

Association for Information Systems

AIS Electronic Library (AISeL)

CAPSI 2020 Proceedings

Portugal (CAPSI)

10-2020

Process Mining – case study in a process of IT incident management

Heyd Magnus

Jorge Silva

Joana Fialho

Cristina Wanzeller

Follow this and additional works at: <https://aisel.aisnet.org/capsi2020>

This material is brought to you by the Portugal (CAPSI) at AIS Electronic Library (AISeL). It has been accepted for inclusion in CAPSI 2020 Proceedings by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISeL). For more information, please contact elibrary@aisnet.org.

Process Mining – caso de estudo num processo de gestão de incidentes em TI

Process Mining – case study in a process of IT incident management

Heyd Magnus, IPV, Portugal, heydmonick@hotmail.com

Jorge Silva, Huf Portuguesa, Portugal, Jorge.Silva@huf-group.com

Joana Fialho, IPV, Portugal, jfialho@estgv.ipv.pt

Cristina Wanzeller, IPV, Portugal, cwanzeller@estgv.ipv.pt

Resumo

Este artigo descreve a aplicação de técnicas de mineração de processos (*process mining*) a dados de eventos de um processo particular da Huf Portuguesa, empresa ligada à produção de componentes automóveis. A Huf usa tecnologia de ponta e mantém uma ligação estreita com a investigação, procurando manter-se atualizada, através da aquisição de novos conhecimentos, tecnologias e procedimentos. O processo em causa tem a ver com o registo de incidentes e ações levadas a cabo para os resolver. Existe um procedimento previsto e, através do recurso a ferramentas de *process mining*, nomeadamente, ProM, Disco e Celonis, os processos foram analisados para perceber se estão em conformidade ou se existem desvios. As interações entre recursos e departamentos também foram analisadas. Os resultados obtidos permitiram entender o comportamento dos processos em causa, o relacionamento entre departamentos e a interação entre pessoas, neste contexto. Estes resultados poderão ser utilizados para que as falhas possam ser minimizadas e se possam maximizar a produtividade e qualidade.

Palavras-chave: *Process Mining*; BPMN; ProM; Disco; Celonis

Abstract

This paper describes a process mining techniques application to event data from a particular process of Huf Portuguesa, a company that produces automotive components. Huf uses state-of-the-art technology and maintains a close connection with research, seeking to keep itself updated, through the acquisition of new knowledge, technologies and procedures. The process analyzed registers incidents and actions taken to resolve them. There is a planned procedure and, through process mining tools, namely ProM, Disco and Celonis, the processes were analyzed to see if they are in compliance or if there are deviations. The interactions between resources and departments were also analyzed. The results obtained made it possible to understand the behavior of the processes in question, the relationship between departments and the interaction between people, in this context. These results can be used so that failures can be minimized and productivity and quality can be maximized.

Keywords: *Process Mining*; BPMN; ProM; Disco; Celonis

1. INTRODUÇÃO

Vivemos na era da Internet dos Eventos onde temos, em simultâneo, dispositivos de IoT (*Internet of Things*), sistemas ERPs (*Enterprise Resource Planning*), CRMs (*Customer Relationship Management*), SCMs (*Supply Chain Management*), e meios de interação social, como as redes

sociais. Todos estes dispositivos e sistemas geram registos de eventos, que estão sempre a ocorrer em todo o lado (Kerremans, 2018).

O registo dos eventos produzidos diariamente nas organizações permite guardar a informação necessária para, após a correta manipulação, compreender os comportamentos reais das pessoas nas interações com as componentes aplicacionais bem com entender eventuais pontos de falhas e desvios. Este entendimento é crucial para que, após uma correta análise, sejam tomadas as melhores decisões que conduzam a melhorias efetivas.

Existe uma grande preocupação para que os processos nas organizações sejam corretamente cumpridos, e que haja consistência na sua execução ao longo do tempo. Esta consistência permite garantir a qualidade dos seus resultados e, por consequência, agregar mais valor ao negócio. Tal agregação ocorre já que o objetivo passa sempre por otimizar processos para que as falhas possam ser minimizadas e, por outro lado, se possam maximizar a produtividade e qualidade.

A Huf Portuguesa, integrante da alemã Huf Group, com sede em Tondela, é uma indústria do setor automóvel que produz componentes para automóveis/carros, tais como fechaduras, chaves, trancas de colunas de direção, puxadores de porta e puxadores de emblema de porta traseira com câmara de visão. A empresa utiliza tecnologia de ponta nos seus produtos.

A organização possui, portanto, uma diversidade de processos e sistemas de informação, que fornecem registos de dados. Apesar de haver processos definidos, a empresa ainda não tinha começado a usar ferramentas para perceber se os processos seguiam o caminho previsto ou se existiam desvios/variantes. Neste sentido, a empresa decidiu iniciar este estudo, a partir de um processo específico, cujo registo de dados existe há vários anos. A análise e os resultados obtidos permitem aprender, compreender e melhorar o processo em causa, por um lado, e adquirir conhecimentos sobre a teoria e ferramentas de análise de processos, por outro, de forma a aplicá-los no estudo de outros processos da empresa.

Para a análise dos processos, utilizaram-se técnicas de mineração de processos (*process mining*). O *process mining* pode ser definido como uma técnica de extração de informação a partir de um registo (*log*) de eventos, contendo dados relevantes acerca do desempenho de uma dada organização ou sistema numa área de negócio. Envolve a utilização de *Data Mining*, combinada com modelação e análise de processos. Basicamente, o *process mining* tem como objetivo a descoberta automática de um modelo de processo, através da observação de eventos gravados por certos sistemas corporativos (Aalst, Reijers, & Song).

O processo analisado tem a ver com os incidentes ocorridos na empresa e que passam pelo departamento de TI (Tecnologias de Informação). Para além da análise das atividades e sequências que compõem os processos de gestão de incidentes, também foram analisados os relacionamentos

entre os recursos da empresa (leia-se pessoas) e os relacionamentos entre departamentos, durante a execução desses processos.

