



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ



WILSON PORTELA SANTOS JUNIOR

MINERAÇÃO DE PROCESSOS EM CONCESSIONÁRIAS DA
INDÚSTRIA AUTOMOTIVA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA
MONTADORA BRASILEIRA

CURITIBA
2021

WILSON PORTELA SANTOS JUNIOR

MINERAÇÃO DE PROCESSOS EM CONCESSIONARIAS DA
INDÚSTRIA AUTOMOTIVA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA
MONTADORA BRASILEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Manufatura da Universidade Federal do Paraná, do setor de Tecnologia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Manufatura. Área de concentração em Simulação e Integração de Processos.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Fontana Catapan

Coorientador: Prof. Dr. Fenando Deschamps

CURITIBA
2021

S237m

Santos Junior, Wilson Portela

Mineração de processos em concessionárias da indústria automotiva:
um estudo de caso em uma montadora brasileira [recurso eletrônico] /
Wilson Portela Santos Junior - Curitiba, 2021.

Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia
de Manufatura, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Fontana Catapan

Coorientador: Prof. Dr. Fernando Deschamps

1. Mineração de dados (Computação). 2. Indústria automobilística. 3.
Processo decisório. I. Universidade Federal do Paraná. II. Catapan,
Márcio Fontana. III. Deschamps, Fernando. IV. Título.

CDD 005.74



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA DE
MANUFATURA - 40001016171P2

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA DE MANUFATURA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **WILSON PORTELA SANTOS JUNIOR** intitulada: **MINERAÇÃO DE PROCESSOS EM CONCESSIONARIAS DA INDUSTRIA AUTOMOTIVA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA MONTADORA BRASILEIRA**, sob orientação do Prof. Dr. MARCIO FONTANA CATAPAN, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 01 de Setembro de 2021.

Assinatura Eletrônica
20/09/2021 17:28:13.0
MARCIO FONTANA CATAPAN
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
30/09/2021 14:44:48.0
CHRISTIAN SCAPULATEMPO STROBEL
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
21/09/2021 12:24:42.0
JOSÉ EDUARDO PÉCORA JUNIOR
Avaliador Externo (UFPR-PPGOLD)

Assinatura Eletrônica
21/09/2021 10:49:05.0
PABLO DEIVID VALLE
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Avenida Coronel Francisco Heráclito dos Santos, 100 - Curitiba - Paraná - Brasil
CEP 81531-980 - Tel: (41) 3361-3123 - E-mail: ufprppgem@gmail.com

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 110607

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/Meltante/autenticacaoassinaturas.jsp>
e insira o código 110607

RESUMO

A utilização da mineração de processos na indústria automotiva proporciona diversos benefícios gerenciais, que são refletidos na melhora da qualidade do produto. Quando se trata de áreas de conhecimento relacionadas a concessionária de automóveis e seus serviços de pós-venda, satisfação e/ou reclamações de cliente, evidencia uma escassez de artigos e pesquisas que reforçam o uso da técnica de mineração de processos, mesmo quando se relaciona com disciplinas correlatas como, por exemplo, “*machine learning*” ou “*data mining*”. Dessa forma, para cobrir tal lacuna, este estudo tem como objetivo, aplicar uma metodologia de mineração de processos nas informações de pós-venda de concessionárias de automóveis de uma montadora brasileira. Para testar a metodologia proposta, um caso de aplicação foi desenvolvido em uma indústria automobilística, onde primeiramente, técnicas de estruturação de dados foram desenvolvidas para a adequação dos dados brutos cedidos pela empresa, para um padrão adequado à mineração de processos. Busca-se assim, obter informações, tendências e padrões em dados de clientes através do sistema de pós-venda, destas concessionárias, durante o período compreendido entre 2019 e 2020 e, apresentar o resultado destas análises. Técnicas de estruturação de dados são desenvolvidas para a adequação dos dados brutos cedidos pela empresa para um padrão para a mineração de processos. Como resultados, destaca-se a criação de gráficos e tabelas que mostram a evolução de cada problema, relatado pelos clientes, em quilometragens de revisão e qual foi encontrado pelas concessionárias, baseando-se em palavras-chave citadas pelos clientes no momento da reclamação. Ou seja, a metodologia testada proporciona uma grande proximidade dos tomadores de decisão com os analistas de dados da empresa, permitindo que os objetivos sejam melhor definidos e, ao final do projeto, seja possível confrontar o resultado obtido com o esperado. Com isso, os resultados encontrados culminaram na melhora da análise e utilização dos dados pela empresa, exaltam a importância da mineração de processos para encontrar informações escondidas na grande quantidade de dados gerada por uma empresa multinacional do setor automotível.

Palavras-chave: Mineração de Processos, Concessionárias, Pós-venda, Indústria Automotiva

ABSTRACT

The use of process mining in the automotive industry provides several managerial benefits, which are reflected in the improvement of product quality. When it comes to areas of knowledge related to the car dealership and its after-sales services, customer satisfaction and/or complaints, it shows a lack of articles and research that reinforce the use of the process mining technique, even when related to disciplines such as “machine learning” or “data mining”. Thus, to cover this gap, this study aims to apply a process mining methodology to after-sales information from car dealerships of a Brazilian automaker. To test the proposed methodology, an application case was developed in an automobile industry, where firstly, data structuring techniques were developed to adapt the raw data provided by the company to an adequate standard for process mining. The aim is thus to obtain information, trends, and patterns in customer data through the after-sales system of these dealerships, during the period between 2019 and 2020, and present the result of these analyses. Data structuring techniques are developed to adapt the raw data provided by the company to a standard for process mining. As a result, the creation of graphs and tables that show the evolution of each problem, reported by customers, based on vehicle mileage. In other words, the tested methodology provides a great proximity of stakeholders with the company's data analysts, allowing the objectives to be better defined and, at the end of the project, it is possible to compare the obtained result with the expected one. Thus, the results found culminated in the improvement of the analysis and use of data by the company, highlighting the importance of process mining to find hidden information in the large amount of data generated by a multinational company in the automotive sector.

Keywords: Process Mining, Dealership, After-Sales, Automotive Industry

LISTA DE ABREVIATURAS E TERMOS

ANFAEVA: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores

BPMN (do inglês: *Business Process Model Notation*), ou Notação de Modelagem de Processos de Negócios, é um método de fluxograma que modela as etapas, de ponta a ponta, de um processo de negócios planejado. Este método representa de forma visual uma sequência detalhada de atividades de negócios e fluxos de informação necessários para concluir um processo (RECKER, 2010).

EPC (do inglês: *Event-driven Process Chain*), ou Cadeia de Processos Orientada a Eventos, é um tipo de fluxograma para modelagem de processos de negócios. O EPC pode ser usado para configurar a execução do planejamento de recursos corporativos e para a melhoria dos processos de negócios. Ele pode ser usado para controlar uma instância de fluxo de trabalho autônomo no compartilhamento de trabalho (RECKER, 2010).

Logs: é um registro completo de um período ou um evento (VAN ECK, 2015);

OMG (do inglês: *Object Management Group*), ou Grupo de Gerenciamento à Objeto, é um consórcio de padrões da indústria de computadores. Este grupo desenvolve padrões de integração empresarial para uma diversos tipos de tecnologias (LEBEAUPIN et al., 2017).

Rede de Petri: é uma técnica de modelagem que permite a representação de sistemas, utilizando como alicerce uma forte base matemática. Essa técnica possui a particularidade de permitir modelar sistemas paralelos, concorrentes, assíncronos e não-determinísticos (MACIEL, 1996).

Timestamp: é um registro digital da hora de ocorrência de um determinado evento (VAN ECK, 2015).

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: CADEIA DE SERVIÇOS DO PÓS-VENDA NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA....	19
FIGURA 2: PERSPECTIVAS OBTIDAS COM O USO DA MINERAÇÃO DE PROCESSOS	21
FIGURA 3: OS TRÊS TIPOS DE MINERAÇÃO DE PROCESSOS	23
FIGURA 4: EXEMPLO DE SISTEMA DE TRANSIÇÃO	26
FIGURA 5: EXEMPLO DE REDE DE PETRI	26
FIGURA 6: EXEMPLO DE BPMN	27
FIGURA 7: MODELO BASE DE PROTOCOLO DE PESQUISA	29
FIGURA 8: FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DE FILTRAGEM	35
FIGURA 9: VISÃO GERAL DO PM ²	39
FIGURA 10: EXEMPLO DE REGISTRO DE EVENTOS	42
FIGURA 11: DADOS BRUTOS CEDIDOS PELA EMPRESA	45
FIGURA 12: DADOS BRUTOS CEDIDOS PELA EMPRESA	46
FIGURA 13: ALOCAÇÃO DA COLUNA “TIMESTAMP”	46
FIGURA 14: RECLAMAÇÕES DE UM ÚNICO CHASSI	47
FIGURA 15: RECLAMAÇÕES DE UM ÚNICO CHASSIS	47
FIGURA 16: ESTATÍSTICAS GERADAS PELO SOFTWARE DISCO®	49
FIGURA 17: MAPA DO PROCESSO (FREQUÊNCIA ABSOLUTA)	50
FIGURA 18: DISTRIBUIÇÃO DOS CÓDIGOS DOS PROBLEMAS DO MODELO DE CARRO A1	51
FIGURA 19: DISTRIBUIÇÃO DOS CÓDIGOS DOS PROBLEMAS DO MODELO DE CARRO B2	51
FIGURA 20: DISTRIBUIÇÃO DE CÓDIGOS DE PROBLEMAS A PARTIR DO MODELO C3	52
FIGURA 21: DISTRIBUIÇÃO DE CÓDIGOS DE PROBLEMAS A PARTIR DO MODELO C3. ...	52
FIGURA 22: QUILOMETROS PERCORRIDOS VERSUS ORDENS DE REPARO	53
FIGURA 23: QUILOMETROS PERCORRIDOS NA ORDEM DE REPARO PARA GSFA-S22 NO PRIMEIRO SEMESTRE	54
FIGURA 24: QUILOMETROS PERCORRIDOS NA ORDEM DE REPARO PARA GSFA-S22 NO SEGUNDO SEMESTRE	54
FIGURA 25: QUILOMETROS PERCORRIDOS NA ORDEM DE REPARO PARA GSFA-M07 NO PRIMEIRO SEMESTRE	55
FIGURA 26: QUILOMETROS PERCORRIDOS NA ORDEM DE REPARO PARA GSFA- M07NO SEGUNDO SEMESTRE	55
FIGURA 27: VISÃO GERAL DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PM ²	56

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: DEFINIÇÃO DOS EIXOS E TERMOS DE BUSCA:	33
QUADRO 2: QUANTIDADE DE REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS - TERMO DE BUSCA.....	33
QUADRO 3: QUANTIDADE DE REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS - COMBINAÇÕES	34
QUADRO 4: PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO	36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Formulação do Problema	12
1.2. Justificativa.....	13
1.3. Hipótese	14
1.4. Objetivo do trabalho	15
1.5. Estrutura do trabalho	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1. A área de pós-venda nas organizações.....	17
2.1.1. Pós-venda na Indústria Automobilística.....	19
2.2. Mineração de Processos	20
2.2.1. Propósitos da mineração de processos	22
2.2.2. Conceitos Básicos.....	24
2.2.3. Ferramentas.....	25
2.2.4. Notações de Modelagem de Processos	25
2.2.5. Desafios da Mineração de Processos.....	27
3. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	29
3.1. Protocolo de Pesquisa.....	29
3.2. Pré-desenvolvimento.....	30
3.2.1. Identificação do Problema	30
3.2.2. Revisão Sistemática da Literatura	31
3.3. Desenvolvimento.....	38
3.3.1. Seleção da Metodologia	38
4. APLICAÇÃO	41
4.1. Preparação.....	41
4.1.1. Seleção de processos	43
4.1.2. Identificação das questões de pesquisa	43
4.1.3. Composição da equipe de projeto	43
4.2. Extração	44
4.2.1. Determinação do escopo.....	44
4.2.2. Extração dos dados do sistema.....	44
4.2.3. Adequação dos dados.....	45
4.2.4. Transferência de conhecimento do processo	48
4.3. Processamento de dados	48
4.4. Mineração e análise	49
4.5. Diagnostico e validação.....	56

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
6. CONCLUSÃO.....	61
6.1. PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

1. INTRODUÇÃO

O contexto contemporâneo empresarial é resultado de inúmeras transformações, que fizeram com que as empresas repensassem a forma de como elas entregam seus produtos ou serviços aos clientes. Assim, nesse atual cenário, as empresas são convocadas a adotarem melhores práticas, caso queiram se diferenciar em um mercado, que é marcado pela competitividade acirrada (MARTINS; SANTOS; CARVALHO, 2010).

Como bem explicita Falconi (2014), a qualidade no atendimento de pós-venda se mostra tão importante para o cliente, quanto a qualidade do produto ou serviço que foi a ele oferecido, servindo como diferenciação para o negócio em seu nicho de atuação no mercado.

Em Ahn e Sohn (2009), verifica-se que a percepção do pós-venda, como sendo uma oportunidade e vantagem competitiva para o negócio. Ela exige uma mudança de visão, deixando de lado a perspectiva que é tão comum no mercado centrada no produto, tratando o pós-venda como espécie de mal necessário, para uma visão mais centrada no cliente.

1.1. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

No pós-venda, conforme Kurata e Nam (2013), a aplicação de metodologias de análise de dados, pode fazer com que se identifiquem informações relevantes para corte de custos e geração de receitas para o setor. Desta maneira, contribui, para aprimorar o uso dos dados, expandindo as possibilidades analíticas em seu âmbito.

De acordo com Ahn e Sohn (2009), o universo de informações existentes quanto ao pós-venda é muito amplo, o que exige a adoção de técnicas que facilitem a análise de informações.

Ainda, conforme citam Little e Rubin (2014), com a grande quantidade de dados que uma empresa gera, oportuniza a realização de pesquisas aprofundadas e análises históricas de dados, refletindo resultados e interpretações importantíssimas para a predição de acontecimentos. Contudo, segundo esses mesmos autores, há um crescente interesse da indústria em monitorar os processos de negócios, incitando em seguir suas atividades mais de perto.

Desta maneira, o problema em questão a ser posto é: como aplicar uma

metodologia de mineração de processos que seja factível a área de serviço de pós-venda de concessionária de veículos?

1.2. JUSTIFICATIVA

Embora o processo de mineração trate do contexto organizacional dos processos de negócios, poucas pesquisas têm sido realizadas na análise de processos de negócios na perspectiva organizacional (SONG e VAN DER AALST, 2008).

Isso se estende no contexto da área de pós-venda, especificamente relacionada a indústria automotiva.

A inovação do projeto, com relação ao estado da arte, encontra-se em um ponto importante na aplicação em uma área ainda carente de pesquisas relacionadas a mineração de processos. Tal inovação, vai ao encontro do método adotado (Mineração de Processos), que é algo novo na literatura e vem sendo utilizado em diversas áreas do conhecimento. A mineração de processos permite o mapeamento das atividades de forma mais aderente ao que é efetivamente executado, em contraste com os modelos que utilizam os fluxos e processos idealizados pela gestão.

Neste contexto, Suriadi et al. (2013) e Van Eck, Leemans, Van der Aalst. (2015), relatam que a carência de metodologias de mineração de processos, específicas da área de pós-venda, faz com que a curva de aprendizado para que se possa desenvolver um projeto nessa área, torne-se muito complexa e trabalhosa. Além disso, poucas das metodologias para aplicação geral da mineração de processos encorajam, explicitamente, a análise iterativa e/ou a associação com o conhecimento tácito contido nas pessoas envolvidas no processo a ser estudado.

Com base nessas informações, o autor deste trabalho buscou palavras-chave citadas pelos clientes, informadas durante visitas à concessionária, e estas serão analisadas sob dois aspectos. A saber: os problemas mais encontrados nos veículos de acordo com a quilometragem apresentada e aonde estes problemas estão mais concentrados no que tange a plataforma e regiões do veículo. Para isso, foram utilizadas técnicas de estruturação de dados para uma adequação ao software DISCO®, que fará o processo de mineração e criação de gráficos.

É o caso da mineração de processos (do inglês: *process mining*), que consiste em uma análise lógica da evolução de determinado processo e das informações que

derivam dos acontecimentos que são nele catalogados. Por meio do uso desta técnica, busca-se descobrir padrões relativos à compreensão das relações estabelecidas entre atividades em determinado processo de negócio, conduzindo, assim, o gestor a uma melhor tomada de decisão (CHENG; KUMAR, 2015).

1.3. HIPÓTESE

Segundo Van Der Aalst et al. (2014), a mineração de processos é uma disciplina relativamente jovem, que se situa entre inteligência computacional e mineração de dados, de um lado, e modelagem e análise de processos, de outro lado.

Rojas et al. (2016) complementam que o seu principal objetivo é extrair conhecimento de dados, que foram gerados e armazenados em sistemas de dados corporativos, para criar logs de eventos. Segundo os mesmo autores, os logs de eventos são conjuntos de registros, em que todas as atividades executadas para uma instância de processo particular são registradas.

Song e Van Der Aalst (2008) já descreviam que o conhecimento adquirido dos logs é usado para descobrir, monitorar e melhorar processos reais.

Com isso, a aplicação de uma mineração de processos no pós-venda de uma empresa, pode revelar informações relevantes para a geração de receitas e corte de custos para o setor. Pois, nela podem ser analisadas as ações que o cliente tomou, em relação à empresa e como foi o desempenho do produto nas mãos do cliente em uma perspectiva temporal. Isso porque podem ser catalogadas revisões, correções de falhas e problemas no funcionamento do produto, sempre que o cliente buscar a empresa.

Porém, para a mineração de processos ser consistente, é preciso uma preparação dos dados prévia, pois muitas vezes os dados brutos contêm inconsistências, falta de informações ou informações não-úteis que interferem no processamento dos dados (DENG, 2014).

Para isso, diversos algoritmos e técnicas de tecnologia de informação são usados para estruturar os dados e prepará-los para a mineração de processos em si. Isso garante uma confiabilidade maior aos resultados e uma adaptação dos dados para softwares de mineração de processos, como o ProM® e o DISCO® (MANS et al., 2015).

