

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO E SISTEMAS

DANILO ORION VALERIO

UMA METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE PÓS-VENDA BASEADA EM
MINERAÇÃO DE PROCESSOS

CURITIBA

2018

DANILO ORION VALERIO

**UMA METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE PÓS-VENDA BASEADA EM
MINERAÇÃO DE PROCESSOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, PPGEPS, da Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, PUCPR, como requerimento para título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Alves Portela Santos

CURITIBA

2018

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central
Edilene de Oliveira dos Santos CRB/9 1636

V164m 2018	<p>Valerio, Danilo Orion Uma metodologia para análise pós-venda baseada em mineração de processos / Danilo Orion Valerio ; orientador, Eduardo Alves Portela Santos. -- 2018 104 f. : il. ; 30 cm</p> <p>Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2018. Bibliografia: f. 97-104</p> <p>1. Engenharia da produção. 2. Mineração de dados (Computação). 3. Vendas - Administração. 4. Indústria automobilística. 5. Consumidores – Reclamações. I. Santos, Eduardo Alves Portela. II. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. III. Título.</p> <p>CDD 20. ed. – 670</p>
---------------	---

TERMO DE APROVAÇÃO

Danilo Orion Valerio

UMA METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE PÓS-VENDA BASEADA EM MINERAÇÃO DE PROCESSOS.

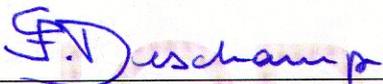
Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, da Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, pela seguinte banca examinadora:



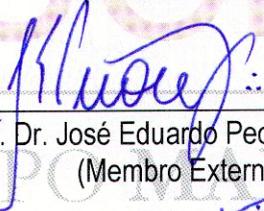
Presidente da Banca
Prof. Dr. Eduardo Alves Portela Santos
(Orientador)



Prof. Dr. Eduardo de Freitas Rocha Loures
(Membro Interno)



Prof. Dr. Fernando Deschamps
(Membro Interno)



Prof. Dr. José Eduardo Pecora Jr.
(Membro Externo)



Dr. José Marcelo Cestari
(Membro Externo)

Curitiba, 31 de outubro de 2018.

RESUMO

A presente dissertação tem como objetivo sistematizar técnicas de mineração de processos para a realização de uma aplicação no setor de pós-venda de uma empresa. O trabalho tem como motivação a busca por uma melhora na análise de dados de pós-venda, visto a grande quantidade de dados gerada por empresas multinacionais, a falta de tratamento de dados e os processos muitas vezes não formalizados. Para tal, tendo como base estudos anteriores, uma busca em técnicas de aplicação de mineração de processos e estudos aprofundados no pós-venda, foi desenvolvida uma abordagem para a aplicação da mineração de processos no setor. Além disso, para refinar e testar a metodologia proposta, um case 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 para a mineração de processos. Então, os processos foram analisados, seus resultados extraídos e apresentados através de imagens e de um fluxograma BPMN. Além disso, foram feitas análises adicionais dos dados após a mineração, visando encontrar similaridades no comportamento dos veículos nas mãos do cliente em duas perspectivas: uma evolução de cada problema relatado pelos clientes em quilometragens de revisão (10.000 km, 20.000 km, etc.) e o tipo de problema encontrado pelas concessionárias baseando-se em palavras-chave ditas pelos clientes na hora da reclamação. Os resultados encontrados culminaram na melhora da análise e utilização dos dados pela empresa e exaltam a importância da mineração de processos para encontrar informações escondidas na grande quantidade de dados gerada por uma empresa multinacional.

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

ABSTRACT

The present dissertation aims to present systematization of process mining techniques for the realization of an application in the after-sales sector of a company. The work has as motivation the search for an improvement in the analysis of after-sales data, taking into account the large amount of data generated by multinational companies, the lack of data processed and the processes often not formalized. To do so, based on previous studies, a search of techniques for applying process mining and in-depth after-sales studies, a methodology was developed for the application of process mining in the sector. In addition, to refine and test the proposed methodology, an application case was developed in an automotive industry where, first, data structuring techniques were developed to match the raw data assigned by the company to a standard for process mining. Then, the processes were analyzed, their results extracted and presented through images and a BPMN flowchart. In addition, further analysis of the data was carried out after the mining, aiming to find similarities in the behavior of the vehicles in the hands of the customers in two perspectives: an evolution of each problem reported by the clients in revision kilometers (10,000 km, 20,000 km, etc.) and the type of problem encountered by dealerships based on keywords spoken by customers at the time of the claim. The results have led to the company's improved analysis and use of the data and extol the importance of process mining to find information hidden in the large amount of data generated by a multinational company.

Key-words: Process Mining, After-sales, Automotive industry

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Etapas de pesquisa.....	17
Figura 2 – Cadeia de serviços do pós-venda na indústria automobilística.....	23
Figura 3 – Matriz SWOT do pós-venda.....	30
Figura 4 – Os três tipos de mineração de processos.....	33
Figura 5 – Figura 3: Exemplo de sistema de transição.....	35
Figura 6 – Exemplo de rede de Petri.....	36
Figura 7 – Exemplo de BPMN.....	37
Figura 8 – Método de aplicação da mineração de processos.....	39
Figura 9 – Vantagens da aplicação de mineração de processos no pós-venda.....	47
Figura 10 – Abordagem para a análise do pós-venda baseada em mineração de processos.....	50
Figura 11 – Dados brutos cedidos pela empresa.....	58
Figura 12 – Criação das atividades por VBA.....	58
Figura 13 – Alocação da coluna “Timestamp”.....	59
Figura 14 – Reclamações de um único chassis.....	60
Figura 15 – Limpeza das linhas repetidas.....	60
Figura 16 – Exclusão das Linhas Repetidas.....	60
Figura 17 – Modelo BPMN dos processos.....	63
Figura 18 – Mapa de processos do veículo D.....	64
Figura 19 – Mapa de processos do veículo S.....	65
Figura 20 – Mapa de processos do veículo L.....	66
Figura 21 – Intervalos de tempo médio do veículo D.....	69
Figura 22 – Intervalos de tempo médio do veículo S.....	70
Figura 23 – Intervalos de tempo médio do veículo D.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação entre metodologias de aplicação de projetos de mineração de processos.....	42
Tabela 2 – Comparação entre as metodologias.....	49
Tabela 3 – Configurações da Mineração de Processos.....	61
Tabela 4 – Intervalos de tempo médios.....	67
Tabela 5 – Intervalos de tempo máximos.....	68
Tabela 6 – Exemplo da análise de quilometragens do veículo D.....	72
Tabela 7 – Exemplo da análise de quilometragens do veículo S.....	74
Tabela 8 – Exemplo da análise de quilometragens do veículo L.....	75
Tabela 9 – Palavras-chave e as respectivas causas de problemas no veículo D.....	76
Tabela 10 – Palavras-chave e as respectivas causas de problemas no veículo S.....	77
Tabela 11 – Palavras-chave e as respectivas causas de problemas no veículo L.....	78
Tabela 12 – Tabela completa de quilometragens do veículo D.....	87
Tabela 13 – Tabela completa de quilometragens do veículo S.....	89
Tabela 14 – Tabela completa de quilometragens do veículo L.....	91
Tabela 15 – Tabela de palavras-chave principais do veículo D.....	93
Tabela 16 – Tabela de palavras-chave principais do veículo S.....	94
Tabela 17 – Tabela de palavras-chave principais do veículo L.....	96

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 TEMA E QUESTÃO DE PESQUISA.....	13
1.2 OBJETIVOS.....	13
1.2.1 Objetivo geral.....	13
1.2.2 Objetivos específicos.....	14
1.3 JUSTIFICATIVA.....	14
1.4 MÉTODOS DE PESQUISA.....	15
1.5 ESTRUTURA DO DOCUMENTO.....	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1 O PÓS-VENDA.....	19
2.1.1 Pós-venda na indústria automobilística.....	22
2.1.2 Abordagens de análise do pós-venda.....	24
2.1.3 Problemas e desafios do pós-venda.....	25
2.1.4 Matriz SWOT do pós-venda.....	27
2.2 Mineração de Processos.....	31
2.2.1 Propósitos da mineração de processos.....	32
2.2.2 Conceitos Básicos.....	34
2.2.3 Notações e Modelagem de Processos.....	35
2.2.4 Ferramentas.....	37
2.2.5 Métodos de Aplicação.....	38
2.2.6 Desafios da Mineração de Processos.....	43
2.2.7 Estruturação dos dados.....	44
3. ABORDAGEM PROPOSTA.....	46
3.1 O MÉTODO.....	49
4. CASO DE APLICAÇÃO.....	55
4.1 PLANEJAMENTO.....	56
4.2 EXTRAÇÃO DOS DADOS.....	57
4.3 ADEQUAÇÃO DOS DADOS.....	57
4.4 UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE DE MINERAÇÃO DE PROCESSOS.....	61
4.5 APROFUNDAMENTO NOS DADOS.....	71
4.5.1 Análise De Quilometragens.....	72

4.5.2 Análise de reclamações.....	76
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	80
6. CONCLUSÃO.....	84
7. ANEXOS.....	87
7.1 Anexo 1: Tabelas completa de quilometragens.....	87
7.2 Anexo 2: Tabelas de palavras-chave principais.....	93
8. REFERÊNCIAS.....	98

1. INTRODUÇÃO

Num contexto de competição global e lucro baseado na venda de produtos, os serviços e atividades do pós-venda constituem uma relevante fonte de receitas, sendo um diferenciador-chave para companhias de manufatura e revendedores (Gaiardeli et al., 2007). Muitas vezes, o lucro gerado por serviços de pós-venda chega a ser maior do que o gerado pelas vendas, ressaltando o pós-venda como uma fonte potencial de receitas a longo prazo, contribuindo como um meio de se cobrir as necessidades e exigências dos clientes e tornando-se um diferencial estratégico para uma maior competitividade no mercado (Gallagher et al., 2005).

A percepção do pós-venda como uma vantagem competitiva e oportunidade de negócio requer uma transição da visão comum do mercado, centrado no produto, onde o pós-venda é tratado como um mal necessário, para uma visão centrada no cliente (Ahn e Sohn, 2009). Hoje, como há mais atores envolvidos na cadeia de serviços, um sistema integrado de métricas deve ser devidamente desenhado e desenvolvido para se ter controle dos dados e acontecimentos a tempo real do pós-venda de uma empresa.

Implementar técnicas de análise de dados, é muitas vezes complicado. Porém, ao aplicado, pode gerar benefícios permanentes para o pós-venda, aumentando a eficiência e a produtividade do setor. É comum perceber que a adoção de abordagens analíticas tem o poder de diferenciar empresas bem-sucedidas das demais. O grande problema, é o gerenciamento da quantidade de dados que é produzida, principalmente por empresas de grande porte (Walker, 2014).

A grande quantidade de dados gerados por uma empresa hoje dá a oportunidade de se realizar pesquisas aprofundadas e análises históricas de dados, refletindo resultados e interpretações importantes para a predição de acontecimentos. Há um crescente interesse da indústria em monitorar os processos de negócios, incitando em seguir suas atividades mais de perto (Little e Rubin, 2014).

A mineração de processos de negócios, ou simplesmente mineração de processos, tem como objetivo fazer a construção automática de modelos que expliquem o comportamento observado em um determinado conjunto de dados em um período (van der Aalst et al., 2007). A mineração de processos reflete em uma análise lógica a evolução de um processo e informações derivadas dos acontecimentos catalogados. Esta técnica visa a descoberta de padrões relacionados com o entendimento de relações entre atividades em um específico processo de negócio, que levam a uma melhor tomada de decisão (Cheng e Kumar, 2015).

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

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, além de aprimorar a utilização dos dados e expandir as possibilidades de análises dentro do 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, já que podem ser catalogadas revisões, correções de falhas e problemas no funcionamento do produto, sempre que o cliente buscar a empresa. Entretanto, não havendo referências na literatura sobre a aplicação das técnicas de mineração de processos no setor, procura-se expor nessa pesquisa os motivos para a realização de tal prática, bem como a criação de uma abordagem que exemplifique os passos necessários para a realização da mineração de processos e os resultados e benefícios que essa aplicação pode trazer para o setor de pós-venda de uma empresa.

1.1 TEMA E QUESTÃO DE PESQUISA

É comum os setores de pós-venda das indústrias não empregarem técnicas aprofundadas na análise de seus dados, criando assim lacunas de informação que poderiam ser utilizadas para um melhor gerenciamento desse setor (Kurata e Nam, 2013). A mineração de processos, como já citada, pode auxiliar na construção dessas análises, criando um mapa de processos e fornecendo informações interligadas entre as etapas e intervalos de tempo das atividades do pós-venda, que embasariam o setor a tomar decisões mais rápidas e assertivas em relação à seus clientes, bem como o entendimento de características chave de seus produtos nas mãos do cliente.

Nesse contexto, para a aplicação da mineração de processos, diversos passos devem ser seguidos para uma análise consistente, desde o planejamento, até o encontro dos resultados, tendo isso em mente, é apresentada a seguinte questão de pesquisa: **Como sistematizar a aplicação das técnicas de mineração de processos para a construção de uma abordagem para o pós-venda?**

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo principal propor técnicas para a aplicação de mineração de processos no setor de pós-venda de uma empresa. Essas técnicas visam evidenciar os principais passos para o desenvolvimento da mineração de processos, desde a extração dos dados até as análises finais. A aplicação da abordagem proposta tem como finalidade auxiliar gestores em projetos de mineração de processos no setor de pós-venda e visa uma melhora na utilização dos dados, para obtenção de melhores resultados no setor.

1.2.2 Objetivos específicos

Para que o objetivo geral seja alcançado, os seguintes objetivos específicos foram traçados:

- Examinar como se comportam os setores de pós-venda em grandes indústrias, com o foco na indústria automobilística, tendo como base uma revisão bibliográfica;
- Analisar técnicas de estruturação de dados na literatura, visando uma melhor adequação de dados brutos obtidos para um padrão de mineração de processos;
- Analisar em que circunstâncias a mineração de processos pode influenciar positivamente o setor de pós-venda;
- Identificar, com base na literatura, os requisitos necessários para a construção de uma abordagem que empregue técnicas para aplicação de mineração de processos no pós-venda;
- Avaliar a abordagem proposta em um caso de aplicação, colhendo os resultados, contribuições e limitações.

1.3 JUSTIFICATIVA

Os serviços pós-venda referem-se às diferentes práticas implementadas por uma empresa no manuseio de problemas relativos a um produto depois de ter sido lançado no mercado (Patelli et. al, 2004). Estas práticas são realizadas para garantir que os clientes estejam satisfeitos com os produtos ou serviços de uma empresa, desta forma, a empresa se destaca em termos de desempenho pós-mercado e adquirem uma certa lealdade de seus clientes (Cohen et. al, 2006). Porém, muitas vezes, a qualidade técnica dos serviços pode estar abaixo da qualidade percebida pelo cliente, gerando problemas

e rompimento das parcerias em longo prazo (Rigopoulou et. al, 2008). Alguns fatores que comprovam tal tese podem ser destacados, como:

- Falta de percepção da gerência em atividades operacionais;
- A empresa não dá a devida importância ao setor de pós-venda, concentrando-se em estratégias que privilegiam apenas as vendas;
- Falta de comunicação interna sobre problemas encontrados nos produtos;
- Informações coletadas não são bem aproveitadas.

Tendo isso em mente, nota-se que o setor de pós-venda, muitas vezes não é devidamente explorado dentro das empresas. Informações sobre clientes e como o produto se comporta nas mãos deles são indispensáveis para o sucesso da empresa a longo prazo. Por esta razão, o presente estudo pretende apresentar os benefícios de aplicar uma análise aprofundada em dados de pós-venda, mais especificamente utilizando-se da mineração de processos, contribuindo na gestão da grande quantidade de dados que é gerada hoje em uma indústria de grande porte e auxiliando o setor de pós-venda na busca pela satisfação dos clientes.

1.4 MÉTODOS DE PESQUISA

A metodologia de pesquisa é uma busca lógica e sistemática para novas e úteis informações em um tópico particular. Ela visa ser uma trilha racional para facilitar o conhecimento, podendo servir como base para que diversas pessoas a possam percorrer, sendo ilimitadamente seguida (Magalhães, 2005). Deste modo, a metodologia pode ser vista como uma ferramenta para orientação no processo de investigação, tomada de decisão, seleção de conceitos, hipóteses, técnicas e dados adequados (Kothari, 2004).

Tendo como base essas definições, a presente dissertação pretende apresentar uma metodologia de aplicação de mineração de processos no pós-venda de uma

empresa, com o intuito de otimizar a utilização dos dados gerados pelo setor e aumentar a satisfação dos clientes.

Primeiramente, foi realizada uma revisão bibliográfica referente ao setor de pós-venda, suas características, forças, fraquezas, as lacunas de pesquisa e os desafios que o setor contém, a fim de consolidar os conceitos relativos à área de estudo. Com base nessas informações, foram identificados frameworks, metodologias e abordagens de análise de dados que foram descritas na literatura e aplicadas em setores de pós-venda de empresas. Identificou-se então que a mineração de processos ainda não teve nenhuma aplicabilidade retratada na literatura. Tendo isso em mente, uma revisão bibliográfica de mineração de processos foi desenvolvida, elencando seus propósitos, conceitos básicos, notações, métodos de aplicação e desafios da área de pesquisa, bem como técnicas de estruturação de dados para a realização de mineração de processos.

Na etapa seguinte, as informações coletadas foram analisadas, para se encontrar a melhor maneira de aplicar a mineração de processos no pós-venda, tendo resultados satisfatórios, tanto para a literatura, quanto para a prática, seguindo a questão de pesquisa. Assim, foi desenvolvida uma abordagem de aplicação, compreendendo seis passos, desde o planejamento da aplicação de mineração de processos no pós-venda, até o encontro dos resultados finais.

Através da abordagem proposta, foi desenvolvido um estudo de caso para o teste e validação da abordagem. Para isso, foram coletados dados de pós-venda de uma indústria automobilística, referentes à três veículos fabricados pela empresa. Com eles, foram realizadas técnicas de estruturação de dados para a adequação ao software Disco (Günter, 2012), responsável pela mineração de processos. Com os dados já adequados, foram gerados os mapas de processos e analisados as sequências de processos e as informações contidas em cada um e em seus intervalos. Após isso, dados adicionais, específicos do pós-venda da empresa foram retirados do software Disco para complementar a mineração de processos realizada.

Por fim, nas últimas sessões são discutidos os resultados, benefícios, limitações e problemas encontrados através do estudo de caso realizado em relação à abordagem proposta e em seguida as considerações finais.

