



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Mineração de Processos e LGPD: Avaliação da Conformidade e Análise de Prazo de Atendimento aos Direitos dos Titulares de Dados

Juliane Borsato Beckedorff Pinto

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza - juliane@gmail.com

Napoleão Verardi Galegale

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza - nvg@galegale.com.br

Resumo

Este artigo apresenta o desenvolvimento e o início de uma Prova de Conceito (PoC) sobre a aplicação da Mineração de Processos (Process Mining) como ferramenta de apoio na avaliação de conformidade à Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), a partir da análise de logs de eventos, com registros provenientes de um módulo de atendimentos de titulares de dados. Os dados foram processados e analisados por uma ferramenta de mineração de processos, possibilitando a descoberta automática do fluxo de atendimento executado e a verificação da aderência aos prazos legais previstos no Art. 18 da LGPD. A PoC utilizou dados sintéticos para preservar a privacidade dos titulares, mantendo a estrutura real do processo de atendimento. Os resultados iniciais demonstraram que, mesmo em ambiente simulado, a mineração de processos permite descobrir o fluxo real de atendimento, identificar gargalos, medir tempos de resposta e avaliar a taxa de conformidade com as obrigações legais, evidenciando o potencial da tecnologia para auditorias automatizadas e governança de dados em pequenas e médias empresas e a automação da conformidade regulatória em sistemas produtivos.

Palavras-chave: Mineração de Processos; LGPD; Conformidade Regulatória; Governança de Dados; Inovação Tecnológica.



Abstract

This paper presents the development and initial phase of a Proof of Concept (PoC) on the application of Process Mining as a supporting tool for assessing compliance with the Brazilian General Data Protection Law (LGPD), through the analysis of event logs recorded in a data subject request management module. The data were processed and analyzed using a process mining tool, enabling the automatic discovery of the executed service flow and verification of adherence to the legal deadlines established in Article 18 of the LGPD. Synthetic data were used in the PoC to preserve data subjects' privacy while maintaining the real structure of the service process. The preliminary results showed that, even in a simulated environment, process mining makes it possible to reconstruct the actual service flow, identify bottlenecks, measure response times, and assess the compliance rate with legal obligations. These findings highlight the technology's potential for automated auditing, data governance in small and medium-sized enterprises, and regulatory compliance automation in productive systems.

Keywords: Process Mining; Brazilian General Protection Law (LGPD); Regulatory Compliance; Data Governance; Technological Innovation.

1. INTRODUÇÃO

A crescente digitalização de processos empresariais tem intensificado os desafios de proteção de dados pessoais e responsabilidade corporativa. No Brasil, a promulgação da Lei nº 13.709/2018 – Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) elevou o tratamento de dados à categoria de direito fundamental, exigindo transparência, rastreabilidade e prestação de contas dos agentes de tratamento (BRASIL, 2018).

Entretanto, a aplicação prática da LGPD, especialmente no atendimento aos titulares (Art. 18), ainda é majoritariamente manual, segundo Peck (2023), tornando difícil comprovar conformidade e atender aos prazos legais de resposta. Essa lacuna abre espaço para soluções baseadas em tecnologias emergentes, capazes de integrar gestão de processos e compliance regulatório. Ainda, conforme orientação da ANPD (Brasil, 2024), o

controlador deve atender às solicitações sempre que não houver fundamento legal que justifique a manutenção dos dados, considerando as hipóteses de conservação.

Neste cenário, a Mineração de Processos (Process Mining, PM) emerge como uma solução tecnológica (Van der Aalst, 2016), atuando na intersecção entre a ciência de dados e a Gestão de Processos de Negócio (BPM) (Dumas et al., 2018). Aqui, abordagens que utilizam PM para lidar com os desafios ao “Direito ao Esquecimento” e da checagem de conformidade (Zaman; Hassani, 2019) no âmbito do GDPR (General Data Protection Regulation) (GDPR.eu, 2021) são especialmente relevantes e podem ser adaptadas ao contexto da LGPD para operacionalizar e monitorar os direitos de eliminação e oposição ao tratamento de dados pelo titular.

A PM utiliza logs de eventos, registradas em sistemas (como ERP, CRM) para descobrir o modelo de processo real (Sousa et al., 2021). Técnicas de PM têm ganhado destaque como abordagens eficazes para análise e melhoria de processos de negócios (Dumas et al., 2018). O grande motivador da PM é acelerar a eficiência, permitindo que as empresas tenham uma visão de seus processos, o que se traduz em um produto ou serviço melhor, com mais velocidade e qualidade. Em ambientes regulados, como o da LGPD, é necessário ir além da verificação de processos. A conformidade legal requer mecanismos para interpretar e operacionalizar as normas. Hashmi e Governatori (2018) propõem uma estrutura em camadas centrada na interpretação jurídica, enquanto Hashmi et al. (2018) ressaltam a necessidade de frameworks robustos para traduzir requisitos legais complexos em regras processuais.

Este artigo apresenta o início de uma Prova de Conceito (PoC) aplicada à análise de logs com dados sintéticos extraídos do módulo DSAR (*Data Subject Access Request*) da plataforma corporativa LGPDLite, e o processamento com mineração de processos, para avaliar a aderência dos fluxos de atendimento aos requisitos de prazo e conformidade da LGPD. Pretende-se analisar a integração prática entre mineração de processos e os requisitos legais da LGPD. Assim, a PoC busca responder: Se a mineração de processos pode apoiar a verificação e a gestão da conformidade regulatória de processos organizacionais, em especial no atendimento dos direitos dos titulares aos requisitos da

LGPD, descobrindo o processo executado, identificando desvios e apoiando ações de melhorias. A hipótese de pesquisa é que a mineração de processos pode identificar automaticamente desvios e gargalos no atendimento aos titulares, permitindo medir o cumprimento de prazos legais e gerar indicadores objetivos de conformidade.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente estudo se fundamenta nos seguintes pilares: as regulamentações de proteção de dados (GDPR e LGPD) e a aplicação de técnicas de mineração de processos (Process Mining) para verificação de conformidade.

