

Mineração de Processos Aplicada à Auditoria Interna na Marinha do Brasil

Marcos Alexandre Castro, Nelson Souza Jr, Tatiana Escovedo, Helio Lopes,
Marcos Kalinowski

Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, RJ, Brasil

im.alexandre07@gmail.com, njlsjr@gmail.com,
{tatiana, lopes, kalinowski}@inf.puc-rio.br

***Abstract.** With society's growing interest in the application of public resources, the governmental internal audit activity gains importance. However, due to the growing integration and complexity of information systems, which process large amounts of data, auditors face new challenges when analyzing internal controls. This article applies the process mining technique to identify bottlenecks and control violations in internal processes, generating a new type of audit evidence. The proposed methodology was successfully applied in the processes of the Brazilian Navy, providing means to identify deviations and possible reductions of interactions and iterations performed by agents.*

***Resumo.** Com o crescente interesse da sociedade na aplicação dos recursos públicos, a atividade de auditoria interna governamental ganha importância. Entretanto, devido ao crescimento da integração e da complexidade dos sistemas de informação, que processam grandes quantidade de dados, os auditores enfrentam novos desafios ao analisar controles internos. Este artigo aplica a técnica de mineração de processos para identificar gargalos e violações de controles em processos internos, gerando um novo tipo de evidência de auditoria. A metodologia proposta foi aplicada com sucesso nos processos da Marinha do Brasil, fornecendo meios para identificar desvios e possíveis reduções de interações e iterações realizadas pelos agentes.*

1. Introdução

A auditoria interna governamental é uma atividade desenhada para adicionar valor e melhorar as operações de uma organização. No âmbito da administração pública, ela deve auxiliar as organizações a realizarem seus objetivos por meio de uma abordagem sistemática para avaliar e melhorar a eficácia dos processos de governança, gerenciamento de riscos e de controles internos [Instrução Normativa N° 3/2017 2017].

Com o crescente interesse da sociedade pela forma como os recursos públicos são empregados, cresce a importância das atividades relacionadas à auditoria interna governamental, que visa garantir ao contribuinte a devida alocação dos recursos oriundos de seus impostos. A auditoria interna procura identificar anomalias, fragilidades e manipulações nos processos de negócio, de forma a proteger a organização de riscos [Schumann et al., 2020], melhorando a governança e visando garantir o melhor emprego dos recursos recolhidos dos contribuintes.

Por outro lado, os auditores enfrentam novos desafios ao auditar controles internos devido à crescente integração dos sistemas de informação para processamento de transações e à crescente quantidade de dados. Neste contexto, a inspeção manual e demorada de controles individuais pode ser substituída por procedimentos de auditoria automatizados que cubram todas as transações registradas [Werner e Gehrke, 2019].

Face ao exposto, este trabalho propõe a aplicação de uma dessas técnicas automatizadas na auditoria interna da Marinha do Brasil (MB): a Mineração de Processos (*Process Mining*), cujo objetivo é utilizar os eventos gerados pelos sistemas para extrair informações sobre os processos [Van der Aalst, 2016]. Como resultado, espera-se identificar gargalos nas atividades e violações de controles não identificados previamente com as técnicas de controle atuais, possibilitando trazer melhorias nos processos internos [Jans et al., 2013], gerando assim, um novo tipo de evidência de auditoria que pode revolucionar o procedimento atual [Chiu e Jans, 2019].

Com base no proposto, o presente estudo, avaliará o processo de fornecimento de alimentos aos militares da ativa quando vinculados a uma Organização Militar (OM) ou em missão (como manobras, campanhas e exercícios militares), que possuem sua alimentação assegurada pela Marinha do Brasil (MB) [SGM 305, 2020].

Nesse contexto, algumas OMs possuem estruturas voltadas para o serviço de alimentação de seus militares. Sendo assim, o municionamento é a conta de gestão que dá suporte às atividades ligadas ao setor de alimentação, tendo como base o valor devido a cada organização, que é proporcional ao quantitativo de militares subordinados.

Existem diversos processos ligados ao municionamento, desde a aquisição de alimentos, passando pelo gerenciamento de estoque, até a entrega dos pratos prontos aos militares. Neste trabalho, será abordado o processo que compreende a requisição de insumos para preparação dos pratos, a autorização de entrega e, por fim, a retirada do estoque. Portanto, será proposta a aplicação de um estudo de caso que possibilite encontrar desvios e oportunidades de melhoria no processo de fornecimento de gêneros alimentícios por determinada OM da MB.

