

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE INFORMÁTICA  
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

MARIO ÁVILA

**Mineração de Processos no Gerenciamento  
de Incidentes: Uma Revisão Sistemática da  
Literatura**

Monografia apresentada como requisito parcial  
para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência  
da Computação

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lucineia Heloisa Thom

Porto Alegre  
2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Carlos André Bulhões Mendes

Vice-Reitora: Prof<sup>ª</sup>. Patrícia Helena Lucas Pranke

Pró-Reitora de Graduação: Prof<sup>ª</sup>. Cíntia Inês Boll

Diretora do Instituto de Informática: Prof<sup>ª</sup>. Carla Maria Dal Sasso Freitas

Coordenador do Curso de Ciência de Computação: Prof. Rodrigo Machado

Bibliotecária-chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

## AGRADECIMENTOS

Vou começar agradecendo a minha falecida e amada mãe, Rosana Corrêa, que sempre me incentivou a estudar. Se não fosse por todas as vezes que ela me dizia para eu estudar para ter um futuro melhor, talvez eu não estivesse escrevendo esta monografia. Em seguida, o restante da minha família. Minha avó, Araceli Correa e minha tia avó, Maria Lucia, que me criaram, juntamente de minha mãe. Minhas tias, Marcia e Rosângela, que sempre me apoiaram e acompanharam de perto a minha batalha para conseguir chegar onde estou no curso de ciência da computação da UFRGS. Meus agradecimentos também aos meus irmãos, Alexandre e Geovanna, pessoas que vou amar para toda a vida e estarei aqui por eles aconteça o que acontecer.

Agradeço a minha professora e orientadora Lucineia, que me apresentou a maravilhosa área de BPM. Desde que fiz a bolsa de iniciação científica com ela, isso definiu o rumo da minha carreira e comecei a trabalhar com governança de TI e gerenciamento de processos de negócio. Independente de onde eu esteja trabalhando, BPM sempre estará no meu coração. Não poderia deixar de esquecer do meu colega Diego Ávila, que despendeu horas da pesquisa dele para me ajudar com a minha, me dando dicas para melhorar a estratégia de busca da minha revisão sistemática.

O Instituto de Informática da UFRGS também merece meus agradecimentos. Lá conheci pessoas brilhantes, fiz amizades, tive professores incríveis e pessoas que me ajudaram na minha caminhada. Meus mais sinceros agradecimentos a todos.

Meu muito obrigado a Márcio Concolato, que me emprestou a versão física do livro *ITIL® Foundation ITIL 4 Edition*. Encontrar material oficial de ITIL, principalmente ITIL 4 nas bases de dados acadêmicas não é uma tarefa fácil. Graças a ele foi possível conseguir informação da organização oficial e responsável pela criação do *framework* ITIL 4.

## RESUMO

Um incidente, conforme o framework de governança ITIL 4, é uma falha inesperada ou uma piora na performance de algum produto. Uma das disciplinas do ITIL 4 é a gestão de incidentes, responsável por resolvê-los num tempo acordado entre os participantes do processo e de maneira aceitável. Mineração de processos é uma técnica capaz de capturar logs de execução de processos e identificar oportunidades de melhorias, como redução de tempo e custos. Entretanto, isso nem sempre é uma tarefa trivial, sendo que determinados fatores podem comprometer uma mineração efetiva. A mineração de processos de negócio pode ser usada para apontar pontos de gargalo no gerenciamento dos incidentes, verificar quais tipos de incidentes estão levando mais tempo para serem resolvidos, quais razões levam tais incidentes a levarem mais tempo e também pode indicar possibilidades de automação de tarefas. O objetivo deste estudo é fazer uma revisão sistemática da literatura sobre a integração do gerenciamento de incidentes e mineração de processos de negócio a fim de investigar o estado da arte sobre estes tópicos e avaliar quão efetiva é a combinação destes.

**Palavras-chave:** Process mining, BPMN, business process models, incidents, ITSM, ITIL, IT governance, industry 4.0.

## ABSTRACT

An incident, according to the ITIL 4 governance framework, is an unexpected failure or deterioration in the performance of some product. One of the disciplines of ITIL 4 is the incident management, responsible for resolving them within a time agreed between the process participants and in an acceptable manner. Business process mining is a technique capable of capturing process execution logs and identifying opportunities for improvement, such as time and cost reduction. However, this is not always an easy task, as certain factors can compromise effective mining. Business process mining can be used to find bottlenecks on incident management, check which types of incidents are taking longer to be resolved, which reasons lead such incidents to take longer, and can also indicate possibilities for task automation. The aim of this work is to do a systematic literature review on the integration of incident management and business process mining in order to investigate the state of research on these topics and assess how effective is the combination of these.

**Keywords:** Process mining, BPMN, business process models, incidents, ITSM, ITIL, IT governance, industry 4.0.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Exemplo de um processo de resolução de incidente .....	16
Figura 2.2	Componentes de um processo de negócio .....	18
Figura 2.3	Ciclo de vida de BPM.....	19
Figura 2.4	Exemplo de processo modelado usando Redes de Petri .....	20
Figura 2.5	Exemplo de processo modelado usando BPMN.....	20
Figura 2.6	Exemplo de um <i>log</i> de evento em formato de tabela digital.....	22
Figura 2.7	Exemplo de um <i>log</i> de evento em formato XES.....	23
Figura 2.8	Tipos de mineração de processos. <i>Process discovery, conformance checking e model enhancement</i> .....	24
Figura 2.9	Processo de entrega de pizza descoberto usando a versão acadêmica do Celonis com todas as suas variantes. A figura 2.10 mostra o mesmo processo com menos variantes.....	28
Figura 2.10	Processo de entrega de pizza descoberto usando a versão acadêmica do Celonis com suas principais variantes. A figura 2.9 mostra o mesmo processo com todas as variantes. ....	29
Figura 2.11	Casos de dois loops curtos (b) e (c) que não podem ser distinguidos pelo algoritmo $\alpha$ .....	29
Figura 2.12	Exemplo de um conjunto de <i>log</i> de eventos sendo usado pela mineração de processos para o mapeamento de um processo em BPMN .....	30
Figura 3.1	Diagrama mostrando a quantidade de trabalhos primários selecionados e os passos que foram tomados para fazer a escolha destes .....	34
Figura 4.1	Quantidade de trabalhos primários por categoria .....	42
Figura 4.2	Quantidade de estudos por categorias dentro da Melhoria de Processos .....	44
Figura 4.3	Quantidade de estudos por tipos de Mineração de Processos .....	45
Figura 4.4	Quantidade de estudos por ferramentas de mineração de processos .....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1	Trabalhos Selecionados .....	36
Tabela 4.1	Trabalhos Primários Selecionados.....	39
Tabela 4.2	Categorias usadas para classificar os trabalhos primários .....	42
Tabela 4.3	Trabalhos primários com suas classificações .....	43
Tabela 4.4	Trabalhos primários classificados por tipos de mineração .....	49
Tabela 4.5	Trabalhos primários com as ferramentas utilizadas.....	50

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**BPM** Business Process Management

**BPMN** Business Process Modeling Notation

**BPMS** Business Process Management Suite

**COBIT** Control Objectives for Information and Related Technologies

**ITIL** IT Infrastructure Library

**ITSM** IT Service Management

**UML** Unified Modeling Language



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1 Motivação.....	10
1.2 Objetivos .....	11
1.3 Perguntas da Pesquisa .....	11
<b>2 FUNDAMENTOS</b> .....	<b>13</b>
2.1 ITSM e ITIL .....	13
2.2 Gerenciamento de Incidentes.....	14
2.3 Gerenciamento de Processos de Negócio .....	17
2.4 Mineração de Processos.....	19
2.5 Resumo do Capítulo.....	27
<b>3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA</b> .....	<b>31</b>
3.1 Perguntas de Pesquisa .....	31
3.2 Critérios de Inclusão e Exclusão.....	32
3.3 Bases de Dados .....	33
3.4 Estratégia de Busca.....	33
3.5 Resumo do Capítulo.....	34
<b>4 ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	<b>36</b>
4.1 Categorias .....	39
4.2 PP1 - Fazer uso de mineração de processos no gerenciamento de incidentes leva a processos mais rápidos e com menos retrabalho?.....	41
4.3 PP2 - O que a literatura apresenta sobre os trabalhos de mineração de processos aplicados em gerenciamento de incidentes? .....	45
4.4 PP3 - Quais trabalhos sobre mineração de processos se relacionam com ITIL?.....	47
4.5 Resumo do Capítulo.....	47
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde os anos 90 existem acadêmicos estudando as possibilidades de gerar modelos de processos de forma automática (AGRAWAL; GUNOPULOS; LEYMANN, 1998) (DATTA, 1998) (WEIJTERS; AALST, 2003) (AALST; WEIJTERS; MARUSTER, 2004) (DONGEN; AALST, 2004) (GRECO et al., 2006) (AALST et al., 2007) (AALST, 2012). Mineração de processos surgiu a partir destes estudos, com a proposta de gerar modelos de processos através da captura automática de *logs* de evento. Os *logs* de evento são como pegadas, isto é, traços que são deixados e utilizados para gerar um modelo que seja uma representação de um processo.

Um incidente é um evento que reduz a qualidade de um serviço ou operação. Gerenciamento de incidentes é a prática de resolver os incidentes no menor tempo possível e evitar que incidentes similares aos já registrados ocorram novamente. As organizações que fazem gerenciamento dos seus serviços de TI também adotam o gerenciamento de incidentes para melhor atender os seus clientes (AXELOS, 2019).

Uma das maneiras que as organizações têm de aprimorar o gerenciamento dos seus incidentes é através da mineração de processos. A mineração de processos possibilita gerar modelos de processo de forma automática, identificando gargalos e verificando a conformidade de processos já existentes que foram criados anteriormente. Tarefas manuais estão mais sujeitas a erros e levam mais tempo do que quando executadas por um programa eficiente. Se a ferramenta de mineração de processo de negócio está capturando os *logs* de evento dos incidentes, já é possível gerar modelos gráficos que representem o processo de forma automática. Quanto mais *logs* de evento a ferramenta de mineração capturar, melhor, pois o modelo representado será mais fidedigno a realidade do processo.

### 1.1 Motivação

O gerenciamento de incidentes com muitas tarefas manuais e dependentes de humanos está sujeito a muitos erros, retrabalho e consumo de tempo (GUPTA; PRASAD; MOHANIA, 2008). Para criar modelos de processo manuais de qualidade, o analista do processo precisa ter um bom conhecimento do domínio de aplicação, dependendo da complexidade do processo que está sendo modelado. Além disso, modelar processos é uma tarefa considerada difícil e que demanda bastante tempo, quando realizada de forma manual (MENDLING; REIJERS; van der Aalst, 2010).

A principal motivação do presente estudo é entender se a integração entre a mineração de processos de negócio e o gerenciamento de incidentes melhora os processos que fazem parte do gerenciamento de incidentes ou não. Tarefas que podem ser tediosas e difíceis de serem realizadas por um humano, como a captura de *logs* de evento, hoje podem ser feitas de forma automática por uma ferramenta de mineração de processos de negócio. Isso é especialmente útil quando se trata de incidentes, pois o analista que está trabalhando nos incidentes pode não perceber e mapear todas as variantes na hora de resolver um incidente. Determinadas variantes podem apresentar gargalos e outras podem se mostrar melhores. Usando mineração de processos, muitas variantes de um processo que frequentemente não são cobertas por humanos podem ser cobertas, desde que a qualidade dos *logs* seja de qualidade (AALST, 2012). Os incidentes do presente estudo são relacionados a serviços de TI. O gerenciamento de incidentes surgiu a partir do gerenciamento de serviços de TI (*ITSM*, do inglês *IT Services Management*). *ITSM* é a disciplina responsável por oferecer serviços de TI de qualidade e também pela redução de custos a longo prazo das organizações que a adotam. Um dos conjuntos de boas práticas de *ITSM* é *ITIL* (do inglês *IT Infrastructure Library*. *ITIL* teve origem com base nos princípios de *ITSM*, mas é comum atualmente conceitos de *ITIL* serem usados para explicar conceitos importantes de *ITSM* (GUPTA; PRASAD; MOHANIA, 2008).

## 1.2 Objetivos

O objetivo deste estudo é realizar uma revisão sistemática da literatura visando entender os benefícios da mineração de processos para o gerenciamento de incidentes. Para isto, foram feitas buscas de artigos científicos em bases de dados acadêmicas de renome seguindo protocolos definidos em (KITCHENHAM, 2004). Após a escolha dos artigos, eles foram agrupados em categorias para responder as perguntas de pesquisa da revisão sistemática da literatura.

## 1.3 Perguntas da Pesquisa

Este estudo tem como objetivo responder três perguntas de pesquisa, relacionadas ao uso de mineração de processos em gerenciamento de incidentes, através de uma revisão sistemática da literatura, aqui neste estudo chamada de *RSL*. Cada *PP* representa uma

*pergunta de pesquisa.*

**PP1** - Fazer uso de mineração de processos no gerenciamento de incidentes leva a processos mais rápidos e com menos retrabalho?

**PP2** - O que a literatura apresenta sobre os trabalhos de mineração de processos aplicados em gerenciamento de incidentes?

**PP3** - Quais trabalhos sobre mineração de processos se relacionam com ITIL?

O restante deste texto está organizado da seguinte forma. O capítulo 2 apresenta os fundamentos necessários para o entendimento deste estudo. Diversos conceitos são mostrados objetivando tornar a leitura deste estudo mais clara. O capítulo 3 apresenta o protocolo de pesquisa da RSL, com suas perguntas de pesquisa, *string* de busca, quais bases de dados foram utilizadas, critérios de inclusão e critérios de exclusão. O capítulo 4 trata da análise dos resultados obtidos e suas contribuições. Por fim, o capítulo 5 encerra este estudo com as conclusões.

## 2 FUNDAMENTOS

Este capítulo descreve a base teórica deste estudo. O capítulo inicia apresentando ao leitor os conceitos de *ITSM* e *ITIL*. Muitos dos conceitos vistos em *ITIL* vieram de *ITSM*. Ironicamente, atualmente é frequente ao procurar conceitos de *ITSM* na literatura, ver que *ITIL* é usado como referência (GALUP et al., 2009), tamanha a importância de *ITIL* na área de *ITSM*. O tópico *gerenciamento de incidentes* também é apresentado de forma mais aprofundada. É fundamental que fique claro ao leitor qual o conceito de incidente demonstrado neste estudo e como é feito o gerenciamento destes incidentes na indústria. Posteriormente, é discutida a definição de *processos de negócio* e da disciplina que trata do gerenciamento dos processos de negócio, *BPM*, do inglês *Business Process Management*. Como é visto neste capítulo, gerenciamento de incidentes é um conjunto de práticas para reduzir o impacto causado pelos incidentes. Somente é possível fazer isso melhorando os processos do gerenciamento de incidentes. *Mineração de processos*, que também é um conteúdo detalhado neste capítulo, é diretamente ligada a processos de negócio e é um tópico fundamental deste estudo. Por último, é feita uma sumarização dos conceitos apresentados e como eles se relacionam.

