

# Mineração de processos aplicada à gestão orçamentária da Marinha do Brasil

### Henrique Pais da Costa henriquepais@globo.com

Capitão-Tenente do Quadro Complementar de Intendentes da Marinha do Brasil, lotado atualmente na Diretoria de Gestão Orçamentária da Marinha. Rio de Janeiro, Brasil.

#### Thiago Sales Rodrigues thiagosalles.r@gmail.com

Capitão-Tenente do Quadro Complementar de Intendentes da Marinha do Brasil, lotado atualmente na Diretoria de Finanças da Marinha. Rio de Janeiro, Brasil.

# 1. Introdução

Transformar dados em valor não é um privilégio do século XXI. Há indícios de que o *Big Data*, expressão que descreve o crescimento exponencial dos dados em termos de volume, velocidade, variedade e veracidade (AALST, 2016, tradução nossa), já existia no século XIX (FLUXICON, 2018, tradução nossa). Em 1842, o oficial da Marinha Americana, Matthew Fontaine Maury¹, baseado em uma análise dos diários de bordo presentes no Observatório Naval dos Estados Unidos, extraiu informações, tais como, diferentes ventos e correntes dos oceanos, para criar rotas de navegação, que poderiam ser usadas para encontrar o curso ideal para uma viagem (ZIMMERMANN, 2004 *apud* FLUXICON, 2018, tradução nossa).

<sup>1</sup> Matthew Fontaine Maury foi um oficial da Marinha dos Estados Unidos, hidrógrafo pioneiro e um dos fundadores da oceanografia. Nasceu em 14 de janeiro de 1806, no Condado de Spotsylvania, Virgínia-EUA, e morreu em 1º de fevereiro de 1873, em Lexington, também no estado de Virgínia (BRITANNICA, 2019).

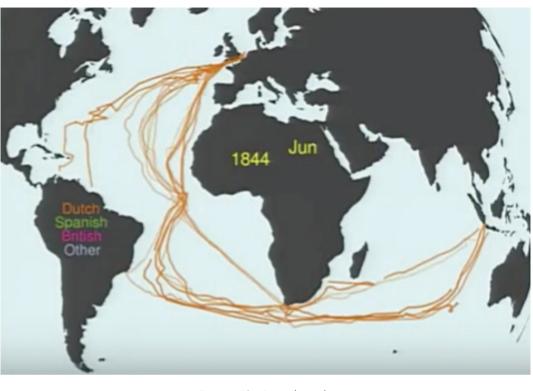


Figura 1: Estudo das rotas de navegação entre 1842 e 1845

Fonte: Fluxicon (2018).

O primeiro registro de utilização dos manuais de Maury é datado de 1848, indicando que uma viagem de Baltimore-EUA ao Rio de Janeiro retornou com mais de um mês de antecedência. Apenas sete anos após a produção da primeira edição das rotas de navegação, cerca de 10 milhões de dólares, por ano, estavam sendo economizados para a indústria da vela em todo o mundo (ZIMMERMANN, 2004 *apud* FLUXICON, 2018, tradução nossa).

É possível afirmar, portanto, que os primórdios do objeto do presente artigo, que a princípio não teria ligação direta com a atividade-fim da Marinha do Brasil (MB), encontram-se, coincidentemente, nas navegações do século XIX. Em vez de analisar os diários de bordo de navios para criar mapas de vento e correntes, é viável fazer um estudo similar ao de Maury com os processos de trabalho organizacionais.

O *Process Mining* ou Mineração de Processos é uma técnica desenvolvida especificamente para extrair conhecimento de registros digitais (*event logs*) feitos em sistemas de informação, de forma a descobrir os processos como eles realmente são executados, e não apenas como eles são descritos pelos atores envolvidos. Então, com a mineração de processos, é possível descobrir mapas reais de processos a partir dos dados (AALST e WEIJTERS, 2004, tradução nossa).

O surgimento dessa metodologia relativamente nova de análise processual, aplicada, em regra, ao ambiente corporativo, coloca sob dúvida os resultados das técnicas tradicionais de mapeamento e análise de processos. Os benefícios decorrentes da aplicação da metodologia de Aalst (2004) para o diagnóstico dos processos de

trabalho da MB justifica o presente estudo, sobretudo por se tratar de um órgão público, cuja utilização ótima dos recursos é constantemente exigida.

As abordagens e ferramentas convencionais de Gerenciamento de Processos de Negócio (*Business Process Management*) são, na maioria das vezes, pouco orientadas aos dados. Por outro lado, a Mineração de Dados (*Data Mining*), a Inteligência de Negócios (*Business Intelligence*) e o Aprendizado de Máquina (*Machine Learning*) concentram-se nos dados sem considerar os modelos de processo. A teoria de Aalst (2019, tradução nossa) indica que a Mineração de Processos preenche a lacuna existente entre a análise de processos tradicional, baseada em modelo, e as técnicas de análise centradas em dados.

O objetivo geral deste trabalho é demonstrar a viabilidade da utilização de ferramentas de Mineração de Processos para o mapeamento e análise dos processos de trabalho da MB, tendo, como objetivos específicos, a identificação de mapas reais, gargalos e desvios no processo orçamentário da Força. Além disso, busca-se a previsão de problemas, com base em registros digitais extraídos do novo Sistema de Acompanhamento do Plano Diretor (SIPLAD2). Ao final, a intenção é servir como modelo para futuras aplicações da metodologia aos demais macroprocessos da Força.

O estudo utilizará *softwares* de Mineração de Processos para mapeamento e análise do processo orçamentário na MB, mais especificamente no trâmite para aprovação de Alterações de Crédito (ALTCRED). A extração dos *logs* das ALTCRED do SIPLAD2 é condição *sine qua non* para a operacionalização da mineração, após a qual será possível confrontar os processos mapeados (mapa oficial) com o que realmente acontece (mapa real) no curso deste subprocesso realizado no sistema.

### 2. Referencial teórico

Há, no Brasil e no exterior, vasta produção acadêmica a respeito das técnicas de análise de processos baseadas em modelo e sobre aquelas centradas em dados. Todavia, especificamente no Brasil, a pesquisa sobre Mineração de Processos, metodologia que engloba conceitos de ambas as técnicas de análise, ainda é incipiente. Quando se trata da sua aplicação em órgãos públicos, a produção acadêmica é ainda mais escassa.

