



MINERAÇÃO DE PROCESSOS PARA VERIFICAÇÃO DE CONFORMIDADE REGULATÓRIA: LGPD

JULIANE BORSATO BECKEDORFF PINTO – juliane.beckedorff@cpspos.sp.gov.br
CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA - CEETEPS

NAPOLEÃO VERARDI GALEGALE - nvg@galegale.com.br
CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA - CEETEPS

ÁREA: 06. ENGENHARIA ORGANIZACIONAL
SUBÁREA: 6.4 – GESTÃO DA INFORMAÇÃO

RESUMO: A LEI GERAL DE PROTEÇÃO DE DADOS (LGPD) FORNECE DIREITOS PARA A PROTEÇÃO E PRIVACIDADE DE DADOS PESSOAIS. A CONFORMIDADE COM ESTA LEI REPRESENTA UM DESAFIO PARA AS ORGANIZAÇÕES QUE ARMAZENAM, TRANSMITEM E PROCESSAM DADOS PESSOAIS. PENALIDADES PECUNIÁRIAS E SANÇÕES ADMINISTRATIVAS SÃO IMPOSTAS PELA AUTORIDADE DE PROTEÇÃO DE DADOS QUANDO NÃO HÁ O CUMPRIMENTO DA LEI. NESSE CENÁRIO, A MINERAÇÃO DE PROCESSOS É APRESENTADA COMO UM INSTRUMENTO ESTRATÉGICO DE COMPLIANCE, PARA A GESTÃO DE CONFORMIDADE AO PERMITIR A EXTRAÇÃO, MAPEAMENTO, ANÁLISE E OTIMIZAÇÃO DE FLUXOS OPERACIONAIS E MODELOS DE PROCESSOS DE NEGÓCIO A PARTIR DE LOG DE EVENTOS COM FOCO NA ADERÊNCIA NORMATIVA. O OBJETIVO DESTES ARTIGOS É APRESENTAR UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA COM TRABALHOS JÁ REALIZADOS, NO PERÍODO 2018 A 2025, QUE TRATAM DA LEI GERAL DE PROTEÇÃO DE DADOS E MINERAÇÃO DE PROCESSOS. A PESQUISA ENCONTROU 213 ARTIGOS E SELECIONOU 10 PUBLICAÇÕES, QUE SE ENQUADRARAM NOS CRITÉRIOS DESTES ARTIGOS, IDENTIFICANDO SETORES DE APLICAÇÃO, COMO SAÚDE E JUSTIÇA, FERRAMENTAS UTILIZADAS E ABORDAGENS METODOLÓGICAS PREDOMINANTES. O ESTUDO DESTACOU OPORTUNIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO DE FRAMEWORKS DE COMPLIANCE ORIENTADOS POR DADOS. COMO CONTRIBUIÇÃO, O ARTIGO APRESENTA UMA PERSPECTIVA DO PAPEL DA MINERAÇÃO DE PROCESSOS COMO FACILITADORA DA GESTÃO DA INFORMAÇÃO E DA CONFORMIDADE REGULATÓRIA, ALÉM DE APONTAR CAMINHOS PARA FUTURAS INVESTIGAÇÕES EMPÍRICAS, INTEGRANDO TÉCNICAS DE MINERAÇÃO DE PROCESSOS, MODELOS DE DADOS E MODELOS DE PROCESSOS DE NEGÓCIO PARA O DESENVOLVIMENTO DE MECANISMOS AUTOMATIZADOS PARA CONFORMIDADE REGULATÓRIA COM A LGPD.

PALAVRAS-CHAVES: Mineração de Processos, Governança da Informação, Processos de Negócio, Compliance com LGPD, Segurança de Dados.

1. INTRODUÇÃO

Os processos de negócio geram grandes volumes de dados e representam oportunidades para compreender a realidade operacional das organizações e processo de negócio. A gestão dos dados, especialmente diante da necessidade de privacidade e proteção, exige governança integrada que concilie eficiência e conformidade regulatória. No Brasil, a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD, Lei nº 13.709/2018), vigente desde setembro de 2020, impôs desafios significativos às organizações, que precisaram adaptar processos para garantir transparência, rastreabilidade, segurança e conformidade no tratamento de dados pessoais. O interesse acadêmico e empresarial pelo tema tem crescido desde a promulgação da lei, (SILVA; GALEGALE, 2020). Além disso, políticas consolidadas de segurança da informação são essenciais para a proteção de dados, (GALEGALE et al., 2017).

O cenário regulatório brasileiro exige que o consentimento do titular dos dados seja obtido previamente, evidenciando que muitos requisitos da LGPD podem ser tratados como processos de negócio. Isso permite a aplicação da mineração de processos para monitorar e assegurar a conformidade. Conforme (VAN DER AALST, 2016), a mineração de processos é uma ferramenta estratégica para descobrir, verificar e otimizar fluxos de trabalho a partir de registros de eventos, conectando análise de processos à análise de dados e fornecendo insights valiosos para a conformidade regulatória.

