

# Mineração de processos aplicada à auditoria interna na Marinha do Brasil

Marcos Alexandre Pinto de Castro  
Junior  
Pontifícia Universidade Católica do  
Rio de Janeiro (PUC-Rio)  
im.alexandre@mensa.org.br

Tatiana Escovedo  
Pontifícia Universidade Católica do  
Rio de Janeiro (PUC-Rio)  
tatiana@inf.puc-rio.br

**Resumo**—A auditoria interna procura identificar anomalias, fragilidades e manipulações nos processos de negócio, visando proteger a empresa de riscos. Entretanto, atualmente os auditores vêm enfrentando novos desafios ao auditar os controles internos, devido à crescente integração dos sistemas de informação para processamento de transações, além da crescente quantidade de dados. Este artigo tem por objetivo propor a aplicação de uma técnica que vem se mostrando muito útil no contexto da auditoria governamental - a Mineração de Processos, ou *Process Mining*. A metodologia proposta foi aplicada na Marinha do Brasil, permitindo uma análise profunda dos processos, proporcionando uma busca por desvios que, de outra forma, não seriam apontados pelos auditores. Como resultado, foram observadas oportunidades de melhorias, como a redução das interações e das iterações realizadas por gestores e agentes fiscais, gerando um incremento da eficiência na gestão de tempo e recursos na realização dos processos.

**Palavras chave**—*Process Mining, Auditoria interna, Marinha do Brasil, Eficiência.*

**Abstract**—The internal audit seeks to identify anomalies, weaknesses, and manipulations in business processes, aiming to protect the company from risks. However, auditors are currently facing new challenges when auditing internal controls due to the growing integration of information systems for transaction processing and the growing amount of data. This paper aims to propose the application of a technique that has proven to be very useful in the context of government auditing - *Process Mining*. The proposed methodology was applied in the Brazilian Navy, providing an in-depth analysis of the processes, allowing a search for deviations that the auditors otherwise would not point out. As a result, opportunities for improvement were observed, such as the reduction of interactions and iterations carried out by managers and tax agents, generating an increase in efficiency in the management of time and resources in carrying out processes.

**Keywords**—*Process Mining, Internal Audit, Brazilian Navy, Efficiency.*

## I. 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 (Brasil, 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. 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 garantindo o melhor emprego dos recursos recolhidos dos contribuintes.

Por outro lado, os auditores enfrentam novos desafios ao auditar os 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 cobrem a totalidade das transações registradas (Werner & Gehrke, 2019).

Face ao exposto, este trabalho propõe a aplicação de uma dessas técnicas automatizadas na auditoria: o *Process Mining*. Também conhecido como “Mineração de Processos”, seu objetivo é utilizar os eventos gerados pelo sistema para extrair informações sobre os processos (Van der Aalst, 2016). Como resultado, será possível identificar gargalos nas atividades, violações de controles e melhorias nos processos internos (Jans et al., 2013), gerando assim, um novo tipo de evidência de auditoria que pode revolucionar o procedimento atual (Chiu & Jans, 2019).

Com base no proposto, o presente estudo, avaliará a ação dos militares da ativa, quando vinculados a uma Organização Militar (OM), ou em missão, como manobras, campanhas e exercícios militares, que possuem sua alimentação assegurada por conta da (Brasil, 2020).

Nesse contexto, algumas OM possuem estruturas voltadas para o serviço de alimentação de seus militares e de outras OM que não possuem estrutura para tal, sendo assim, o município é a conta de gestão que dá suporte às atividades ligadas ao setor de alimentação, tendo como base o valor devido a cada organização, com base no quantitativo de militares subordinados e apoiados e a situação em que se encontram.

Existem diversos processos ligados ao município, 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 uma metodologia que possibilite encontrar desvios e oportunidades de melhoria no processo de fornecimento de gêneros alimentícios por determinada OM da Marinha do Brasil (MB).

O presente artigo foi estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta a revisão da literatura; a Seção 3 aborda o referencial teórico, com os principais conceitos de gestão de processos de negócio (BPM), Mineração de Dados e as características da mineração de processos (*Process Mining*). A Seção 4 apresenta o modelo proposto e sua aplicação no ambiente organizacional e, por fim, a Seção 5 aborda os resultados e as considerações finais.