O artigo está organizado da seguinte forma: para além desta secção introdutória, a secção 2 aborda um pouco a área de *process mining*. A secção 3 descreve o processo da Huf analisado e a secção 4 conclui o artigo.

2. PROCESS MINING

O *process mining* é a combinação de um conjunto de abordagens na gestão de processos e tem, como principal objetivo, obter conhecimentos a partir dos *logs* de eventos disponíveis em sistemas de informação orientados a processos. Na figura 1, observa-se o *log* de eventos que são gerados pelos diversos sistemas de informação presentes numa organização. Esse *log* de eventos gera um modelo do processo, descritivo ou real, que está a ser executado.

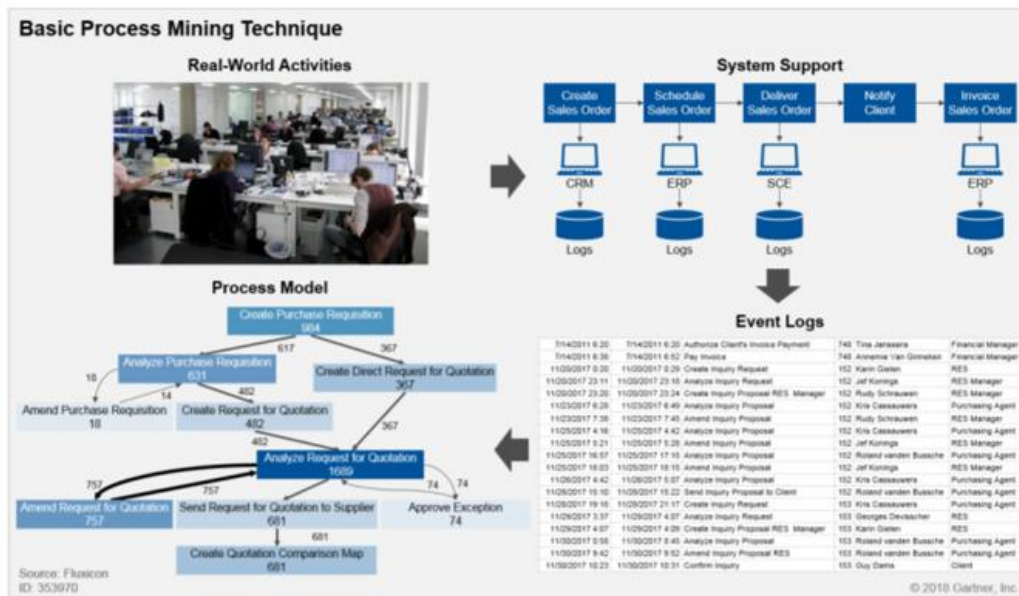


Figura 1 - Técnica de *Process Mining* (Kerremans, 2018)

Cada vez mais as organizações possuem capacidade de registar, capturar e armazenar dados. Porém, ainda existe uma dificuldade em tornar essa grande quantidade de dados, proveniente de inúmeras fontes, em informações úteis e assertivas. Nesse sentido, o *data mining* tem um papel fundamental: explorar e analisar dados, de forma automática ou semiautomática, com objetivo de descobrir padrões relevantes, por vezes ocultos (Maita, 2016).

O *process mining* está fortemente relacionado com outras metodologias para melhoria de processos, como por exemplo, o *Total Quality Management* (TQM) e Seis Sigma. Existe também uma forte relação com a área de *Business Process Management* (BPM). Todas essas abordagens, descritas

brevemente em seguida, estão relacionadas e focadas em tratar os processos no dia a dia, modelando, simulando, diagnosticando, verificando desempenhos e realizando análises.

O BPM é uma prática de gestão que apoia a gestão e a melhoria contínua de um fluxo de trabalho – processo. O *process mining* pode ser visto como a ligação que faltava com o já tradicional BPM (Maita, 2016).

O Seis Sigma é um sistema amplo e flexível para alcance, sustentação e maximização do sucesso de um negócio. É uma metodologia orientada ao entendimento dos requisitos do cliente. O bom entendimento dos requisitos do cliente dá-se através de análises estatísticas e de dados, para que possa ocorrer melhoria e reinvenção nos processos de negócio (Trad & Amaru Maximiliano, 2009).

O TQM diz respeito a uma estratégia usada, para que todos tenham o entendimento da importância da agregação de qualidade nos processos das organizações (Aragon Fernandes & Oliveira Costa Neto, 1996).

As técnicas de *process mining* são capazes de extrair conhecimento, quando um processo está a ser executado, a partir de um *log* que é constituído por todos os eventos relacionados com esse processo. Cada evento é gravado com uma marcação temporal (*timestamp*). Através da análise do *log* de eventos, é possível:

- i. Descobrir modelos do processo
- ii. Verificar conformidade
- iii. Ampliar e expandir o modelo descoberto, combinando informações de eventual entropia, desempenho, recursos, entre outros (Garcia, et al., 2019).

A descoberta de modelos está relacionada com a análise dos *logs* para entender o processo que está a ser executado, para realizar determinados resultados. Com essa análise, é possível comparar o que está a ser realizado com o que seria esperado, permitindo identificar desvios e/ou ausência de passos, e concluir se o processo possui ou não conformidade.

A conformidade nos processos é analisada levando em consideração as definições padrão de cada organização para a realização de um determinado processo de negócio, como por exemplo, a produção de uma determinada peça.

A ampliação e expansão do modelo do processo descoberto permitem identificar possíveis perdas de desempenho, já que passa a ser possível identificar obstáculos como repetições, ciclos, saltos não previstos e outros. Esses obstáculos poderão ser, noutras palavras, uma utilização ineficiente dos recursos disponíveis. Com a sua identificação, é possível traçar uma estratégia de melhoria.