2.1 Marcos Regulatórios de proteção de dados: GDPR e LGPD

A aprovação do Regulamento Geral de Proteção de Dados (GDPR) em 2016 consolidou o protagonismo europeu na proteção de dados e impulsionou um movimento internacional de adequação legislativa (PINHEIRO, 2026). No Brasil, esse movimento resultou na promulgação da Lei n.º 13.709/2018, a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), posteriormente fortalecida pela criação da Autoridade Nacional de Proteção de Dados (ANPD) e pela Emenda Constitucional n.º 115/2022, que elevou a proteção de dados ao patamar de direito fundamental (PINHEIRO, 2026). Tal evolução normativa reflete não apenas a preocupação com a privacidade individual, mas também a necessidade de integração do país a fluxos econômicos globais baseados em confiança digital e interoperabilidade jurídica. Nesse cenário, abordagens tecnológicas baseadas em mineração de processos e conformidade de processos de negócios, emergem como instrumentos eficazes para reduzir custos e automatizar a verificação contínua da conformidade regulatória (HASHMI; GOVERNATORI, 2018).

De acordo com Pinheiro (2026, p. 2), o GDPR, que serve de base para a LGPD, tem como objetivo impor obrigações e responsabilidades iguais aos controladores e processadores, para que assegurem um controle coerente do tratamento dos dados pessoais. A adequação à LGPD deve ser entendida como um processo contínuo de gestão de riscos, baseado em



princípios de responsabilização, prevenção e prestação de contas, que demandam documentação e comprovação efetiva das medidas adotadas.

O atendimento às demandas dos titulares pelos agentes de tratamento é peça central para assegurar a efetividade dos direitos previstos nos artigos 17 a 22 da LGPD, que conferem ao titular controle sobre seus dados pessoais, incluindo confirmação da existência de tratamento, acesso, correção, anonimização, portabilidade, informação sobre compartilhamentos, revisão de decisões automatizadas e revogação do consentimento. Entre esses direitos, destaca-se a eliminação de dados pessoais tratados em desconformidade com a Lei (art. 18, IV) ou com base no consentimento do titular (art. 18, VI). Conforme orientação da ANPD (Brasil, 2024), o controlador deve atender à solicitação sempre que não houver fundamento/base legal que justifique a manutenção dos dados, considerando as hipóteses de conservação previstas no art. 16 da LGPD. Aqui, abordagens que utilizam PM para lidar com os desafios do apagamento de dados (“Direito ao Esquecimento”) e da checagem de conformidade no âmbito do GDPR (Zaman; Hassani, 2019) são especialmente relevantes e podem ser adaptadas ao contexto da LGPD para operacionalizar e monitorar os direitos de eliminação e oposição ao tratamento de dados pelo titular.

Apesar de convergirem em alguns pontos, há outras especificidades relevantes: (i) a LGPD inclui base legal para proteção do crédito (art. 7º, X), inexistente no GDPR; (ii) a governança regulatória é centralizada na ANPD (arts. 55-59), ao passo que o GDPR opera com autoridades nacionais; (iii) ambas reconhecem a autodeterminação informativa e impõem deveres de responsabilização e prestação de contas. Essas diferenças impactam estratégias de conformidade e desenho de controles técnico-organizacionais no contexto brasileiro, sendo necessário analisar os processos em cada uma das legislações.

2.2 Gestão de Processos de Negócio (BPM)

A adequação à LGPD não representa apenas um desafio jurídico, mas também um problema de eficiência operacional. A ausência de automação e padronização aumenta os custos de auditoria e monitoramento, afetando diretamente a produtividade das empresas. Assim, abordagens baseadas em Business Process Management (BPM) e Mineração de Processos tornam-se essenciais para reduzir custos de conformidade e integrar a proteção de dados à cultura organizacional. Segundo DUMAS (2018), o BPM provê a estrutura gerencial e técnica para identificação, modelagem, análise, redesenho e monitoramento de processos ao longo de um ciclo de vida integrado, articulando métodos e ferramentas de administração, ciência da computação e engenharia de produção. A obra-referência de Dumas, La Rosa, Mendling e Reijers sistematiza esse ciclo e técnicas associadas.

2.3 Frameworks de Gestão de Conformidade e Linguagens de Modelagem

Para apoiar a gestão de processos de negócio, a adoção de *frameworks* que orientem a identificação, o monitoramento e a mitigação de riscos regulatórios relacionados à LGPD é essencial. Um exemplo é o *compliance by design* (Hashmi *et al.*, 2018), que permite modelagem normativa detalhada e adaptação dinâmica a mudanças regulatórias. Notações como Gestão de Processos de Negócio (BPM) quando 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 literatura sobre *Business Process Compliance* (BPC) estabelece uma distinção importante entre conformidade de processos (*compliance checking*) e conformidade legal. A primeira compara a execução real dos processos com modelos de referência, enquanto a segunda trata da interpretação jurídica das normas. Em ambientes regulados, como o da LGPD, é necessário ir além da verificação de processos. A conformidade legal plena requer mecanismos para interpretar e operacionalizar as normas. Hashmi e Governatori (2018) propõem uma estrutura em camadas centrada na interpretação

jurídica, enquanto Hashmi *et al.* (2018) ressaltam a necessidade de *frameworks* robustos para traduzir requisitos legais complexos em regras processuais. A disciplina de Mineração de Processos complementa esse cenário ao reconhecer três perspectivas distintas dos processos de negócio – fluxo de controle, dados e tempo – e permitir a verificação de aderência aos modelos.