No contexto de compliance, a mineração de processos já demonstra potencial: (ROZINAT; VAN DER AALST, 2008) evidencia a viabilidade de verificar conformidade em tempo real, enquanto Linh Thao (“(LY et al., 2015)”) destaca o monitoramento e checagem contínuos de processos. Essas tecnologias fortalecem auditorias e a prevenção de não conformidades. Zaman (ZAMAN; HASSANI, 2020) cita as técnicas de mineração de processos que fornecem insights sobre processos de negócios que dependem principalmente de dados de execução de processos e podem descobrir o modelo do processo a partir de dados de eventos, verificando a harmonia entre um modelo de processo de negócios percebido e a execução do processo no ambiente de negócios.

Incentivado pelos estudos e resultados em estudos de conformidade regulatória e mineração de processo sobre o Regulamento (UE) 2016/679 (2016), e embora diversas pesquisas demonstrem o potencial da mineração de processos para análise de desempenho, poucas investigam seu uso direto em compliance regulatório no contexto brasileiro. Esta lacuna é especialmente crítica dada a exigência de sanções previstas na LGPD e a necessidade de ferramentas que apoiem decisores em TI e governança da informação. A presente pesquisa

foi realizada para o cenário no contexto brasileiro da LGPD e entender melhor como a mineração de processos pode apoiar a verificação e gestão da conformidade regulatória de processos organizacionais, especialmente quanto à LGPD, identificando desvios e suportando ações corretivas. Para tanto, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com base em trabalhos, encontrados em repositórios relevantes, investigando a relação entre mineração de processos e conformidade legal com foco na LGPD, visando identificar lacunas e oportunidades para futuras pesquisas em gestão de processos e proteção de dados. A questão que orientou a pesquisa pode ser enunciada como: Quais estudos publicados a partir de 2018 que abordam mineração de processos aplicada à conformidade com a LGPD, incluindo softwares, lacunas, tendências e oportunidades, para promover um melhor entendimento do que está sendo discutido e escrito sobre o tema. A delimitação desse período ao contexto da LGPD é uma escolha metodológica intencional e justifica-se pela recente vigência da lei, seus impactos e o aumento do risco jurídico e operacional, intensificado pela atuação da ANPD e pela publicação da Agenda Regulatória 2025-2026 (ANPD, 2024).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A LGPD impõe desafios às organizações, especialmente no tratamento de dados pessoais. Segundo Peck (2023), muitas empresas brasileiras têm dificuldades para compreender e gerenciar riscos de privacidade. A Pesquisa Nacional da Cultura de Privacidade mostra que 87% dos entrevistados desconhecem ou têm pouca compreensão dos processos internos de gestão de riscos à privacidade. Segundo uma pesquisa da Gartner (2023), as principais preocupações corporativas das empresas estão relacionadas a danos financeiros, perda de clientes e impactos reputacionais. A proteção de dados, não é apenas uma obrigação legal prevista na LGPD, mas uma estratégia para a sustentabilidade e credibilidade das organizações. É uma blindagem reputacional, operacional e jurídica, reforçando a importância do monitoramento regulatório contínuo. Nesse cenário, a mineração de processos se destaca como solução estratégica, permitindo análises automatizadas e extração de informações precisas dos sistemas empresariais, como demonstrado por (UNGER; FANTINATO; PERES, 2021). Apesar do crescente interesse acadêmico (FERNANDES et al., 2020) o Brasil ainda tem potencial de expansão na aplicação prática, em comparação com o contexto europeu do GDPR e pode ser inspirado, no estudo apresentado por (ZAMAN; HASSANI, 2020) com uma solução para permitir a conformidade dos processos de negócios com o GDPR.

2.1 Contexto da LGPD e GDPR

Este estudo se baseou na experiência já trazida pelo Regulamento Geral de Proteção de Dados da União Europeia (GDPR), em vigor desde maio de 2018, e é referência global em privacidade e segurança de dados (GDPR.eu, 2021), serviu de inspiração para a LGPD, compartilhando princípios como transparência, responsabilização e centralidade dos direitos individuais. Apesar das semelhanças, há diferenças: ambas exigem consentimento explícito, mas a LGPD utiliza o termo “inequívoco”. Direitos como acesso, correção e esquecimento também estão presentes (art. 18 LGPD). Estudos como (ZAMAN; HASSANI, 2019). demonstram que abordagens do GDPR, como o “Direito ao Esquecimento”, podem ser adaptadas ao contexto brasileiro para modelagem e checagem de conformidade. Enquanto isso, a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD – Lei nº 13.709/2018) estabelece diretrizes para o tratamento de dados pessoais no Brasil, visando garantir direitos fundamentais de liberdade e privacidade dos titulares. Aplica-se a qualquer operação de tratamento de dados realizada por pessoas físicas ou jurídicas, independentemente do meio, sede ou localização dos dados, desde que a atividade ocorra em território nacional. Entre seus pontos centrais estão os direitos dos titulares (confirmação, acesso e correção), a exigência de boas práticas de segurança e a previsão de penalidades para descumprimento. Embora inspirada no GDPR, a LGPD apresenta particularidades, como a criação da Autoridade Nacional de Proteção de Dados (ANPD, 2020) e regras específicas para o encarregado de dados, o que demonstra que alguns processos de negócio terão de ser adaptados as leis de privacidade e proteção de dados.