### 2.1 ITSM e ITIL

De acordo com a *World Trade Organization*, serviços compõem o maior e mais dinâmico componente de todas as economias. Serviços são o meio principal que organizações criam valor para si mesmas e seus clientes (AXELOS, 2019). Gerenciamento de serviços de TI, denominado neste estudo *ITSM* é uma disciplina que gerencia os recursos de TI de forma orientada a processos. Por ser orientada a processos, *ITSM* compartilha muitas características com outras disciplinas de gerenciamento de processos, como *BPM* (*Business Process Management*), que será discutida com mais detalhes na seção 2.3 (GUPTA; PRASAD; MOHANIA, 2008).

Existem múltiplos *frameworks* de *ITSM* no mercado, e o mais utilizado pelas organizações atualmente é *ITIL* (AXELOS, 2019). *ITSM* é frequentemente associado com *ITIL*, e muitos dos conceitos que são vistos neste *framework* vieram de *ITSM* (GALUP et al., 2009). *ITIL* foi criado durante os anos 1980, em meados da terceira revolução industrial, a fim de descrever as melhores práticas em gerenciamento de serviços de TI. Desde seu lançamento, *ITIL* teve quatro versões. *ITIL v3* evoluiu para *ITIL 4* devido a

quarta revolução industrial, que será abordada na seção ???. O advento da globalização em massa, *smartphones* e o grande volume de dados sendo processados são algumas características dessa revolução (BRITO et al., 2020). Atualmente, ITIL não é focada apenas em infraestrutura de TI, e sim em serviços da indústria como um todo.

ITIL é um *framework* orientado a serviços. Desde pequenas organizações até grandes organizações oferecem serviços. De acordo com ITIL 4, serviços são "um meio de obter valor facilitando resultados que os clientes desejam atingir, sem o cliente ter que arcar com custos e riscos específicos"(AXELOS, 2019). O objetivo de se usar ITIL é a obtenção de valor através desses serviços.

Uma das práticas de gerenciamento de serviços em ITIL 4 é o gerenciamento de incidentes. O gerenciamento de incidentes é responsável pela minimização dos impactos negativos, restaurando ao normal serviços operacionais o mais rápido possível. Um incidente é uma interrupção de um serviço, ou redução da qualidade de um serviço (AXELOS, 2019). É importante ressaltar que o gerenciamento de incidentes não tem origem no *framework* ITIL. Existem outros *frameworks* de governança de TI que usam a definição de gerenciamento de incidentes.

As organizações adotam ITIL por oferecer um conjunto de boas práticas de gerenciamento de TI. Assim, as organizações não precisam criar do zero todas as boas práticas que vão ser adotadas e reduzem o esforço para alterar processos já existentes (DUMAS et al., 2018). É importante deixar claro que uma organização não é obrigada a adotar todas as práticas recomendadas por ITIL.

## 2.2 Gerenciamento de Incidentes

Cada organização na indústria possui a sua maneira de gerenciar seus incidentes. Mesmo as organizações que adotam *frameworks* de ITSM como ITIL, possuem variações entre si. Os *frameworks* são um conjunto de boas práticas que as organizações escolhem quais delas vão seguir. Incidentes podem ser reportados por um usuário que está enfrentando problemas, que está tendo seu serviço prejudicado por uma piora na performance de algum produto ou até mesmo automaticamente através de uma ferramenta de gerenciamento de serviços - as chamadas ITSM *tools*, do inglês *IT Service Management tools*. Os conceitos apresentados aqui se aplicam não apenas a ITIL, mas também a outros *frameworks* de ITSM.

O objetivo do gerenciamento de incidentes é resolver os incidentes que afetam

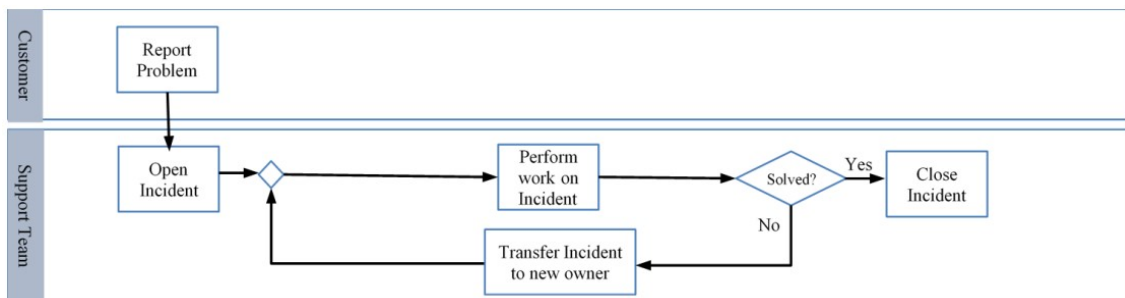
o curso normal de uma organização de TI o mais rápido possível (GUPTA; PRASAD; MOHANIA, 2008). São exemplos de incidentes: uma falha num servidor que o impede de prestar serviços, piora na performance do dispositivo de um usuário devido a problemas no *hardware* e um banco de dados que está fora do ar. Comumente, nas organizações que possuem gerenciamento de incidentes, os incidentes são classificados de acordo com sua prioridade. Numa determinada organização, uma falha num banco de dados pode ser um incidente de baixa prioridade, enquanto que em outra organização pode ser uma falha fatal que faz com que o *site* da organização pare. É importante que uma organização classifique seus incidentes até mesmo para dar prioridade para aqueles que são mais graves. As organizações que adotam ITSM devem avaliar o impacto que seus incidentes causam no negócio, sua urgência, e qual o custo se não lidarem com os seus incidentes num tempo aceitável (BARTOLINI; SALLE; TRASTOUR, 2006). Incidentes com baixa prioridade devem ser gerenciados de forma eficiente para evitar gastos de recursos desnecessários. Incidentes com maior prioridade podem exigir mais recursos para a sua resolução e mais conhecimento técnico por parte dos analistas (AXELOS, 2019). Quanto mais alta a prioridade de um incidente, em menos tempo ele deve ser resolvido. Incidentes que afetam muitos usuários, que custam muito dinheiro ou que ameaçam a segurança da uma organização são exemplos de incidentes que seriam considerados de alta prioridade por muitas organizações. Incidentes podem mudar de prioridade durante sua resolução. Um incidente que inicia com uma prioridade baixa pode subir para uma prioridade mais alta se o impacto causado pelo incidente em questão é percebido como maior do que o esperado.

Neste estudo, o termo *analista* é usado no contexto de gerenciamento de incidentes se referindo a pessoas que resolvem incidentes. Os analistas não resolvem todos os incidentes das organizações. Cada analista é responsável por resolver um determinado conjunto de incidentes. Normalmente, as organizações que adotam ITSM dividem os analistas em grupos. Um dos grupos que aparece com bastante frequência é o *Service Desk*, também denominado *Help Desk* em algumas organizações. *Service Desk* costuma ser o ponto de contato inicial de um usuário quando ocorre um incidente. Os usuários podem entrar em contato com o analista de diversas formas. As maneiras possíveis são determinadas pela organização. Mandando mensagem, por ligação e abrindo um incidente pela ferramenta de ITSM são exemplos de maneiras de um usuário contatar um analista pedindo ajuda com o seu problema. Até pessoalmente o usuário pode falar com o técnico sobre o incidente se o *Service Desk* possui lugar físico.

Os analistas que trabalham no *Service Desk* são consideradas pessoas L1 (do in-

glês *Level 1*), pois elas são o primeiro nível de contato de um usuário com um analista. A equipe do *Service Desk* costuma ter um acervo histórico de incidentes que já foram resolvidos anteriormente (GUPTA; PRASAD; MOHANIA, 2008). Este acervo é usado para gerar guias de resolução de incidentes. Isso serve para caso aconteçam problemas iguais ou parecidos, a solução seja rápida e eficiente se o analista não souber os passos na hora de resolver aquele incidente. Se o incidente que o analista está recebendo é um caso não registrado, idealmente uma nova entrada no acervo é criada. Caso o analista não consiga resolver o incidente, ele repassa este incidente para um analista L2 (do inglês *Level 2*). O analista L2 é um especialista naquele determinado problema. Se o incidente é uma falha num banco de dados, e o analista L1, que trabalha no *Service Desk* não consegue resolver o incidente, ele repassa o incidente para o analista L2. O analista L2 então usa sua experiência em bancos de dados para resolver o incidente. Neste exemplo, se nem o analista L2 consegue resolver o incidente, um analista L3 pode precisar entrar em ação para resolvê-lo. A quantidade de níveis de analistas varia de organização para organização. Se algum dos analistas repassou o incidente para o grupo errado, o incidente pode ficar sendo repassado entre diferentes analistas que não estão conseguindo resolver um incidente. Isso não deveria ser comum, pois é custoso em termos de tempo e dinheiro. Além disso, o usuário final está sendo impactado durante todo este tempo esperando que seu problema seja resolvido. Note como quase todas as tarefas do gerenciamento de incidentes são manuais e executadas por humanos, o que pode gerar custos extras por causa de erros (GUPTA; PRASAD; MOHANIA, 2008). A figura 2.1 mostra um modelo de resolução de um incidente. O usuário reporta um problema para alguém do time de suporte, denominado *Support Team*. O time de suporte, então, abre o incidente para o usuário e começa a trabalhar nele. Caso não consiga resolver, repassa o incidente. Em caso positivo, o incidente é fechado.

Figura 2.1: Exemplo de um processo de resolução de incidente



Fonte: (KUMAR; LIU, 2020)



### 2.3 Gerenciamento de Processos de Negócio

Gerenciamento de processos de negócio, neste estudo chamado de BPM, objetiva gerenciar, monitorar e melhorar processos de negócio. É notável o crescente aumento de interesse das organizações na área para obter processos melhores e com menor custo (AALST, 2013). Um processo de negócio (aqui neste estudo também chamado de processo) é uma coleção de eventos, atividades e pontos de decisão relacionados e que envolvem atores e objetos, os quais coletivamente levam a um resultado que agrega valor a pelo menos um cliente (DUMAS et al., 2018).

Eventos são fatos que acontecem durante o processo. Correspondem a coisas que acontecem atômicamente e não possuem duração (DUMAS et al., 2018). Processos de negócio possuem um evento inicial e pelo menos um evento final. Um incidente que foi aberto por um usuário é um exemplo de evento.

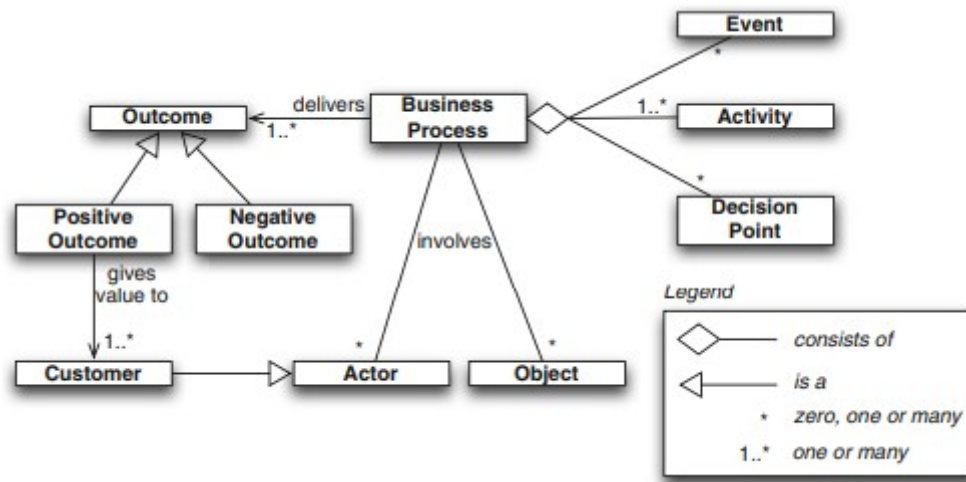
Atividades são ações executadas por um ator do processo. Quando uma atividade é simples, como abrir um incidente, a atividade é chamada de *tarefa* (DUMAS et al., 2018). Resolver um incidente pode necessitar de várias ações, neste caso, este conjunto de ações é chamado de atividade. Repassar incidente, procurar incidentes parecidos com o que está resolvendo no acervo e resolver incidente são exemplos de ações que podem ser classificadas como tarefas ou atividades.

Pontos de Decisão são partes do processo que envolvem uma tomada de decisão. Quando um analista do *Service Desk* está tentando resolver um incidente e não consegue, ele precisa repassar o incidente para o analista L2, caso contrário ele segue com a resolução. Este é um ponto de decisão, pois o analista precisa decidir o que fazer com base no que está ocorrendo no processo.

Atores são os participantes do processo. Os usuários, analistas e até mesmo a ferramenta de ITSM podem ser atores. Atores executam atividades. De acordo com Dumas (DUMAS et al., 2018), o ator que recebe o resultado do processo é chamado de *cliente*. No caso de processos sobre gerenciamento de incidentes, o cliente é o usuário. É o usuário quem vai ficar satisfeito se o seu incidente for resolvido e insatisfeito caso contrário. Objetos podem ser objetos físicos ou eletrônicos. Papéis, computadores, arquivos digitais.

A figura 2.2 mostra um diagrama exibindo todos os componentes de um processo de negócio. Um processo de negócio envolve atores e objetos, possui entre um ou mais resultados e é composto por um ou mais eventos, atividades e pontos de decisão. O resultado pode ser positivo ou negativo, e em caso positivo, agrega valor ao cliente. O

Figura 2.2: Componentes de um processo de negócio



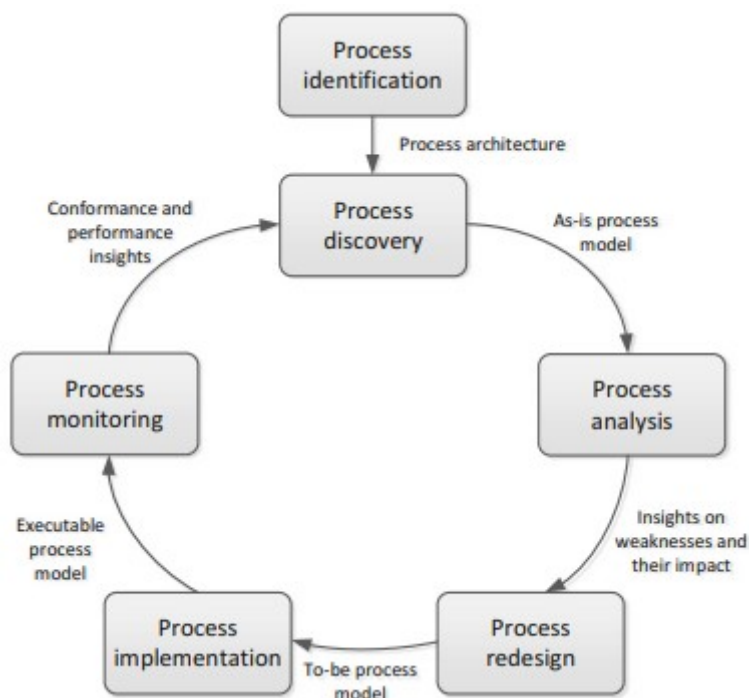
Fonte: (DUMAS et al., 2018)

cliente também é um ator do processo.