2.4 Mineração de processos

A crescente complexidade das exigências legais e a necessidade de comprovação documental de conformidade impulsionam a busca por soluções automatizadas de governança. Nesse contexto, técnicas de Mineração de Processos emergem (AALST *et al.*, 2010) como aliadas estratégicas para verificar, medir e demonstrar a aderência dos fluxos operacionais aos requisitos da LGPD e às orientações da ANPD, permitindo transformar registros de eventos em evidências auditáveis de conformidade, conforme embasamento nos estudos acadêmicos relevantes.

A Mineração de Processos (PM) é reconhecida como uma disciplina emergente, segundo SANTOS (2022) e interdisciplinar, situada na interseção entre a ciência de dados e a ciência de processos. Sua principal finalidade é fornecer um conjunto de ferramentas e métodos, baseados em fatos extraídos de dados, que visam a melhoria dos processos de negócios. Suas principais aplicações incluem a descoberta de processos, com a geração de modelos reais a partir de *logs* de eventos; o monitoramento e verificação de conformidade pela comparação entre execuções reais e modelos de referência; e o aprimoramento de processos a partir de dados recentes ou mesmo em tempo real (Van der Aalst, 2016).

Essencialmente, a mineração de processos (PM) combina a modelagem de processos de negócios com a análise de dados, permitindo a identificação de padrões, desvios e oportunidades concretas de melhoria. A aplicação de PM é crucial para gerar um novo modelo de processo que aprimore os processos de negócio e permite a descoberta

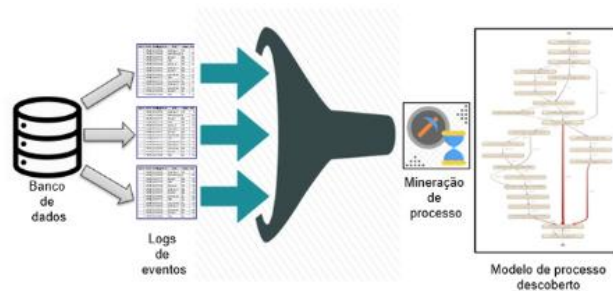
automática de modelos de processos de negócio a partir da análise de logs de eventos (Dumas *et al.*, 2018).

A relevância da capacidade preditiva, automação, e extração de conhecimento de logs de eventos é oportuna em ambientes com requisitos dinâmicos (Martins; Galegale, 2022) como aqueles relacionados à LGPD, e é fundamental para obter previsões mais precisas. A PM também fortalece a conexão entre a análise de processos e a segurança da informação, aderindo à normas como a ISO 27001, ao ressaltar a importância dos logs de eventos como ativos para auditorias e controles. A mineração de processos opera em três tarefas significativas, segundo VAN DER AALST (2016), visando a direção da análise da realidade de um processo de negócio com esforços reduzidos:

1. **Descoberta de Modelos (Discovery):** Consiste em descobrir modelos de processos reais, frequentemente sem conhecimento *a priori*. Esta tarefa envolve a extração de um modelo de processo, como uma Rede de Petri, a partir do log de eventos.
2. **Verificação de Conformidade (Conformance):** Envolve a verificação da conformidade do modelo descoberto (vis-à-vis) ao modelo teórico ou de referência. O foco é comparar o modelo real, registrado no log, com um modelo previamente estabelecido, para detectar e explicar desvios.
3. **Extensão ou Aprimoramento (Enhancement):** Visa estender o modelo de processo com informações adicionais, como desempenho, gargalos, recursos e custos. O aprimoramento enriquece o modelo a partir das informações do processo em operação, podendo, por exemplo, incluir dados de desempenho obtidos a partir das datas de início e término de cada atividade.

As etapas do processo de mineração podem ser vistas na figura 1:

Figura 1: Componentes da mineração de processo.



Fonte: SANTOS, Gilberto Aleces dos. *Mineração de Processos – Simulação e otimização: reduza o lead-time do seu processo com um método iterativo de simulação e otimização*. São Paulo: Editora Dialética, 2022. p. 15.

2.4.1 Log de Eventos

A base de dados para a Mineração de Processos são os **logs de eventos**. Um log de eventos é um registro histórico que captura o fluxo de informações e as interações envolvidas na execução de um processo de produção. Esses logs são essenciais, pois fornecem as informações que possibilitam a realização de diversas análises baseadas no modelo (Van der Aalst, 2016).

Entre os conceitos-chave, o **processo** (Dumas et al., 2018) é entendido como uma sequência ordenada de atividades inter-relacionadas, executadas sob regras e condições específicas para atingir um objetivo.

- **Evento:** Refere-se à ocorrência de uma atividade de processo de negócio em um ponto específico no tempo. Formalmente, um evento e pode ser definido como uma tupla $e = (c, a, t)$, indicando que a atividade a foi executada no instante de tempo t no contexto do caso c . Os eventos podem possuir **atributos** adicionais, como tempo de execução, recursos e custo.
- **Caso:** Representa uma execução individual de um processo, composto por eventos associados exclusivamente a essa instância.

- **Trace:** É uma sequência finita e ordenada de eventos que pertencem ao mesmo caso, $\sigma = \langle e_1, e_2, \dots, e_n \rangle$, que reflete a ordem em que os eventos foram registrados, sendo fundamental para reconstruir a dinâmica do processo.

