modelo racional-legal, conforme delineado por Weber, estrutura-se na centralização das decisões, na hierarquia e em uma configuração piramidal de autoridade que orienta e controla o funcionamento da máquina administrativa. Nesse arranjo, a burocracia estatal passa a ser composta por administradores profissionais, especialmente recrutados e treinados, que executam suas funções de forma neutra em relação aos agentes políticos. Ao ser aplicado ao setor público, esse modelo representa uma ruptura com práticas arbitrárias, reduzindo espaços para o nepotismo, clientelismo e patrimonialismo, introduzindo maior previsibilidade e estabilidade na implementação das atividades estatais, ao mesmo tempo em que fortalece os mecanismos de controle (Bresser-Pereira, 2022a, 2022b; Carneiro; Menicucci, 2013).

Embora a administração pública burocrática tenha representado um avanço significativo em relação ao patrimonialismo, sua promessa de eficiência não se confirmou diante da ampliação das funções estatais no século XX. À medida que o Estado liberal deu lugar a um Estado social mais complexo, tornou-se evidente que a burocracia não assegurava agilidade, qualidade ou economicidade na prestação dos serviços públicos. Pelo contrário, revelou-se um modelo marcado pela lentidão, pelos altos custos operacionais, pela rigidez procedimental e por uma orientação interna que frequentemente se distancia das necessidades concretas dos cidadãos (Bresser-Pereira, 2022a).

Diante desse cenário, a transição para a Nova Gestão Pública (*New Public Management* - NPM) ocorreu a partir da crise do Estado na década de 1970, motivada por necessidades de ajuste fiscal e eficiência, propondo que a administração pública

operasse com a agilidade das empresas privadas, deslocando o foco dos regulamentos internos para a entrega de resultados e a satisfação do cidadão (Carneiro; Menicucci, 2013).

A NPM emergiu no final do século XX como uma proposta de modernização administrativa que buscava aproximar o setor público das práticas da gestão empresarial. Essa abordagem passou a enfatizar a eficiência, a redução de custos e a obtenção de resultados mensuráveis, defendendo que a administração pública deveria operar com maior flexibilidade e autonomia gerencial. Nesse modelo, o cidadão é reinterpretado como cliente, o que implica reconhecer demandas individuais e orientar os serviços públicos para sua satisfação. Ao mesmo tempo, o gestor ganha maior margem de decisão para ajustar processos, firmar contratos, definir metas e monitorar o desempenho organizacional. A NPM introduz ainda o planejamento estratégico, indicadores de desempenho e mecanismos de avaliação baseados em resultados, substituindo parcialmente controles burocráticos tradicionais por instrumentos inspirados na competição de mercado (Motta, 2013).

O surgimento da NPM é apontado por Hood (1991) como uma das tendências internacionais mais impactantes na administração pública. Hood (1991) destaca que essa ascensão está intrinsecamente vinculada a “megatendências” administrativas globais, entre as quais se sobressai o desenvolvimento da automação e o uso intensivo das tecnologias de informação na produção e distribuição de serviços públicos.

Segundo Bresser-Pereira (2022a), a NPM caracteriza-se por um conjunto de mudanças orientadas a tornar o Estado mais flexível, responsivo e orientado a resultados. Esse modelo, de acordo com Bresser-Pereira (2022a), envolve a descentralização política, com a transferência de competências e recursos para governos regionais e locais, e a descentralização administrativa, que amplia a autonomia dos gestores. O foco do NPM desloca-se do cumprimento estrito de procedimentos para a avaliação posterior dos resultados alcançados, reforçando mecanismos de responsabilização e desempenho. Além disso, a administração passa a orientar-se para o atendimento ao cidadão, buscando superar a lógica auto-referida da burocracia tradicional e aproximar a gestão pública das necessidades concretas da sociedade.

A NPM defende que a modernização administrativa, baseada em controles de resultados, indicadores de desempenho e práticas gerenciais inspiradas no setor privado, é capaz de responder de forma tecnicamente neutra às pressões por agilidade e redução de custos (Hood, 1991).

Assim, nota-se que a estrutura proposta pela NPM criou um ambiente institucional propício para a incorporação estratégica das tecnologias da informação, pois a busca por eficiência e qualidade dos serviços públicos passou a depender cada vez mais de soluções digitais, tendo em vista que a digitalização representa uma estratégia para tornar a administração pública mais eficiente (Oliveira; Bem; Valadares, 2025).

Conforme argumentam Diniz *et al.* (2009), a adoção estratégica das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) no setor público configurou-se como um elemento central na transição para um novo paradigma de gestão pública, dando origem ao que se convencionou chamar de governo eletrônico. Segundo os autores, a adoção estratégica das TICs pelos governos foi impulsionada tanto pela crescente digitalização da sociedade — marcada pelo uso intensivo dessas tecnologias por cidadãos, empresas e organizações — quanto pela migração de processos baseados em papel para meios eletrônicos e pela expansão da infraestrutura de telecomunicações e internet. Somam-se a isso as pressões decorrentes das reformas do Estado e da busca por maior eficiência, transparência e controle na gestão pública.

A evolução da modernização administrativa é detalhada por Dunleavy *et al.* (2005) por meio do conceito de Governança na Era Digital (DEG), que surge como uma resposta crítica ao esgotamento e às complexidades geradas pela NPM. Segundo Dunleavy *et al.* (2005), enquanto a NPM priorizava a desagregação e a competição, a DEG coloca as tecnologias de informação e a mudança nos sistemas de dados como elementos centrais para promover a reintegração de funções na esfera governamental, a adoção de estruturas holísticas e orientadas para as necessidades, e o avanço da digitalização dos processos administrativos. De acordo com os autores, essa transição exige uma reengenharia de processos de “ponta a ponta”, em que a digitalização deixa de ser apenas um canal suplementar de entrega para tornar-se uma força genuinamente transformadora, capaz de simplificar a relação entre o Estado e a sociedade.

Na administração pública federal, por exemplo, Santos (2021) indica um estreito alinhamento das políticas brasileiras com as diretrizes da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE). Essa convergência é materializada por meio de instrumentos estratégicos como a Estratégia de Governança Digital (EGD), o Planejamento Estratégico de TIC (PETIC) e o Plano Diretor de TIC (PDTIC), que incorporam princípios globais de eficiência e transparência para a gestão pública nacional. Segundo o autor, essa trajetória reflete uma transição do conceito restrito de governo eletrônico para o paradigma da governança digital, compreendida como um ecossistema complexo que integra atores diversos e promove o governo como uma plataforma aberta para inovação e participação social.

Do ponto de vista da gestão pública municipal, Xavier (2025) ressalta que a governança digital tem como objetivos primordiais a ampliação da eficiência administrativa, a promoção da transparência pública e a geração de valor por meio da oferta de serviços centrados no cidadão. No entanto, a efetivação desse paradigma no âmbito local enfrenta desafios estruturais severos, como a carência de planejamento estratégico — evidenciada pela ausência de Planos Diretores de Tecnologia da Informação (PDTI) em grande parte dos entes — e a baixa capacidade institucional e técnica para lidar com as complexidades da transformação digital. Outros obstáculos críticos incluem a vulnerabilidade em segurança da informação e a dificuldade de adaptação à Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) (Corrêa; Torrezan; Santos, 2026; Xavier, 2025). Além disso, Xavier (2025) também destaca como desafio a descontinuidade administrativa decorrente de ciclos políticos, que frequentemente interrompe projetos de longo prazo.

Por fim, cabe ressaltar que a compreensão da modernização administrativa nos municípios é enriquecida pela teoria institucional de DiMaggio e Powell (1983), que introduz o conceito de isomorfismo para explicar por que as organizações tendem a se tornar cada vez mais homogêneas. Segundo os autores, essa convergência para estruturas similares não é necessariamente motivada por ganhos de eficiência, mas por processos de isomorfismo coercitivo (pressões políticas e legais do Estado), mimético (imitação de modelos de sucesso em cenários de incerteza) e normativo (difusão de

padrões por redes profissionais). No contexto da NPM, essa perspectiva proposta por DiMaggio e Powell (1983) sugere que a adoção de doutrinas focadas em resultados e desagregação administrativa muitas vezes ocorreu como uma busca por legitimidade institucional, em que as prefeituras passam a adotar tais práticas para serem reconhecidas como “modernas” e alinhadas aos padrões internacionais. Paralelamente, a transição para a governança digital também pode ser interpretada à luz da teoria institucional (DiMaggio; Powell, 1983): a implementação de tecnologias de informação e processos digitais torna-se um requisito para que o município se integre ao campo organizacional do Estado contemporâneo, respondendo a pressões externas e rituais de conformidade que moldam o que é percebido como uma gestão pública eficaz na era digital.

2.2 Gestão de Processos de Negócio (BPM) e Evidências Empíricas

Antes de situar a mineração de processos no contexto organizacional, é fundamental apresentar o ciclo de vida do BPM. Van der Aalst (2016) observa que compreender esse ciclo é essencial para posicionar adequadamente a mineração de processos, pois ele descreve as diferentes fases envolvidas no gerenciamento de um processo de negócio e estabelece a estrutura conceitual na qual a mineração de processos se insere.

Para compreender o BPM e, posteriormente, a mineração de processos, é essencial definir o que se entende por processo. Dumas *et al.* (2018) explicam que processos são cadeias de eventos, atividades e decisões que estruturam a forma como o trabalho é realizado em uma organização. Em termos práticos, os autores destacam que processos de negócio representam aquilo que as empresas fazem para entregar produtos ou serviços aos seus clientes, sendo, portanto, elementos centrais para a criação de valor.

De acordo com Hammer (2010), um processo é um fluxo de trabalho ponta a ponta, que atravessa toda a organização e integra atividades diversas cujo objetivo fundamental é a criação de valor para o cliente. Diferente de tarefas isoladas ou rotinas fragmentadas, Hammer (2010) argumenta que os processos são operações de larga escala que atravessam fronteiras funcionais para gerar resultados significativos e combater a

fragmentação organizacional. Assim, para Hammer (2010), processos são a unidade real de funcionamento e gestão da empresa, servindo como base para medir desempenho, melhorar continuamente e alinhar a organização às necessidades dos clientes.

O processo, segundo Deming (1990), é a estrutura que integra todas as atividades e tarefas de uma organização, cada uma constituindo uma etapa interdependente dentro de um fluxo contínuo de trabalho. Em um processo bem compreendido, de acordo com Deming (1990), o trabalho entra em uma etapa, sofre uma transformação e segue para a etapa seguinte, que funciona como seu cliente imediato, até chegar ao cliente final. Cada etapa, portanto, não é uma entidade isolada buscando maximizar seu próprio desempenho, mas parte de um sistema que só alcança qualidade quando todas as partes cooperam e se ajustam mutuamente. Deming (1990) descreve que em cada ponto do processo há produção — a mudança efetiva de estado do *input* — e a responsabilidade pela melhoria contínua dos métodos, sempre orientada para satisfazer melhor o usuário da etapa seguinte.

Um processo é composto por diferentes tipos de elementos. Os eventos correspondem a ocorrências pontuais, sem duração, que podem desencadear a execução de uma ou mais atividades. As atividades, por sua vez, representam unidades de trabalho que transformam insumos em resultados; quando são simples e indivisíveis, podem ser tratadas como tarefas. Além disso, processos incluem pontos de decisão, nos quais escolhas são feitas e determinam caminhos alternativos de execução, influenciando o fluxo subsequente (Dumas *et al.*, 2018).

De acordo com Dumas *et al.* (2018), o BPM pode ser entendido como a prática de supervisionar e orientar a forma como o trabalho é realizado em uma organização, com o objetivo de garantir resultados consistentes e identificar oportunidades de melhoria. Dumas *et al.* (2018) explicam que o termo “melhoria” pode assumir diferentes significados, variando conforme as metas estratégicas da organização, podendo envolver redução de custos, diminuição de tempos de execução ou redução de erros, por exemplo. Ainda, os autores enfatizam que o foco do BPM não está na otimização de atividades isoladas, mas sim na gestão de cadeias completas de eventos, atividades e decisões que, em conjunto, produzem valor para a organização e seus clientes.

Dumas *et al.* (2018) explicam que o BPM pode ser visto a partir de um ciclo contínuo composto por seis fases. Segundo Dumas *et al.* (2018), esse ciclo inicia-se pela identificação de processos na qual um problema de negócio é formulado e os processos relevantes são delimitados e relacionados entre si. O resultado dessa etapa é uma arquitetura de processos, que oferece uma visão geral dos processos da organização e de suas interdependências. Em seguida ocorre a descoberta, cujo foco é coletar informações para documentar o estado atual do processo por meio de modelos *as-is*. Segue-se a fase de análise que busca identificar, documentar e quantificar as fraquezas e problemas associados ao processo atual com base em medidas de desempenho. O redesenho de processos propõe avaliar alternativas de melhoria e consolidá-las em um modelo *to-be*. A implementação de processos coloca em prática as mudanças propostas, combinando ações de gestão da mudança e automação de sistemas. Por fim, na fase de monitoramento de processos, Dumas *et al.* (2018) explicam que dados relevantes são coletados e analisados para avaliar o desempenho do processo, identificar desvios e retroalimentar o ciclo, garantindo sua natureza contínua e orientada à melhoria.

Segundo Hammer (2010), o ciclo do BPM, derivado do Ciclo de Deming que é frequentemente chamado de Ciclo PDCA, é um sistema integrado que visa gerenciar o desempenho organizacional por meio da supervisão contínua de processos de ponta a ponta. O ciclo inicia-se com a criação, documentação e implementação formal do processo, etapa essencial para evitar a variação descontrolada e a improvisação. Em seguida, o desempenho do processo é medido por métricas alinhadas às necessidades dos clientes e às metas da empresa, permitindo comparar resultados reais com os alvos estabelecidos. Quando há desvios, deve-se analisar a fonte do problema, distinguindo se a falha reside na execução ou no *design*. Se o problema for de execução, corrige-se a causa raiz; se for de *design*, o processo deve ser modificado ou até substituído. Por fim, após a intervenção, Hammer (2010) descreve que os resultados são avaliados e o ciclo recomeça, refletindo o princípio de melhoria contínua inspirado no PDCA. Esse ciclo transforma processos em instrumentos de gestão estratégica, pois, como destaca o autor, torna o BPM o mecanismo central para alinhar operações, desempenho e valor ao cliente.

Dando continuidade ao raciocínio de Hammer (2010), a lógica do ciclo BPM dialoga diretamente com o que Deming (1990) descreve no ciclo Shewhart. Para Deming (1990), estudar os resultados de cada mudança é essencial porque permite aperfeiçoar o desempenho futuro ao fortalecer a capacidade de previsão que sustenta o planejamento. A etapa de estudar os efeitos da mudança orienta tanto a evolução dos processos quanto a satisfação do cliente no estágio atual, podendo inclusive indicar que nenhuma alteração é necessária naquele momento. Quando os resultados são positivos, Deming (1990) recomenda repetir o ciclo em condições distintas, garantindo que o desempenho obtido não seja fruto de circunstâncias específicas, mas de um *design* robusto e replicável. Além disso, Hammer (2010) converge com Deming (1990) ao destacar que qualquer etapa do ciclo pode exigir métodos estatísticos adequados, essenciais para evitar conclusões equivocadas e assegurar que decisões sobre processos sejam tomadas com base em evidências sólidas.

Embora as abordagens empíricas de BPM sejam historicamente mais frequentes no setor privado, a literatura mostra que o interesse e a aplicação do BPM na administração pública têm crescido de forma consistente. Como destacam Houy, Peter e Loos (2010), o interesse em métodos de BPM e sua aplicação prática no contexto da gestão pública aumentaram nos últimos anos, onde a pressão por transparência, eficiência e prestação de serviços de qualidade tem impulsionado a adoção de práticas orientadas a processos. Para os autores, essa tendência é explicada pelo fato de que o BPM atende a necessidades críticas do setor público, como melhoria da eficiência, padronização de serviços, redução de burocracia e aumento da transparência. Houy, Fettke e Loos (2010) ressaltam ainda que, devido às particularidades do setor público, as condições para o BPM na administração pública diferem daquelas da indústria, o que exige abordagens específicas e reforça a necessidade de mais pesquisas empíricas nesse contexto.

Especificamente na administração pública, a cultura de processos é um elemento central para a modernização da gestão, sendo impulsionada pela necessidade urgente de transparência, eficiência e melhor prestação de serviços ao cidadão (Racis; Spano, 2025). Na gestão pública municipal, por exemplo, a experiência relatada no estudo de

caso da Prefeitura Municipal de Londrina, desenvolvido por Melan *et al.* (2020), evidencia que a cultura de processos é um elemento determinante para o desempenho organizacional no setor público. O estudo evidencia como a técnica de mineração de processos pode fortalecer uma cultura de processos no setor público, ao revelar fluxos reais, gargalos e retrabalhos que permaneciam invisíveis em uma estrutura marcada por complexidade, morosidade e baixa padronização. Ao tornar problemas estruturais visíveis e mensuráveis, a mineração de processos contribui para transformar comportamentos e rotinas, estimulando uma mentalidade orientada a dados, maior integração entre setores e a adoção de práticas de melhoria contínua.

A mineração de processos se integra de forma natural ao BPM, uma disciplina que reúne abordagens para o desenho, execução, controle, medição e otimização de processos organizacionais (Van der Aalst, 2016). Inicialmente, de acordo com Van der Aalst (2016), o BPM se concentrou nas fases de modelagem e implementação, adotando uma perspectiva predominantemente orientada a modelos e pouco sensível às evidências empíricas disponíveis nos dados operacionais. No entanto, Van der Aalst (2016) relata que se observa uma mudança significativa na área, com crescente ênfase nas fases de execução, monitoramento, ajuste e diagnóstico, que são inerentemente mais orientadas a dados. É justamente nesse ponto que a mineração de processos se torna fundamental, pois fornece técnicas capazes de extrair conhecimento diretamente dos registros de eventos.

2.3 Mineração de Processos: Conceitos, Técnicas e Algoritmos

A mineração de processos é um campo de pesquisa relativamente recente, situado na interseção entre a ciência de dados e a ciência de processos (Van der Aalst *et al.*, 2012; Van der Aalst, 2016). Seu objetivo técnico consiste em desenvolver métodos capazes de descobrir, monitorar e melhorar processos reais por meio da extração de conhecimento a partir de logs de eventos disponíveis nos sistemas de informação (Van der Aalst *et al.*, 2012).