A seguir será apresentada uma revisão teórica dos conceitos que deram origem à Mineração de Processos, bem como um resumo das discussões a respeito da metodologia no mundo e no Brasil, especificamente na Administração Pública. Ao final, serão expostos conceitos e estudos a respeito do processo orçamentário na Marinha do Brasil, escopo do presente artigo.

# 2.1. Business Process Management

Para que determinada organização produza e ofereça bens e serviços à sociedade, é necessário transformar insumos ou ideias em produtos finais. O processo é o meio pelo qual essa transformação ocorre. O objetivo de

qualquer processo é a transformação de insumos em produtos com valor agregado, a serem disponibilizados para clientes internos ou externos à organização (BALDAM *et al.*, 2014). Não existe, portanto, um produto ou serviço oferecido por uma empresa sem um processo de negócio (GONÇALVES, 2000).

Uma vez que esses conjuntos de tarefas em série são os mecanismos que fazem as organizações operarem, é imprescindível que elas tenham pleno conhecimento de seus processos internos, sejam aqueles relacionados ao seu *core business* ou os secundários, passíveis de terceirização. Nesse contexto, surge a demanda por uma metodologia que auxilie as organizações a conhecerem seus processos. Com o intuito de suprir essa necessidade, foram desenvolvidas abordagens de modelagem de processos de negócio para compreensão de como os processos se articulam e geram valor (DIJKMAN *et al.*, 2011 *apud* PESTANA, 2017).

Há, no meio acadêmico e corporativo, diversas definições para o termo *Business Process Management* (BPM). Cruz (2010, p. 67) define BPM como:

[...] o conjunto formado por metodologias e tecnologias cujo objetivo é possibilitar que processos de negócio integrem, lógica e cronologicamente, clientes, fornecedores, parceiros, influenciadores, funcionários e todo e qualquer elemento que com eles possam, queiram ou tenham que interagir, dando à organização visão completa e essencialmente integrada do ambiente interno e externo das suas operações e das atuações de cada participante em todo o processo de negócio.

Ainda segundo Cruz (2010), dois grandes subconjuntos de conhecimentos sustentam o BPM: o organizacional e o ferramental. O organizacional, que necessita do ferramental para ser operacionalizado, se refere à análise de processos tradicional, baseada em modelo, englobando teorias, normas, políticas e metodologias pertinentes à análise, desenho, redesenho, modelagem, organização, implantação, gerenciamento e melhoria de processos de negócio.

Todavia, para que os modelos de processo sejam graficamente representados e compreendidos *a posteriori*, é necessária uma linguagem padronizada, que represente as atividades de qualquer processo de negócio. Uma das linguagens mais utilizadas recentemente para modelar processos de negócio é a especificação *Business Process Model and Notation* (BPMN) (GANDULFO, 2016).

Padronizada pelo *Object Management Group* (OMG)<sup>2</sup>, a especificação BPMN fornece uma notação gráfica para modelar processos em um fluxograma de trivial implementação. Seu objetivo principal é oferecer suporte à modelagem de processos, fornecendo uma notação padrão que seja compreensível pelos *stakeholders*. Dessa forma, a especificação BPMN torna-se a conexão entre o *design* e a implementação dos processos de negócio (OMG, 2019, tradução nossa).

<sup>2</sup> O OMG é um consórcio internacional de padrões de tecnologia, sem fins lucrativos, com associação aberta, fundado em 1989 (OMG, 2019, tradução nossa).

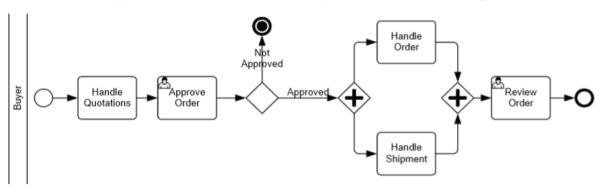


Figura 2: Exemplo de modelo BPMN para um processo de aquisição

Fonte: OMG (2011).

### 2.2. Mineração de Dados

Nem sempre a Mineração de Dados foi consenso entre estatísticos e demais estudiosos como uma disciplina caracterizada por métodos científicos sólidos e diversas aplicações práticas (AALST, 2011, tradução nossa). Primordialmente, o termo apresentava conotação negativa, nomeado como *data snooping* (bisbilhotando), *data fishing* (pesca de dados) e *data dredging* (dragagem de dados), referindo-se a técnicas para observar dados de modo secreto e extrair conclusões de seus conjuntos sem uma base estatística sólida (CAVIQUE, 2014).

Com o decorrer do tempo, a disciplina tornou-se madura, sendo definida por Hand, Mannila e Smyth (2001 *apud* AALST, 2011, p. 59, tradução nossa) como "a análise de conjuntos de dados (geralmente grandes) para encontrar relações inesperadas e resumir as informações em um caminho que seja compreensível e útil para o proprietário dos dados". Na Mineração de Dados, pretende-se extrair padrões a partir dos dados fornecidos (CAVIQUE, 2014).

O crescimento exponencial do universo digital, descrito por Gantz e Reinsel (2010, p. 1) como "a quantidade de informações digitais criadas e replicadas em um ano", é o principal fator para a popularidade da Mineração de Dados (AALST, 2011, tradução nossa). Todavia, a disciplina é apenas parte de um processo maior denominado Descoberta de Conhecimento em Banco de Dados (*Knowlegde Discovery in Databases* - KDD).

Segundo Fayyad, Piatetsky-Shapiro e Smyth (1996, p. 40, tradução nossa), KDD "é o processo não trivial de identificação, a partir de dados, de padrões que sejam válidos, novos, potencialmente úteis e compreensíveis", envolvendo as etapas presentes na Figura 3.

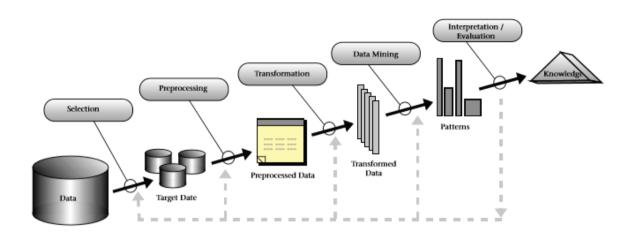


Figura 3: Visão geral das etapas que compõem o processo de KDD

Fonte: Fayyad, Piatetsky-Shapiro e Smyth (1996).

Embora algumas técnicas de Mineração de Dados possam ser empregadas na análise de padrões de processos, é possível identificar, na figura acima, que elas não oferecem uma descoberta completa do processo de ponta a ponta. Além disso, a utilização de ferramentas de Mineração de Dados exige um especialista para selecionar os algoritmos corretos, ajustar os parâmetros e treinar modelos para um problema específico (FLUXICON, 2018, tradução nossa).