A Figura 1 apresenta graficamente as etapas da pesquisa adotada nessa dissertação:

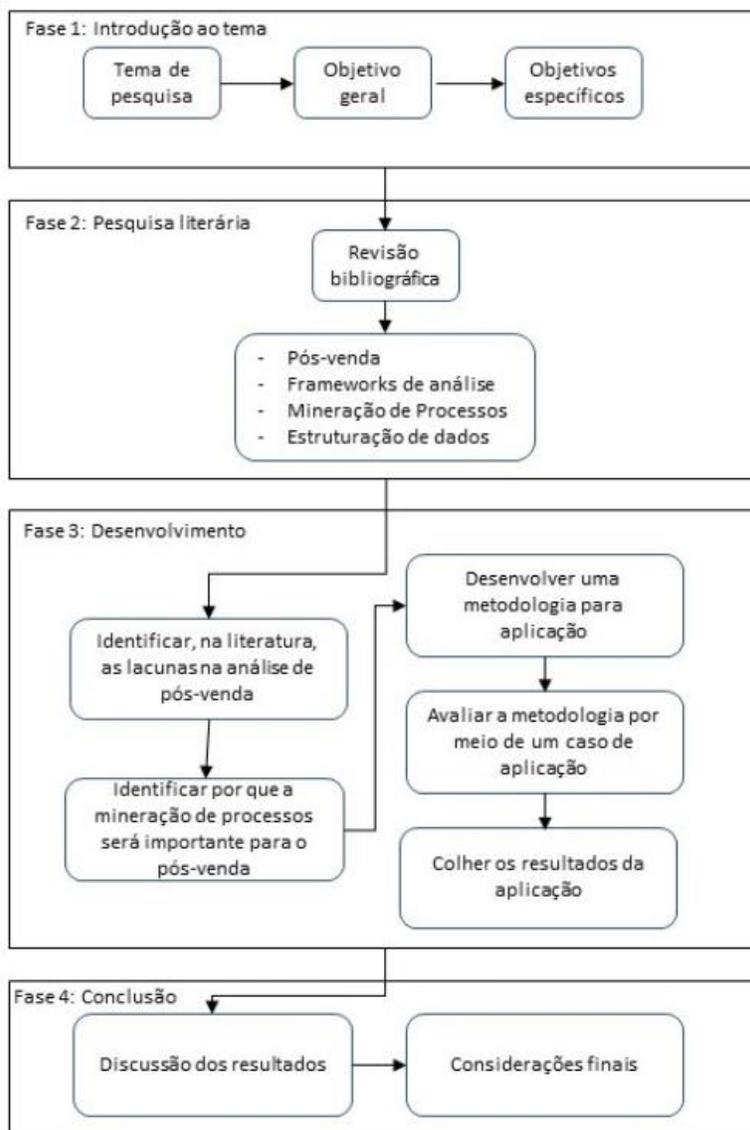


Figura 1: Etapas de pesquisa
Fonte: O autor, 2018

1.5 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O Capítulo 1 apresenta uma introdução ao conteúdo do trabalho, a importância deste estudo, também definem-se os objetivos e a justificativa. O Capítulo 2 trata da fundamentação teórica para o estudo, dividindo-se em características e atribuições do pós-venda, mineração de processos, seus principais conceitos e funções e técnicas de estruturação dos dados. O Capítulo 3 apresenta a abordagem proposta para a análise dos dados do pós-venda utilizando-se da mineração de processos. O Capítulo 4 trata da aplicação da abordagem em uma indústria automobilística. O Capítulo 5 apresenta a discussão dos resultados encontrados com a aplicação. O Capítulo 6 apresenta as conclusões da dissertação. O Capítulo 7 mostra os anexos, incluindo as tabelas completas que foram geradas a partir das análises. E finalmente, no Capítulo 8 são apresentadas as referências utilizadas neste estudo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo apresenta conceitos básicos envolvidos na realização deste trabalho e relacionados ao tema de pesquisa. Os seguintes assuntos são abordados: pós-venda, suas definições, características, problemas e desafios. Mineração de processos, seus conceitos básicos, propósitos, notações, métodos de aplicação, desafios da área e estruturação de dados.

2.1 O PÓS-VENDA

Várias definições para os serviços de pós-venda podem ser encontradas na literatura. De modo geral, elas diferem no que diz respeito tanto à extensão atribuída quanto ao conceito de pós-venda e seu papel dentro da cadeia de suprimentos (Urbaniak, 2001). Mas apesar das diferentes definições, algumas características peculiares podem ser exaltadas (Patelli et al., 2004):

- a) O pós-venda representa um negócio
- b) O pós-venda é um serviço
- c) O pós-venda é um processo, constituindo diferentes atividades, desempenhadas por atores pertencentes a diferentes funções e organizações
- d) O pós-venda constitui uma unidade organizacional, com diferentes responsabilidades econômicas (centro de custos, centro de receitas e centro de investimentos)
- e) O processo de pós-venda de uma empresa está incorporado em uma rede abrangente, envolvendo diversos participantes (concessionárias, fornecedores, assistência técnica, serviços logísticos, consumidores finais, etc).

Os serviços de pós-venda são um elemento crítico para o sucesso de marketing de muitos produtos. Bens de capital, como por exemplo equipamentos de fabricação, exigem serviços pós-venda, como manutenção e reparo, para que os clientes obtenham o valor total deles. Alguns fabricantes têm começado a oferecer aos clientes um produto e serviço integrados, denominado sistema de produtos e serviços na literatura acadêmica (Szwejczewski et al., 2015).

A relevância dos serviços de pós-venda é resumida por Goffin (1999), que enfatiza seu papel como:

- Fonte de receitas: o pós-venda gera mais de três vezes o volume de negócios da compra original durante o ciclo de vida de um produto, contribui com até 30% das receitas e até 50% dos lucros;
- Alavanca a satisfação do cliente: processos de pós-venda bem-sucedidos fazem com que os clientes se tornem mais fidelizados, aumentem as chances de uma recompra e gera uma rentabilidade a curto e longo prazos;
- Potencial fonte de vantagens competitivas: Porter (1980) sugere que uma empresa pode obter sucesso em comparação a competidoras tanto com um baixo custo, como com uma diferenciação nos seus produtos ou serviços, fornecendo uma maior qualidade, características especiais ou serviços de pós-venda;
- Aumenta a possibilidade de sucesso de novos produtos: Isso graças à recuperação de dados e feedbacks coletados durante o uso dos produtos por parte dos clientes.

Um número crescente de empresas orientadas a produtos está investindo na extensão dos negócios de serviços ligados aos seus produtos. Esta tendência pode ser rastreada desde o final dos anos 80, quando o termo "servitização" foi descrito por (Vandermerwe et al., 1988) para se referir ao processo de criação de valor adicionando serviços aos produtos.

Em outros termos, a servitização é definida como “o processo de inovação das capacidades e processos de uma organização para passar da venda de produtos para a venda de produtos e serviços que fornecem valor em uso ” (Baines et al, 2009) ou “O processo de mudança de estratégia onde empresas de manufatura optam por uma orientação para serviços e/ou mais e melhores serviços com o objetivo de satisfazer necessidades do cliente, obtendo vantagens competitivas e melhorando o desempenho da empresa ”.

Atualmente, programas de serviços estão ganhando importância no setor de manufatura. Empresas de manufatura fazem um esforço para vender seus produtos, manter a lealdade do cliente e criar oportunidades de crescimento nos mercados. Adequadamente, “servitização” tornou-se predominante na indústria de manufatura (Brax, 2005). Quanto aos bens duradouros, nos últimos anos, muitas empresas só se preocuparam em vender seus produtos no mercado. Mas agora, o pós-venda tornou-se cada vez mais importante nos negócios. Ele não auxilia apenas na diferenciação do produto, mas também é na fidelização dos clientes.

Empresas de manufatura podem obter rendimentos e lucro via pós-venda, através de feedback estratégico sobre o design e a qualidade dos produtos e serviços, vendas e atividades de marketing. Com uma alta qualidade do sistema de pós-venda, empresas de manufatura podem convencer clientes potenciais a comprar seus novos produtos, melhorando a satisfação do cliente, sua lealdade e imagem da empresa/marca no longo prazo (Sacconi et al, 2006). Segundo Eppiente et al. (1997), o atendimento ao cliente vem surgindo como uma arma competitiva para os negócios das empresas. Ele mencionou que “está se tornando cada vez mais difícil competir na excelência de fabricação sozinho. Fabricantes que prosperam (...) competirão combinando serviços com produtos.” Certamente, o serviço ao cliente faz parte de todas as facetas da nossa economia e é especialmente importante para a sobrevivência a longo prazo das empresas.

2.1.1 Pós-venda na indústria automobilística

O papel do pós-venda no setor industrial como um todo vem se tornando cada vez mais importante e indispensável para o sucesso dessas organizações. O setor automobilístico, por sua vez, possui algumas características peculiares que o diferem do resto da indústria, seja na freneticidade de suas operações, na alta complexidade de suas cadeias de suprimentos ou nas características chave de seus clientes, que necessitam invariavelmente de serviços de pós-venda.

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 (Dombrowski et al., 2014).

A relevância dos serviços de pós-venda é demonstrada pelos lucros que eles geram, geralmente 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 e Dezvane, 2003).

Hoje, 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 2 mapeia a cadeia de serviços do pós-venda e seus principais atores.

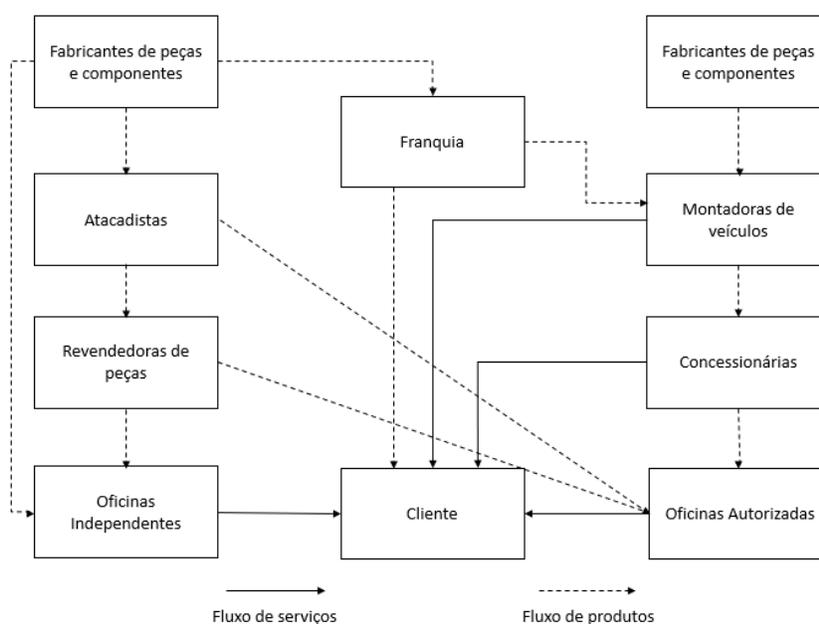


Figura 2: Cadeia de serviços do pós-venda na indústria automobilística

Fonte: Giardelli et al, 2007

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, etc.) 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. 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 (Giardelli et al., 2007).

2.1.2 Abordagens de análise do pós-venda

Há o consentimento na literatura que o pós-venda é amplo, variado e apresenta diversas fragmentações. Entretanto, alguns autores têm tentado alinhar diferentes perspectivas do pós-venda em forma de frameworks, apresentando uma visão em múltiplos aspectos do setor. Gaiardelli et al. (2008) apresentam um framework colocando o pós-venda como um papel estratégico fundamental para o negócio e decisões estratégicas e competências para se sobressair no mercado como fatores chave para o sucesso do setor. Já Armistead e Clark (1991) elencam a importância de uma ligação entre design, manufatura e serviços de pós-venda, afirmando que mesmo com produtos de qualidade inferior à de concorrentes, uma empresa pode ter mais sucesso por ter um setor de pós-venda bem estruturado e que atenda bem aos clientes. Gaiardelli et al. (2007) desenvolveram ainda um framework em forma de pirâmide para a medição de desempenho no setor de pós-venda, envolvendo quatro níveis: o inferior é dito como o de desenvolvimento, tendo uma função de planejamento a longo prazo; o segundo é o de atividade, que avalia custos, desperdícios, confiabilidade e fatores a curto prazo; o terceiro é o nível de processos, contendo fatores mais operacionais, como produtividade e flexibilidade e o quarto é o nível de negócios, que abrange as características do mercado e a satisfação dos clientes.

Apesar de um forte desenvolvimento de frameworks para o setor de pós-venda na literatura, a aplicação de mineração de processos ainda não foi citada, muito embora a utilização de big data para a análise de padrões vem sendo estudada com mais regularidade. O *big data* vem se tornando uma das maiores prioridades para muitos executivos, já que dados não estruturados são gerados constantemente em um volume muito alto, se comparado a uma década atrás (Lohr, 2012).

A descoberta de defeitos de produtos encontradas por clientes através da técnica de *text mining* em redes sociais, como: Facebook, Twitter e blogs são hoje de grande importância para o setor de pós-venda industrial, visto que as empresas estão investindo em campanhas de mídia social para uma conexão maior com os clientes e para expandir

sua marca (Woolridge, 2011). Estudos como este foram apresentados em (Abrahams et al., 2015) e (Law, 2016), através da criação e utilização de um framework que utiliza conceitos semânticos e textuais para filtrar informações de comentários de clientes em redes sociais e extrair um padrão para a descoberta de defeitos em veículos, equipamentos eletrônicos, brinquedos e eletrodomésticos. Outros estudos, como (Liao et al., 2012), utilizam-se da mineração de dados para encontrar padrões no comportamento e características chave dos clientes de empresas de compras em grupo e cria um mapeamento de sugestões para um futuro desenvolvimento dessas empresas.

As mudanças nos processos do pós-venda estão fazendo com que o setor seja visto como uma oportunidade de negócio e uma potencial vantagem competitiva, adquirindo um papel estratégico nas decisões de uma empresa e uma fonte de diferenciação no mercado, tornando-se uma fonte de lucros em curto e longo prazo (Cavaliere et al., 2007). Entretanto, o pós-venda não deve ser visto simplesmente como um conjunto de atividades operacionais, mas sim um processo integrado que deve ser gerido através de uma abordagem sistemática (Gaiardelli et al., 2007).

2.1.3 Problemas e desafios do pós-venda

Serviços de pós-venda compõem um papel importante na satisfação do cliente perante a empresa. A junção de clientes satisfeitos e negócios lucrativos ocorrem quando produtos e serviços atendem ou excedem as expectativas e necessidades dos clientes, tornando-os clientes fiéis da empresa (Lovelock e Wirtz, 2007).

Entretanto, segundo Murali et al. (2016), não são todas as empresas que conseguem obter sucesso nos processos de pós-venda, já que muitas vezes o foco está apenas em convencer o cliente a adquirir um produto. Por essa razão são citados quatro fatores que são determinantes para que os problemas do pós-venda sejam solucionados da melhor forma possível:

- Respostas rápidas e detalhadas: A rapidez no atendimento de chamados é essencial para o pós-venda, pois se isso não acontece a insatisfação tende a aumentar. Além disso é preciso contar com uma equipe capaz de responder detalhadamente as perguntas dos clientes;
- Agilidade na solução dos problemas: Quando alguma reclamação acontece devido a um problema no produto, a solução deve ser feita o mais rápido possível;
- Manter o contato mesmo após a resolução do problema: É crucial que a empresa mantenha contato com seus clientes, pois isso mostrará o quanto ela está preocupada com sua satisfação;
- Conhecimento sobre os clientes: Independentemente dos problemas ocorridos, um dos aspectos mais relevantes para que uma solução seja viabilizada rapidamente é o conhecimento de uma empresa sobre os consumidores. Ou seja, é fundamental que a empresa encontre ferramentas, seja de coleta de dados, informações em redes sociais ou em histórico de reclamações, que possam servir de base para um atendimento cada vez mais ágil.

Além da relação com os clientes, é importante ressaltar também que há desafios internos nas empresas que podem auxiliar o desenvolvimento do setor de pós-venda, refletindo diretamente nas receitas. Kurata e Nam (2013), citam três problemas e soluções para a melhora nos processos de pós-venda que podem ser executados internamente:

1. Falta de controle no movimento de peças entre fábrica e pós-venda: peças usadas pelos setores de serviços não são controladas corretamente pela empresa, resultando em perda ou falta de peças em um ou ambos os canais. Solução: controle de rastreabilidade de peças, sendo cada movimentação registrada e a inclusão do setor de pós-venda na cadeia de suprimentos da empresa;

2. Sobreposição de funções e atrasos: se os próprios técnicos de pós-venda têm também o dever de gerar notas fiscais ou outras tarefas burocráticas, como catalogação ou preenchimento de formulários, isso poderá gerar atrasos no atendimento de clientes, visto que o tempo que eles gastam nessas atividades poderia ser utilizado para solucionar outras reclamações.

Solução: contratar funcionários para setores administrativos do pós-venda, que sejam responsáveis por tarefas mais burocráticas, deixando que os técnicos dediquem seus serviços em reparos e atendimento de reclamações;

3. Falta de monitoramento dos processos de concessionárias ou revendedores: o setor de pós-venda não controla a inserção de dados nos sistemas de informação da empresa, ou as informações não são trabalhadas de forma correta. Com isso, a empresa sofre com a falta de informações específicas do pós-venda, tornando-o difícil de controlar.

Solução: funcionários do setor devem ser treinados a usar os sistemas de informação da empresa para registrar todos os serviços que são prestados. Isso gerará informações essenciais para relatórios de desempenho, além de ajudar a detectar problemas, reverter situações danosas, criar estratégias e aumentar o lucro.

2.1.4 Matriz SWOT do pós-venda

Tendo como base a literatura pesquisada, as características, conceitos e desafios do setor de pós-venda, propõe-se a criação de uma matriz SWOT para a exemplificação ilustrada da situação atual do pós-venda, identificando os principais fatores de sucesso, fracasso e oportunidades de melhoria para o setor.

A análise SWOT é uma técnica de plano estratégico usada para identificar fatores relacionados a competitividade do negócio, tem como objetivo analisar pontos fortes da empresa (S - strengths), pontos fracos (W - weaknesses), oportunidades (O - opportunities) e ameaças (T - threats). Destina-se a especificar os objetivos do

empreendimento ou projeto e identificar os fatores internos e externos que são favoráveis e desfavoráveis para alcançar esses objetivos (Doshier, 1960).

A matriz visa identificar influências internas e externas positivas e negativas, determinando como as empresas podem melhorar sua posição e atingir suas metas de serviço pós-venda. O objetivo da análise é desenvolver uma estratégia para aplicar os pontos fortes da empresa às oportunidades identificadas, enquanto as utiliza para evitar ou anular ameaças. Ao mesmo tempo, a empresa tem que lidar com os pontos fracos e garantir que as ameaças não os explorem e que não atrapalhem as oportunidades (Hill e Westbrook, 1997).

2.1.4.1 Forças

- Serviços de pós-venda eficientes geram uma boa imagem para o mercado, aumentando o valor da marca;
- Devido ao avanço tecnológico, mais canais de contato com o cliente estão disponíveis;
- O pós-venda é uma vantagem competitiva no mercado;
- O pós-venda é uma alta fonte de lucro para a empresa;
- Clientes satisfeitos com serviços de pós-venda se tornam leais à empresa.

2.1.4.2 Fraquezas

- Necessidades dos clientes muitas vezes não são atendidas;
- Muitos dados gerados, mas pouco utilizados;
- Falta de conhecimento dos clientes
- Falta de monitoramento dos processos;
- Dificuldades na gestão de suprimento de peças.

2.1.4.3 Oportunidades

- A diferenciação nos serviços de pós-venda pode trazer novos clientes;
- O setor pode conhecer melhor seus clientes por meio das redes sociais;

- Uso de ferramentas de tecnologia da informação para análises mais efetivas;
- Uma melhoria nos processos pode gerar mais lucro para a empresa;
- Estar preparado para atender uma solicitação de um cliente poupa tempo de técnicos e demais funcionários do pós-venda.

2.1.4.4 Ameaças

- Pouco investimento por parte das empresas;
- Baixa qualificação e alta rotatividade de funcionários;
- Preço alto;
- Fraca comunicação entre indústria e pós-venda;
- Logística de peças.