Enquanto o projeto tradicional de processos de negócios geralmente se apoia em um mapeamento detalhado — que envolve múltiplos recursos para construir um modelo consensual alinhado à perspectiva mais amplamente reconhecida pelos participantes —

a mineração de processos propõe uma alternativa orientada por dados. Nessa abordagem, parte-se do pressuposto de que é possível derivar um modelo de processo significativo diretamente da extração de documentos temporais ou de registros de eventos disponíveis nos bancos de dados (Garcia *et al.*, 2019).

Conforme destaca Van der Aalst (2016), a mineração de processos estabelece uma ponte entre a análise de processos baseada em modelos e as técnicas de análise centradas em dados. Essa integração ocorre por meio da confrontação sistemática entre dados de eventos — que representam o comportamento observado — e modelos de processos, sejam eles construídos manualmente ou descobertos automaticamente. Para Van der Aalst (2016), enquanto métodos clássicos de ciência de dados tendem a ser agnósticos em relação ao processo, e abordagens de ciência de processos frequentemente privilegiam a modelagem em detrimento do aprendizado a partir de dados reais, a mineração de processos combina essas perspectivas. Assim, essa posição híbrida permite explorar de maneira mais eficaz a crescente disponibilidade de dados organizacionais para aprimorar processos ponta a ponta, ampliando o potencial analítico e operacional das organizações.

A convergência entre dados e processos, central na mineração de processos, alinha-se diretamente aos princípios da gestão baseada em evidências (GBE) propostos por Pfeffer e Sutton (2006). Para os autores, a GBE representa uma forma de pensar e praticar a gestão fundamentada no uso sistemático de dados, lógica e fatos para aprimorar decisões organizacionais. Essa abordagem exige uma mentalidade composta por dois elementos essenciais: a disposição para abandonar crenças e sabedorias convencionais — frequentemente tratadas como “meias-verdades perigosas” — e o compromisso contínuo de coletar, analisar e aplicar informações atualizadas para decisões mais inteligentes.

Segundo Pfeffer e Sutton (2006), essa abordagem se apoia na chamada “atitude de sabedoria”, que implica agir com base no conhecimento disponível, mas com humildade para reconhecer erros e ajustar o rumo quando novas evidências apontam direções mais adequadas. Nessa perspectiva, as organizações são entendidas como “protótipos inacabados”, nos quais experimentação, aprendizado com falhas e adaptação

contínua são fundamentais para promover inovação e melhoria permanente. No contexto da gestão pública, essa perspectiva se alinha diretamente às práticas de mineração de processos, que permitem mapear, medir e diagnosticar fluxos reais de trabalho a partir de registros empíricos, reduzindo ineficiências e ampliando a transparência. Ao transformar processos administrativos em objetos de análise baseada em dados, a mineração de processos materializa o princípio central da GBE: substituir suposições por evidências concretas sobre “o que funciona e o que não funciona”, fortalecendo a capacidade do gestor público de promover melhorias contínuas, decisões mais racionais e políticas mais eficazes.

A amplitude do espectro da mineração de processos também se reflete na diversidade de suas aplicações práticas. Como observa Van der Aalst (2016), essa abordagem não se limita à descoberta automatizada de processos, mas abrange tarefas como verificação de conformidade, diagnóstico de desvios, identificação de gargalos, melhoria de desempenho, previsão de tempos de fluxo e até recomendação de ações. Ainda, Van der Aalst (2016) exemplifica que, assim como *softwares* como o Excel podem ser aplicados em finanças, produção, vendas, educação ou esportes, a mineração de processos pode ser empregada em praticamente qualquer domínio que disponha de logs de eventos e processos operacionais.

No contexto da mineração de processos, os logs de eventos constituem a unidade de análise fundamental. Van der Aalst (2016) explica que a mineração de processos sempre se inicia com um log de eventos, já que o objetivo central da área é transformar esses dados em conhecimento e ações a fim de compreender o comportamento real dos processos organizacionais. Assim, os logs de eventos são apresentados como o ponto de partida indispensável, uma vez que todo o fluxo analítico da mineração de processos depende da utilização desses dados e da forma como eles se conectam aos modelos de processo. Conforme descrito por Van der Aalst *et al.* (2012), os logs de eventos servem de base para as três abordagens principais de mineração de processos: descoberta, conformidade e aprimoramento.

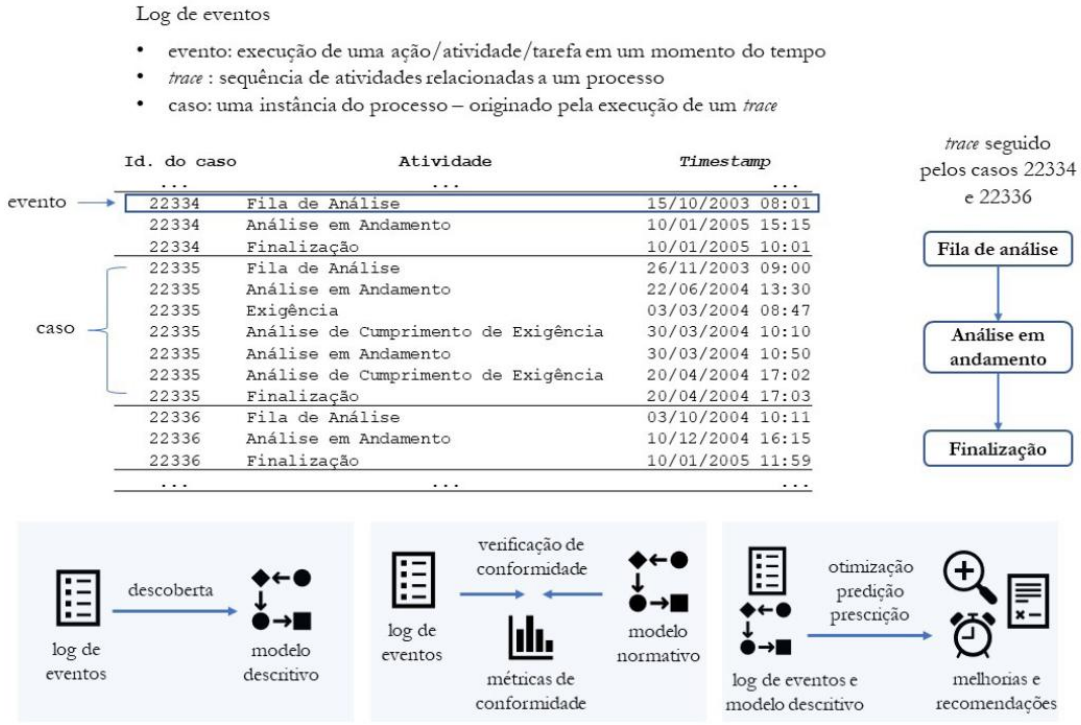
2.3.1 Logs de Eventos e a Unidade de Análise

Na mineração de processos, o ponto de partida é sempre um log de eventos. De acordo com Van der Aalst *et al.* (2012), todas as técnicas da área pressupõem a existência de registros sequenciais de eventos de modo que cada evento se refira a uma atividade específica (ou seja, uma etapa bem definida em algum processo) e está associado com um caso particular (ou seja, uma instância do processo).

Para que a mineração de processos seja viável, Van der Aalst (2016) explica que um log deve conter, no mínimo, três elementos que permitam relacionar os dados a um processo estruturado: o identificador de caso (*case* ID), que associa cada evento a uma instância específica do processo; a atividade, que descreve a etapa funcional realizada; e a ordenação, geralmente estabelecida por selos de tempo (*timestamps*), já que essa ordenação é indispensável para identificar dependências causais e reconstruir o fluxo do processo. Embora esses elementos formem o requisito mínimo, a riqueza das análises pode ser ampliada pela inclusão de atributos adicionais tais como recursos responsáveis pela execução da atividade, custos e outros dados relevantes, que permitem análises mais ricas, como avaliação de desempenho, identificação de gargalos e medição de tempos de espera (Van der Aalst *et al.*, 2012; Van der Aalst, 2016).

Assim, um log de eventos é composto por casos, cada caso contém eventos ordenados, e cada evento possui atributos que descrevem sua execução, formando a base sobre a qual todas as técnicas de mineração de processos operam. A Figura 1, elaborada por Araujo *et al.* (2023), exemplifica a configuração mínima de um log de eventos, evidenciando a relação entre seus elementos fundamentais e os resultados derivados das técnicas de mineração de processos. A representação destaca como o identificador de caso, a atividade registrada e a ordenação temporal dos eventos constituem a estrutura necessária para a reconstrução do fluxo processual e para a identificação de dependências causais, servindo como base para análises subsequentes.

Figura 1 - Estrutura Mínima de um Log de Eventos e sua Correspondência com Resultados de Mineração de Processos



Fonte: Araujo *et al.* (2023)

Além da estrutura, Van der Aalst *et al.* (2012) enfatiza que a qualidade dos dados é determinante para a qualidade dos resultados obtidos. Van der Aalst (2016) destaca que existem critérios fundamentais para avaliar essa qualidade, começando pela confiabilidade dos eventos, que devem refletir com precisão o que realmente ocorreu no processo e possuir atributos corretos. Outro requisito essencial é a completude, ou seja, dentro do escopo definido, nenhum evento relevante pode estar ausente, pois lacunas comprometem a reconstrução do fluxo real e a interpretação dos resultados. O autor também enfatiza a importância de que cada evento possua semântica bem definida, garantindo clareza sobre o significado das atividades registradas. Além disso, a qualidade do log envolve aspectos de segurança e privacidade, assegurando que os atores envolvidos compreendam quais informações estão sendo coletadas e como serão utilizadas. Esses critérios — confiabilidade, completude, clareza semântica e segurança — formam a base para que um log de eventos seja considerado adequado e para que os resultados da mineração de processos sejam válidos e interpretáveis.

Portanto, esses elementos, tanto de estrutura quanto de qualidade, tornam o log de eventos a unidade de análise central da mineração de processos, já que é a partir dele que se torna possível reconstruir o comportamento real do processo, identificar padrões, analisar desempenho e extrair conhecimento estruturado sobre a execução das atividades por meio das abordagens que serão discutidas na seção seguinte.

2.3.2 Descoberta, Conformidade e Aprimoramento

Os logs de eventos podem ser utilizados para realizar três tipos de mineração de processos (Van der Aalst *et al.*, 2012).

A primeira e mais conhecida abordagem da mineração de processos é a descoberta, que consiste em gerar automaticamente um modelo de processo a partir de um log de eventos, sem utilizar qualquer informação prévia sobre a estrutura do processo (Van der Aalst *et al.*, 2012). Van der Aalst (2016) explica que uma técnica de descoberta toma como entrada apenas os eventos registrados e, a partir deles, constrói um modelo capaz de representar o comportamento observado no log. Essa característica torna a descoberta uma das tarefas mais desafiadoras da área, de acordo com Van der Aalst (2016), pois exige que o algoritmo identifique padrões, relações de precedência e estruturas de controle diretamente a partir das execuções registradas. Van der Aalst *et al.* (2012) observa que muitas organizações se surpreendem ao perceber que técnicas existentes conseguem reconstruir processos reais apenas com base nas sequências de eventos, revelando fluxos, desvios e variações que nem sempre são documentados formalmente. Dessa forma, a descoberta desempenha um papel central na mineração de processos, permitindo compreender como o processo realmente ocorre na prática, independentemente de modelos prescritos.

A segunda abordagem é a conformidade, cujo objetivo é comparar um modelo de processo existente com o comportamento registrado em um log de eventos (Van der Aalst *et al.*, 2012; Van der Aalst, 2016). Van der Aalst (2016) explica que essa comparação permite verificar se a realidade observada nos eventos está alinhada com o modelo de processo existente e, inversamente, se o modelo representa adequadamente o comportamento real. Segundo Van der Aalst (2016), essa verificação não se limita a modelos procedurais tradicionais; ela pode ser aplicada também a modelos

organizacionais, modelos declarativos, regras de negócio, políticas internas e até legislações, ampliando o escopo de uso da técnica.

O processo de conformidade envolve relacionar os eventos do log às atividades previstas no modelo e identificar tanto as correspondências quanto as discrepâncias entre o comportamento modelado e o comportamento executado. Essa análise é especialmente relevante para fins de auditoria e alinhamento organizacional, pois permite detectar desvios indesejados, potenciais fraudes, ineficiências e violações de regras. Ainda, essa técnica pode ser utilizada para avaliar o desempenho de algoritmos de descoberta, bem como para ajustar modelos que não estejam adequadamente alinhados com a realidade (Van der Aalst, 2016).

Já a terceira abordagem é o aprimoramento, cujo objetivo é ampliar ou melhorar um modelo de processo já existente através de informações sobre o processo real armazenadas em um log de eventos (Van der Aalst *et al.*, 2012; Van der Aalst, 2016). Van der Aalst *et al.* (2012) explica que, enquanto a conformidade busca medir o alinhamento entre o modelo e a realidade, o aprimoramento vai além: ele procura modificar ou complementar o modelo *a priori*, incorporando evidências extraídas da execução real do processo. Essa abordagem permite adicionar novas perspectivas ao modelo, por meio da correlação entre seus elementos e os dados presentes no log.

Van der Aalst (2016) destaca que diferentes tipos de aprimoramento podem ser realizados, dependendo dos atributos disponíveis nos eventos. Quando os registros incluem marcações de tempo, por exemplo, é possível enriquecer o modelo com informações sobre gargalos, tempos de processamento e níveis de serviço. Já quando os eventos contêm dados sobre recursos, Van der Aalst (2016) explica que é viável analisar padrões de trabalho e compreender como o fluxo se distribui entre diferentes unidades ou atores organizacionais.

Assim, os logs de eventos e essas três abordagens analíticas — descoberta, conformidade e aprimoramento — formam a base conceitual que estrutura as técnicas e algoritmos da mineração de processos (Van der Aalst *et al.*, 2012).

2.4 A Mineração de Processos aplicada ao Setor Público

Ao integrar técnicas de ciência de dados e ciência de processos, a mineração de processos oferece um conjunto de ferramentas que permitem a extração de conhecimento a partir de registros de eventos (logs), proporcionando uma visão objetiva e baseada em dados reais sobre como os processos públicos são efetivamente executados e se atendem às expectativas dos envolvidos (Araujo *et al.*, 2023; Neubauer *et al.*, 2022).

Conforme afirmam Peres *et al.* (2023), a mineração de processos estabelece uma integração sinérgica entre a ciência de dados e a ciência de processos, possibilitando análises mais rigorosas e eficazes acerca da execução dos processos administrativos, contribuindo para o aprimoramento da precisão, da confiabilidade e da eficácia na gestão de processos de negócio.

Segundo Araújo *et al.* (2023), a mineração de processos, ao viabilizar a exploração visual e analítica dos dados provenientes dos registros de execução de processos na administração pública, amplia significativamente a capacidade de compreensão do funcionamento da máquina pública e de avaliação de seu desempenho e conformidade. Os autores destacam que essa abordagem não apenas fortalece a atuação de órgãos de controle e a transparência para os cidadãos, mas também possibilita a formulação de ações e políticas de melhoria baseadas em modelos preditivos e prescritivos orientados a processos, contribuindo para a otimização contínua das atividades administrativas.

A mineração de processos configura-se como uma ferramenta estratégica para a administração pública. Entre seus principais benefícios, destacam-se o aumento da transparência e da *accountability*, ao viabilizar a disponibilização de informações compreensíveis a gestores, órgãos de controle e cidadãos; o suporte à tomada de decisão baseada em evidências, por meio de análises descritivas, preditivas e prescritivas; e a melhoria contínua dos serviços públicos, com base na otimização dos fluxos de trabalho (Araújo *et al.*, 2023).

Já Peres *et al.* (2023) demonstram que a aplicação de técnicas de mineração de processos na administração pública tem produzido resultados expressivos ao ampliar a

capacidade de compreender, monitorar e aprimorar o funcionamento dos processos administrativos, tanto de apoio quanto de prestação de serviços e formulação de políticas públicas. Ademais, os autores argumentam que essa metodologia tem possibilitado identificar oportunidades de melhoria de desempenho, fortalecer práticas de auditoria e *compliance*, ampliar a transparência e favorecer a participação cidadã.

Diante desse contexto, a aplicação da mineração de processos ao setor público pode ser compreendida a partir de três benefícios centrais: transparência, eficiência e *accountability*, que serão discutidos na seção seguinte.

2.4.1 Transparência, Eficiência e *Accountability*

A transparência constitui um dos pilares do governo aberto e elemento essencial para o fortalecimento democrático. Araujo *et al.* (2023) afirmam que a transparência pública constitui um elemento fundamental para o fortalecimento da democracia, na medida em que viabiliza tanto a adoção de melhores práticas de gestão pelas instituições públicas quanto a participação ativa dos cidadãos nos processos decisórios. Nesse contexto, a mineração de processos é apresentada pelos autores como uma tecnologia capaz de aprimorar significativamente a transparência, uma vez que permite a visualização detalhada dos fluxos administrativos e a identificação de etapas, tempos de execução, gargalos e desvios procedimentais.

A mineração de processos é um agente tecnológico potente para a promoção da transparência pública, tanto na dimensão ativa, relacionada à divulgação espontânea de informações pelo Estado, quanto na passiva, vinculada ao atendimento das demandas informacionais apresentadas pelos cidadãos (Araújo *et al.*, 2023; Neubauer *et al*., 2022).

Outro benefício relevante da mineração de processos na administração pública refere-se à promoção da eficiência administrativa. Peres *et al.* (2023) destacam que a análise de desempenho viabilizada pela mineração de processos permite avaliar a eficiência com que um processo de negócio é executado, ao mesmo tempo em que possibilita identificar gargalos decorrentes de lentidão, acúmulo de tarefas ou falhas operacionais.