O presente artigo foi estruturado da seguinte forma: a Seção 2 aborda o referencial teórico, com os principais conceitos de gestão de processos de negócio (BPM), e Mineração de Processos. A Seção 3 apresenta trabalhos relacionados. A Seção 4 apresenta a solução proposta e sua aplicação no ambiente organizacional e, por fim, a Seção 5 aborda os resultados e as considerações finais.

2. Referencial Teórico

2.1. Gestão de Processos de Negócios

Historicamente, as organizações eram estruturadas de maneira vertical com seus departamentos trabalhando de maneira isolada e independente [Paim et al., 2009]. Esse comportamento fez imperar a especialização e o individualismo nas atividades realizadas, prejudicando a visão total da empresa em detrimento de apenas uma parte, fazendo com que as organizações se distanciassem dos seus objetivos [De Sordi, 2005].

Nesse sentido, uma vez que a visão de processos é extremamente importante para as organizações, as empresas estão cada vez mais focando no entendimento sobre o que deve ser feito para atingir determinado objetivo. Em outras palavras, busca-se em

definir as tarefas da organização como um todo sem a preocupação sobre quem irá executá-las [Malamut, 2005].

Baldam *et al.* (2008) afirmam que as atividades são mais importantes que os departamentos que a executarão. Ao vivenciar a visão por processos, as organizações passam a entender que, apesar de terem uma aparência estrutural funcional, com suas áreas definidas, estas possuem processos interagindo entre suas áreas, funcionando de maneira horizontal [Malamut, 2005].

Portanto, inúmeras abordagens em melhorias de processos foram sendo propostas ao longo do tempo, dando origem à Gestão de Processos de Negócio (BPM – *Business Process Management*). Segundo Van der Aalst (2013), BPM pode ser definido como suporte aos processos utilizando métodos, técnicas e softwares para projetar, executar, controlar e analisar processos. O BPM melhora consideravelmente a performance dos processos organizacionais, aumentando a produtividade, eficiência e, principalmente, traz competitividade para as organizações [ABPMP BPM CBOOK, 2013].

2.2. Mineração de Processos (Process Mining)

A Mineração de Dados é um processo de descoberta automática de informações consideradas úteis em grandes depósitos de dados, que permeia ideias como a amostragem, estimativa e teste de hipóteses a partir de estatísticas e algoritmos de busca, reconhecimento de padrões e aprendizagem de máquina, além de visualização e recuperação de informações [Tan *et al.*, 2009]. Com a junção entre BPM e a Mineração de Dados, surge a Mineração de Processos com um conceito orientado a dados [Van der Aalst *et al.*, 2011].

Portanto, a Mineração de Processos é uma disciplina que faz ligação entre a Mineração de Dados, que não possui ênfase no processo, e o gerenciamento de processos tradicional, que não utiliza dados. A Mineração de Processos tem como ideia central descobrir, monitorar e melhorar os processos reais, extraíndo todo o conhecimento através dos logs de eventos gerados pelos sistemas de informação. Para o sucesso em sua implementação vale ressaltar duas premissas extremamente importantes: os logs de eventos devem ser confiáveis e os processos reportados devem existir de fato [Van der Aalst *et al.*, 2011]. Nesse sentido, um dos grandes desafios durante o processo é a extração e preparação dos eventos para que possam ser confiáveis e aplicáveis às diferentes técnicas de Mineração de Processos.

A Mineração de Processos possui três tarefas básicas em sua aplicação: descoberta, conformidade de processos e extensão (melhorias) dos processos reais da organização. A **descoberta** utiliza os *logs* de evento para produzir um modelo sem nenhuma informação. Um dos algoritmos mais utilizados para dar apoio a essa descoberta é o *alpha*, que consulta todos os *logs* e produz um diagrama de fluxo, que será capaz de reproduzir o comportamento do processo. Na tarefa de **conformidade dos processos**, um modelo de processo existente é comparado com os *logs* de evento do mesmo processo, buscando verificar a conformidade entre os dois, comparando a realidade com o modelo descrito no seu planejamento. Essa análise mostrará se tanto o modelo quanto o mundo real seguem as regras prescritas. Finalmente, na **extensão**, é possível descobrir oportunidades de melhorias no próprio processo modelado adaptando-os com base em informações de instâncias de processos reais existentes nos

logs de evento. Enquanto a conformidade mede a semelhança de comportamento do processo descrito com o processo realizado, a extensão visa aumentar o processo, modificá-lo e/ou melhorá-lo para refletir a realidade [Van der Aalst, 2016].

3. Trabalhos Relacionados

Apesar de suas aplicações ainda serem incipientes, a literatura acadêmica apresenta alguns estudos sobre Mineração de Processos utilizada em auditoria interna.