2.2 Mineração de Processos

A mineração de processos é uma disciplina entre a mineração de dados e a gestão de processos de negócios e fornece visões sobre a dinâmica da execução de processos. A mineração de processos aplica técnicas avançadas para descobrir, monitorar e aprimorar processos organizacionais a partir de logs de eventos (VAN DER AALST, 2016). Um processo é uma sequência de atividades com um objetivo, e a mineração de processos é aplicável em diferentes setores, como indústria e saúde. Os logs devem registrar atividades, identificação do caso e tempo das ações. As principais técnicas incluem:

- **Descoberta de processos:** construção de modelos gráficos representativos das atividades reais ocorridas, permitindo a identificação de gargalos e desvios.
- **Verificação de conformidade:** comparação entre eventos registrados e modelos de referência essencial em ambientes regulados (FAHRENKROG-PETERSEN et al, 2024).

- **Aprimoramento de processos:** otimização do desempenho operacional.

Além disso, a integração da mineração de processos com técnicas de machine learning e big data é fundamental para obter previsões mais precisas e eficientes em ambientes corporativos, especialmente em contextos regulados como o da LGPD (MARTINS; GALEGALE, 2022; MARTINS; GALEGALE, 2023; SCANNAVINO, 2017). A mineração de processos também pode ser aplicada como uma ferramenta de governança da informação, vinculando técnicas como *conformance checking* aos requisitos de segurança e governança previstos nos artigos 46 e 47 da LGPD, que tratam da proteção e gestão dos dados. Essa abordagem reforça a conexão entre mineração de processos, segurança da informação e normas internacionais, como a ISO 27001, ressaltando a importância dos logs de processos como ativos para auditorias e controles, que pode ajudar a gerar um novo modelo de processo que aprimora o de processo de negócios e apoie na identificação de não conformidades.

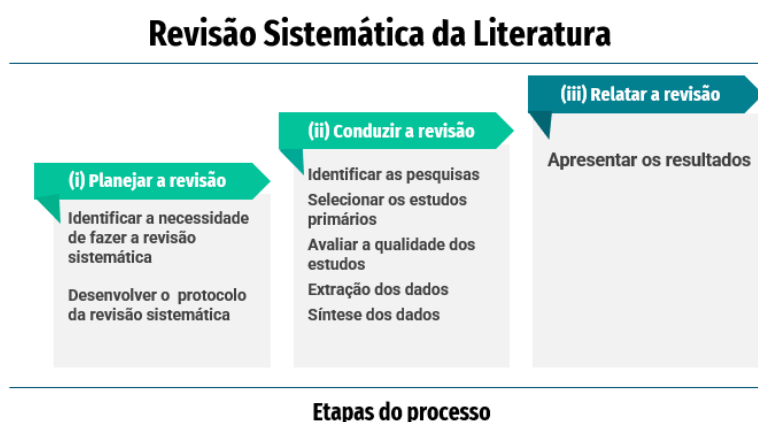
2.3 Frameworks de Gestão de Conformidade e Linguagens de Modelagem

Para apoiar este estudo, sobre o que já publicado e estudado, buscou-se entender também a gestão da conformidade, que exige frameworks que orientem a identificação, monitoramento e mitigação de riscos regulatórios relacionados à LGPD. O framework “compliance by design” (HASHMI; GOVERNATORI; LAM; WYNN, 2014) permite modelagem normativa detalhada e adaptação dinâmica a mudanças regulatórias. Linguagens como BPMN, enriquecidas com anotações normativas, facilitam a tradução de requisitos legais em regras automaticamente verificáveis, promovendo automação na identificação de desvios e maior transparência regulatória. A disciplina de mineração de processos reconhece três perspectivas diferentes sobre processos de negócios: fluxo de controle, dados e tempo. Com isso é importante também destacar a diferença entre “Conformidade de Processos vs. Conformidade Legal”. Segundo a literatura sobre Business Process Compliance (BPC) se distingue: a verificação de conformidade de processos (*compliance checking*): que compara a execução real e modelos de referência e conformidade legal: a interpretação jurídica. Para aplicação e entendimento das técnicas de mineração de processos, também vale entender o que (HASHMI; GOVERNATORI, 2018) propõem uma estrutura em camadas, centrada na interpretação jurídica, enquanto Hashmi et al. (2018) ressaltam a necessidade de frameworks robustos para traduzir normas legais complexas em regras processuais. A mineração de processos complementa esse cenário ao verificar aderências aos modelos, enquanto a conformidade legal plena requer mecanismos para interpretar e operacionalizar as normas em ambientes regulados como o da LGPD.

3. METODOLOGIA

Este estudo adotou a Revisão Sistemática da Literatura (RSL), conforme as diretrizes de (KITCHENHAM, 2007) para garantir rigor e transparência na seleção e análise das publicações científicas e foi conduzida em três etapas: planejamento, execução e relato dos resultados. Foi utilizada para mapear os estudos e estado da arte sobre “LGPD” e “mineração de processos”, sintetizando evidências sobre o uso de técnicas de mineração para conformidade regulatória. A abordagem exploratória e descritiva foi baseada em (KITCHENHAM; BUDGEN; BRERETON, 2010), conforme ilustrado na Figura 1.