Quando uma organização adota BPM, a equipe responsável pelo gerenciamento dos processos deve pensar em quais processos precisam ser aprimorados. Esse primeiro passo é conhecido como *identificação do processo*. Após a identificação do processo, é feita a *descoberta do processo*. Nesta etapa é realizada a modelagem do processo *as-is*. Um modelo *as-is* é uma representação gráfica de como o processo está sendo executado. Modelo de processo é um conceito importante na área de BPM. O processo pode ser representado por diversas formas (ex.: Redes de Petri, BPMN, diagrama UML, fluxogramas (AALST, 2013) (DUMAS et al., 2018)). Após a modelagem do processo *as-is*, a próxima fase é a *análise do processo*. Na análise do processo é feita uma avaliação do modelo *as-is*. É verificado onde o processo apresenta pontos que podem ser melhorados. Após a coleta dos pontos de melhoria, são realizadas alterações no processo na fase seguinte, *re-desenho do processo*. Nesta fase é gerado o modelo *to-be*, um diagrama com as alterações que foram feitas tendo como entrada as mudanças da fase de análise do processo. Após, tem-se a fase de *implementação do processo*, onde são tomadas as decisões organizacionais para que o processo mude na prática do modelo *as-is* para o *to-be*. O último passo é o *monitoramento do processo*, onde são coletadas informações sobre o processo que está executando a fim de identificar mais pontos de melhoria. Os 6 passos citados fazem parte do ciclo de vida de BPM (DUMAS et al., 2018), reproduzido na figura 2.3.

BPM é uma área de estudo ampla (AALST; ROSA; SANTORO, 2016) e padronizá-la de acordo com as necessidades de profissionais da área é um desafio (AALST, 2013).

Figura 2.3: Ciclo de vida de BPM



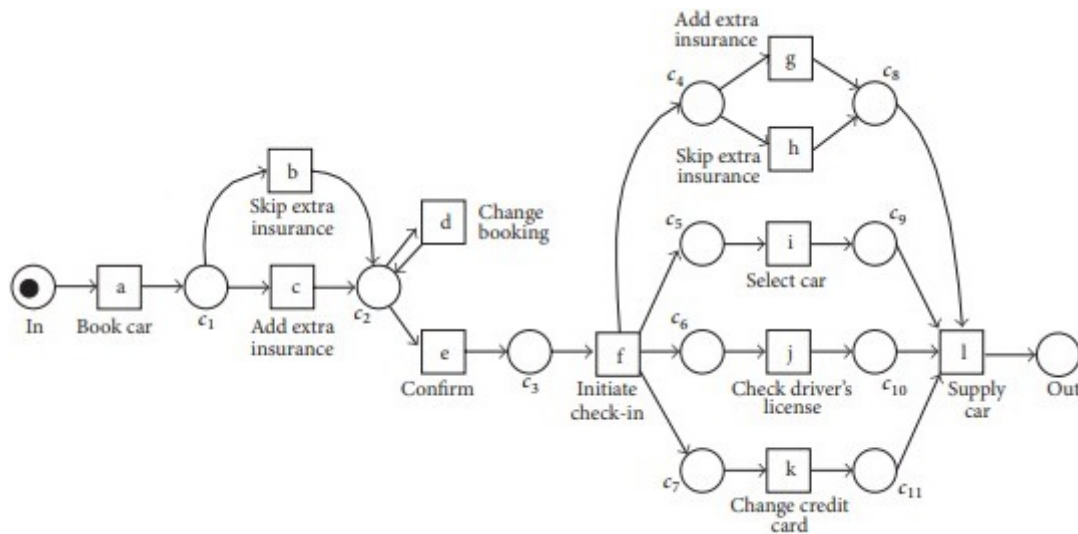
Fonte: (DUMAS et al., 2018)

Não existe apenas uma maneira de representar processos que é aceita, mas grandes organizações estão adotando cada vez mais a BPMN (*Business Process Modeling Notation*). Atualmente, existe uma preocupação com gerenciamento de processos nas organizações (AALST; ROSA; SANTORO, 2016), e fazer uso de uma notação como BPMN para modelar processos é de grande ajuda por possuir uma capacidade de representar modelos de forma clara. As figuras 2.4 e 2.5 mostram exemplos de processos de negócio modelados usando BPMN e redes de Petri, respectivamente. Na seção 2.4 será tratado o tema mineração de processos, que está intimamente ligada a BPM. As ferramentas de mineração de processos usam BPMN e redes de Petri para modelar processos a partir dos *logs* de evento, além de outras notações para representações de modelos de processo (AALST, 2012). Tanto Redes de Petri, quanto BPMN contém elementos para representação de eventos, atividades e tomadas de decisão.

## 2.4 Mineração de Processos

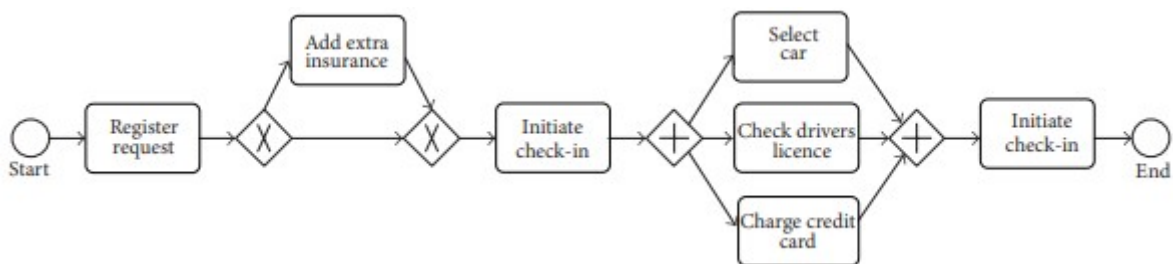
Com o aumento das organizações, números de funcionários e sua maturidade, é natural o interesse crescente das organizações em aprimorar seus processos de negócio.

Figura 2.4: Exemplo de processo modelado usando Redes de Petri



Fonte: (AALST, 2013)

Figura 2.5: Exemplo de processo modelado usando BPMN



Fonte: (AALST, 2013)

Até mesmo organizações de pequeno porte podem fazer proveito de técnicas capazes de melhorá-los. Uma técnica que está em alta nos últimos anos é a mineração de processos.

Mapear um processo de forma automática possui vantagens muito significativas. Se o mapeamento de um processo de negócio é feito de forma manual, está mais sujeito a erros. A maneira como o analista de processos interpreta o processo, seja através de entrevistas, documentação ou até mesmo observando como o processo é realizado, pode diferir de como o processo ocorre realmente. Mesmo que seja feita a validação do processo pelos seus participantes, isso leva tempo e os mesmos erros que um analista pode cometer, quem está avaliando também pode. Quando se está mapeando um processo de forma manual, é mais fácil esquecer de mapear variantes dos processos. Dependendo do tamanho do processo, é impraticável mapear todas as suas variantes.

Essa é uma das principais diferenças entre mapear um processo usando mineração

de processos e mapear de forma manual. A mineração de processos vai mapear o processo com base naquilo que de fato ocorreu, de forma determinística e sem espaço para interpretações. Ao passo que se o processo é mapeado manualmente, erros podem acontecer mais facilmente.

Através de *logs* de evento, os processos podem ser modelados de forma automática usando a mineração de processos. Cada *log* de evento se refere a uma atividade do processo. Os *logs* de evento possuem *timestamps*, que registram o momento em que a atividade ocorreu. Além do *timestamp*, os logs de evento são associados a um *case*, que indica a qual instância do processo o *log* se refere. Todos os *logs* que compartilham o mesmo *case* fazem parte da mesma instância. Os *logs* de evento também possuem recursos, que são informações adicionais sobre o processo. No contexto de gerenciamento de incidentes, os recursos podem ser o nome do analista que está resolvendo o incidente, qual o produto em questão, ou até mesmo a qual grupo pertence o analista que está resolvendo o incidente. Os logs de evento podem ser representados por tabelas digitais, fazendo uso de arquivos *Comma-Separated Values* (CSV), por exemplo. Outra forma de representar incidentes é através de um arquivo *eXtensible Event Stream* (XES). As figuras 2.6 e 2.7 mostram exemplos de logs de evento num formato de tabela digital e arquivo XES, respectivamente. O arquivo XES foi padronizado pela *IEEE Task Force on Process Mining*. Um arquivo XES contém múltiplos traços, cada traço pode conter múltiplos eventos e cada evento pode conter múltiplos atributos (DUMAS et al., 2018). O arquivo XES da figura 2.7 está sendo representado através de um diagrama de classes UML 2.0. Cada valor dentro do *log* de evento de um arquivo XES possui um tipo. *String*, *date*, *int*, *float* e *boolean* são os tipos válidos de um arquivo XES.

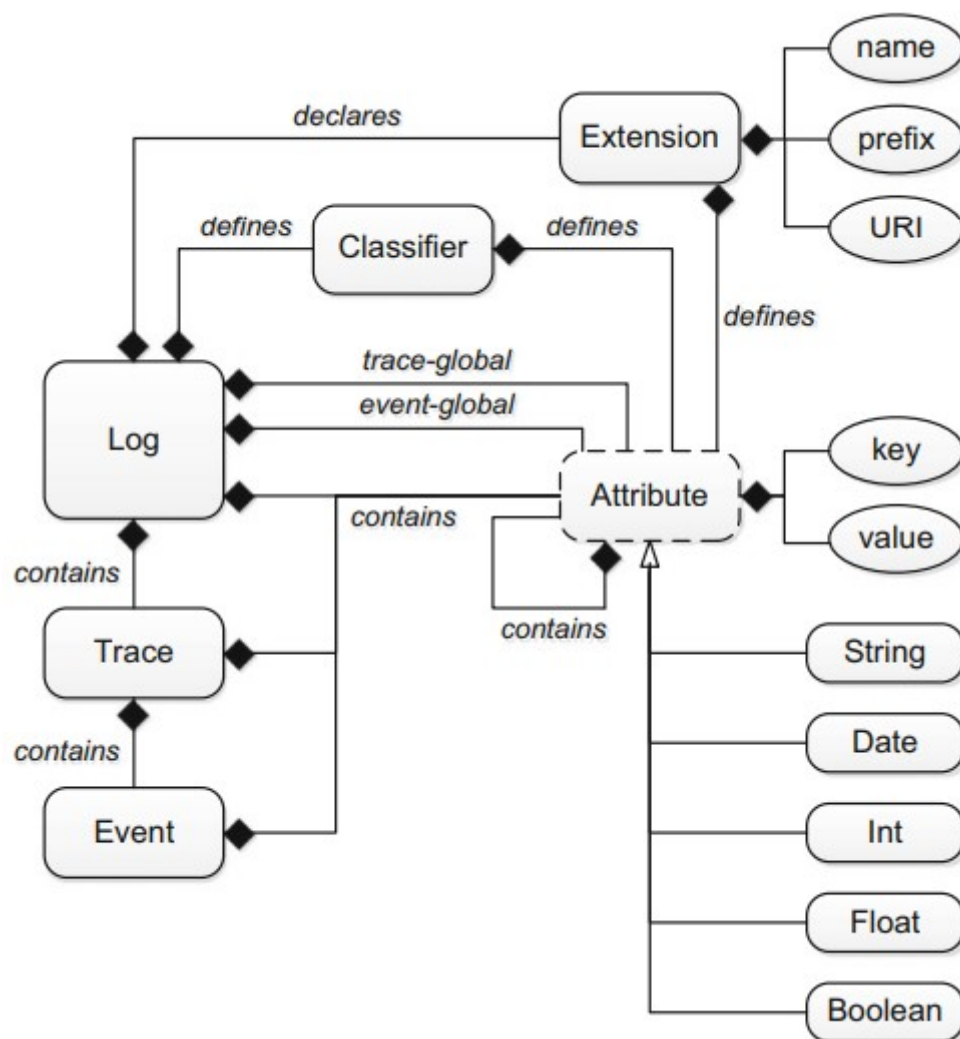
Contudo, existem dificuldades quando se usa a mineração de processos para a descoberta de processos. Os *logs* de evento podem estar corrompidos ou podem estar faltando. Por exemplo, se a máquina que está capturando os *logs* desliga e o processo continua, *logs* podem ficar faltando (AALST, 2012). Caso esteja sendo feito uso de BPMS (*Business Process Management Suite*) para a captura dos *logs*, os analistas que fazem uso do BPMS precisam ter disciplina e não completar suas tarefas sem o uso do BPMS. Caso contrário, *logs* de evento podem deixar de serem capturados e não refletir a realidade do processo. A qualidade dos *logs* de evento impactam de forma direta quão completo e confiável será um modelo de processo de negócio que foi gerado através deles (AALST et al., 2011).