A mineração de processos também viabiliza análises preditivas e prescritivas, permitindo antecipar tendências e orientar intervenções estruturais nos fluxos administrativos. Araujo e Fantinato (2023) destacam que esse tipo de abordagem possibilita à administração pública formular ações e políticas de aprimoramento baseadas em modelos analíticos orientados a processos. Assim, a tecnologia reforça uma gestão pública mais estratégica, sustentada por dados e fundamentada em evidências.

Por fim, a mineração de processos também contribui significativamente para o fortalecimento da *accountability* ao possibilitar mecanismos automatizados de auditoria e verificação de conformidade. A *accountability*, conforme conceituada por Schedler (1999), é um construto multidimensional que se sustenta fundamentalmente sobre dois pilares distintos: *answerability* (capacidade de resposta) e *enforcement* (capacidade de coerção). Segundo Schedler (1999), a dimensão *answerability* denota a obrigação dos agentes públicos de fornecerem informações sobre suas decisões (dimensão informativa) e de justificá-las perante o público e órgãos especializados (dimensão argumentativa), sujeitando o poder não apenas à lei, mas à lógica do debate público. Por outro lado, a dimensão *enforcement* refere-se à capacidade das agências de fiscalização de impor sanções e punir comportamentos impróprios. Para Schedler (1999), isso implica a ideia de que os atores da prestação de contas não apenas questionem as condutas inadequadas, mas também apliquem punições quando necessário e, consequentemente, as pessoas responsáveis não apenas relatem o que fizeram e por que, mas também arquem com as consequências disso, incluindo eventuais sanções negativas.

O conceito de *accountability* no Brasil é complexo e multifacetado, não possuindo uma tradução única e perfeita para o português, embora seja frequentemente associado aos termos responsabilização, controle, transparência e prestação de contas (Pinho; Sacramento, 2009). Para além da bidimensionalidade proposta por Schedler (1999), a literatura brasileira adota amplamente a classificação de Guillermo O'Donnell, que divide a *accountability* em duas dimensões complementares: vertical e horizontal (Araújo; Passos, 2014; Pinho; Sacramento, 2009).

A *accountability* vertical refere-se aos mecanismos pelos quais os cidadãos controlam seus representantes. Seu instrumento clássico é o processo eleitoral, onde o

cidadão atua como juiz do desempenho dos representantes. Contudo, essa dimensão expandiu-se na democracia brasileira para incluir a participação social direta em instituições como o orçamento participativo, conselhos gestores de políticas públicas, audiências públicas e plebiscitos. Já a *accountability* horizontal diz respeito ao sistema de fiscalização mútua entre os Poderes e órgãos estatais. Ela pode ser externa, quando exercida por um Poder ou órgão independente sobre outro — como a atuação do Legislativo, do Tribunal de Contas e do Ministério Público — ou interna, realizada no âmbito da própria instituição por meio de Controladorias e Corregedorias (Araújo; Passos, 2014; Pinho; Sacramento, 2009). Um exemplo prático de controle horizontal, conforme discutido por Araújo e Passos (2014), é a Corregedoria da Procuradoria Geral do Estado de São Paulo, que atua na prevenção e punição de desvios funcionais, garantindo que a burocracia profissional observe a legalidade e o interesse público.

Conforme Peres *et al.* (2023), a mineração de processos possibilita identificar discrepâncias entre os fluxos normativos e a prática efetivamente realizada, permitindo verificar situações de *non-compliance*, violações legais e desalinhamentos procedimentais que poderiam comprometer a integridade administrativa. Ademais, os autores relatam que, ao revelar comportamentos reais destoantes do esperado e subsidiar auditorias baseadas em evidências, essa abordagem contribui para o fortalecimento da conformidade legal e aprimoramento da governança institucional.

Portanto, a aplicação da mineração de processos na administração pública contribui diretamente para o fortalecimento da transparência, eficiência e *accountability*, ao permitir a análise objetiva de dados reais extraídos de sistemas de informação. No que se refere à transparência, estudos demonstram que a técnica possibilita a reconstrução do fluxo real dos processos, evidenciando desvios de conformidade e complexidades ocultas, como observado no caso do Tribunal Regional Eleitoral do Tocantins, que identificou retrabalhos e discrepâncias entre o processo ideal e o executado, atividades não previstas e alta variabilidade nos fluxos de trabalho (Silva *et al.*, 2025). Já os estudos de Araujo *et al.* (2023) e Neubauer *et al.* (2022) evidenciam que a mineração de processos contribui para tornar visíveis os fluxos reais de execução de serviços públicos, permitindo tanto aos órgãos de controle quanto aos cidadãos

compreenderem o funcionamento da máquina pública por meio da análise visual e analítica dos registros de eventos.

Em relação à eficiência, a mineração de processos permite identificar gargalos, redundâncias e desperdícios, subsidiando melhorias operacionais e redução de custos, como evidenciado no estudo aplicado ao controle de férias em órgão judicial, que analisou retrabalho, sobrecarga de recursos e desempenho das atividades (Gandulfo *et al.*, 2016). Já o estudo da Prefeitura de Londrina teve como objetivo caracterizar processos e identificar oportunidades de melhoria, evidenciando resultados como elevada morosidade (com tempos médios que podem ultrapassar anos), alta variabilidade e ausência de padronização, o que fundamentou recomendações para redução de prazos, custos e retrabalhos (Melan *et al.*, 2020)

A respeito da dimensão *accountability*, destaca-se a aplicação na auditoria interna da Marinha do Brasil, em que a técnica possibilitou identificar violações de controles, desvios e ineficiências, gerando novas evidências de auditoria e fortalecendo os mecanismos de controle e responsabilização (Castro *et al.*, 2022). Araujo *et al.* (2023), ao analisarem processos da Anvisa e do Tribunal de Justiça de São Paulo (TJSP), demonstraram que a técnica possibilita detectar inconsistências, comportamentos inadequados e violações procedimentais.

2.4.2 Desafios Técnicos e Barreiras Organizacionais

Araújo e Fantinato (2023) apontam que a implementação da mineração de processos na administração pública enfrenta desafios de natureza técnica e organizacional, especialmente no que se refere à consolidação da transparência como valor organizacional. Além disso, ressaltam a forte dependência da qualidade dos dados registrados sobre os processos administrativos, bem como as dificuldades inerentes à integração de informações provenientes de diferentes órgãos e atores públicos. A implementação da mineração de processos também exige investimentos em capacitação técnica dos profissionais responsáveis por sua utilização, assim como na aquisição e manutenção das ferramentas tecnológicas necessárias. Por fim, Araújo e Fantinato (2023), enfatizam a importância de traduzir e simplificar os resultados técnicos gerados

pelas análises, de forma a torná-los compreensíveis e acessíveis ao cidadão, condição essencial para o fortalecimento da transparência e do controle social.

A literatura aponta que a adoção da mineração de processos na administração pública envolve desafios estruturais que podem ser organizados em três dimensões analíticas: dados, recursos e acessibilidade (Araújo *et al.*, 2023).

No que se refere aos dados, a efetividade das análises depende da qualidade, padronização e integração das informações registradas nos sistemas organizacionais, os quais frequentemente operam de forma fragmentada entre setores e instituições, dificultando a interoperabilidade necessária para a construção de registros consistentes. Em relação aos recursos, destaca-se a necessidade de capacitação técnica dos profissionais e de investimentos em ferramentas apropriadas, já que, embora existam soluções livres ou bibliotecas de programação, seu uso permanece restrito ao meio acadêmico devido ao alto grau de especialização requerido para gerar resultados relevantes. Por fim, a dimensão da acessibilidade evidencia que a utilidade das informações derivadas da mineração de processos está condicionada à capacidade de interpretação dos usuários. Assim, torna-se imprescindível traduzir e simplificar tais resultados para formatos acessíveis ao cidadão, dada a complexidade inerente às informações orientadas a processos (Araújo *et al.*, 2023).

Por fim, cabe ressaltar que, apesar do reconhecimento de seu potencial analítico, a aplicação de técnicas de mineração de processos na gestão pública ainda se encontra em estágio inicial e restrita a um conjunto reduzido de iniciativas. Peres *et al.* (2023) observam que a adoção dessa abordagem exige investimentos significativos, tanto na capacitação de equipes especializadas quanto na adequação dos sistemas de informação para geração de logs de eventos confiáveis. Além disso, os autores mencionam que a utilização dessas técnicas pode demandar procedimentos formais de autorização, especialmente quando envolve dados sensíveis de cidadãos, o que reforça a necessidade de marcos normativos e operacionais mais robustos para sua consolidação no setor público.

3. MÉTODOS E TÉCNICAS DA PESQUISA

Esta seção apresenta os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, abrangendo sua natureza, abordagem, método, tipos de dados, instrumentos de coleta, técnicas de análise e fontes utilizadas. A metodologia científica corresponde ao conjunto de procedimentos sistemáticos e racionais empregados para alcançar os objetivos de uma investigação, possibilitando a produção de conhecimento confiável sobre um fenômeno (Gil, 2002). Assim, a definição precisa dos procedimentos metodológicos é essencial para assegurar a consistência e a validade do estudo.

Nesse contexto, Cervo, Bervian e Silva (2007) destacam que a pesquisa é uma atividade voltada à investigação de problemas teóricos ou práticos por meio de processos científicos, sendo o método o conjunto organizado de etapas que orientam a condução da investigação conforme o objeto analisado. No campo da administração, Cooper e Schindler (2016) reforçam essa perspectiva ao definir a pesquisa como uma investigação sistemática destinada a fornecer informações que apoiem decisões gerenciais. Para esses autores, uma pesquisa rigorosa deve seguir procedimentos estruturados que garantam sua reprodutibilidade. Esses entendimentos fundamentam a abordagem metodológica adotada nesta seção.

3.1 Caracterização da Pesquisa

A pesquisa pode ser classificada segundo diferentes critérios metodológicos, conforme proposto na literatura de metodologia científica.

Quanto aos objetivos, o estudo apresenta caráter exploratório e descritivo. A pesquisa exploratória é recomendada quando o tema ainda é pouco investigado, permitindo ao pesquisador desenvolver maior familiaridade com o problema e examinar as relações entre seus elementos constituintes (Cervo; Bervian; Silva, 2007; Gil, 2002, 2008). No presente trabalho, esse caráter justifica-se pela necessidade de compreender como a literatura científica aborda a aplicação da mineração de processos no contexto da gestão pública municipal, um campo ainda em consolidação.

Paralelamente, a pesquisa também assume caráter descritivo, pois busca identificar, organizar e sistematizar informações sobre aplicações, contribuições,

limitações e lacunas presentes nos estudos analisados. A pesquisa descritiva tem como finalidade observar, registrar, analisar e interpretar fenômenos sem interferência do pesquisador (Cervo; Bervian; Silva, 2007), sendo amplamente utilizada nas ciências humanas e sociais por permitir a compreensão de situações, relações e comportamentos que emergem na vida social, política e econômica (Cervo; Bervian; Silva, 2007; Cooper; Schindler, 2016; Gil, 2008).

Quanto à abordagem do problema, a pesquisa adota um método qualitativo, por trabalhar com dados não numéricos e exigir interpretação analítica de textos científicos. A pesquisa qualitativa busca compreender fenômenos a partir da interpretação de significados, padrões e relações presentes nos dados (Cooper; Schindler, 2016). Nesse sentido, essa abordagem mostra-se adequada para analisar como a literatura científica discute e aplica a mineração de processos na gestão pública municipal, permitindo identificar tendências, enfoques teóricos e lacunas existentes no campo.

Quanto aos procedimentos técnicos, o estudo caracteriza-se como pesquisa bibliográfica, por basear-se na análise de materiais já publicados, especialmente livros e artigos científicos (Gil, 2002). Esse tipo de pesquisa envolve a identificação, seleção e interpretação de produções acadêmicas com o objetivo de compreender o estado da arte sobre determinado tema. No presente estudo, será realizado um levantamento de artigos em bases de dados acadêmicas utilizando termos de busca relacionados ao objeto investigado.

3.1.1 Mapeamento sistemático da literatura

Considerando a natureza bibliográfica deste estudo, a metodologia fundamenta-se nos princípios de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL). A RSL é definida como uma modalidade de pesquisa secundária que utiliza a literatura como fonte de dados, caracterizando-se por ser um método sistemático, explícito e reprodutível para identificar, avaliar e sintetizar o corpo de conhecimento produzido por pesquisadores e profissionais (Kitchenham, 2004; Melo *et al.*, 2023; Okoli, 2015). De acordo com Cooper e Schindler (2016), dados secundários correspondem a informações já existentes, produzidas anteriormente para outros fins de pesquisa, sendo frequentemente utilizados em estudos de revisão bibliográfica. No presente estudo, as principais fontes de dados serão artigos

científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais, trabalhos apresentados em anais de congressos científicos, além de teses e dissertações.

Diferentemente das revisões tradicionais, a superioridade metodológica da RSL reside na sua logicidade e no uso de protocolos explícitos para tratar um grande corpus documental, minimizando vieses e garantindo que o processo possa ser replicado (Galvão; Ricarte, 2019; Okoli, 2015). Este alto nível de evidência científica é essencial para fundamentar a tomada de decisões baseada em evidências no contexto da administração pública municipal (Galvão; Ricarte, 2019). Diante dessa fundamentação, a adoção da RSL visa atingir objetivos específicos de consolidação do conhecimento.

De acordo com Kitchenham (2004), existem diversas razões fundamentais para a realização de uma revisão sistemática, sendo os objetivos mais comuns: (i) sumarizar a evidência existente sobre um tratamento ou tecnologia específica; (ii) identificar lacunas na investigação atual, com o intuito de sugerir áreas que necessitem de investigação adicional futura; e (iii) prover um quadro referencial ou contexto que permita posicionar adequadamente novas atividades de investigação. Adicionalmente, a autora salienta que as revisões sistemáticas podem ser executadas para examinar até que ponto as evidências empíricas suportam ou contradizem hipóteses teóricas, ou mesmo para auxiliar na geração de novas hipóteses de pesquisa.

Para assegurar o rigor e a transparência, o desenvolvimento da RSL é estruturado em etapas fundamentais, geralmente divididas em planejamento, condução e redação (Kitchenham, 2004).

Considerando as diretrizes e recomendações apresentadas por Kitchenham, (2004), na etapa de planejamento define-se o objetivo e a questão de investigação — frequentemente utilizando estratégias como o PICO (População, Intervenção, Comparação e Resultados) — e elabora-se um protocolo detalhado que descreve todos os procedimentos a serem seguidos. A fase de condução envolve a busca em bases de dados, a seleção dos estudos mediante a aplicação de critérios de inclusão e exclusão, a avaliação da qualidade metodológica dos trabalhos selecionados e a extração padronizada de dados. Por fim, na fase de redação, os dados são sintetizados para a apresentação de conclusões objetivas e a subsequente disseminação dos resultados.

3.2 Local e Período da Pesquisa

A pesquisa foi realizada em ambiente digital, utilizando duas bases científicas amplamente reconhecidas pela abrangência, qualidade e relevância internacional: Web of Science (WoS) e Google Scholar (GS).

A WoS foi selecionada por sua ampla cobertura multidisciplinar, critérios rigorosos de indexação e estrutura que facilita a recuperação e análise de informações científicas. Com mais de 34 mil periódicos indexados, a plataforma permite rastrear citações, identificar autores influentes, mapear redes de colaboração e acompanhar tendências emergentes na produção acadêmica. Reconhecida internacionalmente, a plataforma é amplamente utilizada em estudos bibliométricos para mapear a literatura e embasar decisões baseadas em evidências (Birkle *et al.*, 2020; Pranckutė, 2021; Rojas-Sánchez; Palos-Sánchez; Folgado-Fernández, 2023; Visser; Van Eck; Waltman, 2021).

A WoS oferece ferramentas consolidadas, como o *Journal Citation Reports* (JCR), que auxiliam na avaliação do impacto de periódicos e artigos, reforçando sua utilidade em estudos bibliométricos. Sua consistência, padronização e reconhecimento internacional tornam a base uma das fontes mais robustas para análises de desempenho científico e mapeamento de tópicos de pesquisa (Rojas-Sánchez; Palos-Sánchez; Folgado-Fernández, 2023; Visser; Van Eck; Waltman, 2021). Além disso, a WoS foi incluída devido à curadoria rigorosa, à qualidade dos metadados e às ferramentas avançadas de análise de citações, características que a consolidam como referência em revisões sistemáticas e estudos bibliométricos (Martín-Martín *et al.*, 2018).

De forma complementar, o GS foi incorporado para ampliar o alcance da busca, dada sua capacidade de indexar um volume expressivo de documentos acadêmicos — incluindo artigos, livros, teses e materiais não presentes em bases mais seletivas. Evidências mostram que o GS registrou consistentemente a maior porcentagem de citações em todas as áreas (93%–96%) e recupera quase todas as citações do WoS (95%), além de incluir fontes não indexadas (Martín-Martín *et al.*, 2018). Entretanto, estudos alertam que o GS não deve ser utilizado isoladamente em revisões sistemáticas (Haddaway *et al.*, 2015). Assim, a combinação WoS–GS segue recomendações

metodológicas que destacam que diferentes bases capturam diferentes parcelas da produção científica (Visser; Van Eck; Waltman, 2021), equilibrando abrangência e rigor.

A coleta dos dados foi realizada diretamente nas plataformas, por meio de consultas estruturadas com operadores booleanos e termos relacionados ao objeto da pesquisa. Não houve delimitação temporal, permitindo incluir todas as publicações disponíveis até o momento da busca, estratégia que favorece uma visão histórica e abrangente da evolução do tema — prática comum em estudos bibliométricos recentes (Rojas-Sánchez; Palos-Sánchez; Folgado-Fernández, 2023). A busca foi realizada durante o desenvolvimento da pesquisa, garantindo que os resultados refletissem o estado mais atualizado da literatura científica.

3.3 População e Amostra

A definição da população e da amostra nesta revisão sistemática segue a lógica da estratégia PICO, utilizada para orientar a seleção, filtragem e análise dos estudos incluídos. A estratégia PICO constitui um elemento central na formulação da pergunta de pesquisa em uma revisão sistemática, pois permite estruturar de forma clara a população (P), a intervenção (I), o comparador (C) e o desfecho (O) que orientarão todo o processo metodológico. A estratégia PICO constitui um instrumento metodológico amplamente utilizado para a formulação de questões de pesquisa em revisões sistemáticas da literatura, permitindo a estruturação clara e objetiva do problema investigado. Ao decompor a questão em seus quatro elementos fundamentais, a estratégia PICO favorece a delimitação do escopo da revisão e orienta a definição de critérios de elegibilidade, bem como a construção de estratégias de busca mais precisas e reprodutíveis (Kitchenham, 2004; Melo *et al.*, 2023; Sarmento; Saavedra; Rosado, 2024).