FIGURA 1 - Revisão Sistemática da Literatura por Kitchenham (2007)



Fonte: Adaptado de Kitchenham (2007)

3.1 Pesquisa

Para realização desta pesquisa foi utilizada a plataforma (PARSIFAL, 2025), que é uma plataforma web gratuita, projetada para apoiar pesquisadores na condução de Revisões Sistemáticas de Literatura (RSL), especialmente em Engenharia de Software. No planejamento, foi definido o protocolo (PICOC, perguntas de pesquisa e termos de busca) e os critérios de inclusão/exclusão. Em seguida, foi importado referências em formato BibTeX a partir de cinco bases (ACM, IEEE, WoS, SBC e SciELO) e aplicado o processo de identificar trabalhos duplicados, automático da ferramenta, reduzindo o conjunto inicial de 213 para 210 registros únicos. A triagem de títulos e resumos foi executada, com a análise inicial registradas no Status de decisões. Após a triagem, 10 artigos foram selecionados para a avaliação de qualidade, com um checklist de dez perguntas, com escala de pontuação de 0 a 10, considerando artigos com nota 4 ou inferior, desclassificados. Foram analisados autor, ano, setor, software, método e principais achados. Finalmente, foi gerada a tabela de características dos 10 artigos selecionados. O foco da pesquisa foi identificar estudos sobre o uso da mineração de processos para garantir conformidade regulatória no contexto da LGPD

no Brasil. As palavras-chave foram definidas em português e inglês. A Tabela 1 apresenta as palavras-chave e sinônimos utilizados.

TABELA 1 - Lista de palavras-chave e sinônimos.

PICOC	PALAVRAS-CHAVE	SINÔNIMO 1
POPULATION	Mineração de processos <i>Process mining</i>	Fluxo de trabalho de mineração <i>Mining Workflow</i>
INTERVENTION	LGPD <i>Descoberta de Dados</i>	Lei brasileira <i>Brazilian law</i> <i>Brazilian General Data Protection Law</i>
COMPARISON	Gestão de processos de negócio <i>Business process mangement</i>	Descoberta de processo <i>Process discovery</i>
OUTCOME	Conformidade legal <i>Legal compliance</i>	Verificação de conformidade do processo <i>Process conformance Check</i>

Fonte: Elaborado pelos autores.

A string de busca foi ajustada iterativamente, resultando na seguinte versão final:

("mineração de processos" OR "mining workflow" OR "business process mining" OR "process mining") AND ("gestão de processos de negócio" OR "process conformance" OR "process discovery") AND ("conformidade legal" OR "LGPD" OR "brazilian law" OR "legal compliance")

3.2 Bases de Dados

As buscas foram realizadas nas bases ACM Digital Library, IEEE Xplore, Web of Science, SOL/SBC e SciELO, escolhidas por sua relevância em tecnologia e conformidade regulatória. Foram considerados artigos publicados entre janeiro de 2018 e janeiro de 2025, sem restrição de idioma, conforme Tabela 2:

TABELA 2 - Bases de Dados e Strings de Buscas

Base de Dados	STRING DE BUSCA	CAMPOS	RESULTADO PESQUISA	Data	Período
ACM Digital Library	((("process mining") OR ("mining workflow")) AND ("LGPD") OR ("brazilian Law"))	Todos os campos	8	15/01/2024	01/01/2018 à 31/01/2025
	Title: (((("process mining")) AND ("law") OR ("LGPD")) OR Abstract:(((("process mining")) AND ("law") OR ("LGPD"))))	Título e resumo	2	15/01/2024	01/01/2018 à 31/01/2025
	((("process mining") OR ("mineração de processos")) AND ("LGPD") OR ("law"))	Todos os campos	123	15/01/2024	01/01/2018 à 31/01/2025
Web of Science	("mineração de processos" OR "process mining") AND ("LGPD" OR "law" OR "Brazilian law" OR "legal compliance")	"Todos os Campos"	17	15/01/2025	01/01/2018 à 14/01/2025
SOL/SBC	("mineração de processos" OR "process mining")	"Qualquer lugar" e nas	28	15/01/2025	01/01/2018 à 14/01/2025
IEEE Xplore	("processo mining") AND ("law")	Qualquer lugar	37	15/01/2025	2018 à 2025
SciELO	"process mining" OR "mineração de processos"	Todos os campos	13	19/01/2025	2018 à 2025
Estudos Prévios	Mineração de Processos e LGPD	Google	1	23/12/2024	2018 à 2025
TOTAL			213		