Outra limitação desta técnica de análise centrada em dados é a pouca utilidade na descoberta de mapas reais, verificação de conformidade e outras tarefas de análise de processos. Entretanto, um entendimento básico da Mineração de Dados é útil para a perfeita compreensão das técnicas de Mineração de Processos (AALST, 2011, tradução nossa).

# 2.3. Mineração de Processos

A despeito da Mineração de Processos não pertencer ao campo de pesquisa da Mineração de Dados, é comum que aquela abordagem seja entendida como uma área desta, devido à semelhança nas suas nomenclaturas. Na realidade, a Mineração de Processos surgiu como uma área de pesquisa do BPM, oferecendo análises adicionais e concentrando-se na perspectiva do processo (FLUXICON, 2018, tradução nossa).

Por outro lado, algumas ferramentas de Mineração de Processos se baseiam em técnicas clássicas de Mineração de Dados, como por exemplo, abordagens de descoberta de conhecimento e produção de padrões e modelos. Portanto, ao apoiar-se em dois pilares antagônicos, a Mineração de Processos soluciona a dicotomia existente entre as técnicas de análise processual centradas em dados e aquelas baseadas em modelos (FLUXICON, 2018, tradução nossa).

Com o advento dos sistemas de tramitação eletrônica de processos, o desafio da mineração passa a ser transformar registros digitais em mapas reais, isto é, extrair conhecimento dos sistemas de informação para descobrir o conjunto de atividades que as pessoas realmente executam no cotidiano laboral. Os resultados da mineração podem ser utilizados para a análise de desempenho e conformidade do processo, sendo possível identificar e entender gargalos, ineficiências, desvios, riscos e retrabalhos (AALST, 2019, tradução nossa).

Os processos suportados por Tecnologia da Informação (TI) registram detalhadamente quais atividades foram executadas, quando e por quem. Assim sendo, a Mineração de Processos extrai o mapa real do processo a partir do estado em que a sequência de eventos e seus registros de data e hora (*timestamp*) se encontram nos sistemas, conforme ilustra a Figura 4 (FLUXICON, 2018, tradução nossa).

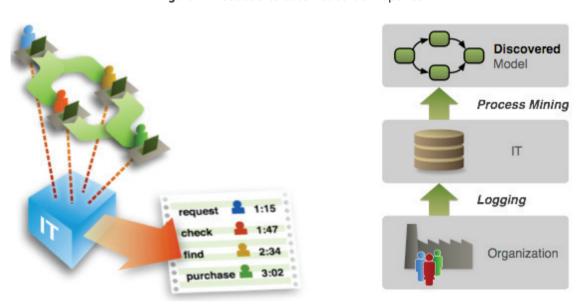


Figura 4: Descoberta automática do mapa real

Fonte: Fluxicon (2018).

Logo, a metodologia permite que a modelagem de processos seja feita a partir de "perguntas a sistemas", sem que seja necessário questionar colaboradores sobre como os processos estão sendo executados ou verificar como eles estão documentados. Para as pessoas e documentos, os fluxogramas geralmente são simples. No entanto, os processos são mais complexos do que aparentam ser, uma vez que há uma discrepância entre como as pessoas os assumem e como eles são de fato executados, conforme ilustra a Figura 5 (FLUXICON, 2018, tradução nossa).

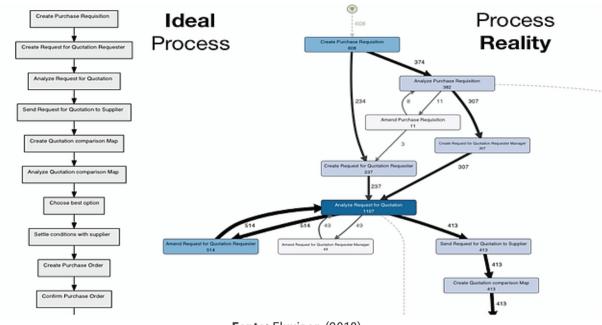


Figura 5: Mapeamento Tradicional (BPM) versus Mapa Real (Mineração de Processos)

Fonte: Fluxicon (2018).

Um ponto facilitador para a implementação dessa abordagem disruptiva é que, ao contrário da Mineração de Dados, a Mineração de Processos é uma metodologia genérica que pode ser assimilada e empregada com sucesso por um profissional de processos, sem a necessidade de utilização de mão de obra especializada em ciência de dados (FLUXICON, 2018, tradução nossa).

# 2.4. Orçamento Público

Atualmente, no Brasil e em outros países, os planos, o orçamento público, o dispêndio governamental e as prestações de contas são, em regra, os instrumentos que materializam cada uma das fases do ciclo de planejamento, execução e controle (PEC) das políticas públicas.

No que se refere à fase inicial do ciclo de PEC, o orçamento, ao especificar a origem e a quantia das receitas estimadas e das despesas fixadas, enfatizando os seus fins, passa a ser o instrumento estatal que expressa o plano de ação governamental. (PISCITELLI, 1988).

### 2.4.1. O Orçamento Público no Brasil

Cem anos após se tornar independente, o Brasil dava sinais de organização em torno da sua contabilidade pública. Isso porque o Decreto nº 4.536/22 deliberava, dentre outros assuntos, sobre a estrutura do *Thesouro Nacional*, a arrecadação das receitas, o registro das despesas, os bens públicos e seus responsáveis (AFONSO, 2016).

Uma autêntica inovação no tratamento do erário apresentou-se quando a Lei nº 4.320/64 e o Decreto-Lei nº 200/67 introduziram, no Brasil, o conceito de Orçamento-Programa, técnica que "consagrou a integração entre o planejamento e o Orçamento Público, acarretando a necessidade de planejamento prévio à execução do orçamento" (BRASIL, 2014, p. 22). As normas revolucionaram o orçamento ao exigir que a despesa fosse expressa por natureza, bem como por funções e programas de governo (AFONSO, 2016).

No início do século XXI, o Governo Federal passou a enfatizar o conceito de efetividade e a gestão por resultados em detrimento ao modelo funcional-programático (BRASIL, 2014). O orçamento tornou-se, então, um instrumento de gestão, por meio do qual o Poder Público operacionaliza a aquisição de bens e a prestação de serviços necessários à satisfação do interesse público.