Nesse sentido, a aplicação da estratégia PICO contribui diretamente para o rigor metodológico das revisões sistemáticas, uma vez que possibilita a identificação sistemática de evidências relevantes e reduz vieses na seleção dos estudos. Ademais, revisões sistemáticas exigem questões de pesquisa claramente formuladas e protocolos previamente definidos, sendo a estruturação por meio da estratégia PICO essencial para garantir transparência, consistência e replicabilidade ao processo de síntese do conhecimento (Kitchenham, 2004).

Diante disso, foi utilizada a estratégia PICO conforme descrito no Quadro 1. Considerando o objetivo central desta pesquisa — mapear e sistematizar a aplicação de técnicas de mineração de processos na gestão pública municipal — a população, a intervenção, os desfechos e os critérios de comparação foram estruturados de forma a garantir rigor metodológico e aderência ao problema de pesquisa.

Quadro 1 - Implementação da estratégia PICO

Componente	Definição	Aplicação no contexto do estudo
P (população)	Quem é o grupo de interesse?	Estudos que investigam processos administrativos em órgãos públicos no Brasil, preferencialmente no nível municipal. Estudos de outras esferas (estadual/federal) poderão ser incluídos quando apresentarem resultados comparáveis ou transferíveis ao contexto municipal.
I (intervenção / interesse)	Qual é o fenômeno ou prática a ser investigada?	Aplicações explícitas de técnicas de mineração de processos, incluindo descoberta, conformidade, aprimoramento e análises baseadas em logs de eventos.
C (comparação)	Existe uma intervenção comparativa?	Não aplicável – foco em identificação e análise de aplicações na administração pública.
O (*outcome* / desfecho)	Qual o resultado de interesse?	Evidências de eficiência administrativa, desempenho, redução de gargalos, melhoria da transparência, fortalecimento da governança, aumento da conformidade, *accountability*, suporte à tomada de decisão baseada em dados e demais contribuições da mineração de processos ao setor público.

Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme apresentado no Quadro 1, a população-alvo desta revisão é composta por estudos que investigam processos administrativos executados por órgãos públicos no Brasil, com ênfase no nível municipal. Embora o foco principal seja o nível municipal, reconhece-se que a literatura sobre mineração de processos no setor público ainda é emergente e, em alguns casos, concentrada em esferas federal ou estadual. Dessa forma, estudos aplicados em outras esferas poderão ser incluídos quando apresentarem: (i) métodos, resultados ou aplicações comparáveis aos desafios enfrentados pelos municípios; (ii) contribuições relevantes para compreender diferenças, similaridades ou possibilidades de adaptação entre níveis de governo; e (iii) evidências transferíveis para o contexto municipal, especialmente em temas como eficiência, conformidade, transparência, digitalização e governança. Assim, a amostra prioriza estudos municipais, mas não exclui comparações intergovernamentais, desde que contribuam para ampliar a compreensão sobre o uso da mineração de processos no setor público.

A intervenção corresponde ao uso de técnicas de mineração de processos, incluindo descoberta, verificação de conformidade, aprimoramento e análises baseadas em logs de eventos. A comparação não é aplicável, pois o objetivo da pesquisa não é comparar métodos, mas identificar, descrever e sintetizar as aplicações existentes de mineração de processos na administração pública. Por fim, os desfechos de interesse abrangem evidências de melhoria da eficiência administrativa, identificação de gargalos e retrabalhos, aumento da transparência e *accountability*, fortalecimento da governança pública e suporte à tomada de decisão baseada em dados.

A partir da estratégia PICO e do foco definido para a população e a intervenção, estabeleceram-se critérios de inclusão e exclusão para orientar a seleção dos estudos. Foram incluídos trabalhos que aplicassem técnicas de mineração de processos no setor público no Brasil, preferencialmente no nível municipal, mas também aqueles realizados em outras esferas governamentais quando apresentarem resultados comparáveis ou transferíveis ao contexto municipal. Somente foram considerados estudos que apresentassem metodologia clara e tratassem de processos administrativos, serviços públicos ou fluxos organizacionais relevantes para a gestão pública, além de explorem aspectos relacionados à eficiência, desempenho, gargalos, conformidade, transparência, *accountability* ou melhoria de fluxos processuais na administração pública, por exemplo. Foram aceitos artigos científicos, trabalhos de conferências, teses e dissertações publicados em português, inglês ou espanhol. Por outro lado, foram excluídos estudos que não utilizaram mineração de processos, que se restringiram ao setor privado, que não foram desenvolvidos no Brasil, que não apresentam rigor metodológico ou texto completo, bem como documentos não científicos ou publicados em idiomas distintos daqueles estabelecidos nos critérios de inclusão. Esses critérios asseguraram consistência, relevância e alinhamento entre os estudos analisados e os objetivos dessa revisão sistemática.

3.4 Instrumentos de Coleta de Dados

Para organizar e sistematizar as informações coletadas, foi utilizada uma matriz de análise bibliográfica. Esse instrumento permite extrair dos estudos selecionados elementos essenciais, como objetivos, métodos empregados, contexto de aplicação, principais resultados e limitações identificadas. O uso de instrumentos estruturados

contribui para maior rigor e organização no processo de coleta e sistematização das informações (Cervo; Bervian; Silva, 2007).

3.5 Procedimentos de Coleta de Dados

A coleta da amostra de artigos foi obtida por meio de pesquisa na base de dados WoS e GS através de uma fórmula de consulta que incluiu *strings* (fundamentados na literatura sobre o tema) e operadores booleanos. Para isso, foram delimitadas as palavras-chave que seriam utilizadas na busca, sendo que foram divididas em blocos, de acordo com os conceitos a serem pesquisados, e combinadas entre si por meio de operadores booleanos para mapear adequadamente o tema abordado neste estudo.

A *string* de busca foi construída de forma a maximizar a sensibilidade da revisão sistemática, conforme recomenda Kitchenham (2004). A estratégia deriva diretamente dos componentes PICO definidos no projeto e foi organizada em três blocos conceituais principais: Bloco 1 — Intervenção (I), composto por termos relacionados à mineração de processos; Bloco 2 — População (P), formado por termos associados à administração pública, gestão pública e setor público; e Bloco 3 — Recorte Geográfico, que inclui os termos “Brazil” e “Brasil”, incorporados para restringir a busca ao contexto brasileiro, tendo em vista que no componente População (P) foi estabelecido que seriam analisados processos administrativos em órgãos públicos no Brasil. Cabe ressaltar que o componente C (comparação) foi declarado não aplicável e que o componente O (desfecho) — eficiência, transparência, *accountability*, governança — não integra a *string* de busca, pois sua inclusão reduziria demasiadamente a sensibilidade da recuperação inicial. Esses elementos são utilizados como critérios de inclusão e exclusão na etapa de triagem, e não como filtros de busca.

Para a busca na WoS adotou-se a sintaxe própria da base, que suporta operadores booleanos em maiúsculas (AND, OR), aspas para expressões exatas e truncamento com o caractere *. A pesquisa principal foi realizada no campo *Topic* (TS), que abrange título, resumo, palavras-chave dos autores e *KeyWords Plus*, garantindo maior sensibilidade na recuperação dos estudos. A *string* foi estruturada em três blocos conceituais — mineração de processos, administração pública e recorte geográfico — combinados pelo operador AND, com uso de truncamentos para capturar variações morfológicas dos

termos. O bloco geográfico (“*Brazil*” OR “Brasil”) foi pesquisado no campo *All Fields*, de modo a ampliar a capacidade de identificação de estudos relacionados ao contexto brasileiro, considerando que essa informação nem sempre aparece nos campos indexados de título, resumo ou palavras-chave. Após a execução da busca, aplicaram-se filtros diretamente na interface da WoS, restringindo os resultados aos idiomas *Portuguese*, *English* e *Spanish*, e aos tipos de documento *Article*, *Proceedings Paper* e *Review Article*. Não foi aplicada limitação temporal, mantendo-se uma busca irrestrita conforme definido no projeto. Diante disso, a seguinte estratégia de busca foi implementada no campo de pesquisa avançada da base de dados WoS:

TS = ("process mining" OR "workflow mining" OR "event log" OR "process discover*" OR "conformance check*" OR "mineração de processos" OR "minería de procesos") (Topic) AND (public* OR administ* OR "public sector" OR govern* OR "public management" OR "public governance" OR e-govern* OR digit* OR "gestão pública" OR "setor público" OR "administração pública" OR "administración pública" OR "sector público") (Topic) AND ("Brasil" OR "Brazil") (All Fields).

No GS, a estratégia de busca foi adaptada para atender às limitações da ferramenta, que não permite o uso de campos específicos (como TS=), truncamentos (*) ou expressões booleanas complexas. Assim, a *string* utilizada foi simplificada, preservando os três blocos conceituais centrais definidos no protocolo — Intervenção (mineração de processos), População (administração pública) e Recorte Geográfico (Brasil) — de modo a manter a coerência com a lógica PICO e garantir sensibilidade adequada. Como o GS realiza a busca em texto completo e não apenas em campos indexados, o bloco geográfico (“Brazil” OR “Brasil”) foi mantido na *string* para ampliar a capacidade de identificar estudos aplicados ao contexto brasileiro. A busca no GS foi realizada por meio da pesquisa avançada, utilizando a seguinte expressão: ("process mining" OR "mineração de processos") AND ("public administration" OR "administração pública" OR "gestão pública") AND (Brazil OR Brasil). Cabe ressaltar que a *string* de busca foi inserida no campo “Encontrar artigos com todas as palavras”, selecionando-se a opção “em qualquer lugar do artigo”.

A busca foi realizada em 01/06/2026 e os resultados encontrados a partir de cada etapa estão apresentados na seção 4. Análise e Discussão dos Resultados.

O Quadro 2 apresenta um resumo das principais características metodológicas desse projeto de pesquisa apresentadas nesta seção.

Quadro 2 - Métodos e técnicas da pesquisa

Natureza	Exploratória e descritiva
Abordagem	Qualitativa
Procedimento	Revisão sistemática (Kitchenham, 2004)
Estratégia	PICO — população, intervenção, comparação, desfecho
Bases	Web of Science e Google Scholar
Coleta	Busca em 01/06/2026, sem recorte temporal

Fonte: Elaborado pelo autor

3.6 Tratamento e Análise dos Dados

A análise dos dados foi realizada por meio da análise de conteúdo, técnica que permite examinar e interpretar informações presentes em documentos e textos científicos, identificando categorias temáticas relevantes ao fenômeno estudado. A análise seguirá etapas sistemáticas de organização, codificação e interpretação do conteúdo, permitindo identificar categorias como aplicações, benefícios, desafios, limitações e lacunas de pesquisa. Amplamente utilizada em estudos qualitativos, a análise de conteúdo possibilita a interpretação sistemática de comunicações e documentos, contribuindo para a produção de inferências fundamentadas (Bardin, 2011; Câmara, 2013).

3.7 Limitações do Estudo

Esta pesquisa apresenta limitações inerentes ao método de revisão sistemática adotado. A seleção dos estudos dependeu das bases de dados e repositórios utilizados na etapa de coleta, o que pode ter resultado na não identificação de trabalhos relevantes publicados em repositórios especializados que não fizeram parte do escopo desta investigação. A heterogeneidade metodológica dos estudos avaliados — envolvendo diferentes técnicas, ferramentas e escopos — também limita a comparabilidade direta entre os resultados. Também se reconhece como limitação a necessidade de ampliar a comparação dos achados nacionais com resultados obtidos em outros países. Por fim, a

interpretação dos resultados está condicionada à qualidade e à clareza das informações disponibilizadas pelos autores originais, o que pode restringir a profundidade das conclusões e a generalização dos achados.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Estatísticas descritivas

O mapeamento da produção científica sobre a aplicação de técnicas de mineração de processos na administração pública foi conduzido por meio de uma busca sistematizada na base WoS. A construção da estratégia de busca partiu da combinação de três blocos principais de palavras-chave, alinhados aos componentes PICO definidos no projeto.

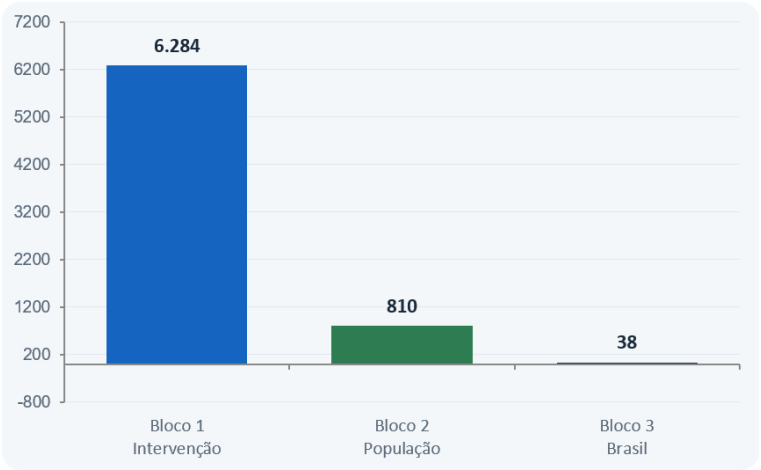
A aplicação do primeiro bloco de palavras-chave, voltado à identificação da intervenção — isto é, os termos relacionados à mineração de processos, como, por exemplo, “process mining”, “workflow mining”, “event log”, “conformance check*” e “mineração de processos” — resultou em 6.284 publicações na WoS. Esse volume expressivo evidencia a amplitude e o crescimento do campo de mineração de processos na literatura científica internacional, reforçando a necessidade de combinar esse bloco com os demais componentes da estratégia de busca para direcionar a recuperação aos estudos pertinentes ao escopo da administração pública e ao contexto brasileiro.

A aplicação do segundo bloco de palavras-chave, voltado à identificação da população de interesse — isto é, termos associados à administração pública, como, por exemplo, “public management”, “public sector”, “gestão pública”, “administração pública” e “setor público” — resultou em 810 publicações na WoS. Esse conjunto reflete a amplitude temática da literatura sobre gestão pública e governança, abrangendo desde estudos conceituais até análises aplicadas em diferentes esferas governamentais. A partir desse volume inicial, tornou-se possível delimitar, de forma mais precisa, o universo de estudos potencialmente relevantes para a interseção entre mineração de processos e administração pública, etapa fundamental para a combinação subsequente dos blocos e para o refinamento da busca sistematizada.

Por fim, a aplicação do terceiro bloco de palavras-chave, correspondente ao recorte geográfico — composto pelos termos “Brazil” e “Brasil”, pesquisados no campo *All Fields* — resultou em 38 publicações. A inclusão desse bloco no campo *All Fields* teve como objetivo ampliar a capacidade de identificar estudos vinculados ao contexto brasileiro, considerando que a informação geográfica nem sempre aparece nos campos de título, resumo ou palavras-chave. Esse conjunto mais restrito de resultados demonstra que, embora a literatura internacional sobre mineração de processos seja ampla, a produção especificamente relacionada ao Brasil permanece limitada, reforçando a relevância de combinar os três blocos para recuperar estudos que efetivamente dialoguem com o escopo desta pesquisa.

A Figura 2 ilustra o processo de filtragem por blocos de busca adotado na base WoS, demonstrando a lógica utilizada para a seleção das referências que compuseram a amostra desse estudo. Conforme demonstrado, a interseção dos três blocos (mineração de processos × administração pública × Brasil) retornou 38 registros na WoS.

Figura 2 - Filtragem por blocos de busca - Web of Science



Fonte: Elaborado pelo autor

A combinação dos três blocos de palavras-chave — intervenção (mineração de processos), população (administração pública) e recorte geográfico (Brasil) — permitiu estruturar a estratégia de busca final na WoS de forma precisa e alinhada ao objetivo da pesquisa. Ao integrar esses blocos por meio do operador booleano AND, a busca passou a recuperar exclusivamente estudos que abordassem simultaneamente técnicas de

mineração de processos, aplicações no âmbito da administração pública e relação explícita com o contexto brasileiro. A amostra resultante dessa combinação já se encontrava integralmente composta por documentos nos idiomas *Portuguese*, *English* ou *Spanish* e pelos tipos de publicação de interesse (*Article*, *Proceedings Paper* e *Review Article*), de modo que não foi necessário aplicar filtros adicionais na interface da WoS. Assim, a busca final produziu um conjunto substancialmente mais restrito e manejável de publicações, refletindo a interseção efetiva entre os três eixos conceituais e permitindo avançar para as etapas subsequentes de triagem, elegibilidade e extração de dados conforme o protocolo da revisão sistemática.

A busca complementar foi realizada no GS, considerando sua ampla cobertura de literatura acadêmica e literatura cinzenta, o que permite identificar estudos não indexados em bases tradicionais. A estratégia de busca foi adaptada às limitações da ferramenta, que não permite o uso de campos específicos, truncamentos ou expressões booleanas complexas. Assim, utilizou-se a string simplificada ("process mining" OR "mineração de processos") AND ("public administration" OR "administração pública" OR "gestão pública") AND (Brazil OR Brasil), inserida no campo “Encontrar artigos com todas as palavras” e aplicada com a opção “em qualquer lugar do artigo”, o que possibilita a recuperação de resultados em texto completo. Ademais, foi desmarcada a opção “incluir citações”. A aplicação dessa estratégia resultou na identificação de 496 artigos.

O processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos seguiu as diretrizes de Kitchenham (2004), contemplando as buscas realizadas tanto na WoS quanto no GS. Na WoS, a estratégia de busca estruturada a partir dos três blocos conceituais — intervenção (mineração de processos), população (administração pública) e recorte geográfico (Brasil) — resultou inicialmente em 38 publicações. A análise de elegibilidade foi conduzida diretamente a partir da leitura de título e resumo, uma vez que esse procedimento se mostrou suficiente para verificar a aderência dos estudos ao escopo da pesquisa. Após essa avaliação, 4 artigos atenderam integralmente aos critérios de inclusão e foram selecionados para a síntese final.