2.1.4.5 A Matriz

Com base nas informações relatadas, pôde-se desenvolver a seguinte matriz SWOT:

<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta o valor da marca - Muitos canais de contato - Vantagem competitiva - Alta fonte de lucro - Clientes leais <p style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">S</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidades dos clientes não atendidas - Muitos dados gerados e pouco utilizados - Conhecimento dos clientes - Monitoramento dos processos - Gestão de suprimentos de peças <p style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">W</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Diferenciação no mercado - Utilização das redes sociais - Uso de ferramentas de TI - Melhoria nos processos - Preparo no atendimento ao cliente <p style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">O</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pouco investimento - Baixa qualificação dos funcionários - Preço alto - Fraca comunicação com a indústria - Logística de peças <p style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">T</p>

Figura 3: Matriz SWOT do pós-venda

Fonte: O autor, 2018

Através da matriz, pode-se destacar que, embora o pós-venda seja uma grande fonte de receitas e lucros para empresa e uma potencial fonte de vantagem competitiva, há um certo desinteresse das empresas com o setor, ainda sendo visto como um mal necessário dentro dos negócios. A facilidade de interação com os clientes, pode ajudar no desenvolvimento do pós-venda, bem como uma melhor análise dos dados, tanto de desempenho interno, como dos próprios clientes. Nota-se ainda que a logística de peças no pós-venda é categorizada como ameaça, muito consequência da fraca comunicação entre pós-venda e indústria e da pouca importância dada ao setor, o que dificulta no trato com o cliente e pode gerar frustrações, ocasionando uma troca pela concorrência. Há de se destacar que o pós-venda tem um potencial enorme de lucros e competitividade, mas ainda há um longo caminho a ser percorrido para a gestão ideal do setor.

Analisando os problemas e desafios encontrados na literatura em concordância com a matriz SWOT desenvolvida, avaliou-se que a mineração de processos pode auxiliar o setor de pós-venda a incrementar seu desempenho. Visto que muito dos problemas estão na falta de gerenciamento dos dados, tanto de clientes, como dos processos internos do pós-venda. A mineração de processos clarificaria os processos e geraria informações relevantes, que poderiam ser utilizadas para uma melhoria na performance do setor, além da diminuição de desperdícios e uma melhora no atendimento aos clientes.

2.2 MINERAÇÃO DE PROCESSOS

A mineração de processos é uma área de pesquisa, onde o foco principal é a extração de informações sobre o comportamento de processos de negócio a partir de log de eventos registrados por sistemas de informação dentro da organização (van der Aalst, 2014), que podem estar armazenados em tabelas de banco de dados, logs de mensagens, arquivos de e-mail, entre outras fontes. Tais informações podem ser utilizadas para auxiliar no desenvolvimento e implantação de novos sistemas que suportam a execução de processos de negócio ou também no apoio para atividades de análise, auditoria ou melhoria de processos existentes, bem como a eliminação de desperdícios em uma organização (Van Eck et al., 2015). A utilização da mineração de processos possibilita ainda a executivos de empresas a ampliar seu conhecimento sobre o que está de fato acontecendo em suas organizações, servindo como um facilitador para eventuais melhorias (Do Valle et al., 2017)

Os primeiros trabalhos sobre mineração de processos surgiram na década de 90 e constituíam em minerar modelos de processos em logs de eventos no contexto da engenharia de software (Cook e Wolf, 1995), (Cook, 1996), (Cook e Wolf, 1998). A mineração de processos direcionada a negócios foi introduzida primeiramente em 1998,

chamada de workflow mining (Agrawal et al., 1998). Desde então, diversos grupos de pesquisas concentraram seus esforços na mineração de modelos de processos e em estudos detalhados sobre a aplicação da técnica (van der Aalst et al., 2004), Günter e van der Aalst, 2006), (Weijters et al., 2006), (Medeiros et al., 2007), (Ferreira e Gillblad, 2009).

2.2.1 Propósitos da mineração de processos

A ideia geral da mineração de processos está ilustrada na Figura 4. A partir dela é também possível perceber que as técnicas de mineração de processos podem ser utilizadas em três diferentes propósitos: descoberta, conformidade e melhoria (van der Aalst, 2011).

- **Descoberta:** lida com a geração de um modelo a partir dos logs de eventos, descobrindo não apenas o fluxo do sistema, mas também os modelos organizacionais;
- **Conformidade:** tem como objetivo verificar um processo através da comparação entre o modelo do processo atual e o log de eventos desse processo e identificar e quantificar variações. 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 (Rozinat e van der Aalst, 2008);
- **Melhoria:** tem como objetivo estender ou aprimorar o modelo de processo existente a partir de informações recuperadas do log de eventos.

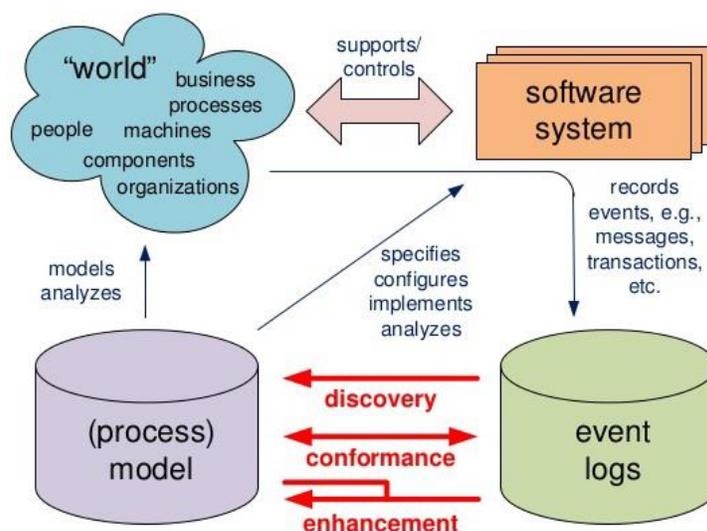


Figura 4: Os três tipos de mineração de processos

Fonte: 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 baseado 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 Schonemberg (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;
- Instância: é o elemento que é produzido ou modificado num trabalho. Também pode ser referenciado como serviço, produto ou item. Cada instância 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 Notações de Modelagem de Processos

Van der Aalst (2011) descreve algumas notações básicas existentes:

- Sistema de Transição: consiste de estados e transições. A Figura 5 mostra um sistema de transição consistindo de 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.

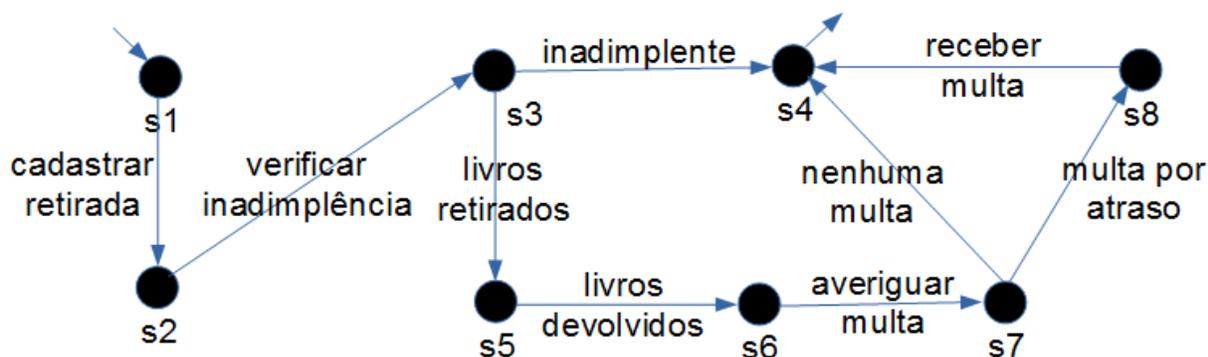


Figura 5: Exemplo de sistema de transição

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

tokens. Ao executar ou acionar uma transição habilitada, um *token* de cada entrada é consumido e é produzido um *token* em cada saída.

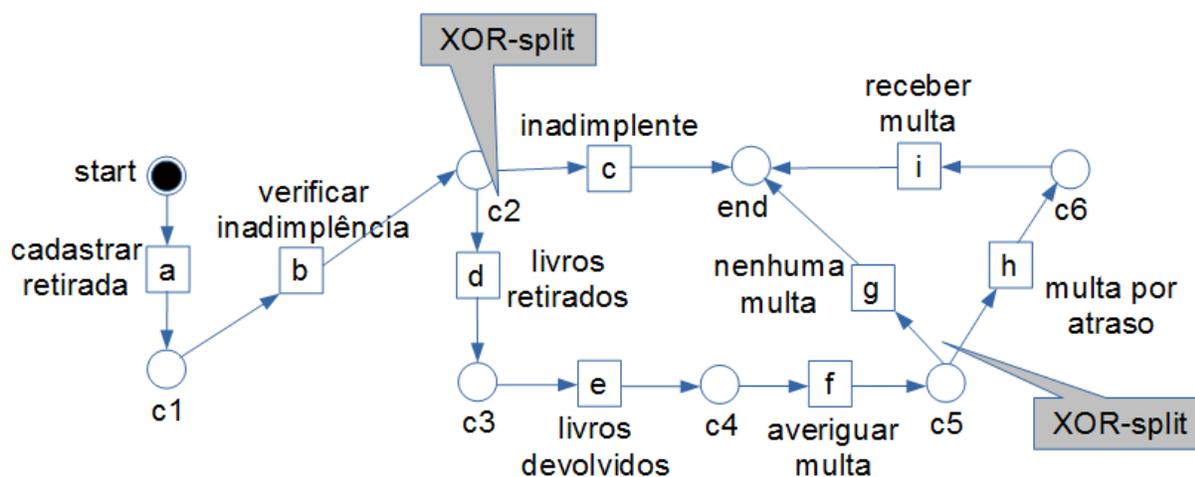


Figura 6: Exemplo de rede de Petri

Fonte: van der Aalst, 2011

- BPMN: o *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 *Object Management Group* – OMG. 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 7 mostra um modelo BPMN para o mesmo exemplo da biblioteca.

de um banco de dados relacional, para um formato mais apropriado para a mineração de processos (Buijs, 2010).

2.2.5 Métodos de Aplicação

Um projeto de aplicação de mineração de processos tem como objetivo melhorar o desempenho dos processos, verificar ou aprimorar a conformidade segundo regras de regulamentação (van Eck, 2015). Segundo van der Aalst (2011), há três tipos de aplicações de mineração de processos:

- Orientado a dados: é um projeto baseado na disponibilidade de eventos. Ele tem características exploratórias, não tendo uma meta ou objetivo concreto. Entretanto, visa encontrar informações valiosas por meio da análise de eventos;
- Orientado a questões: é um projeto de aplicação que visa responder a perguntas específicas, delimitadas segundo os problemas já encontrados ou conhecidos. É recomendado como projeto inicial em mineração de processos, já que questões concretas auxiliam a definir pontos chave do projeto e a guiar as extrações de dados;
- Orientado a metas: é um projeto que visa melhorar um processo se tratando de indicadores específicos, como redução de custos ou melhores tempos de ciclo.

Bozkaya et al. (2009) propõem um método de aplicação de mineração de processos que, teoricamente, pode ser aplicado em qualquer caso de uso ou domínio de processos, mostrado na Figura 8 através de uma notação BPMN. Um ponto chave desse método é a dispensa de experiência prévia ou conhecimento específico do negócio, a única informação necessária é o log de eventos. O método proposto consiste de seis fases:

1. Preparar o Log: o log de eventos é extraído do sistema de informação;
2. Inspeccionar o Log: para ganhar entendimento inicial do processo;

3. Analisar o Fluxo de Controle: para conseguir visualizá-lo de uma forma ilustrativa e amigável;
4. Analisar Desempenho: para que, por exemplo, os possíveis gargalos sejam identificados;
5. Analisar Papéis: para identificar os recursos que realizam as tarefas e se trabalham em conjunto;
6. Transferir Resultados: repassando-os apropriadamente ao cliente para que ele consiga obter um melhor entendimento do sistema de informação envolvido, e assim torná-lo mais eficiente ou ágil quando aplicável.

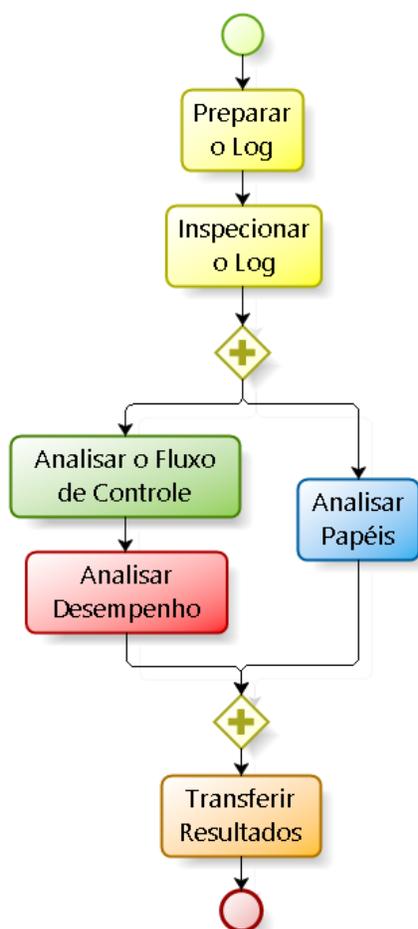


Figura 8: Método de aplicação da mineração de processos

Fonte: Bozkaya et al., 2009

Segundo van der Aalst (2011), diversos métodos de aplicação de mineração que descrevem o ciclo de vida de um projeto já foram propostos por acadêmicos e usuários, como por exemplo: a metodologia *Cross-Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM) que apresenta um ciclo de vida com seis fases: 1) compreensão do negócio; 2) entendimento dos dados; 3) preparação dos dados; 4) modelagem; 5) avaliação e 6) implementação. Por outro lado, a metodologia *Sample, Explore, Modify, Model and Assess* (SEMMA), apresenta cinco fases: 1) amostragem; 2) exploração; 3) modificação; 4) modelagem e 5) avaliação. Tais metodologias são de nível muito alto, e segundo van der Aalst (2011) fornecem pouca ajuda em uma aplicação, além de não poderem ser adaptadas para mineração de processos. Tendo isso em mente, van der Aalst propõe o modelo de ciclo de vida L. O modelo é composto por cinco estágios:

- **0) Planejar e justificar:** um projeto de mineração de processos, como qualquer outro, deve ser planejado e estudado cuidadosamente, analisando as possíveis vantagens e desvantagens. Além disso, é preciso analisar as atividades que precisarão ser agendadas, bem como os recursos necessários para a execução das tarefas;
- **1) Extrair:** tem como objetivo a extração de dados de modelos, sistemas de tecnologia de informação, especialistas no domínio do projeto e conhecimento de gerenciamento. Grande parte das informações coletadas nesse estágio servirá como base para a construção do log de eventos, que deverá conter eventos ordenados pelo tempo (*timestamp*), além de casos únicos para análise do log;
- **2) Criar o modelo de fluxo de controle e conectar o log de eventos:** é o estágio onde o fluxo de controle é determinado. Nesse contexto, há dois resultados que podem ser alcançados por essa etapa: quando um fluxo de controle já foi modelado, onde o novo fluxo é sincronizado com o antigo, processo conhecido como checagem de conformidade, resultando em ações de comparação com o modelo já desenvolvido. E quando não há um fluxo

modelado, onde o objetivo é mapear o modelo com técnicas de descoberta de dados;

- **3) Criar o modelo de processo integrado:** aprimora a descoberta dos dados, realizada nas etapas anteriores, adicionando perspectivas organizacionais. Esse estágio tem como objetivo criar modelos compreensivos que sirvam para vários propósitos, como a descoberta de gargalos, desperdícios, oportunidades de melhoria ou a simples compreensão dos processos;
- **4) Suporte operacional:** lida com aspectos de detecção, prevenção e recomendação da mineração de processos. Nesse estágio é possível prever o comportamento dos casos ou instâncias dos processos operantes, tendo como objetivo clarificar as análises para usuários atuantes dos processos, sendo aplicado apenas em processos estruturais.

Apesar do ciclo de vida L ter sido estabelecido como padrão, ele não é completamente adequado, porque, assim como outras metodologias, apresenta dificuldades ao ser compreendido como uma abordagem geral para todos os tipos de projetos de aplicação de mineração de processos (Van Eck et. al, 2015) e (Van der Heijden, 2012).

Tendo isso em mente, foram desenvolvidas duas metodologias para projetos envolvendo mineração de processos. A primeira visa uma aplicação focada na descoberta, monitoramento e melhoria de processos usando a mineração de processos (Van der Heijden, 2012). A segunda foca no auxílio a projetos de mineração de processos, que visam melhorar o desempenho ou realizar uma conformidade dos processos com regras ou regulamentações (Van Eck et. al, 2015). Ambas as abordagens possuem 18 atividades, divididas em seis estágios. Elas são comparadas na tabela 1.

Process Mining Project Methodology (Van Heijden, 2012)			Process Mining Project Methodology (Van Eck et. al, 2015)		
#	Estágio	Atividade	#	Estágio	Atividade
1	Escopo	Identificar os processos e reunir conhecimento básico	1	Planejamento	Selecionar os processos de negócios
		Determinar os objetivos			Identificar questões de pesquisa
		Determinar as ferramentas e técnicas			Composição da equipe
2	Entendimento dos dados	Localizar os dados nos logs de sistemas	2	Extração	Determinar o escopo
		Explorar os dados			Extrair os dados de eventos
		Verificar os dados no log de sistemas			Transferir conhecimento do processo
3	Criação do log de eventos	Selecionar o conjunto de dados, levando em conta eventos, tempo e aspectos	3	Processamento dos dados	Criar visualizações
		Extrair o conjunto de dados exigidos			Agregar eventos
		Preparar o conjunto de dados, limpando, construindo e formatando			Enriquecer os logs
4	Mineração de processos	Familiarizar-se com o log, criando estatísticas	4	Mineração e Análises	Filtrar os logs
		Garantir que o log de eventos está estruturado para a mineração de processos			Descoberta dos processos
		Aplicar a mineração de processos para responder questões de negócios			Checagem de conformidade
5	Avaliação	Verificar o modelo	5	Avaliação	Melhoria
		Validar o modelo			Análise de processos
		Credenciar o modelo			Diagnóstico
6	Desenvolvimento	Decidir uma elaboração do projeto de mineração de processos	6	Melhoria e apoio dos processos	Verificar e Validar
		Identificar como o processo pode ser melhorado e as ações para tal			Implementar melhorias
		Apresentar os resultados			Operações de suporte

Tabela 1: Comparação entre metodologias de aplicação de projetos de mineração de processos

Ambas as metodologias contemplam detalhadamente as etapas de execução de um projeto de aplicação de mineração de processos, sendo muito semelhantes entre si. As etapas das metodologias apresentadas evidenciam a potencial abrangência de aplicação de cada uma e a complexidade que uma aplicação de mineração de processos em uma empresa poderá compreender.

2.2.6 Desafios da Mineração de Processos

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 (Mariscal et al., 2010). A função dessas metodologias são 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 (Van Eck et al., 2015).

Vários obstáculos e desafios incidem na disciplina de mineração de processos, em especial na fase de anterior à análise dos dados. Alguns, em particular, são mais comuns e frequentes, e foram esboçados por van der Aalst (2011):

- 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.

2.2.7 Estruturação de Dados

Os dados provenientes de sistemas de processos de negócios e sistemas de informação fornecem uma grande quantidade de possibilidades de extração de conhecimento, porém, geralmente os dados contém ruídos que dificultam a interpretação e a análise dos dados (Song e van der Aalst, 2008).

Muitas vezes, a aplicação de mineração de processos ou mineração de dados requerem uma preparação prévia dos dados brutos obtidos, pois há dados não estruturados que dificultam as análises e o processamento dos dados nos softwares especializados, culminando em resultados incorretos ou não verdadeiros, e no fracasso na utilização da mineração (Deng et al, 2015).