Afonso (2016, p. 26-27) afirma que "o orçamento ainda é visto como uma caixa preta, que é aberta e destrinchada apenas por raros abnegados especialistas. [...] É premente mudar a visão da sociedade em relação ao orçamento para deixar de tratá-lo como caixa preta, que, por não se decifrar, não interessa".

### 2.4.2. O Processo Orçamentário na MB

Antes mesmo do advento dos conceitos inovadores emergidos pela Lei nº 4.320/64, a MB já contava com uma ferramenta de planejamento organizada por um sistema. O Plano Diretor (PD), como é chamado até os dias atuais, tinha por base os conceitos do Orçamento-Programa e passou a permitir a adequação dos créditos às áreas de atuação da Força (BRASIL, 2014).

Também houve pioneirismo da Administração Naval, em parcerias com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico<sup>3</sup> e instituições acadêmicas, no que se refere à utilização do processamento eletrônico de dados (CARDOSO, 2003). Essa decisão estratégica foi ao encontro da visão da Administração Pública à época, que, em 1964, criou a empresa pública Serviço Federal de Processamento de Dados (RENAULT, 2017).

Sendo assim, visando ao alinhamento das duas estratégias precursoras, a MB criou o SIPLAD, atualmente SIPLAD2, sistema de TI para acompanhamento da execução física e financeira, pelos agentes responsáveis, dos projetos conduzidos pela Força (OLIVEIRA JUNIOR, 2018).

Os fluxos de atividades relacionados ao PD estão compreendidos na realização anual de três fases distintas e interdependentes: os ciclos de planejamento, execução e controle do Sistema do Plano Diretor (SPD) (BRASIL, 2014). A Figura 6 apresenta esses principais fluxos de atividades, referentes a cada um dos ciclos do SPD, de maneira a facilitar o entendimento do processo orçamentário na MB.

<sup>3</sup> Com a modificação, em 1982, do seu nome para Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, a sigla BNDE seria transformada em BNDES.

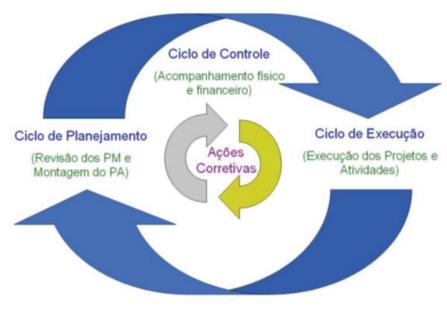


Figura 6 - Ciclos do Sistema do Plano Diretor

Fonte: Brasil (2014).

O presente estudo terá escopo reduzido ao Ciclo de Execução físico-financeira das Ações Internas, que são a materialização das metas da MB, isto é, os seus resultados a serem atingidos. Como efeito do controle da ação planejada, podem ser realizadas, nesse ciclo, eventuais ALTCRED, que são as solicitações de qualquer alteração nas células de crédito colocadas à disposição das Unidades Gestoras (OLIVEIRA JUNIOR, 2018).

Cumpre salientar que, ainda segundo Oliveira Junior (2018), as ALTCRED permitem modificações no planejamento da MB e que, a depender do seu tipo, apresentam diferentes trâmites para aprovação. O autor também afirma que recorrer às ALTCRED deve ser um ato cauteloso, pois essas operações vão de encontro ao planejamento previamente efetuado, oferecendo riscos à consecução dos objetivos.

### 2.5. Obras Relacionadas

Na esfera pública, alguns estudos na área de Gestão dão enfoque exclusivo à auditoria de processos governamentais, utilizando apenas a ferramenta de Mineração ProM<sup>4</sup> para a identificação de divergências entre modelos oficiais e processos reais (PESTANA, 2017). Outros estudos, especialmente na área de TI, utilizam a metodologia para criar algoritmos de apoio à tomada de decisão em processos secundários e pouco relevantes, denotando mais preocupação com o método e menos com os resultados em si (GANDULFO, 2016).

Há, ainda, estudos de caso que utilizam a Mineração de Processos para o diagnóstico de imperfeições no curso dos normativos propostos pelo Chefe do Poder Executivo Federal, porém sem se debruçarem em uma revisão teórica, com foco exclusivo nos resultados práticos (COSTA; ASSIS; VASCONCELOS, 2018).

<sup>4</sup> O ProM é um software colaborativo de código aberto, que suporta uma ampla variedade de algoritmos de Mineração de Processos na forma de plugins, sendo mantido por pesquisadores da Eindhoven University of Technology. O ProM pode ser baixado gratuitamente em: http://www.promtools.org/doku.php.

A carência de trabalhos acadêmicos que demonstrem a viabilidade de aplicação da metodologia na área pública, sobretudo em organizações militares (OM), motivou a utilização de ferramentas de Mineração de Processos para análise do processo de alocação da parcela do orçamento federal destinada à MB.

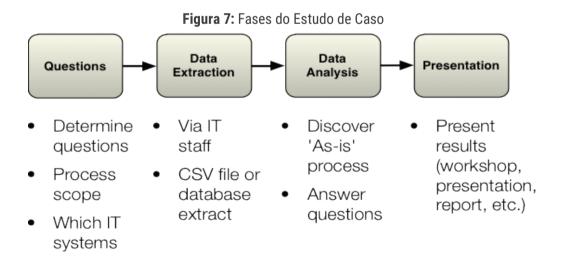
# 3. Metodologia

O presente estudo estrutura-se por meio de uma pesquisa descritiva (GIL, 2008), cuja problemática está em verificar se o modo como a MB mapeia e analisa seus processos de trabalho reflete a prática. Adicionalmente, pretende demonstrar a viabilidade e a relevância da utilização de ferramentas de Mineração de Processos para o mapeamento e análise dos processos de trabalho da MB.

O objetivo geral deste estudo de caso, com seu escopo específico e delimitado ao processo orçamentário na MB, mais especificamente ao trâmite das ALTCRED no SIPLAD2, é servir como modelo para futuras aplicações da metodologia aos demais macroprocessos da Força.

A escolha do processo orçamentário deu-se pela facilidade de acesso à base de dados; pela possibilidade de, mesmo sendo um projeto piloto, já trazer contribuições para o Setor Secretaria-Geral da Marinha (SGM); e pela inexistência de restrições de sigilo quanto à discussão dos resultados. Além disso, a busca por aprimoramentos no processo orçamentário vai ao encontro dos anseios atuais por mais transparência nas contas públicas.