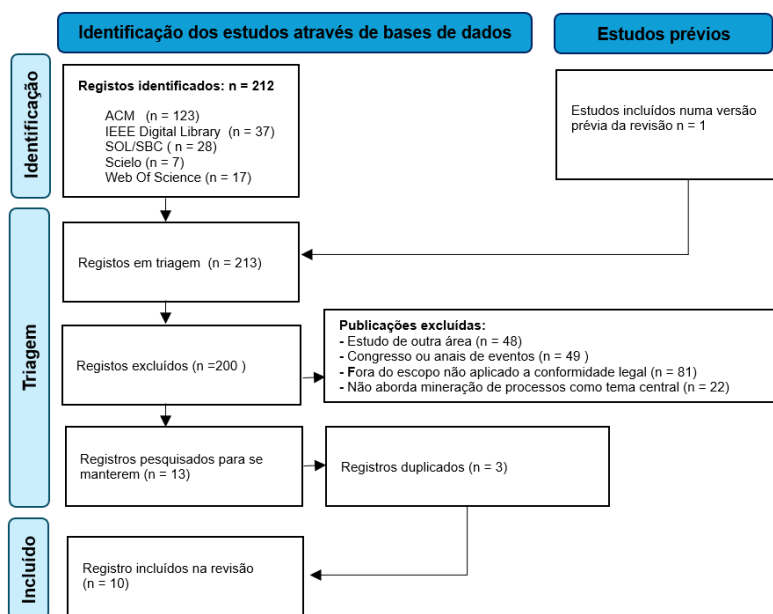
Fonte: Elaborado pelos autores

3.3 Critérios de Inclusão e Exclusão

Foi priorizado estudos que abordam mineração de processos aplicada à conformidade regulatória, após 2018, e que tratam especificamente da LGPD. Foram excluídos: trabalhos fora do escopo (mineração de processos não aplicados diretamente à conformidade legal), estudos anteriores a 2018, devido a vigência da lei LGPD, estudos duplicados, de outras áreas,

em idiomas diferentes de português ou inglês, e publicações em anais de eventos. Após a triagem de 213 estudos (incluindo um artigo adicionado manualmente), 200 foram excluídos por não atenderem aos critérios citados anteriormente, e 3 por duplicidade. Restaram 10 artigos, refletindo a escassez de pesquisas específicas sobre mineração de processos e LGPD, destacando um dos principais achados do estudo e uma oportunidade para pesquisas futuras. O processo de seleção é resumido no fluxograma PRISMA conforme apresentado na Figura 2.

FIGURA 2 - Fluxograma Prisma adaptado para mostrar processo de seleção dos estudos.



Fonte: Elaborado pelos autores

3.4 Critérios de Avaliação de qualidade

A avaliação de qualidade dos artigos foi realizada com checklist de 10 questões na ferramenta Parsifal, atribuindo 1 ponto para “sim”, 0,5 para “parcialmente” e 0 para “não”. Apenas artigos com nota igual ou superior a 4 foram mantidos. Todos os 10 artigos selecionados atenderam ao critério e foram utilizados para extração de dados relevantes ao objetivo do estudo. As perguntas utilizadas na avaliação de qualidade foram:

- 1) O estudo descreve mineração de processo e conformidade regulatória?
- 2) Identifica processos de negócio que podem ser melhorados com mineração de processos?
- 3) O estudo realizou algum experimento ou aplicação de mineração de processos em processos regulatórios?
- 4) O artigo trata sobre mineração de processos e processos da LGPD especificamente?

- 5) O estudo aponta a razão da adoção da mineração de processos (diagnóstico, conformidade, melhoria)?
- 6) Existe um *roadmap* de sugerido de implementação de mineração de processos?
- 7) Conformidade regulatória é o objetivo principal da mineração do processo de negócio?
- 8) Aborda melhoria de um processo com a mineração de processos? (*Process Discovery, Process Enhancement, Process Monitoring*)
- 9) Como a mineração de processos tem sido usada para conformidade legal na aplicação dos processos com a LGPD.
- 10) Onde a mineração de processos tem sido usada e por quem?

3.5 Extração dos dados

Com o resultado dos 10 artigos selecionados, a extração dos dados foi feita por meio de formulário estruturado, contendo campos de descrição, tipo e valores extraídos. Os artigos analisados abrangem o período de 2018 a 2024, com destaque para 2023, ano que concentrou 40% das publicações identificadas, representados na Tabela 3:

TABELA 3 - Dados da análise da extração e síntese dos artigos

ARTIGO	Data de Publicação	País da publicação	legislação de privacidade é citada?	Software utilizado	Áreas de Aplicação
01 - Privacy-Aware Analysis based on Data Series	2024	Netherlands	Não citado	UpFlux	Logística, Processos de Negócios, Setor de Saúde
02 - An Approach for Analysing Law Processes based on Hierarchical Activities and Clustering	2023	Brasil	Não citado	Não citado	Conformidade Regulatória, Processos Jurídicos
03 - Comparing concept drift detection with process mining software	2019	Brasil	Não citado	Apromore, Disco, ProM	Processos Jurídicos, Processos de Negócios
04 - Mineração de Processos: Oportunidades para a Transparência Pública	2023	Brasil	Não citado	Não citado	Setor de Saúde
05 - Process Mining Techniques in Internal Auditing: A Stepwise Case Study	2019	Brasil	Não citado	Disco, ProM	Setor de Saúde
06 - Mineração de processos para conformidade legal: perspectivas de aplicação à LGPD	2021	Brasil	LGPD	Não citado	Conformidade Regulatória, Processos de Negócios
07 - Mineração de Processos: Descobrimo o Modelo do Processo e Verificando a Conformidade	2023	Brasil	Não citado	Apromore	Processos de Negócios
08 - Mineração de Processos no Judiciário Brasileiro	2023	Brasil	Não citado	Everflow	Processos Jurídicos
09 - Process mining-enabled jurimetrics: analysis of a Brazilian court's judicial performance in the business law processing	2021	Brasil	Não citado	Everflow	Processos Jurídicos, Processos de Negócios
10 - A Practical Extension of Frameworks for Auditing with Process Mining	2018	Portugal	Não citado	Disco, ProM	Conformidade Regulatória, Processos de Negócios