## II. REVISÃO DA LITERATURA

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 por que os auditores internos e externos devem aproveitar os recursos oferecidos pela mineração de processos para repensar como a auditoria é realizada. Os autores identificaram as fontes de valor agregado do *Process Mining* quando aplicado à auditoria, que são as seguintes:

- 1. Analisa toda a população de dados e não apenas uma amostra;
- 2. 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;
- 3. 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.

Essas fontes de valor não foram totalmente compreendidas na literatura de mineração de processos, que se concentrou em desenvolvê-la como uma metodologia estatística, em vez de aplicá-la à prática de auditoria (Jans et al., 2013).

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 associação, através dos seus atributos com valores semelhantes.

Consequentemente, apenas as regras de negócios 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 (Swinnen et al., 2012).

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 reconstruem 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 os falsos positivos, que podem gerar um excesso de notificações.

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. Especificamente, a avaliação foi baseada na população completa de um registro de eventos, com quatro análises:

- 1. Análise de variantes que identifica as variantes padrão e não-padrão;
- 2. Análise de verificação para examinar se os funcionários violam os controles de segregação de funções;
- 3. Análise de pessoal que investiga se os funcionários estão envolvidos em várias violações de controle em potencial; e
- 4. Análise de carimbo de data / hora que detecta problemas relacionados ao tempo, incluindo atividades de fim de semana e longa duração do processo.

Os resultados deste estudo de caso indicaram que o *process mining* pode ajudar os auditores a identificar questões relevantes para a auditoria, como variantes não padronizadas, atividades de fim de semana e pessoal envolvido em várias 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.

Os procedimentos tradicionais de teste de controle manual tornam-se ineficientes ou requerem conhecimento técnico altamente especializado e escasso (Werner & Gehrke, 2019). Em vez de testar manualmente os controles internos, os procedimentos automatizados procuram a ausência desses controles. Segundo Werner e Gehrke (2019), as técnicas de mineração de processos 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. Nelas são pesquisadas constelações de dados críticos em combinação com uma análise fatorial exploratória para 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, onde 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.

### III. REFERENCIAL TEÓRICO

#### A. *Gestão de Processos de Negócios (BPM - Business Process Management)*

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 para 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 executará. 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 CBOK, 2013).

#### B. *Mineração de Dados e Descoberta de conhecimento em bases de dados (KDD)*

Segundo Pinheiro (2008), o banco de dados otimiza e controla a organização com uma granularidade pequena, com transações totalmente voltadas aos processos operacionais, ou seja, sendo destinado para os usuários que controlam o processo. Esse tipo de sistema é conhecido como OLTP (*Online Transaction Processing*) e não é a melhor opção para a descoberta de informações e apoio à tomada de decisão, necessitando de uma série de tarefas sequenciais para utilização desses dados. Assim, para proporcionar respostas mais eficientes às questões que surgem, novas técnicas precisam ser desenvolvidas.

Como resposta a essas necessidades, surge a Mineração de Dados, técnica que combina métodos tradicionais para análise de dados e descoberta de conhecimento, através de algoritmos sofisticados que viabilizam o processamento de grande volume de dados (Balaniuk et al., 2010; Pinheiro, 2008).

Para Tan et al. (2009), 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.

Um exemplo prático da Mineração de Dados que pode ser mencionado é o de uma operadora de cartão de crédito, que consegue identificar hábitos de compra de cada um de seus milhões de clientes. O que o usuário costuma consumir, os seus padrões de gastos, grau de endividamento, entre outras informações. E essas informações são extremamente úteis para estabelecer limite de crédito para os clientes e

também dados comportamentais de compra de alto valor (De Amo, 2004).

Além da gestão empresarial, existem outras áreas que utilizam a Mineração de Dados como suporte às suas atividades, a exemplo da Medicina, Engenharia e Administração Pública. Tendo em vista a variedade de aplicações possíveis para as técnicas de mineração de dados, Wirth e Hipp (2000) propuseram o CRISP-DM (*Cross Industry Standard Process for Data Mining*). Como o nome explicita, essa metodologia independe da área de aplicação, podendo ser utilizada nos domínios já citados e em muitos outros. Por exemplo, na esfera da administração pública, Balaniuk et al. (2010) propuseram uma adaptação dessa metodologia ao contexto do Tribunal de Contas da União (TCU).