A pesquisa seguiu a estrutura de um típico projeto de Mineração de Processos, passando pelas seguintes fases principais (FLUXICON, 2018, tradução nossa):



Fonte: Fluxicon (2018).

De maneira a traduzir as fases supramencionadas em ações concretas, foi estruturado um cronograma de atividades que possibilitou a utilização da metodologia proposta por Fluxicon (2018), conforme ilustra a Tabela 1.

Tabela 1: Estrutura da Pesquisa

QUESTÕES DO ESTUDO	EXTRAÇÃO DOS DADOS	ANÁLISE DOS DADOS	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS
Determinar as questões:	A coleta dos dados envolveu um total de 117.144 ALTCRED, no lapso temporal de 11/01/2016 a 5/09/2019, sendo viabilizada pela Diretoria de Administração da Marinha (DAdM), pela Diretoria de Gestão Orçamentária da Marinha (DGOM) e pelo Centro de Análises de Sistemas Navais.	Descoberta do processo como ele realmente é.	Capítulo 4.
1. Como os processos realmente são?			
2. É possível gerar fluxogramas automáticos a partir de dados?			
3. Onde estão os gargalos?			
4. Os problemas podem ser previstos a partir dos casos ocorridos?			
5. Existem desvios em relação ao processo mapeado?	Já o tratamento dos dados envolveu a utilização da linguagem de programação Python. Após o recebimento de um arquivo no formato .xls com nove abas, o uso do Python foi essencial para a leitura das abas, junção em uma única tabela (dataframe) e posterior download do arquivo já em .csv, formato exigido pela maioria dos softwares de Mineração de Processos.	Respostas às questões, utilizando um <i>software</i> estrangeiro e outro nacional de Mineração de Processos.	
Escopo: trâmite para aprovação das ALTCRED.			
Sistema de TI: SIPLAD2.			

Fonte: Elaboração própria (2019).

Ainda no que se refere ao tratamento da população de 117.144 ALTCRED no horizonte de análise, a principal decisão metodológica foi a de remover, apenas para fins de cálculo das medidas de tendência central, os casos de longa duração, especificamente aqueles cuja tramitação envolveu mais de sete dias e meio, representando uma parcela menor do que 5% do total (5.375 ALTCRED). O histograma presente na Figura 8 ilustra como poucas observações (ALTCRED) conferem grande assimetria à distribuição, enviesando o tempo médio de tramitação dos processos.

Performance
Filter cases by: Case duration

Filter cases by: Case duration

Case

Figura 8: Tratamento dos dados

Fonte: Software Disco (2019).

Como pontos fortes, pode-se afirmar que a metodologia é pouco enviesada por componentes subjetivos, como por exemplo, a opinião das pessoas, uma vez que a coleta de dados não foi pautada, fundamentalmente, em entrevistas ou questionários padronizados. As limitações observadas são a generalização, uma vez que há 17 tipos de ALTCRED com complexidades e trâmites distintos (BRASIL, 2014), e a ausência de contato pessoal para a coleta dos dados principais.

Há, ainda, o elemento informal do processo orçamentário. Jèze (1922), em sua obra Curso de Ciência das Finanças e de Legislação Financeira Francesa, afirma que o orçamento é, essencialmente, um ato político: "Le budget est essentiellement un acte politique" (JÈZE, 1922, p. I, traduzido por FARIA, 2009, p. 106). O presente estudo limita-se ao componente formal do processo orçamentário da MB.

# 4. Resultados

Com o intuito de fornecer subsídios para que a DAdM, OM Orientadora Técnica da área de conhecimento em discussão neste artigo, possa incluir em seu portfólio de produtos e serviços a Mineração de Processos, serão apresentados os resultados oriundos do emprego de dois *softwares*, sendo um estrangeiro e outro nacional.

### 4.1. Disco

### 4.1.1. Apresentação

O Disco<sup>5</sup> é um *software* proprietário de Mineração de Processos, desenvolvido pela empresa Fluxicon, localizada em Eindhoven, Holanda. A ferramenta possui navegabilidade intuitiva e fácil, já que há apenas um algoritmo padrão a ser utilizado (FLUXICON, 2019a, tradução nossa). A licença para a elaboração deste estudo de caso foi fornecida gratuitamente, resultado da interlocução junto aos desenvolvedores do Disco.

Anualmente, a Fluxicon organiza, nas instalações da *Eindhoven University of Technology*, o *Process Mining Camp*, evento que reúne a comunidade internacional de Mineração de Processos (FLUXICON, 2019b, tradução nossa).

### 4.1.2. Resultados

De 11 de janeiro de 2016 a 5 de setembro de 2019, 117.144 ALTCRED tramitaram no SIPLAD, mas, conforme especificado no capítulo referente à metodologia, foi utilizada a amostra de 111.769 ALTCRED para fins de cálculo do tempo médio de tramitação, estimado em 32 horas.

 Events
 381,852

 Cases
 111,769

 Activities
 13

 Median case duration
 24 hrs

 Mean case duration
 32 hrs

 Start
 11.01.2016 00:00:00

 End
 05.09.2019 00:00:00

Figura 9: Tempo médio de tramitação das ALTCRED

Fonte: Software Disco (2019).

Se dois casos seguem exatamente o mesmo caminho (ordem cronológica de atividades), eles pertencem à mesma variante (FLUXICON, 2018, tradução nossa). Os resultados do *software* Disco apontam que as ALTCRED

<sup>5</sup> Disponível em: <a href="https://fluxicon.com/disco/">https://fluxicon.com/disco/>.

percorreram, no horizonte de análise, 1.489 caminhos diferentes no SIPLAD. A variante mais comum (variante nº 1), que representa uma tramitação iniciada na OM e finalizada na Divisão de Processamento da DGOM (DGOM-20), sem quaisquer desvios, possui 21.337 ALTCRED (18,21% da população).

Mais da metade das variantes são compostas por uma única ALTCRED, tendo um dos processos tramitado, entre 17 e 23 de novembro de 2016, por 17 eventos diferentes até ser processado. Em última análise, é possível afirmar que 83% das ALTCRED encontram-se no intervalo existente entre as 15 principais variantes.

Todavia, o diagnóstico principal não englobou apenas variáveis quantitativas. Afinal, seria possível descobrir como os processos realmente são executados? Neste estudo do trâmite para aprovação das ALTCRED na MB, o Disco foi o *software* utilizado para responder a essa pergunta. Ao gerar um fluxograma automático a partir da base de dados coletada, o Disco apresentou uma espécie de radiografia do processo, permitindo a descoberta do mapa real, diferente daquele documentado ou descrito pelas pessoas.