Desta forma, este trabalho tem como hipótese que a metodologia de mineração

de processos pode gerar informação de qualidade, de forma a ajudar montadoras de veículos a melhorar seus produtos e elevar a satisfação do cliente. Com isso, pode-se gerar um modelo apto a ser expandido para outros tipos de empresa de bens de consumo e de serviços, como é o caso proposto no setor de pós-venda em concessionárias automotivas.

1.4. OBJETIVO DO TRABALHO

O objetivo geral deste trabalho é aplicar uma metodologia de mineração de processos, de maneiras sistêmica, no setor de pós-venda de concessionárias de veículos, que auxilie gestores na tomada de decisão.

Para atender o objetivo geral, esse foi subdividido em objetivos específicos. A saber:

- Selecionar metodologia de mineração de processos no âmbito geral, que possa ser aplicada à área de serviço de pós-venda de concessionária de veículos;
- Aplicar a metodologia selecionada;
- Avaliar a metodologia;
- Validar a aplicação da metodologia com uma aplicação de caso.

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

No primeiro capítulo foi abordada a introdução da pesquisa, incluindo contextualização, formulação do problema, justificativa, objetivos e a estrutura do trabalho aqui apresentada.

No segundo capítulo, é apresentada o referencial teórico, abordando conceitos e definições sobre temas principais da pesquisa e correlacionados. Temas como a área do pós-venda nas organizações e uma varredura em mineração de dados foram tratados.

O capítulo 3 traz a metodologia de pesquisa, caracterizando: um protocolo de pesquisa, a fase de pré-desenvolvimento e o próprio desenvolvimento foram abordados. É neste capítulo que se define a metodologia que será usada nesta pesquisa.

A aplicação do método está exposta no capítulo 4, onde foram divididas em 5

etapas, como: preparação, extração, processamento de dados, mineração e análise e, por fim, a mineração e análise.

No capítulo 5 é apresentado a análise dos resultados e discussões da aplicação do método.

Por fim, o capítulo 5 se destina às conclusões desta pesquisa e, também, propostas para trabalhos futuros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem como objetivo fornecer conceitos para o melhor entendimento da pesquisa, introduzindo os conceitos-chave e seus desmembramentos específicos. Os seguintes assuntos são abordados: pós-venda na indústria automobilística, mineração de processos e estruturação de dados.

2.1. A ÁREA DE PÓS-VENDA NAS ORGANIZAÇÕES

Os serviços de pós-venda desempenham um papel importante na satisfação do cliente com a empresa. Lovelock e Wirtz (2007) já descreviam que clientes satisfeitos e empresas lucrativas se reúnem quando produtos e serviços atendem ou superam as expectativas e necessidades dos clientes, tornando-os clientes fiéis da empresa.

No entanto, de acordo com Valerio (2018), nem todas as empresas podem ter sucesso nos processos de pós-venda, pois muitas vezes o foco é apenas convencer o cliente a comprar um produto. Por esse motivo, o mesmo autor cita quatro fatores que consideram cruciais para a solução dos problemas do pós-venda da melhor maneira possível. São eles:

Respostas rápidas e detalhadas: o gerenciamento rápido de chamadas é essencial para o serviço pós-venda. Caso contrário, a insatisfação tende a aumentar. Além disso, uma equipe deve ser capaz de responder às perguntas dos clientes em detalhes;

Agilidade na solução de problemas: quando uma reclamação ocorre devido a um problema do produto, a solução deve ser resolvida o mais rápido possível;

Manter contato mesmo após resolver problemas: é essencial que a empresa permaneça em contato com seus clientes, pois isso demonstrará o quanto eles estão preocupados com sua satisfação;

Conhecimento dos clientes: independentemente dos problemas que surgem, um dos aspectos mais importantes para tornar possível uma solução rapidamente é o conhecimento dos consumidores de uma empresa. Ou seja, é essencial que a empresa encontre ferramentas, sejam coleta de dados, informações nas redes sociais ou histórico de reclamações, que possam servir de base para um serviço cada vez

mais reativo.

Além do relacionamento com os clientes, também é importante enfatizar que existem desafios internos nas empresas que podem ajudar no desenvolvimento do setor de pós-venda, refletindo diretamente nas receitas. Kurata e Nam (2013) citam três problemas e soluções para melhorar os processos de pós-venda, que podem ser executados internamente, como: ausência de controle na movimentação de peças entre a fábrica e o pós-venda, sobreposição de atrasos (na realização das atividades) e funções (dos colaboradores) e ausência de monitoramento dos processos de revendedores ou concessionárias.

Em relação à ausência de controle na movimentação de peças entre a fábrica e o pós-venda, destacam Kurata e Nam (2013) que as peças utilizadas pelos setores de serviços não são adequadamente controladas pela empresa, com consequente perda ou falta de peças em um ou nos dois canais. A solução apresentada pelos autores consiste na implementação de controle da rastreabilidade das peças, registro de todos os movimentos e inclusão do setor de pós-vendas na cadeia de suprimentos da empresa.

Já quanto à sobreposição de atrasos e funções, sustentam que, se os mesmos técnicos de pós-venda também tiverem a obrigação de gerar faturas ou outras tarefas burocráticas, como catalogar ou preencher formulários, isso pode levar a atrasos no atendimento ao cliente, uma vez que o tempo gasto nessas atividades poderiam ser usadas para resolver outras reclamações. A solução apresentada pelos autores Kurata e Nam (2013), consiste na contratação de funcionários para os departamentos administrativos do mercado de reposição responsáveis por tarefas mais burocráticas, permitindo que os técnicos dediquem seus serviços à reparação e tratamento de reclamações.

Em relação à ausência de monitoramento dos processos de revendedores ou concessionárias, Kurata e Nam (2013) ainda destacam que o setor de pós-venda não efetiva controle da inserção de dados nos sistemas de informação da empresa ou as informações não são gerenciadas corretamente. Como resultado, a empresa sofre com a falta de informações específicas de pós-venda, dificultando o controle. A solução apresentada pelos autores consiste no treinamento dos funcionários do setor para usar os sistemas de informações da empresa para registrar todos os serviços prestados. Isso gerará informações críticas para os relatórios de desempenho, além

de ajudar a detectar problemas, reverter situações erradas e aumentar os lucros.

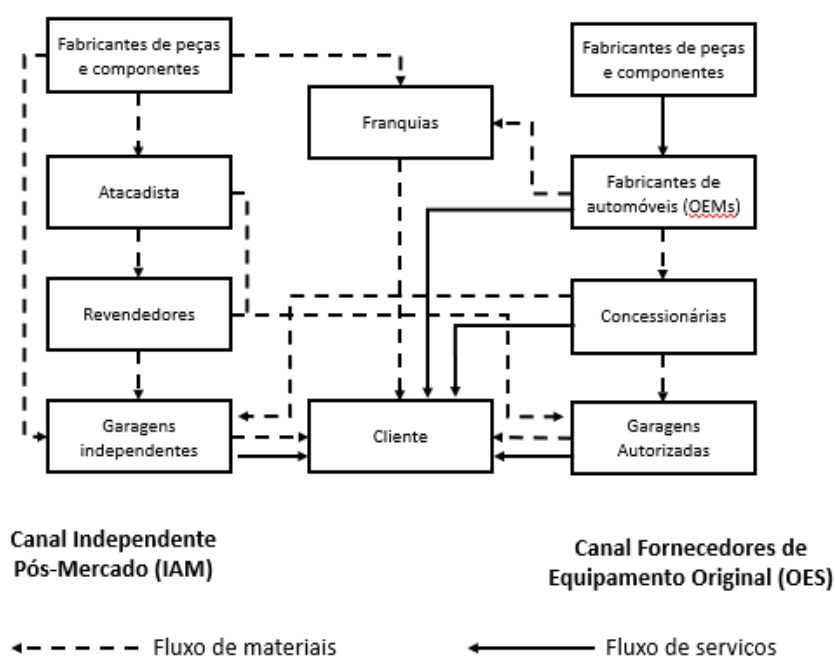
2.1.1. Pós-venda na Indústria Automobilística

Segundo Dombrowski et al. (2014), o dinamismo do setor automobilístico, aliado ao alargamento dos mercados, às mudanças nas posições estratégicas dos fornecedores, a introdução de novas regras e a difusão da internet, vêm impactando em grande escala as configurações do pós-venda dessas organizações.

A relevância dos serviços de pós-venda é demonstrada pelos lucros que eles geram, frequentemente maior do que os obtidos pelos processos de venda, podendo chegar a ser quatro ou cinco vezes maior do que o mercado de produtos (BUNDSCHUH; DEZVANE, 2003).

Atualmente, além das tradicionais concessionárias e revendedores de peças autorizadas, novos canais e participantes dessa cadeia de pós-venda se desenvolveram, expondo uma competitividade no setor. A Figura 1 mapeia a cadeia de serviços do pós-venda e seus principais atores.

FIGURA 1: CADEIA DE SERVIÇOS DO PÓS-VENDA NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA



Fonte: Giardelli et al (2007)

De acordo com a Figura 1, fabricantes de peças e componentes comercializam

peças individuais de suas próprias marcas, ambos para canais não autorizados (oficinas independentes, revendedores de peças, auto elétricas, borracharias) e para revendedores autorizados e concessionárias.

As montadoras produzem e comercializam os veículos para as concessionárias. Elas geralmente compram peças de fornecedores e as distribuem entre a rede de assistência autorizada. Em seguida, o consumidor final compra o produto e pode requerer alguma assistência de pós-venda.

Os centros de assistência são responsáveis pela reparação dos produtos. Diversos canais podem ser identificados: os autorizados (através de acordos contratuais) a vender e reparar (concessionárias), ou apenas a reparar (oficinas autorizadas), os genéricos (oficinas independentes), os especializados (borracharias, auto elétricas, etc.) e os de serviço rápido (independentes ou autorizados) especializados em lidar com reparos menores. Na maioria dos casos, somente concessionárias e oficinas autorizadas mantêm uma relação de parceria contínua com as montadoras (GAIARDELLI et al., 2007).

2.2. MINERAÇÃO DE PROCESSOS

A mineração de processos é uma técnica que bem serve aos esforços da empresa de tratamento e análise dos dados de que dispõe. Van Der Alst (2016) define que é a área de pesquisa, na qual o principal objetivo é a extração de informações sobre o comportamento dos processos de negócios do log¹ de eventos, os quais são registrado pelos sistemas de informação dentro da organização. Esses podem ser armazenados tanto em tabelas de banco de dados como em logs de mensagens, arquivos de e-mail, entre outras fontes.

A mineração de processos (do inglês: *process mining*), é uma disciplina localizada entre o aprendizado de máquina (do inglês: *machine learning*) e mineração de dados (do inglês: *data mining*), e a modelagem de processos e análise. Esta técnica busca descobrir, monitorar e otimizar processos através dos dados extraídos dos sistemas atuais.

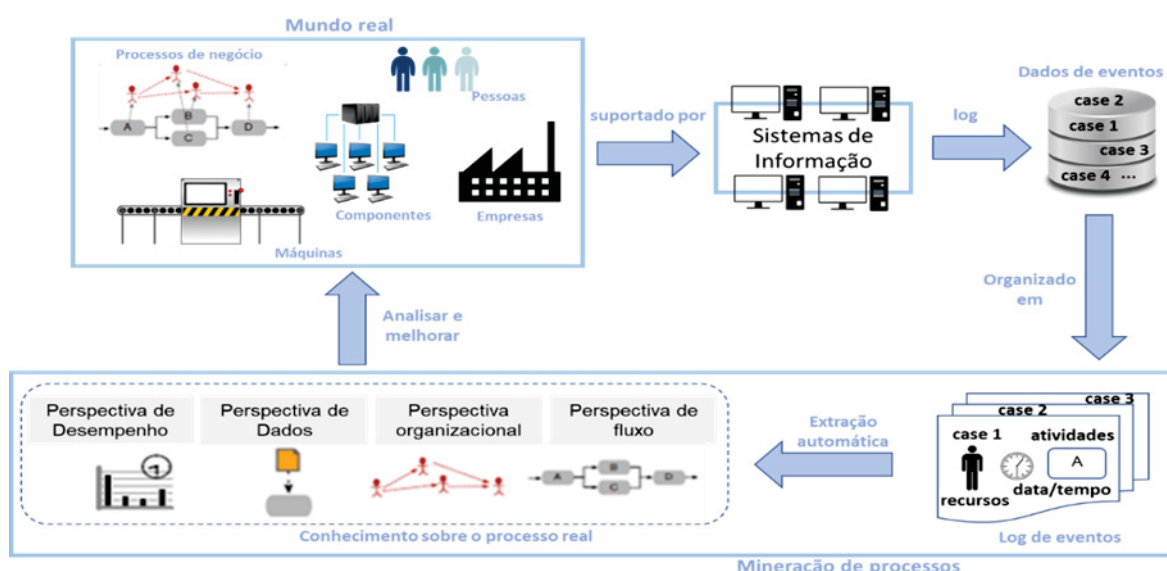
Segundo Van Der Alst (2012), a mineração de processos pode ser classificada em três grupos. A saber:

¹ Log é um registro completo de um período ou um evento (VAN ECK, 2015)

- **Descoberta:** é a técnica leva em consideração um registro de eventos e produz um modelo, sem que haja a necessidade de qualquer informação adicional;
- **Conformidade:** onde o modelo do processo existente é comparado com um registro de eventos. Assim, através da verificação de conformidade pode-se analisar se os acontecimentos estão de acordo com os registros armazenados, sendo possível detectar, localizar e explicar os desvios existentes no processo;
- **Aprimoramento:** a qual esta técnica busca estender ou aperfeiçoar o modelo do processo, através das informações geradas no decorrer dos eventos.

É possível ainda abordar a mineração de processos através de perspectivas segundo Aalst (2016). A Figura 2 apresenta as quatro perspectivas obtidas a partir do uso da mineração de processos.

FIGURA 2: PERSPECTIVAS OBTIDAS COM O USO DA MINERAÇÃO DE PROCESSOS



Fonte: Santos; Neumann (2019).

Verifica-se na Figura 2 uma visão geral do ciclo de aplicação da mineração de processos, os quais sistemas existentes no mundo real geram e registram logs nos sistemas de informação. Esses logs incluem informações sobre as instâncias dos processos, atividades realizadas, tempos, recursos (pessoas), dentre outras. Ainda, segundo Van der Aalst (2016), o uso da mineração de processos então se utiliza desses logs para extrair as quatro perspectivas descritas a seguir:

Perspectiva de fluxo, a qual se concentra no processo e na ordenação das atividades. O propósito desta perspectiva é encontrar uma boa caracterização de

todos os caminhos possíveis, por exemplo, expressando-os em termos de uma rede de Petri² ou alguma outra notação, tal como o *Business Process Model Notation* (BPMN) ou o *Event-driven Process Chain* (EPC). Esta perspectiva permite à organização identificar não somente fluxos padrões, geralmente descobertos através do mapeamento tradicional, mas também fluxos raros existentes na prática e difíceis de serem identificados com técnicas manuais de mapeamento.

Perspectiva organizacional, que foca em informações sobre os recursos presentes no log, ou seja, quais atores (pessoas, sistemas, funções ou departamentos) estão envolvidos e como eles se relacionam. O propósito é estruturar a organização por meio da classificação de pessoas em termos de funções e unidades organizacionais ou para mostrar a rede social (*handover* de trabalhos, por exemplo).

Perspectiva de dados, concentra-se nas propriedades ou atributos associados as instâncias (cases) do processo. Uma instância pode ser caracterizada pelo caminho no processo ou pelos “atores” que trabalham nele. No entanto, cases pode também ser caracterizados pelos valores dos seus elementos de dados. Por exemplo, se um case representa um pedido de reposição, pode ser interessante conhecer o fornecedor ou o número de produtos encomendados.

Perspectiva de tempo, que está preocupada com o momento e a frequência dos eventos. Quando os eventos registram *timestamps*³ é possível identificar gargalos, medir os níveis de serviço, monitorar a utilização dos recursos, e prever o tempo restante das instâncias em execução.

Tais informações podem ser usadas para auxiliar no desenvolvimento e implementação de novos sistemas. Esses suportam a execução de processos de negócios, servindo também, para apoiar melhorias, a auditoria ou análise de processos existentes, bem como para eliminar desperdícios em um ambiente da organização (VAN ECK, LEEMANS, VAN DER AALST., 2015).

2.2.1. Propósitos da mineração de processos

A ideia geral da mineração de processos está ilustrada na Figura 3. A partir

² Rede de Petri é uma técnica de modelagem que permite a representação de sistemas, utilizando como alicerce uma forte base matemática. Essa técnica possui a particularidade de permitir modelar sistemas paralelos, concorrentes, assíncronos e não-determinísticos (MACIEL, 1996).

³ Timestamp é um registro digital da hora de ocorrência de um determinado evento (VAN ECK, 2015).