Jans et al. (2013) realizaram um estudo com o objetivo de explicar porque os auditores internos e externos devem aproveitar os recursos oferecidos pela Mineração de Processos para repensar como a auditoria é realizada. Os autores identificaram que *Process Mining* permite que o auditor tenha uma maneira mais eficaz de implementar o modelo de risco de auditoria, fornecendo maneiras eficazes de conduzir as revisões de processos necessárias e conduzir procedimentos analíticos. Além disso, permite que o auditor conduza análises impraticáveis pelas ferramentas de auditoria existentes, permitindo descobrir as maneiras pelas quais os processos de negócios estão realmente sendo realizados na prática e para identificar as relações sociais entre os indivíduos.

Swinnen et al. (2012) propuseram um método de análise de desvio de processos semiautomático, que combina Mineração de Processos com mineração de regras de associação, para simplificar a análise de casos de desvio. Segundo os autores, utilizando mineração de regras de associação é possível agrupar casos divergentes de regras de negócio, através dos seus atributos com valores semelhantes. Consequentemente, apenas as regras de negócio resultantes precisam ser examinadas em sua aceitabilidade, o que torna a análise menos complicada. Portanto, este método pode ser usado para apoiar a busca por deficiências nos controles internos.

Werner et al. (2012) afirmam que há uma discrepância entre o processamento de transações integrado e automatizado, de um lado, e os procedimentos de auditoria manual, do outro. As auditorias financeiras seriam mais eficazes e eficientes se uma abordagem de auditoria com procedimentos automatizados e baseados em sistema fosse aplicada. Os autores descrevem que a Mineração de Processos de negócios e a reconstrução de processos podem ser usadas para superar essa discrepância, fornecendo conceitos e métodos que suportaram a implementação de procedimentos de auditoria automatizados e voltados a sistemas.

Gehrke e Mueller-Wickop (2010) explicam que, ao se efetuar auditoria interna, uma visão orientada para o processo seria mais útil para entender como um conjunto de transações produz lançamentos financeiros. Por esta razão, os autores apresentaram um algoritmo capaz de minerar os lançamentos financeiros e abrir itens para reconstruir as instâncias de processo que produziram os lançamentos financeiros. Dessa forma, os auditores podem rastrear como os itens do balanço patrimonial foram produzidos no sistema. As técnicas tradicionais de Mineração de Processos apenas reconstróem processos, mas não levam em consideração a dimensão financeira. O objetivo dos autores foi preencher essa lacuna, integrando a visão do processo com a visão da contabilidade.

Jans e Hosseinpour (2019) apresentaram uma estrutura acionável para abordar um nível específico de auditoria contínua: o nível de verificação de transação. Esta estrutura combina as técnicas de mineração de dados e mineração de processo, por um

lado, e inclui o auditor como um especialista humano para lidar com a típica inundação de alarme, por outro lado.

Jans et al. (2011) analisaram auditorias realizadas mediante Mineração de Processos e verificaram que estas resultaram em mais problemas identificados em relação aos procedimentos de auditoria tradicional. Os problemas que foram identificados usando a análise de Process Mining diziam respeito a violações do princípio de segregação de funções, pagamentos sem aprovação e violações de procedimentos internos específicos de uma determinada empresa.

Chiu e Jans (2019) adotaram a Mineração de Processos para avaliar a eficácia do controle interno por meio de um registro de eventos da vida real. Os resultados deste estudo de caso indicaram que a Mineração de Processos pode ajudar os auditores a identificar questões relevantes para a auditoria, como variantes não padronizadas, atividades de fim de semana e pessoal envolvido em violações. Além disso, a metodologia permitiu que os auditores detectassem riscos potenciais, controles internos ineficazes e processos ineficientes.

Wang et al. (2020) propuseram uma estrutura e desenvolveram um protótipo que redesenha os processos de negócios do ciclo de receita para atender ao novo padrão de reconhecimento de receita da legislação vigente. Para tal, os autores utilizaram Mineração de Processos para reprojeter uma estrutura de processos de negócios do ciclo de receita para considerar obrigações de desempenho únicas/múltiplas, alocação de preço de transação, descontos de vendas concedidos/perdidos e cenários de devolução de vendas. O protótipo desenvolvido visava detectar transações de vendas fora do padrão automaticamente e identificar possíveis violações do novo padrão. Segundo os autores, as descobertas do estudo contribuem para as tecnologias emergentes em contabilidade, auditoria interna e pesquisa de reconhecimento de receita.

Segundo Werner e Gehrke (2019), as técnicas de Mineração de Processos são uma alternativa ao teste manual dos controles internos, e podem ser combinadas com análises estatísticas avançadas, em que o *Process Mining* serve como uma técnica de análise de dados para criar modelos de processos a partir dos dados de transação registrados, a fim de identificar deficiências sistemáticas no sistema de controle interno.