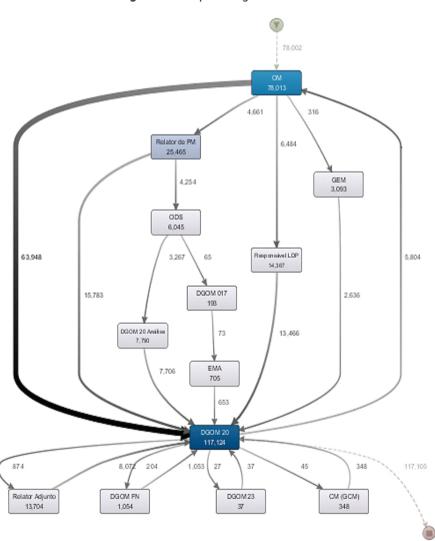


Figura 10: Mapa real gerado no Disco

Fonte: Software Disco (2019).

Cabe mencionar que a mineração também possibilita a identificação do principal passo processual e das áreas que tramitam ou recebem a maior quantidade de ALTCRED. Essa representação se dá por meio da grossura e escuridão das setas (passos) e pelo tom de azul dos perfis de usuário, respectivamente.

Outra questão que pertence aos objetivos específicos deste trabalho, é aquela que se refere aos gargalos ou áreas sobrecarregadas. No Disco, o mapa processual dinâmico, animação que traz vida ao processo e torna transparente a existência de possíveis áreas sobrecarregadas, foi a funcionalidade utilizada para se chegar aos resultados.

Na figura a seguir, cada ponto amarelo da repetição dinâmica representa uma ALTCRED que está tramitando no mapa em sua velocidade real, baseada nos registros de data e hora do conjunto de dados importados. Sendo assim, constata-se que a DGOM-20 é a área mais sobrecarregada do processo, o que faz certo sentido, uma vez que é a Divisão que analisa o mérito e processa as ALTCRED.

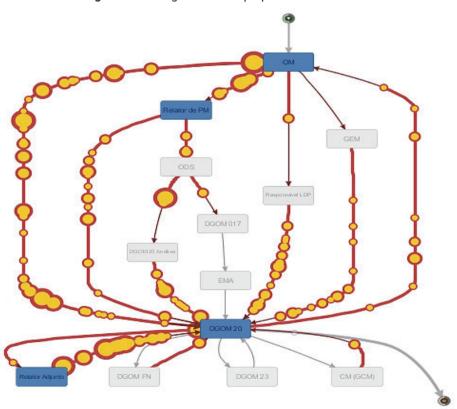


Figura 11: Fotografia do mapa processual dinâmico

Fonte: Software Disco (2019).

Atualmente, a DGOM detém *expertise* para processar em lote e automaticamente a maioria das ALTCRED (processamento em *batch*), conforme relatado aos pesquisadores, pelo Encarregado da DGOM-20, quando da imersão realizada para dirimir dúvidas surgidas após o processamento da mineração. A despeito desse

*know-how*, ainda assim é possível imaginar uma otimização das atividades da Divisão, sobretudo a inclusão no processamento em *batch* de outros tipos de ALTCRED, ainda analisadas manualmente.

Oliveira (2009, p. 27), especialista em políticas públicas e gestão governamental, definindo o que chamou de "a vida na repartição", afirma que existem órgãos cujo trabalho é sazonal e que, em geral, é quando se aproxima o final do exercício orçamentário que o fluxo de trabalho aumenta, havendo uma espécie de "correria para executar o orçamento".

Dessa forma, observa-se que os gestores públicos têm conhecimento, mesmo que empiricamente, de que há uma sazonalidade na demanda quando se trata de execução orçamentária. Porém, seria possível prever cientificamente esse tipo de problema, com base nos casos ocorridos? A variação da frequência de processos ao longo do tempo indica que sim.

Na Figura 12, o eixo y demonstra a quantidade de observações (ALTCRED), ao passo que o eixo x representa o horizonte temporal da pesquisa. Os picos de demanda nas primeiras quinzenas de novembro podem indicar que a definição generalista de Oliveira (2009) pode servir para a MB.

Esse tipo de gráfico pode vir a ser útil para subsidiar tecnicamente diversas decisões gerenciais, tais como, alocação interna da força de trabalho na DGOM e montagem do cronograma de procedimentos para encerramento do exercício financeiro pela Diretoria de Finanças da Marinha.

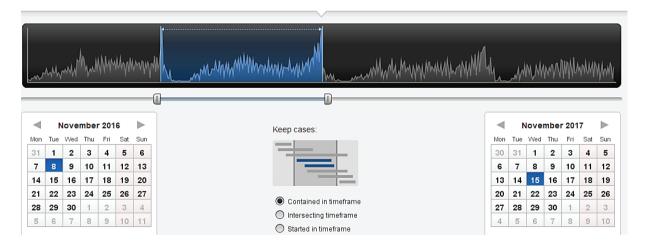


Figura 12: Sazonalidade das ALTCRED

Fonte: Software Disco (2019).

### 4.2. UpFlux

### 4.2.1. Apresentação

A solução UpFlux Mineração de Processos<sup>6</sup> é uma aplicação proprietária 100% *web*, pronta para uso, desenvolvida pela *startup*<sup>7</sup> catarinense de mesmo nome (UPFLUX, 2019). De modo semelhante ao Disco, a licença para a elaboração deste estudo de caso foi fornecida gratuitamente, resultado do diálogo com os desenvolvedores da solução UpFlux.

#### 4.2.2 Resultados

Por ter enfoque em administração hospitalar e conformidade de processos de saúde, o *software* UpFlux foi a ferramenta escolhida para descobrir se existem desvios em relação ao processo mapeado. Como existem diversos tipos de ALTCRED com trâmites e complexidades distintos, foram escolhidas aquelas do tipo Alteração de Dados (ALTEDADO), que envolvem alterações de Natureza de Despesa e de Unidade Gestora Responsável e/ou Executora (BRASIL, 2014).

Sendo assim, foi utilizado como modelo de referência o fluxograma abaixo, constante da Figura 8-17, da SGM-401, de maneira a dimensionar o grau de conformidade do processo no que se refere às atividades adicionais, não constantes no modelo de referência.

UG → Relator → Relator de PM/GEM → DGOM

Aprovação

Execução no SIAFI

Figura 13 - Modelo de Referência (Mapeamento tradicional)

Fonte: Brasil (2014).