Existem três tipos de mineração de processos. *Process discovery*, *conformance*

Figura 2.6: Exemplo de um *log* de evento em formato de tabela digital

CaseID	EventID	Timestamp	Activity	Resource
1	Ch-4680555556-1	2012-07-30 11:14	Check stock availability	SYS1
1	Re-5972222222-1	2012-07-30 14:20	Retrieve prod. from warehouse	Rick
1	Co-6319444444-1	2012-07-30 15:10	Confirm order	Chuck
1	Ge-6402777778-1	2012-07-30 15:22	Get shipping address	SYS2
1	Em-6555555556-1	2012-07-30 15:44	Emit invoice	SYS2
1	Re-4180555556-1	2012-08-04 10:02	Receive payment	SYS2
1	Sh-4659722222-1	2012-08-05 11:11	Ship product	Susi
1	Ar-3833333333-1	2012-08-06 09:12	Archive order	DMS
2	Ch-4055555556-2	2012-08-01 09:44	Check stock availability	SYS1
2	Ch-4208333333-2	2012-08-01 10:06	Check materials availability	SYS1
2	Re-4666666667-2	2012-08-01 11:12	Request raw materials	Ringo
2	Ob-3263888889-2	2012-08-03 07:50	Obtain raw materials	Olaf
2	Ma-6131944444-2	2012-08-04 14:43	Manufacture product	SYS1
2	Co-6187615741-2	2012-08-04 14:51	Confirm order	Conny
2	Em-6388888889-2	2012-08-04 15:20	Emit invoice	SYS2
2	Ge-6439814815-2	2012-08-04 15:27	Get shipping address	SYS2
2	Sh-7277777778-2	2012-08-04 17:28	Ship product	Sara
2	Re-3611111111-2	2012-08-07 08:40	Receive payment	SYS2
2	Ar-3680555556-2	2012-08-07 08:50	Archive order	DMS
3	Ch-4208333333-3	2012-08-02 10:06	Check stock availability	SYS1
3	Ch-4243055556-3	2012-08-02 10:11	Check materials availability	SYS1
3	Ma-6694444444-3	2012-08-02 16:04	Manufacture product	SYS1
3	Co-6751157407-3	2012-08-02 16:12	Confirm order	Chuck
3	Em-6895833333-3	2012-08-02 16:33	Emit invoice	SYS2
3	Sh-7013888889-3	2012-08-02 16:50	Get shipping address	SYS2
3	Ge-7069444444-3	2012-08-02 16:58	Ship product	Emil
3	Re-4305555556-3	2012-08-06 10:20	Receive payment	SYS2
3	Ar-4340277778-3	2012-08-06 10:25	Archive order	DMS
4	Ch-3409722222-4	2012-08-04 08:11	Check stock availability	SYS1
4	Re-5000115741-4	2012-08-04 12:00	Retrieve prod. from warehouse	SYS1
4	Co-5041898148-4	2012-08-04 12:06	Confirm order	Hans
4	Ge-5223148148-4	2012-08-04 12:32	Get shipping address	SYS2
4	Em-4034837963-4	2012-08-08 09:41	Emit invoice	SYS2
4	Re-4180555556-4	2012-08-08 10:02	Receive payment	SYS2
4	Sh-5715277778-4	2012-08-08 13:43	Ship product	Susi
4	Ar-5888888889-4	2012-08-08 14:08	Archive order	DMS

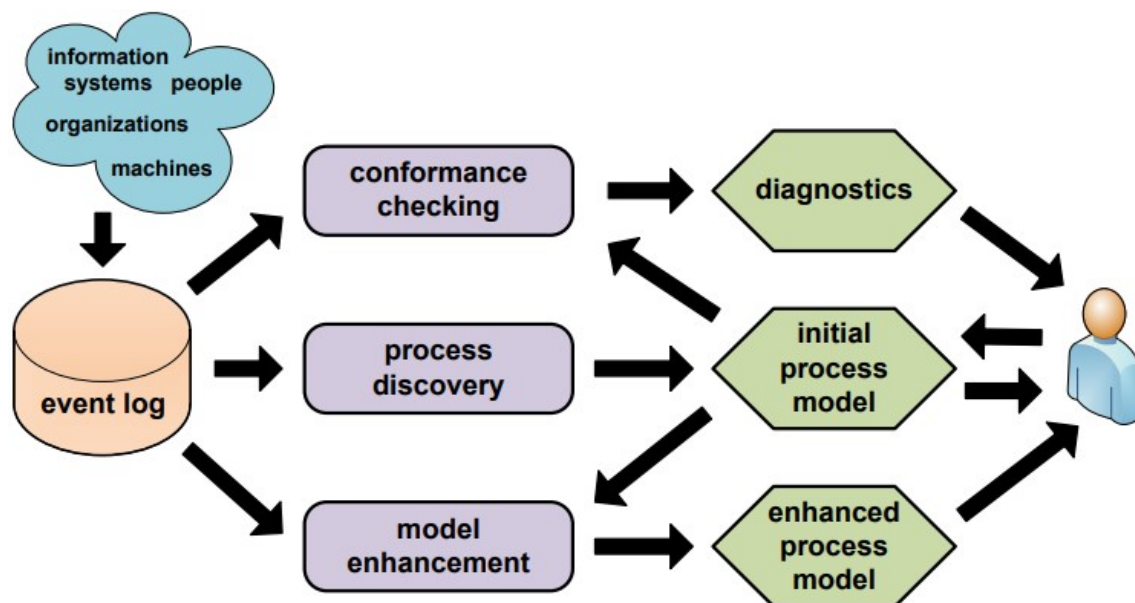
Figura 2.7: Exemplo de um *log* de evento em formato XES



Fonte: (DUMAS et al., 2018)

*checking e model enhancement* (AALST, 2011), todos os tipos estão representados na figura 2.8. Aqui neste estudo os tipos de mineração de processos são chamados de *descoberta de processos*, *checagem de conformidade* e *aprimoramento do modelo*, respectivamente. Descoberta de processos é o tipo de mineração de processos responsável pelo mapeamento através dos *logs* de evento. Checagem de conformidade é a mineração que usa um modelo já existente do processo de negócio juntamente com *logs* de evento para fazer uma checagem de conformidade. São feitas comparações entre o modelo do processo de negócio que serviu de entrada com os *logs* a fim de entender se o processo que foi usado como base está em conformidade com os *logs* de evento. É possível que um modelo de processo de negócio que foi mapeado manualmente não esteja cobrindo variantes que são importantes de serem visualizadas. Checagem de conformidade pode avaliar a conformidade do processo e apontar as diferenças entre o processo que foi gerado pela mineração de processos e o processo que foi usado como entrada. Por último, aprimoramento do modelo trata de melhoria dos modelos de processos. O uso do *timestamp* para identificar gargalos ou agrupar os recursos de tal forma que mostre melhorias são casos que se enquadram nesta categoria de mineração de processos de negócio.

Figura 2.8: Tipos de mineração de processos. *Process discovery, conformance checking e model enhancement*



Fonte: (AALST, 2011)

As atividades dos *logs* de evento são ordenadas dentro de cada case através do *timestamp* em ordem crescente. Assim, os algoritmos que geram os modelos rodam em cima destes *logs* e geram os modelos de processos. Se o *log* de eventos possui informa-



ções sobre os recursos, eles também podem ser usados para melhorias (AALST, 2011). O algoritmo que está rodando na ferramenta de mineração de processos pode inferir o processo de negócio com base nos *logs* através de diferentes técnicas. Para que a descoberta de um processo de forma automática seja efetiva, os *logs* precisam ter o mínimo possível de ruído e incompletude (AALST, 2012). Ruído diz respeito a dados que estão ali, mas não deveriam. Se o processo não está sendo seguido como deveria, um processo diferente do esperado vai acabar sendo gerado. Incompletude é sobre dados que estão faltando. Falhas de sistema podem fazer com que *logs* não sejam capturados (AALST, 2011) (WANG et al., 2013) (HORITA; KURIHASHI; MIYAMORI, 2020). Existem várias técnicas para a descoberta automática de processos. Este estudo apresenta duas delas.

**Grafos de Dependência:** A lista de *logs* que foi capturada é sumarizada e um grafo de dependências é gerado. Pela sua simplicidade, muitas ferramentas de mineração de processos de negócio geram grafos de dependência. Uma característica muito útil dos grafos de dependência é a capacidade de realizar abstração dos processos. Casos que possuem muitas variações são difíceis de ler, os chamados processos *espaguetes* (AALST, 2012). Com a abstração, casos que acontecem com menor frequência podem ser filtrados, gerando um grafo de dependência mais simples e fácil de ser lido. Apesar das vantagens, usando um grafo de dependência não é trivial verificar quais tarefas podem acontecer em paralelo, em *loop* ou possuem algum outro tipo de relação, como conseguiria alguma outra notação para modelagem de processos (DUMAS et al., 2018).

**Algoritmo  $\alpha$ :** A maioria das técnicas não tenta resolver o problema da concorrência entre tarefas (AALST, 2012). O algoritmo  $\alpha$  é uma aproximação heurística que surgiu com esta proposta. Com base nos *logs*, ele identifica qual a ordem das atividades. Por exemplo, se a atividade A sempre vem antes de B e A nunca vem depois de B, então é determinada uma ordem  $A \rightarrow B$ . Se nunca acontece das tarefas A e B precederem uma a outra, então  $A\#B$ . Isso significa que não será criado um arco entre elas. Se existe casos em que A aconteça antes de B e B antes de A, então  $A\parallel B$ , as tarefas podem acontecer em paralelo. De acordo com (AALST, 2012), o algoritmo  $\alpha$  é simples e eficiente, mas tem problemas para tratar incompletude e ruído, assim como quase todas as técnicas apresentadas na literatura. De fato, incompletude é umas das principais limitações do algoritmo  $\alpha$ . Se o *log* de eventos não é completo, ou seja, não cobre todas as variações possíveis das atividades propostas, o processo que será gerado também não vai cobrir os casos que não possuem as variações.

Outra limitação do algoritmo é a dificuldade em diferir determinados *loops*. A figura 2.11 ilustra um caso em que o algoritmo  $\alpha$  não consegue diferir um *loop* do outro. Hoje existem algoritmos mais robustos e até variações do algoritmo  $\alpha$  para lidar com estes pontos fracos (DUMAS et al., 2018). O algoritmo  $\alpha$  costuma ser apresentado na literatura por ser um dos primeiros algoritmos a surgirem, por ser popular, e por ter dado origem a algoritmos mais robustos e suas variações (podem ser citados *heuristics miner* (WEIJTERS; AALST; MEDEIROS, 2006), *structured heuristics miner*, *inductive miner* (LEEMANS; FAHLAND; AALST, 2014) e *split miner* (AUGUSTO et al., 2017)).

A figura 2.12 ilustra o caso de um processo que foi gerado de forma automática através dos *logs* de evento. Recursos também foram capturados nos *logs* de evento, como o nome dos participantes do processo e seus papéis. O *timestamp*, que é uma informação que tradicionalmente é capturada pelas ferramentas de mineração de processos, também faz parte do *logs* de evento ilustrado na figura 2.12.

Existem também métodos para análise de conformidade. O primeiro método usa o conceito de *footprint*. A *footprint* é uma matriz que mostra dependência entre as atividades de um processo (AALST, 2012). É realizada uma análise da ordem das atividades no *log* de eventos. Se no modelo gerado pelo algoritmo de mineração de processos a atividade *A* vem depois da atividade *B*, mas no processo em que está sendo realizada a comparação, *A* nunca vem depois de *B* ou *B* vem depois de *A*, há divergência entre os modelos. O segundo método de análise de conformidade faz um *replay* dos processos, ou seja, executa instâncias do processo nos modelos. Então, é feita uma contagem de quantos traços dos processos são compatíveis. A última maneira de fazer análise de conformidade é através de *alinhamento* (do inglês *alignment*). O alinhamento é realizado usando a instância do modelo gerado pelo algoritmo de mineração de processos com a instância mais similar do modelo que está sendo realizada a comparação. Essa é também a técnica mais complexa de ser implementada na hora de fazer análise de conformidade (AALST, 2012).

Cobrando o terceiro tipo de mineração, aprimoramento do modelo, podem ser citados alguns exemplos de como usar as informações dos *logs* para melhoria. Os *timestamps* podem ser usados para identificar o tempo necessário de cada tarefa e onde existem pontos de gargalo. É comum fazer uso dos *timestamps* em grafos de dependência para indicar ao usuário onde existem tarefas que estão levando mais tempo (DUMAS et al., 2018). Recursos também podem ser agrupados para identificar comportamentos de usuários. Recursos

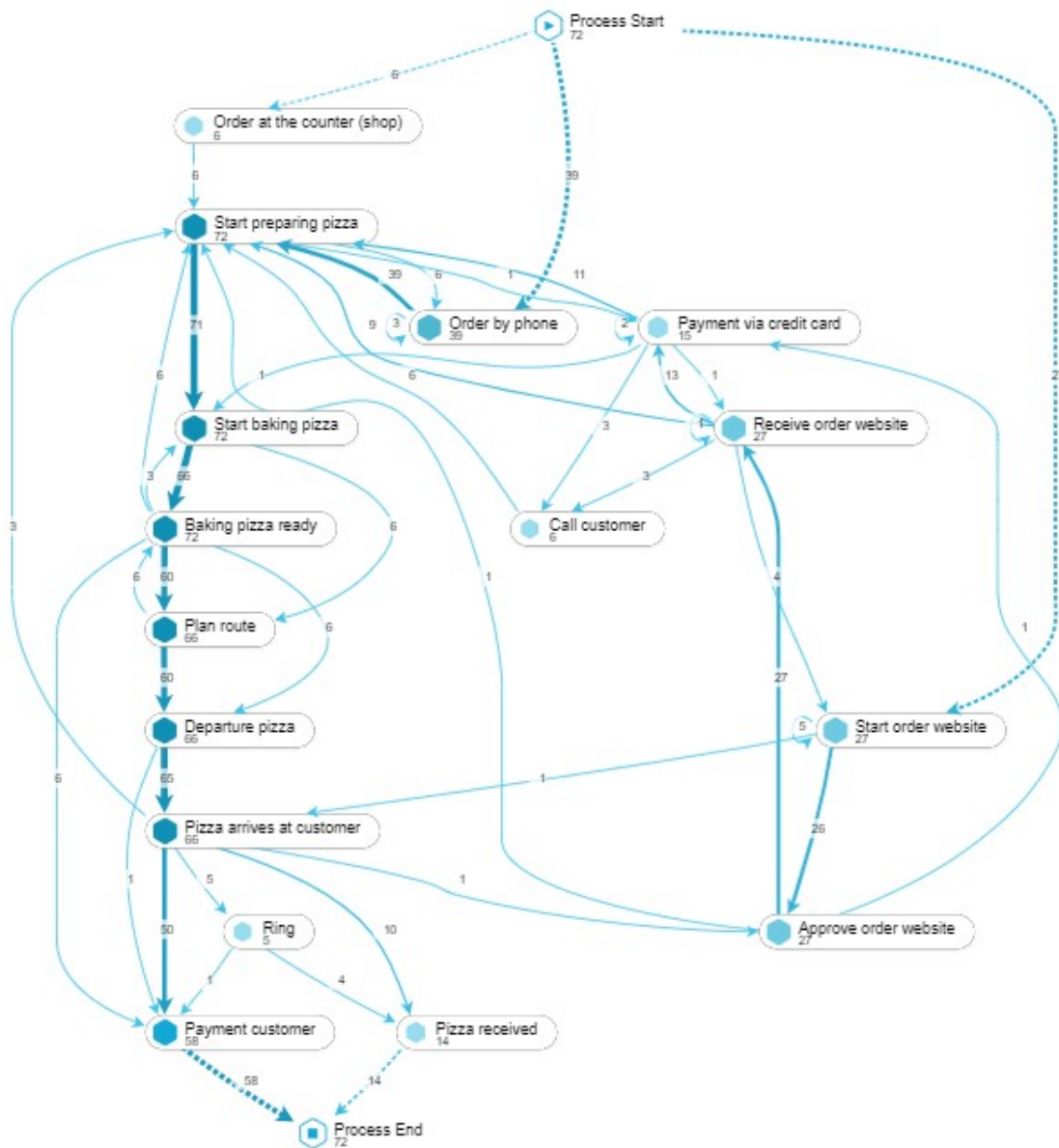
são quaisquer informações que podem vir a ser úteis para quem está usando a mineração de processos, como nomes de participantes do processo, cargos dos participantes do processo, custos de tarefas e equipe onde um participante trabalha são exemplos. Fazendo um agrupamento dos *logs* de evento pelo recurso que informa a equipe onde os participantes trabalham, talvez seja possível identificar que usuários do time de vendas abrem muitos incidentes relacionados a problemas de rede às sextas-feiras num determinado horário.