Técnicas para a limpeza dos dados são de suma importância para qualquer tipo de análise de logs e podem basear-se em métodos estatísticos, ferramentas de tecnologia de informação, algoritmos para classificação de dados, identificação e seleção de dados, entre outros (Cooley et al., 1999).

Segundo Han e Kamber (2001), o pré-processamento pode melhorar a qualidade dos dados, melhorando assim a acurácia e eficiência dos processos de mineração subsequentes. Sua aplicação é necessária, pois as bases de dados em geral são muito grandes e contém registros que comprometem a qualidade dos dados, como por exemplo: registros inconsistentes, falta de informação, registros duplicados, outliers, assimetria, entre outros.

As técnicas de pré-processamento podem ser divididas em:

- Limpeza dos dados: consiste em uma investigação para detectar registros incompletos, duplicados ou incorretos. Sendo sugeridas algumas soluções como: ignorar os registros, completar manualmente os valores faltantes, substituir por uma constante global, usar a média para preencher valores faltantes e utilização de regressão, árvores de decisão, entre outros métodos para usar valores mais prováveis;
- Integração dos dados: frequentemente, para realizar um processo de mineração, é necessário integrar dados armazenados em diferentes fontes ou bases. A integração pode ser feita combinando variáveis que estão em diferentes bases. Aproximadamente 70% do tempo gasto na mineração é devido à preparação dos dados obtidos de diferentes bases (Fernandez, 2003);
- Transformação dos dados: a transformação de variáveis pode auxiliar nas técnicas estatísticas que se baseiam na suposição da normalidade dos dados. Em muitas situações práticas ocorre que a distribuição dos dados é assimétrica. Uma transformação da variável pode aproximar os dados de uma distribuição normal, tornando-a mais simétrica (Bussab e Morettin, 2003);
- Redução de dados: a principal razão para se realizar uma redução dos dados está no tempo computacional que os algoritmos podem levar para realizar uma tarefa de mineração, dependendo de fatores como: tamanho da base, tarefa a ser realizada, algoritmo ou componentes técnicos de hardware.

Uma das ferramentas de estruturação de dados que podem ser utilizadas para uma preparação para a mineração de processos é o VBA (Visual Basic for Applications), uma linguagem de programação utilizada nos programas do Microsoft Office, que permite a manipulação dos dados contidos em planilhas através da geração e desenvolvimento de macros, geralmente utilizado para a realização de tarefas repetitivas (Perry, 2004). O VBA tem como grande vantagem a automatização de atividades e a rapidez com que elas são realizadas, tornando-se uma técnica muito comum no meio corporativo para a atualização de planilhas com uma alta quantidade de dados (Okasawa et al., 2009).

3. ABORDAGEM PROPOSTA

Como observado na literatura, o pós-venda apresenta diversas características que potencialmente podem alavancar os lucros de uma empresa, seja por uma diferenciação de serviços, pelo atendimento aos clientes ou pelo aprimoramento dos processos internos. Muitas vezes, empresas utilizam o pós-venda como uma vantagem competitiva em relação a seus concorrentes, fidelizando clientes e se destacando no mercado, por apresentarem qualidade nos serviços. Entretanto, esse potencial não é utilizado de forma abrangente e o pós-venda acaba não atingindo a devida importância dentro de um negócio.

Diversos fatores, como a dificuldade no controle de peças entre fábrica e pós-venda, o baixo investimento em profissionais qualificados, o pouco conhecimento sobre os processos e a grande quantidade de dados que é gerada e não explorada, fazem com que o pós-venda careça de mais atenção e de mais recursos para um desempenho ótimo. A facilidade de acesso a dados de clientes, seja por meio de redes sociais ou mesmo de dados internos da empresa podem favorecer o desenvolvimento do setor se trabalhados de maneira adequada. Porém, para isso, uma exploração nos dados é necessária, bem como a alocação de recursos básicos para isso acontecer.

Como um dos principais problemas do pós-venda é a maneira falha em como os dados gerados são gerenciados e analisados. Uma abordagem de análise de dados do setor pode ser útil para o desenvolvimento e aperfeiçoamento do trato com os clientes. Como visto na literatura, há algumas metodologias de análise que auxiliam o pós-venda em áreas específicas, como: frameworks para medição de desempenho do pós-venda, avaliando custos, planejamento, produtividade e satisfação dos clientes (Gaiardelli et. al, 2007), utilização de *text mining* para descoberta de defeitos em produtos por meio de redes sociais (Law, 2016), ou utilização de mineração de dados para a descoberta de características chave de clientes (Liao et. al, 2012).

Porém, não há uma abordagem que alie dois problemas atuais do pós-venda: a falta de conhecimento dos processos internos e externos e o gerenciamento da grande quantidade de dados que é gerada. A união de uma metodologia que sanasse os dois problemas seria de grande valia para o pós-venda, já que permitiria uma clarificação em seus processos, abriria oportunidades de melhorias, poderia ser uma potencial busca por desperdícios e auxiliaria os gerentes a utilizar melhor os dados gerados pelo setor de pós-venda, coletando inclusive informações chave sobre seus clientes e como os produtos fabricados pela empresa se comportaram após a sua comercialização.

Nesse sentido, a mineração de processos auxiliaria o pós-venda na realização de tais análises e possibilitaria a descoberta, o diagnóstico e a melhoria dos processos existentes no pós-venda. A Figura 9 exalta as vantagens na aplicação da mineração de processos no pós-venda.

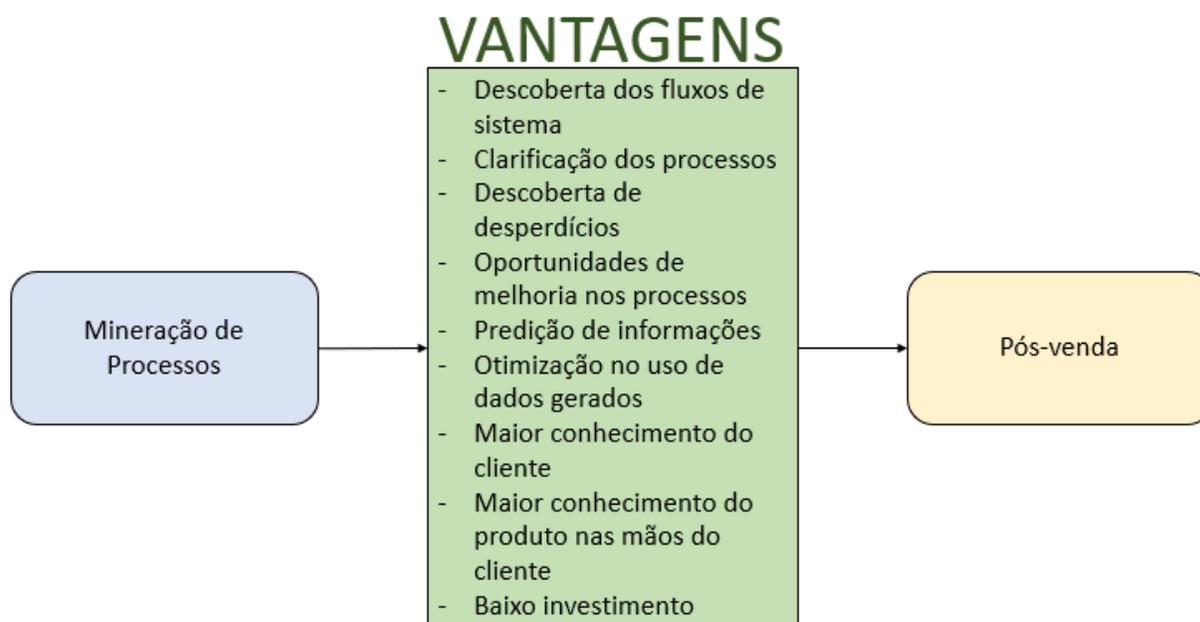


Figura 9: Vantagens da aplicação da mineração de processos no Pós-venda

Fonte: O autor, 2018

Analisadas as vantagens da aplicação da mineração de processos. Buscou-se a melhor maneira para a implementação da técnica no pós-venda. Para isso, foram estudadas as metodologias apresentadas na fundamentação teórica (Bozkaya et. al, 2009; CRISP-DM; SEMMA; van der Aalst, 2011; van der Heijden, 2012 e van Eck, 2015). Com isso, notou-se que apesar da aplicação aqui proposta ser direcionada ao pós-venda, seus passos não podem ser tão específicos, já que cada empresa possui diferentes bases de dados e estilos de catalogação distintos, resultando em análises exclusivas. Entretanto, algumas características das aplicações podem ser aproveitadas.

Para o desenvolvimento da abordagem proposta, tomou-se como base as metodologias de (van der Heijden, 2012) e (van Eck, 2015), que explicitaram uma aplicação de mineração de processos em seis passos, com diversas atividades intrínsecas. A aplicação da mineração de processos no pós-venda se assemelharia a essas abordagens, porém em contraponto com o estágio de avaliação, a abordagem presente focaria no aprofundamento dos dados obtidos com a mineração de processos, possibilitando uma visão mais abrangente dos dados coletados, unindo a mineração de processos com análises adicionais específicas determinadas pelo setor de pós-venda, ou que auxiliem de alguma forma a descoberta de informações adicionais dos dados extraídos do banco de dados da empresa

A tabela 2 mostra como a aplicação de mineração de processos no pós-venda pode ser comparada às duas metodologias citadas:

Van der Heijden, 2012	Van Eck, 2015	Metodologia proposta
Escopo	Planejamento	Planejamento
Entendimento dos dados	Extração	Extração de dados
Criação do log de eventos	Processamento dos dados	Adequação dos dados
Mineração de processos	Mineração e Análises	Utilização de softwares de mineração de processos
Avaliação	Avaliação	Aprofundamento nos dados obtidos
Desenvolvimento	Melhoria e apoio dos processos	Resultados

Tabela 2: Comparação entre as metodologias

Tendo isso em mente, propõe-se então uma abordagem para aplicação de mineração de processos no pós-venda.

3.1 O MÉTODO

A abordagem proposta é uma análise, baseada em mineração de processos, para a descoberta de padrões, tendências e informações chave no setor de pós-venda de uma organização. Ela tem como objetivo deixar a empresa mais preparada para atender aos anseios dos clientes e capaz de solucionar os problemas em um tempo mais curto, através do aprofundamento nos seus logs de processos. A abordagem para a realização das análises é dividida em seis etapas: planejamento, extração dos dados, adequação

dos dados obtidos, inserção dos dados no software de mineração, aprofundamento nos dados e resultados.

É importante frisar também que o método proposto serve como uma ferramenta gerencial, sendo responsável pela análise e melhoria dos processos de pós-venda e deverá ser carregada e monitorada pelos gestores envolvidos com o setor, já que eles serão os tomadores de decisão de qualquer ação dentro de seu domínio.

A Figura 10 apresenta a abordagem proposta ilustrada e em seguida seus passos são clarificados:

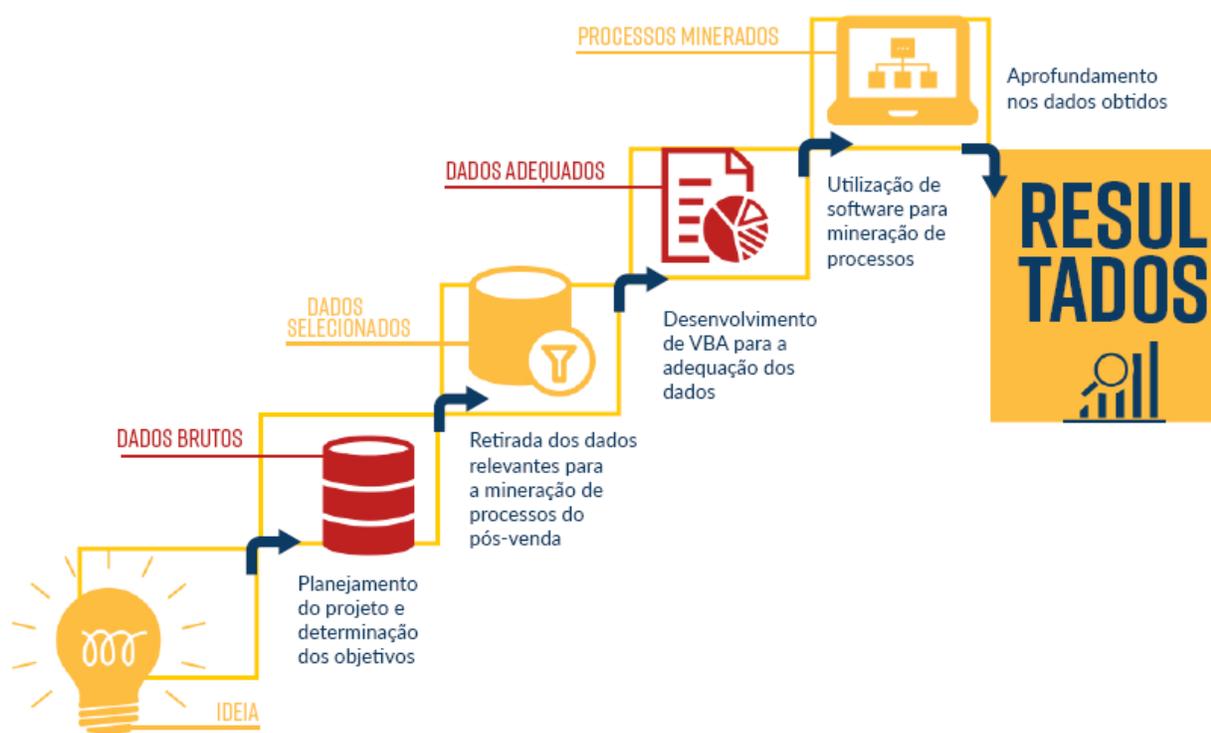


Figura 10: Metodologia para a aplicação de mineração de processos no pós-venda
Fonte: O autor, 2018

Primeiramente, antes de qualquer projeto que envolva extração de dados para análises, é necessário avaliar e selecionar os dados de forma consciente e basear-se

nos resultados esperados dessa análise (Nooijen et al., 2013). Ou seja, é necessário realizar um planejamento prévio para determinar quais recursos serão utilizados, o tempo que o projeto de aplicação irá durar, os custos envolvidos, os contatos do setor de pós-venda para eventuais dúvidas, bem como as características técnicas, como por exemplo: a base de dados que será utilizada, a característica das informações contidas nas planilhas, quais processos serão minerados e quais dados adicionais serão analisados. Além disso, nessa fase são estudados também os resultados que deverão ser encontrados, clarificando os objetivos para determinar em quais passos o projeto se desenvolverá.

Após a execução do planejamento, já tendo informações suficientes para o início do projeto de aplicação, acontecerá a extração dos dados, realizada na base de dados estudada e seguindo as especificações classificadas no planejamento, já contendo os campos de interesse e os dados necessários para a mineração de processos (instância, atividade, *timestamp*, recursos, atributos, etc.). A extração deve estar de acordo com o que é proposto para o projeto, o que facilitará as próximas fases e deixará o caminho mais livre para a obtenção dos resultados, auxiliando na execução do planejamento do projeto. Ela deve acontecer mediante à funcionários relacionados com os setores de tecnologia de informação, já que eles são os responsáveis pela manutenção dos dados nos softwares e banco de dados do pós-venda das empresas. A extração deve ocorrer seguindo as exigências do setor de pós-venda, elencando as informações necessárias para a utilização da mineração de processos. A comunicação entre os responsáveis pela aplicação da mineração de processos e o setor de tecnologia de informação deve ser clara e constante, para que a extração dos dados seja feita de forma concisa e que os dados extraídos sejam os ideais para a mineração de processos, evitando assim retrabalhos na extração dos dados.

Em seguida, há a necessidade de se estruturar os dados obtidos, pois o padrão encontrado nos bancos de dados dificilmente será apto a uma mineração de processos sem modificações. Nessa etapa, os dados brutos extraídos devem ser estudados para

serem adequados à mineração de processos, sendo criadas colunas com as atividades, as instâncias, os intervalos de tempos dos processos, os recursos e os demais atributos. Para a realização dessas modificações, podem ser utilizadas apenas funções do Excel para a adequação de planilhas em casos mais simples, em casos mais complexos a criação de macros e a utilização do VBA e quando a quantidade de dados é muito grande, a utilização de softwares como Hadoop é aconselhável, tanto para a extração como para a adequação. A estruturação dos dados pode ocorrer em vários passos, visto que muitas vezes, a modificação de planilhas pode não ser uma tarefa simples, exigindo várias fases de atualização até que os dados estejam de fato aptos a serem minerados. Portanto, alguns testes nos softwares de mineração de processos são necessários para a confirmação da estruturação dos dados, que só estará completa quando não houverem ruídos, loops de mineração, tarefas duplicadas, ou outros obstáculos (van der Aalst, 2011).

Após a adequação, há a inserção dos dados nos softwares de mineração de processos. Os exemplos mais indicados são o Disco (Günther e Rozinat, 2012) e o ProM (Van Dongen, 2005). Neles, os dados, já adequados, serão classificados em instâncias, atividades, *timestamp*, recursos e atributos que gerarão a árvore do processo e através dela será possível perceber o comportamento dos processos de pós-venda, desde os processos de fabricação, até a procura do cliente à empresa e dependendo do log, as atividades financeiras e contábeis envolvidas. Nessa etapa, são descobertos os caminhos mais comuns realizados no pós-venda da empresa e há o ganho de informações relacionadas com os processos, como: eficiência dos processos, média de tempo de execução, intervalo de tempo entre processos, quais processos estão sobrecarregados, qual a frequência de acontecimentos de algum fato, a eficiência de algum recurso relacionado a algum processo, se há gargalos nos processos, se há divergências relacionadas ao fluxo de processos ideal, enfim, diversas fontes de informação que servirão para o gerenciamento do pós-venda clarificar os processos e a partir deles, realizar melhorias, corte de custos ou identificar desperdícios.

Após a geração da mineração de processos, o passo seguinte é o aprofundamento dos dados, que visa extrair o conhecimento da mineração de processos realizada, destringindo os processos, os intervalos entre os processos e os atributos escolhidos para visualizar oportunidades de melhoria, redução de desperdícios e corte de custos. Nessa etapa, todos os resultados encontrados com a mineração de processos serão estudados e dará a oportunidade ao setor de pós-venda de avaliar o desempenho do setor como um todo, analisando os atributos adicionais classificados na mineração de processos. Esses atributos variam de acordo com a empresa, não sendo totalmente específicos e padronizados, a escolha deles irá depender de diversos fatores, como: ramo de atuação da empresa, como os dados são catalogados, quais informações estão disponíveis na base de dados, quais informações além dos processos são de importância para a organização, quais indicadores chave de desempenho podem ser analisados através dessa abordagem, entre outros. Alguns atributos podem aparecer mais frequentemente em análises de pós-venda, como: reclamação de cliente, problema encontrado, solução proposta, custo de reparo, local do reparo, tempo de reparo, mão de obra envolvida, etc. É importante frisar que os atributos escolhidos para o aprofundamento nos dados devem ser definidos na etapa de planejamento, pois a extração dos dados já deverá conter todas as informações necessárias para a realização da aplicação.