Apenas nos casos em que houver Relator Adjunto

Na Figura 13, o grau de conformidade de 40,7% representa o quanto o processo está conforme em relação ao modelo de referência selecionado. Do total de 27.342 ALTCRED do tipo ALTEDADO analisadas, foram encontradas 33.982 violações de conformidade em relação ao modelo. Isso ocorre pois, no fluxo real, pode ser observada a ocorrência de mais de uma atividade não mapeada, por processo.

<sup>6</sup> Disponível em: <a href="https://app.upflux.net/">bttps://app.upflux.net/>.

<sup>7</sup> Segundo Ries (2011, p. 27), *startup* é o termo, em inglês, que significa "uma instituição humana projetada para criar um novo produto ou serviço sob condições de extrema incerteza".

Por fim, os resultados apontam que dos 27.342 casos de ALTCRED do tipo ALTEDADO analisados, 2.208 estão 100% conformes em relação ao modelo de referência, possuindo o restante algum tipo de inconformidade.

Cumpre reiterar que o percentual referente ao grau de conformidade (40,7%) representa apenas as atividades adicionais, isto é, aquelas que aparecem na prática, mas não se encontram na principal publicação da MB sobre o tema.

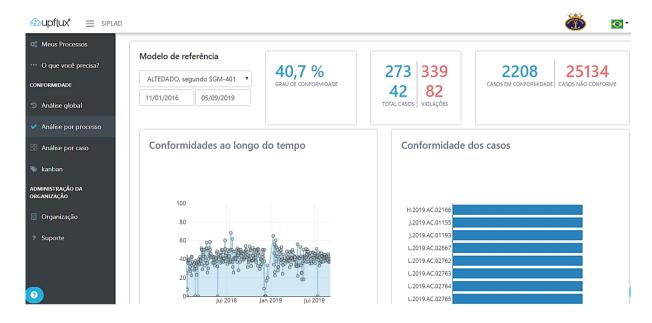


Figura 14: Análise de Conformidade

Fonte: Software UpFlux (2019).

# 5. Conclusões

Os benefícios decorrentes da aplicação da metodologia para o diagnóstico dos processos de trabalho da MB justificaram o presente estudo, o qual teve como objetivo geral demonstrar a viabilidade da utilização de ferramentas de Mineração de Processos para o mapeamento e análise dos macroprocessos da MB.

No que se refere aos objetivos específicos, empenhou-se na identificação de mapas reais, gargalos e desvios no processo orçamentário da Força, além da busca pela previsão de problemas, com base nos registros digitais extraídos do SIPLAD2.

Ao longo do estudo, que utilizou dois *softwares* para análise do trâmite das ALTCRED na MB, foi possível comprovar que há viabilidade de implementação das técnicas de Mineração de Processos nas mais diversas áreas de conhecimento da Força, tais como, Planejamento Orçamentário, Plano Diretor, Auditoria, Administração e Gestão do Conhecimento.

Neste artigo, foi possível comparar a atual metodologia de mapeamento e análise de processos utilizada na MB com modernas técnicas de mineração. Conclui-se, porém, que o estudo é incipiente e não pretende esgotar o assunto em lide, mas tem a intenção de contribuir para o debate da futura gestão orçamentária e da ciência de dados aplicada ao orçamento público.

Por fim, sugere-se a aplicação de metodologia similar à constante neste artigo em pesquisas futuras sobre o tema, para que, assim, seja cumprido o objetivo de servir como modelo para aplicações nos macroprocessos da Força e dos demais órgãos públicos.

### 6. Referências

AALST, Will van der. **Process Mining** - **Data Science in Action**. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, second edition, 2016.

AALST, Will van der. *Process Mining*: *Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes*. Springer-Verlag, Berlin, 2011.

AALST, Will van der. *Research: Process Mining. Homepage* Wil Van der Aalst, 2019. Disponível em: < <a href="http://www.padsweb.rwth-aachen.de/wvdaalst/research/research.html">http://www.padsweb.rwth-aachen.de/wvdaalst/research/research.html</a> >. Acesso em 17 out. 2019.

AALST, Will; WEIJERS, A. Process mining: a research agenda. Computers in Industry. v. 53, p. 231–244, 2004.

AFONSO, J. R. **Orçamento Público no Brasil: História e Premência de Reforma**. Espaço Jurídico *Journal of Law*, v. 17, n. 1, p. 9-28, 2016. Disponível em: <a href="https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/espacojuridico/article/view/9555/pdf">https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/espacojuridico/article/view/9555/pdf</a>>. Acesso em 19 out. 2019.

BALDAM, R.; VALLE, R.; ROZENFELD, H. **Gerenciamento de processos de negócio - BPM: uma referência para implantação prática**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

BRITANNICA, Encyclopaedia. Matthew Fontaine Maury. Encyclopaedia Britannica, Inc., 2019. Disponível em: <a href="https://www.britannica.com/biography/Matthew-Fontaine-Maury">www.britannica.com/biography/Matthew-Fontaine-Maury</a>. Acesso em 26 set. 2019.

CARDOSO, M. O. **O Patinho Feio como construção sociotécnica**. 139 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2003.

CAVIQUE, Luís. **Investigação Operacional em Ação:** *Big data e Data Science*. Boletim da Associação Portuguesa de Investigação Operacional n. 51, p. 11-14, 2014. Disponível em: <a href="https://repositorioaberto.uab.pt/bits-tream/10400.2/3918/1/2%20Boletim\_51.11-14.pdf">https://repositorioaberto.uab.pt/bits-tream/10400.2/3918/1/2%20Boletim\_51.11-14.pdf</a>>. Acesso em 17 out. 2019.

COSTA, H. P.; ASSIS, J. M. V.; VASCONCELOS, C. C. *Case Study: Government Process Mining in the Brazilian Executive Branch*. Disponível em: <a href="https://fluxicon.com/blog/2018/12/case-study-government-process-mining-in-the-brazilian-executive-branch/">https://fluxicon.com/blog/2018/12/case-study-government-process-mining-in-the-brazilian-executive-branch/</a>. Acesso em 16 out. 2019.

CRUZ, Tadeu. **BPM & BPMS: business process management & business management systems**. 2. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2010. 272 p.