## 2.5 Resumo do Capítulo

O presente capítulo descreveu as correlações entre mineração de processos e BPM. Através da mineração de processos, um modelo pode ser gerado usando os *logs* de evento capturados através da execução do processo. O modelo é gerado com base na realidade dos *logs*, enquanto que processos mapeados manualmente dependem do conhecimento de quem está modelando (AALST, 2012). As fases do ciclo de vida de BPM também se aplicam a processos de resolução de incidentes. Quando o processo de resolução de incidentes é melhorado usando mineração de processos, o cliente fica mais satisfeito, tem-se menor custo e retrabalho.

Neste capítulo também foram apresentadas limitações da mineração de processos. Os *logs* de evento devem ter qualidade para garantir que os modelos gerados reflitam a realidade (AALST, 2011) (WANG et al., 2013) (HORITA; KURIHASHI; MIYAMORI, 2020). A maioria das técnicas de mineração de processos depende disso para gerar bons modelos. Com a mineração de processos é possível descobrir processos, realizar checagem de conformidade entre modelos de processos e aprimorar modelos.

Figura 2.9: Processo de entrega de pizza descoberto usando a versão acadêmica do Celonis com todas as suas variantes. A figura 2.10 mostra o mesmo processo com menos variantes.



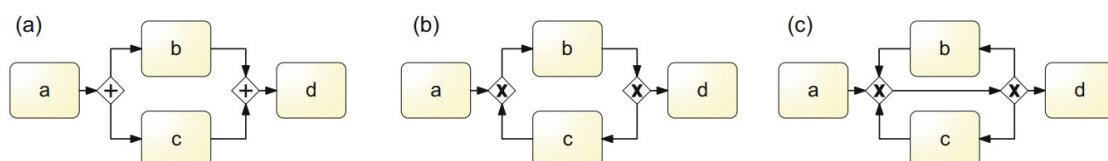
Fonte: Os autores

Figura 2.10: Processo de entrega de pizza descoberto usando a versão acadêmica do Celonis com suas principais variantes. A figura 2.9 mostra o mesmo processo com todas as variantes.



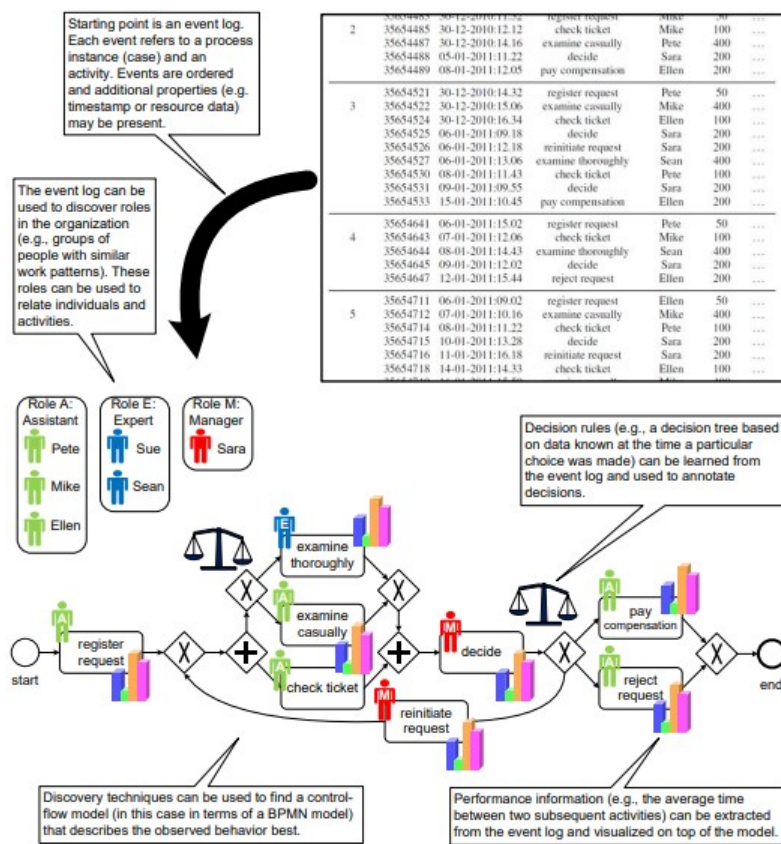
Fonte: Os autores

Figura 2.11: Casos de dois loops curtos (b) e (c) que não podem ser distinguidos pelo algoritmo  $\alpha$



Fonte: (DUMAS et al., 2018)

Figura 2.12: Exemplo de um conjunto de *log* de eventos sendo usado pela mineração de processos para o mapeamento de um processo em BPMN



Fonte: (AALST, 2011)

### 3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Uma revisão sistemática é um meio de identificar, validar e interpretar o material disponível e relevante a um determinado tema, ou área de pesquisa, ou fenômeno de interesse. Estudos que contribuem para a revisão sistemática são chamados de estudos primários. Uma revisão sistemática é uma forma de estudo secundário (KITCHENHAM, 2004).

Conforme Kitchenham (KITCHENHAM, 2004), a revisão sistemática precisa ser feita usando um protocolo de pesquisa. Isso é feito para evitar ambiguidade e também para que a revisão não seja feita apenas para atender as expectativas do pesquisador. O protocolo de pesquisa é composto pelas perguntas que a revisão objetiva responder, a *string* de busca utilizada para capturar os estudos primários, critérios de inclusão e critérios de exclusão.

A RSL realizada neste estudo objetiva agregar as principais bases de dados e tentar obter uma visão panorâmica de como o gerenciamento de incidentes e a mineração de processos se relacionam, seguindo com rigorosidade o protocolo da pesquisa. Em cada seção do presente capítulo é apresentado um componente do protocolo de pesquisa da RSL. No final, um resumo com os principais tópicos cobertos é mostrado.

#### 3.1 Perguntas de Pesquisa

O primeiro passo da definição de um protocolo de pesquisa para uma revisão sistemática são as perguntas da pesquisa, ou para fins de abreviação neste estudo, *PP*. São elas que definem o rumo que os pesquisadores vão tomar na hora de sumarizar seus resultados (BRERETON et al., 2007). As *PP* deste estudo têm por objetivo ajudar a entender a relação entre a mineração de processos e os processos que fazem parte do gerenciamento de incidentes.

**PP1 - Fazer uso de mineração de processos no gerenciamento de incidentes leva a processos mais rápidos e com menos retrabalho?** Para ajudar a responder esta pergunta, foram selecionados trabalhos primários que tratam de melhorias de incidentes e falhas usando captura de *logs* de forma automática. Neste estudo não há interesse em todo trabalho primário que trate de incidentes ou falhas, mas sim aqueles que tratam de melhorias, seja ela uma melhoria temporal, de redução de

incidentes ou que identificou gargalos.

**PP2 - O que a literatura apresenta sobre os trabalhos de mineração de processos aplicados em gerenciamento de incidentes?** O presente estudo objetiva entender de que forma a mineração de processos está sendo usada no gerenciamento de incidentes. Foram criadas categorias para agrupar os trabalhos e que ajudem a responder esta pergunta.

**PP3 - Quais trabalhos sobre mineração de processos se relacionam com ITIL?** Por último, este estudo verifica quais trabalhos primários se relacionam com ITIL, em qualquer uma das suas versões. Este estudo não está tratando de incidentes apenas no contexto de ITIL, mas sim no contexto de incidentes na indústria 4.0. Mesmo assim, sendo ITIL atualmente o *framework* mais usado de ITSM (AXELOS, 2019) (BERNARD, 2014), foi considerada uma pergunta relevante e que pode fazer sentido nos tempos atuais.

### 3.2 Critérios de Inclusão e Exclusão

Todos os artigos que atenderam a pelo menos um dos seguintes critérios de inclusão e não atenderam nenhum dos critérios de exclusão, foram usados para a RSL. Cada *CI* representa um critério de inclusão. Cada *CE* representa um critério de exclusão.

Critérios de Inclusão:

- CI-1** Trabalhos que tratam de incidentes
- CI-2** Trabalhos que tratam de ITIL
- CI-3** Trabalhos que tratam de governança de TI
- CI-4** Trabalhos que tratam de mineração de processos
- CI-5** Trabalhos que tratam de captura de logs

Critérios de Exclusão:

- CE-1** Não está em inglês e não está em português
- CE-2** Não pertence a área de ciência da computação ou a área de gerenciamento de processos de negócio
- CE-3** É duplicado
- CE-4** Trabalhos que contém múltiplos artigos
- CE-5** Trabalhos que tratam de incidentes ou de mineração de processos de forma inde-



pendente

**CE-6** Trabalhos feitos antes de 2018

### 3.3 Bases de Dados

As bases que foram usadas são Scopus<sup>1</sup>, IEEE<sup>2</sup> e ACM<sup>3</sup>. As três contam com centenas de artigos e possuem prestígio no meio acadêmico, sendo assim escolhas ideais para este estudo. Cada base de dados possui uma notação particular de busca. A *string* de busca, apresentada na seção 3.4, precisou ser adaptada a cada uma das bases. *CE-6* já foi aplicado na busca dos trabalhos nas bases de dados. Os metadados pesquisados foram título, resumo e palavras-chave.

### 3.4 Estratégia de Busca

Como todas as fontes de dados são bases eletrônicas, para fins de replicação, como recomenda (KITCHENHAM, 2004), neste estudo foi adotada uma *string* usada em cada uma das bases. A *string* de busca usada para capturar os estudos primários foi a seguinte: ("*incident*"OR "*ITIL*"OR "*Governance*"OR "*fault*"OR "*failure*") AND ("*process mining*"OR "*event log*"OR "*execution log*")

Inicialmente, a *string* de busca não contaria com as palavras *fault* e *failure*, mas para o presente estudo assume-se que *fault* e *failure* também representam incidentes, visto que incidentes são considerados falhas e, assim a RSL resulta em uma quantidade de artigos maior (COMMERCE, 2007). Além disso, é comum adicionar palavras que sejam sinônimos e abreviações das palavras da *string* de busca. Como incidente é uma falha, tais palavras foram adicionadas neste estudo (KITCHENHAM, 2004).

A *string* foi executada nas bases de dados e metadados selecionados e citados na seção 3.3 entre os anos 2018 e 2021, totalizando 143 estudos primários.

- Foram encontrados 109 estudos primários na Scopus.
- Foram encontrados 29 estudos primários na IEEE.
- Foram encontrados 5 estudos primários na ACM.

---

<sup>1</sup><scopus.com>

<sup>2</sup><ieeexplore.ieee.org>

<sup>3</sup><acm.org>

Após a remoção dos trabalhos primários duplicados, foram obtidos 121 trabalhos, distribuídos como segue:

- Foram encontrados 107 estudos primários na Scopus.
- Foram encontrados 13 estudos primários na IEEE.
- Foi encontrados 1 estudo primário na ACM.

Embora não estejam listados na pesquisa, todos os trabalhos que foram capturados pela *string* de busca nas três bases de dados estão salvos numa biblioteca caso seja necessária uma reanálise. Dos 143 trabalhos obtidos inicialmente, 23 foram escolhidos após a aplicação dos CI e CE. Após a remoção de trabalhos duplicados, critério de exclusão *CE-3*, restaram 121. Lendo os resumos dos trabalhos, a quantia de trabalhos reduziu consideravelmente, para 34. Finalmente, foi realizada também a leitura da conclusão dos trabalhos restantes, restando 23. Quando foi feita a leitura dos resumos e conclusões dos trabalhos, os critérios de exclusão *CE-1*, *CE-2*, *CE-4* e *CE-5* foram aplicados. A figura 3.1 mostra um diagrama representando a quantidade de trabalhos que fazia parte da RSL conforme os CE eram aplicados.

Figura 3.1: Diagrama mostrando a quantidade de trabalhos primários selecionados e os passos que foram tomados para fazer a escolha destes



Fonte: Os autores

### 3.5 Resumo do Capítulo

Foram abordados neste capítulo todos os requisitos necessários para a criação de um protocolo de pesquisa para a RSL deste estudo, definidas em (KITCHENHAM, 2004). As PP e seus objetivos, *string* de busca, critérios de inclusão e critérios de exclusão. Após a leitura dos resumos e das conclusões, 23 trabalhos primários foram selecionados,

todos eles relacionados a mineração de processos e gerenciamento de incidentes, a fim de ajudar a responder as PP deste estudo. Os critérios de inclusão e exclusão foram definidos objetivando obter a maior quantidade de trabalhos primários que fossem relevantes a este estudo. Para garantir a aplicação de todos os critérios, todos os resumos e conclusões dos trabalhos foram lidos. A *string* de busca precisou ser adaptada a cada uma das bases de dados, pois cada uma possui uma maneira particular de realizar buscas complexas como a deste estudo.

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são discutidos os resultados obtidos. Para este fim, são definidas categorias que ajudam a responder as PP deste estudo. Além disso, são respondidas as PP com base nos dados obtidos da RSL.

No presente estudo estão sendo analisados os incidentes que estão sendo citados nos estudos primários sem levar em conta a sua origem e dificuldade. Há interesse em saber quais estudos já abordaram o tema de mineração de processos ou captura de *logs* em gerenciamento de incidentes.

Foram definidas categorias a fim de entender quais trabalhos se enquadram em cada uma delas, de modo que possam ajudar a responder as perguntas da RSL. A tabela 4.1 mostra os trabalhos que foram selecionados.