Para Schumann et al. (2020), devido à digitalização dos processos, os auditores também precisam verificar os volumes de dados associados. Os sistemas de Tecnologia da Informação (TI) já existentes se concentram em dados relacionados ao processo, em que o fluxo de controle, ou seja, a sequência real de eventos do processo, não é considerada. Os autores examinaram como o fluxo de controle e os dados relacionados ao processo podem ser analisados em combinação para apoiar os auditores na auditoria do processo. Com base nisso, um conceito com cinco indicadores foi desenvolvido, em seguida, transferido para um protótipo e avaliado usando dados reais. Os resultados mostraram que os requisitos podem ser realizados tecnicamente e os indicadores desenvolvidos permitem que os auditores identifiquem e interpretem execuções anormais de processos.

O emprego de *Process Mining* foi introduzido na Marinha do Brasil (MB) por Costa e Rodrigues (2020). Os autores visaram verificar se o modo como a MB mapeia e analisa seus processos de trabalho reflete a prática. Além disso, buscaram demonstrar a viabilidade e relevância da utilização de ferramentas de Mineração de Processos para o mapeamento e análise dos processos de trabalho da MB, identificando mapas reais,

gargalos e desvios em seu processo orçamentário, além da busca pela previsão de problemas, com base nos registros digitais extraídos de um banco de dados da Força. Como resultado, os autores comprovaram que há viabilidade de implementação das técnicas de *Process Mining* nas mais diversas áreas de conhecimento do setor público, tais como Planejamento Orçamentário, Plano Diretor, Auditoria, Administração e Gestão do Conhecimento

4. Solução Proposta

Conforme explicitado na Seção 2, existem basicamente três técnicas de mineração de processos: descoberta, conformidade e extensão. O presente trabalho tem por objetivo propor a aplicação da técnica de descoberta – que utiliza os *logs* de eventos – nos trabalhos de auditoria interna governamental. Para tal, foi selecionado o trâmite de documentos de autorização de fornecimento de gêneros alimentícios, denominados “Vales de Cozinha”. A amostra está delimitada aos processos referentes ao ano de 2020 e executados em determinada OM da MB, representando cerca de 1.700 instâncias do referido processo e contendo mais de 13.000 atividades.

A seleção do processo e da amostra tratados no estudo se deu levando em conta três fatores: a facilidade de obtenção e exploração dos dados, realizada por meio de conexão direta ao banco de dados; a simplicidade do processo mapeado, composto por apenas 4 atividades principais; e, principalmente, a possibilidade de contribuição efetiva para os trabalhos realizados pelo Centro de Controle Interno da Marinha (CCIMAR).

4.1. Aplicação do método

A pesquisa se valeu da estrutura proposta em [FLUXICON, 2018] para a condução de um típico projeto de Mineração de Processos, conforme detalhado na Tabela 1. Visando traduzir a metodologia supracitada, de caráter mais genérico, foi utilizada uma adaptação do cronograma criado por Costa e Rodrigues (2020). A Tabela 2 contém questões e atividades a serem realizadas ao longo do projeto, de forma a balizar os estudos e servir como referência para a condução da pesquisa.

Tabela 1. Estrutura de um projeto típico de Mineração de Processos. Fonte: Adaptado de [FLUXICON, 2018]

Questões	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar as questões do trabalho • Escopo do processo • Quais sistemas de TI suportam o processo
Extração de dados	<ul style="list-style-type: none"> • Via equipe de TI • Arquivos em formato CSV ou extração do banco de dados
Análise dos dados	<ul style="list-style-type: none"> • Descobrir o processo como ele é • Responder as questões
Apresentação	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar os resultados (workshop, apresentação, relatório, etc)

Tabela 2. Atividades empreendidas em cada etapa do projeto. Fonte: Adaptado de [Costa e Rodrigues, 2020].

Questões	<ul style="list-style-type: none"> • Como é o processo modelado no(s) normativo(s)? • Como os processos são conduzidos na prática? • Existem desvios em relação ao processo modelado?
Extração de dados	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de TI: o sistema QUAESTOR é utilizado para dar suporte aos processos relativos a fornecimento de gêneros alimentícios • Coleta realizada diretamente do SGBD do sistema QUAESTOR

	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento dos dados utilizando linguagem Python, gerando um arquivo de extensão “.csv”
Análise dos dados	<ul style="list-style-type: none"> • Para descoberta dos “caminhos” percorridos pelas instâncias do processo e geração de fluxogramas, foi utilizada a biblioteca PM4PY, para a linguagem Python • Comparação do processo descoberto com aquele modelado
Apresentação	<ul style="list-style-type: none"> • Seção 5 do presente artigo

4.2. Descrição do processo

O municionamento é a conta de gestão pela qual são executadas as atividades relacionadas à alimentação de militares da ativa, da reserva, quando prestando serviço à MB, e pessoal civil vinculado à força [SGM 305, 2020]. Diversos processos são necessários, desde o planejamento até a preparação e entrega do alimento ao pessoal da MB.