Por fim, a etapa de resultados tem como objetivo expor todo o conhecimento gerado pela mineração de processos e pelas análises adicionais para o setor de pós-venda. Nessa etapa, serão avaliados os benefícios que o projeto de aplicação gerou, bem como as potenciais melhorias que poderão ser alcançadas com as informações geradas, por meio da correção de falhas ou da minimização dos desperdícios encontrados. Essa fase também poderá conter informações inéditas e cruciais em relação aos clientes e fundamentais para o desenvolvimento do pós-venda na empresa, por isso os resultados encontrados com a aplicação da abordagem deverão ser cuidadosamente repassados para o pós-venda, visando a maximização nos ganhos para o setor.

Para exemplificar a abordagem proposta, foi desenvolvida uma aplicação no pós-venda de uma indústria automobilística, que será explanada na próxima seção.

4. CASO DE APLICAÇÃO

A aplicação foi realizada em uma indústria automobilística localizada no Brasil. A empresa vem investindo em técnicas inovadoras como uma potencial vantagem competitiva, realizando projetos em internet das coisas, realidade virtual, drones e big data.

Há na empresa uma carência nas análises e interpretação da grande quantidade de dados gerados, criando assim uma oportunidade de melhoria e corte de gastos em diversas áreas, como por exemplo no pós-venda. 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 nenhum 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, muitas vezes desnecessárias, e não tem um sistema para análises de problemas nos veículos ou reclamações, resultando em um despreparo na hora de resolver um problema relatado por um cliente. Por esta razão, foi planejado o projeto de mineração de processos para analisar o comportamento dos processos do pós-venda, visando a descoberta de falhas ou desperdícios que vem atrapalhando o desempenho do setor.

4.1 PLANEJAMENTO

Como a empresa carece de análises na grande quantidade de dados gerados pelo pós-venda, analisou-se quais bases de dados deveriam ser utilizadas para a realização do projeto. Ao comunicar-se com o setor, foi possível obter o acesso à base e coletar informações que serviriam como base para a mineração de processos, bem como os atributos para as análises adicionais e aprofundamento de dados. Com isso, estipulou-se a duração do projeto, os recursos necessários para o seu desenvolvimento, os meios de contato entre os desenvolvedores o projeto e o setor de pós-venda, os custos da realização do projeto, os softwares necessários para a realização das análises, entre outros detalhes relacionados à elaboração do projeto.

Como metas a serem alcançadas, a aplicação da mineração de processos visaria a obtenção de quatro objetivos:

- Um melhor tratamento nos dados gerados pelo pós-venda, otimizando as análises dos dados gerados pelas concessionárias;
- Um maior conhecimento dos processos envolvidos com o pós-venda, inclusive com o produto nas mãos do cliente;
- Uma avaliação sobre o desempenho dos processos realizados, identificando os gargalos e potenciais fontes de melhoria;
- Uma melhor preparação das concessionárias no atendimento ao cliente, facilitando a execução dos serviços e deixando mais rápida as soluções para as reclamações dos clientes.

4.2 EXTRAÇÃO DOS DADOS

Para a realização do projeto de aplicação de mineração de processos, foi acessado o banco de dados responsável pelo armazenamento das informações do pós-venda, identificado na fase de planejamento. No processo de extração, foram contatados profissionais ligados ao setor de tecnologia de informação da empresa, em conjunto com profissionais do setor de pós-venda, bem como os envolvidos na execução do projeto. Para a realização da extração dos dados, foram expostas as características chave que a mineração de processos deveria ter, bem como os conjuntos de dados necessários para a realização do projeto, envolvendo os eventos, atividades, informações temporais e os atributos.

Com as informações disponíveis, o setor de tecnologia de informação conseguiu obter as extrações de dados necessárias para o desenvolvimento do projeto. Nelas, foi possível adquirir todas as informações contidas no período de 2011 a 2016 de três veículos fabricados pela empresa, classificados como veículos D, S e L. As planilhas resultantes foram geradas em MS Excel, com uma dimensão de 57 colunas e 260.655 linhas.

4.3 ADEQUAÇÃO DOS DADOS

Embora as informações coletadas com a extração dos dados já fossem relevantes, os dados brutos extraídos do banco de dados da empresa não estavam preparados para uma mineração de processos, pois haviam campos vazios, datas não preenchidas, além da impossibilidade da inserção nos softwares de mineração, visto a falta de uma classificação para as “atividades” nas planilhas fornecidas. Embora, já foi possível determinar que os chassis dos veículos seriam os eventos dos processos, visto

que 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) com o objetivo 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.

DATE FAB VEH	DATE LIV	DATE FACT VEH	DATE OUV OR	DATE FACTDEF SIEGE	DATE FACT AFF	DATE BIM	VIN
19/05/2011	26/09/2011	18/08/2011	05/07/2012	19/07/2012	05/07/2012	19/07/2012	93XXXXXXXXXX875
17/05/2011	26/09/2011	18/08/2011	03/07/2012	19/07/2012	03/07/2012	19/07/2012	93XXXXXXXXXX929
19/05/2011	26/09/2011	18/08/2011	23/08/2012	18/09/2012	23/08/2012	18/09/2012	93XXXXXXXXXX875
19/05/2011	26/09/2011	18/08/2011	29/07/2013	20/08/2013	31/07/2013	20/08/2013	93XXXXXXXXXX875
19/05/2011	26/09/2011	18/08/2011	28/08/2013	17/09/2013	28/08/2013	17/09/2013	93XXXXXXXXXX875
20/05/2011	19/08/2012	07/12/2012	31/07/2013	20/08/2013	31/07/2013	20/08/2013	93XXXXXXXXXX081
26/05/2011	26/09/2011	18/08/2011	02/10/2013	17/10/2013	03/10/2013	17/10/2013	93XXXXXXXXXX71
26/05/2011	26/09/2011	18/08/2011	02/10/2013	17/10/2013	03/10/2013	17/10/2013	93XXXXXXXXXX71
26/05/2011	26/09/2011	18/08/2011	04/10/2012	16/10/2012	04/10/2012	16/10/2012	93XXXXXXXXXX71
23/05/2011	26/09/2011	18/08/2011	03/04/2012	17/04/2012	03/04/2012	17/04/2012	93XXXXXXXXXX87

Figura 11: Dados brutos cedidos pela empresa

Fonte: O autor, 2018

Activity	Fabrication	Invoice	Purchase	Billing Dealer	Billing Company	Base Data	Reclaim	VIN
Fabrication	19/05/2011							93XXXXXXXXXX5
Invoice		18/08/2011						93XXXXXXXXXX5
Purchase			26/09/2011					93XXXXXXXXXX5
Billing Dealer				05/07/2012				93XXXXXXXXXX5
Billing Company					19/07/2012			93XXXXXXXXXX5
Base Data						19/07/2012		93XXXXXXXXXX5
Reclaim							05/07/2012	93XXXXXXXXXX5
Fabrication	17/05/2011							93XXXXXXXXXX9
Invoice		18/08/2011						93XXXXXXXXXX9
Purchase			26/09/2011					93XXXXXXXXXX9
Billing Dealer				03/07/2012				93XXXXXXXXXX9
Billing Company					19/07/2012			93XXXXXXXXXX9
Base Data						19/07/2012		93XXXXXXXXXX9
Reclaim							03/07/2012	93XXXXXXXXXX9

Figura 12: Criação das atividades por VBA

Fonte: O autor, 2018

Com isso, pôde-se visualizar as sete atividades do processo: Fabricação do veículo, compra, geração da nota fiscal, reclamação do cliente, faturamento do conserto para a concessionária, faturamento do conserto 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 serviria para o atributo de *timestamp* da mineração de processos no Disco, como visto na Figura 13:

Activity	Fabrication	Invoice	Purchase	Billing Dealer	Billing Company	Base Data	Reclaim	VIN	Timestamp
Fabrication	19/05/2011							9XXXXXXXXXXXX5	19/05/2011
Invoice		18/08/2011						9XXXXXXXXXXXX5	18/08/2011
Purchase			26/09/2011					9XXXXXXXXXXXX5	26/09/2011
Billing Dealer				05/07/2012				9XXXXXXXXXXXX5	05/07/2012
Billing Company					19/07/2012			9XXXXXXXXXXXX5	19/07/2012
Base Data						19/07/2012		9XXXXXXXXXXXX5	19/07/2012
Reclaim							05/07/2012	9XXXXXXXXXXXX5	05/07/2012
Fabrication	17/05/2011							9XXXXXXXXXXXX9	17/05/2011
Invoice		18/08/2011						9XXXXXXXXXXXX9	18/08/2011
Purchase			26/09/2011					9XXXXXXXXXXXX9	26/09/2011
Billing Dealer				03/07/2012				9XXXXXXXXXXXX9	03/07/2012
Billing Company					19/07/2012			9XXXXXXXXXXXX9	19/07/2012
Base Data						19/07/2012		9XXXXXXXXXXXX9	19/07/2012
Reclaim							03/07/2012	9XXXXXXXXXXXX9	03/07/2012

Figura 13: Alocação da coluna *timestamp*

Fonte: O autor, 2018

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, 15 e 16 apresentam o desenvolvimento das modificações citadas

ACTIVITE	Fabrication	Invoice	Purchase	Billing Dealer	Billing Company	Base Data	Reclaim	VIN	Time stamp
Fabrication	11/10/2011							93*****5	11/10/2011
Invoice		02/01/2012						93*****5	02/01/2012
Purchase			18/01/2012					93*****5	18/01/2012
Billing Dealer				26/09/2014				93*****5	26/09/2014
Billing Company					21/10/2014			93*****5	21/10/2014
Base Data						21/10/2014		93*****5	21/10/2014
Reclaim							25/09/2014	93*****5	25/09/2014
Fabrication	11/10/2011							93*****5	11/10/2011
Invoice		02/01/2012						93*****5	02/01/2012
Purchase			18/01/2012					93*****5	18/01/2012
Billing Dealer				06/10/2014				93*****5	06/10/2014
Billing Company					21/10/2014			93*****5	21/10/2014
Base Data						21/10/2014		93*****5	21/10/2014
Reclaim							03/10/2014	93*****5	03/10/2014
Fabrication	11/10/2011							93*****5	11/10/2011
Invoice		02/01/2012						93*****5	02/01/2012
Purchase			18/01/2012					93*****5	18/01/2012
Billing Dealer				25/02/2013				93*****5	25/02/2013
Billing Company					19/03/2013			93*****5	19/03/2013
Base Data						19/03/2013		93*****5	19/03/2013
Reclaim							25/02/2013	93*****5	25/02/2013

Figura 14: Reclamações de um único chassi

Fonte: O autor, 2018

ACTIVITE	Fabrication	Invoice	Purchase	Billing Dealer	Billing Company	Base Data	Reclaim	VIN	Time stamp
Fabrication	11/10/2011							93*****5	11/10/2011
Invoice		02/01/2012						93*****5	02/01/2012
Purchase			18/01/2012					93*****5	18/01/2012
Billing Dealer				26/09/2014				93*****5	26/09/2014
Billing Company					21/10/2014			93*****5	21/10/2014
Base Data						21/10/2014		93*****5	21/10/2014
Reclaim							25/09/2014	93*****5	25/09/2014
Billing Dealer				06/10/2014				93*****5	06/10/2014
Billing Company					21/10/2014			93*****5	21/10/2014
Base Data						21/10/2014		93*****5	21/10/2014
Reclaim							03/10/2014	93*****5	03/10/2014
Billing Dealer				25/02/2013				93*****5	25/02/2013
Billing Company					19/03/2013			93*****5	19/03/2013
Base Data						19/03/2013		93*****5	19/03/2013
Reclaim							25/02/2013	93*****5	25/02/2013

Figura 15: Limpeza das linhas repetidas

Fonte: O autor, 2018

ACTIVITE	Fabrication	Invoice	Purchase	Billing Dealer	Billing Company	Base Data	Reclaim	VIN	Time stamp
Fabrication	11/10/2011							XXXXXXXXXXXXXXXXXX	11/10/2011
Invoice		02/01/2012						XXXXXXXXXXXXXXXXXX	02/01/2012
Purchase			18/01/2012					XXXXXXXXXXXXXXXXXX	18/01/2012
Billing Dealer				26/09/2014				XXXXXXXXXXXXXXXXXX	26/09/2014
Billing Company					21/10/2014			XXXXXXXXXXXXXXXXXX	21/10/2014
Base Data						21/10/2014		XXXXXXXXXXXXXXXXXX	21/10/2014
Reclaim							25/09/2014	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	25/09/2014
Billing Dealer				06/10/2014				XXXXXXXXXXXXXXXXXX	06/10/2014
Billing Company					21/10/2014			XXXXXXXXXXXXXXXXXX	21/10/2014
Base Data						21/10/2014		XXXXXXXXXXXXXXXXXX	21/10/2014
Reclaim							03/10/2014	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	03/10/2014
Billing Dealer				25/02/2013				XXXXXXXXXXXXXXXXXX	25/02/2013
Billing Company					19/03/2013			XXXXXXXXXXXXXXXXXX	19/03/2013
Base Data						19/03/2013		XXXXXXXXXXXXXXXXXX	19/03/2013
Reclaim							25/02/2013	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	25/02/2013

Figura 16: Exclusão das Linhas Repetidas

Fonte: O autor, 2018

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

4.4 UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE DE MINERAÇÃO DE PROCESSOS

Após a realização das modificações nos dados brutos, pôde-se constatar que a mineração de processos do pós-venda da empresa pode ser desenvolvida seguindo as seguintes configurações:

Instância	Chassis dos veículos
Atividade	Processos do pós-venda
Timestamp	Data dos processos
Atributos	Quilometragem
	Problemas encontrados
	Palavras-chave dita por clientes

Tabela 3: Configurações da Mineração de Processos

Além disso, foi decidido que o software para a realização da mineração de processos seria o Disco, ferramenta da Fluxicon, focada na execução rápida da mineração e com simples acesso à estatísticas e detalhes relativos ao log de eventos. Com os dados estruturados e aptos a serem inseridos no Disco, foi possível gerar as planilhas para a utilização do software. Para isso, foram criadas duas planilhas com duas finalidades diferentes para cada veículo. Na primeira, foram utilizados os dados com todas as modificações realizadas pelos programas de VBA, com o objetivo de se obter o mapa dos processos do pós-venda e analisar os fluxos mais comuns no processo.

Na segunda planilha, foram retiradas as últimas modificações realizadas pelo VBA, pois essa planilha seria responsável pelas análises dos atributos, sendo necessária a utilização dos dados completos, e por uma questão no cálculo da soma das linhas, não seria possível utilizar a planilha modificada.

Através das análises realizadas pelo software Disco, foi possível perceber que o processo do pós-venda da montadora comporta-se da seguinte maneira de forma geral: Primeiramente há o processo de fabricação, então aparecem a compra e a nota fiscal. Geralmente a nota fiscal aparece antes em razão do financiamento do veículo e por questões contábeis a data de compra aparece depois da nota fiscal. Em seguida ocorre a reclamação e o faturamento para a concessionária, que acontecem geralmente no mesmo dia, fator que explica a divisão do processo nesse ponto. Após isso, há o faturamento para a companhia, que ocorre em uma data fixa todo mês. E finalmente, há a data base de incidentes, que é quando os dados são enviados para o banco de dados geral da empresa, que ocorre também em uma data fixa todo mês.

Para facilitar o entendimento, foi desenvolvido um modelo BPMN que traduz as informações retiradas do DISCO. Nele, os processos do pós-venda são divididos em três atuantes: fábrica, concessionária e cliente. Seguindo os processos mencionados, com o início na fabricação, em seguida a geração da nota fiscal pela concessionária, a compra pelo cliente, a reclamação também pelo cliente, o faturamento da reclamação pela

concessionária, o faturamento da reclamação pela empresa, o envio das informações para o banco de dados e finalmente a decisão do cliente em procurar a concessionária para a resolução de mais um problema. Se não houver mais nenhuma reclamação para aquele chassi, o processo é encerrado, se houver o loop recomeça na reclamação. A Figura 17 mostra o modelo completo.

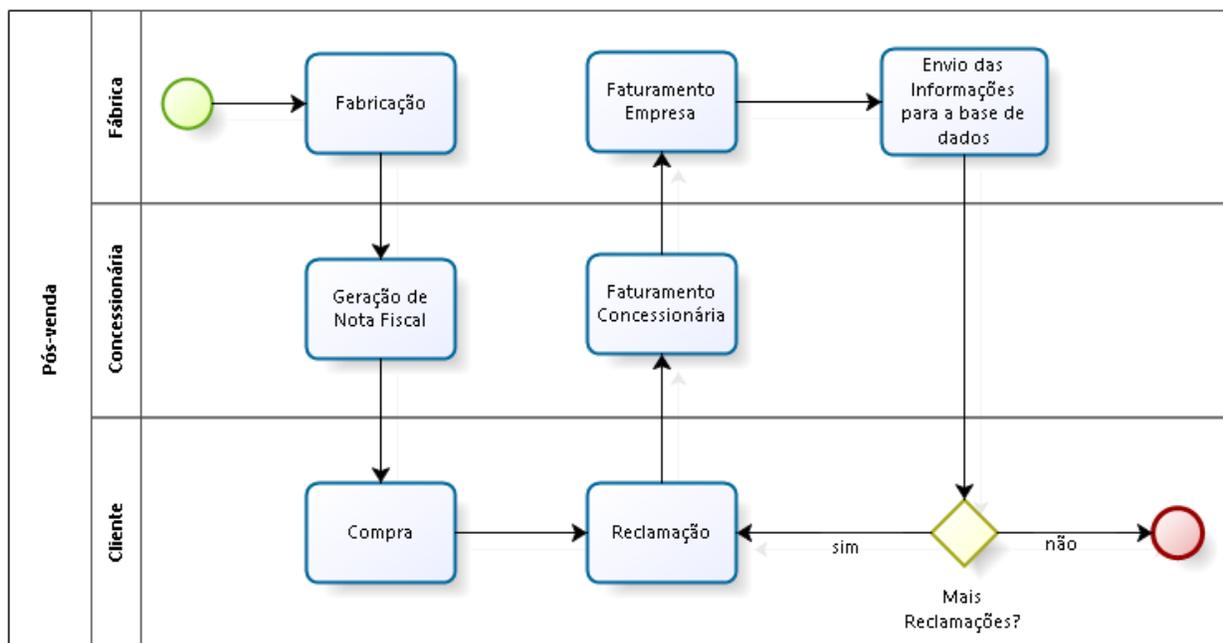


Figura 17: Modelo BPMN dos processos do pós-venda

Fonte: O autor, 2018

A partir desse momento, os três veículos (D, S e L) estudados no projeto de aplicação da mineração de processos obtêm resultados diferentes. Começando pelo mapa de processos, que são mostrados nas Figuras 18, 19 e 20. Neles, são apresentados os fluxos de processos obtidos através da utilização do software Disco, que mostram além das sequências mais comuns no processo, os arcos de ligação, que determinam a quantidade de vezes que um processo precedeu e procedeu outro

processo, tendo a grossura da linha influenciada proporcionalmente pela intensidade da ligação.