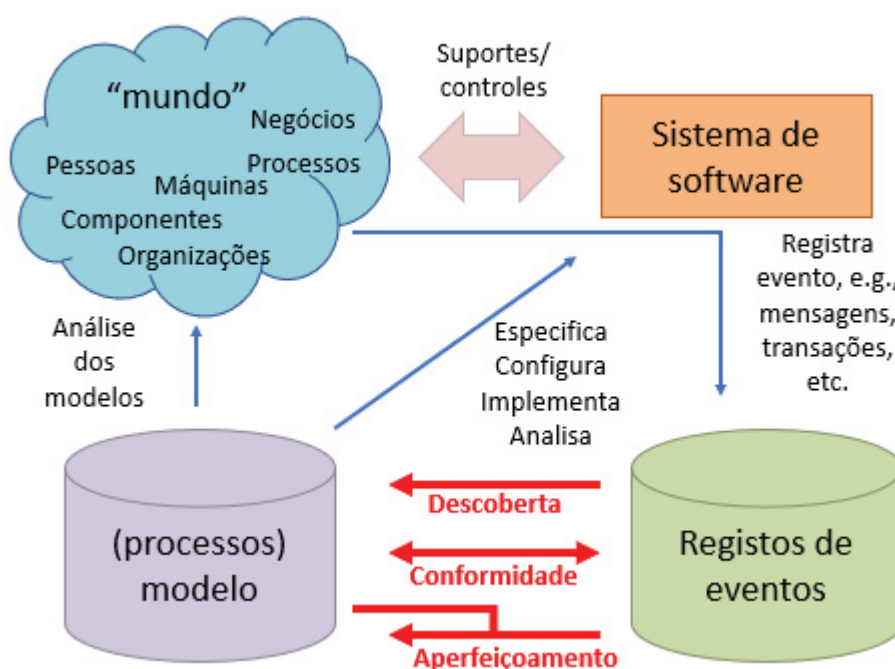
dela é possível perceber que as técnicas de mineração de processos podem ser utilizadas em três diferentes propósitos: descoberta, conformidade e melhoria. Segundo Van Der Aalst (2011) as definições desses propósitos são:

Descoberta: geração de um modelo a partir dos logs de eventos, descobrindo não apenas o fluxo do sistema, mas também os modelos organizacionais;

Conformidade: verifica um processo através da comparação entre o modelo do processo atual e o log de eventos desse processo e identificar e quantificar variações. Em relação a este tópico, Rozinat e Van Der Aalst (2008) complementam que essa mineração é utilizada para garantir que os processos de negócios, operações e práticas estejam dentro das especificações, revelando os pontos em que o processo se desvirtua, e os destacando para uma futura modificação;

Melhoria: tem como objetivo estender ou aprimorar o modelo de processo existente a partir de informações recuperadas do log de eventos.

FIGURA 3: OS TRÊS TIPOS DE MINERAÇÃO DE PROCESSOS



Fonte: Adaptado de Van Der Aalst (2011)

Além dos três tipos de mineração de processos citados, outros propósitos são mencionados por Buijs (2010), como:

- Desempenho: tem como objetivo permitir a visualização e análise do desempenho das atividades realizadas nos processos, que podem ser medidas através de indicadores de tempo, custo ou qualidade;
- Rede social: permite analisar a rede social envolvida com o processo, caracterizando a densidade da rede, as distâncias sociais entre os recursos, casos de recursos ligados a outros ou recursos isolados;
- Regra de negócio: permite validar se alguma regra de negócio específica está sendo seguida de fato;
- Predição: tem como objetivo prever o que pode acontecer em futuros casos baseados em dados históricos de eventos.

Esses propósitos tornam possível a descoberta, diagnóstico, monitoramento e melhoria dos processos, ao extrair valiosos conhecimentos a partir de dados reais que são recuperados diretamente dos sistemas de informação envolvidos (VAN DER AALST, 2016).

2.2.2. Conceitos Básicos

Alguns conceitos básicos são citados por Van Der Aalst e Van Hee (2012), como sendo aplicáveis a todos os processos no escopo da mineração de processos, são eles:

- Tarefa: é uma unidade lógica do trabalho que é realizada por um recurso. Não necessariamente o recurso executa integralmente a tarefa, mas ele é o responsável por ela;
- Recurso: é o nome genérico de uma pessoa, máquina, grupo de pessoas ou máquinas que são designadas tarefas para que executem;
- Atividade: é a execução de uma tarefa por um recurso;
- Caso: é o elemento que é produzido ou modificado num trabalho. Também pode ser referenciado como serviço, produto ou item. Cada caso tem uma identidade única, além de ter um tempo de vida limitado;
- Timestamp: é uma marca temporal que expõe a hora ou data em que a atividade ocorreu;

- Processo de negócio: consiste de um número de tarefas e um conjunto de condições que determina a ordem das mesmas. Um processo também pode ser chamado de procedimento;
- Roteamento: é o caminho ao longo dos ramos em particular de um processo, determinando quais tarefas devem ser realizadas, e em qual ordem, considerando que, no geral, pode existir mais de um caminho.

2.2.3. Ferramentas

Dentre as ferramentas na área de mineração de processos, três têm destaques especiais. A saber:

ProM: é uma ferramenta gratuita e de código-fonte aberto, consistindo de um framework que permite acoplar plug-ins desenvolvidos por terceiros para diferentes finalidades, entre elas: visualização gráfica de processos, algoritmos de mineração e ferramentas de análise. O framework incentiva uma abordagem única de arquitetura, de tal forma que os usuários utilizem uma interface genérica para operar todo o conjunto de algoritmos de modelagem e mineração de processos (VAN DER AALST, 2016);

DISCO®: é uma ferramenta comercial que vem ganhando destaque. Uma característica relevante é que não há necessidade de decidir qual algoritmo de mineração deve ser usado, simplificando o uso e eliminando a diversidade de diferentes notações de modelos gerados pela mineração (VAN DER AALST, 2016);

XESame: é uma ferramenta gratuita e de código-fonte aberto, que serve para converter e mapear logs de eventos gerados por sistemas de informação, a partir de um banco de dados relacional, para um formato mais apropriado para a mineração de processos (BUJJS, 2010).

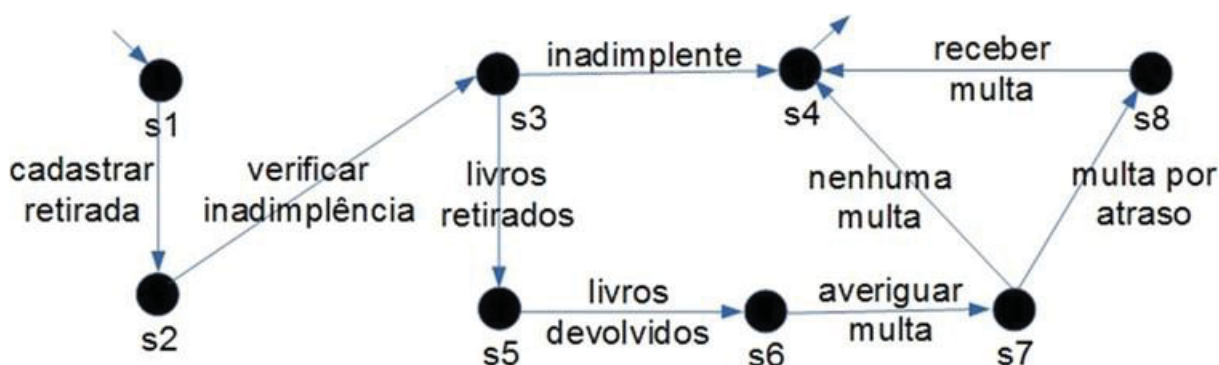
2.2.4. Notações de Modelagem de Processos

Van der Aalst (2011) descreve algumas notações básicas existentes na área de mineração de processos que podem ser visualizados a seguir.

Sistema de Transição consiste em estados e transições. A Figura 4 mostra um

sistema de transição consistindo em oito estados. Ele modela o tratamento de retirada e devolução de livros numa biblioteca. Existe um estado inicial rotulado s1 e um estado final rotulado s4. Cada estágio possui um único rótulo, que serve apenas como identificador e não possui nenhum significado. Cada transição conecta dois estados com um arco e possui um rótulo que representa o nome da tarefa correspondente.

FIGURA 4: EXEMPLO DE SISTEMA DE TRANSIÇÃO

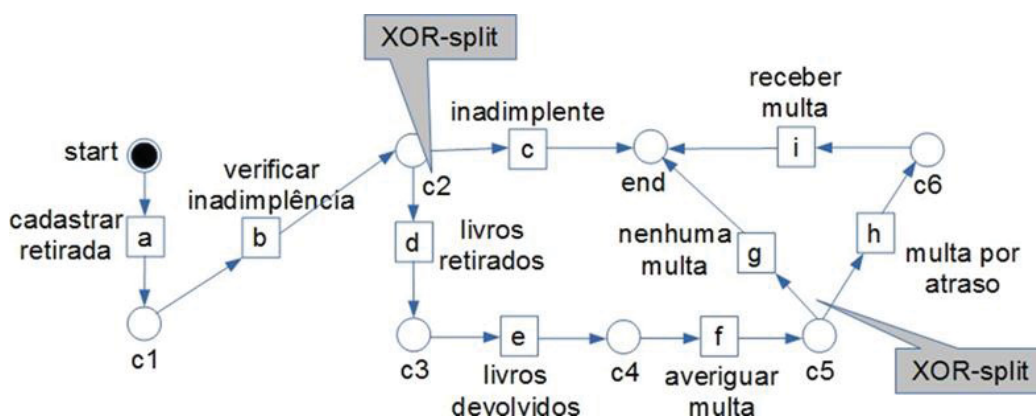


Fonte: Van Der Aalst (2011)

Redes de Petri é uma das linguagens de processo mais antiga, que permite modelar e analisar os processos através do formalismo, já que previne ambiguidades, incertezas e contradições (Van der Aalst e Van Hee, 2012). Possui um único ponto de entrada, um único de saída, cada lugar (componente passivo) representa uma condição e cada transição (componente ativo) uma tarefa. A estrutura da rede é fixa, mas os *tokens* podem fluir através dela por regras de acionamento.

A Figura 5 mostra uma rede de Petri para o mesmo exemplo da biblioteca. Uma transição fica habilitada se todas as suas entradas possuem tokens.

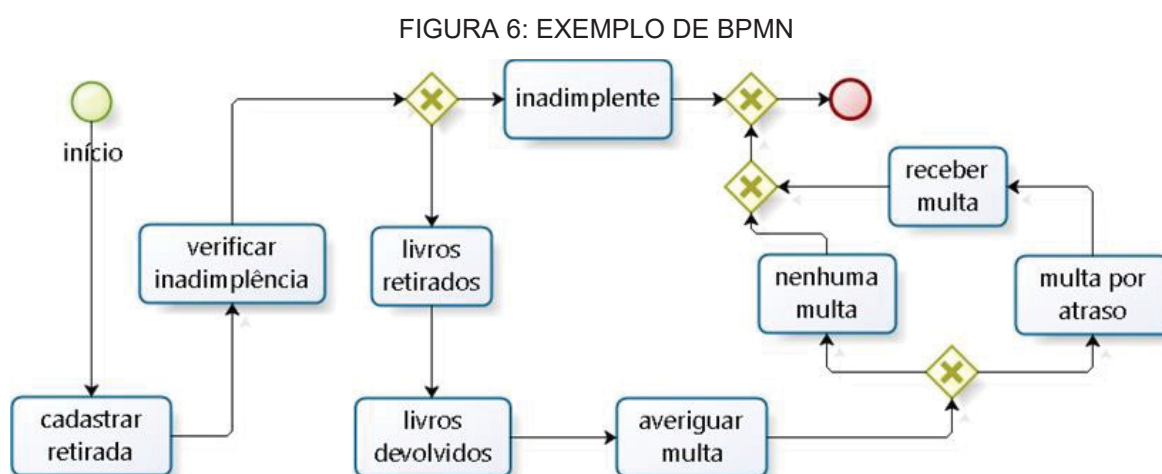
FIGURA 5: EXEMPLO DE REDE DE PETRI



Fonte: Van der Aalst (2011)

Analisando a Figura 5 percebe-se que ao executar ou acionar uma transição habilitada, um *token* de cada entrada é consumido e é produzido um *token* em cada saída.

BPMN (*Business Process Management Notation*) é uma das linguagens mais usadas recentemente para a modelagem de processos de negócio. Ela é suportada por muitos desenvolvedores de ferramentas de modelagem e foi padronizada pela OMG (*Object Management Group*). Consiste basicamente de atividades atômicas chamadas tarefas, *gateways* que definem lógica de execução de eventos, parecidos com posições nas redes de Petri, mas com condições especiais de entrada e/ou saída. A Figura 6 mostra um modelo BPMN para o mesmo exemplo da biblioteca.



Fonte: Van der Aalst (2011)

2.2.5. Desafios da Mineração de Processos

Segundo Mariscal et al. (2010), a mineração de processos, embora tenha ganhado uma crescente importância no setor empresarial, não é implementada de uma forma trivial. Nos campos de mineração de dados, estão sendo aplicados esforços na construção de metodologias que auxiliem as organizações em seus projetos de mineração.

Van Eck, Leemans, Van der Aalst (2015) complementam que a função dessas metodologias são de guiar o planejamento e a execução dos projetos visando uma economia de tempo e custos, resultando também em um melhor entendimento e aceitação dos projetos de mineração.

Contudo Van der Aalst (2011) descreve que vários obstáculos e desafios incidem na disciplina de mineração de processos, em especial na fase de pré-análise dos dados. Alguns, em particular, são mais comuns e frequentes, e foram esboçados pelo próprio autor. A saber:

- Ruído: dados de logs armazenados podem estar incorretos ou incompletos, provocando problemas quando são minerados;
- Tarefas escondidas: tarefas que existem, mas não podem ser encontradas nos dados;
- Tarefas duplicadas: ocorrem quando dois nós de processo se referem ao mesmo modelo de processo;
- Fluxos de escolhas controladas: escolhas ao longo do processo que dependem de escolhas feitas em outras partes do modelo;
- Loops de mineração: loops em que um ou mais eventos são executados várias vezes;
- Processos concorrentes: processos que ocorrem ao mesmo tempo;
- Pesquisa local/global: estratégias locais restringem o espaço de busca, mas são menos complexas. Já estratégias globais são complicadas, mas tem uma maior chance de encontrar uma solução ótima;
- Perspectivas diferenciadas: eventos com informações adicionais que permitem gerar diferentes perspectivas de mineração e análise dos dados.

Conforme o exposto até aqui, conclui-se o capítulo 2 desta pesquisa, com os principais temas relevantes abordados e que serão utilizados nos próximos capítulos, principalmente o tópico relacionado à mineração de processos, sua relevância no cenário empresarial atual e benefícios de sua aplicação. O desafio a ser tratado nos próximos capítulos é, justamente, como a mineração de processos pode ser uma ferramenta de auxílio para a resolução de problemas relacionados a veículos na área de serviço de pós-venda de concessionárias.

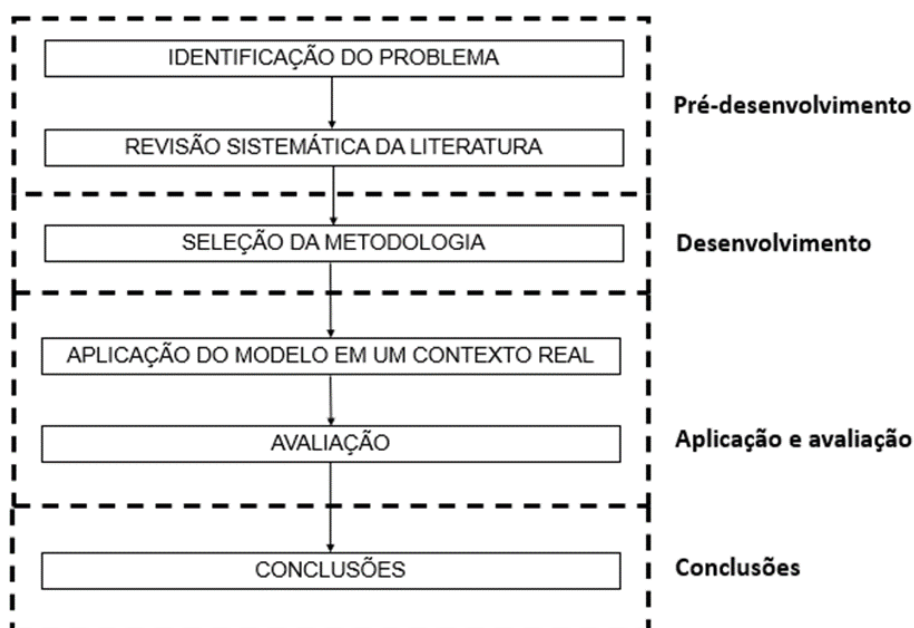
3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste capítulo são apresentados os procedimentos e parâmetros que foram utilizados para o desenvolvimento da pesquisa de modo a atingir os objetivos.

3.1. PROTOCOLO DE PESQUISA

De modo a atingir os objetivos definidos para a pesquisa, foi elaborado um protocolo para sua condução. O modelo base foi extraído de Dresch (2013) e teve modificações pontuais para adequar-se ao contexto e aos objetivos propostos. A sequência e métodos adotados estão apresentados na Figura 7.

FIGURA 7: MODELO BASE DE PROTOCOLO DE PESQUISA



Fonte: Adaptado de Dresch (2013)

Nessa fase inicial da pesquisa denominada “Pré-desenvolvimento”, foram executadas ações para que o problema de pesquisa pudesse ser definido e delimitado. A primeira ação dessa fase foi a “identificação do problema”. Nessa etapa foi necessário justificar porque é importante estudar tal problema. A partir da justificativa, o problema deve ser compreendido de forma clara e objetiva.

Em seguida, há a etapa de “Revisão Sistemática da Literatura”. Esta revisão busca proporcionar apoio no processo de explorar problemas similares aos que se

está tentando ser solucionado. Ela fornece subsídios para que seja feita a identificação, avaliação e interpretação de toda a pesquisa disponível e relevante para responder uma determinada pergunta de pesquisa, tópico ou fenômeno (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007).

A metodologia adotada foi o PROKNOW-C para a elaboração de uma revisão sistemática da literatura. Assim, pode-se apresentar a relevância da utilização da mineração de processos na área de pós-venda de automóveis (ENSSLIN et al, 2010).

Na fase posterior do protocolo de pesquisa denominado “Desenvolvimento”, na primeira etapa, denominada de “Seleção da Metodologia”, que buscou-se a seleção da metodologia apropriada para a mineração de processos. Essa busca foi interpretada com o olhar do contexto da área de pós-venda da indústria automotiva, para que pudesse ser consolidada e apresentada, na forma de uma metodologia de aplicação, na área em questão.

Com a metodologia definida, seguindo a sequência do protocolo de pesquisa, foi realizada a etapa de “Aplicação e avaliação”. Tal etapa foi realizada em uma indústria automobilista, utilizando dados da sua rede de concessionárias de venda e manutenção de veículos.

Por fim, foi realizada etapa de “Conclusão” e consolidação dos achados e feitos sugestões para trabalhos futuros.