Fonte: Elaborado pelos autores

4. DISCUSSÃO

Embora tenham sido selecionados apenas 10 artigos dentre 213 registros iniciais, esse resultado não apenas evidencia a escassez de pesquisas que conectem diretamente mineração de processos e LGPD, como também oferece vantagens metodológicas e científicas. Alguns pontos que podem ser destacados da pesquisa foram:

- O recorte com foco em LGPD confere maior confiança à análise qualitativa dos estudos incluídos, evitando “diluição” temática por trabalhos;
- A restrita quantidade de publicações sinaliza a necessidade de estudos de campo e Provas de Conceito (DSR) para validar e estender os achados, abrindo caminho para colaboração com empresas e órgãos reguladores. A seleção de 10 artigos reforça a relevância e novas oportunidades de pesquisa, ao revelar uma área ainda pouco explorada. A síntese da análise dos 10 artigos será discutida a seguir:

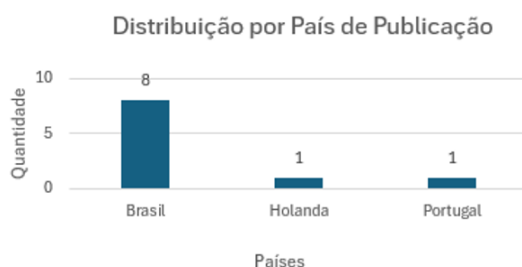
4.1 Distribuição de publicações por ano

As publicações se concentram no período de 2018 a 2024, refletindo a vigência da LGPD, destacando o ano de 2023 com maior número de estudos, representando 40% do total.

4.2 Países de publicação

O Brasil foi responsável por 80% dos estudos analisados, evidenciando o protagonismo nacional na pesquisa sobre mineração de processos e LGPD. Portugal e Holanda também contribuíram, mas em menor escala, representados no Gráfico 1:

GRÁFICO 1 - Distribuição por país de publicação.

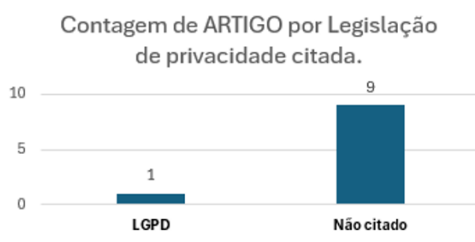


Fonte: Elaborado pelos autores

4.3 Legislação e Conformidade Legal

Apesar do foco na conformidade legal com a LGPD, 90% dos artigos não mencionam explicitamente legislações como LGPD ou GDPR. Demonstrado no Gráfico 2, revela uma lacuna na integração entre mineração de processos e requisitos legais no contexto brasileiro.

GRÁFICO 2 - Artigos por legislação.

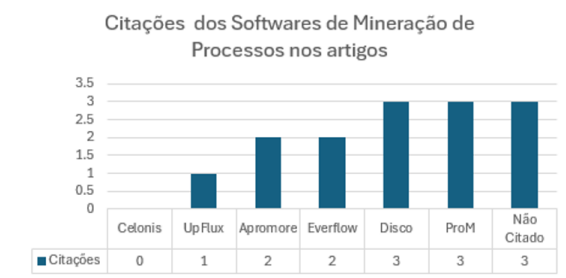


Fonte: Elaborado pelos autores

4.4 Softwares Utilizados

As ferramentas Disco e ProM foram as mais citadas (n=3 cada), indicando preferência por soluções consolidadas em análise de processos. Contudo, cerca de 30% dos artigos não especificaram o software utilizado, limitando a reprodutibilidade dos estudos, Gráfico 3:

GRÁFICO 3 - Citações dos Softwares utilizados em mineração de processos

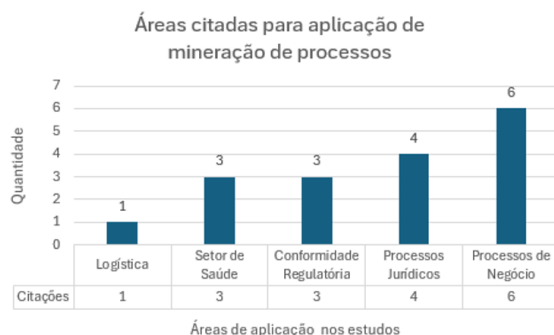


Fonte: Elaborado pelos autores

4.5 Áreas de aplicação

Os 10 artigos analisados abrangem diversas áreas, principalmente processos de negócios e jurídicos, com destaque para aplicações nos setores de saúde e judiciário. Essa diversidade reforça o potencial interdisciplinar da mineração de processos para promover eficiência e conformidade em diferentes domínios. O Gráfico 4 mostra as áreas de aplicação dos estudos:

GRÁFICO 4 - Áreas de aplicação nos estudos



Fonte: Elaborado pelos autores

4.6 Nuvem de Palavras

Utilizando o ATLAS.ti (2023), foi gerada uma nuvem de palavras com limiar mínimo de 36 ocorrências, destacando termos como “compliance”, “LGPD” e “mineração de process”, representada na Figura 3 e evidencia os temas centrais recorrentes nos artigos analisados.