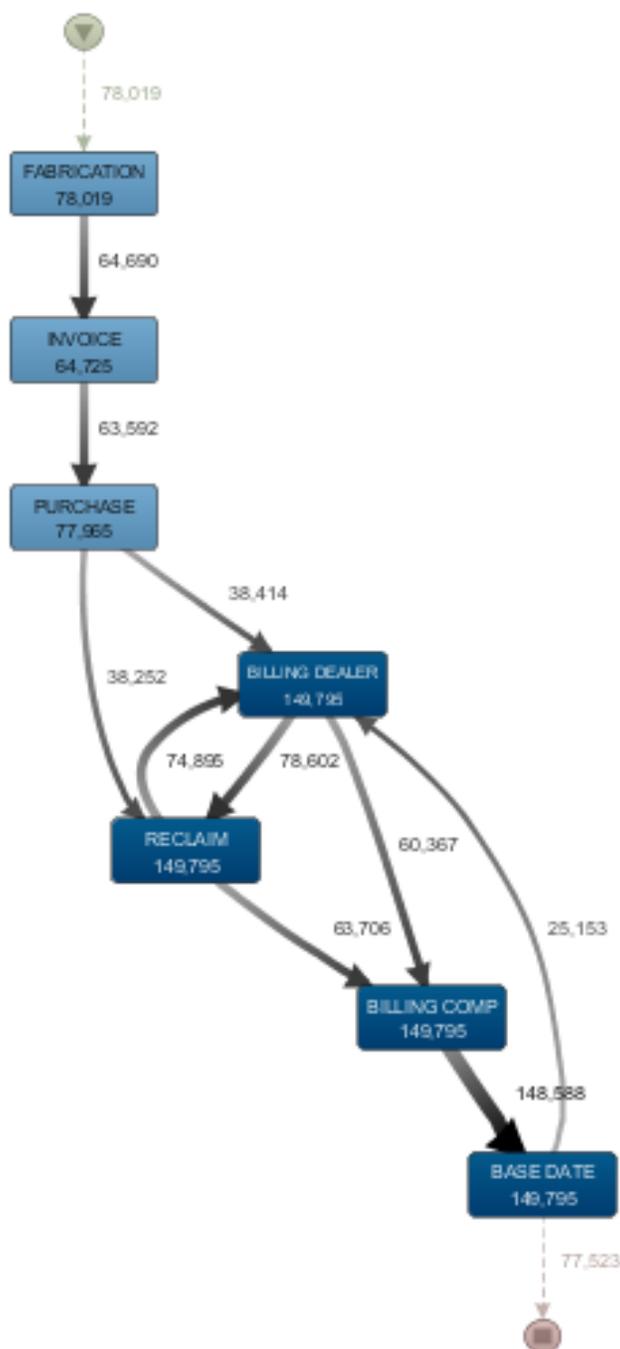


Figura 18: Mapa de processos do veículo D

Fonte: O autor, 2018

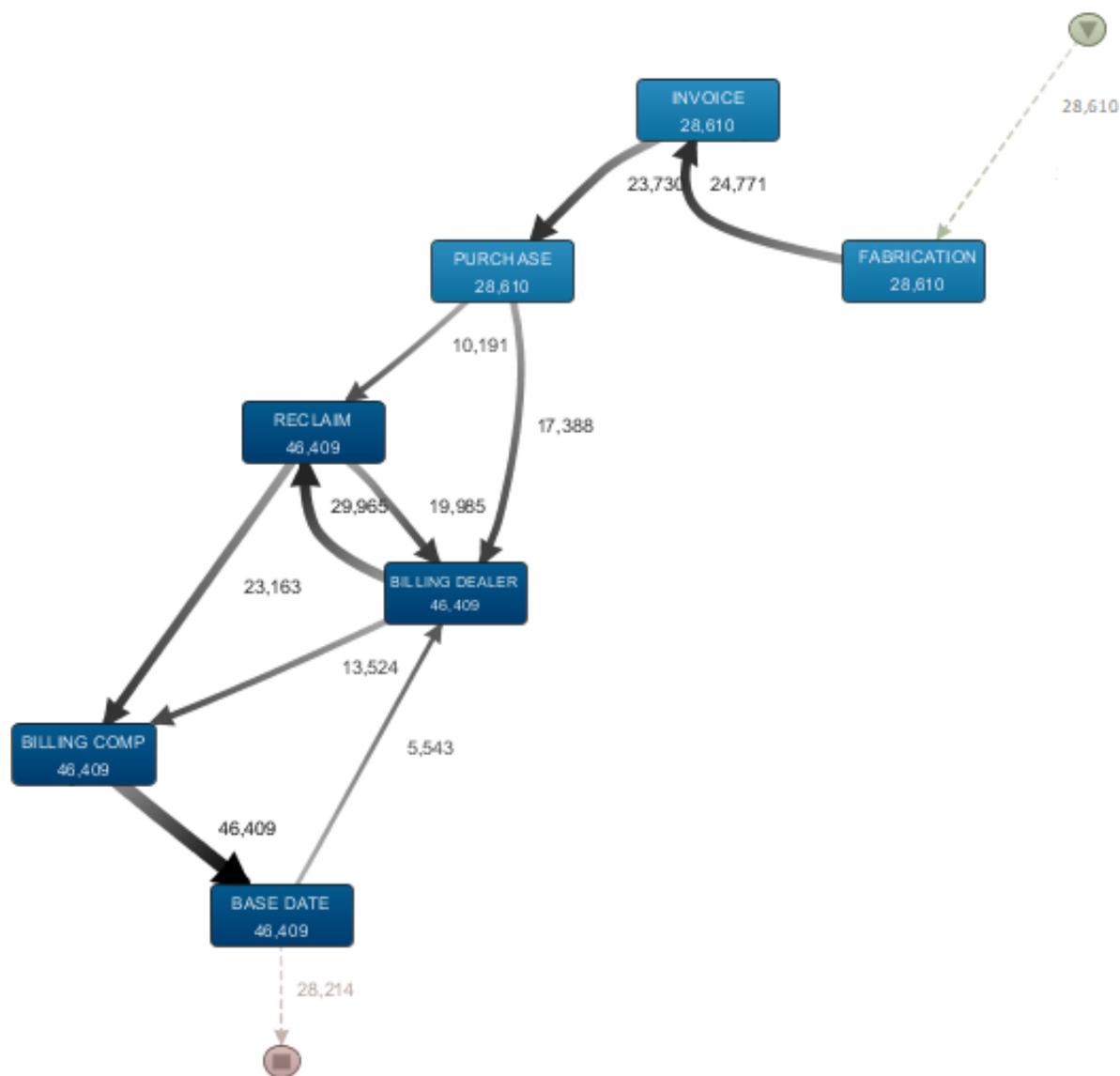


Figura 19: Mapa de processos do veículo S

Fonte: O autor, 2018

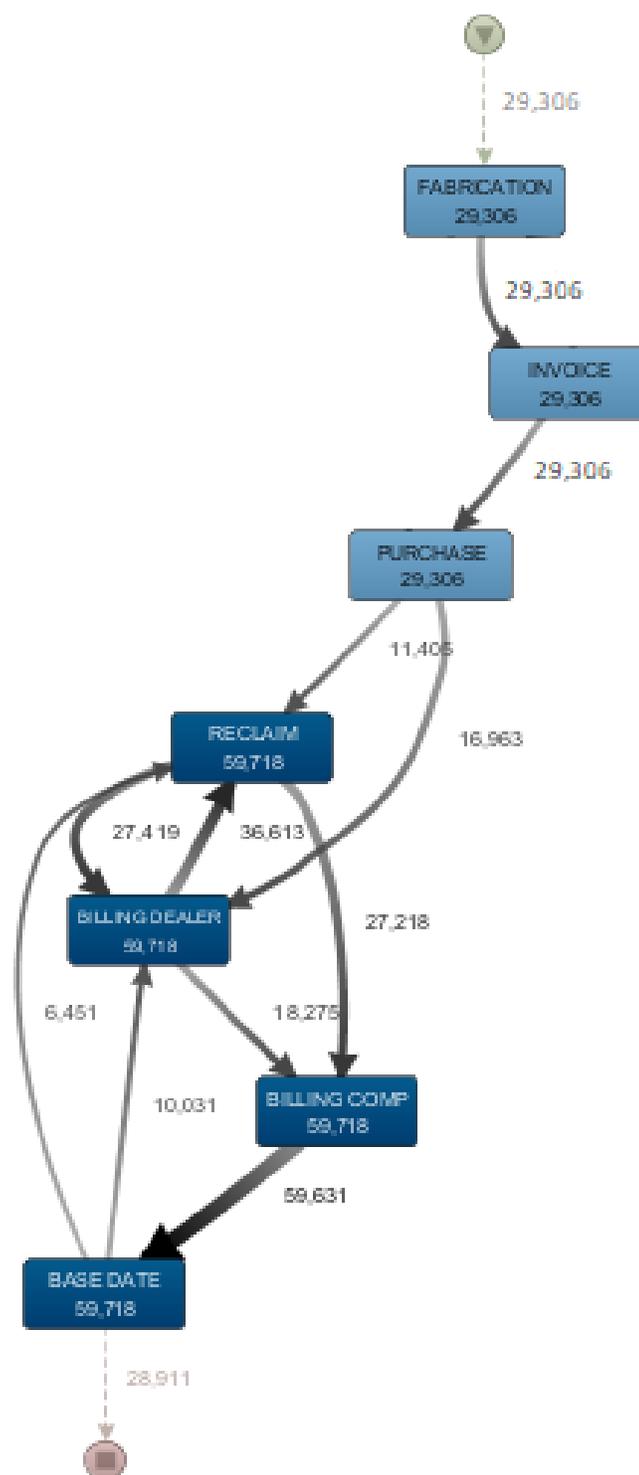


Figura 20: Mapa de processos do veículo L

Fonte: O autor, 2018

No log cedido pela empresa, são catalogados 78.019 veículos do modelo D, 28.610 do modelo S e 29.306 do modelo L, fabricados entre os anos de 2011 e 2016 que passaram, pelo menos uma vez, por uma concessionária no Brasil. Porém, muitos veículos necessitaram ir a uma concessionária mais de uma vez, listando um total de 149.795 registros de reclamações para o modelo D, 46.409 do modelo S e 59.718 do modelo L.

Ao analisar a fundo os logs, através dos comandos temporais do Disco, foram constatadas as durações médias de tempo entre os processos, resultando nas seguintes configurações:

Processos	Tempo Médio do veículo D	Tempo Médio do veículo S	Tempo Médio do veículo L
Fabricação -> Nota Fiscal	12 dias	15 dias	9 dias
Nota Fiscal -> Compra	46 dias	64 dias	63 dias
Compra -> Primeira Reclamação	52 semanas (aprox. 1 ano)	36 sem. (aprox. 9 meses)	42 sem. (aprox. 10 meses)
Reclamação -> Faturamento Concessionária	4 dias	3 dias	3 dias
Faturamento conc. -> Faturamento empresa	28 dias	27 dias	27 dias
Faturamento empresa -> Base de dados	Mesmo dia	Mesmo dia	Mesmo dia
Tempo entre a primeira e a segunda reclamação	30 semanas (7,5 meses)	17 semanas (4 meses)	20 semanas (5 meses)

Tabela 4: Intervalos de tempo médios

A Tabela 4 mostra que após a fabricação, o veículo D é comprado pelo cliente, em média, em 12 dias, tendo mais 46 dias para a regularização documental do mesmo. O log mostra também que a primeira reclamação aparece em média um ano após a compra, sendo o tempo recomendado pela fabricante para a realização da primeira revisão no veículo. Porém, a segunda reclamação vem ocorrendo em menos de um ano

após a primeira, o que demonstra que o cliente está procurando a concessionária para reparos fora das revisões, o que pode estar ocasionando custos desnecessários para a empresa, visto que a garantia do veículo é de três anos.

No caso dos veículos S e L, as durações se assemelham com as do veículo D, porém tanto a primeira, como a segunda reclamação ocorrem em um intervalo de tempo menor, sinalizando uma maior procura dos clientes às concessionárias, embora a duração média entre a reclamação e o faturamento da concessionária seja menor, evidenciando problemas menos graves.

Além do tempo médio, foram constatadas também as durações máximas ocorridas entre cada processo, tendo os seguintes tempos:

Processos	Tempo Máximo do veículo D	Tempo Máximo do veículo S	Tempo Máximo do veículo L
Fabricação -> Nota Fiscal	17 meses	3 meses	10 meses
Nota Fiscal -> Compra	25 meses	19 meses	15 meses
Compra -> Primeira Reclamação	36 meses	22 meses	30 meses
Reclamação -> Faturamento Concessionária	12 meses	7 meses	13 meses
Faturamento conc. -> Faturamento empresa	18 meses	13 meses	13 meses
Faturamento empresa -> Base de dados	2 dias	Mesmo dia	1 dia
Tempo entre a primeira e a segunda reclamação	35 meses	20 meses	27 meses

Tabela 5: Intervalos de tempo máximos

Apesar dos tempos máximos se tratarem de outliers e terem razões específicas para uma demora exagerada entre os processos, podem-se considerar alguns pontos: o cliente que mais demorou para procurar uma concessionária levou 36 meses, ou 3 anos, para fazer a primeira reclamação. O que significa que mesmo sem ter feito as revisões, o veículo D só apresentou problema após três anos de uso. O tempo máximo entre a primeira e a segunda reclamação também foi de aproximadamente três anos novamente no veículo D, reforçando a tese anterior. Ainda há de se destacar o tempo máximo entre o faturamento da empresa e o envio dos dados para o banco de dados, que foi apenas

de dois dias no caso do veículo D, um dia no veículo L e no mesmo dia no veículo S, elencando a eficiência do setor na catalogação dos dados.

As próximas Figuras apresentam os mapas de processos detalhados, retirados do software Disco, evidenciando os intervalos de tempo médios entre os processos analisados.

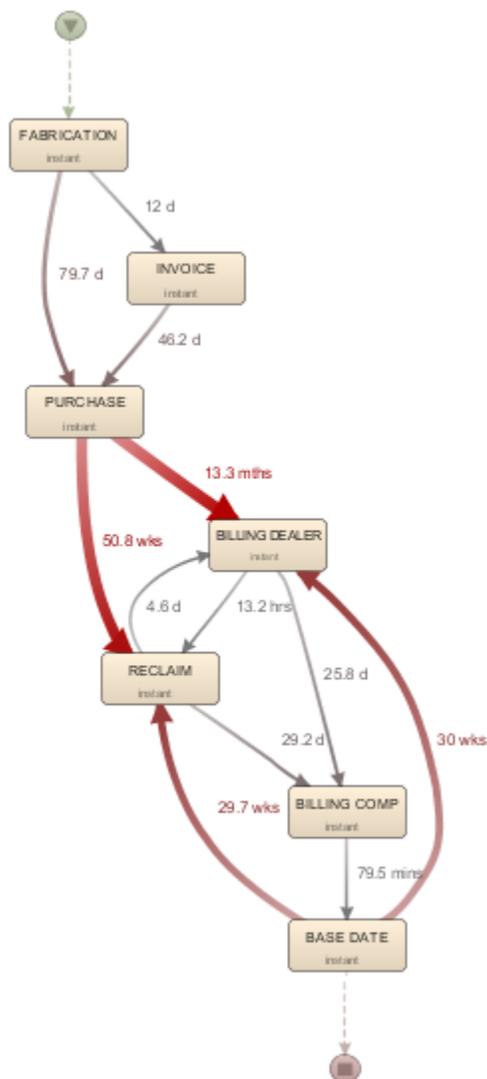


Figura 21: Intervalos de tempo médios do veículo D

Fonte: O autor, 2018

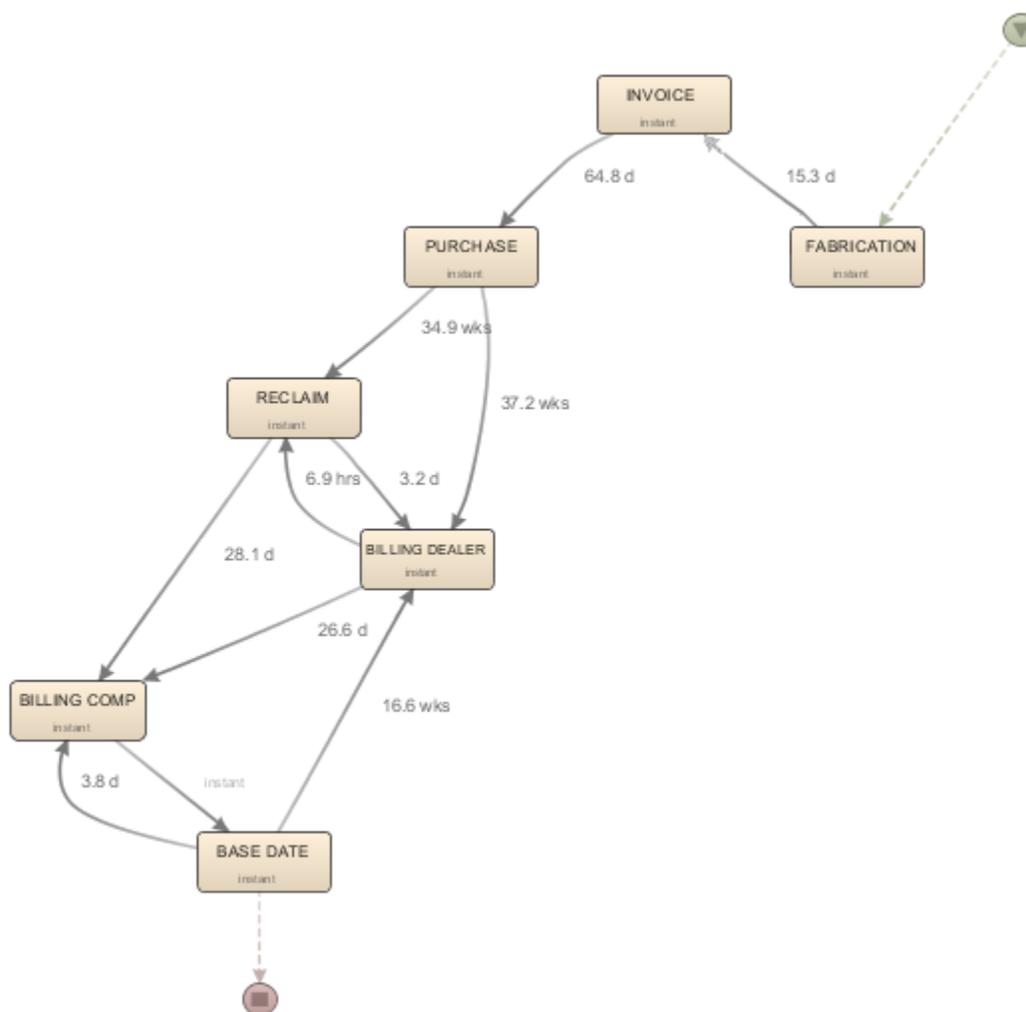


Figura 22: Intervalos de tempo médios do veículo S

Fonte: O autor, 2018

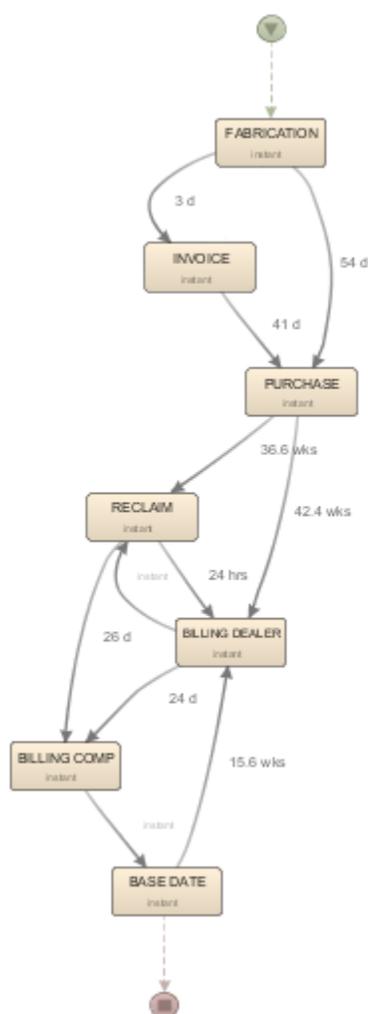


Figura 23: Intervalos de tempo médios do veículo L

Fonte: O autor, 2018

4.5 APROFUNDAMENTO NOS DADOS

Com as informações já conhecidas, foram utilizadas duas abordagens para análises adicionais dos dados fornecidos, utilizando os próprios dados trabalhados pelo software Disco. A primeira refere-se à evolução de problemas encontrados nos veículos

em quilometragens de revisão (10.000 km, 20.000 km, ... , 70.000 km). E a segunda uma análise sobre quais os principais problemas encontrados nos veículos baseando-se em palavras-chave ditas pelos clientes na hora da reclamação.