3.2. PRÉ-DESENVOLVIMENTO

Nessa fase inicial, seguindo a primeira etapa da metodologia proposta por Dresch (2013), foram desenvolvidas ações para que o problema de pesquisa possa ter seu escopo definido e delimitado, iniciando-se pela etapa de pré-desenvolvimento.

3.2.1. Identificação do Problema

Na ação de “identificação do problema”, pôde-se estabelecer uma conexão com o que foi descrito na seção de justificativa, em que a mineração de processos na área de pós-venda carece de normatização e sistematização. Mesmo contemplando diversas ferramentas e algoritmos, não possui uma padronização adequada para sua replicação. Esse fator age negativamente na curva de aprendizado de processos de mineração. Dessa forma, o problema identificado vai ao encontro dos objetivos de

pesquisa. A saber: “Falta de normatização e sistematização da metodologia em processos de mineração de processos na área de pós-venda de concessionárias da indústria automotiva”.

3.2.2. Revisão Sistemática da Literatura

Para este estudo, como instrumento metodológico, foi utilizada a ferramenta *Proknow-C* (*Knowledge Development Process - Constructivist*), sistematizado por Ensslin e Ensslin (2007) e Ensslin et al. (2010). Esse método surgiu de esforços empreendidos desde 1994 para investigação do tema “Avaliação do desempenho organizacional como ferramenta de apoio à decisão” a partir da Metodologia Construtiva de Tomada de Decisão (MCDA-C), em termos práticos e teóricos, que produziu mais de 30 publicações internacionais no início dos anos 2000.

A partir dessa estrutura, que mostra que a pesquisa atendeu aos padrões científicos internacionalmente adotados, entendeu-se que os materiais que compunham a base de revisão avançada de suas publicações, poderiam sofrer questionamento sobre o alinhamento e a relevância do conteúdo em relação ao objetivo e à abrangência da pesquisa. Esse fato fez com que se notasse a ausência de um processo estruturado para selecionar e analisar literatura científica (ENSSLIN; ENSSLIN, 2007; ENSSLIN et al, 2010).

Assim, a partir de 2005, pesquisadores estabeleceram uma linha de pesquisa para preencher essa lacuna. Foi desenvolvido um processo capaz de realizar pesquisas com escopo limitado, processo estruturado e atenção prestada pelos pesquisadores. Em 2010 foi nomeado o método como *ProKnow-C*, estabelecendo-o como um processo de desenvolvimento de conhecimento para atender às solicitações de registro e originalidade (ENSSLIN; ENSSLIN, 2007; ENSSLIN et al, 2010). Sabe-se ainda que em 2012, o *ProKnow-C*, consolida-se como um processo de mapeamento do conhecimento, com base nos limites, na percepção do tema e nas motivações do pesquisador.

Importante salientar que uma finalidade relevante do instrumento *Proknow-C* é a identificação de oportunidades de pesquisa. Através do conhecimento sistemático da literatura em determinado campo científico. Sendo possível verificar se a literatura

está sedimentada e/ou saturada, ou ainda, se existem aspectos a serem reforçados ou preenchidos pela pesquisa atual ou futura.

Esse processo, de acordo com Ensslin (2017) e Ensslin et al. (2010) abrange quatro fases distintas:

1. seleção de artigos já publicados sobre o tema pesquisado;
2. análise bibliométrica dos resultados;
3. Avaliação dos resultados e análise sistêmica;
4. definição da questão de pesquisa e do objetivo de estudo.

Essas quatro fases, sequencialmente realizadas, permitem a análise bibliométrica das publicações (principais documentos, autores, periódicos, etc.) e também a análise qualitativa do conteúdo dos documentos identificados. Isso possibilita o avanço do debate teórico no campo de interesse.

3.2.2.1. Seleção de artigos já publicados sobre o tema pesquisado

Como já mencionado, a metodologia de seleção do referencial bibliográfico utilizada foi o *ProKnow-C*. Ela consiste em uma série de procedimentos sequenciais, iniciando pela definição do mecanismo de busca de artigos científicos a ser utilizado. Em seguida por uma série de procedimentos até atingir a fase de filtragem e seleção do portfólio bibliográfico relevante acerca do tema (ENSSLIN et al., 2010).

Para este estudo foi utilizada as bases de dados SCOPUS *Elsevier*, *Science Direct* e *Web of Science*, acessadas pelo Portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A motivação para definição destas bases foi a relevância com o tema pesquisado. Estas bases têm ampla abrangência, indexando mais de 40.500 periódicos de 5 mil editores nacionais e internacionais, datados a partir de 1960.

O período de buscas se estendeu entre os dias 15 de abril a 30 de agosto de 2020. Inicialmente, definiu-se os eixos de pesquisa, isto é, o tema que determina a pesquisa a ser realizada, estipulando-se as palavras-chave utilizadas nos mecanismos de busca. Nas fases posteriores do processo, verifica-se a aderência das palavras selecionadas, isto é, se estão conseguindo discriminar os artigos científicos referentes à área de pesquisa.

O processo de seleção do banco de artigos, portfólio bibliográfico, inicia-se com a definição dos eixos de pesquisa, através da percepção em relação ao tema. A

seguir, etapa decisiva é a definição dos termos de busca (*strings*). Esses, após escolhidos podem ser utilizados individualmente ou conjuntamente, caso o tema contemplar mais de um eixo de pesquisa. De forma complementar, os resultados obtidos em cada base de dados podem ser exportados para um *software* de gerenciamento bibliográfico, a fim de facilitar a manipulação e padronizar as informações.

Neste estudo, foram definidos dois eixos alinhados com o objetivo de fazer uma revisão de literatura sobre diferentes aplicações do conceito de mineração de processos. O primeiro eixo está relacionado à contextualização geral sobre o tema “Análise de Dados”, com o propósito de maximizar o retorno de artigos potenciais em diferentes áreas que possam agregar à construção do conhecimento, utilizando as expressões: “*Process Mining*”, “*Data Mining*” e “*Machine Learning*”. O segundo eixo, voltado ao tema nível e qualidade de serviços, direciona-se as vertentes relacionadas ao pós-venda, utilizando como componentes de pesquisa os termos “*After-sales*”, “*Customer Complaint*” e “*Customer Satisfaction*”, pois busca-se entender a percepção do cliente em relação a qualidade do serviço ou produto adquirido. Em cada eixo foram utilizados termos de busca próprios, conforme Quadro 1.

QUADRO 1: DEFINIÇÃO DOS EIXOS E TERMOS DE BUSCA:

Eixo 1: Análise de Dados	Eixo 2: Nível e Qualidade de Serviços
<i>Process Mining</i>	<i>After-sales</i>
<i>Machine Learning</i>	<i>Customer Complaint</i>
<i>Data Mining</i>	<i>Customer Satisfaction</i>

Fonte: O Autor (2021)

Utilizados os termos de busca de forma isolada foram identificadas referências conforme o Quadro 2.

QUADRO 2: QUANTIDADE DE REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS - TERMO DE BUSCA

Termos de busca	Quantidade de referências
<i>Machine Learning</i>	118.444
<i>Data Mining</i>	84.612
<i>Customer Satisfaction</i>	9.733
<i>Process Mining</i>	2.088
<i>After-sales</i>	507
<i>Customer Complaint</i>	467
Total	215.851

Fonte: O Autor (2021).

Por sua vez, utilizados os termos de busca de forma combinada, identificou-se referências, conforme o Quadro 3.

QUADRO 3: QUANTIDADE DE REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS - COMBINAÇÕES

Termos de busca	Quant. de referências
<i>Data Mining & Customer Satisfaction</i>	329
<i>Machine Learning & Customer Satisfaction</i>	149
<i>Data Mining & Customer Complaint</i>	30
<i>Machine Learning & Customer Complaint</i>	17
<i>Data Mining & After-sales</i>	16
<i>Process Mining & Customer Satisfaction</i>	16
<i>Machine Learning & After-sales</i>	4
<i>Process Mining & Customer Complaint</i>	2
<i>Process Mining & After-sales</i>	0
Total	563

Fonte: O Autor (2021).

Considerando que o objetivo da pesquisa é verificar o uso da Análise de Dados dentro do tema Nível e Qualidade de Serviços, optou-se pela utilização dos resultados obtidos através da combinação dos termos de busca dos dois eixos. Desta forma, a quantidade total de referências bibliográficas que comporão inicialmente o banco de artigos/portfólio bibliográfico, possui um total de **563 resultados**.

A este recorte inicial foram aplicados critérios de inclusão e exclusão, conforme segue.

i. Critérios de inclusão:

a) tipo de publicação: artigos científicos;

b) recorte temporal: documentos publicados entre os anos de 2014 e 2020, para manter a atualidade dos resultados;

c) idioma da publicação: português e inglês.

ii. Critérios de exclusão foram alguns. A saber:

a) exclusão por área de afinidade (*subject area*) da publicação: para este estudo selecionou-se as áreas de Engenharia, Negócios, Gerenciamento e Contabilidade (*Engineering, Business, Management and Accounting*);

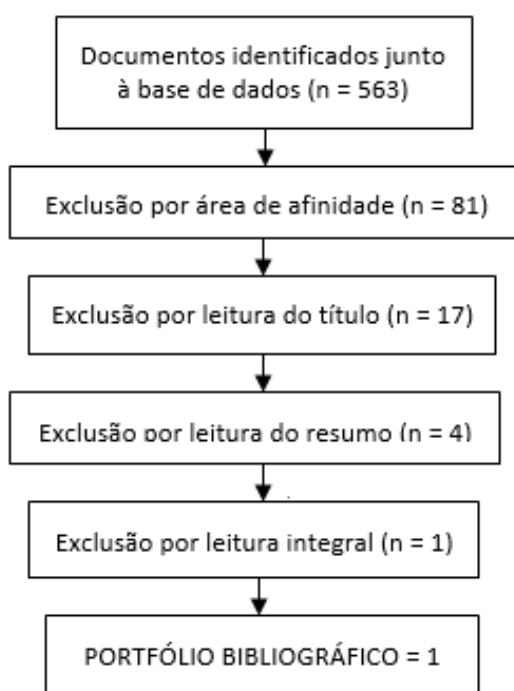
b) leitura dos títulos dos artigos: exclusão de artigos não alinhados ao tema de pesquisa após leitura do título;

c) leitura dos resumos: exclusão de artigos não alinhados ao tema de pesquisa após leitura dos resumos;

d) alinhamento do conteúdo: após a leitura integral dos artigos, exclusão daqueles não alinhados ao tema de pesquisa.

Aplicados os critérios de inclusão e exclusão, foram obtidos os seguintes resultados, conforme Figura 8.

FIGURA 8: FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DE FILTRAGEM



Fonte: O Autor (2021)

De forma resumida, as informações relevantes do artigo identificado constam no Quadro 4. Nota-se que apenas uma única referência foi encontrada após as aplicações dos filtros, com base na metodologia *ProKnow-C*.

QUADRO 4: PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO

Nº	Título	Autor	Objetivo	Método utilizado	Conclusão	Ano
1	Machine learning-based anomaly detection via integration of manufacturing, inspection and after-sales service data	Taehoon Ko, Je Hyuk Lee, Hyunchang Cho and Sungzoon Cho	Integrar dados de fabricação, inspeção e pós-venda para fazer uso total dos algoritmos de aprendizado de máquina para estimar a qualidade dos produtos de forma supervisionada	Pesquisa científica de abordagem quantitativa	Ao empregar modelos de detecção de anomalias baseados em aprendizado de máquina, resultados experimentais mostram que o método proposto pode detectar peças defeituosas com uma alta probabilidade antes de serem enviadas aos clientes.	2017

Fonte: O Autor (2021)

3.2.2.2. Avaliação dos resultados

Identificado o portfólio bibliográfico de acordo com a metodologia Proknow- C, nesta etapa é feita uma revisão do artigo identificado através dos critérios de inclusão e exclusão, como: “*Machine learning-based anomaly detection via integration of manufacturing, inspection and after-sales service data*”. O objetivo do artigo descrito por Ko et al (2017) é integrar dados de serviços de fabricação, inspeção e pós-venda para fazer pleno uso dos algoritmos de aprendizado de máquina, para estimar a qualidade dos produtos de maneira supervisionada. As estruturas e métodos propostos são aplicados aos dados reais associados à motores de máquinas pesadas.

Ainda, segundo Ko et al (2017), empregando modelos de detecção de anomalias baseados em aprendizado de máquina, é calculada uma pontuação dessas anomalias para cada mecanismo. Resultados experimentais mostram que o método proposto, pode detectar motores defeituosos com alta probabilidade, antes de serem enviados.

Através da integração de dados, a qualidade real percebida pelo cliente no serviço de pós-venda é vinculada aos dados do processo de fabricação e inspeção. A integração de dados e a detecção de anomalias, baseadas em aprendizado de máquina, podem ajudar os fabricantes a estabelecer políticas de gerenciamento de

qualidade. Essas refletem a própria qualidade real percebida pelo cliente, prevendo defeitos e potenciais falhas em produtos. Esse estudo propõe uma nova estrutura para induzir uma relação funcional entre dados de fabricação, dados de inspeção e dados de serviço pós-venda, por meio de algoritmos e dados de detecção de anomalias, baseados em aprendizado de máquina.

Como conclusão do estudo, os resultados experimentais mostram que o *framework* proposto pode detectar mecanismos defeituosos com bom desempenho. Este *framework* proposto fornece ao fabricante do motor e ao fornecedor de serviços pós-venda alguns benefícios. Se alguns defeitos forem detectados anteriormente, os custos de reclamações de clientes serão reduzidos, a satisfação do cliente e a reputação do mercado podem ser melhoradas.

3.2.2.3. Considerações sobre o resultado da revisão sistemática da literatura

Foi possível observar que o tema “Mineração de Processos” circula através de diversas áreas do conhecimento. Esse é utilizado como ferramenta que busca descobrir, monitorar e otimizar processos através dos dados extraídos dos sistemas atuais. Porém, a revisão sistemática da bibliografia do tema mostrou claramente que não há linhas de pesquisa que tratem do uso desta metodologia como ferramenta de apoio à serviços de pós-venda, independentemente da área de conhecimento abordada.

É possível inferir que o tema “mineração de processos” é bem estabelecido na literatura e bem aprofundado nas diversas áreas, sobretudo em consonância com outras ferramentas e áreas do conhecimento.

Quando se trata de áreas de conhecimento relacionadas a pós-venda, satisfação do cliente e/ou reclamações de cliente, fica evidente que existe uma escassez de artigos e pesquisas que reforçam o uso da técnica de mineração de processos. Isso, mesmo quando se tenta relacionar com disciplinas correlatas como, por exemplo, “*machine learning*” ou “*data mining*”.

O fato é que a revolução digital está promovendo mudanças nos hábitos de consumo dos clientes, abrangendo o aumento do acesso aos dados, além da evolução crescente das novas tecnologias. Todos esses aspectos exigem uma reavaliação profunda dos modelos de negócios atuais. Para Van der Aalst (2016), a

alavanca básica para a transformação do modelo de negócios é a mineração de processos.

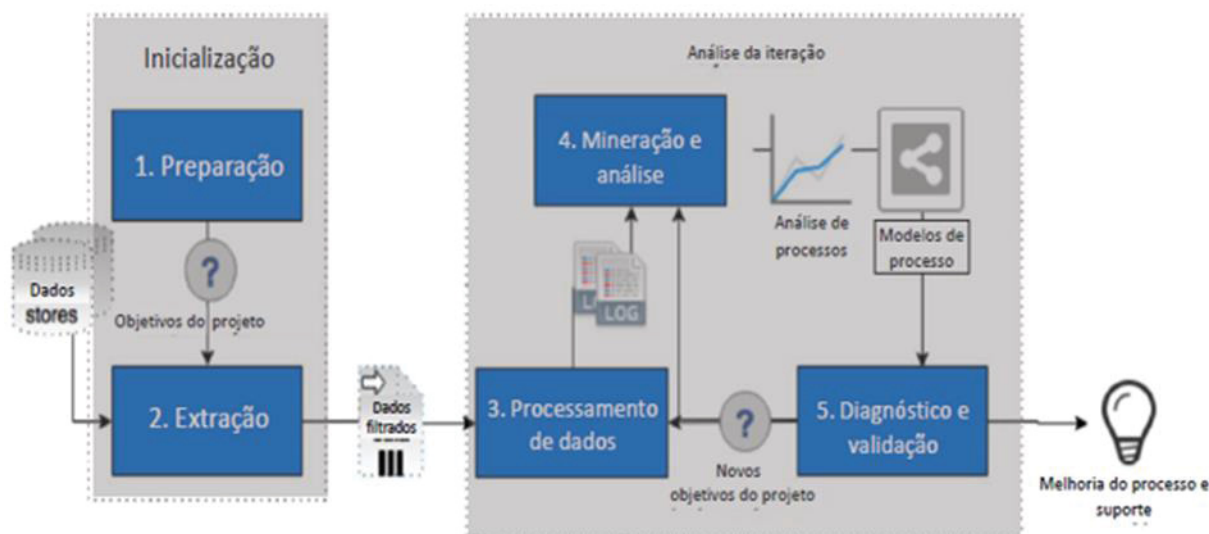
3.3. DESENVOLVIMENTO

Para esta etapa denominada desenvolvimento, as características definidas como sendo ou não desejáveis para uma metodologia, que seja compatível com o contexto da área de pós-venda de concessionárias de veículos, são analisadas. Como primeira fase, busca-se selecionar a metodologia de mineração de processo adequada.

3.3.1. Seleção da Metodologia

Esta seção discorre sobre a seleção do processo da mineração, propriamente dito, sendo utilizada a metodologia PM² desenvolvida por Van Eck, Leemans, Van der Aalst (2015). Maita et al (2018) já destacavam que a opção por essa metodologia é pelo fato por ser a mais utilizada e mais bem consolidada dentre as metodologias disponíveis. O orientador dessa obra, Wil Van der Aalst, publicou mais de 250 artigos em periódicos, 22 livros (como autor ou editor), 550 publicações em conferências e 80 capítulos de livros relacionados aos temas mineração de processos, redes de Petri e gerenciamento de processos de negócios. Isso demonstra a importância do autor na área. Cabe-se ressaltar que o índice “h” deste pesquisador é maior que 100.