Na figura 2, podemos observar que a descoberta possui um conjunto de *logs* de eventos, como entrada e produz, como saída, um modelo de processo. A verificação de conformidade possui, como

entrada, um *log* de eventos e um modelo de processo, para que se possa ter, como saída, informações de diagnóstico a fim de identificar divergências. O aprimoramento de processos possui as mesmas entradas que o diagnóstico, mas produz, como saída, um modelo de processo estendido.

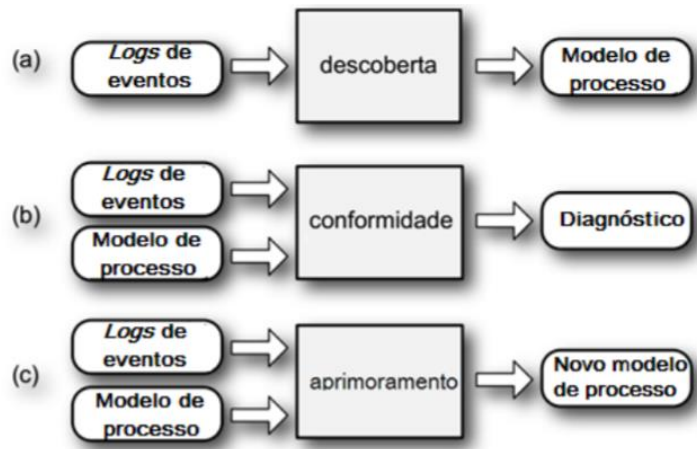


Figura 2 - Passos básicos de mineração de processos em termos de entrada e saída. (Maita, 2016)

Uma das vantagens do *process mining* é que parte de dados já existentes, gerados pelos diversos sistemas de informação da organização. Os *logs* de eventos são o ponto de partida para o *process mining* (Fluxicon, Introdução - Data Requirements , 2020). No *log* de eventos poderemos encontrar a seguinte informação (mas não limitada):

- a. Cada evento corresponde a uma atividade que foi executada no processo.
- b. Vários eventos são vinculados juntos numa instância ou caso de processo.
- c. De forma lógica, cada caso/instância de processo forma uma sequência de eventos ordenado por selos do tempo (*timestamp*).

Na figura 3, observa-se que as instâncias do processo estão espalhadas por diversas linhas do documento de *log*, bem como as colunas que este deve conter. Dessa forma, para que possa ser criado o modelo (descritivo) do processo, devem ser identificados, no mínimo os seguintes elementos:

- a. *Case ID*: determina o âmbito/instância do processo.
- b. *Timestamp*: determina a sequência dos passos executados em cada case id (processo).
- c. *Activity*: determina os passos no modelo do processo.

	Case ID	Timestamp	Medium	Activity
1	CaseID	Timestamp	Medium	Activity
2	case9700	20.8.09 11:46	Phone	Registered
3	case9700	20.8.09 11:50	Phone	Completed
4	case9701	23.9.09 12:23	Phone	Registered
5	case9701	23.9.09 12:27	Phone	Completed
6	case9705	20.10.09 14:21	Phone	Registered
7	case9705	20.10.09 16:48	Phone	At specialist
8	case9705	19.11.09 10:31	Phone	In progress
9	case9705	19.11.09 10:32	Phone	Completed
10	case3939	15.10.09 11:48	Mail	Registered
11	case3939	15.10.09 11:48	Mail	Offered
12	case3939	20.10.09 17:18	Mail	In progress
13	case3939	20.10.09 17:19	Mail	At specialist
14	case3939	21.10.09 14:49	Mail	In progress
15	case3939	21.10.09 14:49	Mail	In progress
16	case3939	28.10.09 10:17	Mail	In progress
17	case3939	28.10.09 10:18	Mail	Completed
18	case9704	20.10.09 14:19	Mail	Registered
19	case9704	20.10.09 14:24	Mail	Completed
20	case9703	20.10.09 14:40	Phone	Registered
21	case9703	20.10.09 14:58	Phone	Completed
22	case9702	24.8.09 12:24	Mail	Registered
23	case9702	24.8.09 12:30	Mail	Offered

Figura 3 - Representação do *log* de eventos (adaptado (Fluxicon, s.d.))

3. PROCESSO DE GESTÃO DE INCIDENTES DE TI

O departamento de TI nas organizações tem vindo a ganhar um papel fundamental e representa um grande desafio para estas: a área deve estar fortemente alinhada com a estratégia da empresa para que possa dar o suporte necessário (Calmas, 2011). Com a chegada da Indústria 4.0, é cada vez mais comum as linhas de produção dependerem dos serviços do setor das tecnologias da informação. Dessa forma, este setor deve estar em perfeita sintonia para que os seus clientes internos sejam atendidos no tempo necessário e para que o negócio da organização não seja afetado.

Na Huf Portuguesa, o departamento de TI é fortemente requisitado por outros departamentos da empresa: trata-se de um departamento chave para que o negócio da empresa ocorra da forma pretendida, uma vez que a empresa conta com uma moderna linha de produção e diversos sistemas de informação e, portanto, a disponibilidade desses serviços tem de ser garantida.

A requisição desses serviços é feita através da abertura de incidentes. Um incidente é “*uma interrupção não planeada de um serviço de TI ou uma redução de qualidade de um serviço de TI. A falha de um item de configuração, que ainda não tenha tido impacto nalgum serviço, é também um incidente*” (Calmas, 2011). A gestão dos incidentes é, portanto, de extrema importância nas organizações, uma vez que tem como objetivo, restabelecer serviços o mais depressa possível, a fim de minimizar os impactos no negócio (Calmas, 2011). O processo de gestão dos incidentes gera o *log* dos eventos realizados sobre o processo de gestão de incidentes.