Existem diversos outros *frameworks*, processos e metodologias que buscam fornecer bases sólidas para a definição de projetos orientados a dados (*data-driven*). As metodologias descritas anteriormente são apenas exemplos da relevância da adoção de métodos que não dependam do domínio do problema, das tecnologias utilizadas ou de outros fatores específicos do problema abordado.

### C. Mineração de processos ou Process Mining

Conforme exposto, a mineração de dados tem como objetivo analisar grandes conjuntos de dados, buscando encontrar relações entre eles para gerar informação e conhecimento. Assim, 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, é uma disciplina nova que faz ligação entre a ciência 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, extraindo todo o conhecimento através dos logs de eventos gerados pelas aplicações de 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, 2016).

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. Na Fig.1 pode-se ter uma visão geral do tratamento dos dados, desde Extração, tratamento e carregamento (ETL), tendo como opção a criação de um banco OLAP (Processamento Analítico On-Line), gerando os filtros necessários que atendam à necessidade e tragam as repostas necessárias. Por fim, pode-se aplicar as técnicas de mineração de processos (Van der Aalst, 2016).

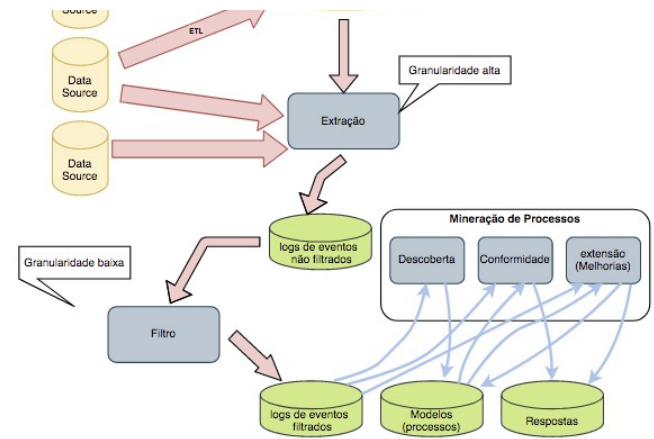


Fig. 1. Visão Geral que descreve o Fluxo de obtenção de fontes de dados para processar resultados de mineração Fonte: Baseado em Van Der Aalst (2016).

Dessa forma, a mineração de processos possui três tarefas básicas em sua aplicação: Descoberta, conformidade e extensão (melhorias) dos processos reais da organização (W. Van der Aalst, 2016). A Fig. 2 ilustra as três técnicas principais de mineração de processos e suas interações.

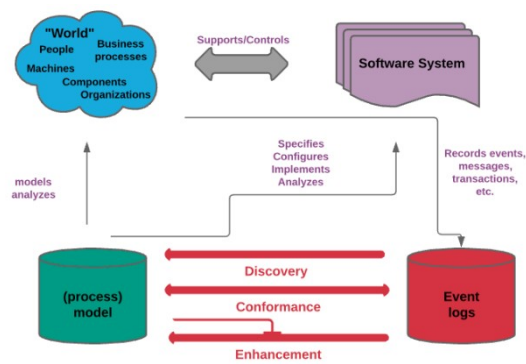


Fig. 2. As três técnicas principais de mineração de processos. Fonte: Adaptado de Van der Aalst (2016).

A primeira técnica é a descoberta: em síntese, ela 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 (Van der Aalst, 2016).

A segunda técnica é a conformidade dos processos, na qual 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 ou não (Van der Aalst, 2016).

Em terceiro, tem-se a 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).

#### IV. METODOLOGIA

De acordo com a classificação proposta por Creswell e Creswell (2017), esta pesquisa pode ser caracterizada como qualitativa (Bertrand & Fransoo, 2002). A Mineração de Processos na MB é o objeto de pesquisa, apresentado anteriormente nas Seções 1 a 2, juntamente com a justificativa para sua escolha.

O presente trabalho tem por objetivo propor a aplicação de técnicas de *process mining* 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; à simplicidade do processo mapeado, composto por apenas 4 atividades principais; e, principalmente, à possibilidade de contribuição efetiva para os trabalhos realizados pelo Centro de Controle Interno da Marinha (CCIMAR).

##### A. Aplicação do método

A pesquisa se valeu da estrutura proposta em (FLUXCON, 2018) para a condução de um típico projeto de Mineração de Processos (Tabela I).

TABELA I. Estrutura de um projeto típico de mineração de processos.

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

Fonte: Adaptado de (FLUXCON, 2018).