4.5.1 Análise de Quilometragens

A análise das quilometragens possibilitou obter o conhecimento de quais os problemas mais comuns tratados nas concessionárias em revisões dos veículos. As análises levaram em conta os problemas com uma incidência maior do que 1% desde a aquisição do veículo, passando por sete revisões, até a revisão de 70.000 km. Nas tabelas geradas, foram listadas as classificações dos problemas, a quantidade absoluta de casos e a porcentagem que esse problema obteve na quilometragem analisada, como mostram as Tabelas 10, 11 e 12, e versões mais completas nos Anexos.

Km	Problema	Quantidade	Frequência
1.000	Baixa pressão do Ar condicionado	402	7,18%
1.000	Mangueira da direção hidráulica	357	6,38%
1.000	Bateria 12V	234	4,18%
10.000	Mangueira da direção hidráulica	1813	9,31%
10.000	Válvula da bomba de combustível	911	4,68%
10.000	Auto rádio	807	4,14%
20.000	Navegação do Rádio	880	7,32%
20.000	Válvula da bomba de combustível	853	7,09%
20.000	Mangueira da direção hidráulica	507	4,21%
30.000	Válvula da bomba de combustível	574	6,47%
30.000	Rádio/Navegação	557	6,28%
30.000	Ventilador	537	6,06%
40.000	Correia de distribuição	542	9,32%

40.000	Ventilador	415	7,14%
40.000	Transmissor de controle hidráulico da embreagem	407	7,00%

Tabela 6: Exemplo da análise de quilometragens do veículo D

Dentre os problemas encontrados no veículo D em revisões, os mais comuns foram na válvula da bomba de combustível, mangueira da direção hidráulica, rádio e ventilador.

Os problemas encontrados na válvula da bomba de combustível tiveram uma porcentagem menor (2%) na aquisição dos veículos, subindo na primeira revisão e atingindo o ápice na revisão de 20.000 km, chegando a 7,09%, decrescendo em seguida.

A mangueira da direção hidráulica teve seu ápice na primeira revisão, sendo o problema mais encontrado, em 9,31% dos veículos, decrescendo em seguida até tornar-se insignificante na revisão de 70.000 km.

Os problemas com o ventilador iniciam-se na primeira revisão e crescem em porcentagem a medida que crescem as quilometragens, atingindo 9,65% dos problemas na revisão de 70.000 km, estando entre as maiores falhas nas últimas revisões.

Problemas no transmissor da embreagem, apesar de terem uma incidência baixa na aquisição do veículo e na primeira revisão, começam a aparecer mais amplamente a partir da segunda revisão, tornando-se o problema mais comum nas últimas revisões, chegando a atingir 9,8% dos casos em 70.000 km.

A correia de distribuição é a peça mais trocada na revisão de 40.000 km, tendo uma incidência muito baixa nas outras revisões.

Km	Problema	Quantidade	Frequência
1.000	Air Bag	372	11,74%
1.000	Bateria 12V	217	6,85%
1.000	Navegação do Rádio	102	3,22%
10.000	Trava das portas traseiras	2650	27,11%
10.000	Válvula da bomba de combustível	659	6,74%
10.000	Auto rádio	299	3,11%
20.000	Trava das portas traseiras	2181	47,12%
20.000	Válvula da bomba de combustível	295	6,37%
20.000	Auto rádio	231	4,99%
30.000	Trava das portas traseiras	841	45,86%
30.000	Válvula da bomba de combustível	88	4,8%
30.000	Auto rádio	66	3,6%
40.000	Trava das portas traseiras	256	49,42%
40.000	Auto Rádio	23	4,44%
40.000	Válvula da bomba de combustível	22	4,25%

Tabela 7: Exemplo da análise de quilometragens do veículo S

No veículo S, os principais problemas ocorreram com a trava das portas traseiras, com a válvula da bomba de combustível e com o rádio. Há de se destacar os problemas com o air bag na aquisição do veículo, que teve uma incidência de 11,74% nos problemas encontrados. No caso da trava das portas traseiras, os problemas só cresceram à medida que as revisões aconteciam, sinalizando um problema crônico na peça em questão. Além disso, problemas na unidade elétrica geral obtiveram altas porcentagens em revisões mais tardias, o que pode acarretar graves problemas nos veículos.

Km	Problema	Quantidade	Frequência
1.000	Lanterna Traseira	356	12,91%
1.000	Air Bag	190	6,89%
1.000	Bateria 12V	142	5,15%
10.000	Trava das portas traseiras	1554	17,59%
10.000	Válvula da bomba de combustível	532	6,02%
10.000	Navegação do rádio	525	5,94%
20.000	Trava das portas traseiras	2277	37,48%
20.000	Válvula da bomba de combustível	409	6,73%
20.000	Navegação do rádio	382	6,29%
30.000	Trava das portas traseiras	1279	37,7%
30.000	Navegação do rádio	188	5,54%
30.000	Auto Rádio	173	5,1%
40.000	Trava das portas traseiras	549	37,97%
40.000	Válvula da bomba de combustível	83	5,74
40.000	Caixa de distribuição de ar	82	5,67

Tabela 8: Exemplo da análise de quilometragens do veículo L

Assim como no veículo S, o veículo L sofreu com problemas nas travas das portas traseiras, na válvula da bomba de combustível e com o rádio. Embora a evolução dos problemas no veículo L se assemelham ao do veículo S, como no caso das travas das portas traseiras, alguns pontos podem ser destacados, como uma incidência muito alta de problemas nas lanternas traseiras antes de 1.000 km rodados, indicando uma má qualidade das peças em questão e uma evolução acentuada de problemas na caixa de distribuição de ar, que aparece com mais incidência a medida que as revisões acontecem.

4.5.2 Análise de Reclamações

No ato da reclamação são catalogadas palavras-chave que os clientes falam às concessionárias e essas palavras-chave são categorizadas para a adequação ao sistema da empresa. A seguinte análise possibilitou encontrar os problemas que mais ocorreram nos veículos D, S e L, tendo como base as palavras-chave ditas pelos clientes, sendo que as principais se encontram na Tabela 13, 14 e 15 e tabelas mais completas no Anexo 2.

Quantidade de citações	Palavras-chave	Problema encontrado	Porcentagem do problema
22.657	Bloqueio; Não carrega; Sem efeito	Rádio Navegação	13,02%
		Autorádio	11,74%
		Botão de Alerta	11,58%
		Transmissor do controle hidráulico da embreagem	5,79%
14.004	Tapa, ranhura, Crack, gorgolejos	Mangueira de pressão da direção hidráulica	22,98%
		Transmissor do controle hidráulico da embreagem	7,39%
		Batente do amortecedor	7,25%
		Baixa pressão na tubulação da direção hidráulica	6,51%
		Vidros elétricos dianteiros	5,78%
12.407	Chio, guinhco	Assento dianteiro	7,25%

		Vidros elétricos dianteiros	6,86%
		Transmissor do controle hidráulico da embreagem	6,65%
		Compressor de ar	6,11%
11.907	Mal fixado, mal montado	Para-choque dianteiro	7,05%
		Transmissor de controle hidráulico da embreagem	6,87%
		Proteção da base de assentos dianteiros	6,20%
		Ventilador	5,50%
		Vedação da porta dianteira	5,35%
8.450	Operações instáveis	Botão de Alerta	11,41%
		Autoradio	9,28%
		Rádio Navegação	8,09%
		Válvula da bomba de combustível	5,42%

Tabela 9: Palavras-chave e as respectivas causas de problemas no veículo D

Quantidade de citações	Palavras-chave	Problema encontrado	Porcentagem do problema
8.781	Tapa, ranhura, Crack, gorgolejos	Trava das portas traseiras	68,27%
		Amortecedor traseiro	4,87%
		Amortecedor dianteiro	3,52%
6.652	Chio, guincho	Trava das portas traseiras	66,82%

		Cabo da embreagem	2,54%
		Correia	2,51%
5.395	Não carrega, sem efeito	Navegação do rádio	10,51%
		Caixa de distribuição de ar	10,06%
		Canalizador de ar condicionado baixa pressão	7,27%
3.550	Mal fixado, mal montado	Espuma do assento dianteiro	8,17%
		Para-choque dianteiro	7,66%
		Cinzeiro, bandeja	7,24%
		Auto rádio	6,11%
		Vedação da porta dianteira	5,94%
2.960	Fracá indicação, indicação instável	Válvula da bomba de combustível	64,8%
		Piso intermediário frontal	7,3%
		Computador de bordo	4,26%
		Piso (diversos)	4,26%

Tabela 10: Palavras-chave e as respectivas causas de problemas no veículo S

Quantidade de citações	Palavras-chave	Problema encontrado	Porcentagem do problema
10.511	Tapa, ranhura, Crack, gorgolejos	Trava das portas traseiras	73,66%
		Amortecedor traseiro	4,55%
		Amortecedor dianteiro	2,42%
8.386	Não carrega, sem efeito	Caixa de distribuição de ar	21,15%

		Navegação do rádio	13,37%
		Auto rádio	6,46%
7.243	Chio, guincho	Trava das portas traseiras	58,97%
		Cabo da embreagem	4,94%
		Assento dianteiro	2,79%
4.990	Mal fixado, mal montado	Tapete	20,1%
		Abertura da escotilha de combustível	9,94%
		Vedação da porta dianteira	5,79%
		Auto rádio	4,97%
		Cinzeiro, bandeja	4,83%
3.192	Fracas indicação, indicação instável	Válvula da bomba de combustível	60,93%
		Piso intermediário frontal	11,9%
		Componentes de rotação das rodas	3,67

Tabela 11: Palavras-chave e as respectivas causas de problemas no veículo L

Através da análise realizada, foi possível perceber os problemas mais comuns ocorridos em cada categoria de reclamação de clientes, o que possibilitará uma resposta mais rápida dos técnicos de concessionárias, pois facilitará o encontro da causa do problema relatado pelo cliente e deixará o conserto mais rápido e seguro. Além disso, a análise possibilitou encontrar as peças que mais ocasionaram problemas, fazendo com que as concessionárias possam se preparar para eventuais trocas, tendo a disposição as peças mais solicitadas mais facilmente. A análise possibilitou também que, em um futuro próximo, os problemas mais citados pelos clientes sejam analisados e solucionados nos novos lotes de veículos dentro da fábrica, visando cada vez mais uma maior qualidade dos produtos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do método 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. Esse capítulo visa avaliar a aplicação da abordagem proposta, analisando passo por passo as dificuldades, lições aprendidas e resultados.

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

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 realizada pela ANFAEVA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores), dados retirados de um aplicativo para celulares para clientes da empresa, base de dados com informações relacionadas à solução de problemas realizados nas concessionárias (base de dados que foi utilizada nesse estudo), entre outras bases. A escolha da base ideal se deu ao fato de que a melhor se adaptaria a 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 dificuldade na etapa de estruturação dos dados se deu em função da busca pelas modificações ideais dos dados brutos. O desenvolvimento de diversos programas em VBA para cada planilha de veículos se mostrou 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 de aplicação. Talvez possa-se dizer que esta etapa seja a mais crítica da aplicação das técnicas propostas, visto que demanda um conhecimento prévio em técnicas de estruturação de dados, conhecimentos em linguagens de programação ou conhecimentos avançados em manipulação de planilhas, além 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.

A realização da mineração de processos em si revelou informações importantes para a empresa, como 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. 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 os processos e identificando o desempenho de cada processo dentro do setor, como por exemplo o fato das reclamações começarem em média dez meses após a compra do veículo por parte do cliente, bem como a observação de que em média a segunda reclamação ocorre em cerca de cinco meses após a primeira, sendo esse fato evidenciado também nos mapas de processo gerados pelo Disco. A utilização do software Disco provou-se bem-sucedida, através da geração de gráficos e tabelas de

fácil compreensão e 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. É importante frisar que além do Disco, outros softwares podem ser utilizados para a aplicação da abordagem, como o ProM e o XESame. A escolha do software Disco para esse projeto se deu por conta da rapidez de processamento e da facilidade na geração dos gráficos e tabelas.

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 planejamento. 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, já que através da 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 às concessionárias informações chave para a solução de problemas encontrados.

De maneira geral, o projeto de aplicação 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, pôde-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, sendo 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 abordagem 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 abordagem proposta mostrou-se útil, já que os resultados encontrados pela aplicação foram de grande valia para a empresa que agora estará mais preparada para atender à reclamações de clientes, aumentando 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

A crescente concorrência, aliada ao dinamismo da indústria automobilística, faz com que as empresas busquem maneiras inovadoras nos seus gerenciamentos, visando um aumento de receitas e corte de gastos. O setor de pós-venda pode e deve ser levado em conta, já que está em contato direto com o cliente e é responsável diretamente pela avaliação da empresa perante seus clientes.

Uma metodologia para realizar tais modificações pode surgir da mineração de processos no pós-venda, que visa apurar os dados contidos em logs de processos para descobrir padrões e informações relevantes que possam auxiliar a reduzir desperdícios e melhorar a qualidade dos processos contidos.

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 antes de mais nada 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 e comprova 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, possam localizar problemas e desafios que o setor de pós-venda apresenta com mais facilidade e possam obter uma orientação em possíveis escolhas à serem tomadas se tratando 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 agora, o pós-venda e a mineração de processos, podendo servir como amparo a futuros estudos relacionados. Este trabalho pode ser usado também como base de comparação entre outros frameworks e/ou metodologias para aplicação de mineração de processos e/ou relacionados ao setor de pós-venda.

Os resultados encontrados através da aplicação da abordagem proposta em uma indústria automobilística auxiliaram o desenvolvimento do pós-venda da empresa com a revelação de informações que serão de grande valia para o setor de pós-venda, visto que agora as concessionárias poderão ter um melhor preparo e uma resposta mais rápida quando um cliente solicitar algum serviço, além de uma clarificação dos processos realizados, que auxiliará os gestores a obter um melhor desempenho em suas operações. As análises revelaram também os principais problemas encontrados tendo como base as palavras-chave ditas pelos clientes na hora da reclamação, potencializando um atendimento mais rápido e confiável.

Entretanto, há alguns pontos a serem considerados. Primeiramente, a análise foi restrita a três veículos fabricado pela empresa, cabendo um aprofundamento da aplicação nos demais veículos. Segundo, o preenchimento da planilha responsável pelas análises dessa dissertação é de total responsabilidade das concessionárias, podendo eventualmente não conter dados totalmente precisos das situações, fazendo com que haja pequenas discrepâncias entre os resultados e a realidade. Por último, as análises adicionais focaram-se em duas situações (quilometragens e palavras-chave), porém há outros campos nos dados fornecidos que poderiam ser utilizados em pesquisas futuras, completando e engrandecendo a mineração de processos aplicada.

Por fim, pode-se dizer que a presente dissertação apresentou uma nova maneira de se analisar dados de pós-venda, unindo duas áreas de estudo que pouco se cruzaram. Contribuindo, tanto para a literatura da área de pós-venda, como de mineração de processos e servindo como base para futuras análises semelhantes, envolvendo tanto

a estruturação dos dados como a aplicação de frameworks ou metodologias ligadas à mineração de processos, seja na indústria automobilística ou em demais setores.

7. ANEXOS

7.1 Anexo 1: Tabelas completas de quilometragens

km	Problema	Quantidade	Frequência
1.000	Canalizador de ar condicionado baixa pressão	402	7,18%
1.000	Mangueira de pressão da direção hidráulica	357	6,38%
1.000	Bateria 12V	234	4,18%
1.000	Autoradio	233	4,16%
1.000	Caixa de direção	113	2,02%
1.000	Válvula da bomba de combustível	111	1,98%
1.000	Alinhamento frontal	82	1,47%
1.000	Distribuição de ar (diversos)	82	1,47%
1.000	Piso intermediário frontal	82	1,47%
1.000	Calotas (diversos)	74	1,32%
10.000	Mangueira de pressão da direção hidráulica	1813	9,31%
10.000	Válvula da bomba de combustível	911	4,68%
10.000	Autoradio	807	4,14%
10.000	Vidros elétricos dianteiros	787	4,04%
10.000	Rádio/Navegação	727	3,73%
10.000	Painel de controle	718	3,69%
10.000	Piso intermediário frontal	643	3,30%
10.000	Botão de Alerta	532	2,73%
10.000	Tubulação de baixa pressão da direção hidráulica	367	1,88%
10.000	Assento dianteiro	338	1,73%
20.000	Rádio/Navegação	880	7,32%
20.000	Válvula da bomba de combustível	853	7,09%
20.000	Mangueira de pressão da direção hidráulica	507	4,21%
20.000	Botão de Alerta	440	3,66%
20.000	Sistema do rádio (diversos)	432	3,59%
20.000	Ventilador	414	3,44%
20.000	Piso intermediário frontal	413	3,43%
20.000	Autoradio	367	3,05%
20.000	Transmissor de controle hidráulico da embreagem	275	2,29%
20.000	Tubulação de baixa pressão da direção hidráulica	238	1,98%
30.000	Válvula da bomba de combustível	574	6,47%
30.000	Rádio/Navegação	557	6,28%
30.000	Ventilador	537	6,06%

30.000	Transmissor de controle hidráulico da embreagem	500	5,64%
30.000	Sistema do rádio (diversos)	346	3,90%
30.000	Botão de Alerta	234	2,64%
30.000	Piso intermediário frontal	226	2,55%
30.000	Compressor de ar	219	2,47%
30.000	Correia de distribuição	198	2,23%
30.000	Autoradio	179	2,02%
40.000	Correia de distribuição	542	9,32%
40.000	Ventilador	415	7,14%
40.000	Transmissor de controle hidráulico da embreagem	407	7,00%
40.000	Válvula da bomba de combustível	349	6,00%
40.000	Rádio/Navegação	269	4,63%
40.000	Compressor de ar	221	3,80%
40.000	Sistema do rádio (diversos)	209	3,60%
40.000	Abertura da porta traseira	122	2,10%
40.000	Botão de Alerta	110	1,89%
40.000	Batente do amortecedor	106	1,82%
50.000	Ventilador	234	8,62%
50.000	Transmissor de controle hidráulico da embreagem	225	8,29%
50.000	Válvula da bomba de combustível	148	5,45%
50.000	Rádio/Navegação	128	4,71%
50.000	Compressor de ar	127	4,68%
50.000	Sistema do rádio (diversos)	82	3,02%
50.000	Autoradio	57	2,10%
50.000	Vedação da porta dianteira	50	1,84%
50.000	Espuma do assento dianteiro	49	1,80%
50.000	Abertura da porta traseira	46	1,69%
60.000	Ventilador	129	9,14%
60.000	Transmissor de controle hidráulico da embreagem	121	8,57%
60.000	Válvula da bomba de combustível	67	4,75%
60.000	Compressor de ar	67	4,75%
60.000	Rádio/Navegação	57	4,04%
60.000	Sistema do rádio (diversos)	36	2,55%
60.000	Espuma do assento dianteiro	28	1,98%
60.000	Abertura da porta traseira	26	1,84%
60.000	Piso intermediário frontal	22	1,56%
60.000	Rolamento do eixo secundário	22	1,56%
70.000	Transmissor de controle hidráulico da embreagem	64	9,80%
70.000	Ventilador	63	9,65%