No caso particular da Huf Portuguesa, tem-se por objetivo, sob análise dos *logs* de eventos do processo de incidentes, tirar algumas conclusões e entender alguns aspetos importantes para a empresa, sendo elas:

- i. Compreender se o processo foi realizado sempre da mesma forma ao longo dos anos, já que se têm dados desde o ano de 2011, focando, principalmente, os últimos 3.
- ii. Compreender as redes sociais existentes entre os participantes do processo.
- iii. Identificar o grau de conformidade entre o processo prescritivo e o processo descritivo.
- iv. Compreender se existe algum constrangimento em termos de recursos como a carga laboral dos colaboradores do setor de TI.
- v. Compreender como os departamentos se relacionam.
- vi. Compreender como os integrantes do departamento de TI se relacionam.
- vii. Compreender como os principais prestadores de serviço que fornecem suporte externo se relacionam.

3.1. Processo de gestão de incidentes

O processo é sempre iniciado por um requisitante, que nota alguma falha em algum serviço de competência do departamento de TI. A figura 4 representa o processo previsto/definido.

Após a abertura do incidente, ele passa por uma pré-análise/pré-diagnóstico. Nesse momento, o incidente é categorizado e reportado para a equipa de suporte de primeiro nível. A equipa de suporte de primeiro nível, por sua vez, analisa o problema e parte para a implementação da solução e respetivo teste.

Caso o problema não seja solucionado pelo suporte de primeiro nível, é reportado para o suporte de segundo nível, que tratará o problema da mesma forma: identifica o problema e implementa a solução. O incidente pode, ainda, necessitar de apoio dos prestadores de serviços, sendo então enviado para a equipa de suporte externo, que seguirá o mesmo fluxo. Um incidente é considerado solucionado no momento em que o utilizador requisitante dá como aceite a solução recebida.

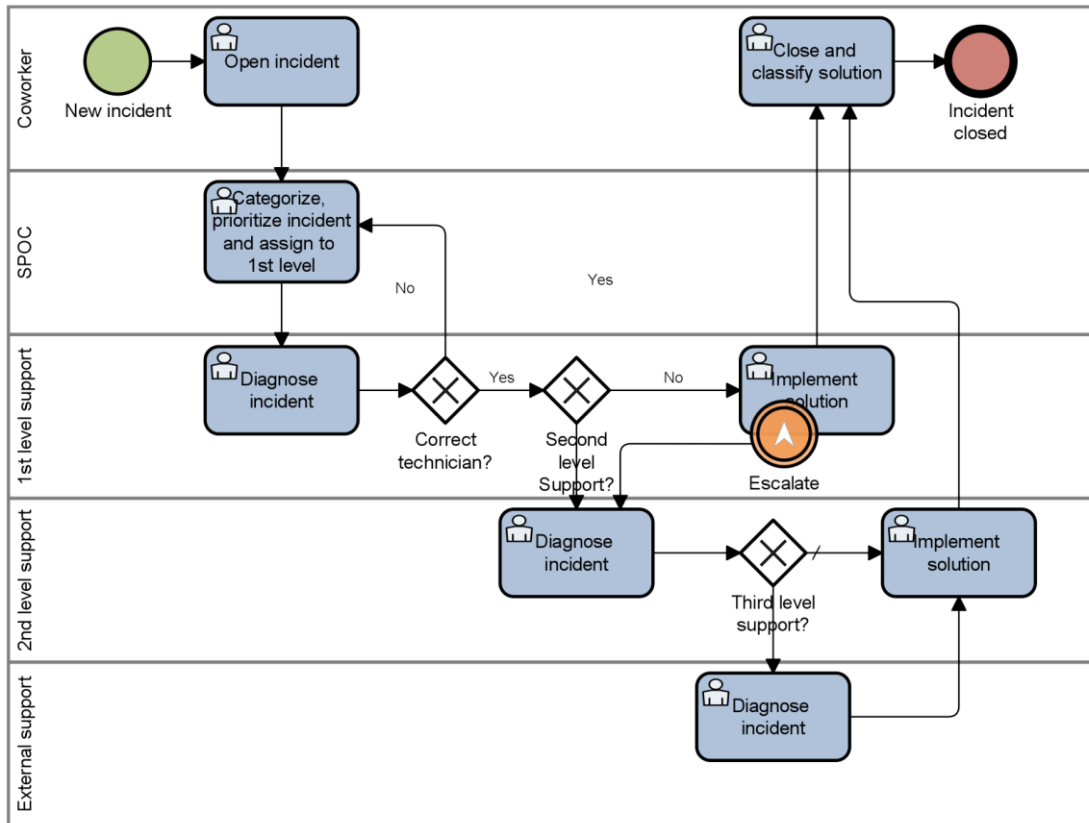


Figura 4 - Definição do processo dos incidentes de TI

3.2. Log de Dados

O log de eventos dos processos de incidentes do setor de TI é composto por um determinado número de casos. Nele, estão contidos dados no período de 24/05/2011 a 18/03/2020. O log é composto pelos seguintes dados:

- *Case_id*: refere-se ao número do incidente;
- *Timestamp_start*: refere-se à data de início do processo. Ou seja, é o momento da abertura do incidente.
- *Timestamp_end*: refere-se à data de final do processo. Ou seja, é o momento do fecho/conclusão/encerramento do incidente.
- *Status*: refere-se aos diferentes estados do processo. Trata-se da *activity*.
- *Person*: refere-se aos utilizadores dos diversos departamentos da empresa que interagem com o processo. Trata-se do recurso do processo.
- *Persons department*: departamento do utilizador que interage com o processo e identidade externa que provê o suporte.
- *Role*: papel do recurso do processo.
- *Affected_service*: serviço afetado pelo incidente.

- *Sla*: indica se o SLA (Service Level Agreement) foi ou não cumprido.
- *User_satisfaction*: refere-se ao nível de satisfação do utilizador quanto à execução do serviço (atendimento do incidente reportado).

Uma vez que existem nomes de pessoas e departamentos, foi necessário realizar a pseudo-anonimização desses elementos. Esta operação é necessária sempre que se trabalha com informações pessoais, como no caso, nome de pessoas e departamentos. A pseudo-anonimização consiste em codificar os dados de forma que a informação da pessoa não fique exposta. Um dado está pseudo-anonimizado quando existe alguma relação para que seja possível recuperar a informação original. Essa relação deve ser guardada num local seguro e controlado na organização (Poloni, Blog Introduce, 2019).