FIGURA 3 - Nuvem de palavras mais citadas nos artigos



Fonte: Gerado no software Atlas.ti (2023)

4.7 Frequência das palavras

A análise quantitativa listou as 15 palavras mais frequentes nos textos, com destaque para “process” (663 ocorrências), “mining” (264), “data” (223), “activities” (201) e “log” (194). Esses termos refletem o foco em modelagem, análise e monitoramento de processos e dados, essenciais para a conformidade regulatória. A predominância de termos técnicos como “log”, “activities” e “model” reforça o caráter prático e orientado a ferramentas da área. Por outro lado, a baixa frequência de termos diretamente relacionados à legislação, como “law”, “compliance” ou “privacidade”, indica uma oportunidade de aprofundar a integração entre mineração de processos e requisitos legais da LGPD.

Implicações e Lacunas

Os impacto da omissão da LGPD nos estudos e a ausência de menções explícitas à LGPD no artigos analisados não é apenas um indicador de maturidade incipiente, mas sinaliza riscos concretos: sem formalização normativa, as organizações ficam sujeitas a auditorias manuais, retrabalho e potencial responsabilização por falhas de rastreamento. Essa lacuna expõe uma divisão entre avanços tecnológicos (ferramentas de process mining) e requisitos legais, criando um vácuo onde a automação de conformidade poderia mitigar custos e evitar sanções. Contribuições para Estudos Futuros: Recomenda-se investigar como técnicas de mineração de processos podem mapear, monitorar e auditar o ciclo de vida dos dados pessoais

conforme a LGPD, além de comparar abordagens nacionais com experiências internacionais, como no GDPR.

5. CONCLUSÃO

Este artigo realizou uma pesquisa para entender os estudos publicados sobre a relação entre mineração de processos e conformidade legal no Brasil, com ênfase na LGPD. Os resultados com poucos estudos publicados mostram que ainda existe uma lacuna significativa na aplicação prática da mineração de processos para atender de forma efetiva às exigências da LGPD. Mas que podem ser inspirados pelas mesmas aplicações positivas no GDPR.

O estudo identificou áreas de aplicação da mineração de processos em áreas como: Processos de Negócio, Processos Jurídicos, Conformidade Regulatória, Setor de Saúde, Logística e softwares de process mining utilizados como: ProM, Disco, Everflow, Aprimore e Uplflux. Baseado nos estudos e experiências positivas com o GDPR, mostrou que a mineração de processos pode ser uma ferramenta estratégica para organizações brasileiras no monitoramento e garantia da conformidade legal, integrando técnicas de process mining, requisitos LGPD e mecanismos de gestão da informação, já que a lei brasileira tem mais de 70% de similaridade com a lei de privacidade europeia, GDPR. No entanto, a integração entre as soluções tecnológicas disponíveis e os requisitos específicos da LGPD ainda demanda maior desenvolvimento e alinhamento, reforçando requisitos da LGPD, como o Art. 9º sobre registro de operações e arts. 46 e 47 sobre segurança e governança, evidenciando a importância de entender e gerir todos os processos de negócio. O estudo contribui, com referências ao GDPR, que as tarefas de mineração de processos têm potencial para verificar a conformidade com os direitos dos titulares de dados previstos LGPD em processos de negócios e podem ser efetivas. Por fim, a integração efetiva entre mineração de processos e conformidade legal representa uma oportunidade relevante de inovação, fortalecendo a competitividade organizacional e a proteção de dados pessoais diante de um cenário regulatório cada vez mais exigente. Como desdobramento, sugere-se a adoção de uma abordagem de Design Science Research (DSR) para o desenvolvimento e validação de um artefato de compliance à LGPD, baseado nas lacunas identificadas. A criação de um protótipo de framework integrado de mineração de processos e regras de negócio, validado em estudos de casos industriais, permitirá avaliar empiricamente a eficácia dessas soluções, além de gerar diretrizes replicáveis para auditorias automatizadas em ambientes produtivos inteligentes.