No GS, a busca foi realizada com a string simplificada ("process mining" OR "mineração de processos") AND ("public administration" OR "administração pública" OR

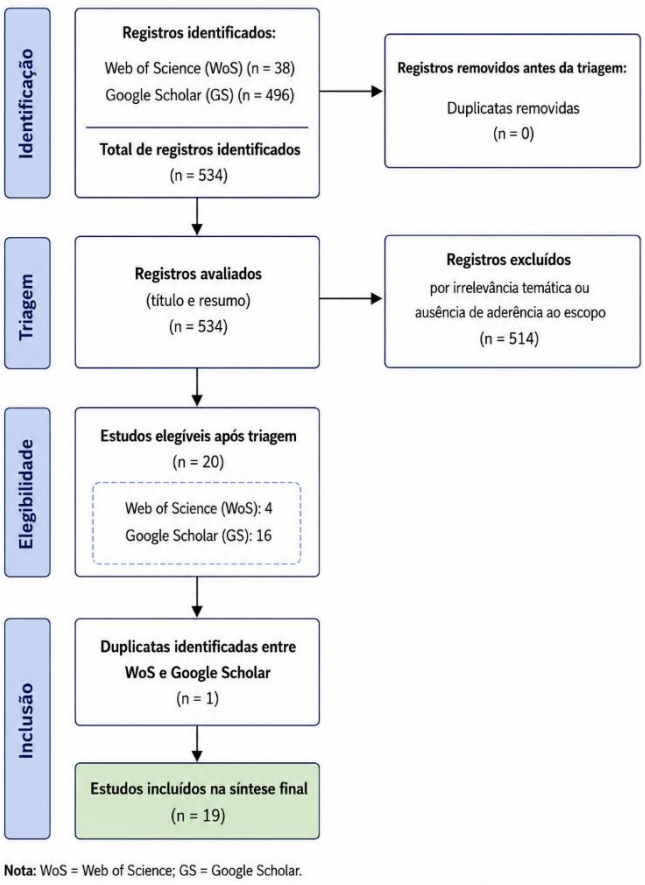
"gestão pública") AND (Brazil OR Brasil), aplicada com a opção “em qualquer lugar do artigo”. Essa configuração ampliou a sensibilidade da busca, mas também aumentou a recuperação de estudos irrelevantes, pois o GS indexa termos presentes em qualquer parte do documento, incluindo referências e citações. A busca resultou em 496 artigos identificados. A triagem e a elegibilidade foram realizadas simultaneamente por meio da leitura de título e resumo, considerando os critérios de inclusão e exclusão delimitados para esse projeto de pesquisa. Ao final desse processo, 16 artigos foram considerados elegíveis e incluídos na síntese.

Ao combinar as amostras provenientes da WoS e do GS, foi identificado 1 estudo duplicado, que foi removido da amostra consolidada. Assim, o conjunto final de estudos incluídos na síntese qualitativa totalizou 19 artigos.[1]

Para facilitar a visualização do fluxo de seleção, apresenta-se na Figura 3 o diagrama PRISMA representando cada etapa do processo.

[1] Para fins de rastreabilidade e consulta, as referências completas dos 19 estudos selecionados para compor a amostra desta revisão sistemática são apresentadas no Apêndice 2.

Figura 3 - Diagrama PRISMA



Fonte: Elaborado pelo autor

O Quadro 3 apresenta a distribuição dos estudos incluídos na revisão sistemática segundo a natureza do veículo de divulgação científica, permitindo uma visão geral da evolução temporal e dos principais meios utilizados para disseminação das pesquisas sobre mineração de processos aplicada à administração pública no Brasil. Observa-se que os estudos foram publicados entre 2016 e 2025, abrangendo diferentes formatos de produção científica, como artigos em periódicos, trabalhos publicados em congressos, capítulos de livros e dissertações acadêmicas. Essa diversidade de fontes evidencia o caráter multidisciplinar e emergente do tema, que tem sido discutido tanto em fóruns científicos especializados quanto em publicações voltadas à pesquisa aplicada.

Quadro 3 - Classificação das referências por tipo de publicação

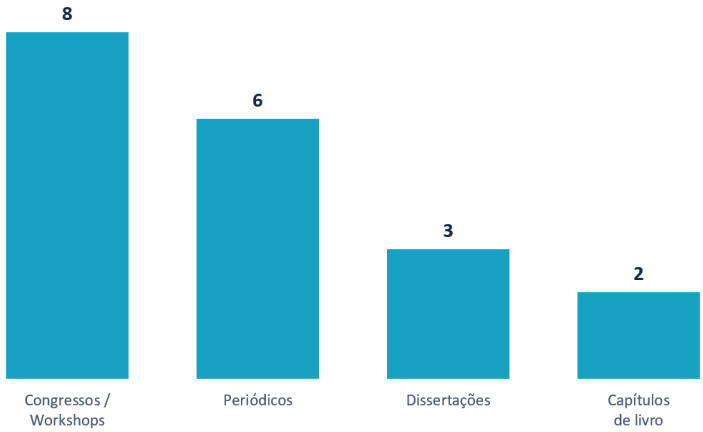
Referência	Tipo de publicação	Periódico / Congresso / Veículo
Gandulfo *et al.* (2016)	Congresso	XII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI)
Riz, Santos e Loures (2016)	Capítulo de livro	*Advances in Transdisciplinary Engineering*
Pestana (2017)	Dissertação	Universidade Federal do Espírito Santo
Riz, Santos e Loures (2017)	Conferência (anais em série editorial)	*Advances in Intelligent Systems and Computing*
Costa e Rodrigues (2020)	Periódico	Revista Brasileira de Planejamento e Orçamento
Melan *et al.* (2020)	Periódico	Revista Inovação, Projetos e Tecnologias (IPTEC)
Oliveira (2020)	Dissertação	Universidade Federal do Tocantins
Pereira, Santos e Maceno (2020)	Periódico	*Network Modeling Analysis in Health Informatics and Bioinformatics*
Unger *et al.* (2021)	Congresso	International Conference on Artificial Intelligence and Law (ICAIL 2021)
Barboza e Silva (2022)	Congresso	XVI Congresso Nacional de Excelência em Gestão (CNEG)
Cardoso *et al.* (2022)	Congresso	Congresso de Administração, Sociedade e Inovação (CASI)
Castro *et al.* (2022)	Congresso	37th *Brazilian Symposium on Databases* (SBBD)
Ferreira *et al.* (2022)	Capítulo de livro	*Industrial Engineering and Operations Management* (Springer)
Neubauer *et al.* (2022)	Workshop	X Workshop de Computação Aplicada em Governo Eletrônico (WCGE)
Araujo e Fantinato (2023)	Periódico	Computação Brasil
Araujo *et al.* (2023)	Periódico	Revista da CGU
Moraes (2024)	Dissertação	Universidade Federal do Tocantins
Vasconcelos, Viterbo e Bernardini (2025)	Congresso	*Annual International Conference on Digital Government Research*
Xavier *et al.* (2025)	Periódico	Cadernos da Escola Paulista de Contas Públicas

Fonte: Elaborado pelo autor

Complementarmente, a Figura 4 demonstra a predominância de publicações em congressos, conferências e workshops (oito estudos), seguidas por artigos em periódicos (seis estudos). Esse resultado sugere que a temática ainda se encontra em processo de consolidação, uma vez que eventos científicos costumam desempenhar papel relevante na divulgação de pesquisas recentes e de caráter exploratório. Além disso, foram identificados três trabalhos acadêmicos (dissertações) e dois capítulos de livros, os quais contribuem para ampliar a compreensão do tema sob diferentes perspectivas metodológicas e contextuais. Em conjunto, os dados indicam que o campo de mineração de processos aplicado ao setor público tem despertado interesse crescente na

comunidade científica, sendo investigado por meio de distintos canais de comunicação e produção do conhecimento.

Figura 4 - Resumo por categoria de publicação



Fonte: Elaborado pelo autor

4.2 Mapeamento dos processos administrativos e técnicas de mineração de processos

A sistematização dos 19 estudos selecionados revela um panorama sobre como a mineração de processos tem sido aplicada na administração pública brasileira, evidenciando diversidade tanto nos processos administrativos investigados quanto nas técnicas utilizadas. A partir do Quadro 4 é possível identificar padrões, tendências e lacunas relevantes para compreender o estágio atual de maturidade da mineração de processos no setor público.

O primeiro aspecto que se destaca é a ampla variedade de processos administrativos mapeados, abrangendo desde fluxos altamente estruturados — como concessão de férias (Gandulfo *et al.*, 2016) e progressão por capacitação (Barboza; Silva, 2022) — até processos complexos, dinâmicos e *ad hoc*, como tramitação judicial (Unger *et al.*, 2021; Oliveira, 2020) e aprovação de loteamentos (Melan *et al.*, 2020). Essa diversidade demonstra que a mineração de processos tem sido aplicada tanto em rotinas administrativas internas quanto em serviços finalísticos, reforçando sua versatilidade como ferramenta de diagnóstico e melhoria.

Além disso, observa-se que a maior parte dos estudos se concentra em processos de alta criticidade organizacional, caracterizados por grande volume de casos, múltiplos atores e forte impacto na eficiência institucional. Exemplos incluem: fluxos de saúde pública, como quimioterapia e registro de produtos sanitários (Riz; Santos; Loures, 2016; Neubauer *et al.*, 2022), processos judiciais, marcados por elevada variabilidade e longos tempos de tramitação (Oliveira, 2020; Unger *et al.*, 2021) e processos orçamentários e de compras, essenciais para a governança financeira (Costa; Rodrigues, 2020; Moraes, 2024). Essa predominância sugere que a mineração de processos tem sido priorizada em áreas onde a falta de visibilidade e a complexidade operacional dificultam a gestão baseada em evidências (Pfeffer; Sutton, 2006).

Quadro 4 - Mapeamento dos processos administrativos e técnicas de mineração de processos

Referência	Objetivo	Nível administrativo / área	Processo analisado	Técnicas de mineração de processos
Gandulfo *et al.* (2016)	Descrever um modelo de mineração de processos para reduzir custos e otimizar o uso de recursos em fluxos de gestão de pessoas, validando-o por meio de um caso real para responder a questões sobre eficiência e retrabalho	Federal / Judiciário	Controle de Férias: envolve etapas de preparação da concessão, marcação de gozo, homologação e alterações/cancelamentos	Descoberta (modelagem automática), Análise de Desempenho (indicadores de tempo) e Análise de Redes Sociais (SNA)
Riz, Santos e Loures (2016)	Propor a adaptação da Mineração de Processos (focando em Mineração Organizacional) como ferramenta auxiliar na descoberta de conhecimento para melhorar a qualidade e a interoperabilidade na saúde	Local / Setorial (Hospital de referência em Curitiba-PR, inserido no contexto regulatório do SUS e agências federais) / Saúde Pública e Privada	Tratamento de Quimioterapia: acompanhamento da jornada do paciente desde o primeiro contato até a conclusão do tratamento	Descoberta, Mineração de Modelo Organizacional e Análise de Redes Sociais
Pestana (2017)	Demonstrar como a mineração de processos pode automatizar a auditoria de processos governamentais, comparando o fluxo real com o modelo oficial	Estadual / Saúde Pública	Avaliação de Estágio Probatório (AEP) e Contratação por Designação Temporária (CDT)	Descoberta de modelos e Verificação de Conformidade (comparação entre logs e modelos BPMN)
Riz, Santos e Loures (2017)	Propor a utilização conjunta de técnicas de mineração de processos e métodos de Análise de Decisão Multicritério (MCDA) para identificar níveis de maturidade e interoperabilidade organizacional	Local / Setorial (Hospital de referência em Curitiba-PR, inserido no contexto regulatório do SUS e agências federais) / Saúde Pública e Privada	Tratamento de Quimioterapia Venosa: abrange desde a triagem e assistência social até exames de alta complexidade (tomografia) e cirurgia	Descoberta (mapeamento de caminhos), Conformidade e extração de indicadores de desempenho (frequência e tempos de execução)
Costa e Rodrigues (2020)	Demonstrar a viabilidade da mineração de processos para mapear e analisar processos de trabalho da Marinha, identificando mapas reais,	Federal / Defesa	Alterações de Crédito e Alteração de Dados: trâmites de solicitações orçamentárias no Sistema de Acompanhamento do Plano Diretor	Descoberta (mapas reais), Análise de Desempenho (sazonalidade e gargalos) e Verificação de Conformidade

	gargalos e desvios no fluxo orçamentário			
Melan *et al.* (2020)	Caracterizar os fluxos processuais e identificar oportunidades de ganhos de eficiência e eficácia administrativa	Municipal / Gestão Urbana e Obras Públicas	Avaliação de Loteamentos: trâmite de aprovação de novos empreendimentos urbanos na Diretoria de Loteamentos	Descoberta (mapeamento do fluxo real) e Análise de Desempenho (prazos médios e gargalos)
Oliveira (2020)	Realizar mineração de processos a partir dos dados do e-Proc para identificar a potencialidade estratégica da técnica na otimização de fluxos de trabalho e elevação da celeridade processual	Estadual / Judiciário	Tramitação Processual Eletrônica (e-Proc): foco em processos das Varas Cíveis e do Juizado Especial da Fazenda (especificamente temas como reparação de danos morais e "Data Base")	Descoberta (modelagem automática), Análise de Desempenho (prazos e gargalos) e Verificação de Conformidade
Pereira, Santos e Maceno (2020)	Propor e avaliar a PM²HC (*Process Mining Project Methodology in Healthcare*), uma metodologia padronizada para guiar projetos de mineração de processos no setor de saúde, visando alinhar expectativas entre gestores e analistas	Federal / Saúde Pública	Fluxo de exames laboratoriais: abrange as etapas de Requisição, Coleta, Entrada no Setor e Liberação de resultados	Descoberta de modelos, Verificação de Conformidade e Análise de Desempenho (gargalos e indicadores)
Unger *et al.* (2021)	Analisar o desempenho judicial utilizando a mineração de processos como uma prova de conceito para a “jurimetria habilitada por mineração de processos”, visando identificar causas raiz de ineficiências	Estadual / Judiciário	Tramitação de Processos Judiciais: foco em ações de direito empresarial (caracterizadas por alta heterogeneidade e complexidade)	Descoberta (modelagem do fluxo real), Análise de Desempenho (tempo e recursos) e análise de perspectivas de controle de fluxo
Barboza e Silva (2022)	Analisar os requisitos técnicos necessários para viabilizar a mineração de processos em processos tramitados via SEI (Sistema Eletrônico de Informações), focando na qualidade dos logs	Federal / Educação Superior	Progressão por Capacitação: solicitação de mudança de nível de servidores técnicos por certificação.	Descoberta (geração automática de modelos de fluxo) e Análise de Desempenho (tempos médios e gargalos)
Cardoso *et al.* (2022)	Avaliar a contribuição da mineração de processos como suporte à tomada de decisão	Federal / Educação Superior	Bolsa de Extensão: envolve desde a inscrição e seleção até o pagamento e prestação de contas (relatórios).	Descoberta (geração do modelo real), Conformidade

	para melhoria de processos em uma instituição de ensino superior, visando superar limitações de diagnósticos puramente qualitativos			(comparação com o modelo BPMN/normas) e Análise de Desempenho (prazos e gargalos)
Castro *et al.* (2022)	Aplicar a técnica de descoberta de processos para identificar gargalos e violações de controles internos, gerando um novo tipo de evidência de auditoria	Federal / Defesa	Municiamento (Vales de Cozinha): trâmite de requisição de insumos, autorização de entrega e retirada de alimentos do estoque	Descoberta (modelagem automática do fluxo real) e identificação de desvios de conformidade
Ferreira *et al.* (2022)	Analisar como a pandemia de COVID-19 interferiu nos processos de negócio de uma instituição pública, comparando o comportamento dos fluxos antes e durante a implementação do trabalho remoto forçado	Federal / Educação Profissional e Superior	Processos Administrativos Gerais: foco em processos anteriormente registrados em papel, como Gestão de Carreira Docente, Diplomas, Folha de Pagamento e Justificativa de Faltas	Descoberta de Processos e Análise de Desempenho (focada na duração dos processos e no número de tarefas)
Neubauer *et al.* (2022)	Avaliar como a mineração de processos pode atuar como agente de promoção da transparência pública, permitindo a visualização analítica da execução real dos processos	Federal / Saúde Pública	Petições para Registro de Produtos de Saúde: trâmite registrado no sistema Datavisa	Descoberta, Verificação de Conformidade (*compliance*) e Análise Descritiva (estatísticas de desempenho)
Araujo e Fantinato (2023)	Explorar a mineração de processos como ferramenta para promover a transparência ativa e passiva, permitindo que cidadãos e gestores compreendam o fluxo real dos serviços públicos	Federal / Saúde Pública	Petições para Registro de Produtos de Saúde: trâmite registrado no sistema DataVisa	Descoberta de Processos, Verificação de Conformidade (*compliance*) e análise de desempenho
Araujo *et al.* (2023)	Explorar o potencial da mineração de processos como agente tecnológico de apoio à transparência pública (ativa e passiva), permitindo a compreensão do funcionamento	Federal e Estadual / Saúde Pública e Judiciário	1. Petições para Registro de Produtos de Saúde (ANVISA); 2. Tramitação de Processos Judiciais em direito empresarial (TJSP)	Descoberta, Verificação de Conformidade, Análise de Desempenho (descritiva) e potencial uso de modelos Preditivos e Prescritivos

	da máquina pública e o monitoramento de desempenho			
Moraes (2024)	Analisar fluxos operacionais, identificar gargalos e propor melhorias no Sistema de Informações para o Ensino (SIE)	Federal / Educação Superior	Solicitações de Empenho: abrange os tipos de Empenho Gerado, Empenho de Despesa, Contrato e Registro de Preço	Descoberta (geração automática de modelos), Análise de Desempenho (tempos de tramitação) e Mapeamento de Desvios
Vasconcelos, Viterbo e Bernardini (2025)	Avaliar os desafios e propor um método (OGD-PM) para classificar e avaliar *datasets* de dados abertos quanto à sua relevância e adequação para a descoberta de processos e identificação de gargalos	Federal / Multisetorial	Foram testados três processos principais: Registro de Diplomas, Pedidos de Registro de Programa de Computador e Registro de Fiscais para Concursos Públicos	Descoberta de Processos e Identificação de Gargalos (análise de desempenho)
Xavier *et al.* (2025)	Integrar algoritmos de mineração de processos para potencializar o grau decisório na gestão de prefeituras, visando prever o tempo de conclusão e identificar as causas de atrasos e gargalos	Municipal / Administrativo	Fluxos de Protocolos: tramitação de solicitações de contribuintes entre diversos setores administrativos	Descoberta de modelos, Análise de Causa Raiz reativa e Análise Preditiva (projeção de comportamento futuro)

Fonte: Elaborado pelo autor

No que se refere às técnicas de mineração de processos, o Quadro 4 evidencia que a descoberta de processos (*process discovery*) é a abordagem mais recorrente, presente em todos os estudos analisados. Isso confirma que a principal demanda das organizações públicas ainda é compreender o fluxo real de execução dos processos, frequentemente divergente dos modelos normativos ou prescritos. Como afirmam Van der Aalst (2016) e Araujo *et al.* (2023), a descoberta é a porta de entrada para análises mais avançadas, pois revela a estrutura empírica do processo e suas variações.