Um aspecto relevante em PM é a detecção de alterações nos processos ao longo do tempo, denominadas **desvio de conceito** (*concept drift*) (Bose; Aalst, 2011). Essas alterações podem ser periódicas (regulares), sazonais (fatores externos) ou condicionais (situações específicas). A detecção dessas mudanças é vital, pois impactam diretamente os processos e a verificação de conformidade. Isso se torna importante para verificação de conformidade, comparando eventos registrados e modelos de referência em ambientes regulados (González Moyano *et al.*, 2025).

2.4.2 Algoritmos de Descoberta de Processos

Desde o surgimento da mineração de processos, diversos algoritmos foram desenvolvidos para a tarefa de Descoberta, visando produzir um modelo de processo sem a necessidade de conhecimento prévio. Exemplos desses algoritmos incluem o *Alpha Algorithm*, *Heuristic Miner*, *Genetic Miner*, *Integer Linear Programming Miner*, *Mineração Declarativa e Inductive Miner*, segundo Aleces (2022, p. 18):

- O **Fuzzy Miner** é um algoritmo que se destaca em aplicações no mundo real, especialmente ao tratar de logs de eventos semiestruturados.
- O resultado obtido pela aplicação do **Alpha Miner**, por exemplo, é tipicamente um modelo de processo representado por uma Rede de Petri.
- Ferramentas como o **UpFlux** (que implementa uma versão paralela do algoritmo Fuzzy Miner) são utilizadas para a descoberta de modelos de processos (Aleces, 2022, p.19), e geralmente suportam formatos de *logs* de eventos como **XES** e **MXML** (Macromedia eXtensible Markup Language).

3. MÉTODO

A pesquisa caracteriza-se como um estudo experimental tecnológico, desenvolvido sob o método Design Science Research (DSR) (HEVNER et al., 2004; PEFFERS et al., 2007). A POC seguiu três fases metodológicas principais, conforme o DSR, permitindo articular o problema prático de conformidade à LGPD com os fundamentos teóricos de mineração de processos e conformidade regulatória, priorizando o rigor na extração e na análise do log de eventos. O artefato proposto foi operacionalizado na forma de uma Prova de Conceito (PoC), desenvolvida em três fases metodológicas principais: **(i)** construção do artefato e preparação dos logs de eventos; **(ii)** demonstração e análise exploratória com dados sintéticos, preservando a privacidade dos titulares; e **(iii)** avaliação da aderência dos resultados aos critérios de conformidade legal previstos no Art. 18 da LGPD.

3.1 Etapas da POC

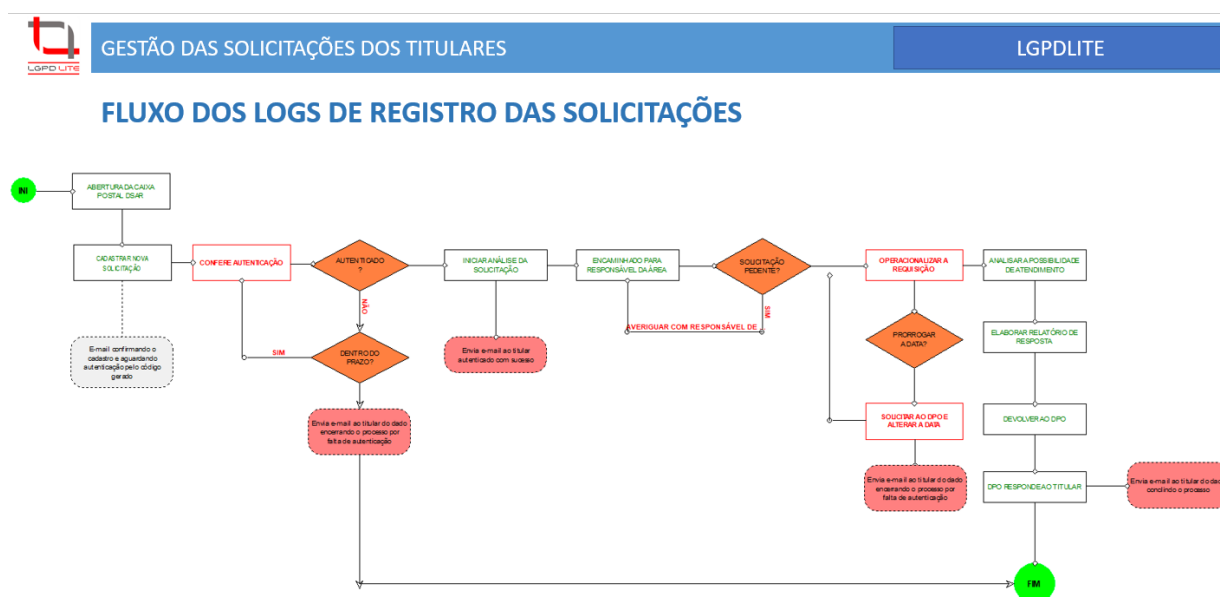
i. Construção do Artefato (Log de Eventos):

- Foi extraído um log de eventos no formato .xlsx da plataforma LGPDLite (LGPDLite, 2025), estruturado para o módulo DSAR. Após extração, o log teve alguns atributos reestruturados em colunas. A coluna “Data” foi formatada como datetime ISO (AAAA-MM-DD HH:MM:SS);
- O log de eventos original foi utilizado como modelo e populado com 31 casos sintéticos de solicitações de titulares, seguindo o princípio de privacy by design. A estrutura seguiu o padrão mínimo canônico da PM: Case ID (Protocolo Solicitação), Activity (Evento) e Timestamp (Data).