Visando traduzir a metodologia supracitada, de caráter mais genérico, foi utilizada uma adaptação do cronograma criado por Costa e Rodrigues (2020). A Tabela II 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 II. Atividades empreendidas em cada etapa do projeto.

Questões	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como é o processo modelado no(s) normativo(s)?</li> <li>• Como os processos são conduzidos na prática?</li> <li>• Existem desvios em relação ao processo modelado?</li> </ul>
Extração de dados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de TI: o sistema QUAESTOR é utilizado para dar suporte aos processos relativos a fornecimento de gêneros alimentícios</li> <li>• Coleta realizada diretamente do SGBD do sistema QUAESTOR</li> <li>• Tratamento dos dados utilizando linguagem python, gerando um arquivo de extensão “.csv”</li> </ul>
Análise dos dados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para descoberta dos “caminhos” percorridos pelas instâncias do processo e geração de fluxogramas, foi utilizada a biblioteca PM4PY, para a linguagem python</li> <li>• Comparação do processo descoberto com aquele modelado</li> </ul>
Apresentação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seção 5 do presente estudo</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Costa e Rodrigues (2020).

##### B. Descrição do processo

O município 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 (Brasil, 2020). Nesse contexto, 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 (Brasil, 2020).

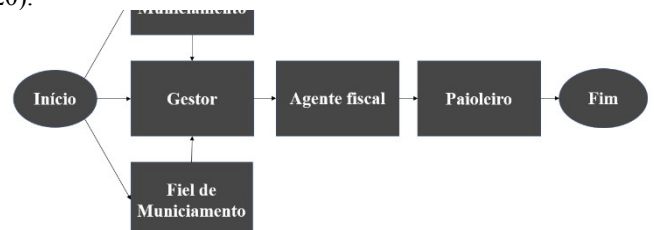




Fig. 3. Trâmite dos vales de cozinha (produção nossa)

A Fig. 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.

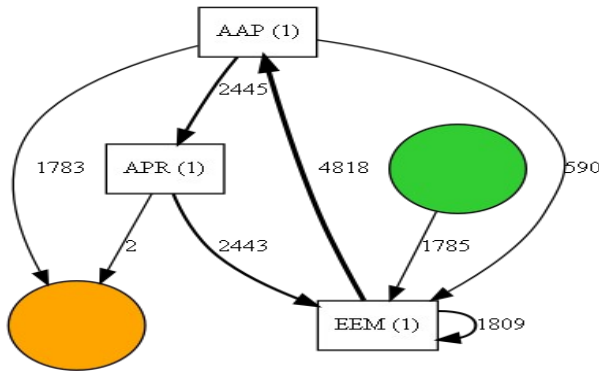
C. Os processos na prática:

1) Extração e transformação dos dados:

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.

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 Fig. 4, é possível verificar o primeiro diagrama descoberto.

Fig. 4. Primeiro fluxo descoberto.



Com o entendimento da lógica de registro dos logs, é possível compreender que, no momento em que 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”.

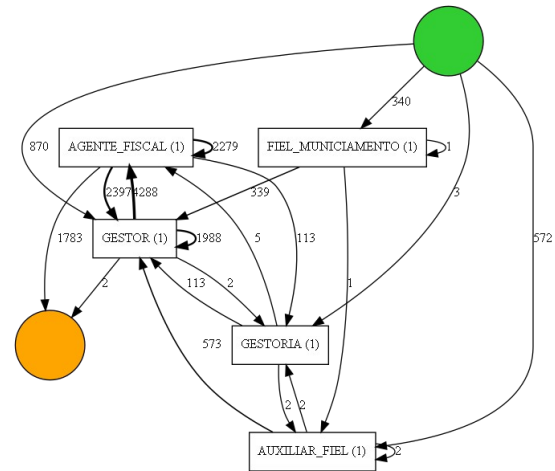
Antes de continuar a análise, o diagrama acima permite observar que cada vale foi encaminhado para aprovação, em média, 2,7 vezes. O número não implica em desvios, já que, em tese, não há limite para o número de iterações ocorridas em um processo. Contudo, com a diminuição da quantidade de iterações, 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 (Fig. 5):

Fig. 5. Atividades determinadas 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 (Fig. 6):