A segunda técnica mais utilizada é a análise de desempenho, aplicada em 15 dos 19 estudos. Essa predominância reflete a necessidade de mensurar tempos de execução, identificar gargalos e avaliar a eficiência operacional — elementos essenciais para a modernização administrativa e para a gestão orientada a resultados. Estudos como Melan *et al.* (2020), Oliveira (2020) e Pereira, Santos e Maceno (2020), por exemplo, demonstram que a análise de desempenho permite quantificar atrasos críticos, períodos de inatividade e sobrecarga de setores, fornecendo evidências concretas para intervenções gerenciais.

A verificação de conformidade (*conformance checking*) aparece como a terceira técnica mais frequente, especialmente em estudos voltados à auditoria, compliance e controle interno (Pestana, 2017; Cardoso *et al.*, 2022; Castro *et al.*, 2022). Essa tendência indica que a mineração de processos tem sido reconhecida como ferramenta estratégica para fortalecer a *accountability* e a integridade administrativa, ao permitir comparar o comportamento real com normas, regulamentos e modelos BPMN.

Outro resultado relevante é a distribuição dos estudos por nível administrativo. A maioria das aplicações ocorre no nível federal, seguida pelo estadual, enquanto o nível municipal apresenta apenas dois estudos (Melan *et al.*, 2020; Xavier *et al.*, 2025). Essa assimetria evidencia uma lacuna importante: embora os municípios concentrem grande parte da prestação de serviços públicos, ainda são pouco explorados na literatura de mineração de processos. Isso reforça a relevância deste trabalho, que busca justamente compreender como a técnica pode apoiar a modernização da gestão municipal.

4.3 Mapeamento dos benefícios, desafios e limitações

A análise dos resultados sistematizados no Quadro 5 evidencia que a mineração de processos tem produzido benefícios significativos para a gestão pública, ao mesmo tempo em que revela desafios estruturais que ainda limitam sua implementação. Os resultados evidenciam ganhos em transparência, eficiência, conformidade e governança baseada em dados, reforçando o potencial da técnica para modernizar a gestão pública.

Um dos benefícios mais recorrentes é o aumento da visibilidade e transparência dos fluxos administrativos. A descoberta de processos permitiu revelar grande variabilidade e complexidade oculta, como as 777 variantes identificadas em processos regulatórios da ANVISA (Neubauer *et al.*, 2022; Araújo *et al.*, 2023) e as 4.591 variantes observadas em fluxos judiciais do TJSP (Araújo *et al.*, 2023). Em nível municipal, Melan *et al.* (2020) identificaram 370 variantes para 436 casos no processo de aprovação de loteamentos, evidenciando a distância entre o fluxo prescrito e o fluxo real. Esses achados reforçam que a mineração de processos oferece uma visão empírica que dificilmente seria obtida por métodos tradicionais de mapeamento.

Outro benefício central refere-se à eficiência e ao desempenho operacional. A análise de tempos permitiu identificar gargalos críticos e longos períodos de inatividade, como o tempo médio de 32,4 meses para aprovação de loteamentos (Melan *et al.*, 2020) e os 312 dias de tramitação judicial (Unger *et al.*, 2021). Em estudos sobre digitalização durante a pandemia, Ferreira *et al.* (2022) demonstraram reduções significativas na duração dos processos, evidenciando o impacto da transformação digital. Em nível municipal, Xavier *et al.* (2025) identificaram gargalos em setores como Tesouraria e Atendimento ao Cidadão, reforçando a utilidade da técnica para diagnósticos operacionais.

A mineração de processos também se destaca como ferramenta de conformidade e controle. Pestana (2017) identificou ilegalidades como ausência de assinaturas obrigatórias. Castro *et al.* (2022) detectaram quebra de segregação de funções, com gestores aprovando seus próprios documentos. Já Neubauer *et al.* (2022) encontraram 80% de conformidade normativa em processos regulatórios, demonstrando o potencial da técnica para fortalecer a *accountability* e a integridade administrativa.

Quadro 5 - Mapeamento dos benefícios, resultados e desafios

Referência	Benefícios e resultados	Desafios
Gandulfo *et al.* (2016)	Identificação de retrabalho crítico (tarefa de alteração de homologação ocorre média de 4,3x por caso); detecção de sobrecarga nos analistas de RH (papel central); mapeamento de picos sazonais de demanda	Processo do tipo "espaguete" (não estruturado e variável); incompletude de dados históricos em versões antigas do sistema; presença de ruídos e tarefas duplicadas nos logs
Riz, Santos e Loures (2016)	Identificação de 37 áreas de interação; descoberta de que a Assistência Social é a área mais central (12 interações/66% das áreas); mapeamento de riscos de falha por alta interoperabilidade	Processos altamente dinâmicos, complexos e *ad-hoc*; sistemas de informação projetados como repositórios de dados e não para dinâmica de processos; falta de definições consistentes para processos de saúde
Pestana (2017)	Identificação de ilegalidades e desvios críticos (como a ausência de assinaturas essenciais); auditoria de 100% das instâncias com maior celeridade e redução de erros humanos	Falta de padronização entre as nomenclaturas do sistema e do BPMN; atividades manuais (como assinaturas físicas) que não geram registros em log, exigindo refinamento manual
Riz, Santos e Loures (2017)	Mapeamento de 1.429 atividades em 34 entidades; identificação de gargalos críticos (ex: 87,1 dias para tomografia); classificação do desempenho em níveis: Básico, Intermediário e Avançado	Dependência de bases de dados íntegras e acessíveis; dificuldade em converter atributos técnicos de mineração em critérios de decisão (MCDA) e definição de pesos para esses critérios
Costa e Rodrigues (2020)	Identificação de 32 horas como tempo médio de tramitação; detecção de 40,7% de conformidade em alteração de dados; identificação da área DGOM-20 como a mais sobrecarregada	Existência de 1.489 variantes de fluxo; sazonalidade com picos de "correria" em novembro; e necessidade de inclusão de processos manuais no processamento automático (batch)
Melan *et al.* (2020)	Identificação de morosidade crítica (tempo médio de 32,4 meses para resolução); detecção de gargalos na Gerência de Cadastro e na Praça de Atendimento; proposta de manuais de procedimentos e tramitação paralela	Alta variabilidade (370 variantes para 436 casos); processos altamente complexos e pouco padronizados; e períodos de inatividade superiores a um ano em certos casos
Oliveira (2020)	Identificação de pontos de congestionamento e variantes de fluxo; cálculo do tempo médio de processamento (6,64 meses); detecção de caminhos mais frequentes e obstruções no trâmite	Fluxos reais excessivamente complexos ("emaranhado de passos"); necessidade de tratamento de logs (conversão CSV para XES) e dependência de conhecimento do negócio para interpretar a ciência de dados
Pereira, Santos e Maceno (2020)	Constatação de que 99,9% dos casos seguem o fluxo normativo; mapeamento da carga de trabalho por membro da equipe; maior precisão na definição de KPIs e objetivos estratégicos	Logs com ausência de registros de fim de atividade (apenas carimbos de início), impedindo a distinção entre tempo de execução e tempo de espera; presença de valores nulos (NULL)
Unger *et al.* (2021)	Identificação de gargalos críticos (esperas de 18 a 21 dias entre certificados); cálculo do tempo médio de 312 dias para casos encerrados; descoberta de que	Fluxo de sequência "*ad hoc*" (alta complexidade e número de variantes); falta de recursos humanos; assimetria de informações nos sistemas judiciais e necessidade de limpeza rigorosa de dados

	processos digitais foram 6% mais lentos que os físicos na amostra analisada	
Barboza e Silva (2022)	Visualização de 90,6% dos eventos após limpeza; identificação de loops de retrabalho e de atores-chave não previstos no mapa oficial	Logs do SEI com informações redundantes e falta de precisão temporal (segundos); necessidade de formatação híbrida (incluir nome da unidade executora na atividade)
Cardoso *et al.* (2022)	Identificação de 22 variantes de execução; detecção de 14% a 20% de inadimplência na entrega de relatórios; descoberta de desvios legais em assinaturas e ordens de tramitação irregulares	Baixa qualidade dos dados (logs com datas de início e fim idênticas); falta de integração entre sistemas; e processos não totalmente automatizados
Castro *et al.* (2022)	Identificação de média de 2,7 iterações por vale; detecção de quebra de segregação de funções (gestor aprovando o próprio documento) e descoberta de que 81% dos processos iniciam após a entrega física	Dificuldade na extração e preparação de logs confiáveis; atividades manuais (retirada física) não registradas pelo sistema; necessidade de limpeza de ruídos nos dados
Ferreira *et al.* (2022)	Identificação de uma redução significativa na duração média e no número de tarefas dos processos; evidência de ganhos de eficiência e produtividade através da digitalização acelerada pela pandemia	Necessidade de limpeza rigorosa (remoção de caracteres especiais e valores ausentes); existência de processos "longos" que aguardavam arquivamento; e a hipótese de subnotificação/omissão de registros por parte dos servidores durante a transição
Neubauer *et al.* (2022)	Identificação de 777 variantes; detecção de 80% de conformidade com o modelo normativo; descoberta de que intercorrências atrasam o processo em cerca de um mês; identificação de gargalo na fila de análise (média de 62 dias)	Modelos do tipo “espaguete” devido à alta diversidade de variantes; limitações de expressividade de grafos simples (DFG); necessidade de traduzir modelos técnicos para linguagem acessível ao cidadão
Araújo e Fantinato (2023)	Identificação de 777 variantes; detecção de 80% de conformidade com a normativa; descoberta de violações de fluxo (análises feitas sem requisição prévia) e gargalos em filas de espera	Baixa qualidade dos dados; necessidade de integração entre órgãos; falta de capacitação técnica e o desafio de traduzir dados técnicos para uma linguagem acessível ao cidadão
Araújo *et al.* (2023)	ANVISA: identificação de 777 variantes e 80% de conformidade normativa; TJSP: detecção de 4.591 variantes (processo *ad-hoc*) e gargalos de tramitação; Promoção do controle social e auxílio na tomada de decisão	Qualidade dos dados (logs); falta de interoperabilidade entre sistemas; necessidade de capacitação técnica de servidores e o desafio da acessibilidade (traduzir resultados técnicos para o cidadão)
Moraes (2024)	Identificação de 29 variantes no fluxo de Registro de Preço; detecção de morosidade crítica na etapa final de emissão de empenho; proposição de automações no sistema	Elevado índice de retrabalho por falta de treinamento; fluxos reais que divergem significativamente do “caminho feliz”; atrasos por retenção de processos em etapas contábeis
Vasconcelos, Viterbo e Bernardini (2025)	Constatação de que 24% dos dados abertos são relevantes para mineração de processos. Identificação de um gargalo de 67 dias na correção de dados no processo do INPI	Falta de contexto (ausência de metadados sobre a origem e propósito dos dados); baixa qualidade (links vazios ou arquivos corrompidos); e necessidade de transformações complexas de dados tabulares em logs de eventos

Xavier *et al.* (2025)	Identificação de que 11% dos protocolos excedem o prazo legal de 20 dias; descoberta de gargalos críticos no Atendimento ao Cidadão e Tesouraria; alta precisão preditiva para processos de documentação e certidões	Fragmentação e heterogeneidade de dados entre secretarias; falta de granularidade nos registros internos dos setores; e alta variabilidade em processos de RH e folha de pagamento

Fonte: Elaborado pelo autor

Além disso, alguns estudos avançam para análises preditivas e classificatórias, ampliando o papel da mineração de processos no suporte à decisão. Xavier *et al.* (2025) desenvolveram modelos preditivos de alta precisão para estimar prazos de protocolos municipais, enquanto Riz, Santos e Loures (2017) classificaram níveis de desempenho em processos de saúde. Pereira, Santos e Maceno (2020) demonstraram que a técnica contribui para a definição de indicadores estratégicos (KPIs), reforçando sua utilidade para a governança baseada em dados.

Apesar dos benefícios, os estudos revelam desafios importantes. O mais recorrente diz respeito à qualidade dos logs de eventos, frequentemente incompletos, inconsistentes ou sem atributos essenciais. Pereira, Santos e Maceno (2020) identificaram registros sem data de término. Cardoso *et al.* (2022) apontaram duplicidades e *timestamps* idênticos. Castro *et al.* (2022) observaram ausência de registros de atividades manuais. Já Vasconcelos *et al.* (2025) relataram dados corrompidos em bases abertas. Esses problemas limitam a precisão das análises e exigem esforços significativos de pré-processamento.

Há também desafios relacionados à complexidade dos processos públicos, caracterizados por alta variabilidade e múltiplos atores. Gandulfo *et al.* (2016) e Neubauer *et al.* (2022) relataram modelos densos do tipo “espaguete”. Araújo *et al.* (2023) destacaram processos *ad hoc* com milhares de variantes. E Oliveira (2020) enfatizou a necessidade de conhecimento especializado para interpretar modelos complexos.

Por fim, desafios organizacionais — como fragmentação de sistemas, baixa integração entre secretarias, resistência à mudança e falta de capacitação técnica — foram identificados em diversos estudos (Araújo; Fantinato, 2023; Moraes, 2024; Xavier *et al.*, 2025). Esses fatores dificultam a institucionalização da mineração de processos como prática gerencial.

A Figura 5 sintetiza os principais benefícios e desafios da aplicação da mineração de processos na gestão pública identificados nesta revisão sistemática, contrastando seu potencial gerencial — em transparência, eficiência, conformidade e governança baseada

em evidências — com as barreiras que ainda condicionam sua adoção, como a qualidade dos dados, a fragmentação dos sistemas e a incipiente maturidade no nível municipal.

Figura 5 - Síntese dos benefícios e desafios

BENEFÍCIOS IDENTIFICADOS	DESAFIOS IDENTIFICADOS
Transparência dos fluxos Visibilidade do processo real e exposição de variantes e desvios.	**Qualidade dos dados** Logs incompletos e pouco padronizados comprometem a confiabilidade das análises.
Ganhos de eficiência Gargalos e retrabalho evidenciados.	**Fragmentação de sistemas** Baixa interoperabilidade dificulta análises ponta a ponta entre órgãos.
Verificação de conformidade Aderência a normas e detecção de ilegalidades.	**Capacitação técnica** Escassez de competências e ferramentas; uso ainda restrito ao meio acadêmico.
Governança por evidências Decisões sustentadas em dados reais, fortalecendo a gestão orientada a resultados.	**Tradução dos resultados** Achados técnicos precisam virar linguagem acessível a gestores e cidadãos.
***Accountability* ampliado** Mais transparência e responsabilização sobre a atuação administrativa.	**Maturidade municipal** Aplicação ainda incipiente nos municípios, com sistemas pouco integrados.

Fonte: Elaborado pelo autor

4.4 Discussão dos Resultados e análise comparativa entre os níveis da administração pública

Os resultados obtidos permitem uma discussão integrada entre os achados empíricos, os objetivos da pesquisa e o referencial teórico revisado, revelando convergências, divergências e novos *insights* sobre a aplicação da mineração de processos na administração pública brasileira.

Do ponto de vista dos objetivos da pesquisa, os resultados confirmam que a mineração de processos tem sido aplicada de forma mais intensa nos níveis federal e estadual, onde há maior disponibilidade de sistemas integrados, maior volume de dados e maior maturidade tecnológica. Estudos como Neubauer *et al.* (2022), Araújo *et al.* (2023) e Cardoso *et al.* (2022) demonstram que órgãos federais e estaduais conseguem extrair logs mais completos, aplicar técnicas avançadas de descoberta, conformidade e desempenho, e gerar diagnósticos robustos sobre variabilidade, gargalos e riscos operacionais. Esses achados convergem com a literatura sobre governança digital (Dunleavy *et al.*, 2005), que aponta que organizações com maior capacidade tecnológica tendem a avançar mais rapidamente em práticas analíticas baseadas em dados.

No nível municipal, entretanto, os estudos revelam um cenário distinto. Embora os municípios concentrem grande parte da prestação de serviços públicos, a literatura

mostra que a aplicação da mineração de processos ainda é incipiente, restrita a poucos casos (Melan *et al.*, 2020; Xavier *et al.*, 2025). Os resultados indicam desafios estruturais mais acentuados, como fragmentação de sistemas, baixa padronização de registros, ausência de logs completos e dependência de atividades manuais — fatores que dificultam análises ponta a ponta. Essa realidade dialoga com as limitações apontadas por Racis e Spano (2025) sobre a adoção de tecnologias emergentes em governos locais, onde a maturidade digital tende a ser menor e a resistência organizacional mais elevada.