Para realizar a pseudo-anonimização do *log* de dados para a execução do processo de incidentes, usou-se a linguagem python, nomeadamente, a biblioteca Pandas. O Pandas possui uma função que codifica texto (*string*) em valores numéricos inteiros: para cada ocorrência de uma mesma *string*, é atribuído um mesmo código. Essa função chama-se *LabelEncoder*. Dessa forma, os dados ainda são tratados como únicos.

No programa desenvolvido, antes de utilizar a função *LabelEncoder*, realizou-se a cópia das colunas de nome e departamento das pessoas para outro *dataset*. Isso foi necessário para que, após aplicar a função, fosse possível fazer de alguma forma a associação entre os valores e os códigos.

A função *Label Encoder* deve receber como parâmetros as colunas que irá fazer a pseudo-anonimização. Após a codificação realizada, fez-se novamente uma cópia das colunas em questão para o *dataset* que já contém os códigos. Para finalizar, foi realizado o *output* dos *datasets* em ficheiros, para posterior importação nas ferramentas de *process mining* e análises convenientes.

3.3. *Descoberta de conhecimento*

A descoberta do processo de gestão de incidentes ocorreu após a importação do *log* de eventos na ferramenta de *process mining*. Para fazer a descoberta desse processo, ou seja, perceber como, de facto, a sua execução ocorre, recorreu-se ao algoritmo *Alpha Miner*, que é um *plug-in* do software ProM, acessível em <http://www.promtools.org/doku.php>.

O *Alpha Miner* é um algoritmo que recebe como *input* o *log* de eventos e o seu *output* é uma rede Petri. Trata-se de um algoritmo, usado no *process mining*, com o objetivo de reconstruir a casualidade a partir de um conjunto de eventos. Numa primeira fase, são ordenadas as relações entre as atividades, sendo posteriormente calculada uma matriz, de forma a construir o resultado

pretendido, ou seja, uma rede Petri. Este algoritmo foi apresentado por (Will, W M P and, & A J M M and Maruster, 2004).

As redes Petri são representações matemáticas para sistemas distribuídos discretos, sendo esses sistemas paralelos, concorrentes, assíncronos e não determinísticos. Com o uso de uma linguagem de modelação, é possível definir, de forma gráfica, a estrutura das atividades como um grafo. As redes Petri são compostas por nós de posição e transição. Para fazer a construção do grafo, utilizam-se arcos direcionados conectando posições com transições (Francês, 2003).

Com a aplicação do algoritmo *Alpha Miner* no software ProM, obteve-se o *output* da figura 5, que representa a conexão das atividades (nós) na execução do processo dos incidentes.

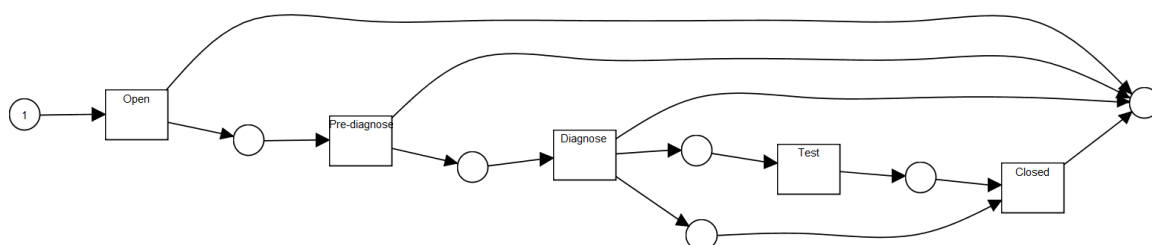


Figura 5 - Rede Petri da execução dos incidentes

Com a geração/construção da rede Petri, através da ferramenta proM, foi utilizado outro *plug-in* denominado “Convert Petri net to BPMN (*Business Process Model and Notation*) diagram” para fazer a conversão da rede Petri gerada pelo algoritmo *Alpha Miner*, para um diagrama BPMN. O diagrama da figura 6 representa a execução geral do processo, ou seja, com todos os dados do *log* de eventos. As figuras 5 e 6 permitem verificar que existem saltos na execução do processo, nomeadamente para o fim do processo.

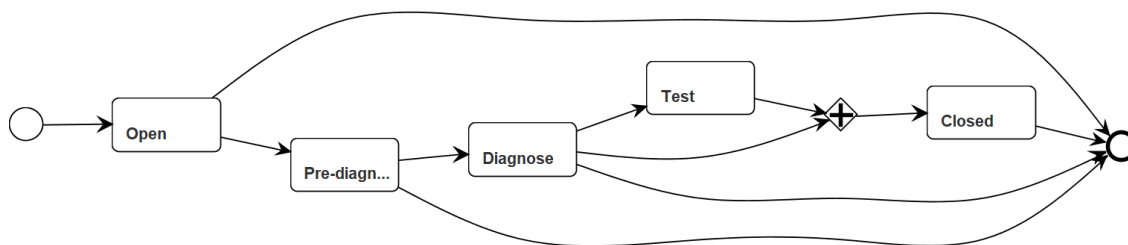


Figura 6 - Diagrama BPMN da execução dos incidentes

Juntamente com a empresa, foi estabelecido que se fizesse uma análise anual, a fim de tentar entender se a execução do processo ocorreu sempre da mesma forma ao longo dos anos. Optou-se

por fazer uma análise anual, já que o encerramento de um ano cívico representa o encerramento de um ciclo e a preparação para o início do seguinte: ocorre uma paragem, o processo de inventário. Foram considerados os três últimos anos, isso é, 2019, 2018 e 2017. O ano corrente possui apenas três meses de registos, o que tornará as análises inconclusivas. Fazendo a análise anual pelo mesmo processo, isso é, através da criação da rede Petri com o algoritmo *Alpha*, conversão da rede Petri para o diagrama BPMN, obtiveram-se os resultados da tabela 1.