O vale de cozinha é o instrumento pelo qual é autorizada a retirada de gêneros do estoque. Para que seja realizada a retirada dos itens, o documento deve ser aprovado pelo gestor e pelo agente fiscal. O responsável pelo estoque só poderá atender pedidos de gêneros previamente registrados em vales, autorizados pelos atores supracitados [SGM 305, 2020].

A Figura 3 descreve os atores que devem interagir com os processos, de maneira ordenada. Logo, o diagrama demonstra, de maneira ordenada, que agentes envolvidos devem realizar ações para que a solicitação de gêneros seja gerada, autorizada e tenha seus itens retirados do estoque. Um vale pode ser emitido pelo gestor, pelo fiel ou pelo seu auxiliar. Após a emissão, o gestor deve aprovar o pedido para, então, submetê-lo à autorização do agente fiscal. Apenas após o recebimento do vale autorizado pelo agente fiscal, o paioleiro, como é conhecido o responsável pelo estoque, poderá entregar os gêneros.

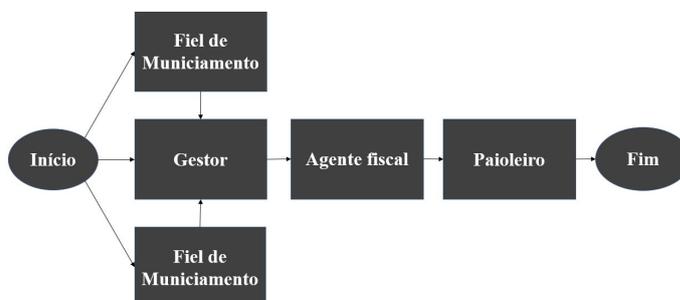


Figura 3. Trâmite dos vales de cozinha.

4.3. Os processos na prática

Para delimitação da análise, foram estudados apenas os vales aprovados e com data para fornecimento em 2020. Foi observado que a atividade de atendimento ao vale, ou seja, retirada dos itens do estoque, não é registrada pelo sistema. Apesar dessa limitação, os vales possuem um atributo “data do documento”, que armazena a data de seu atendimento. Levando em conta que todas as prestações de contas do ano de 2020 foram aprovadas, foi possível assumir que os itens foram entregues no dia previsto. Foi observado que o Sistema armazena os logs em tabelas específicas no próprio SGBD e a ferramenta utilizada neste estudo admite entradas apenas nos formatos XES e CSV. Ademais, a fonte de dados armazena os logs com referências a outras tabelas, que contém as informações sobre usuários e documentos. Face ao exposto, foi necessário

extrair as informações utilizando linguagem SQL para junção das tabelas e delimitação dos registros e dos atributos necessários ao estudo.

Após estudar a lógica de armazenamento das atividades pelo sistema, foi verificado que este não registra a atividade efetivamente realizada em relação à instância do processo. Toda vez que ocorre uma interação sobre aquela instância, o sistema registra o estado anterior do processo, sendo possível destacar três estados possíveis: em emissão (EEM), a ser aprovado (AAP) e aprovado (APR). Na Figura 4 é possível verificar o primeiro diagrama descoberto.

A ferramenta principal utilizada para a construção da solução foi a PM4PY (<https://pm4py.fit.fraunhofer.de/>), uma plataforma *open source* para mineração de processos escrita em Python, desenvolvida pelo grupo de mineração de processos do *Fraunhofer Institute for Applied Information Technology* (FIT). A ferramenta suporta algoritmos do estado da arte de mineração de processos e se propõe a ser útil tanto academicamente quanto na indústria.

O algoritmo retorna um grafo, cujas arestas são acompanhadas por números, que demonstram a quantidade de instâncias que transitaram entre os estados (representados pelos vértices). O início e o fim do processo são representados pelos círculos, respectivamente, nas cores verde e laranja. Portanto, na Figura 4, observa-se que foram iniciadas 1.782 instâncias, que receberam o status EEM. Também houve 1.809 instâncias que foram alteradas e continuaram com o rótulo EEM. Tendo em vista que as atividades podem receber nomes idênticos, a ferramenta atribui uma numeração a cada vértice, como exemplo EEM (1). Com o entendimento da lógica de registro dos logs, é possível compreender que quando o agente fiscal registra a aprovação, o estado armazenado é o anterior. Portanto, observa-se que a maioria dos processos foram encerrados como “a ser aprovado”.