Apesar dessas limitações, os estudos municipais analisados revelam benefícios significativos, especialmente no diagnóstico de gargalos, na identificação de retrabalhos e na mensuração de tempos de execução. Os achados de Xavier *et al.* (2025), por exemplo, mostram que mesmo com dados fragmentados é possível identificar setores críticos, prever prazos e apoiar decisões gerenciais — o que reforça a aderência da técnica aos princípios do *Evidence-Based Management* (Pfeffer; Sutton, 2006). Isso indica que, embora a maturidade tecnológica seja menor, o potencial de impacto da mineração de processos no nível municipal é elevado, sobretudo em áreas com alta demanda e baixa visibilidade operacional.

A comparação entre os níveis administrativos também evidencia diferenças na complexidade dos processos analisados. No nível federal, predominam processos regulatórios e de alta variabilidade, como os da ANVISA, que apresentaram centenas de variantes (Neubauer *et al.*, 2022). No nível estadual, destacam-se processos judiciais, caracterizados por milhares de caminhos possíveis e forte dependência de múltiplos atores (Araújo *et al.*, 2023; Unger *et al.*, 2021). Já no nível municipal, os processos tendem a ser mais operacionais e repetitivos, como aprovação de loteamentos e atendimento ao cidadão, mas ainda assim apresentam variabilidade significativa devido à ausência de padronização (Melan *et al.*, 2020).

Essas diferenças refletem, em grande medida, as características estruturais da administração pública brasileira descritas pela teoria da burocracia weberiana (Weber, 1922). A rigidez procedimental, a fragmentação organizacional e a dependência de regras formais contribuem para a complexidade e a variabilidade observadas nos processos — especialmente nos níveis federal e estadual, onde a estrutura burocrática é mais densa.

Ao mesmo tempo, a mineração de processos se mostra alinhada às propostas da Nova Gestão Pública (Hood, 1991) e da governança digital (Dunleavy *et al.*, 2005), ao permitir maior transparência, eficiência e foco em resultados.

Outro ponto relevante é a relação entre os achados e a teoria da *accountability*. Os estudos que aplicaram verificação de conformidade revelaram ilegalidades, violações de segregação de funções e inconsistências procedimentais (Pestana, 2017; Castro *et al.*, 2022), reforçando o papel da mineração de processos como instrumento de controle e integridade. Isso converge com autores como Schedler (1999) e O'Donnell (1998), que destacam a importância de mecanismos que ampliem a transparência e a responsabilização no setor público.

A Figura 6 apresenta a análise comparativa da aplicação da mineração de processos nos três níveis federativos — federal, estadual e municipal —, organizada segundo quatro dimensões: maturidade digital, processos típicos, técnicas predominantes e presença na literatura. Sua leitura evidencia um gradiente claro de consolidação da técnica conforme a esfera de governo. No nível federal, observa-se a maior maturidade digital, sustentada por sistemas nacionais e logs consolidados, o que favorece aplicações em processos regulatórios de grande escala, e concentra a maior parte da produção científica. No nível estadual, a presença é igualmente relevante, impulsionada por tribunais e órgãos que dispõem de grandes bases de dados. Já o nível municipal revela o contraste mais expressivo: apesar de concentrar a maior parte da prestação direta de serviços ao cidadão, caracteriza-se por baixa maturidade digital, sistemas fragmentados e aplicação ainda incipiente, com escassez de estudos aplicados. Conclui-se, portanto, que a distribuição das evidências é inversamente proporcional à proximidade do cidadão: os níveis com maior maturidade e cobertura na literatura são justamente aqueles mais distantes da prestação cotidiana de serviços, o que reforça a relevância e a urgência de estudos empíricos voltados especificamente à realidade dos municípios brasileiros.

Figura 6 - Análise comparativa entre os níveis da administração pública

DIMENSÃO	FEDERAL	ESTADUAL	MUNICIPAL
Maturidade digital	Alta — sistemas nacionais e logs consolidados	Média-alta — tribunais com grandes bases de dados	Baixa — sistemas fragmentados e pouco integrados
Processos típicos	Regulatórios e de grande escala (ex.: ANVISA)	Judiciais de alta variabilidade (ex.: TJSP)	Licenciamento, loteamentos, compras e atendimento
Técnicas predominantes	Descoberta, conformidade e desempenho	Descoberta e análise de variantes e gargalos	Aplicação incipiente, em casos pontuais, onde foram aplicadas análise de descoberta e de desempenho
Presença na literatura	Concentração dos estudos	Presença relevante	Escassez de estudos aplicados

Fonte: Elaborado pelo autor

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo sistematizou e caracterizou a produção científica brasileira sobre a aplicação da mineração de processos na administração pública, com ênfase no nível municipal. Os resultados demonstram que a técnica tem se consolidado como ferramenta estratégica para ampliar a transparência, melhorar a eficiência e fortalecer a governança baseada em evidências. A revisão sistemática permitiu mapear processos, identificar técnicas utilizadas, sintetizar benefícios e desafios, além de comparar os resultados entre diferentes níveis da administração pública.

Os resultados mostram que a maior parte das aplicações ocorre nos níveis federal e estadual, onde há maior maturidade digital e disponibilidade de logs estruturados. Nesses contextos, predominam estudos voltados a processos regulatórios, judiciais e de auditoria, com uso intensivo de técnicas de descoberta, análise de desempenho e verificação de conformidade. No nível municipal, embora a literatura seja mais escassa, os estudos analisados demonstram que a técnica é capaz de gerar diagnósticos relevantes mesmo em ambientes com baixa integração de sistemas, revelando variabilidade, retrabalho e atrasos significativos.

A análise dos benefícios evidencia ganhos em transparência, eficiência, conformidade normativa e suporte à decisão, enquanto os desafios se concentram na qualidade dos dados, na fragmentação dos sistemas, na complexidade dos processos e na baixa capacitação técnica. Esses achados reforçam a aderência da mineração de

processos às correntes teóricas da Nova Gestão Pública, da governança digital, da *accountability* e do *Evidence-Based Management*.

A principal limitação deste trabalho decorre da dependência de dados secundários, já que não foi possível acessar diretamente os logs utilizados nos estudos analisados. A heterogeneidade metodológica entre os trabalhos — com diferentes ferramentas, métricas e níveis de detalhamento — dificultou comparações diretas. Além disso, a escassez de estudos aplicados ao nível municipal limita a generalização dos achados para o conjunto dos municípios brasileiros.

Do ponto de vista teórico, o estudo sistematiza um panorama abrangente da literatura nacional sobre mineração de processos no setor público e integra os achados empíricos com teorias clássicas e contemporâneas da administração pública. Do ponto de vista prático, evidencia o potencial da mineração de processos para apoiar diagnósticos organizacionais, aprimorar a eficiência, fortalecer a conformidade normativa e orientar decisões gerenciais baseadas em dados. A pesquisa também destaca desafios estruturais — como qualidade dos logs, fragmentação de sistemas e baixa capacitação técnica — que precisam ser enfrentados para ampliar a adoção da técnica, especialmente no nível municipal.

Com base nos resultados, recomenda-se que gestores públicos invistam na melhoria da qualidade dos dados e na integração de sistemas, institucionalizem práticas de governança de dados, capacitem servidores em análise de processos e utilizem a mineração de processos como ferramenta de auditoria contínua, especialmente em áreas críticas como compras públicas, saúde e atendimento ao cidadão. Projetos-piloto devem ser priorizados em processos de alto volume e variabilidade, e análises preditivas podem ser incorporadas para antecipar gargalos e apoiar decisões estratégicas. A transparência ativa, com divulgação de indicadores e modelos, também deve ser incentivada.

Para pesquisas futuras, sugerem-se estudos empíricos com logs reais de municípios, comparações entre municípios de diferentes portes, estudos longitudinais que avaliem o impacto de intervenções gerenciais e investigações sobre fatores organizacionais que influenciam a adoção da técnica. Também se recomenda o

desenvolvimento de *frameworks* específicos para o setor público, considerando suas particularidades normativas e procedimentais.

REFERÊNCIAS

AGRAWAL, R.; GUNOPULOS, D.; LEYMANN, F. Mining Process Models from Workflow Logs. In: Extending Database Technology — EDBT ’98, 1998, Berlin. [...]. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 1998. p. 467–483.

ARAÚJO, A. F. de; PASSOS, C. F. A ACCOUNTABILITY NA PROCURADORIA GERAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Boletim CEPGE**, v. 38, n. 6, p. 19–39, 2014.

ARAUJO, R. M. De; PERES, S. M.; FANTINATO, M.; UNGER, A. J.; NEUBAUER, T. R. Mineração de processos como ferramenta para promoção da Transparência: oportunidades e desafios. **Revista da CGU**, v. 15, n. 27, p. 203–218, 2023. Disponível em: <https://revista.cgu.gov.br/Revista_da_CGU/article/view/567>.

ARAUJO, R.; FANTINATO, M. Mineração de processos: oportunidades para a transparência pública. **Computação Brasil**, p. 34–38, 2023.

BARBOZA, R. C.; SILVA, G. V. ANÁLISE DE REQUISITOS PARA A UTILIZAÇÃO DA MINERAÇÃO DE PROCESSOS COM DADOS DO SISTEMA ELETRÔNICO DE INFORMAÇÕES (SEI). In: Anais do XVI Congresso Nacional de Excelência em Gestão (CNEG), 2022, [...]. 2022. p. 1–20.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BIRKLE, C.; PENDLEBURY, D. A.; SCHNELL, J.; ADAMS, J. Web of science as a data source for research on scientific and scholarly activity. **Quantitative Science Studies**, v. 1, n. 1, p. 363–376, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1162/qss_a_00018>.

BRESSER-PEREIRA, L. C. Da administração pública burocrática à gerencial. **Revista do Serviço Público - RSP Brasília**, v. 73, p. 53–87, 2022a.

BRESSER-PEREIRA, L. C. Uma reforma gerencial da administração pública no Brasil. **Revista do Serviço Público - RSP Brasília**, v. 73, p. 180–219, 2022b.

CÂMARA, R. H. Análise de conteúdo : da teoria à prática em pesquisas sociais aplicadas às organizações. **Gerais : Revista Interinstitucional de Psicologia**, v. 6, n. 2, p. 179–191, 2013.

CARDOSO, A. C. B.; BERNARDI, J. S. V. dos S.; SANTOS, E. A. P.; CARNEIRO, M. E. B. A mineração de processos para apoio à tomada de decisão em uma Instituição de Ensino Superior. In: Anais do Congresso de Administração, Sociedade e Inovação - CASI, 2022, [...]. 2022. p. 1–18.

CARNEIRO, R.; MENICUCCI, T. M. G. **Gestão Pública no Século XXI : as reformas pendentes**. [s.l.] FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, 2013. 135–194 p.

CASTRO, M. A.; JR, N. S.; ESCOVEDO, T.; LOPES, H.; KALINOWSKI, M. Mineração de Processos Aplicada à Auditoria Interna na Marinha do Brasil. In: Proceedings of the 37th Brazilian Symposium on Data Bases, September., 2022, [...]. 2022. p. 241–253.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. da. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de pesquisa em administração**. 12. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

CORRÊA, V.; TORREZAN, R. G. A.; SANTOS, I. M. dos. ENTRE DIGITALIZAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO: DESAFIOS DO GOVERNO DIGITAL NOS MUNICÍPIOS PAULISTAS. **Revista PPC – Políticas Públicas e Cidades**, v. 15, n. 1, p. 1–26, 2026.

COSTA, H. P. da; RODRIGUES, T. S. Mineração de processos aplicada à gestão orçamentária da Marinha do Brasil. **Revista Brasileira de Planejamento e Orçamento**, v. 10, n. 1, p. 97–119, 2020. Disponível em: <https://www.dev.assecor.org.br/files/8815/8895/6044/Revista_RBPO-Vol10_n1-06_cr.pdf>.

DAVENPORT, T. H. **Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology**. [s.l.] Harvard Business School Press, 1993.

DEMING, W. E. **Qualidade**: A revolução da Administração. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.

DIMAGGIO, P. J.; POWELL, W. W. The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields. **American Sociological Review**, v. 48, n. 2, p. 147–160, 1983.

DINIZ, E. H.; BARBOSA, A. F.; JUNQUEIRA, A. R. B.; PRADO, O. O governo eletrônico no Brasil: perspectiva histórica a partir de um modelo estruturado de análise. **Revista de Administração Pública**, v. 43, n. 1, p. 23–48, 2009.

DUMAS, M.; LA ROSA, M.; MENDLING, J.; REIJERS, H. A. **Business Process Management**. 2. ed. [s.l: s.n.]

DUNLEAVY, P.; MARGETTS, H.; BASTOW, S.; TINKLER, J. New Public Management Is Dead — Long Live Digital-Era Governance. **Journal of Public Administration Research and Theory**, v. 16, n. 3, p. 467–494, 2005. Disponível em: <https://academic.oup.com/jpart/article-abstract/16/3/467/934257?redirectedFrom=fulltext>.

FERREIRA, M. B.; SANTOS, I. M.; BARBASTEFANO, R. G.; CARVALHO, D. The Impacts of the COVID-19 Pandemic on an Educational Institution ' s Administrative Process, a Process Mining Approach. In: López Sánchez, V.M., Mendonça Freires, F.G., Gonçalves dos Reis, J.C., Costa Martins das Dores, J.M. (eds) **Industrial Engineering and Operations Management**. IJCIEOM 2022. Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, vol 400. Springer, Cham, 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-031-14763-0_30.

FIORETTO, S. Process Mining Solutions for Public. In: Communications in Computer and Information Science, 2023, [...]. Springer Nature Switzerland, 2023. p. 668–675.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: CONCEITUAÇÃO, PRODUÇÃO E PUBLICAÇÃO. **Logeion: Filosofia da Informação**, v. 6, n. 1, p. 57–73, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/335831854_REVISAO_SISTEMATICA_DA_L

ITERATURA_CONCEITUACAO_PRODUCAO_E_PUBLICACAO/link/5d7ede30a6fdcc2f0f713bad/download.>.

GANDULFO, P. I.; NUNES, V. T.; RALHA, C. G.; COIMBRA, E. do N. Redução de Custos nas Organizações Públicas com Método de Mineração de Processos: um Estudo de Caso no Controle de Férias. In: Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, 2016, [...]. 2016. p. 589–596.

GARCIA, C. dos S.; MEINCHEIM, A.; RIBEIRO, E. F. J.; DALLAGASSA, M. R.; SATO, D. M. V.; CARVALHO, D. R.; SANTOS, E. A. P.; SCALABRIN, E. E. Process mining techniques and applications – A systematic mapping study. **Expert Systems With Applications**, v. 133, p. 260–295, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.05.003>.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HADDAWAY, N. R.; COLLINS, A. M.; COUGHLIN, D.; KIRK, S. The Role of Google Scholar in Evidence Reviews and Its Applicability to Grey Literature Searching. **PLoS ONE**, v. 10, n. 9, p. 1–17, 2015.

HAMMER, M. What is Business Process Management ? *In*: VOM BROCKE, J.; ROSEMANN, M. **Handbook on Business Process Management 1**. [s.l: s.n.]

HAMMER, M.; CHAMPY, J. **Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution**. [s.l.] Harper Business, 1993.

HOOD, C. A PUBLIC MANAGEMENT FOR ALL SEASONS ? **Public Administration**, v. 69, p. 3–19, 1991.

HOUY, C.; PETER, F.; LOOS, P. Empirical research in business process management – analysis of an emerging field of research. **Business Process Management Journal**, v. 16, n. 4, p. 619–661, 2010.

KELSEN, H. **General Theory of Law and State**. Harvard U.P., Cambridge, 1960.

KESICI, C. A.; OZKAN, N.; TAŞKESENLIOGLU, S.; ERDOGAN, T. G. A Systematic Literature Review of Studies Comparing Process Mining Tools. **International Journal of Information Technology and Computer Science**, v. 14, n. 5, p. 1–14, 2022.

KITCHENHAM, B. **Procedures for Performing Systematic ReviewsTechnical Report TR/SE-0401**. [s.l: s.n.].

LOYOLA-GONZÁLEZ, O. **Process mining: software comparison, trends, and challengesInternational Journal of Data Science and Analytics**2023.

MAITA, A. R. C.; MARTINS, L. C.; PAZ, C. R. L.; RAFFERTY, L.; HUNG, P. C. K.; PERES, S. M.; ROCÍO, A.; MAITA, C.; MARTINS, L. C.; LÓPEZ, C. R.; RAFFERTY, L.; HUNG, P. C. K.; PERES, S. M.; FANTINATO, M. A systematic mapping study of process mining. **Enterprise Information Systems**, p. 1–45, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17517575.2017.1402371>.

MARTÍN-MARTÍN, A.; ORDUNA-MALEA, E.; THELWALL, M.; LÓPEZ-CÓZAR, E. D. Google Scholar , Web of Science , and Scopus : A systematic comparison of citations in 252 subject categories. **Journal of Informetrics**, v. 12, n. 4, p. 1160–1177, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2018.09.002>.

MELAN, R. L.; SILVA, H. F. da; AMÂNCIO-VIEIRA, S. F.; BACCARIN, E. MINERAÇÃO DE PROCESSOS EM UM ÓRGÃO PÚBLICO : ESTUDO DA DIRETORIA DE LOTEAMENTOS DA PREFEITURA MUNICIPAL DE LONDRINA (PR). **Revista Inovação, Projetos e Tecnologias e-ISSN:**, v. 8, n. 2, p. 221–234, 2020. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/iptec/article/view/17620>.

MELO, B.; PESSOA, L.; RAMEH, I.; BRANDAO, S. **Revisão Sistemática de Literatura (RSL): um guia da teoria à prática**. [s.l: s.n.]28 p.

MERTON, R. K. Bureaucratic Structure and Personality. **Social Forces**, v. 18, n. 4, p. 560–568, 1940.

MORAES, D. G. de. **ANÁLISE DE FLUXO E PROPOSIÇÃO DE MELHORIA NOS PROCESSOS DE COMPRAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS**. 2024. UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS, 2024. Disponível em: <https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/6755>.

MOTTA, P. R. de M. O estado da arte da gestão pública. **RAE**, v. 53, n. 1, p. 82–90, 2013.

NAI, R.; SULIS, E.; AUDRITO, D.; MARGHERITA, V.; TRIFILETTI, S.; MEO, R.; GENGA, L. Leveraging process mining and event log enrichment in European public procurement analysis : a case study. **Computer Law & Security Review**, v. 57, p. 1–12, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2025.106144>.