O método DSR pode ser utilizado para validar um cenário de análise de log de eventos de atendimento, considerando a LGPD, por meio da criação, aplicação e avaliação iterativa de um artefato tecnológico que sistematize a verificação da conformidade regulatória. Conforme demonstrado por Freund, Macedo e Fagundes (2023), o DSR permite desenvolver modelos e frameworks que gerenciam evidências de proteção e privacidade de dados, apoiando a comprovação da conformidade com normativas como a LGPD. As etapas principais foram:

1. Definição do problema técnico: ausência de mecanismos automatizados para verificar a conformidade da LGPD em processos reais.
2. Modelagem do processo atual de atendimento ao titular: representação em BPMN a partir do fluxo do sistema LGPD Lite, conforme figura 2:

Figura 2: Fluxo da LGPD Lite: logs de eventos dos registros das solicitações de titulares



Fonte: Extraído da plataforma LGPD Lite

A extração de um log de eventos da plataforma LGPD Lite: o log foi populado com dados sintéticos representativos, seguindo o princípio de *privacy by design* (sem dados pessoais reais) e gerado com 31 casos, com os seguintes atributos: ID Titular; Evento; Data; CPF Titular; E-mail Titular; Mês/ano Solicitação; Protocolo da Solicitação; Tipo Pedido do Titular; Meio de Recebimento; Categoria de Titular; equipe de atendimento, identidade confirmada, justificativa da Solicitação Art. 37. A coluna “Data” foi formatada como *datetime ISO* (AAAA-MM-DD HH:MM:SS) e a estrutura final com os atributos estão demonstrados conforme figura 3:



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Figura 3: estrutura do log de eventos com os atributos

ID Titular	Evento	Data	CPF Titular	E-mail Titular	Mês / Ano Solicitação	Protocolo Solicitação	Tipo Pedido Titular	Meio Recebimento	Categoria de Titular	Equipe de Atendimento	Identidade Confirmada	Justificativa Solicitação Art. 37
1	Abertura	2024-05-24 00:00:00	560*****56	user796@anonin	05/2024	0001819-9	EXCLUSÃO	SITE	Fornecedor PF	TI	Autenticado	Dados não encontrados nos registros do controlador, conforme verificação
1	Limite Prazo 15 dias	2024-06-08 13:48:00	560*****56	user796@anonin	05/2024	0001819-9	EXCLUSÃO	SITE	Fornecedor PF	TI	Autenticado	
1	Avaliação Solicitação	2024-05-29 15:30:00	560*****56	user796@anonin	05/2024	0001819-9	EXCLUSÃO	SITE	Fornecedor PF	TI	Autenticado	
1	Encerramento	2024-06-03 13:48:59	560*****56	user796@anonin	05/2024	0001819-9	EXCLUSÃO	SITE	Fornecedor PF	TI	Autenticado	
1	Confirmação Solicitação	2024-06-03 09:02:00	560*****56	user796@anonin	05/2024	0001819-9	EXCLUSÃO	SITE	Fornecedor PF	TI	Autenticado	
1	Envio Resposta	2024-06-04 09:15:00	560*****56	user796@anonin	05/2024	0001819-9	EXCLUSÃO	SITE	Fornecedor PF	TI	Autenticado	

Fonte: Imagem extraída do log de eventos gerado na LGPD Lite

O arquivo representa **eventos de atendimento a titulares de dados pessoais** (DSAR – *Data Subject Access Request*) e está estruturado adequadamente para uso em mineração de processos. Cada linha é um **evento**, e cada conjunto de eventos pertencem a um “ID Titular”, que representa um caso (ou *trace*), da coluna “Protocolo Solicitação”. A estrutura segue a conformidade com padrões de Process Mining e os campos principais do log já estão compatíveis com o formato *Event Log* canônico, conforme descrito em Van der Aalst (2016), e descritos na tabela 1:

Tabela 1: Campos principais do log event

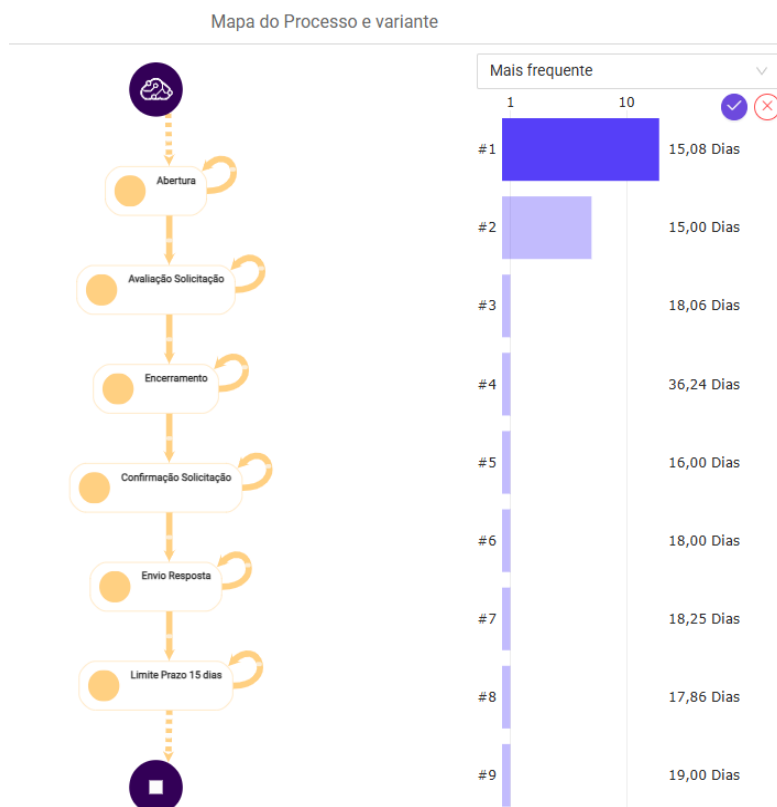
Campo Original	Função em Process Mining	Observações Técnicas
ID Titular	Case ID	Solicitação do titular
Protocolo Solicitação	Case ID	Identifica o caso
Evento	Activity	Etapa do processo (Abertura, Avaliação, Encerramento etc.)
Data	Timestamp	Ordem e tempo de execução das atividades
Equipe de Atendimento	Resource / Performer	Quem executou a atividade
Tipo Pedido Titular	Variant Attribute	Permite agrupar casos por tipo de pedido (exclusão, acesso, etc.)
Categoria de Titular	Context Attribute	Enriquecimento analítico (Cliente, Fornecedor PF, etc.)
Identidade Confirmada	Flag de conformidade	Pode ser usada para auditoria do Art. 18 (autenticação)
Justificativa Solicitação Art. 37	Campo textual livre	Pode apoiar mineração semântica futura ou compliance audit
Meio Recebimento	Canal / Contexto	SITE, E-MAIL, etc. – importante para KPIs operacionais