Tendo em vista que houve 1.785 instâncias, representadas pela aresta iniciada no círculo verde, e que houve 4.818 ocorrências de vales com status EEM que transitaram para AAP, o diagrama da Figura 4 permite observar que os 1.785 vales foram encaminhados para aprovação 4.818 vezes, com uma média de 2.7 iterações por vale. O número não implica em desvios, já que, em tese, não há limite para o número de iterações ocorridas em um processo. Contudo, com a diminuição da quantidade de iterações, pode-se assumir que haverá um ganho em eficiência, exigindo a alocação de menos recursos para realizar o mesmo processo.

Tendo em vista a limitação das fontes de dados, foi realizada uma segunda transformação. Desta vez, foram observados quais os agentes que realizaram as atividades. Entretanto, ao invés de observar os estados, foram observados os agentes que interagiram com cada instância de processo. Visando facilitar a compreensão, cada usuário foi identificado por sua função, possibilitando seu agrupamento. Além disso, foram retirados agentes alheios à Organização, os quais, após apuração, foram considerados ruídos. Com isso, chega-se ao segundo diagrama, ilustrado pela Figura 5.

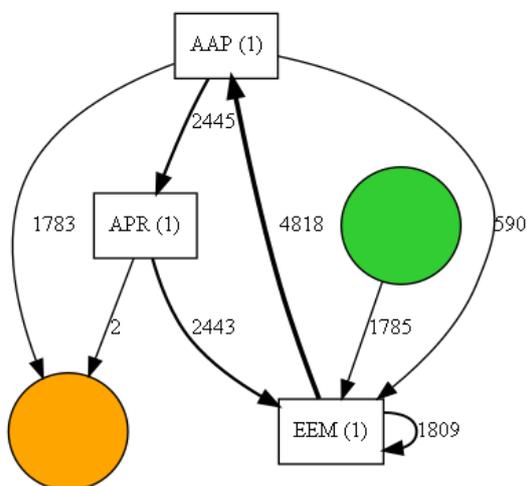


Figura 4. Primeiro fluxo descoberto

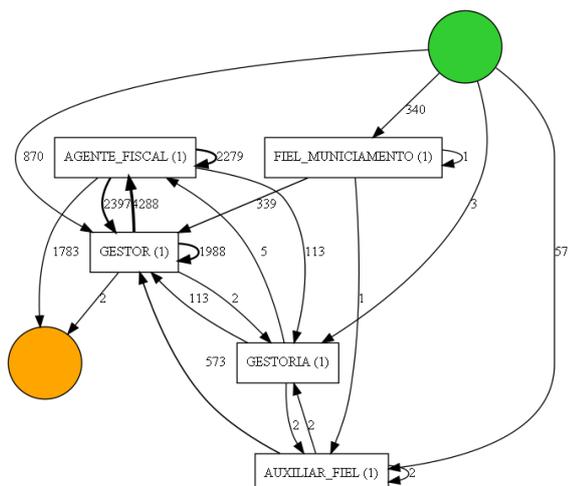


Figura 5. Atividades por grupo de usuários

Além dos agentes já retirados, foi encontrado um usuário chamado de “GESTORIA”. Esse usuário é utilizado pela equipe de suporte caso haja a necessidade de intervenção em determinado processo. Portanto, foi aplicado um novo filtro aos dados, evitando as instâncias em que houve algum tipo de erro ou intervenção externa, conforme ilustra a Figura 6.

No processo descoberto até então, já é possível ter uma visão do processo mais próxima da realidade. Assim, é possível observar que o gestor e o agente fiscal realizaram interações consecutivas, representadas pelos loops, e que ainda houve um número excessivo de iterações entre os dois. Além do exposto, as setas mais largas evidenciam os gargalos existentes no processo, que coincidem com os dois agentes que realizaram mais interações consecutivas e responsáveis pelo elevado número de iterações em cada processo. A Figura 7 demonstra duas instâncias em que o processo foi encerrado no gestor. Sabendo-se que foram selecionados apenas os vales aprovados, infere-se que o gestor aprovou os documentos, o que fere a segregação das funções e representa o primeiro desvio encontrado.