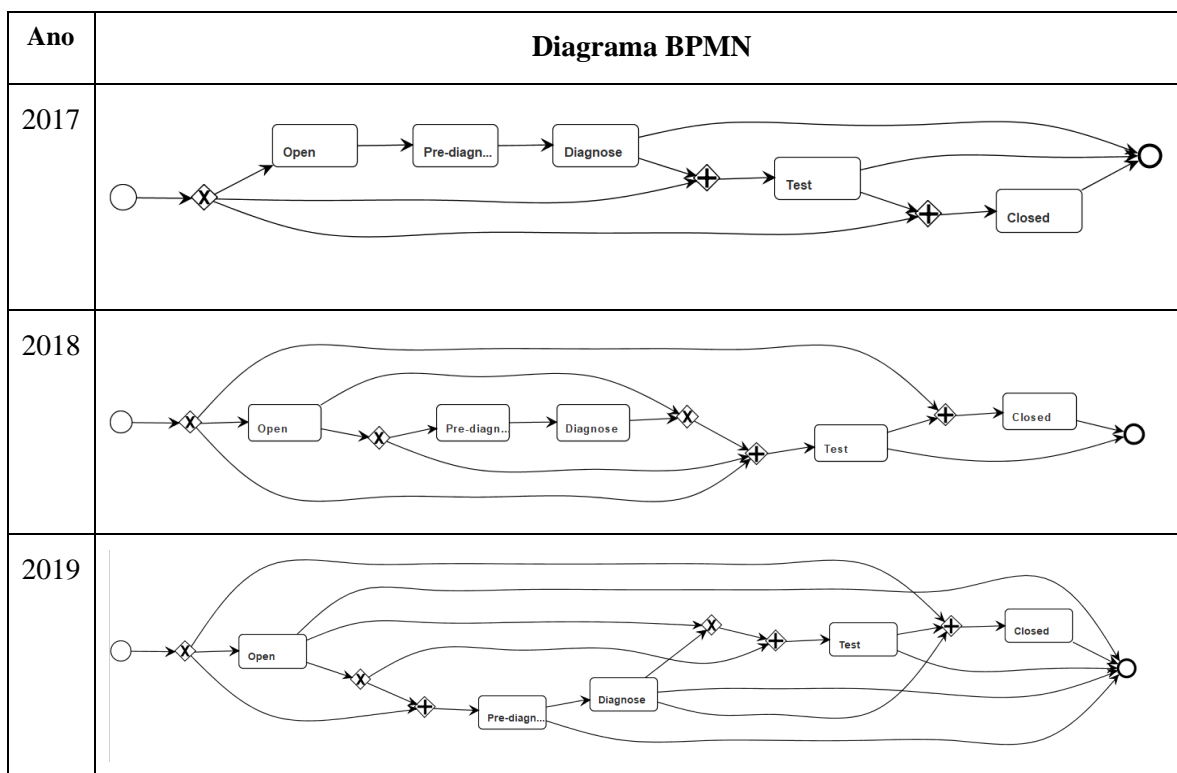


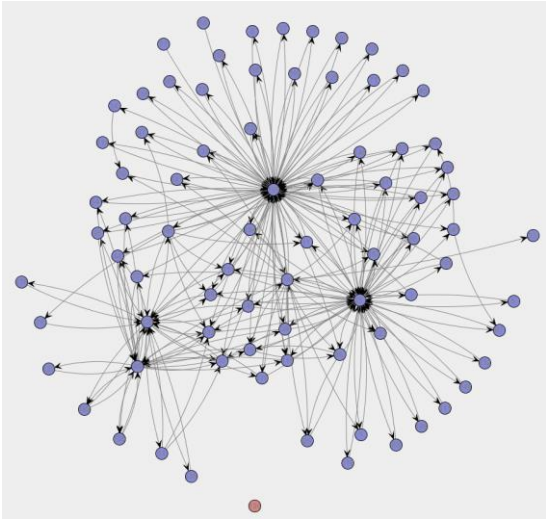
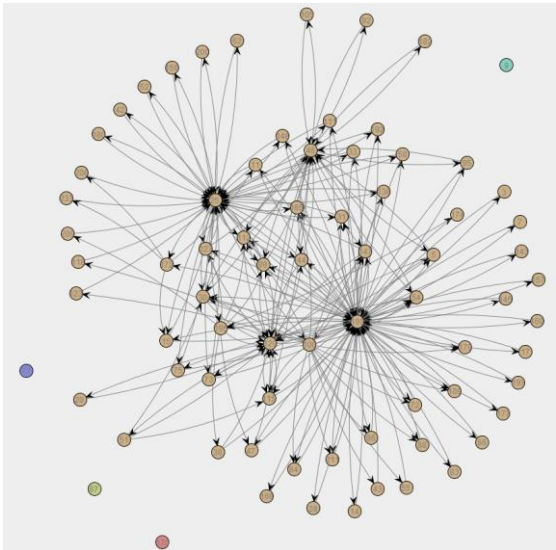
Tabela 1 - Diagrama BPMN da execução do processo entre 2017 e 2019

A análise anual permite perceber que existem sempre saltos para o fim do processo, mas que, nos últimos 2 anos, as variações do processo cresceram bastante.

No *process mining*, para além da análise da execução das atividades do processo, isto é, das variantes do processo, existe outro tipo de perspetiva de análise, que é a forma como os recursos se relacionam. Os recursos são quem executa cada atividade do processo. A forma como os recursos se relacionam conduz à sua rede social, ou seja, *social networking*.

Social Network Analysis (SNA) refere-se à coleção de métodos, técnicas e ferramentas para a análise das redes sociais. As redes sociais podem ter diversas características como distância entre os indivíduos ou densidade. Um indivíduo (recurso) pode ser chamado de estrela ou nó (nodo), quando está conectado com outros indivíduos, ou pode estar isolado, formando assim o sociograma. Isto é, para o caso do processo de incidentes em estudo, os recursos são as pessoas dos diversos departamentos da empresa (Aalst, Reijers, & Song).