Tabela 4.1: Trabalhos Selecionados

<i>Trabalho Primário</i>	<i>Citação</i>	<i>Título</i>
[1]	(SOUZA et al., 2021)	Proposta de Agente autônomo utilizando as técnicas de mineração de processos em uma Arquitetura Virtual baseada em Sistemas Multiagentes
[2]	(NICOLETA, 2021)	Process mining on a robotic mechanism
[3]	(EGGERS et al., 2021)	No Longer Out of Sight, No Longer Out of Mind? How Organizations Engage with Process Mining-Induced Transparency to Achieve Increased Process Awareness
Continua na próxima página		

Tabela 4.1 – continuação da página anterior

Trabalho Primário	Citação	Título
[4]	(SOUZA et al., 2021)	Proposta de Agente autônomo utilizando as técnicas de mineração de processos em uma Arquitetura Virtual baseada em Sistemas Multiagentes
[5]	(KURGANOV et al., 2021)	Process Mining as a Means of Improving the Reliability of Road Freight Transportations
[6]	(DENG et al., 2020)	A petri-net-based framework for microgrid process mining
[7]	(MOSKVICHEV; DOLGACHEV, 2020)	System of Collection and Analysis Event Log from Sources under Control of Windows Operating System
[8]	(RICHTER et al., 2020)	TOAD: Trace Ordering for Anomaly Detection
[9]	(SÁNCHEZ; EXPOSITO; AGUILAR, 2020)	Implementing self-* autonomic properties in self-coordinated manufacturing processes for the Industry 4.0 context
[10]	(HORITA; KURIHASHI; MIYAMORI, 2020)	Extraction of missing tendency using decision tree learning in business process event log
[11]	(LÄMMEL; KERBER; PRAZA, 2020)	Understanding what software engineers are working on: The work-item prediction challenge
Continua na próxima página		

Tabela 4.1 – continuação da página anterior

Trabalho Primário	Citação	Título
[12]	(BHO GAL; GARG, 2020)	Anomaly Detection and Fault Prediction of Breakdown to Repair Process Using Mining Techniques
[13]	(KUMAR; LIU, 2020)	Analyzing a helpdesk process through the lens of actor handoff patterns
[14]	(DORRER; POPOV; BARTUZANOVA, 2019)	Analysis of information resource life cycle
[15]	(RICHTER; SEIDL, 2019)	Looking into the TESSERACT: Time-drifts in event streams using series of evolving rolling averages of completion times
[16]	(JARAMILLO; ARIAS, 2019)	Automatic classification of event logs sequences for failure detection in WfM/BPM systems
[17]	(AFZALISERESHT; LIU; MIAO, 2019)	An Explainable Intelligence Model for Security Event Analysis
[18]	(PIKA et al., 2019)	Analysing an industrial safety process through process mining: A case study
[19]	(AMARAL; FANTINATO; PERES, 2018)	Attribute selection with filter and wrapper: An application on incident management process
Continua na próxima página		

Tabela 4.1 – continuação da página anterior

Trabalho Primário	Citação	Título
[20]	(TELLO; RUIZ; YOO, 2018)	Analysis of COBIT 5 Process 'DSS02 - Manage Service Requests and Incidents' for the Service Desk Using Process Mining
[21]	(CINQUE; CORTE; PECCHIA, 2019)	Discovering Hidden Errors from Application Log Traces with Process Mining
[22]	(MAGNUS et al., 2021)	Process Mining - case study in an industrial assembly process in the shopfloor
[23]	(MANNHARDT; ARNESEN; LANDMARK, 2019)	Estimating the Impact of Incidents on Process Delay

Tabela 4.1: Trabalhos Primários Selecionados

#### 4.1 Categorias

Foram definidos dois grupos de categorias para classificar os trabalhos primários da RSL. Após a leitura de cada trabalho primário, os autores os classificaram de acordo com as categorias apresentadas nesta seção. O primeiro grupo é relacionado ao gerenciamento de incidentes, e o segundo, relacionado a mineração de processos. A primeira lista mostra as categorias relacionadas ao gerenciamento de incidentes. Todas as categorias da primeira lista são de autoria dos autores. A segunda mostra as categorias relacionadas a mineração de processos de negócio, com base em (AALST, 2012).

**Melhora dos processos após o uso das técnicas:** Se o processo foi aprimorado atingindo algum dos seguintes resultados usando técnicas de mineração de processos, o trabalho primário é classificado nesta categoria.

**Redução do Tempo de Resolução:** o trabalho primário reduziu o tempo que os incidentes levam para serem resolvidos usando técnicas de mineração de processos ou então sugeriu mudanças nos processos que levariam a reduções no

tempo de resolução. Tempo de resolução de incidentes costuma ser uma das métricas mais comuns para incidentes, até mesmo pelo tempo ser uma das métricas mais relevantes na hora de verificar melhorias (SHARIFI et al., 2008). Outro aspecto importante é o fato de que para o Gerenciamento de Incidentes um dos objetivos é a restauração dos serviços no menor tempo possível (AGUTTER, 2020).

**Prevenção de Incidentes:** o trabalho primário usou as técnicas de mineração de processos para identificar causas de incidentes e preveni-los.

**Automação de Processos:** o trabalho primário identificou partes do processo que poderiam ser automatizadas após o mapeamento dos processos usando técnicas de mineração de processos ou então aplicou técnicas para a automação dos processos de negócio.

**Identificação de *Logs* de Evento Faltantes:** Muitos algoritmos de mineração de processos de negócio assumem que os *logs* de evento são de alta qualidade e que não possuem valores faltantes. Contudo, devido a razões técnicas ou humanas, o *log* de eventos pode estar com valores faltando (BOSE; MANS; AALST, 2013) (HORITA; KURIHASHI; MIYAMORI, 2020). Até mesmo *logs* que são capturados automaticamente podem estar com dados faltantes devido a máquinas que falharam, *bugs* de sistema e restrições de recurso (WANG et al., 2013) (HORITA; KURIHASHI; MIYAMORI, 2020).

**Redução no número de incidentes após o uso das técnicas de mineração ou captura de *logs*:**

O trabalho primário usou as técnicas de mineração de processos para reduzir os incidentes após identificar oportunidades de melhoria.

**Identificou gargalos nos processos:** Desvios existem em praticamente qualquer processo. Eles podem indicar não-conformidade ou fraude, o que gera custos extras ao processo de negócio. Por outro lado, revelar desvios benéficos ajuda a melhorar o processo (RICHTER et al., 2020). Aqui chamamos de gargalos os desvios negativos, que geram custo, atrasos e retrabalho nos processos que estão sendo analisados nos trabalhos primários. Os trabalhos primários que usam técnicas de mineração e os *logs* de evento capturados dos seus processos de negócio para capturar gargalos que geram incidentes são classificados nesta categoria.

Os trabalhos também foram classificados em termos das categorias de mineração de processos definidas em *Process Mining: Overview and Opportunities* (AALST, 2012),



apresentadas na seção 2.4. Há interesse neste estudo em saber quais tipos de mineração foram usadas nos trabalhos primários. É importante ressaltar que a categoria *Aprimoramento do Modelo* é diferente da categoria definida no primeiro conjunto, *Melhoria dos processos após o uso das técnicas*. Trabalhos classificados na categoria *Aprimoramento do Modelo* aprimoram o modelo que está representando o modelo, enquanto aqueles classificados como *Melhoria dos processos após o uso das técnicas*, de fato aprimoraram seus processos de alguma forma.

**Descobrimto do Processo:** O trabalho primário descobriu o processo e gerou um modelo gráfico ou textual.

**Análise de Conformidade:** O trabalho primário usou as técnicas de mineração de processos para comparar com algum modelo já existente ou fazer auditoria.

**Aprimoramento do Modelo:** O trabalho primário usou as técnicas de mineração de processos para melhorar o modelo de processo ou identificar oportunidades de melhoria.

#### **4.2 PP1 - Fazer uso de mineração de processos no gerenciamento de incidentes leva a processos mais rápidos e com menos retrabalho?**

Com base nos resultados obtidos, é possível afirmar que a mineração de processos pode levar a processos mais rápidos e com menos retrabalho se quem está usando as técnicas de mineração de processos possui este objetivo, uma infraestrutura de qualidade e uma ferramenta de mineração de processos com suporte operacional. Dependendo do perfil de quem está fazendo a análise, procurar por melhorias no processo pode não fazer sentido. Por exemplo, um auditor pode estar interessado apenas em identificar os gargalos, enquanto um analista que trabalha com resolução de incidentes pode estar mais preocupado em mapear seus processos usando alguma linguagem de modelagem de processos, como BPMN (AILENEI et al., 2012). Por isto é importante verificar o objetivo de quem está usando mineração de processos no gerenciamento de seus incidentes. A mineração de processos não leva a processos do gerenciamento de incidentes melhores por si só.

A tabela 4.2 mostra cada categoria sendo associada a um ID que é usado para classificar cada um dos trabalhos primários na tabela 4.3. Note como alguns trabalhos foram classificados em mais de uma categoria.

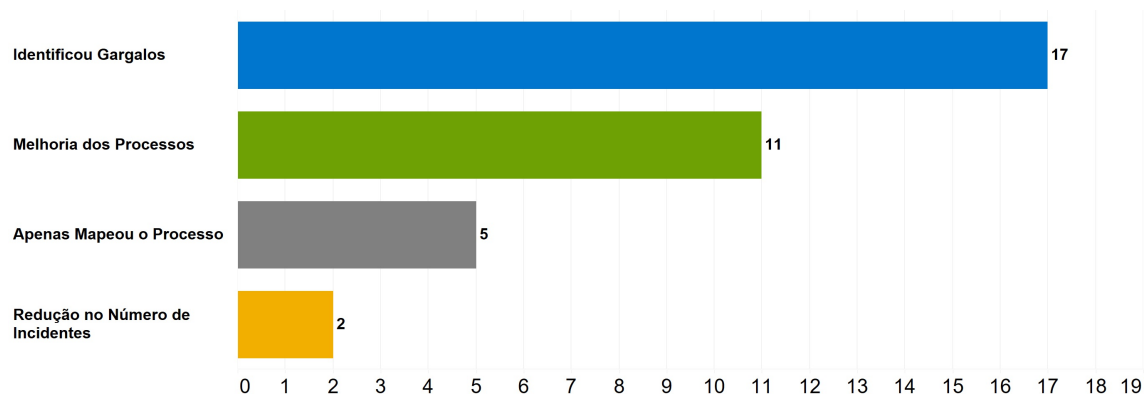
Tabela 4.2: Categorias usadas para classificar os trabalhos primários

<i>ID</i>	<i>Categoria</i>
A	Melhora dos Processos
A2	Redução do Tempo de Resolução
A3	Prevenção de Incidentes
A4	Automação de Tarefas
A5	Identificação de Logs de Eventos Faltantes
A6	Correção de Comportamentos Errôneos
B	Redução no número de incidentes
C	Identificou Gargalos
D	Apenas Mapeou o Processo

Fonte: Os Autores

Alguns destes estavam com foco apenas na descoberta automática dos processos usando mineração de processos. A maioria dos trabalhos identificou gargalos. Com exceção da categoria *Apenas Mapeou o Processo*, estas categorias não são excludentes. Um trabalho primário pode pertencer a mais de uma das categorias listadas. A figura 4.1 mostra a quantidade de trabalhos primários por categoria.

Figura 4.1: Quantidade de trabalhos primários por categoria



Fonte: Os autores

A quantidade de trabalhos que objetivavam melhoria do gerenciamento dos incidentes não foi tão significativa se comparado a identificação de gargalos nos processos. Uma das razões para que isso ocorra é que o suporte operacional é a forma de mineração de processos mais ambiciosa que existe. A maioria dos casos em que o processo ocorre precisam acontecer como o esperado e é necessário ter uma boa infraestrutura de TI para garantir que os *logs* sejam de qualidade (AALST, 2011) (WANG et al., 2013) (HORITA;

Tabela 4.3: Trabalhos primários com suas classificações

<i>Citação</i>	<i>Categorias</i>
(SOUZA et al., 2021)	A, A1, A4, C
(NICOLETA, 2021)	A, A2, A3, B, C
(EGGERS et al., 2021)	A, A1, C
(KURGANOV et al., 2021)	A, A5, C
(DENG et al., 2020)	D
(MOSKVICHEV; DOLGACHEV, 2020)	D
(RICHTER et al., 2020)	C
(SÁNCHEZ; EXPOSITO; AGUILAR, 2020)	A, A3, C
(HORITA; KURIHASHI; MIYAMORI, 2020)	A, A4
(LÄMMEL; KERBER; PRAZA, 2020)	D
(BHOGAL; GARG, 2020)	D
(KUMAR; LIU, 2020)	A, A1, B, C
(DORRER; POPOV; BARTUZANOVA, 2019)	A, A1, C
(RICHTER; SEIDL, 2019)	A, A1, C
(JARAMILLO; ARIAS, 2019)	C
(AFZALISERESHT; LIU; MIAO, 2019)	C
(PIKA et al., 2019)	C
(AMARAL; FANTINATO; PERES, 2018)	D
(TELLO; RUIZ; YOO, 2018)	C
(WOHLGEMUTH; TAKARAGI, 2018)	C
(CINQUE; CORTE; PECCHIA, 2019)	C
(MAGNUS et al., 2021)	A, A5, C
(MANNHARDT; ARNESEN; LANDMARK, 2019)	C

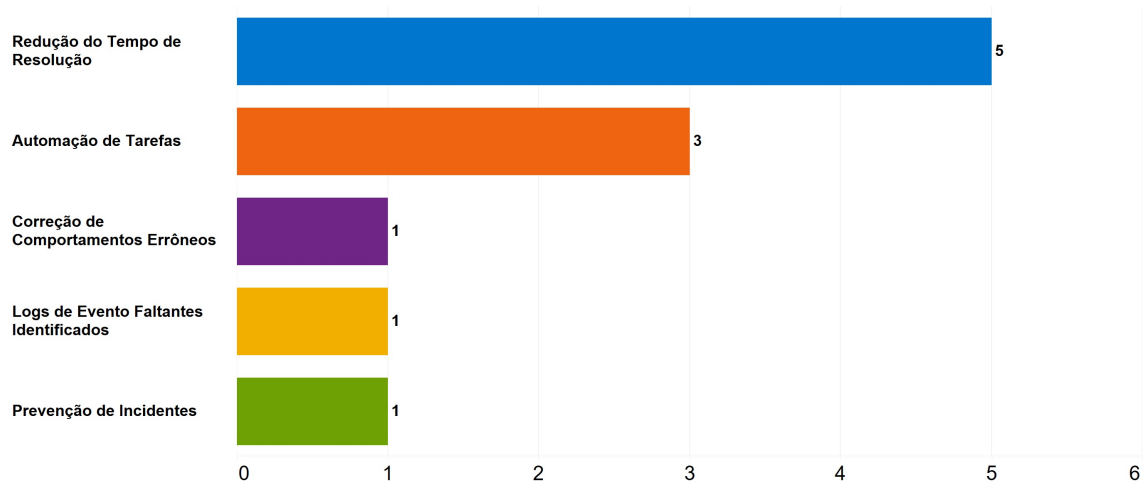
Fonte: Os Autores

KURIHASHI; MIYAMORI, 2020). Assim, é possível que a ferramenta de mineração de processos faça predições e recomendações que otimizem o processo de negócio (AALST, 2011). Possivelmente os autores daqueles trabalhos que identificaram gargalos queiram tomar alguma ação para melhorá-los em trabalhos futuros, mas nos trabalhos em si, não haviam deixado claro se tomaram atitudes para que as melhorias dos processos ocorressem.

Se forem consideradas as categorias definidas neste trabalho com relação a gerenciamento de incidentes, 11 trabalhos trataram de melhorias. As melhorias adotadas foram listadas e decidiu-se agrupá-las na categoria de *Melhoria de Processos*. A figura 4.2 mostra os trabalhos selecionados agrupados nas subcategorias. As categorias não são excludentes uma da outra e os trabalhos primários podem pertencer a mais de uma delas.