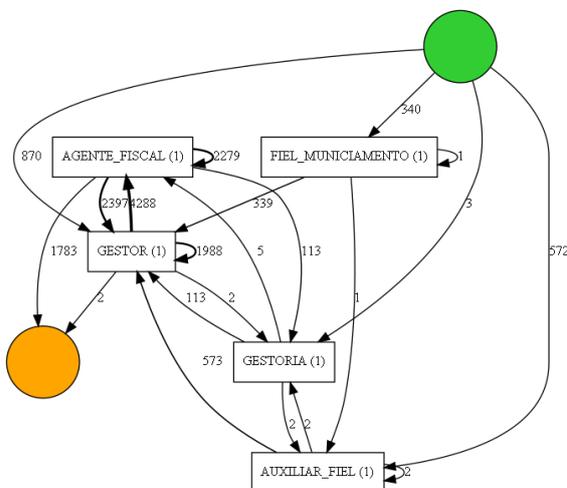


Figura 6. Instâncias em que não houve intervenção externa.

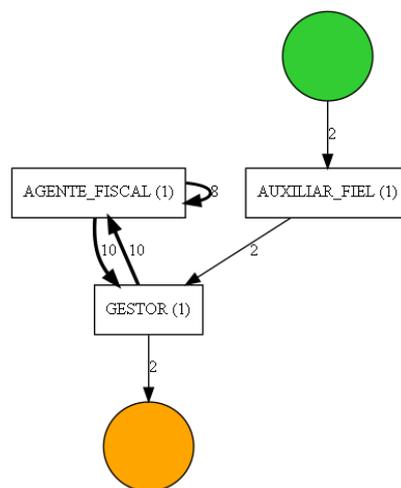


Figura 7. Processos aprovados pelo gestor.

Face ao exposto, ainda falta considerar uma atividade: a retirada dos itens. Esse dado não é registrado pelo sistema. Porém, levando em conta que todos os processos possuem uma data de fornecimento, representada pela data do documento, e que foram aprovados em sua totalidade, é possível adicionar a atividade referente ao paioleiro, conforme ilustra a Figura 8. Assim, é possível encontrar um processo mais próximo da realidade, abordando todas as atividades envolvidas.

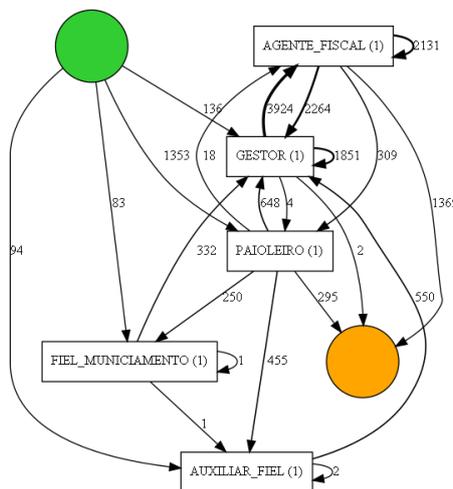


Figura 8. Processo completo.

Com base nas atividades a empreender, demonstradas na Tabela 2, e na análise dos processos descobertos, foram encontradas as seguintes informações:

- O gestor, sozinho, é responsável por quase 50% das emissões de vales, mesmo dispondo de fiel e, pelo menos, um auxiliar de fiel, o que evidencia a necessidade de descentralização da tarefa;
- Houve casos em que os vales foram aprovados por agente que não possuía autoridade para tal;
- Existem excessivas iterações entre gestor e agente fiscal, o que pode impactar nos gargalos apontados no diagrama;
- 81% dos processos foram iniciados, no sistema, após o fornecimento dos itens, o que fere o modelo vigente, já que o fornecimento é a última atividade do processo.

Além dos desafios inerentes à prática da mineração de processos, observou-se a importância e a extensão da tarefa de extração dos dados. Grande parte do trabalho foi dedicado ao entendimento do processo, do sistema e dos registros gerados, bem como à transformação dos dados para que fosse atingido o objetivo.

5. Resultados e Conclusões

Este trabalho se propôs a aplicar a técnica de Mineração de Processos no contexto da auditoria, buscando por desvios que, de outra forma, não seriam apontados pelos auditores. A partir da análise do processo descoberto, e após o entendimento do processo modelado, foram encontrados desvios nos processos e quebra da segregação de funções.

Além das questões relacionadas à conformidade, também foram observadas oportunidades de melhorias, como a redução das interações e das iterações realizadas por gestores e agentes fiscais. Contudo, para que seja possível melhorar o processo, é preciso verificar a possibilidade de alterações no sistema QUAESTOR, mudanças no processo modelado ou ainda ações para correção dos desvios encontrados na prática. Qualquer uma das abordagens supracitadas requer estudos mais detalhados do processo e suas peculiaridades.