NEUBAUER, T. R.; ARAUJO, R. M. de; FANTINATO, M.; PERES, S. M. Transparency promoted by process mining : an exploratory study in a public health product management process. In: Anais do X Workshop de Computação Aplicada em Governo Eletrônico, 2022, [...]. 2022. p. 37–48.

NUTLEY, S.; WALTER, I.; DAVIES, H. T. O. Promoting Evidence-based Practice Models and Mechanisms From Cross-Sector Review. **Research on Social Work Practice**, v. 19, n. 5, p. 552–559, 2009.

O'DONNEL, G. Accountability Horizontal e novas poliarquias. **Lua Nova**, n. 44, p. 27–54, 1998.

OKOLI, C. A guide to conducting a standalone systematic literature review. **Communications of the Association for Information Systems**, v. 37, n. 43, p. 879–910, 2015.

OLIVEIRA, J. C. P. de. **INDÚSTRIA 4.0 E MINERAÇÃO DE PROCESSOS COMO FERRAMENTA ESTRATÉGICA PARA ANALISAR O TRÂMITE PROCESSUAL DO SISTEMA E- PROC NO ÂMBITO DO PODER JUDICIÁRIO DO TOCANTINS**. 2020. UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS, 2020. Disponível em: <http://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/3808>.

OLIVEIRA, K. P.; BEM, A. A. G. de; VALADARES, J. L. SERVIÇOS PÚBLICOS E TECNOLOGIAS DIGITAIS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA. **Cad. Gest. Pública Cid.**, v. 30, p. 1–20, 2025.

OSBORNE, D.; GAEBLER, T. **Reinventing government**: how the entrepreneurial spirit is transforming the public sector. Addison-Wesley,1992.

PEREIRA, G. B.; SANTOS, E. A. P.; MACENO, M. M. C. Process mining project methodology in healthcare : a case study in a tertiary hospital. **Network Modeling Analysis in Health Informatics and Bioinformatics**, v. 9, n. 28, p. 1–14, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13721-020-00227-w>.

PERES, S. M.; FANTINATO, M.; ARAUJO, R. M. de; COSTA, F. H. da S. Mineração de processos e a administração pública. **Cadernos do ILP: Ensino - Pesquisa - Extensão Cultural**, v. 4, n. 5, p. 88–107, 2023.

PESTANA, L. de F. **APLICAÇÃO DO PROCESS MINING NA AUDITORIA DE PROCESSOS GOVERNAMENTAIS**. 2017. Universidade Federal do Espírito Santo, 2017.

PFEFFER, J.; SUTTON, R. I. Profiting from evidence-based management. **Strategy & Leadership**, v. 34, n. 2, p. 35–42, 2006.

PINHO, J. A. G. De; SACRAMENTO, A. R. S. Accountability : já podemos traduzi-la para o português ?*. **Revista de Administração Pública**, v. 43, n. 6, p. 1343–1368, 2009.

PORTER, M. E. What Is Strategy? **Harvard Business Review**, v. 74, n. 6, p. 61–78, 1996.

PRANCKUTĖ, R. Scopus and Web of Science stands out for systematic reviews, offering comprehensive coverage across disciplines, including journals, conferences, and patents. **Publications**, v. 9, n. 1, p. 1–59, 2021.

RACIS, S.; SPANO, A. Unlocking the promise of process mining : shaping perceptions and impact in the public sector. **European Journal of Innovation Management**, v. 28, n. 8, p. 3165–3191, 2025. Disponível em: <https://academic.oup.com/jpart/article-abstract/16/3/467/934257?redirectedFrom=fulltext>.

RIZ, G.; SANTOS, E. A. P.; LOURES, E. de F. R. Process Mining to Knowledge Discovery in Healthcare Processes. **Advances in Transdisciplinary Engineering**, v. 4, p. 1019–1028, 2016. Disponível em: <https://ebooks.iospress.nl/DOI/10.3233/978-1-61499-703-0-1019>.

RIZ, G.; SANTOS, E. A. P.; LOURES, E. de F. R. Interoperability Assessment in Health Systems Based on Process Mining and MCDA Methods. In: Advances in Intelligent Systems and Computing, 2017, [...]. 2017.

ROJAS-SÁNCHEZ, M. A.; PALOS-SÁNCHEZ, P. R.; FOLGADO-FERNÁNDEZ, J. A. **Systematic literature review and bibliometric analysis on virtual reality and education**. [s.l.] Springer US, 2023. v. 28155–192 p.

SANTOS, M. H. de S. ASPECTOS DA GOVERNANÇA DIGITAL DA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA FEDERAL DO BRASIL SOB A LUZ DAS ORIENTAÇÕES DA OCDE. **Revista Tempo do Mundo**, n. 25, p. 331–355, 2021.

SARMENTO, H.; SAAVEDRA, N. O.; ROSADO, A. **Revisão Sistemática da Literatura**. Mossoró: Edições UERN, 2024. 96 p.

SCHEDLER, A. Conceptualizing Accountability. *In*: SCHEDLER, A.; DIAMOND, L.; PLATTNER, M. F. **The self-restraining state: power and accountability in new democracies**. [s.l: s.n.]

SILVA, F. J. E. L. e; ROCHA, M. L.; BARBOSA, G. V.; LISBOA, M. da S. Análise de processos administrativos no setor público via mineração de processos : um estudo de caso no Tribunal Regional Eleitoral do Tocantins. **REVISTA OBSERVATORIO DE LA ECONOMIA LATINOAMERICANA**, v. 23, n. 8, p. 1–19, 2025.

TAPSCOTT, D.; TICOLL, D. **The naked corporation**: how the age of transparency will revolucionize business. New York: Simon & Schuster, 2003.

THIEDE, M.; FUERSTENAU, D.; BARQUET, A. P. B. How is process mining technology used by organizations? A systematic literature review of empirical studies. **Business Process Management Journal**, v. 24, n. 4, p. 900–922, 2018.

UNGER, A. J.; NETO, J. F. dos S.; FANTINATO, M.; PERES, S. M.; TRECENTI, J.; HIROTA, R. Process Mining-Enabled Jurimetrics Analysis of a Brazilian Court ' s Judicial Performance in the Business Law Processing. In: ICAIL '21: Proceedings of the Eighteenth International Conference on Artificial Intelligence and Law, 2021, [...]. 2021. p. 240–244.

VAN DER AALST, W. **Process Mining: Data Science in Action**. 2. ed. Cham: Springer, 2016.

VAN DER AALST, W.; ADRIANSYAH, A.; KARLA, A.; MEDEIROS, A. De; ARCIERI, F.; BAIER, T.; BLICKLE, T.; BOSE, J. C.; BRAND, P. Van Den; BRANDTJEN, R.; GUZZO, A.; HARMON, P.; HOFSTEDE, A.; HOOGLAND, J.; INGVALDSEN, J. E.; KATO, K.; MALERBA, D.; MANS, R. S.; MANUEL, A.; MCCREESH, M.; MUEHLEN, M.; MUNOZ-GAMA, J.; PONTIERI, L.; RIBEIRO, J.; ROZINAT, A.; P, H. S.; P, R. S.; SEP, M.; SINUR, J.; SOFFER, P.; SONG, M. Process Mining Manifesto. In: Lecture Notes in Business Information Processing, 2012, [...]. 2012. p. 169–194.

VAN DER AALST, W. M. P. Verification of Workflow Nets. In: AZÉMA, P.; BALBO, G. (ed.). Application and Theory of Petri Nets 1997. Berlin, Heidelberg: Springer, 1997. p. 407–426. Para a obra de 1999:

VAN DER AALST, W. M. P. Process Mining: Discovery and Management of Business Processes. Eindhoven: Eindhoven University of Technology, 1999.

VAN DER AALST, W.; WEIJTERS, T.; MARUSTER, L. Workflow Mining: Discovering Process Models from Event Logs. IEEE TRANSACTIONS ON KNOWLEDGE AND DATA ENGINEERING, v. 16, n. 9, p. 1128–1142, 2004.

VASCONCELOS, G.; VITERBO, J.; BERNARDINI, F. Assessing the capability of open

government data for process mining : a study on a Brazilian open data portal. In: 26th Annual International Conference on Digital Government Research, 2025, [...]. 2025. p. 1–15.

VISSER, M.; VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Large-scale comparison of bibliographic data sources: Scopus, web of science, dimensions, crossref, and microsoft academic. **Quantitative Science Studies**, v. 2, n. 1, p. 20–41, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1162/qss_a_00112>.

WEBER, Max. Economia e sociedade: fundamentos da sociologia compreensiva. Tradução de Regis Barbosa e Karen Elsabe Barbosa. Brasília, DF: Editora UnB, 1991.

XAVIER, F. C. GOVERNANÇA DIGITAL MUNICIPAL EM SÃO PAULO : ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO I-GOV TI E PROPOSIÇÕES ESTRATÉGICAS PARA A CONFORMIDADE E VALOR PÚBLICO. **Cadernos da Escola Paulista de Contas Públicas**, p. 143–173, 2025.

XAVIER, R. C.; SOUTHIER, L. F. P.; CAPELLO, C. A.; SCALABRIN, E. E.; FERRONATO, J. J.; TEIXEIRA, M. Suporte à tomada de decisões em gestão pública municipal por meio de Mineração de Processos reativa e preditiva. In: Anais do VIII Workshop-Escola de Informática Teórica, 2025, [...]. 2025. p. 162–171.

ZUBOFF, S. **In the Age of the Smart Machine: The Future of Work and Power**. Basic Books, 1988.

ZERBINO, P.; STEFANINI, A.; ALOINI, D. Process Science in Action : A Literature Review on Process Mining in Business Management. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 172, p. 1–20, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121021>.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - DECLARAÇÃO DE AUTORIA E USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Declaro que o presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é de minha **autoria**, tendo sido elaborado em conformidade com os princípios éticos da pesquisa científica, as normas institucionais da Universidade de Brasília e a legislação brasileira vigente.

Declaro, ainda, que todas as análises, interpretações, conclusões e recomendações apresentadas neste trabalho são de minha inteira responsabilidade intelectual, estando devidamente fundamentadas e referenciadas.

Quanto ao uso de **Ferramentas de Inteligência Artificial (IA)**, informo que:

( ) **não utilizei** ferramentas de IA durante a elaboração deste trabalho;
ou

(x) **utilizei** ferramentas de IA **exclusivamente como apoio**, sem prejuízo da autoria intelectual e da responsabilidade científica.

Quando utilizadas, as ferramentas de IA tiveram finalidade **auxiliar**, sendo empregadas para os seguintes fins:

(x) Apoio à organização de ideias e à estruturação do texto

(x) Revisão gramatical e aprimoramento da clareza linguística

(x) Sugestões de formatação e adequação às normas acadêmicas

(x) Apoio à compreensão inicial de conceitos teóricos, posteriormente verificados em fontes acadêmicas confiáveis

( ) Outros usos auxiliares (especificar): _____

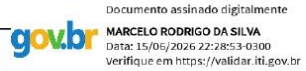
Declaro que nenhuma ferramenta de Inteligência Artificial foi utilizada para a **geração autônoma de conteúdo acadêmico original**, tais como análises e discussões de resultados, interpretações, conclusões ou recomendações, sem a devida revisão crítica, validação teórico-metodológica e responsabilização do(a) autor(a).

Declaro, por fim, estar ciente de que a prestação de informações falsas, a omissão de autoria ou a atribuição indevida de produção intelectual constituem práticas vedadas no meio acadêmico e **podem ensejar responsabilização nos termos da legislação brasileira**.

Por ser verdade, firmo a presente declaração.

Local e data: Ribeirão Preto, 15 de junho de 2026

Nome do(a) discente: Marcelo Rodrigo da Silva

Assinatura (gov.br): 

APÊNDICE 2 – REFERÊNCIAS DOS ESTUDOS INCLUÍDOS NA REVISÃO SISTEMÁTICA

ARAUJO, R. M. De; PERES, S. M.; FANTINATO, M.; UNGER, A. J.; NEUBAUER, T. R. Mineração de processos como ferramenta para promoção da Transparência: oportunidades e desafios. **Revista da CGU**, v. 15, n. 27, p. 203–218, 2023. Disponível em: <https://revista.cgu.gov.br/Revista_da_CGU/article/view/567>.

ARAUJO, R.; FANTINATO, M. Mineração de processos: oportunidades para a transparência pública. **Computação Brasil**, p. 34–38, 2023.

BARBOZA, R. C.; SILVA, G. V. ANÁLISE DE REQUISITOS PARA A UTILIZAÇÃO DA MINERAÇÃO DE PROCESSOS COM DADOS DO SISTEMA ELETRÔNICO DE INFORMAÇÕES (SEI). In: Anais do XVI Congresso Nacional de Excelência em Gestão (CNEG), 2022, [...]. 2022. p. 1–20.

CARDOSO, A. C. B.; BERNARDI, J. S. V. dos S.; SANTOS, E. A. P.; CARNEIRO, M. E. B. A mineração de processos para apoio à tomada de decisão em uma Instituição de Ensino Superior. In: Anais do Congresso de Administração, Sociedade e Inovação - CASI, 2022, [...]. 2022. p. 1–18.

CASTRO, M. A.; JR, N. S.; ESCOVEDO, T.; LOPES, H.; KALINOWSKI, M. Mineração de Processos Aplicada à Auditoria Interna na Marinha do Brasil. In: Proceedings of the 37th Brazilian Symposium on Data Bases, September., 2022, [...]. 2022. p. 241–253.

COSTA, H. P. da; RODRIGUES, T. S. Mineração de processos aplicada à gestão orçamentária da Marinha do Brasil. **Revista Brasileira de Planejamento e Orçamento**, v. 10, n. 1, p. 97–119, 2020. Disponível em: <https://www.dev.assecor.org.br/files/8815/8895/6044/Revista_RBPO-Vol10_n1-06_cr.pdf>.

FERREIRA, M. B.; SANTOS, I. M.; BARBASTEFANO, R. G.; CARVALHO, D. The Impacts of the COVID-19 Pandemic on an Educational Institution ' s Administrative Process, a Process Mining Approach. In: López Sánchez, V.M., Mendonça Freires, F.G., Gonçalves dos Reis, J.C., Costa Martins das Dores, J.M. (eds) **Industrial Engineering and Operations Management**. IJCIEOM 2022. Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, vol 400. Springer, Cham, 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-031-14763-0_30.

GANDULFO, P. I.; NUNES, V. T.; RALHA, C. G.; COIMBRA, E. do N. Redução de Custos nas Organizações Públicas com Método de Mineração de Processos: um Estudo de Caso no Controle de Férias. In: Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, 2016, [...]. 2016. p. 589–596.

MELAN, R. L.; SILVA, H. F. da; AMÂNCIO-VIEIRA, S. F.; BACCARIN, E. MINERAÇÃO DE PROCESSOS EM UM ÓRGÃO PÚBLICO : ESTUDO DA DIRETORIA DE LOTEAMENTOS DA PREFEITURA MUNICIPAL DE LONDRINA (PR). **Revista Inovação, Projetos e Tecnologias e-ISSN:**, v. 8, n. 2, p. 221–234, 2020. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/iptec/article/view/17620>.

MORAES, D. G. de. **ANÁLISE DE FLUXO E PROPOSIÇÃO DE MELHORIA NOS PROCESSOS DE COMPRAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS**. 2024. UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS, 2024. Disponível em: <https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/6755>.

NEUBAUER, T. R.; ARAUJO, R. M. de; FANTINATO, M.; PERES, S. M. Transparency promoted by process mining : an exploratory study in a public health product management process. In: Anais do X Workshop de Computação Aplicada em Governo Eletrônico, 2022, [...]. 2022. p. 37–48.

OLIVEIRA, J. C. P. de. **INDÚSTRIA 4.0 E MINERAÇÃO DE PROCESSOS COMO FERRAMENTA ESTRATÉGICA PARA ANALISAR O TRÂMITE PROCESSUAL DO SISTEMA E- PROC NO ÂMBITO DO PODER JUDICIÁRIO DO TOCANTINS**. 2020. UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS, 2020. Disponível em: <http://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/3808>.

PEREIRA, G. B.; SANTOS, E. A. P.; MACENO, M. M. C. Process mining project methodology in healthcare : a case study in a tertiary hospital. **Network Modeling Analysis in Health Informatics and Bioinformatics**, v. 9, n. 28, p. 1–14, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13721-020-00227-w>.

PESTANA, L. de F. **APLICAÇÃO DO PROCESS MINING NA AUDITORIA DE PROCESSOS GOVERNAMENTAIS**. 2017. Universidade Federal do Espírito Santo, 2017.

RIZ, G.; SANTOS, E. A. P.; LOURES, E. de F. R. Process Mining to Knowledge Discovery in Healthcare Processes. **Advances in Transdisciplinary Engineering**, v. 4, p. 1019–1028, 2016. Disponível em: <https://ebooks.iospress.nl/DOI/10.3233/978-1-61499-703-0-1019>.

RIZ, G.; SANTOS, E. A. P.; LOURES, E. de F. R. Interoperability Assessment in Health Systems Based on Process Mining and MCDA Methods. In: Advances in Intelligent Systems and Computing, 2017, [...]. 2017.

UNGER, A. J.; NETO, J. F. dos S.; FANTINATO, M.; PERES, S. M.; TRECENTI, J.; HIROTA, R. Process Mining-Enabled Jurimetrics Analysis of a Brazilian Court ' s Judicial Performance in the Business Law Processing. In: ICAIL '21: Proceedings of the Eighteenth International Conference on Artificial Intelligence and Law, 2021, [...]. 2021. p. 240–244.

VASCONCELOS, G.; VITERBO, J.; BERNARDINI, F. Assessing the capability of open government data for process mining : a study on a Brazilian open data portal. In: 26th Annual International Conference on Digital Government Research, 2025, [...]. 2025. p. 1–15.

XAVIER, F. C. GOVERNANÇA DIGITAL MUNICIPAL EM SÃO PAULO : ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO I-GOV TI E PROPOSIÇÕES ESTRATÉGICAS PARA A CONFORMIDADE E VALOR PÚBLICO. **Cadernos da Escola Paulista de Contas Públicas**, p. 143–173, 2025.