REFERÊNCIAS

- ANPD. **Autoridade Nacional de Proteção de Dados**. Disponível em: <https://www.gov.br/anpd/pt-br>. Acesso em: 13 jan. 2025.
- ATLAS.ti **SCIENTIFIC SOFTWARE DEVELOPMENT GMBH**. ATLAS.ti GmbH, 2023. Disponível em: <https://atlasti.com>. Acesso em: 13 jan. 2025.
- BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 ago. 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Lei/L13709.htm. Acesso em: 13 jan. 2025.
- FERNANDES, A. G. L.; SANTOS NETO, J. F.; FANTINATO, M.; PERES, S. M. **Mineração de processos: uma evolução no apoio à gestão de processos de negócio**. SBC Horizontes, junho 2020. ISSN 2175-9235. Disponível em: <http://horizontes.sbc.org.br/index.php/2020/06/08/mineracao-de-processos-uma-evolucao-no-apoio-a-gestao-de-processos-de-negocio/>. Acesso em: 09 jan. 2025.
- GALEGALE, N. V.; FONTES, E. L. G.; GALEGALE, B. P. Uma contribuição para a segurança da informação: um estudo de casos múltiplos com organizações brasileiras. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 22, n. 3, p. 75-97, 2017.
- GARTNER, Inc. **Beyond GDPR: 5 best practices for LGPD compliance, 2020**. Disponível em: <https://www.gartner.com/guest/purchase/registration?resId=3903476>. Acesso em: 09 jul. 2023.
- HASHMI, M.; GOVERNATORI, G.; LAM, H.-P.; WYNN, M. T. **Towards compliance by design for regulatory processes**. In: VAN DER AALST, W. M. P.; DUMAS, M.; OYELERE, S. S. (Ed.). *Business Process Management Workshops*. Cham: Springer, 2014. p. 149-155. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-10172-9_13. Acesso em: 10 maio 2025.
- HASHMI, M.; GOVERNATORI, G. **Norms modeling constructs of business process compliance management frameworks: a conceptual evaluation**. *Artificial Intelligence and Law*, v. 26, n. 3, p. 251-305, 2018.
- HASHMI, M.; GOVERNATORI, G.; LAM, H.-P.; WYNN, M. T. **Are we done with business process compliance: state of the art and challenges ahead**. *Knowledge and Information Systems*, v. 57, n. 1, p. 79-133, 2018.
- IWATA, C.; GALEGALE, N. V.; ITO, M.; AZEVEDO, M. M.; FEITOSA, M. D.; ARIMA, C. **Data cleaning in big data: a systematic literature review**. In: *Proceedings of the IADIS International Conference Digital Transformation and Innovation Management*. ISBN (Book): 978-989-8704-60-3, p. 75-82, 2024.
- KITCHENHAM, Barbara. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering** (Version 2.3). EBSE Technical Report. Keele University, Keele, UK, 2007.
- KITCHENHAM, B. A.; BUDGEN, D.; BRERETON, O. P. **The value of mapping studies – a participant-observer case study**. In: 14th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE), 2010, April.

LINH THAO LY; MAGGI, F. M.; MONTALI, M.; RINDERLE-MA, S.; VAN DER AALST, W. M. P. **Compliance monitoring in business processes: functionalities, application, and tool-support**. Information Systems, 2015.

MARTINS, E.; GALEGALE, N. V. **Retail sales forecasting information systems: comparison between traditional methods and machine learning algorithms**. In: Proceedings of the 2022 International Conference Information Systems (IADIS), p. 30-38, 2022. DOI: 10.33965/is2022_2022011004.

MARTINS, E.; GALEGALE, N. V. **Machine learning: a bibliometric analysis**. **International Journal of Innovation**, v. 11, n. 3, p. 1-37, 2023. DOI: 10.5585/2023.24056.

PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO. **Regulamento (UE) 2016/679 (General Data Protection Regulation – GDPR), de 26 de abril de 2016**. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32016R0679>. Acesso em: 13 jan. 2025.

PARSIFAL. **Ferramenta online (RSL)**. 2025. Disponível em: <https://parsif.al>. Acesso em: 19 jan. 2025.

PECK, P. LGPD: **Cinco anos em busca das garantias de direitos e proteção de dados**. **ConJur**, 2023. Disponível em https://www.conjur.com.br/2023-ago-22/patricia-peck-lgpd-busca-garantias-direitos#_ftn1. Acesso em: 09 out. 2023.

ROZINAT, A.; VAN DER AALST, W. M. P. **Conformance checking of process based on monitoring real behavior**. **Information Systems**, 2008. DOI: 10.1016/j.is.2007.07.001.

SCANNAVINO, K. R. F. et al. **Revisão Sistemática da Literatura em Engenharia de Software: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. Acesso em: 23 jan. 2025.

SILVA, P. G. F. S.; GALEGALE, N. V. **Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD): uma análise bibliométrica da produção científica**. In: XV Simpósio dos Programas de Mestrado Profissional – Virtual, 2020, São Paulo. Anais... São Paulo: Unidade de Pós-Graduação, Extensão e Pesquisa do CEETEPS, 2020. v. 1, p. 961-968.

UNGER, A. J.; FANTINATO, M.; PERES, S. M. **Mineração de processos para conformidade legal: perspectivas de aplicação à LGPD**. Migalhas de Proteção de Dados, 2021.

VAN DER AALST, W. M. P. **Process mining: Data science in action**. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2016. DOI: 10.1007/978-3-662-49851-4.

ZAMAN, A.; HASSANI, M. **Process mining meets GDPR compliance – the right to be forgotten as a use case**. BPR4GDPR, 2019.

ZAMAN, R.; HASSANI, M. **How to enable GDPR compliance in business processes through data-driven solutions**. SN Comput. Sci., v. 1, p. 210, 2020. DOI: 10.1007/s42979-020-00215-x.