Fonte: Criados pelos autores

ii. Demonstração e Análise Exploratória

Feito a importação do log de eventos na UpFlux, plataforma desenvolvida por uma *startup* brasileira e documentada academicamente por Garcia et al. (2019) e Aleces (2020), constitui uma implementação avançada da mineração de processos em ambiente corporativo. Sua arquitetura e algoritmos foram concebidos para lidar com grandes volumes de logs, múltiplas variações de processo e análise de conformidade em tempo real, o que a torna adequada para projetos de verificação da aderência à LGPD. O log foi importando e gerado automaticamente o “Mapa do Processo e variantes”, conforme demonstrado na figura 4, com os casos mais frequentes do processo descoberto:

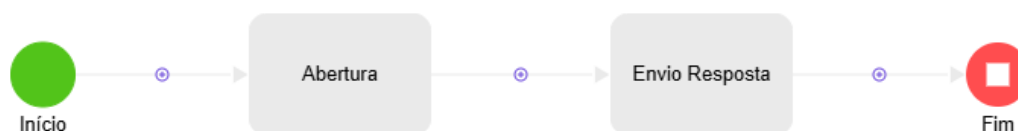
Figura 4: Mapa do Processo e variante do log de eventos



Fonte: Imagem extraída da plataforma UpFlux

Após, foi configurado na plataforma UpFlux as regras de conformidade: modelo de referência na POC segue o “Prazo máximo de resposta = 15 dias corridos após o recebimento”. O fluxo do processo do início ao fim, segue os 15 dias citados na LGPD, e parametrizado no modelo de referência, conforme figura 5:

Figura 5: parametrização do SLA de 15 dias para o atendimento



Fonte: extraído da plataforma UpFlux

E por último, a validação técnica: simulação dos resultados e análise.

iii. Avaliação da Aderência dos resultados

Demonstração (Processamento):

- O log de eventos foi processado pela plataforma UpFlux, que utiliza arquitetura em nuvem e processamento distribuído e escalável;
- Algoritmos de descoberta, como Heuristic Miner e Fuzzy Miner, foram aplicados para gerar o modelo real de atendimento, conforme descrito e documentada academicamente por Garcia et al. (2019) e Aleces (2020).

Avaliação (Verificação de Conformidade):

- O modelo de referência normativo (o que deveria ocorrer) foi configurado na UpFlux. O foco foi o requisito do prazo máximo de 15 dias corridos para a resposta completa ao titular, conforme Art. 18 da LGPD;
 - A verificação de conformidade (compliance checking): a UpFlux faz a comparação, a verificação da conformidade entre o **modelo de referência** e o **modelo descoberto**.

O processo descoberto foi posteriormente validado pelos parâmetros da plataforma UpFlux, conforme a estrutura de três camadas descrita por Aleces (2020): *Data Layer*, *Mining Layer* e *Insight Layer*.

4. RESULTADOS

A UpFlux funciona como plataforma em nuvem para mineração de processos, aceitando logs em CSV e gerando modelos de processo a partir das evidências reais. A arquitetura da POC foi organizada em três camadas:

- **Camada 1:** coleta e geração de dados sintéticos do log de eventos: Dados exportados do módulo DSAR da LGPD Lite foram tratados no Excel e armazenado em uma planilha, estruturadas segundo o padrão de event logs (case ID, activity, timestamp), mais os atributos do fluxo de atendimento;
- **Camada 2:** Mineração de Processos (UpFlux): a plataforma importou o log, descobriu automaticamente o fluxo real e aplicou as regras definidas. Essa técnica, implementada na plataforma UpFlux, permite a reconstrução automática do fluxo real de atendimento aos titulares de dados e a identificação de desvios de conformidade. Ao agrupar variantes por similaridade de sequência e frequência, a UpFlux possibilita visualizar gargalos e calcular indicadores como *lead-time* e taxa de conformidade, oferecendo uma visão precisa e auditável da aderência aos prazos legais definidos pela LGPD, conforme abordagem proposta por Garcia et al. (2019). O modelo foi visualizado com métricas de tempo médio entre etapas. Na arquitetura técnica da UpFlux, é possível ver as três camadas, conforme descrito por Aleces (ALECES, 2020):

Tabela 2: Arquitetura técnica da UpFlux

Camada	Função Principal	Componentes e Recursos
Coleta de Dados (Data Layer)	Integração e padronização de logs provenientes de diferentes sistemas (ERP, CRM, Service Desk, LGPD Lite).	Conectores ETL, APIs de extração, e normalização de campos essenciais (<i>Case ID</i> , <i>Activity</i> , <i>Timestamp</i>).
Processamento (Mining Layer)	Execução dos algoritmos de descoberta, análise de variantes e verificação de conformidade.	Implementação paralela de <i>Heuristic Miner</i> e <i>Fuzzy Miner</i> , filtros de significância (<i>NodeMax</i> , <i>EdgeMax</i>) e cálculo de causalidade entre eventos.
Análise e Monitoramento (Insight Layer)	Visualização dinâmica e análise de desempenho e conformidade.	Dashboards de <i>lead-time</i> , mapas de calor, análise de variantes e auditoria inteligente.