Os benefícios decorrentes da aplicação da metodologia proposta justificaram o presente estudo, o qual teve como objetivo geral demonstrar a viabilidade da utilização de ferramentas de *Process Mining* como ferramenta de auditoria interna na MB. Sugere-se a aplicação de metodologia similar à apresentada neste artigo em pesquisas futuras sobre o tema, visando incrementar os processos de órgãos públicos e privados. Há diversas oportunidades de aplicação de *Process Mining* na administração pública, como nos processos relacionados a concessão de direitos pecuniários ou a execução de compras públicas, bastando que o processo cumpra os requisitos para execução da técnica. O presente artigo prove detalhes sobre como tal aplicação pode ser realizada com sucesso em um contexto real.

Referências

- ABPMP BPM CBOOK. (2013). *ABPMP. BPM CBOOK: Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio. Corpo Comum do Conhecimento*. Association of Business Process Management Professionals.
- Baldam, R., Valle, R., & Silva, H. P. da. (2008). *Gerenciamento de Processo de Negócios-Bpm-Business Management*. São Paulo: Érica.
- Instrução Normativa No 3/2017, 21 (2017).
- Chiu, T., & Jans, M. (2019). Process mining of event logs: A case study evaluating internal control effectiveness. *Accounting Horizons*, 33(3), 141–156. <https://doi.org/10.2308/acch-52458>
- Costa, H. P. da, & Rodrigues, T. S. (2020). Mineração de processos aplicada à gestão orçamentária da Marinha do Brasil. *Revista Brasileira de Planejamento e Orçamento*, 10, 97–119.
- De Sordi, J. O. (2005). *Gestão por processos: uma abordagem da moderna administração.[sl]: Saraiva, 2005*.
- FLUXICON. (2018). *Process Mining Book*. <https://fluxicon.com/book/>
- Gehrke, N., & Mueller-Wickop, N. (2010). Basic principles of financial process mining: A journey through financial data in accounting information systems. *16th Americas Conference on Information Systems 2010, AMCIS 2010*, 3, 1590–1600. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84870531404&partnerID=40&md5=ade169912e52921a2e160114e3418707>
- Jans, M., Alles, M., & Vasarhelyi, M. (2013). The case for process mining in auditing: Sources of value added and areas of application. *International Journal of Accounting Information Systems*, 14(1), 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2012.06.015>

- Jans, M., Depaire, B., & Vanhoof, K. (2011). Does process mining add to internal auditing? An experience report. In *Lecture Notes in Business Information Processing: Vol. 81 LNBIP* (pp. 31–45). https://doi.org/10.1007/978-3-642-21759-3_3
- Jans, M., & Hosseinpour, M. (2019). How active learning and process mining can act as Continuous Auditing catalyst. *International Journal of Accounting Information Systems*, 32, 44–58. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2018.11.002>
- Malamut, G. (2005). Processos aplicados a sistemas integrados de gestão. *1º Seminário Brasileiro de Gestão de Processos, Rio de Janeiro, Anais. Rio de Janeiro*, 1–20.
- SGM 305, (2020).
- Paim, R., Cardoso, V., Caulliriaux, H., & Clemente, R. (2009). *Gestão de processos: pensar, agir e aprender*. Bookman Editora.
- Schumann, G., Kruse, F., & Nonnenmacher, J. (2020). A Practice-Oriented, Control-Flow-Based Anomaly Detection Approach for Internal Process Audits. *International Conference on Service-Oriented Computing*, 533–543.
- Swinnen, J., Depaire, B., Jans, M. J., & Vanhoof, K. (2012). A process deviation analysis - A case study. In *Lecture Notes in Business Information Processing: Vol. 99 LNBIP* (Issue PART 1, pp. 87–98). https://doi.org/10.1007/978-3-642-28108-2_8
- Tan, P.-N., Steinbach, M., & Kumar, V. (2009). *Introdução ao datamining: mineração de dados*. Ciência Moderna.
- Van der Aalst, W. (2016). Process mining: Data science in action. In *Process Mining: Data Science in Action*. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-49851-4>
- Van der Aalst, W. M. P. (2013). Business process management: a comprehensive survey. *International Scholarly Research Notices*, 2013.
- Van der Aalst, W. M. P., Schonenberg, M. H., & Song, M. (2011). Time prediction based on process mining. *Information Systems*, 36(2), 450–475.
- Wang, Y., Chiu, T., & Chiu, V. (2020). Redesigning business process to comply with the new revenue recognition standard using process mining. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 17(1), 149–163. <https://doi.org/10.2308/jeta-52663>
- Werner, M., & Gehrke, N. (2019). Identifying the absence of effective internal controls: An alternative approach for internal control audits. *Journal of Information Systems*, 33(2), 205–222. <https://doi.org/10.2308/isys-52112>
- Werner, M., Gehrke, N., & Nüttgens, M. (2012). Business process mining and reconstruction for financial audits. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 5350–5359. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2012.141>