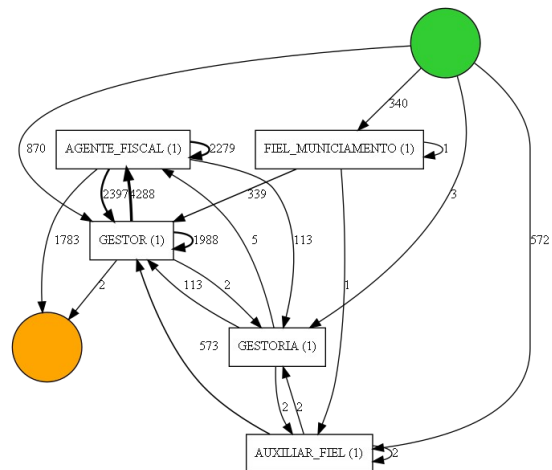
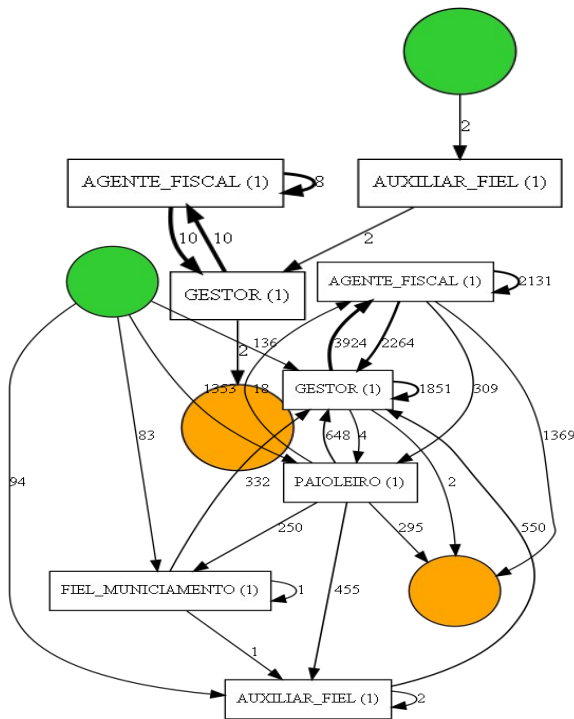


Fig. 6. Instâncias em que não houve intervenção externa.

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 Fig. 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.

Fig. 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 (Fig. 8):

Fig. 8. Processo completo.

Assim, é possível encontrar um processo mais próximo da realidade, abordando todas as atividades envolvidas.

## V. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Após 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.

O 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.

Por fim, 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 do *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.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABPMP BPM CBOK. (2013). *ABPMP. BPM CBOK: Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio. Corpo Comum do Conhecimento*. Association of Business Process Management Professionals.
- Balaniuk, R., Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (2010). A Mineração de Dados como apoio ao Controle Externo. *AI Magazine*, 17(117), 37.
- Baldam, R., Valle, R., & Silva, H. P. da. (2008). *Gerenciamento de Processo de Negócios-Bpm-Business Management*. São Paulo: Érica.
- Bertrand, J. W. M., & Fransoo, J. C. (2002). Operations management research methodologies using quantitative modeling. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2), 241–264.
- Brasil. Instrução Normativa Nº 3/2017, 21 (2017).
- Brasil. Comando da Marinha. SGM 305, (2020).
- 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.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- de Amo, S. (2004). Técnicas de mineração de dados. *Jornada de Atualização Em Informatica*.
- De Sordi, J. O. (2005). *Gestão por processos: uma abordagem da moderna administração*. [sl]: Saraiva, 2005.
- FLUXCON. (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->

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](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.

Paim, R., Cardoso, V., Caulliraux, H., & Clemente, R. (2009). *Gestão de processos: pensar, agir e aprender*. Bookman Editora.

Pinheiro, C. A. R. (2008). *Inteligência analítica*. Ciência Moderna.

Schumann, G., Kruse, F., & Nonnenmacher, J. (2020). A practice-oriented, control-flow-based anomaly detection approach for internal process audits. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics): Vol. 12571 LNCS* (pp. 533–543). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-65310-1\\_39](https://doi.org/10.1007/978-3-030-65310-1_39)

Schumann, Gerrit, 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](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/isis-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>

Wirth, R., & Hipp, J. (2000). CRISP-DM: Towards a standard process model for data mining. *Proceedings of the 4th International Conference on the Practical Applications of Knowledge Discovery and Data Mining*, 1.