Fonte: Adaptado de Aleces (2020)

Essa estrutura mostra o processamento distribuído e escalável de logs de eventos essencial para lidar com volumes reais de dados de atendimento a titulares conforme exigido pela LGPD. A UpFlux faz a comparação, a verificação da conformidade entre:

- o **modelo de referência** (modelo normativo: o que deveria ocorrer), e
- o **modelo descoberto** (processo real: o que de fato ocorreu).

Esse modelo descoberto será confrontado com o modelo normativo (o que a LGPD exige) para realizar a verificação de conformidade.

- **Camada 3:** análise dos dados descobertos através do log de eventos com 31 casos da POC. Foram identificados os casos mais frequentes e suas variantes, no mapa do processo, para avaliar o comportamento e direcionar as ações:

- Tempo médio de resposta ao titular (meta ≤ 15 dias);
- Percentual de casos fora do prazo;
- Tempo médio de aprovação interna;

Resultados Técnicos

Os testes iniciais, com dados sintéticos e log de evento indicaram 31 casos de atendimentos a titulares de dados pessoas, onde:

- 24 casos foram atendidos dentro de 15 dias, sendo 77% dos atendimentos;
- 7 casos ultrapassaram os 15 dias, sendo 23% dos atendimentos;
- 23% dos 31 casos que ultrapassaram o prazo de 15 dias, revelaram gargalos em alguma etapa do processo;
- Nas variantes do processo, foi identificado o atendimento mais demorado, registrado com 36 dias para envio de resposta inicial;
- Etapas redundantes (como revisões duplas) foram identificadas automaticamente;
- A visualização temporal do processo mostrou variações de desempenho entre os casos analisados;

A mineração de processos, portanto, permitiu visualizar o ciclo completo executado de atendimento pela plataforma LGPDLite, medir o tempo efetivo de execução e identificar não conformidades sem necessidade de auditoria manual.

5. DISCUSSÕES

A análise dos resultados na plataforma UpFlux evidenciou a capacidade da mineração de processos em descobrir, reconstruir, de forma automatizada e visual, o fluxo real de atendimento aos titulares de dados e facilita a tradução de requisitos legais da LGPD em regras técnicas verificáveis.

A ferramenta aplicou algoritmos de descoberta baseados em heurísticas (Fuzzy Miner e Heuristic Miner), permitindo identificar a sequência predominante das atividades, suas

variações e gargalos. A implementação da Prova de Conceito seguiu os mesmos princípios de arquitetura e mineração descritos por Aleces (2020), que fundamenta o funcionamento interno da plataforma UpFlux. Assim, os resultados de descoberta, análise de variantes e verificação de conformidade obtidos nesta POC estão alinhados aos mecanismos já validados academicamente.

Por meio da função de verificação de conformidade, foi possível comparar o modelo normativo definido a partir dos requisitos do Art. 18 da LGPD, com o comportamento observado nos logs reais, mensurando a taxa de aderência e identificando casos fora do prazo legal de 15 dias. Os dashboards permitiram avaliar o *lead-time* médio, a proporção de solicitações dentro e fora do prazo, e o impacto de cada etapa sobre o tempo total do processo, fortalecendo a governança e a *accountability* digital da organização, demonstrando:

- A POC identificou atendimentos em desconformidade com o Art. 18 da LGPD;
- demonstrou a taxa de conformidade ao prazo legal (77% dos casos dentro de 15 dias);
- Aponta causas de não conformidade (gargalos nas etapas dos processos).

Um dos desafios foi a geração dos dados sintéticos, para a POC, assegurando a conformidade e viabilizando a análise. Também a validação do processo seguindo todas as diretrizes da LGPD, baseado nos artigos 17 e 18. Depois parametrizar o modelo de referência a ser seguido e comparado com o modelo descoberto, analisando seu comportamento e indicar melhorias no processo atual.

A hipótese de pesquisa foi respondida, demonstrando que a mineração de processos pode identificar automaticamente desvios e gargalos no atendimento aos titulares, permitindo medir o cumprimento de prazos legais e gerar indicadores objetivos de conformidade.

Limitações e Próximos Passos



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

A prova de conceito concentrou-se apenas no Art. 17 e 18 da LGPD (direitos dos titulares) e utilizou um volume restrito de casos no log de eventos, que foram simulados, baseados em atendimentos reais. Os próximos passos incluem:

- Testar o mesmo processo, mas com um volume de casos (atendimentos) maior e com outras plataformas de atendimento aos titulares;
- Criação da dashboard de desempenho: KPIs de SLA, tempo médio, taxa de autenticação etc;
- Análise de variantes: agrupamento de *traces* (solicitações de acesso, exclusão, correção). Cada variante mostra tempo médio total, número de ocorrências e taxa de conformidade;
- Mapa de calor de duração de atividades: identificação de gargalos;
- Expandir a verificação para outros artigos da LGPD, como registro de operações de tratamento de dados pessoais descrito no artigo 37;
- Comparar resultados com outras plataformas de privacidade de dados;
- Validar a solução em contextos organizacionais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência descrita neste relato técnico mostra que a mineração de processos pode ser aplicada de forma prática e replicável para apoiar a conformidade à LGPD, desde pequenas empresas até grandes indústrias. A abordagem proposta oferece às empresas visibilidade sobre seus fluxos reais, identificação de riscos e geração automática de evidências de conformidade. Mais do que um experimento isolado, o projeto aponta um caminho promissor para a Mineração de Processos como ferramenta de governança e confiança digital.