A ferramenta ProM permite realizar a análise das redes sociais entre os recursos por meio do *plugin Mine for a Hadover-of-Work Social Network*. Na tabela 2, é possível notar que a maioria dos recursos interagem entre si, isto é, quase não existem pequenos agrupamentos de recursos que trabalham de forma isolada. Observam-se apenas alguns pontos dispersos no ano de 2018, que podem representar algum ruído. Também é notável que alguns recursos da organização recebem contactos da grande maioria, ficando assim no centro do relacionamento.

Ano	Diagrama Social Networking
2017	
2018	

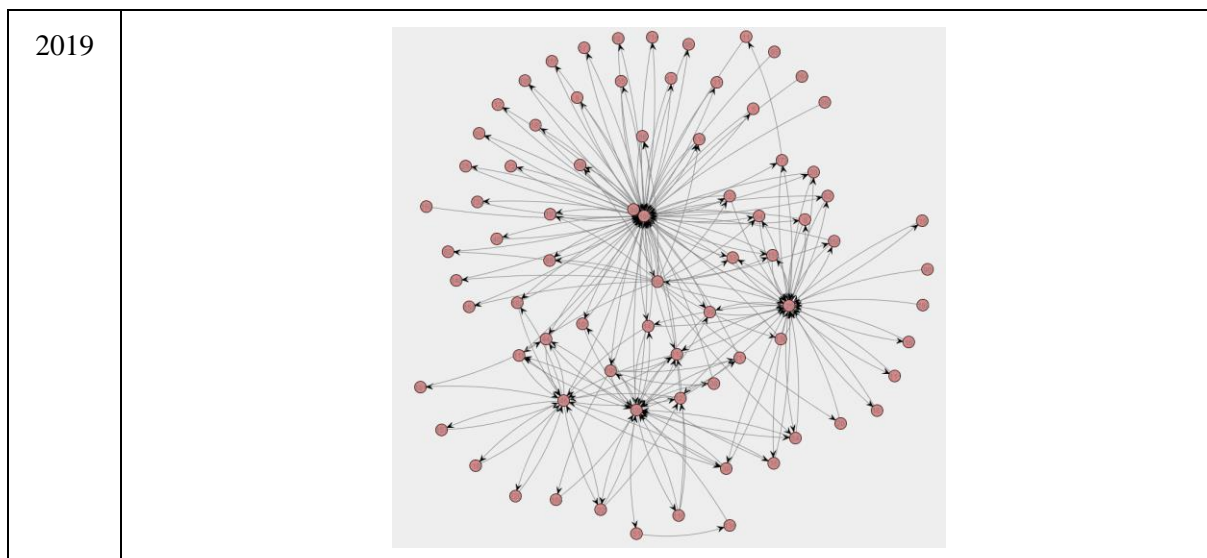


Tabela 2 - Social Network entre os anos 2017 e 2019

Para entender o fluxo de informações e a frequência com que as pessoas/recursos participantes do processo de negócio interagem, foi realizada a importação do *log* de eventos para a ferramenta Disco, que pode ser acessado em <https://fluxicon.com>, indicando a coluna principal como “*resource*”. O *output* permite observar a forma como os recursos se relacionam: pode-se ver quem envia trabalho para quem, com que frequência e qual a intensidade da relação dos recursos em causa.

Na tabela 3, podemos observar alguns aspetos quanto ao relacionamento entre recursos. As ligações mais espessas/fortes indicam uma relação mais forte, de maior frequência, enquanto que os relacionamentos de menor intensidade são representados por ligações de menor dimensão.