Tratando agora dos tipo de mineração de processos, a figura 4.3 mostra os trabalhos classificados. As categorias não são excludentes uma da outra e os trabalhos podem pertencer a mais de uma categoria, como mostra a tabela 4.4. A tabela 4.4 apresenta to-

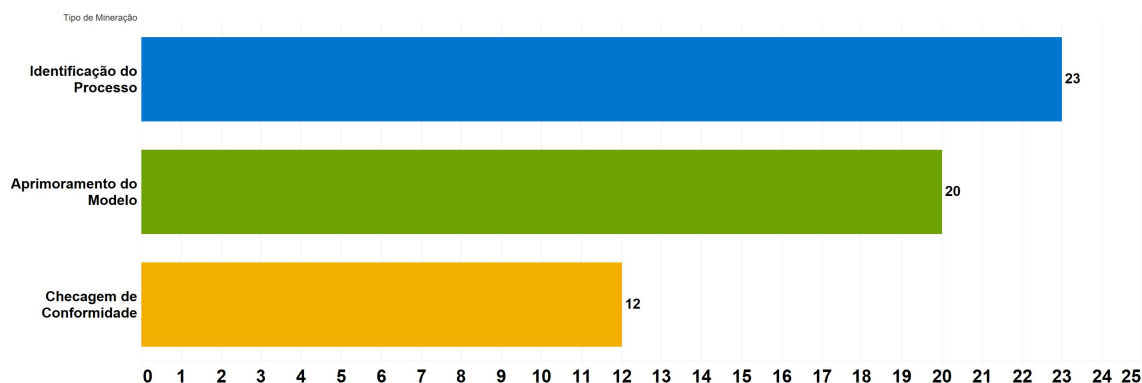
Figura 4.2: Quantidade de estudos por categorias dentro da Melhoria de Processos



Fonte: Os autores

dos os trabalhos classificados de acordo com os tipos de mineração discutidos . Todos os trabalhos foram incluídos na categoria Identificação do Processo. A justificativa para tal fato é que para fazer a checagem de conformidade ou a melhoria dos processos usando a mineração de processos é extremamente comum fazer a descoberta. O primeiro passo a ser realizado quando se faz uso de mineração de processos é usar os *logs* de evento para gerar o modelo que precisa ser auditado ou aprimorado. Fazendo um comparativo com o ciclo de vida de BPM, a identificação do processo compartilha pontos em comum com a etapa de descoberta do processo, a primeira etapa do ciclo de vida. Aqueles trabalhos que estavam classificados na categoria *Identificou Gargalos* no conjunto de categorias relacionadas a gestão de incidentes, aqui foram reclassificados na categoria de *Aprimoramento do Modelo*. O motivo é que identificação de gargalos é considerada uma atividade de aprimoramento do modelo, mesmo que nenhuma ação seja tomada ainda para a remoção ou melhoria daquele gargalo do processo (AALST, 2012). Alguns dos trabalhos que foram classificados na categoria *Apenas Mapeou o Processo* no primeiro conjunto de categorias, também foram classificadas na categoria *Análise de Conformidade*. Diferente do conjunto *Apenas Mapeou o Processo*, na *Análise de Conformidade* também existem trabalhos que fazem melhorias. Isso porque quando foram criadas as categorias relacionadas a gerenciamento de incidentes, não foi decidido analisar a conformidade. A maior preocupação era em analisar parâmetros que informassem de forma clara quando um processo foi aprimorado ou não. Por esta razão as categorias do primeiro conjunto são todas focadas em melhoria.

Figura 4.3: Quantidade de estudos por tipos de Mineração de Processos



Fonte: Os autores

#### 4.3 PP2 - O que a literatura apresenta sobre os trabalhos de mineração de processos aplicados em gerenciamento de incidentes?

É comum que alguns processos não estejam mapeados na indústria, e muitas das vezes, quando estão, o mapeamento é feito de forma manual, através de entrevistas com participantes do processo ou documentações. Isso está sujeito a falhas humanas e o processo pode não cobrir todas as variações. Além disso, as ferramentas de mineração conseguem fazer agrupamentos pelos recursos que estão presentes no *log* de eventos. No caso de incidentes, alguns recursos podem ser citados: qual analista está resolvendo o incidente, a qual grupo pertence o analista que está resolvendo o incidente, a prioridade do incidente. A quantidade de trabalhos que identificou gargalos nos seus processos indica uma preocupação na indústria em identificar pontos de melhoria. No presente estudo, são consideradas melhorias as ações que foram tomadas para melhorar os processos de alguma maneira, mas no âmbito de mineração de processos, a identificação de gargalos faz parte da etapa de melhoria (AALST, 2012). Aqueles trabalhos classificados em *Aprimoramento do Modelo*, mas que não estão classificados em *Melhora dos processos após o uso das técnicas*, melhoraram seus modelos, mas não melhoraram seus processos. Isto evidencia mais uma vez que modelos melhores nem sempre levam a processos melhores (AALST; ROSA; SANTORO, 2016).

É seguro assumir que nos trabalhos primários selecionados, os envolvidos estão procurando fazer uso de mineração de processos para a melhoria do gerenciamento dos seus incidentes. Todos eles, de alguma forma, colocam que mineração de processos os auxiliou. Alguns trabalhos foram enfáticos na hora de constatar a melhoria. Eles con-

cluíram que fazer uso de mineração de processos os auxiliou na identificação de falhas, como *logs* faltantes, ciclos repetitivos (TELLO; RUIZ; YOO, 2018). Também mencionaram a importância das organizações de ter um *log* de eventos de qualidade, coisa que já foi citada no presente estudo e que é endossada por especialistas na área de mineração de processos (AALST, 2011) (WANG et al., 2013) (HORITA; KURIHASHI; MIYAMORI, 2020). Realizar análise de conformidade também foi o objetivo de alguns trabalhos (NICOLETA, 2021) (EGGERS et al., 2021). Embora mineração tenha claros benefícios que foram reconhecidos pelos trabalhos, alguns também pontuam que as organizações têm dificuldade de reconhecer ou abraçar tais benefícios (EGGERS et al., 2021).

A figura 4.4 mostra a classificação dos trabalhos primários com relação às ferramentas de mineração de processos que utilizaram. Como pode ser observado na figura 4.4, nem todos os trabalhos usaram alguma ferramenta de mineração de processos. Alguns exemplos são (RICHTER et al., 2020), (HORITA; KURIHASHI; MIYAMORI, 2020), (KUMAR; LIU, 2020). (RICHTER et al., 2020) é uma proposta de algoritmo para ser usado em *logs* de evento, o trabalho objetivava entender como o algoritmo proposto poderia evitar falhas nos processos. (HORITA; KURIHASHI; MIYAMORI, 2020) usa algoritmo de aprendizado chamado CART, que é usado para identificar *logs* de evento faltantes. (KUMAR; LIU, 2020) usou o banco de dados *MySQL* para a análise dos seus *logs*. Os autores também relataram que fizeram uso de *Microsoft Excel*, métodos estatísticos, aprendizado de máquina e análise de redes sociais. (PIKA et al., 2019) foi o único caso que usou duas ferramentas de mineração. Os autores usaram *ProM*<sup>1</sup> e *Disco*<sup>2</sup>. Além destas duas, foram usadas também *Celonis*<sup>3</sup> e *PAFnow*<sup>4</sup>.

É perceptível que a quantidade de trabalhos que usa ProM é consideravelmente maior. Isso provavelmente acontece porque ProM é uma ferramenta acadêmica, que suporta muitos dos algoritmos conhecidos da área de mineração de processos na forma de *plug-ins*. Em segundo lugar vem Celonis, uma organização que está crescendo bastante nos últimos anos e também possui versão acadêmica, mesmo sendo uma ferramenta comercial (EGGERS et al., 2021). A tabela 4.5 mostra os trabalhos primários categorizados por quais ferramentas utilizaram.

---

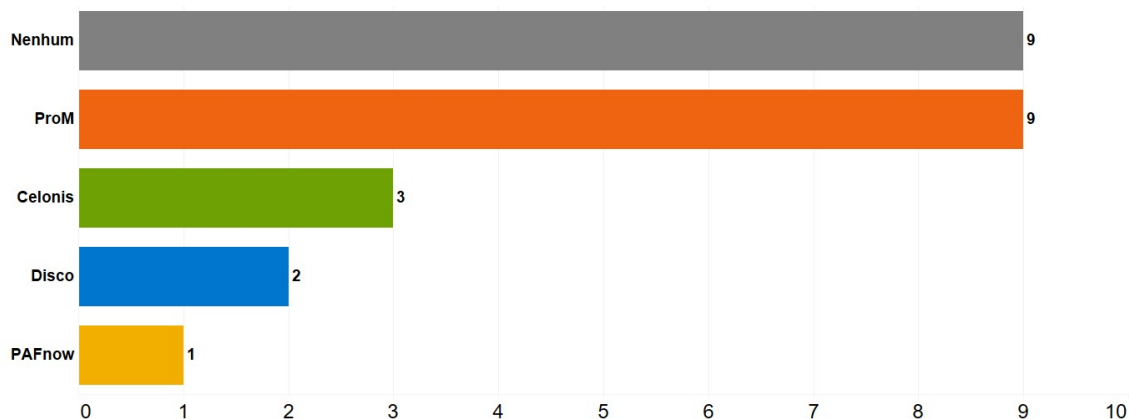
<sup>1</sup><[www.promtools.org](http://www.promtools.org)>

<sup>2</sup><<https://fluxicon.com/disco/>>

<sup>3</sup><[www.celonis.com](http://www.celonis.com)>

<sup>4</sup><[www.pafnow.com](http://www.pafnow.com)>

Figura 4.4: Quantidade de estudos por ferramentas de mineração de processos



Fonte: Os autores

#### 4.4 PP3 - Quais trabalhos sobre mineração de processos se relacionam com ITIL?

*Attribute Selection with Filter and Wrapper: An Application on Incident Management Process* (AMARAL; FANTINATO; PERES, 2018) é o único dos trabalhos selecionados que trata de ITIL de forma direta. No estudo, os autores estão fazendo uso de mineração de processos para a melhoria do gerenciamento dos seus incidentes e usam os conceitos de ITIL. O entendimento que se chega a partir deste resultado é que há muito espaço na academia para estudar ITIL juntamente com a mineração de processos. Vale pontuar que embora quase nenhum trabalho trate de ITIL de forma direta, os processos vistos podem ser facilmente adaptados para este *framework* por estarem relacionados a indústria e ITSM.

#### 4.5 Resumo do Capítulo

Neste capítulo, as PP foram respondidas. Todas as categorias utilizadas para classificar os trabalhos primários foram apresentadas e justificadas com relação a motivação de suas criações e usos. Foi observado que a mineração de processos ajuda usuários que estão fazendo uso da técnica a descobrir processos, fazer checagem de conformidade e também melhoria dos modelos de processo. Para aprimorar os processos utilizando a mineração de processos, são necessários alguns requisitos por parte do usuário. A melhoria dos processos através de mineração de processos pode ocorrer se este for o objetivo de quem faz uso de mineração de processos, se a ferramenta de mineração de processos

possui acesso a *logs* de evento de qualidade e se a ferramenta de mineração de processos possui suporte operacional para se conectar a uma outra ferramenta que gere *logs* de evento. Sobre *logs* de evento, não apenas trabalhos primários da RSL observaram a importância de se ter *logs* de evento de qualidade, mas acadêmicos especialistas da área de mineração de processos também costumam pontuar isto. Os acadêmicos costumam enfatizar que a qualidade de um modelo gerado através de um algoritmo de mineração de processos é proporcional a quão bons são os *logs* de evento que serviram de base (AALST, 2011) (WANG et al., 2013) (HORITA; KURIHASHI; MIYAMORI, 2020). Uma das coisas observadas nos trabalhos primários e que estão relacionados a PP2, foi observar que nem todos os processos com modelos melhores levam a processos melhores (AALST; ROSA; SANTORO, 2016). Também observou-se que há oportunidade de estudo sobre o *framework* ITIL combinado com a mineração de processos.



Tabela 4.4: Trabalhos primários classificados por tipos de mineração

<i>Citação</i>	<i>Tipos de mineração</i>
(SOUZA et al., 2021)	Identificação do Processo Aprimoramento do Modelo
(NICOLETA, 2021)	Identificação do Processo Checagem de Conformidade Aprimoramento do Modelo
(EGGERS et al., 2021)	Identificação do Processo Aprimoramento do Modelo
(KURGANOV et al., 2021)	Identificação do Processo Checagem de Conformidade Aprimoramento do Modelo
(DENG et al., 2020)	Identificação do Processo Checagem de Conformidade
(MOSKVICHEV; DOLGACHEV, 2020)	Identificação do Processo
(RICHTER et al., 2020)	Identificação do Processo Aprimoramento do Modelo
(SÁNCHEZ; EXPOSITO; AGUILAR, 2020)	Identificação do Processo Aprimoramento do Modelo
(HORITA; KURIHASHI; MIYAMORI, 2020)	Identificação do Processo Checagem de Conformidade Aprimoramento do Modelo
(LÄMMEL; KERBER; PRAZA, 2020)	Identificação do Processo
(BHO GAL; GARG, 2020)	Identificação do Processo Checagem de Conformidade Aprimoramento do Modelo
(KUMAR; LIU, 2020)	Identificação do Processo Aprimoramento do Modelo
(DORRER; POPOV; BARTUZANOVA, 2019)	Identificação do Processo Checagem de Conformidade Aprimoramento do Modelo
(RICHTER; SEIDL, 2019)	Identificação do Processo Checagem de Conformidade Aprimoramento do Modelo
(JARAMILLO; ARIAS, 2019)	Identificação do Processo Aprimoramento do Modelo
(AFZALISERESHT; LIU; MIAO, 2019)	Identificação do Processo Aprimoramento do Modelo
(PIKA et al., 2019)	Identificação do Processo Checagem de Conformidade Aprimoramento do Modelo
(AMARAL; FANTINATO; PERES, 2018)	Identificação do Processo Aprimoramento do Modelo
(TELLO; RUIZ; YOO, 2018)	Identificação do Processo Checagem de Conformidade Aprimoramento do Modelo
(WOHLGEMUTH; TAKARAGI, 2018)	Identificação do Processo Aprimoramento do Modelo
(CINQUE; CORTE; PECCHIA, 2019)	Identificação do Processo Checagem de Conformidade Aprimoramento do Modelo

Tabela 4.5: Trabalhos primários com as ferramentas utilizadas

<i>Citação</i>	<i>Ferramenta de Mineração de Processo Utilizada</i>
(SOUZA et al., 2021)	ProM
(NICOLETA, 2021)	Celonis
(EGGERS et al., 2021)	Nenhuma
(KURGANOV et al., 2021)	PAFnow
(DENG et al., 2020)	ProM
(MOSKVICHEV; DOLGACHEV, 2020)	Nenhuma
(RICHTER et al., 2020)	Nenhuma
(SÁNCHEZ; EXPOSITO; AGUILAR, 2020)	Celonis
(HORITA; KURIHASHI; MIYAMORI, 2020)	Nenhuma
(LÄMMEL; KERBER; PRAZA, 2020)	ProM
(BHO GAL; GARG, 2020)	Disco
(KUMAR; LIU, 2020)	ProM
(DORRER; POPOV; BARTUZANOVA, 2019)	ProM
(RICHTER; SEIDL, 2019)	ProM
(JARAMILLO; ARIAS, 2019)	Nenhuma
(AFZALISERESHT; LIU; MIAO, 2019)	Nenhuma
(PIKA et al., 2019)	ProM, Disco
(AMARAL; FANTINATO; PERES, 2018)	Nenhuma
(TELLO; RUIZ; YOO, 2018)	ProM
(WOHLGEMUTH; TAKARAGI, 2018)	Nenhuma
(CINQUE; CORTE; PECCHIA, 2019)	ProM
(MAGNUS et al., 2021)	Celonis
(MANNHARDT; ARNESEN; LANDMARK, 2019)	Nenhuma

Fonte: Os Autores

## 5 CONCLUSÕES

Neste estudo é apresentada uma RSL sobre mineração de processos aplicada ao gerenciamento de incidentes no contexto de serviços de TI. Categorias relacionadas ao gerenciamento de incidentes criadas pelos autores e aquelas definidas em (AALST, 2012) foram utilizadas para classificar os 23 trabalhos selecionados.