REFERÊNCIAS

AALST, Wil M. P. van der; HEE, Kees M. van; WERF, Jan M. E. M. van der; VERDONK, Mariska C. *Auditing 2.0: Using process mining to support tomorrow's auditor*. *Computer (IEEE)*, v. 43, n. 3, p. 90-93, mar. 2010. DOI: 10.1109/MC.2010.61

ALECES, G. **Mineração de processos para apoio à gestão operacional e à melhoria contínua: um estudo aplicado à plataforma UpFlux**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – UFSC, 2020.

ARAUJO, R. M. de; PERES, S. M.; FANTINATO, M.; et al. **Mineração de processos como ferramenta para promoção da transparência pública: oportunidades e desafios**. *Revista da CGU*, v. 15, n. 27, p. 203–214, 2023.

ANPD. **Agência Nacional de Proteção de Dados**. Disponível em: <https://www.gov.br/anpd/pt-br>. Acesso em: 13 jan. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Proteção de Dados. **Perguntas Frequentes**. Brasília: ANPD, 16 ago. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anpd/pt-br/acesso-a-informacao/perguntas-frequentes/perguntas-frequentes>. Acesso em: 7 out. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Proteção de Dados. **Resolução CD/ANPD nº 2, de 27 de janeiro de 2022**. Aprova o Regulamento de aplicação da Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018, Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), para agentes de tratamento de pequeno porte. *Diário Oficial da União*: seção 1, [Brasília], ed. 20, p. 6, 28 jan. 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-cd/anpd-n-2-de-27-de-janeiro-de-2022-376562019>. Acesso: 7 out. 2025.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais**. Brasília, DF: Presidência da República, 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/113709.htm. Acesso em: 5 out. 2025.

BOSE, R. P. J. C.; AALST, W. M. P. van der. **Handling concept drift in process mining**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED INFORMATION SYSTEMS ENGINEERING (CAiSE), 23., 2011, London. *Proceedings...* London: Springer, 2011. p. 391–405. (Lecture Notes in Computer Science, v. 6741). DOI: 10.1007/978-3-642-21640-4_30

DUMAS, M.; ROSA, L. M.; MENFLING, J.; REIJERS, A. H. **Fundamentals of business process management**. Springer-Verlag, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-56509-4>? Acesso em 05 out. 2025.

FREUND, G. P.; MACEDO, D. D. J.; FAGUNDES, P. B. **Proteção e privacidade de dados: um modelo para o gerenciamento de evidências**. *Em Questão*, v. 29, 2023. DOI: 10.1590/1808-5245.29.128009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1808-5245.29.128009>. Acesso em: 05 out. 2025.

GONZÁLEZ MOYANO, C.; KLESSASCHECK, F.; BALA, S.; FAHRENKROG-PETERSEN, S. A.; MENDLING, J. **Towards Nudging in BPM: A Human-Centric Approach for Sustainable Business Processes**. In: DELGADO, A.; SLAATS, T. (eds.). *Process Mining Workshops. ICPM 2024*. Lecture Notes in Business Information Processing, v. 533. Cham: Springer, 2025. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-82225-4_54.

HASHMI, M.; GOVERNATORI, G. **Norms modeling constructs of business process compliance management frameworks: a conceptual evaluation**. Artificial Intelligence and Law, 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, 2018.

HEVNER, A. R. et al. **Design Science in Information Systems Research**. MIS Quarterly, v. 28, n. 1, p. 75–105, 2004.

LGPDLite. Plataforma de Privacidade. **Sistema de gestão de solicitações de titulares (DSAR)**. Disponível em: <https://www.lgpd-lite.com/index.html>. Acesso em: 5 out. 2025.

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.

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.

PEFFERS, K. et al. **A Design Science Research Methodology for Information Systems Research**. Journal of Management Information Systems, v. 24, n. 3, p. 45–77, 2007.

PINHEIRO, Patricia Peck. **Proteção de dados pessoais: comentários à Lei n. 13.709/2018 (LGPD)**. 5. ed. Rio de Janeiro: Saraiva Jur, 2026.

SANTOS, Gilberto Aleces dos. **Mineração de Processos – Simulação e Otimização: reduza o lead-time do seu processo com um método iterativo de simulação e otimização**. São Paulo: Editora Dialética, 2022. E-book (EPUB). ISBN 978-65-252-3330-7.

SOUSA, R. G.; PERES, S. M.; FANTINATO, M.; REIJERS, H. A. **Concept Drift Detection and Localization in Process Mining: An Integrated and Efficient Approach Enabled by Trace Clustering**. Proceedings of the 36th Annual ACM Symposium on Applied Computing. Virtual Event, República da Coreia, 2021, p. 364–373.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

UNGER, A. J.; FANTINATO, M.; PERES, S. M.; et al. **Process Mining-Enabled Jurimetrics: Analysis of a Brazilian Court's Judicial Performance in the Business Law Processing**. ICAIL – International Conference on Artificial Intelligence and Law, 2021.

UPFLUX. **UpFlux Process Mining Platform**. Disponível em: <https://upflux.com.br>. Acesso em: 5 nov. 2025.

VAN DER AALST, Wil M. P. **Process Mining: Data Science in Action**. 2. ed. Berlin; Heidelberg: Springer, 2016. (Springer Series in Business Process Management). DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-49851-4>

ZAMAN, A.; HASSANI, M. **Process mining meets GDPR compliance – the right to be**