O PM² busca guiar organizações para desenvolver projetos de mineração de processos, de forma a melhorar a performance e/ou a conformidade dos processos no que tange às regras e regulamentações. O desenvolvimento do PM² ocorre em seis etapas, ilustradas na Figura 9, como sendo: (1) Preparação, (2) Extração, (3) Processamento de dados, (4) Mineração e análise, (5) Diagnóstico e validação (VAN ECK, LEEMANS, VAN DER AALST., 2015).

FIGURA 9: VISÃO GERAL DO PM²

Fonte: Adaptado de Van Eck, Leemans, Van der Aalst. (2015)

Conforme ilustrado na Figura 9, os dois estágios iniciais são (1) Preparação e (2) Extração e compõem a inicialização do processo, onde serão definidas as questões de pesquisa e ocorrerá a extração dos dados.

Os três próximos estágios: (3) Processamento de dados, (4) Mineração e análise e (5) Diagnóstico e validação, compreendem uma etapa iterativa de análise. Nessa etapa, ocorre uma ou mais instâncias de cada uma delas. Essa etapa busca responder às questões de pesquisa previamente colocadas. Esse processo não possui um tempo padrão de análise, uma vez que depende da complexidade e tratamento dos dados. Uma vez que se chega a um resultado, este pode ser utilizado para o desenvolvimento da etapa (6) Melhoria do processo e suporte.

Uma descrição do objetivo, das atividades, bem como suas entradas e saídas em cada etapa, segundo Van Eck, Leemans, Van der Aalst. (2015), encontram-se a seguir:

1) Preparação – Busca organizar o projeto e determinar as questões de pesquisa para ao fim, poder melhorar a performance do processo ou analisar a conformidade com regras e regulamentos. Possui três atividades (i) Identificação das questões de pesquisa, (ii) Seleção do processo e (iii) Composição do time do projeto (pessoas envolvidas no processo e profissionais de TI);

2) Extração – Busca extrair os dados de evento e, quando possível, os

modelos de processo. Possui três atividades: (i) Determinação do escopo, (ii) Extração dos dados do sistema e (iii) Transferência do conhecimento do processo (extração de conhecimento tácito dos envolvidos no processo);

3) Processamento de dados – Busca criar os logs de eventos como visualizações diferentes daquelas obtidas pelos dados de eventos, bem como processar os logs de modo que estes fiquem tratados para serem inseridos na mineração e análise.

4) Mineração e análise: Busca aplicar as técnicas de mineração de processos nos logs de eventos para responder as questões de pesquisa e obter abstrações sobre a performance a conformidade do processo.

5) Diagnostico e validação: Busca relacionar os resultados das análises a ideias de melhorias de modo a atingir o objetivo do projeto.

Com base no que foi exposto até aqui, uma vez definido o protocolo de pesquisa e consequente revisão bibliográfica da literatura, é visível a carência de artigos e publicações que mostrem a aplicação da técnica de mineração de processos no pós-venda. Em relação à definição da metodologia de mineração de processos, optou-se pela utilização da metodologia PM², sendo esta já devidamente consolidada e de larga aplicação. Desta maneira, o próximo capítulo trará a aplicação desta metodologia em um estudo de caso.

4. APLICAÇÃO

A aplicação foi realizada em uma indústria automobilística localizada na cidade de São José dos Pinhais – PR. A empresa vem investindo em sistemas e metodologias que buscam otimizar a grande quantidade de dados gerados advindos tanto de clientes como das áreas de projeto e manufatura.

A montadora dispõe de uma base de dados onde são catalogadas todas as reclamações de clientes em todas as concessionárias do Brasil. Nela, além das reclamações, são listados os modelos, o tipo do motor, o chassi, a quilometragem em que o problema foi encontrado, o diagnóstico técnico da concessionária, a classe de problema que foi encontrada a falha, a especificação da falha, além das datas de reclamação, fabricação e compra dos veículos, entre outros atributos. Porém, não são realizadas o tipo de análise ou predição baseada nesses dados, servindo apenas para a exposição de resultados do setor.

O pós-venda da empresa sofre com um alto custo de reposição de peças em concessionárias. Essas, muitas vezes desnecessárias e sem um plano robusto de predição de problemas nos veículos, resultando em falta de velocidade no momento de resolver um problema relatado por um cliente. Por esta razão, foi proposta a presente análise.

4.1. PREPARAÇÃO

O setor de qualidade da empresa acompanhada de forma sistemática o índice de defeitos em seus veículos, mas esses não são diretamente reportados a este ou a outro setor da fábrica. Essas reclamações e identificações de defeitos vêm através das reclamações dos clientes da rede de concessionárias de automóveis, onde os clientes compraram seus veículos. Para a realização de um estudo exploratório para identificar os principais defeitos de seus veículos, definiu-se o escopo do projeto, a identificação dos modelos que concentram o maior número de problemas, e a partir deles obter uma visão geral dos defeitos. Ficou definido que o sistema de informações que poderia fornecer os dados para o projeto seria o sistema de registros de pedidos de reparo que a concessionária utiliza. Essa tomada de decisão veio de Especialistas em Negócios da própria empresa estudada.

Para este estudo, a empresa disponibilizou logs de sua cadeia de

concessionárias de automóveis, onde a partir do número do chassi, é possível identificar e rastrear os eventos que ocorrem em um veículo. Esses registros também possuem códigos de problemas, usados pela empresa, quantos quilômetros um veículo têm em uma ordem de reparo e o modelo do carro.

As possíveis ocorrências são fabricação de veículos, registro, entrega de veículos, data de venda do veículo e ordem de reparo. O registro BIM e BVM (etapas onde o veículo passa por checagem de qualidade na fábrica) não serão considerados por serem registros internos da empresa e não têm influência no processo. As informações disponíveis para análise são as seguintes:

- i) A fabricação de veículos é o evento em que foi concluída a sua fabricação.
- ii) O veículo entregue é o evento quando ele é concedido da fábrica para a concessionária.
- iii) Veículo vendido é o evento em que ele é entregue ao cliente.
- iv) Ordem de reparo é quando um técnico identifica um problema e gera uma ordem para reparar p veículo.

A Figura 10 mostra o exemplo de um registro, onde o número do chassi foi borrado devido à privacidade dos dados da empresa.

FIGURA 10: EXEMPLO DE REGISTRO DE EVENTOS.

Chassis	Event Date	Event	Problem Code	Km	Model
93YHSR6P5*****	18/08/2018	Vehicle Manufactured			
93YHSR6P5*****	18/08/2018	BVM Registration			
93YHSR6P5*****	18/08/2018	Vehicle Delivered			
93YHSR6P5*****	18/08/2018	BIM Registration			
93YHSR6P5*****	18/08/2018	Vehicle Sold			
93YGSR6R3*****	07/12/2019	Repair Order	GSFA-V01-CAR BODY	40543	E5
93YHSR2L6*****	18/08/2018	Repair Order	GSFA-V13-TRIMS	41534	E6
93YHSR2L6*****	18/08/2018	Repair Order	GSFA-P14-CAR BODY	41042	E7
93YHSR2L6*****	18/08/2018	Repair Order	GSFA-V14-SEATS	41259	E8
93YHSR2L6*****	18/08/2018	Repair Order	GSFA-V14-INTERIOR	41042	E9

Fonte: O Autor (2021)

Algumas informações da Figura 10, assim como outras que mostrarão dados da empresa estuda estarão em inglês, pois se trata de uma multinacional.

4.1.1. Seleção de processos

Para a seleção dos processos a serem estudados dentro da área de pós-venda e, para verificar quais dados e registro de logs de eventos estariam disponíveis, foi realizado durante um mês, diversas reuniões foram realizadas. Os participantes dessa foram o gerente de qualidade de serviços da rede de concessionárias, o diretor de qualidade da fábrica de automóveis, diversos analistas e/ou engenheiros de qualidade, durabilidade e incidentologia. Nessas reuniões foram apresentadas imagens com exemplos de resultados e tabelas contendo dados que deveriam ser extraídos do sistema.

Desta forma, ficou definido que os dados seriam disponibilizados pela área de durabilidade. Esses abrangeriam os processos de tratamento de defeitos e reclamações, reportados pela rede de concessionárias, através da disponibilização dos logs de eventos.

4.1.2. Identificação das questões de pesquisa

O projeto aplicado na empresa foi estruturado de modo a ter como questão de pesquisa inicial: “Como é o fluxo de tratamento de reclamações e defeitos pela empresa em questão?”

A opção por uma questão de pesquisa inicial mais abstrata vai ao encontro das sugestões da metodologia mencionadas na seção 3.3.1. Tal prática abre mais espaço para refinamento posterior através da análise exploratória, resultando em ideias concretas de melhoria e insights valiosos (VAN ECK, LEEMANS, VAN DER AALST., 2015).

4.1.3. Composição da equipe de projeto

Os profissionais envolvidos no projeto foram selecionados de modo a cobrir a esfera gerencial e técnica. Sendo assim, foram selecionados os seguintes cargos:

- i. Gestor do negócio: Gerente de qualidade pós-venda;
- ii. Especialista no negócio: pessoa responsável pela gestão dos dados da área de incidentologia (visão mais voltada ao processo);
- iii. Especialista em sistemas: pessoa responsável pela análise de dados e

sistemas (visão mais voltada aos dados, com formação na área de computação);

iv. Analista de processos: o próprio pesquisador desta dissertação;

Um ponto de atenção identificado na composição do time, foi que apenas o especialista no negócio possuía conhecimento sobre mineração de processos. Com a seleção do processo, das questões de pesquisa e da equipe do projeto, é possível passar para a etapa de extração dos dados.

4.2. EXTRAÇÃO

Nesta fase, o especialista no negócio extraiu os dados de uma concessionária de automóveis, na qual julgou que teria dados maduros o suficiente e que gerariam uma boa amostra.

4.2.1. Determinação do escopo

Para a determinação do escopo, foi discutido junto ao gerente de qualidade de pós-venda e ao especialista do negócio, quais os elementos estavam disponíveis no sistema e como deveriam ser selecionados. Nesse ponto foi identificado um problema: o sistema não permite que haja grande manipulação de dados na extração propriamente dita. Dessa forma, apenas o período de extração pôde ser parametrizado e todas as outras colunas foram extraídas para tratamento posterior. Foi determinado o período de 01/01/2017 a 31/12/2019 para ser extraído do sistema, pois eram informações mais consolidadas e eram de anos completos.

4.2.2. Extração dos dados do sistema

Na fase de extração, pretende-se adquirir informações cadastradas em sistemas de informação. Os dados extraídos tiveram influência direta no escopo do projeto, que foi definido na etapa anterior. Em busca de defeitos relatados pelos clientes, onde além de definir quais dados seriam extraídos, foi determinado o período a ser extraído.

4.2.3. Adequação dos dados

Para a realização da adequação, foi necessário acessar o banco de dados responsável pelo armazenamento das informações do pós-venda. Foi possível extrair todas as informações contidas no período de 2019 a 2020. A planilha resultante foi gerada em MS Excel, com uma dimensão de 57 colunas e 154.563 linhas.

Entretanto, os dados brutos extraídos do banco de dados da empresa não estavam preparados para uma mineração de processos, pois havia campos vazios, datas não preenchidas, além da impossibilidade da inserção no *software* DISCO®, visto a falta das informações importantes nas planilhas fornecidas. Embora, já foi possível determinar que o chassi seria o evento do processo, onde as reclamações (que muitas vezes se repetem) giram em torno da identificação dos carros nas concessionárias.

Para solucionar os problemas citados, foi desenvolvido primeiramente um programa no *Visual Basic for Applications* (VBA). O objetivo foi de transformar as sete datas integrantes das planilhas (catalogadas como colunas) em linhas, para servirem como atividades para o processo. As modificações podem ser visualizadas nas Figuras 11 e 12.

FIGURA 11: DADOS BRUTOS CEDIDOS PELA EMPRESA

DATE_FAB_VEH	DATE_LIV	DATE_FACT_VEH	DATE_OUV_OR	DATE_FACTDEF_SIEGE	DATE_FACT_AFF	DATE_DIM	VIN
19/05/2018	26/09/2018	18/08/2018	05/07/2019	19/07/2019	05/07/2019	19/07/2019	93YHSR6P5*****
17/05/2018	26/09/2018	18/08/2018	03/07/2019	19/07/2019	03/07/2019	19/07/2019	93YHSR6P5*****
19/05/2018	26/09/2018	18/08/2018	23/08/2019	18/09/2019	23/08/2019	18/09/2019	93YHSR6P5*****
19/05/2018	26/09/2018	18/08/2018	29/07/2020	20/08/2020	31/07/2020	20/08/2019	93YHSR6P5*****
19/05/2018	26/09/2018	18/08/2018	28/08/2020	17/09/2020	28/07/2020	17/09/2020	93YHSR6P5*****
20/05/2018	19/08/2019	07/12/2019	31/07/2020	20/08/2020	31/07/2020	20/07/2020	93YGSR6R3*****
26/05/2018	26/09/2018	18/08/2018	02/10/2020	17/10/2020	03/10/2020	17/10/2020	93YHSR2L6*****
26/05/2018	26/09/2018	18/08/2018	02/10/2020	17/10/2020	03/10/2020	17/10/2020	93YHSR2L6*****
26/05/2018	26/09/2018	18/08/2018	04/10/2019	16/10/2019	04/10/2019	16/10/2019	93YHSR2L6*****
23/05/2018	26/09/2018	18/08/2018	03/04/2019	17/04/2019	03/04/2019	17/04/2019	93YHSR2L6*****

Fonte: O Autor (2021)

FIGURA 12: DADOS BRUTOS CEDIDOS PELA EMPRESA

Activity	Fabrication	Invoice	Purchase	Billing Dealer	Billing Company	Base Date	Reclaim	Chassis
Fabrication	19/05/2018							93YHSR6P
Invoice		18/08/2018						93YHSR6P
Purchase			25/09/2018					93YHSR6P
Billing Dealer				05/07/2019				93YHSR6P
Billing Company					19/07/2019			93YHSR6P
Base Date						19/07/2019		93YHSR6P
Reclaim							05/07/2019	93YHSR6P
Fabrication	17/05/2018							93YHSR6P
Invoice		18/08/2018						93YHSR6P
Purchase			26/09/2018					93YHSR6P
Billing Dealer				03/07/2019				93YHSR6P
Billing Company					19/07/2019			93YHSR6P
Base Date						19/07/2019		93YHSR6P
Reclaim							03/07/2019	93YHSR6P

Fonte: O Autor (2021)

Com isso, pôde-se visualizar as sete atividades do processo, que são: fabricação do veículo, compra, geração da nota fiscal, reclamação do cliente, faturamento do concerto para a concessionária, faturamento do concerto para a montadora e data base de incidentes (data em que são catalogadas as reclamações no banco de dados).

Para cada linha criada, foi então realocada a data referente a atividade em uma coluna adicional, que serve para o atributo de “*timestamp*” da mineração de processos no *software* DISCO®, como visto na Figura 13.

FIGURA 13: ALOCAÇÃO DA COLUNA “TIMESTAMP”

Activity	Fabrication	Invoice	Purchase	Billing Dealer	Billing Company	Base Date	Reclaim	Chassis	Time stamp
Fabrication	19/05/2018							93YHSR6P	19/05/2018
Invoice		18/08/2018						93YHSR6P	18/08/2018
Purchase			25/09/2018					93YHSR6P	25/09/2018
Billing Dealer				05/07/2019				93YHSR6P	05/07/2019
Billing Company					19/07/2019			93YHSR6P	19/07/2019
Base Date						19/07/2019		93YHSR6P	19/07/2019
Reclaim							05/07/2019	93YHSR6P	05/07/2019
Fabrication	17/05/2018							93YHSR6P	17/05/2018
Invoice		18/08/2018						93YHSR6P	18/08/2018
Purchase			26/09/2018					93YHSR6P	26/09/2018
Billing Dealer				03/07/2019				93YHSR6P	03/07/2019
Billing Company					19/07/2019			93YHSR6P	19/07/2019
Base Date						19/07/2019		93YHSR6P	19/07/2019
Reclaim							03/07/2019	93YHSR6P	03/07/2019

Fonte: O Autor (2021)

Porém, notou-se ainda que das sete atividades, três seriam fixas e não necessitariam aparecer mais de uma vez, mesmo que o cliente fosse a concessionária fazer mais de uma reclamação. Caso contrário, geraria loops de mineração de

processos inexistentes. São elas: Fabricação do veículo, compra e geração da nota fiscal. Portanto, foi desenvolvido outro programa em VBA para excluir as linhas em que essas três datas fossem repetidas (quando um chassi aparecesse mais de uma vez na planilha).

As figuras 14 e 15 apresentam o desenvolvimento das modificações citadas.