70.000	Válvula da bomba de combustível	30	4,59%
70.000	Compressor de ar	27	4,13%
70.000	Rádio/Navegação	23	3,52%
70.000	Espuma do assento dianteiro	19	2,91%
70.000	Abertura da porta traseira	19	2,91%
70.000	Rolamento do eixo secundário	18	2,76%
70.000	Vedação da porta dianteira	17	2,60%
70.000	Autoradio	12	1,84%

Tabela 16: Tabela completa de quilometragens do veículo D

km	Problema	Quantidade	Frequência
1.000	Air Bag	372	11,74%
1.000	Bateria 12V	217	6,85%
1.000	Navegação do Rádio	102	3,22%
1.000	Piso Intermediário Frontal	96	3,03%
1.000	Para-choque dianteiro	81	2,56%
1.000	Válvula da Bomba de Combustível	67	2,11%
1.000	Calculador de Injeção	48	1,51%
1.000	Amortecedor dianteiro	45	1,42%
1.000	Computador de Bordo	44	1,39%
1.000	Componentes de rotação das rodas	43	1,36%
10.000	Trava das portas traseiras	2650	27,11%
10.000	Válvula da Bomba de Combustível	659	6,74%
10.000	Auto Rádio	304	3,11%
10.000	Navegação do Rádio	299	3,06%
10.000	Reprogramação do cálculo de injeção	220	2,25%
10.000	Vidros elétricos dianteiros	204	2,09%
10.000	Junta de distribuição	192	1,96%
10.000	Painel de controle	190	1,94%
10.000	Amortecedor traseiro	151	1,54%
10.000	Piso Intermediário Frontal	143	1,46%
20.000	Trava das portas traseiras	2181	47,12%
20.000	Válvula da Bomba de Combustível	295	6,37%
20.000	Auto Rádio	231	4,99%
20.000	Navegação do Rádio	93	2,01%
20.000	Cinzeiro, bandeja	75	1,62%

20.000	Componentes de rotação das rodas	67	1,45%
20.000	Vedação da porta dianteira	63	1,36%
20.000	Cabo da embreagem	58	1,25%
20.000	Espuma do assento dianteiro	56	1,21%
20.000	Caixa de distribuição de ar	56	1,21%
30.000	Trava das portas traseiras	841	45,86%
30.000	Válvula da Bomba de Combustível	88	4,80%
30.000	Auto Rádio	66	3,60%
30.000	Correia de distribuição	60	3,27%
30.000	Cabo da embreagem	49	2,67%
30.000	Cinzeiro, bandeja	48	2,62%
30.000	Caixa de distribuição de ar	36	1,96%
30.000	Navegação do Rádio	33	1,80%
30.000	Unidade elétrica geral	27	1,47%
30.000	Vedação da porta dianteira	26	1,42%
40.000	Trava das portas traseiras	256	49,42%
40.000	Auto Rádio	23	4,44%
40.000	Válvula da Bomba de Combustível	22	4,25%
40.000	Caixa de distribuição de ar	21	4,05%
40.000	Unidade elétrica geral	12	2,32%
40.000	Correia de distribuição	10	1,93%
50.000	Trava das portas traseiras	62	46,97%
50.000	Válvula da Bomba de Combustível	7	5,30%
50.000	Caixa de distribuição de ar	7	5,30%
50.000	Fechamento das portas dianteiras	5	3,79%
50.000	Cinzeiro, bandeja	5	3,79%
60.000	Trava das portas traseiras	26	53,06%
60.000	Unidade elétrica geral	4	8,16%
60.000	Conjunto do virabrequim	2	4,08%
60.000	Caixa de distribuição de ar	2	4,08%
60.000	Assento dianteiro	2	4,08%
70.000	Trava das portas traseiras	11	52,38%
70.000	Caixa de distribuição de ar	2	9,52%
70.000	Unidade elétrica geral	2	9,52%
70.000	Válvula da Bomba de Combustível	2	9,52%

Tabela 17: Tabela completa de quilometragens do veículo S

km	Problema	Quantidade	Frequência
1.000	Lanterna traseira	356	12,91%
1.000	Air Bag	190	6,89%
1.000	Bateria 12V	142	5,15%
1.000	Auto Rádio	95	3,44%
1.000	Piso Intermediário frontal	67	2,43%
1.000	Abertura da escotilha de combustível	59	2,14%
1.000	Navegação do rádio	59	2,14%
1.000	Coluna de direção anti-roubo	49	1,78%
1.000	Painel de Controle	46	1,67%
1.000	Válvula da bomba de combustível	40	1,45%
10.000	Trava das portas traseiras	1554	17,59%
10.000	Válvula da bomba de combustível	532	6,02%
10.000	Navegação do rádio	525	5,94%
10.000	Tapete	283	3,20%
10.000	Painel de Controle	263	2,98%
10.000	Abertura da escotilha de combustível	236	2,67%
10.000	Piso Intermediário frontal	217	2,46%
10.000	Vidros elétricos dianteiros	210	2,38%
10.000	Amortecedor traseiro	205	2,32%
10.000	Auto Rádio	185	2,09%
20.000	Trava das portas traseiras	2277	37,48%
20.000	Válvula da bomba de combustível	409	6,73%
20.000	Navegação do rádio	382	6,29%
20.000	Auto Rádio	274	4,51%
20.000	Abertura da escotilha de combustível	198	3,26%
20.000	Caixa de distribuição de ar	137	2,25%
20.000	Tapete	116	1,91%
20.000	Vedação da porta dianteira	112	1,84%
20.000	Cabo da embreagem	109	1,79%
20.000	Componentes da rotação das rodas	96	1,58%
30.000	Trava das portas traseiras	1279	37,70%
30.000	Navegação do rádio	188	5,54%
30.000	Auto Rádio	173	5,10%

30.000	Válvula da bomba de combustível	169	4,98%
30.000	Caixa de distribuição de ar	146	4,30%
30.000	Correia de distribuição	124	3,65%
30.000	Abertura da escotilha de combustível	81	2,39%
30.000	Cabo da embreagem	73	2,15%
30.000	Tapete	69	2,03%
30.000	Cinzeiro, bandeja	54	1,59%
40.000	Trava das portas traseiras	549	37,97%
40.000	Válvula da bomba de combustível	83	5,74%
40.000	Caixa de distribuição de ar	82	5,67%
40.000	Navegação do rádio	78	5,39%
40.000	Auto Rádio	67	4,63%
40.000	Abertura da escotilha de combustível	47	3,25%
40.000	Cabo da embreagem	44	3,04%
40.000	Vedação da porta dianteira	27	1,87%
40.000	Unidade elétrica geral	24	1,66%
40.000	Tapete	24	1,66%
50.000	Trava das portas traseiras	212	36,49%
50.000	Caixa de distribuição de ar	43	7,40%
50.000	Válvula da bomba de combustível	35	6,02%
50.000	Navegação do rádio	35	6,02%
50.000	Auto Rádio	20	3,44%
50.000	Cabo da embreagem	12	2,07%
50.000	Abertura da escotilha de combustível	10	1,72%
60.000	Trava das portas traseiras	92	31,83%
60.000	Caixa de distribuição de ar	22	7,61%
60.000	Navegação do rádio	17	5,88%
60.000	Válvula da bomba de combustível	16	5,54%
60.000	Abertura da escotilha de combustível	9	3,11%
60.000	Unidade elétrica geral	8	2,77%
60.000	Bateria 12V	7	2,42%
70.000	Trava das portas traseiras	37	29,13%
70.000	Navegação do rádio	15	11,81%
70.000	Caixa de distribuição de ar	12	9,45%
70.000	Unidade elétrica geral	8	6,30%
70.000	Cabo da embreagem	5	3,94%

Tabela 18: Tabela completa de quilometragens do veículo L

7.2 Anexo 2: Tabelas de palavras-chave principais

Quantidade de citações	Palavras-chave	Problema encontrado	Porcentagem do problema
22.657	Bloqueio; Não carrega; Sem efeito	Rádio Navegação	13,02%
		Autorádio	11,74%
		Botão de Alerta	11,58%
		Transmissor do controle hidráulico da embreagem	5,79%
14.004	Tapa, ranhura, Crack, gorgolejos	Mangueira de pressão da direção hidráulica	22,98%
		Transmissor do controle hidráulico da embreagem	7,39%
		Batente do amortecedor	7,25%
		Baixa pressão na tubulação da direção hidráulica	6,51%
		Vidros elétricos dianteiros	5,78%
12.407	Chio, guincho	Assento dianteiro	7,25%
		Vidros elétricos dianteiros	6,86%
		Transmissor do controle hidráulico da embreagem	6,65%
		Compressor de ar	6,11%
11.907	Mal fixado, mal montado	Para-choque dianteiro	7,05%
		Transmissor de controle hidráulico da embreagem	6,87%
		Proteção da base de acentos dianteiros	6,20%
		Ventilador	5,50%
		Vedação da porta dianteira	5,35%
8.450	Operações instáveis	Botão de Alerta	11,41%

		Autoradio	9,28%
		Rádio Navegação	8,09%
		Válvula da bomba de combustível	5,42%
7.690	Fraca indicação ou indicação instável	Válvula da bomba de combustível	51,42%
		Piso Intermediário Frontal	18,95%
		Computador de Bordo	6,15%
5.388	Zumbido, ronco, esfoleadas, esfrega, rosna	Compressor	18,52%
		Rolamento do eixo secundário	13,03%
		Mangueira de pressão da direção hidráulica	9,86%
4.344	Luz de ignição com mensagem sonora	Válvula da bomba de combustível	33,2%
		Corpo de borboleta (filtro de ar)	8,22%
		Componentes de rotação das rodas	5,78%
3.935	Falta de potência, eficiência, descarga	Bateria 12V	14,54%
		Vela de ignição	9,33%
		Corpo de borboleta (filtro de ar)	6,81%
3.908	Descolamento de tinta	Para-choque dianteiro	34,34%
		Auto rádio	25,82%
		Calotas	11,16%

Tabela 19: Tabela de palavras-chave principais do veículo D

Quantidade de citações	Palavras-chave	Problema encontrado	Porcentagem do problema
8.781	Tapa, ranhura, Crack, gorgolejos	Trava das portas traseiras	68,27%
		Amortecedor traseiro	4,87%
		Amortecedor dianteiro	3,52%
6.652	Chio, guincho	Trava das portas traseiras	66,82%
		Cabo da embreagem	2,54%
		Correia	2,51%
5.395	Não carrega, sem efeito	Navegação do rádio	10,51%

		Caixa de distribuição de ar	10,06%
		Canalizador de ar condicionado baixa pressão	7,27%
3.550	Mal fixado, mal montado	Espuma do assento dianteiro	8,17%
		Para-choque dianteiro	7,66%
		Cinzeiro, bandeja	7,24%
		Auto rádio	6,11%
		Vedação da porta dianteira	5,94%
2.960	Fraca indicação, indicação instável	Válvula da bomba de combustível	64,8%
		Piso intermediário frontal	7,3%
		Computador de bordo	4,26%
		Piso (diversos)	4,26%
2.336	Luz de ignição com mensagem sonora	Válvula da bomba de combustível	27,83%
		Componentes de rotação das rodas	22,39%
		Air Bag	17,72%
1.904	Vazamento de óleo	Junta de distribuição	21,95%
		Vedação do cárter de óleo	21,9%
		Vedação da saída do diferencial	7,93%
		Caixa de direção	5,88%
1.571	Operações Instáveis	Navegação do rádio	12,92%
		Travamento das portas traseiras	8,72%
		Válvula da bomba de combustível	4,9%
1.271	Falta de potência, eficiência, descarga	Bateria 12V	9,68%
		Unidade elétrica geral	8,42%
		Reprogramação do cálculo de injeção	8,1%
		Caixa de distribuição de ar	6,37%
1.237	Manobras duras/difíceis	Cabo da embreagem	31,45%
		Bomba da direção hidráulica	13,66%
		Correia	8,89%

Tabela 20: Tabela de palavras-chave principais do veículo S

Quantidade de citações	Palavras-chave	Problema encontrado	Porcentagem do problema
10.511	Tapa, ranhura, Crack, gorgolejos	Trava das portas traseiras	73,66%
		Amortecedor traseiro	4,55%
		Amortecedor dianteiro	2,42%
8.386	Não carrega, sem efeito	Caixa de distribuição de ar	21,15%
		Navegação do rádio	13,37%
		Auto rádio	6,46%
7.243	Chio, guincho	Trava das portas traseiras	58,97%
		Cabo da embreagem	4,94%
		Assento dianteiro	2,79%
4.990	Mal fixado, mal montado	Tapete	20,1%
		Abertura da escotilha de combustível	9,94%
		Vedação da porta dianteira	5,79%
		Auto rádio	4,97%
		Cinzeiro, bandeja	4,83%
3.192	Fraca indicação, indicação instável	Válvula da bomba de combustível	60,93%
		Piso intermediário frontal	11,9%
		Componentes de rotação das rodas	3,67
2.557	Operações instáveis	Navegação do rádio	18,15%
		Auto rádio	6,53%
		Trava das portas traseiras	6,02
		Caixa de distribuição de ar	5,51%
2.500	Luz de ignição com mensagem sonora	Válvula da bomba de combustível	33,64%
		Componentes de rotação das rodas	21,88%

		Air Bag	11,32%
1.878	Vazamento de óleo	Junta de distribuição	29,98%
		Vedação do cárter de óleo	16,45%
		Caixa de direção	8,47%
		Vedação da saída do diferencial	6,55%
1.807	Manobras duras/difíceis	Cabo da embreagem	24,07%
		Bomba da direção hidráulica	23,91%
		Correia	11,46%
		Cilindro hidráulico da embreagem	6,03%
1.460	Falta de potência, eficiência, descarga	Caixa de distribuição de ar	13,42%
		Unidade elétrica geral	11,58%
		Bateria 12V	11,03%
		Reprogramação do cálculo de injeção	9,45%
		Distribuição de ar	6,3%

Tabela 21: Tabela de palavras-chave principais do veículo L

8. REFERÊNCIAS

- ABRAHAMS, 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; LEYMANN, 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.
- BAINES, Tim S. et al. The servitization of manufacturing: A review of literature and reflection on future challenges. **Journal of manufacturing technology management**, v. 20, n. 5, p. 547-567, 2009.
- BOZKAYA, Melike; GABRIELS, Joost; VAN DER WERF, Jan Martijn. Process diagnostics: a method based on process mining. In: **Information, Process, and Knowledge Management**. 2009.
- BRAX, Saara. A manufacturer becoming service provider—challenges and a paradox. **Managing Service Quality: An International Journal**, v. 15, n. 2, p. 142-155, 2005.
- 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.

COHEN, Morris A.; AGRAWAL, Narendra; AGRAWAL, Vipul. Winning in the aftermarket. **Harvard business review**, v. 84, n. 5, p. 129, 2006.

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.

COOK, Jonathan E.; WOLF, Alexander L. **Process discovery and validation through event-data analysis**. Tese de Doutorado. University of Colorado. 1995

COOK, Jonathan E.; WOLF, Alexander L. Automating process discovery through event-data analysis. In: **Software Engineering, 1995. ICSE 1995. 17th International Conference on**. IEEE, p. 73-73. 1995

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.

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.

DOSHER, M. et al. The SWOT analysis method. **Stanford Research Institute**, Mento Park, CA, 1960.

EPPINETTE, Matt; INMAN, R. Anthony; PICK, Roger Alan. Expert systems and the implementation of quality customer service. **Industrial Management & Data Systems**, v. 97, n. 2, p. 63-68, 1997.

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

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.

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.

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.

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.

GÜNTHER, Christian W.; ROZINAT, Anne. Disco: Discover Your Processes. **BPM (Demos)**, v. 940, p. 40-44, 2012.

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

HILL, Terry; WESTBROOK, Roy. SWOT analysis: it's time for a product recall. **Long range planning**, v. 30, n. 1, p. 46-52, 1997.

KOTHARI, Chakravanti Rajagopalachari. **Research methodology: Methods and techniques**. New Age International, 2004.

KURATA, Hisashi; NAM, Seong-Hyun. After-sales service competition in a supply chain: Does uncertainty affect the conflict between profit maximization and customer satisfaction. **International journal of production economics**, v. 144, n. 1, p. 268-280, 2013.

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

LOVELOCK, C. & WIRTZ, J. Services marketing, people, technology, strategy. 6th ed. **Pearson Prentice Hall**. New Jersey, 2007.

MAGALHÃES, Gildo. **Introdução à metodologia da pesquisa: caminhos da ciência e tecnologia**. Ática, 2005.

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

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.

MURALI, S.; PUGAZHENDHI, S.; MURALIDHARAN, C. Modelling and investigating the relationship of after sales service quality with customer satisfaction, retention and loyalty—a case study of home appliances business. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v. 30, p. 67-83, 2016.

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.

- RIGOPOULOU, Irini D. et al. After-sales service quality as an antecedent of customer satisfaction: The case of electronic appliances. **Managing Service Quality: An International Journal**, v. 18, n. 5, p. 512-527, 2008.
- 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.
- SACCANI, Nicola; SONGINI, Lucrezia; GAIARDELLI, Paolo. The role and performance measurement of after-sales in the durable consumer goods industries: an empirical study. **international Journal of Productivity and performance Management**, v. 55, n. 3/4, p. 259-283, 2006.
- SONG, M. S.; VAN DER AALST, Wil MP. Towards comprehensive support for organizational mining. **Decision Support Systems**, 2007.
- SZWEJCZEWSKI, Marek; GOFFIN, Keith; ANAGNOSTOPOULOS, Zissis. Product service systems, after-sales service and new product development. **International Journal of Production Research**, v. 53, n. 17, p. 5334-5353, 2015.
- 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, Wil; VAN HEE, Kees Max. Workflow management: models, methods, and systems. **MIT press**, 2004.
- VAN DER AALST, Wil; 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, Wil MP et al. Business process mining: An industrial application. **Information Systems**, v. 32, n. 5, p. 713-732, 2007.
- VAN DER AALST, Wil et al. Process mining manifesto. In: **International Conference on Business Process Management**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011. p. 169-194.
- VAN DER AALST, Wil MP. Getting the Data. In: **Process Mining**. Springer Berlin Heidelberg, p. 95-123. 2011.

VAN DER AALST, Wil MP. Process Discovery: An Introduction. In: **Process Mining**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011. p. 125-156.

VAN DER AALST, Wil MP; SCHONENBERG, M. Helen; SONG, Minseok. Time prediction based on process mining. **Information systems**, v. 36, n. 2, p. 450-475, 2011.

VAN DER AALST. Process Mining Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes. **Springer Verlag**, Berlin. 2011.

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

VAN DER AALST, Wil MP. Process mining: data science in action. **Springer**, 2016.

VAN DER MERWE, Sandra; RADA, Juan. Servitization of business: adding value by adding services. **European management journal**, v. 6, n. 4, p. 314-324, 1988.

VAN DONGEN, Boudewijn F. et al. The ProM framework: A new era in process mining tool support. In: **International Conference on Application and Theory of Petri Nets**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2005. p. 444-454.

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

VAN DER HEIJDEN, T. H. C. Process mining project methodology: Developing a general approach to apply process mining in practice. **Master of Science in Operations Management and Logistics. Netherlands: TUE. School of Industrial Engineering**, 2012.

WALKER, John Saint. Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think. 2014.

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.