No capítulo 4, foi observado que é possível melhorar os processos relacionados ao gerenciamento de incidentes usando a mineração de processos, respondendo a PP1 deste estudo. Através da análise, observou-se que nem todos os processos que aprimoram seus modelos, também aprimoram seus processos na prática (AALST; ROSA; SANTORO, 2016). Este estudo mostrou que existem trabalhos sendo desenvolvidos na área de mineração de processos que estão tentando entender como a técnica pode ajudar a mapear, verificar a conformidade e melhorar processos de gestão de incidentes. O uso do tipo de mineração de processos *Identificação de Processos e Aprimoramento do Modelo* foram bem proeminentes. É notável a quantidade dos trabalhos selecionados que ressaltam a mineração de processos como uma técnica útil que ajuda a atingir os objetivos de seus autores. Observou-se que ferramentas de mineração de processos acadêmicas são muito utilizadas quando estudos sobre mineração de processos são realizados.

Esta RSL tem limitações conhecidas. Não é o objetivo fazer uma busca exaustiva da literatura, assim obtendo um número maior de estudos que pudesse ajudar a obter um entendimento melhor sobre a mineração de processos no gerenciamento de incidentes. Mesmo revisões sistemáticas que se propõem a fazer uma revisão mais completa costumam ter a limitação de não garantir a exaustividade dos trabalhos selecionados (BROCKE et al., 2015). Outra limitação é o intervalo de anos escolhidos para selecionar os estudos nas bases de dados. Selecionando trabalhos entre 2018 e 2021, não foi possível observar como a mineração de processos estava associada com o gerenciamento de incidentes em anos anteriores, considerando que ambas as áreas possuem no mínimo 20 anos de existência.

Em trabalhos futuros, uma revisão sistemática da literatura pode ser feita usando um intervalo de anos maior e com mais bases de dados, trazendo mais informações sobre a relação entre a mineração de processos e o gerenciamento de incidentes. Além disso, fazer análise dos trabalhos que também se relacionam com ITIL de forma indireta, e não apenas de forma direta, como se propôs este estudo.

## REFERÊNCIAS

AALST, W. M. van der. Process mining: discovering and improving spaghetti and lasagna processes. In: *2011 IEEE Symposium on Computational Intelligence and Data Mining (CIDM)*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 1–7.

AALST, W. M. Van der. Business process management: a comprehensive survey. *International Scholarly Research Notices*, Hindawi, v. 2013, 2013.

AALST, W. V. D. Using process mining to bridge the gap between bi and bpm. *Computer*, v. 44, n. 12, p. 77–80, 2011.

AALST, W. V. D.; ROSA, M. L.; SANTORO, F. M. Don't forget to improve the process! *Bus. Process Manag.*, v. 58, n. 1, p. 1–6, 2016.

AALST, W. V. D.; WEIJTERS, T.; MARUSTER, L. Workflow mining: Discovering process models from event logs. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, v. 16, n. 9, p. 1128–1142, 2004. Available from Internet: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-4544353101doi=10.1109%2fTKDE.2004.47partnerID=40md5=99cad99ade653a90751788e1ebcc49f4>>.

AALST, W. van der. Process mining: Overview and opportunities. *ACM Trans. Manage. Inf. Syst.*, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 3, n. 2, jul. 2012. ISSN 2158-656X. Available from Internet: <<https://doi.org/10.1145/2229156.2229157>>.

AALST, W. van der et al. Process mining manifesto. In: . Heidelberg: Springer, 2011. (Lecture Notes in Business Information Processing, v. 99), p. 26. ISBN 978-3-642-28107-5. ISSN 1865-1348.

AALST, W. van der et al. Business process mining: An industrial application. *Information Systems*, v. 32, n. 5, p. 713–732, 2007. Available from Internet: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-34147190948doi=10.1016%2fj.is.2006.05.003partnerID=40md5=3684b62f49e6b681f9ccc797a9636359>>

AFZALISERESHT, N.; LIU, Q.; MIAO, Y. An explainable intelligence model for security event analysis. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, v. 11919 LNAI, p. 315–327, 2019.

AGRAWAL, R.; GUNOPULOS, D.; LEYMANN, F. Mining process models from workflow logs. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, v. 1377 LNCS, p. 469–483, 1998. Available from Internet: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84890470685doi=10.1007%2fbfb0101003partnerID=40md5=2ab0b42b10af6f7e483e951f22287462>>.

AGUTTER, C. *ITIL® 4 Essentials: Your essential guide for the ITIL 4 Foundation exam and beyond*. [S.l.]: IT Governance Ltd, 2020.

AILENEI, I. et al. Definition and validation of process mining use cases. In: DANIEL, F.; BARKAOUI, K.; DUSTDAR, S. (Ed.). *Business Process Management Workshops*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012. p. 75–86. ISBN 978-3-642-28108-2.

AMARAL, C. D.; FANTINATO, M.; PERES, S. Attribute selection with filter and wrapper: An application on incident management process. In: . [S.l.: s.n.], 2018. p. 679–682.

AUGUSTO, A. et al. Split miner: Discovering accurate and simple business process models from event logs. In: IEEE. *2017 IEEE International Conference on Data Mining (ICDM)*. [S.l.], 2017. p. 1–10.

AXELOS. *ITIL® Foundation ITIL 4 Edition*. [S.l.]: tso, 2019.

BARTOLINI, C.; SALLE, M.; TRASTOUR, D. It service management driven by business objectives an application to incident management. In: *2006 IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium NOMS 2006*. [S.l.: s.n.], 2006. p. 45–55.

BERNARD, P. *Foundations of ITIL® 2011 Edition*. [S.l.]: Van Haren, 2014.

BHOGAL, R.; GARG, A. Anomaly detection and fault prediction of breakdown to repair process using mining techniques. In: IEEE. *2020 International Conference on Intelligent Engineering and Management (ICIEM)*. [S.l.], 2020. p. 240–245.

BOSE, R. J. C.; MANS, R. S.; AALST, W. M. van der. Wanna improve process mining results? In: *2013 IEEE Symposium on Computational Intelligence and Data Mining (CIDM)*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 127–134.

BRERETON, P. et al. Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. *Journal of Systems and Software*, v. 80, n. 4, p. 571–583, 2007. ISSN 0164-1212. Software Performance. Available from Internet: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016412120600197X>>.

BRITO, C. R. et al. Plenary: The challenges of education in engineering, computing and technology without exclusions: Innovation in the era of the industrial revolution 4.0. In: *2020 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE)*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–3.

BROCKE, J. V. et al. Standing on the shoulders of giants: Challenges and recommendations of literature search in information systems research. *Communications of the association for information systems*, v. 37, n. 1, p. 9, 2015.

CINQUE, M.; CORTE, R. D.; PECCHIA, A. Discovering hidden errors from application log traces with process mining. In: *2019 15th European Dependable Computing Conference (EDCC)*. [S.l.: s.n.], 2019. p. 137–140.

COMMERCE, O.-O. of G. *The official introduction to the ITIL service lifecycle*. [S.l.]: The Stationery Office, 2007.

DATTA, A. Automating the discovery of as-is business process models: Probabilistic and algorithmic approaches. *Information Systems Research*, v. 9, n. 3, p. 275–301, 1998. Available from Internet: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0032328790doi=10.1287%2fisre.9.3.275partnerID=40md5=93bcd4e00f259ff4edf601b84337139a>>.

DENG, W. et al. A petri-net-based framework for microgrid process mining. In: IEEE. *2020 IEEE 4th Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2)*. [S.l.], 2020. p. 3797–3800.

DONGEN, B. V.; AALST, W. V. D. Multi-phase process mining: Building instance graphs. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, v. 3288, p. 362–376, 2004. Available from Internet: <[https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-35048864795doi=10.1007%2f978-3-540-30464-7\\_29partnerID=40md5=3d70e6f509123d00abd57d4d4be3e376](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-35048864795doi=10.1007%2f978-3-540-30464-7_29partnerID=40md5=3d70e6f509123d00abd57d4d4be3e376)>.

DORRER, M.; POPOV, A.; BARTUZANOVA, A. Analysis of information resource life cycle. In: . [S.l.: s.n.], 2019. v. 1399, n. 3.

DUMAS, M. et al. *Fundamentals of business process management*. [S.l.]: Springer, 2018.

EGGERS, J. et al. No longer out of sight, no longer out of mind? how organizations engage with process mining-induced transparency to achieve increased process awareness. *Business & Information Systems Engineering*, Springer, p. 1–20, 2021.

GALUP, S. et al. An overview of it service management. *Commun. ACM*, v. 52, p. 124–127, 05 2009.

GRECO, G. et al. Discovering expressive process models by clustering log traces. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, v. 18, n. 8, p. 1010–1027, 2006. Available from Internet: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-33746334454doi=10.1109%2fTKDE.2006.123partnerID=40md5=acd651eeea54ce705db3aacd441e09a>>

GUPTA, R.; PRASAD, K. H.; MOHANIA, M. Automating itsm incident management process. In: *2008 International Conference on Autonomic Computing*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 141–150.

HORITA, H.; KURIHASHI, Y.; MIYAMORI, N. Extraction of missing tendency using decision tree learning in business process event log. *Data, Multidisciplinary Digital Publishing Institute*, v. 5, n. 3, p. 82, 2020.

JARAMILLO, J.; ARIAS, J. Automatic classification of event logs sequences for failure detection in wfm/bpm systems. In: . [S.l.: s.n.], 2019.

KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, v. 33, n. 2004, p. 1–26, 2004.

KUMAR, A.; LIU, S. Analyzing a helpdesk process through the lens of actor handoff patterns. In: SPRINGER. *International Conference on Business Process Management*. [S.l.], 2020. p. 313–329.

KURGANOV, V. et al. Process mining as a means of improving the reliability of road freight transportations. *Transportation Research Procedia*, Elsevier, v. 54, p. 300–308, 2021.

LÄMMEL, R.; KERBER, A.; PRAZA, L. Understanding what software engineers are working on: The work-item prediction challenge. In: *Proceedings of the 28th International Conference on Program Comprehension*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 416–424.

LEEMANS, S. J.; FAHLAND, D.; AALST, W. M. V. D. Process and deviation exploration with inductive visual miner. *BPM (demos)*, v. 1295, n. 8, 2014.

MAGNUS, H. et al. Process mining - case study in an industrial assembly process in the shopfloor. In: *2021 16th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*. [S.l.: s.n.], 2021. p. 1–8.

MANNHARDT, F.; ARNESEN, P.; LANDMARK, A. D. Estimating the impact of incidents on process delay. In: *2019 International Conference on Process Mining (ICPM)*. [S.l.: s.n.], 2019. p. 49–56.

MENDLING, J.; REIJERS, H.; van der Aalst, W. Seven process modeling guidelines (7pmg). *Information and Software Technology*, v. 52, n. 2, p. 127–136, 2010. ISSN 0950-5849. Available from Internet: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584909001268>>.

MOSKVICHEV, A.; DOLGACHEV, M. System of collection and analysis event log from sources under control of windows operating system. In: IEEE. *2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon)*. [S.l.], 2020. p. 1–5.

NICOLETA, T. C. Process mining on a robotic mechanism. In: IEEE. *2021 IEEE International Conference on Software Testing, Verification and Validation Workshops (ICSTW)*. [S.l.], 2021. p. 205–212.

PIKA, A. et al. Analysing an industrial safety process through process mining: A case study. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, p. 491–500, 2019.

RICHTER, F. et al. Toad: Trace ordering for anomaly detection. In: IEEE. *2020 2nd International Conference on Process Mining (ICPM)*. [S.l.], 2020. p. 169–176.

RICHTER, F.; SEIDL, T. Looking into the tesseract: Time-drifts in event streams using series of evolving rolling averages of completion times. *Information Systems*, v. 84, p. 265–282, 2019.

SÁNCHEZ, M.; EXPOSITO, E.; AGUILAR, J. Implementing self-\* autonomic properties in self-coordinated manufacturing processes for the industry 4.0 context. *Computers in industry*, Elsevier, v. 121, p. 103247, 2020.

SHARIFI, M. et al. An empirical study identifying high perceived value kpis of incident management process in organizations. *International Journal of Simulation: Systems, Science and Technology*, v. 9, n. 4, p. 16–24, 2008.

SOUZA, L. P. de et al. Proposta de agente autônomo utilizando as técnicas de mineração de processos em uma arquitetura virtual baseada em sistemas multiagentes. In: IEEE. *2021 14th IEEE International Conference on Industry Applications (INDUSCON)*. [S.l.], 2021. p. 702–709.

TELLO, I.; RUIZ, C.; YOO, S. Analysis of cobit 5 process 'dss02 - manage service requests and incidents' for the service desk using process mining. In: . [S.l.: s.n.], 2018. p. 304–310.

WANG, J. et al. Efficient recovery of missing events. *Proc. VLDB Endow.*, VLDB Endowment, v. 6, n. 10, p. 841–852, aug. 2013. ISSN 2150-8097. Available from Internet: <<https://doi.org/10.14778/2536206.2536212>>.

WEIJTERS, A.; AALST, W. M. van D.; MEDEIROS, A. A. D. Process mining with the heuristics miner-algorithm. *Technische Universiteit Eindhoven, Tech. Rep. WP*, Citeseer, v. 166, p. 1–34, 2006.

WEIJTERS, A.; AALST, W. Van der. Rediscovering workflow models from event-based data using little thumb. *Integrated Computer-Aided Engineering*, v. 10, n. 2, p. 151–162, 2003. Available from Internet: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0038002768partnerID=40md5=c885cb72e78d82da2de73b32e9b4e197>>.

WOHLGEMUTH, S.; TAKARAGI, K. Privacy-enhancing trust infrastructure for process mining. *IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences*, E101A, n. 1, p. 149–156, 2018.