FIGURA 14: RECLAMAÇÕES DE UM ÚNICO CHASSI

Activity	Fabrication	Invoice	Purchase	Billing Dealer	Billing Company	Base Date	Reclaim	Chassis	Time stamp
Fabrication	11/10/2018							93YHSR2L6CJ100165	11/10/2018
Invoice		02/01/2019						93YHSR2L6CJ100165	02/01/2019
Purchase			18/01/2019					93YHSR2L6CJ100165	18/01/2019
Billing Dealer				26/09/2019				93YHSR2L6CJ100165	26/09/2019
Billing Company					21/10/2019			93YHSR2L6CJ100165	21/10/2019
Base Date						21/10/2019		93YHSR2L6CJ100165	21/10/2019
Reclaim							25/09/2019	93YHSR2L6CJ100165	25/09/2019
Fabrication	11/10/2018							93YHSR2L6CJ100165	11/10/2018
Invoice		02/01/2019						93YHSR2L6CJ100165	02/01/2019
Purchase			18/01/2019					93YHSR2L6CJ100165	18/01/2019
Billing Dealer				06/10/2019				93YHSR2L6CJ100165	06/10/2019
Billing Company					21/10/2019			93YHSR2L6CJ100165	21/10/2019
Base Date						21/10/2019		93YHSR2L6CJ100165	21/10/2019
Reclaim							03/10/2019	93YHSR2L6CJ100165	03/10/2019

Fonte: O Autor (2021)

FIGURA 15: RECLAMAÇÕES DE UM ÚNICO CHASSIS

Activity	Fabrication	Invoice	Purchase	Billing Dealer	Billing Company	Base Date	Reclaim	Chassis	Time stamp
Fabrication	19/05/2018							93YHSR6P5CJ717875	19/05/2018
Invoice		18/08/2018						93YHSR6P5CJ717875	18/08/2018
Purchase			25/09/2018					93YHSR6P5CJ717875	25/09/2018
Billing Dealer				05/07/2019				93YHSR6P5CJ717875	05/07/2019
Billing Company					19/07/2019			93YHSR6P5CJ717875	19/07/2019
Base Date						19/07/2019		93YHSR6P5CJ717875	19/07/2019
Reclaim							05/07/2019	93YHSR6P5CJ717875	05/07/2019
Fabrication	17/05/2018							93YHSR6P5CJ717875	17/05/2018
Invoice		18/08/2018						93YHSR6P5CJ717875	18/08/2018
Purchase			26/09/2018					93YHSR6P5CJ717875	26/09/2018
Billing Dealer				03/07/2019				93YHSR6P5CJ717875	03/07/2019
Billing Company					19/07/2019			93YHSR6P5CJ717875	19/07/2019
Base Date						19/07/2019		93YHSR6P5CJ717875	19/07/2019
Reclaim							03/07/2019	93YHSR6P5CJ717875	03/07/2019

Fonte: O Autor (2021)

Com essa modificação, os chassis que foram às concessionárias mais de uma vez não tiveram os dados de fabricação, compra e nota fiscal repetidos. Com isso, apenas os dados da nova reclamação foram contabilizados, o que, aliado às modificações anteriores, possibilitaria uma análise mais concreta e sem falhas no *software* DISCO®.

Os logs de eventos são então importados para o *software* de mineração. Como já mencionado anteriormente, neste projeto o software utilizado foi o DISCO®.

4.2.4. Transferência de conhecimento do processo

A transferência do conhecimento iniciou-se antes do processo de Extração propriamente dito e estendeu-se até a etapa de Mineração e Análise. Ela se deu inicialmente por meio de visitas *in loco* em 3 concessionárias guiadas pelo gerente de qualidade de pós-venda, com inclusão dos responsáveis por cada seção. Em seguida, o especialista no negócio e o especialista em sistemas tiveram participação direta em diversos momentos, por meio de reuniões e e-mails, para auxiliar na interpretação dos dados e sanar dúvidas pontuais de interpretação. Um ponto de atenção apresentado nessa etapa foi a necessidade de alinhamento dos termos utilizados por cada um dos envolvidos. Tanto do lado dos responsáveis pelo processo laboratorial quanto do analista de processos.

4.3. PROCESSAMENTO DE DADOS

Os dados recebidos estão preparados para se tornarem logs de eventos. Tais dados são parametrizados para um formato que pode ser processado no *software* de mineração. Muitas vezes os dados vêm com mais informações do que o necessário, e que não seriam relevantes para a análise, por isso nesta etapa também está definido quais dados têm relevância.

Na Figura 16, pode identificar as estatísticas geradas no software DISCO®, dentro dos atributos do modelo do veículo e código do problema, onde é possível identificar que existem 57 códigos de problema e 10 modelos de veículos, que estão cadastrados no sistema. A figura mostra que existe um predomínio do modelo A1, sendo responsável por mais de 60% das solicitações de reparação. No código do problema também é possível ter uma ideia de quais são os problemas mais constantes.

FIGURA 16: ESTATÍSTICAS GERADAS PELO SOFTWARE DISCO®

Problem Code Other attribute			Model Other attribute		
All values (57) First in case (57) Last in case (56)			All values (10) First in case (10) Last in case (10)		
Value	▲ Frequency	Relative frequency	Value	▲ Frequency	Relative frequency
GSFA-S22-PEDAL - PARKING BRAKE - JACK	6,808	14.65 %	A1	28,938	62.28 %
GSFA-M07-LOWER BASE ENGINE - CLUTCH	4,151	8.93 %	B2	5,429	11.68 %
GSFA-P05-ACCESS - VEHICLE PROTECTION	3,301	7.1 %	C3	4,543	9.78 %
GSFA-V14-SEATS	3,121	6.72 %	D4	2,919	6.28 %
GSFA-V07-EXTERIOR ACCESSORIES	2,446	5.26 %	E5	2,891	6.22 %
GSFA-S34-SUSPENSIONS - FILTRATION	2,096	4.51 %	F6	1,199	2.58 %
GSFA-V03-SEALING	2,018	4.34 %	G7	331	0.71 %
GSFA-P11-AIR CONDITIONNING	1,701	3.66 %	H8	164	0.35 %
GSFA-M05-CYL. BOCK- ENGINE COVERS - BR...	1,690	3.64 %	I9	27	0.06 %
GSFA-P20-COOLING	1,548	3.33 %	J10	22	0.05 %
GSFA-V10-DASHBOARD	1,466	3.16 %			
GSFA-P21-FUEL CIRCUIT	1,364	2.94 %			
GSFA-V04-MANEUVER OPENING PANEL	1,205	2.59 %			

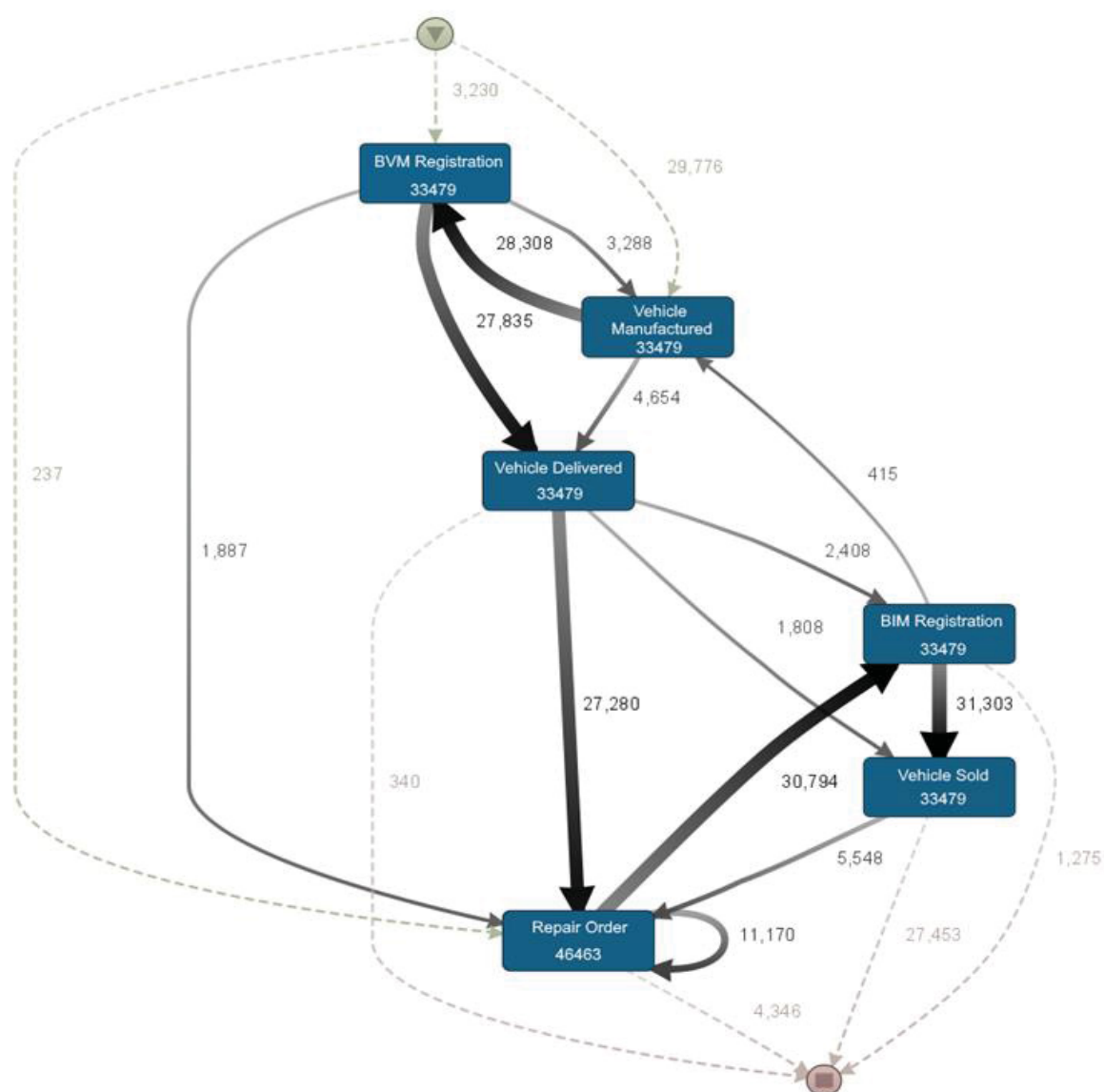
Fonte: O Autor (2021)

4.4. MINERAÇÃO E ANÁLISE

Após a importação dos registros de eventos, o software de mineração gerou diversos mapas de processos. A Figura 18 é o mapa do processo em relação à frequência das ocorrências, considerando a frequência absoluta. Através do mapa do processo é possível identificar que 33.449 veículos foram cadastrados no sistema de informações, e que havia 46.463 ordens de reparo, nas quais 11.171 veículos possuíam mais de uma ordem de reparo.

Utilizando as ferramentas de filtro do *software* de mineração, foram isolados os três modelos que apresentaram mais defeitos. Juntos a esses três modelos representam mais de 82% do total de defeitos. Após serem isolados, novos logs de eventos foram gerados. Alguns filtros também foram usados para medir as mudanças nos atributos do quilômetro e o tempo que leva entre a venda de um veículo e um pedido de conserto.

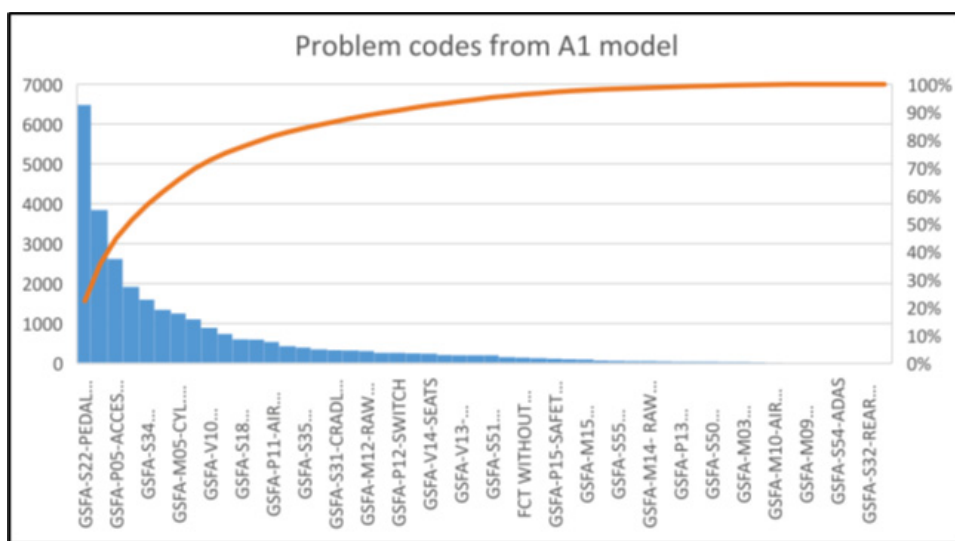
FIGURA 17: MAPA DO PROCESSO (FREQUÊNCIA ABSOLUTA).



Fonte: O Autor (2021)

A partir dos registros de eventos fornecidos na etapa anterior, foram gerados diagramas de Pareto para melhor compreender a distribuição dos defeitos nos modelos de carros A1, B2 e C3, que concentraram a maioria dos defeitos. Na figura 19, do modelo A1 o defeito mais constante é o código GSFA-S22 (22,4%) seguido por GSFA-M07 (13,3%) e GSFA-P05 (9,06%).

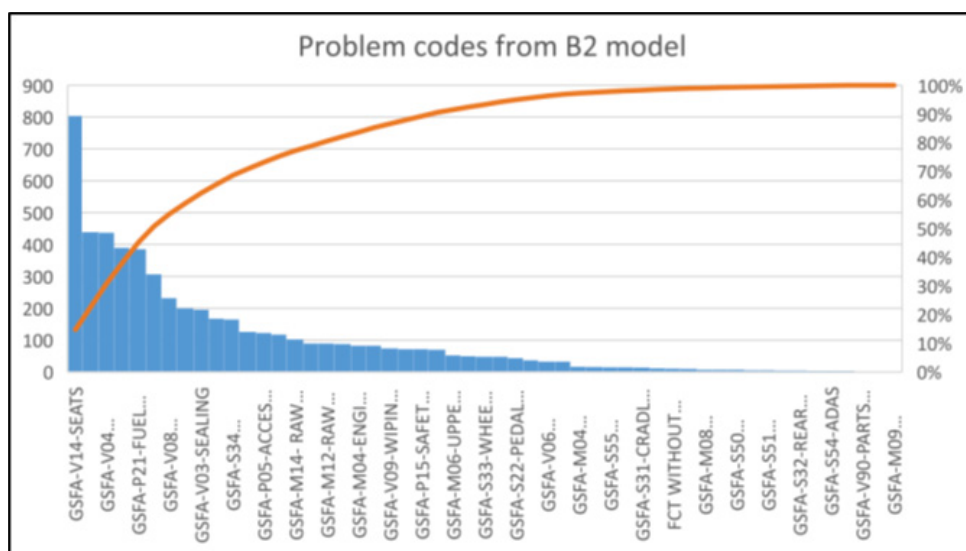
FIGURA 18: DISTRIBUIÇÃO DOS CÓDIGOS DOS PROBLEMAS DO MODELO DE CARRO A1



Fonte: O Autor (2021)

Na Figura 20, no modelo de carro B2, o defeito que mais ocorreu foi o GSFA-V14 (14,81%). Na sequência, os dois próximos códigos de defeitos têm valor muito próximo, GSFA-P11 (8,09%) e GSFA-V04 (8,05 %). Neste modelo os defeitos são mais distribuídos do que no modelo A1.

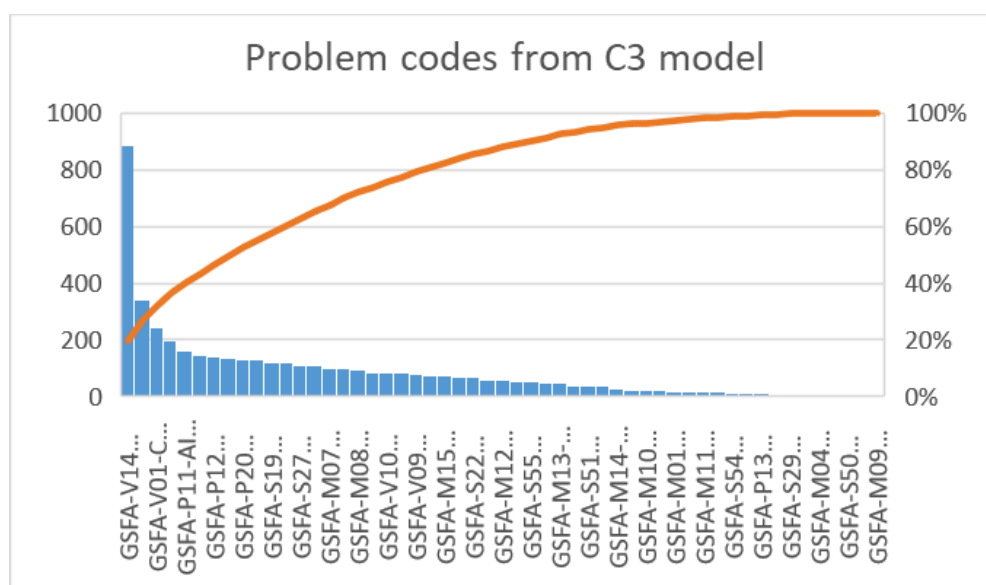
FIGURA 19: DISTRIBUIÇÃO DOS CÓDIGOS DOS PROBLEMAS DO MODELO DE CARRO B2



Fonte: O Autor (2020)

A Figura 21 mostra o diagrama do modelo C3, que é o terceiro modelo mais defeituoso. O código de problemas mais frequente é GSFA-V14 (19,46%), significativamente abaixo dos códigos GSFA-M06 (7,48%) e GSFA-V01 (5,35%).

FIGURA 20: DISTRIBUIÇÃO DE CÓDIGOS DE PROBLEMAS A PARTIR DO MODELO C3



Fonte: O Autor (2021)

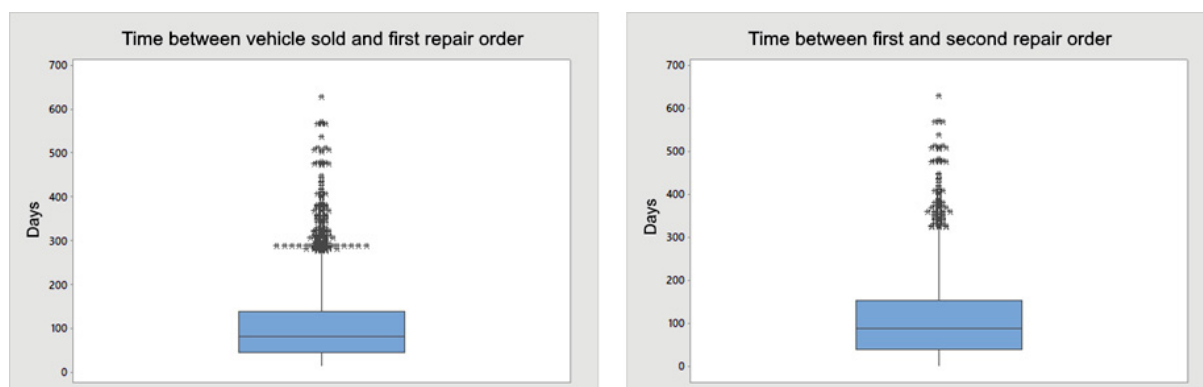
Uma análise foi feita focada nos seguintes tópicos:

- O tempo que um veículo vendido leva para voltar para a concessionária;
- Reparo necessário, que pode ser uma primeira ordem de reparo ou uma segunda ordem de reparo;
- O veículo já foi previamente reparado.