FARIA, R. O. de. **Natureza Jurídica do Orçamento e Flexibilidade Orçamentária**. 288 f. Dissertação (Mestrado em Direito Financeiro) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

FAYYAD, U.; PIATETSKY-SHAPIRO, G. e SMYTH, P. *From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases*. Al Magazine, v. 17, n. 3, p. 37-54, 1996. Disponível em: <a href="https://www.aaai.org/ojs/index.php/aimagazine/article/view/1230">https://www.aaai.org/ojs/index.php/aimagazine/article/view/1230</a>>. Acesso em 17 out. 2019.

FLUXICON. *Discover your processes*. *Fluxicon: Process Mining and Process Analysis*, 2019a. Disponível em: <a href="https://fluxicon.com/disco/">https://fluxicon.com/disco/</a>. Acesso em 21 out. 2019.

FLUXICON. *Process Mining Book*. Eindhoven, 2018. Disponível em: <a href="http://processminingbook.com/">http://processminingbook.com/</a>>. Acesso em: 24 set. 2019.

FLUXICON. *Process Mining Camp* 2019. *Fluxicon: Process Mining and Process Analysis*, 2019b. Disponível em: <a href="https://fluxicon.com/camp/2019/">https://fluxicon.com/camp/2019/</a>. Acesso em 21 out. 2019.

GANDULFO, Pablo Ignacio. **Método de Mineração de Processos para Auxílio à Tomada de Decisão: um Estudo de Caso no Controle de Férias**. 101 f. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

GANTZ, J. e REINSEL, D. IDC iView. *The Digital Universe Decade - Are You Ready?* International Data Corporation, Framingham, MA, 2010. Disponível em: <a href="https://www.ifap.ru/pr/2010/n100507a.pdf">https://www.ifap.ru/pr/2010/n100507a.pdf</a>. Acesso em: 17 out. 2019.

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

GONÇALVES, J. E. L. **As empresas são grandes coleções de processos**. RAE - Revista de Administração de Empresas, v. 40, n. 1, p. 6–19, 2000.

HAND, D.; MANNILA, H. e SMYTH, P. *Principles of Data Mining*. MIT Press, Cambridge, MA, 2001.

JEZÈ, Gaston. *Cours de Science des Finances et de Législation Financière Française*. *Sexième Édition*. Paris: Marcel Giard, 1922. Disponível em: <a href="https://archive.org/details/coursdesciencede00jz/page/n7">https://archive.org/details/coursdesciencede00jz/page/n7</a>>. Acesso em 20 out. 2019.

Marinha do Brasil. Secretaria-Geral da Marinha. **Normas para a Gestão do Plano Diretor** (SGM-401 Rev.1). Brasília, DF, 2014.

OLIVEIRA, Nelson do Vale. **O amadorismo como traço distintivo da Burocracia Federal Brasileira**. 212 f. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. Brasília, 2009.

OLIVEIRA JUNIOR, J. N. **Orçamento por resultados: aprimoramentos ao processo orçamentário da Marinha do Brasil**. 131 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração Pública) - Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro, 2018.

OMG. **Business Process Model & Notation**, 2019. Disponível em: <a href="https://www.omg.org/bpmn/index.htm">https://www.omg.org/bpmn/index.htm</a> Acesso em 15 out. 2019.

OMG. **Business Process Model & Notation - versão 2.0**, 2011. Disponível em: <a href="https://www.omg.org/spec/">https://www.omg.org/spec/</a> BPMN/2.0/PDF>. Acesso em 16 out. 2019.

PESTANA, Luciana de França. **Aplicação do** *Process Mining* **na auditoria de processos governamentais**. 83 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Pública) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

PISCITELLI, R. B. **O processo de elaboração e execução orçamentárias no Brasil: algumas de suas peculiaridades**. Revista de Economia Política, v. 8, n. 3, p. 88–100, 1988. Disponível em: <a href="http://www.rep.org.br/">http://www.rep.org.br/</a> PDF/31-6.PDF>. Acesso em 17 out. 2019.

RIES, E. The Lean Startup: how today's entrepreneurs use continuous innovation

to create radically successful businesses. EE. UU.: Crown Business, Nova lorque, 2011.

RENAULT, A. **Processamento Eletrônico de Dados e Outros Auxílios Tecnológicos**. Revista do Serviço Público, v. 106, n. 3, p. 23-42, 2017. Disponível em: <a href="https://revista.enap.gov.br/index.php/RSP/article/view/2473/1355">https://revista.enap.gov.br/index.php/RSP/article/view/2473/1355</a>>. Acesso em 20 out. 2019.

UPFLUX. UpFlux - *Process Mining* | Maximize sua eficiência operacional. **UpFlux: Inteligência Artificial para avaliação dos processos da Saúde**, 2019. Disponível em: <a href="https://upflux.net/home/">https://upflux.net/home/</a>>. Acesso em 21 out. 2019.

ZIMMERMANN, Tim. *The Race: Extreme Sailing and Its Ultimate Event: Nonstop, Round-the-World, No Holds Barred*. Mariner Books, 2004.

# Process mining applied to the Brazilian Navy budget management

### Recebido 26-jan-20 Aceito 31-jan-20

Resumo O advento de modernas teorias de análise de processos coloca em questionamento os resultados das técnicas já consagradas. A Mineração de Processos é uma metodologia relativamente nova, desenvolvida especificamente para extrair conhecimento de registros digitais feitos em sistemas de informação, de forma a descobrir os processos como eles realmente são executados. O objetivo deste artigo é demonstrar a viabilidade da utilização de ferramentas de Mineração de Processos para a análise dos processos de trabalho da Marinha do Brasil, valendo-se do processo orçamentário como estudo de caso. O tratamento dos registros digitais do Sistema de Acompanhamento do Plano Diretor indica que é possível a identificação de mapas reais, gargalos e desvios processuais, utilizando a Mineração de Processos. Ao final, é sugerida a aplicação do modelo nos demais macroprocessos da Força.

Palavras-chave Registros digitais, Mineração de Processos, Processo orçamentário, Alterações de crédito.

**Abstract** The advent of modern process analysis theories calls into question the results of the already established techniques. Process Mining is a relatively new methodology, developed specifically to extract knowledge from event logs made in information systems, in order to discover the processes as they are actually executed. The objective of this article is to demonstrate the feasibility of using Process Mining tools to analyze the Brazilian Navy work processes, using the budget process as a case study. The treatment of the event logs of the Director Plan Monitoring System indicates that it is possible to identify real maps, bottlenecks and procedural deviations, using Process Mining. In the end, it is suggested the application of the model in other Force macroprocesses.

**Keywords** Event logs, Process Mining, Budget process, Credit changes.