A análise revelou que, em ambos os casos, os defeitos ocorrem principalmente antes de completar um ano.

A Figura 22 ilustra a distribuição de tempo usando uma distribuição *boxplot*.

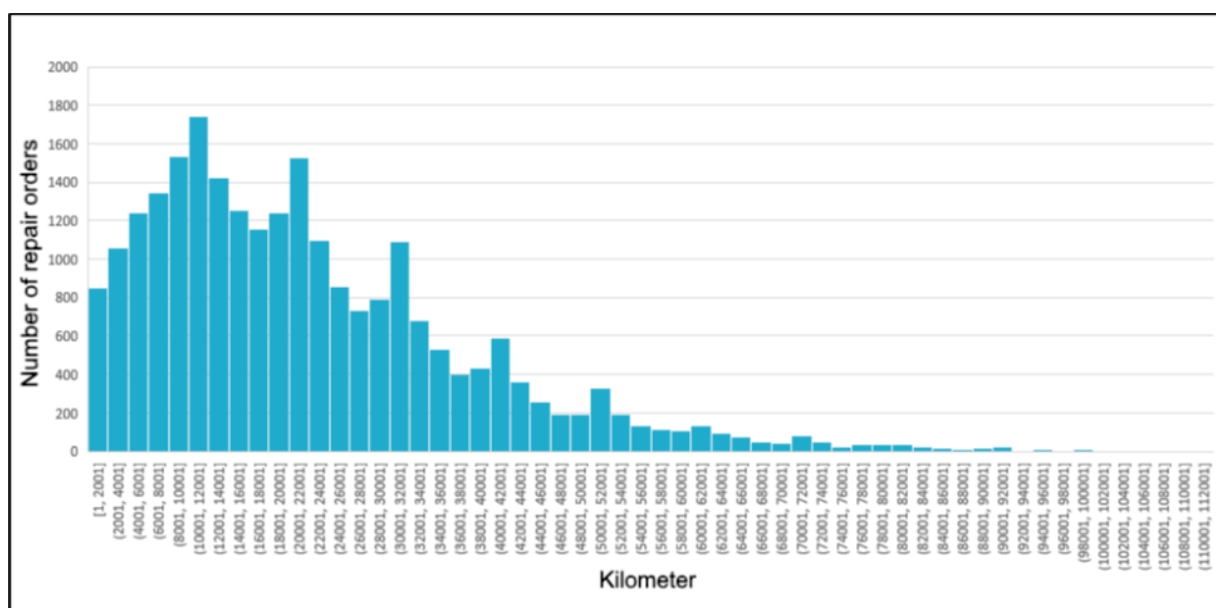
FIGURA 21: DISTRIBUIÇÃO DE CÓDIGOS DE PROBLEMAS A PARTIR DO MODELO C3.



Fonte: O Autor (2021)

Outra análise realizada foi o número de quilômetros percorridos pelo veículo, quando foi feita uma ordem de reparo. O histograma na Figura 23 mostra as faixas de quilômetro e o número de ordens de reparo que foram feitas, em cada faixa. Através deste histograma é possível reforçar a análise do *boxplot*, mostrada na Figura 22, em que os defeitos estão ocorrendo nos primeiros meses de uso, devido a estes estarem mais concentrados nas faixas iniciais de rodagem dos veículos.

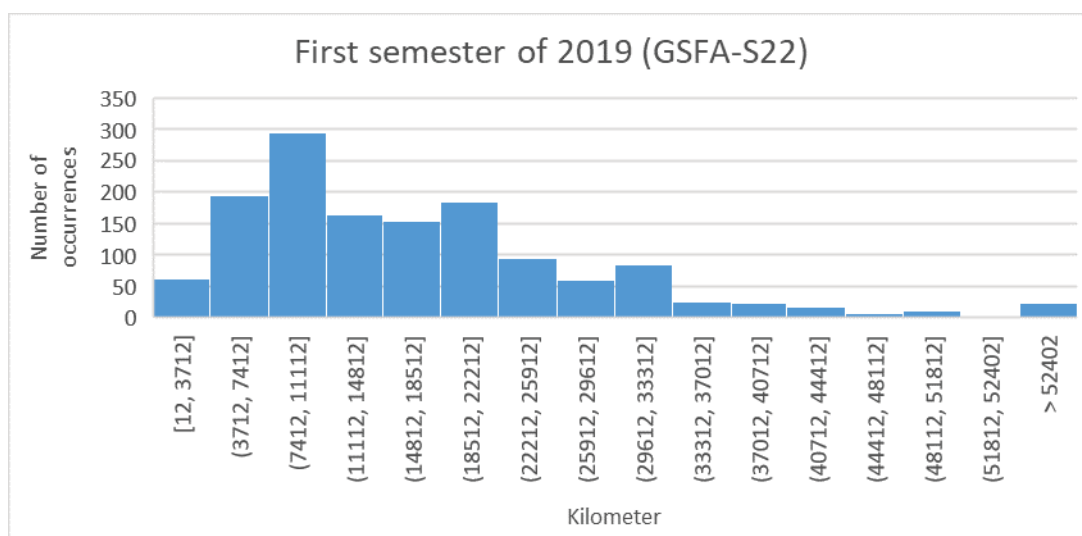
FIGURA 22: QUILOMETROS PERCORRIDOS VERSUS ORDENS DE REPARO



Fonte: O Autor (2021)

Também, com foco nos quilômetros percorridos em que uma ordem de reparo é iniciada, foi realizada uma análise utilizando um filtro para isolar os códigos de problemas em uma determinada faixa de tempo. Isso porque, a data mais antiga do pedido de reparo é janeiro de 2019 e os dados foram extraídos em janeiro de 2020. Desta forma, foi considerado para análise para dividir o intervalo de tempo em semestres de 2019. Primeiro, foram analisados os dois códigos de defeito com as maiores ocorrências, ou seja, o GSFA-S22 e o GSFA-M07, representando juntos mais de 23% do total de defeitos. As figuras 24 e 25 mostram o primeiro e o segundo semestres do defeito GSFA-S22, respectivamente. No primeiro semestre, esse defeito teve 1314 ocorrências, com maior incidência entre 7412Km e 11111Km.

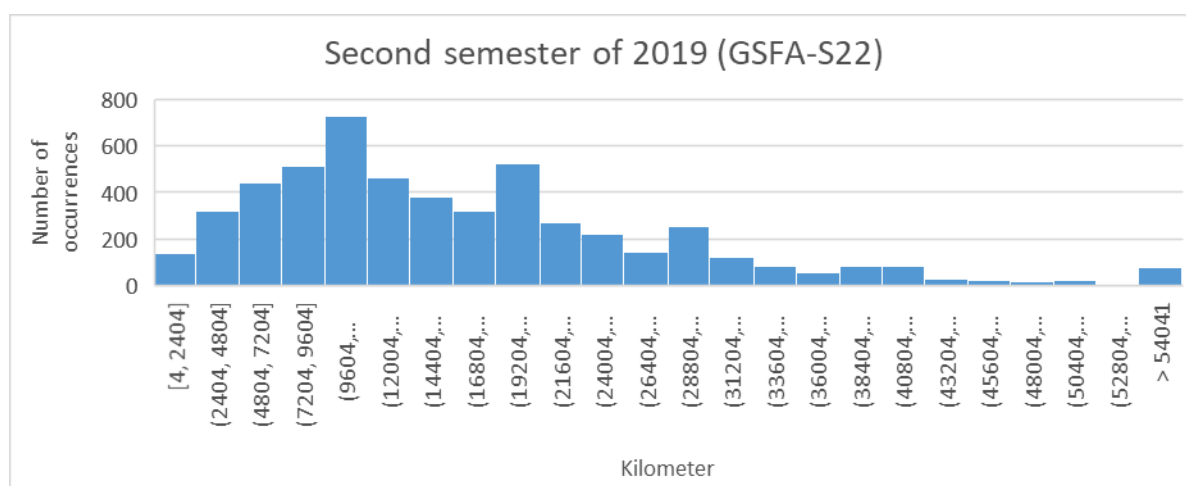
FIGURA 23: QUILOMETROS PERCORRIDOS NA ORDEM DE REPARO PARA GSFA-S22 NO PRIMEIRO SEMESTRE



Fonte: O Autor (2021)

No segundo semestre, o código de defeito GSFA-S22 aumentou de 1314 ocorrências para 5313 ocorrências. Esse aumento representa pouco mais de 400%. Além do aumento visível é possível notar que o ápice do problema ocorreu em um número maior de quilômetros percorridos. Como mostrado na Figura 25.

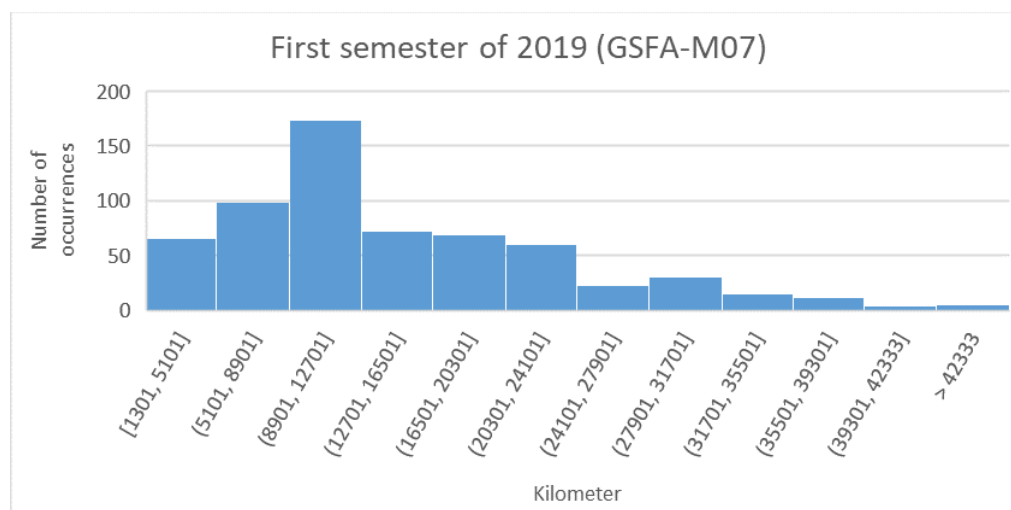
FIGURA 24: QUILOMETROS PERCORRIDOS NA ORDEM DE REPARO PARA GSFA-S22 NO SEGUNDO SEMESTRE



Fonte: O Autor (2021)

Analisando o código de defeito GSFA-M07, foram encontradas 627 ocorrências no primeiro semestre de 2019, com maior incidência entre 8901Km e 12701Km. A Figura 26 ilustra.

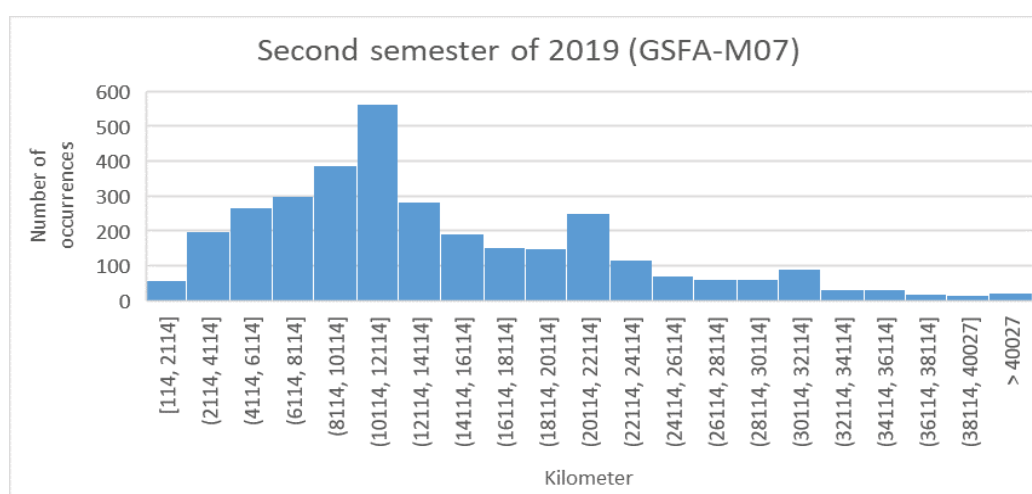
FIGURA 25: QUILOMETROS PERCORRIDOS NA ORDEM DE REPARO PARA GSFA-M07 NO PRIMEIRO SEMESTRE



Fonte: O Autor (2021)

No segundo semestre do ano de 2019, o código de defeito GSFA-M07 aumentou de 627 para 3.304 ocorrências, o que representa um aumento de pouco mais de 520%. Como no caso do defeito GSFA-S22, o pico de maior ocorrência foi em maior número de quilômetros percorridos.

FIGURA 26: QUILOMETROS PERCORRIDOS NA ORDEM DE REPARO PARA GSFA-M07NO SEGUNDO SEMESTRE

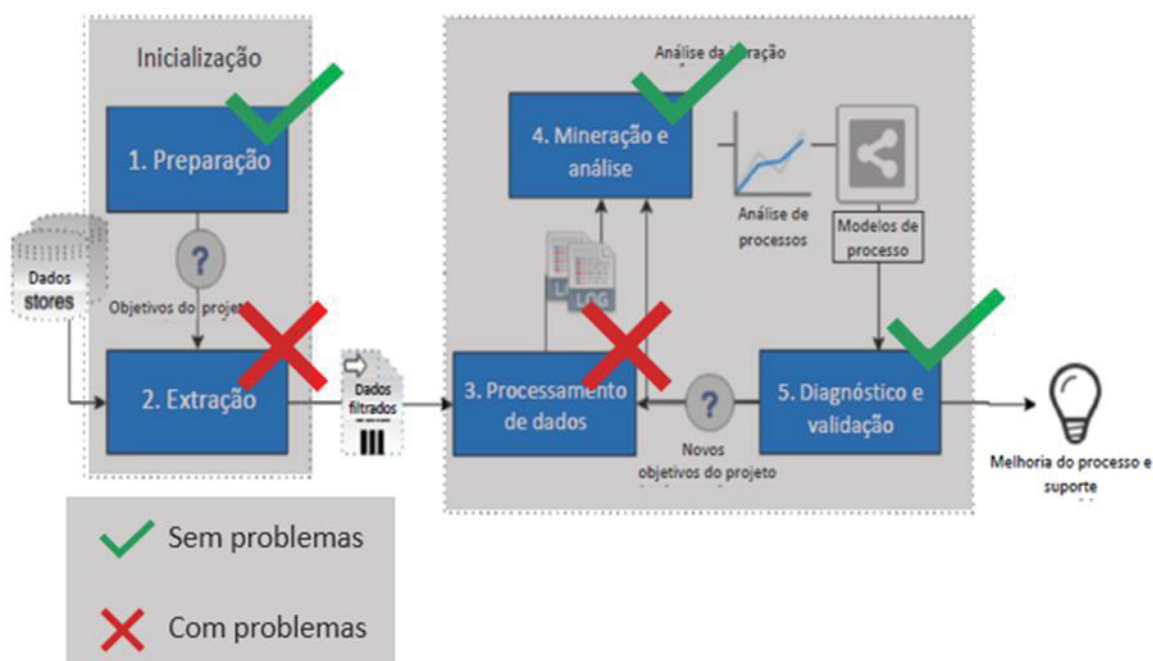


Fonte: O Autor (2021)

4.5. DIAGNÓSTICO E VALIDAÇÃO

A avaliação desta proposta feita foi realizado com base na visão geral do estudo de caso sobre o processo de suporte de *hardware* da IBM, presente em Van Eck, Leemans, Van der Aalst. (2015). Dessa forma, a visão geral da mineração de processos a metodologia PM² está presente no fluxo da Figura 28.

FIGURA 27: VISÃO GERAL DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PM²



Fonte: O Autor (2021)

Primeiramente, na etapa de preparação, notou-se que, a determinação dos objetivos, recursos necessários, custos envolvidos, comunicação com o setor de pós-venda e incidentologia, usando a base de dados foi realizada de forma satisfatória. A realização da análise dos dados foi desenvolvida após a aprovação de gestores do setor de qualidade de pós-venda e de qualidade, que confiaram no projeto e compreenderam seus objetivos. Após isso, a realização do planejamento ocorreu sem problemas e os resultados atenderam aos objetivos propostos.

A dificuldade nas etapas de extração e processamento dos dados se deu em função da busca pelas modificações ideais dos dados brutos. O desenvolvimento de diversas bases de dados, em VBA, para cada planilha de veículos, mostrou-se um processo demorado, não apenas pela programação em si, mas também pela demora

na execução dos programas pelos computadores da empresa. Certos programas VBA necessitaram de mais de 48 horas de execução, o que restringiu de certa forma o avanço do projeto. Talvez, possa-se dizer que esta etapa seja a mais crítica da aplicação das técnicas propostas, visto que demanda conhecimentos prévios em técnicas de estruturação de dados, linguagens de programação ou avançados em manipulação de planilhas. Além disso, necessitam de computadores com um grau de processamento compatível para a utilização dos *softwares*, já que em projetos com uma maior quantidade de dados, a etapa de adequação demandará um alto número de modificações e, conseqüentemente, um tempo maior para execução dos programas.

Destaca-se a velocidade do processo de mineração. Atualmente, os responsáveis da empresa envolvidos na análise de reclamações das concessionárias, levam em torno de 2 a 3 dias para formatar a base de dados e gerar os gráficos e análises necessárias, através dos recursos existentes como o *software* MS-Excel®. Através do uso do *software* de mineração DISCO® e feitas as devidas adequações na base de dados, a geração de gráficos e estatísticas levou em torno de 4 horas. Ou seja, uma redução aproximada de 80% do tempo atual.

Assim, pode-se dizer que a aplicação da metodologia proposta no setor de concessionárias automobilística, tem grandes chances de utilização e ganhos futuros.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da metodologia em uma indústria automobilística destacou os passos necessários para a realização de uma mineração de processos no pós-venda. Ela mostra que, embora ainda não utilizada, a mineração de processos pode sim ser aplicada no pós-venda e seus benefícios são reais.

Quanto à etapa de extração dos dados, as dificuldades se concentraram na busca pela base ideal. Na empresa onde a abordagem foi aplicada, existem diversas bases de dados que envolvem informações de pós-venda, cada uma com características específicas, como: avaliação de clientes em redes sociais, avaliação de atendimento em concessionárias realizadas pela ANFAEVA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores), dados retirados de um aplicativo para celulares para clientes da empresa, entre outros. Incluindo a base de dados com informações relacionadas à solução de problemas realizados nas concessionárias, a qual foi utilizada nesse estudo. A escolha da base ideal se deu ao fato de que melhor se adaptaria à mineração de processos, compondo os conceitos básicos da mineração (instâncias, atividades e *timestamp*), pois sem essas características, ficaria inviável a aplicação. Tendo escolhida a base de dados, não houve problema na extração dos dados e a aplicação dos métodos, pôde seguir seus demais passos.

A realização da mineração de processos em si revelou informações importantes para a empresa. A sequência padrão dos processos do pós-venda, os intervalos de tempo médio e máximo entre os processos, características dos clientes, como os produtos se comportaram na mão dos clientes e quantas vezes cada veículo precisou de reparos em concessionárias, foram pontos importantes.

Os dados obtidos foram suficientes para a realização do projeto e notou-se que a mineração de processos pôde, de fato, auxiliar na busca e resolução dos problemas de gerenciamento de dados do pós-venda da empresa. Clarificando assim, os processos e identificando o desempenho de cada método dentro do setor, como por exemplo, o fato das reclamações começarem em média dez meses após a compra do veículo por parte do cliente. A observação de que em média a segunda reclamação ocorre aproximadamente cinco meses após a primeira, sendo esse fato evidenciado também nos mapas de processo gerados.

A utilização do software DISCO® provou-se bem-sucedida, através da geração de gráficos e tabelas de fácil compreensão, além da grande quantidade de

informação produzida. Os dados modificados também mostraram que as estruturações realizadas foram adequadas para as análises no *software* DISCO® e fundamentais para o encontro dos resultados.

A etapa de aprofundamento dos dados demandou estudos adicionais realizados pelo próprio *software* DISCO®, onde através de filtros nos dados, foi possível alcançar as análises adicionais propostas na etapa de preparação. As informações encontradas puderam esclarecer questões relacionadas à problemas encontrados pelos clientes e características específicas de revisões de veículos. Essa etapa permite que além das informações resultantes da mineração de processos, novas características sejam descobertas e estudadas em relação com o pós-venda.

Por fim, avaliou-se que o projeto de aplicação atendeu aos objetivos propostos na fase de planejamento. Alguns pontos se destacam em relação das abordagem: a empresa pôde melhorar o tratamento dos dados de pós-venda gerados; foi possível obter um maior conhecimento sobre os processos que envolvem o pós-venda da empresa, inclusive os processos envolvendo clientes; foi possível avaliar o desempenho de cada processo, analisando suas frequências e durações; foi possível também possibilitar uma melhor preparação para o atendimento ao cliente, já que os resultados da aplicação conferem as concessionárias informações chave para a solução de problemas encontrados.

De maneira geral, o projeto de aplicação de uma metodologia de mineração de processos, no pós-venda da indústria automobilística, mostrou que muitas informações podem ser descobertas e a abordagem proposta, pode ser de grande ajuda para o gerenciamento do setor. Através das análises realizadas, pode-se perceber as características chave dos processos do pós-venda na empresa. Bem como, informações relevantes em relação à procura dos clientes às concessionárias e à solução dos problemas por parte dos técnicos do pós-venda.

Pode-se citar ainda que a abordagem proposta, embora com pequenos problemas em sua execução, mostrou-se factível não só para o setor de pós-venda automobilístico, mas para qualquer tipo de indústria. Sobretudo, é necessário apenas decidir previamente quais características adicionais serão estudadas, bem como a análise das bases de dados disponíveis e a adequação de dados para a aplicação de mineração de processos.

A metodologia proposta mostrou-se também de fácil aplicação, tendo como

maior dificuldade a etapa de estruturação dos dados, que demandará conhecimentos técnicos de programação para sua concretização. E por fim, a metodologia proposta mostrou-se útil, já que os resultados encontrados pela aplicação foram de grande valia para a empresa, que agora possui mais uma ferramenta para atender às reclamações de clientes. Assim, agiliza a rapidez do atendimento e a qualidade dos serviços, além de uma preparação prévia, por parte da empresa, em relação à logística de peças para reposição em concessionárias.

6. CONCLUSÃO

Na presente dissertação foi apresentado um estudo relativo à uma metodologia de mineração de processos, aplicada à área de pós-venda da indústria automobilista. A motivação inicial para o trabalho foi a dificuldade de localizar na literatura, metodologias de implementação de projetos dessa categoria, associado ao seu retorno potencial para a organização. Partindo dessa carência metodológica, foram definidos objetivo geral e objetivos específicos, que puderam ser atingidos por meio de levantamentos bibliográficos e uma aplicação em uma indústria automobilística do estado do Paraná.

O modelo base selecionado (Van Eck, Leemans, Van der Aalst., 2015) atendeu o propósito da pesquisa, uma vez que permitiu a execução de todas as etapas do modelo metodológico. Cabe-se ressaltar que para chegar neste modelo, uma pesquisa concisa usando métodos como *ProKnow-C* foram empregados.

A aplicação de mineração de processos no setor de pós-venda de uma empresa, ainda não é um conceito tratado amplamente pela literatura, porém, a presente dissertação mostra que pode ser de grande valia a implementação de tal conceito. No estudo realizado foi possível perceber que, inicialmente, é importante deixar os dados estruturados para uma análise e interpretação consistente das informações cedidas pela empresa. A utilização do VBA para a adequação das planilhas em um padrão para o *software* DISCO®, foi fundamental para a execução das análises. Também, comprova-se a eficácia da ferramenta para a realização das modificações e atualizações de dados nas planilhas.

Ao apresentar a abordagem para a análise do pós-venda, é esperado que os técnicos e gestores, envolvidos com projetos de mineração de processos, possam ganhar um maior entendimento dos processos de pós-venda da empresa. Também facilita a localização de problemas e desafios, que o setor de pós-venda apresenta, com mais facilidade. Assim é possível obter uma orientação em possíveis escolhas à serem tomadas, tratando-se do projeto de mineração de processos.

Além disso, este trabalho contribui também como uma base experimental documentada, unindo duas áreas de estudo que pouco se cruzaram na literatura até o momento. Esses são o pós-venda e a mineração de processos, que pode servir como amparo a futuros estudos relacionados. Este trabalho pode ser usado também como base de comparação entre outras metodologias para aplicação de mineração

de processos e/ou relacionados ao setor de pós-venda.

6.1. PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base no que foi demonstrado neste trabalho, após a aplicação do método proposto, pode-se destacar que há um campo ainda grande que poderá ser explorado. Esses serão apresentados como propostas para trabalhos futuros. A saber:

- Considerando que o presente trabalho teve como escopo a área de pós-venda, estudos de análises de minerações de processos devem ser ampliados para etapas anteriores a entrega dos veículos novos às concessionárias. Como por exemplo, os processos logísticos relacionados ao transporte e armazenamento de veículos, desde a saída da fábrica até o armazenamento nos pátios.
- Explorar o uso de outras metodologias de mineração de processos, para verificar a sua facilidade ou dificuldade de aplicação, em relação à metodologia apresentada neste trabalho. A metodologia PM² mostrou-se satisfatória, mas é importante verificar a aderência de diferentes metodologias de mineração de processos, que possam ser aplicadas na área de pós-venda de organizações.
- Visto que foi indentificado uma carência em artigos e pesquisas que relacionem a mineração de processos à área de pós-vendas, como proposta de trabalho futuro é importante desenvolver a aplicação de mineração de processos em áreas correlatas, como departamentos administrativos a exemplo de Recursos Humanos, Controladoria e Compras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAM, Alan S. et al. An integrated text analytic framework for product defect discovery. *Production and Operations Management*, v. 24, n. 6, p. 975-990, 2015.
- AGRAWAL, Rakesh; GUNOPULOS, Dimitrios; LEYMAN, Frank. Mining process models from workflow logs. In: *International Conference on Extending Database Technology*. Springer, Berlin, Heidelberg, 1998. p. 467-483.
- AHN, Jin Sook; SOHN, So Young. Customer pattern search for after-sales service in manufacturing. *Expert Systems with Applications*, v. 36, n. 3, p. 5371-5375, 2009.
- ARMISTEAD, Colin; CLARK, Graham. A framework for formulating after-sales support strategy. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 11, n. 3, p. 111-124, 1991.
- BOZKAYA, Melike; GABRIELS, Joost; VAN DER WERF, Jan Martijn. Process diagnostics: a method based on process mining. In: *Information, Process, and Knowledge Management*. 2009.
- BUIJS, J. C. A. M. Mapping data sources to xes in a generic way. *Masters Thesis*, 2010.
- BUNDSCHUH, Russell G.; DEZVANE, Theodore M. How to make after-sales services pay off. *McKinsey Quarterly*, n. 4, p. 116-127, 2003.
- BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. *Estatística Básica*, Saraiva. São Paulo-SP. 526p, 2003.
- CAVALIERI, Sergio; GAIARDELLI, Paolo; IERACE, Stefano. Aligning strategic profiles with operational metrics in after-sales service. *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 56, n. 5/6, p. 436-455, 2007.
- CHENG, Hsin-Jung; KUMAR, Akhil. Process mining on noisy logs—Can log sanitization help to improve performance? *Decision Support Systems*, v. 79, p. 138-149, 2015.
- COOK, Jonathan E.; WOLF, Alexander L. Process discovery and validation through event-data analysis. 1996. Tese de Doutorado. University of Colorado.
- COOK, Jonathan E.; WOLF, Alexander L. Automating process discovery through event-data analysis. In: *Software Engineering, 1995. ICSE 1995. 17th International Conference on*. IEEE, 1995. p. 73-73.
- COOK, Jonathan E.; WOLF, Alexander L. Discovering models of software processes from event-based data. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM)*, v. 7, n. 3, p. 215-249, 1998.
- COOLEY, Robert; MOBASHER, Bamshad; SRIVASTAVA, Jaideep. Data preparation for mining world wide web browsing patterns. *Knowledge and information systems*, v. 1, n. 1, p. 5-32, 1999.

DRESCH, A. Design Science e Design Science Research como Artefatos Metodológicos para Engenharia de Produção. Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas Unisinos, 2013.

DE MEDEIROS, Ana Karla A.; WEIJTERS, Anton JMM; VAN DER AALST, Wil MP. Genetic process mining: an experimental evaluation. *Data Mining and Knowledge Discovery*, v. 14, n. 2, p. 245-304, 2007.

DENG, Zhi-Hong; LV, Sheng-Long. Fast mining frequent itemsets using Nodesets. *Expert Systems with Applications*, v. 41, n. 10, p. 4505-4512, 2014.

DENG, Zhi-Hong; MA, Shulei; LIU, He. An Efficient Data Structure for Fast Mining High Utility Itemsets. *arXiv preprint arXiv:1510.02188*, 2015.

DO VALLE, Arthur M.; SANTOS, Eduardo AP; DE FR LOURES, Eduardo. Applying Process Mining Techniques in Software Process Appraisals. *Information and Software Technology*, 2017.

DOMBROWSKI, Uwe; ENGEL, Christian. Impact of electric mobility on the after sales service in the automotive industry. *Procedia CIRP*, v. 16, p. 152-157, 2014.

FERREIRA, Diogo R.; GILLBLAD, Daniel. Discovering process models from unlabelled event logs. In: *International Conference on Business Process Management*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2009. p. 143-158.

FERNANDEZ, George. *Data mining using SAS applications*. CRC press, 2010.

GAIARDELLI, Paolo; SACCANI, Nicola; SONGINI, Lucrezia. Performance measurement of the after-sales service network—Evidence from the automotive industry. *Computers in Industry*, v. 58, n. 7, p. 698-708, 2007.

GAIARDELLI, Paolo; SACCANI, Nicola; SONGINI, Lucrezia. Performance measurement systems in after-sales service: an integrated framework. *International Journal of Business Performance Management*, v. 9, n. 2, p. 145-171, 2006.

GALLAGHER, Tim; MITCHKE, Mark D.; ROGERS, Matthew C. Profiting from spare parts. *The McKinsey Quarterly*, v. 2, p. 1-4, 2005.

GOFFIN, Keith. Customer support: a cross-industry study of distribution channels and strategies. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 29, n. 6, p. 374-398, 1999.

GÜNTHER, Christian W.; VAN DER AALST, Wil MP. A generic import framework for process event logs. In: *International Conference on Business Process Management*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2006. p. 81-92.

HAN, Jiawei; PEI, Jian; KAMBER, Micheline. *Data mining: concepts and techniques*. Elsevier, 2011.

LAW, Darren; GRUSS, Richard; ABRAHAM, Alan S. Automated defect discovery for dishwasher appliances from online consumer reviews. *Expert Systems with Applications*, v. 67, p. 84-94, 2017.

LEBEAUPIN, Benoit ; RAUZY, Antoine ; ROUSSEL, Jean ; COLOMB, Robert. A language proposition for system requirements. Annual IEEE International Systems Conference, Year: 2017, Page 1, 2017.

LIAO, Shu-hsien et al. Mining customer knowledge for exploring online group buying behavior. Expert Systems with Applications, v. 39, n. 3, p. 3708-3716, 2012.

LITTLE, Roderick JA; RUBIN, Donald B. Statistical analysis with missing data. John Wiley & Sons, 2014.

LOHR, Steve. The age of big data. New York Times, v. 11, n. 2012, 2012.

MACIEL, P.R.M., LINS, R.D., CUNHA, P.R.F., Introdução às Redes de Petri e Aplicações, 10ª Escola de Computação, Campinas, 1996.

MAITA, A., CORRÊA MARTINS, L., PAZ, C., RAFFERTY, L., HUNG, P., PERES, S., & FANTINATO, M. (2018). A systematic mapping study of process mining. Enterprise Information Systems, 12 , 505–549.

MANS, Ronny S.; VAN DER AALST, Wil MP; VANWERSCH, Rob JB. Process Mining. In: Process Mining in Healthcare. Springer International Publishing, 2015. p. 17-26.

MARISCAL, Gonzalo; MARBAN, Oscar; FERNANDEZ, Covadonga. A survey of data mining and knowledge discovery process models and methodologies. The Knowledge Engineering Review, v. 25, n. 2, p. 137-166, 2010.

NOOIJEN, Erik HJ; VAN DONGEN, Boudewijn F.; FAHLAND, Dirk. Automatic discovery of data-centric and artifact-centric processes. In: International Conference on Business Process Management. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. p. 316-327.

OKAZAWA, Stephen; ORMROD, Mike; YOUNG, C. Managed Readiness Simulator (MARS) V2. DRDC CORA TM, v. 57, 2009.

PATELLI, L.; PISTONI, A.; SONGINI, L. The appraisal of after-sales service contribution to value creation. A conceptual framework. In: 27th Annual Congress of the European Accounting Association. 2004. p. 1-3.

PERRY, George LW. SpPack: spatial point pattern analysis in Excel using Visual Basic for Applications (VBA). Environmental Modelling & Software, v. 19, n. 6, p. 559-569, 2004.

PORTER, Michael E. Competitive strategy: Techniques for analyzing industries and competition. New York, v. 300, p. 28, 1980.

RECKER, J. Opportunities and constraints: the current struggle with BPMN, Business Process Management Journal, Vol. 16 No. 1, pp. 181-201, 2010.

ROZINAT, Anne; VAN DER AALST, Wil MP. Conformance checking of processes based on monitoring real behavior. Information Systems, v. 33, n. 1, p. 64-95, 2008.

SONG, M. S.; VAN DER AALST, Wil MP. Towards comprehensive support for organizational mining. Decision Support Systems, 2007.

URBANIAK, A. J. After The Sale-What Really Happens To Customer Service. *American Salesman*, v. 46, n. 2, p. 14-17, 2001.

VAN DER AALST, W. M. P. et al. Business process mining: An industrial application. *Information Systems*, v. 32, n. 5, p. 713-732, 2007.

VAN DER AALST, W. M. P. Process mining in the large: a tutorial. In: *Business Intelligence*. Springer International Publishing, 2014. p. 33-76.

VAN DER AALST, W. M. P. Getting the Data. In: *Process Mining*. Springer Berlin Heidelberg, 2011. p. 95-123.

VAN DER AALST, W. M. P., WEIJTERS, Ton; MARUSTER, Laura. Workflow mining: Discovering process models from event logs. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, v. 16, n. 9, p. 1128-1142, 2004.

VAN DER AALST, W. M. P. *Process mining: data science in action*. Springer, 2016.

VAN DER AALST, W. M. P.; VAN HEE, Kees Max. *Workflow management: models, methods, and systems*. MIT press, 2004.

VAN ECK, M. L.; LU, X.; LEEMANS, S. J. J.; VAN DER AALST, W. M. P. PM2: A process mining project methodology. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, v. 9097, p. 297–313, 2015.

VAN ECK, Maikel L. et al. A Process Mining Project Methodology. In: *International Conference on Advanced Information Systems Engineering*. Springer, Cham, 2015. p. 297-313.

WEIJTERS, A. J. M. M.; VAN DER AALST, Wil MP; DE MEDEIROS, AK Alves. Process mining with the heuristics miner-algorithm. *Technische Universiteit Eindhoven, Tech. Rep. WP*, v. 166, p. 1-34, 2006.

WOOLRIDGE, A. Social media provides huge opportunities, but will bring huge problems. *Economist*, v. 50, 2011.