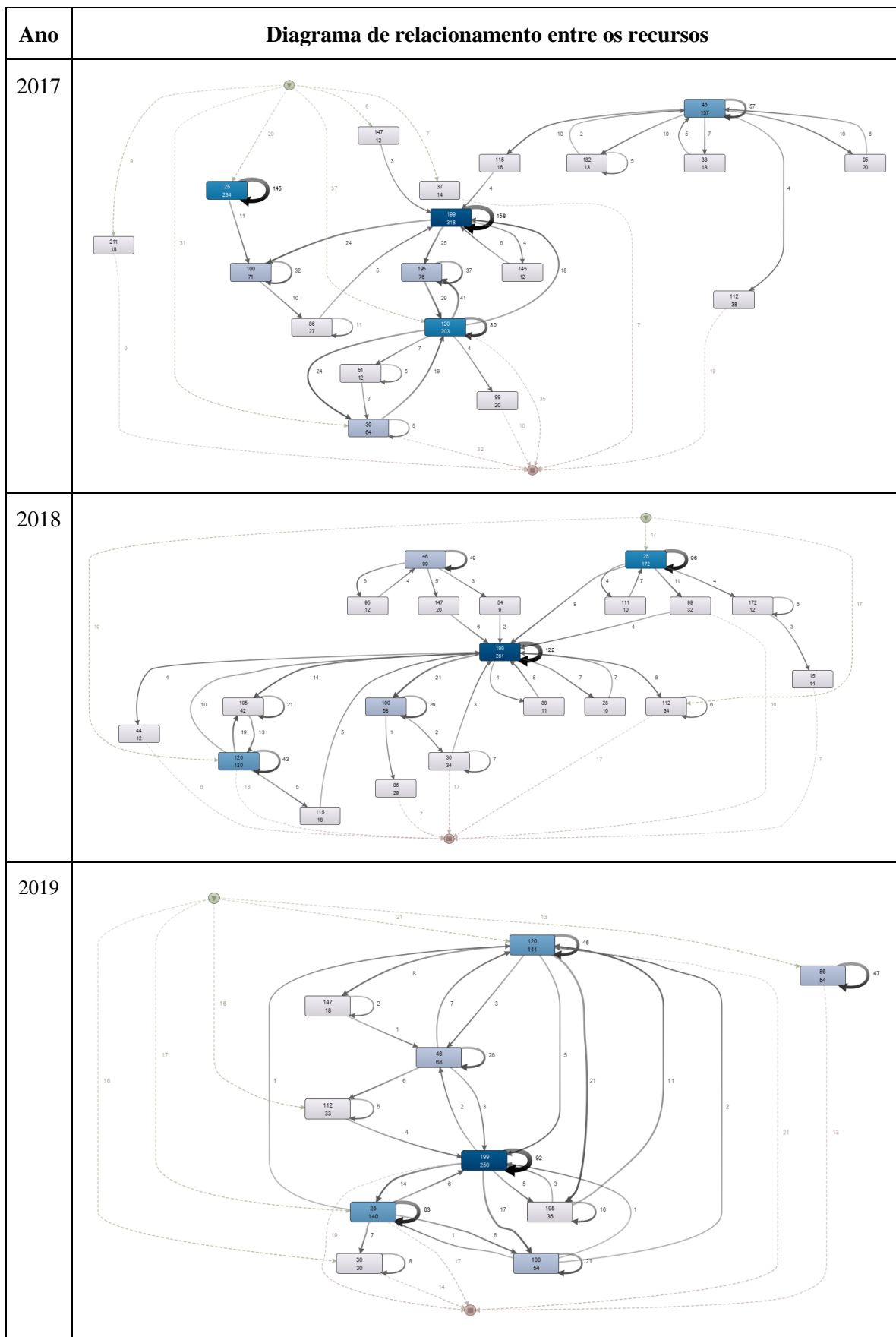


Tabela 3 - Diagrama de relacionamento entre recursos

No *log* de eventos, a coluna de departamentos foi editada para que fosse possível fazer uma identificação das entidades externas que prestam serviços e suporte à empresa, bem como os departamentos internos. As entidades externas têm um prefixo “EXT”, enquanto os departamentos internos da empresa têm o prefixo “HUF”. O *log* de dados, após as alterações mencionadas, foi importado na ferramenta Disco para gerar os diagramas de relacionamento.

Na figura 7, podemos observar o diagrama de relacionamento geral, isto é, entre os departamentos internos e externos. Neste diagrama, pode-se observar a frequência de cada relação, o quão forte é cada relação, bem como os departamentos mais requisitados – caixa azul mais escura.

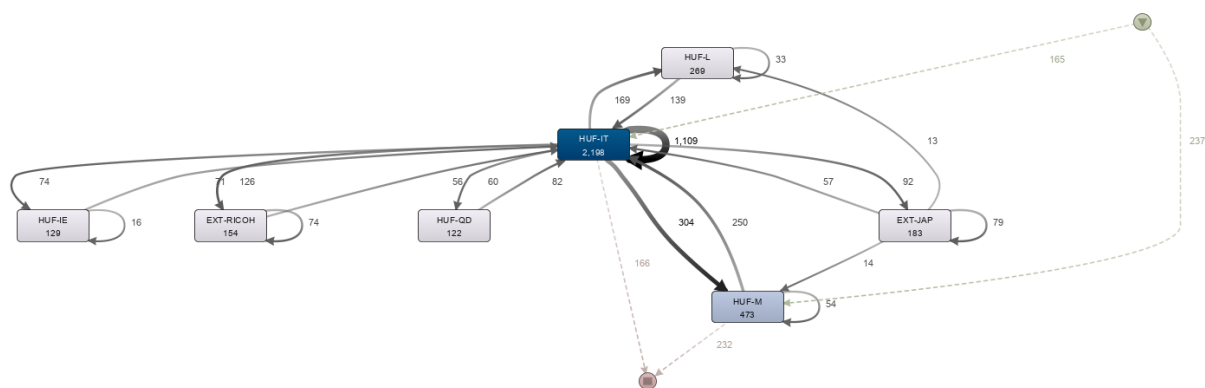


Figura 7 - Relacionamento entre departamentos internos e externos

Após a descoberta do relacionamento entre os elementos externos e internos participantes do processo, pretendeu-se fazer a análise individual, isto é, a análise do relacionamento entre os departamentos internos, bem como entre os departamentos externos.

Com os diagramas de relacionamento descritos na tabela 4, é possível observar como os departamentos de suporte externo interagiram com o processo ao longo dos anos e de que forma se relacionaram. Os diagramas da tabela permitem visualizar se existiram mudanças nos departamentos externos mais requisitados, bem como quais os externos que se relacionam, com que frequência e qual a força do relacionamento. Note-se que as outras organizações do grupo Huf foram definidas como externas (Huf alemã e Huf espanhola referidas na tabela 4).

Ano	Diagrama
Geral	<p>The general diagram shows a network of nodes representing external systems. The nodes are: EXT-BPCS (24), EXT-JAP (183), EXT-Partners (81), EXT-RICOH (154), EXT-PT (16), EXT-Tsystems (21), EXT-AC (4), EXT-HUF-D (9), and EXT-HUF-e (7). There are two main paths: a solid line path and a dashed line path. The solid line path starts from a source node (green circle with 'v') and goes through EXT-BPCS, EXT-Partners, EXT-RICOH, EXT-PT, and EXT-JAP. The dashed line path starts from the source node and goes through EXT-AC, EXT-HUF-D, and EXT-HUF-e. There are also direct transitions from the source node to EXT-Tsystems and EXT-PT. The transition counts are: Source to EXT-BPCS (12), Source to EXT-Partners (81), Source to EXT-AC (2), Source to EXT-Tsystems (11), Source to EXT-PT (2), Source to EXT-HUF-D (5), Source to EXT-HUF-e (4). Transitions between nodes: EXT-BPCS to EXT-Partners (1), EXT-Partners to EXT-RICOH (1), EXT-Partners to EXT-PT (2), EXT-RICOH to EXT-Partners (1), EXT-PT to EXT-Partners (2), EXT-Partners to EXT-JAP (9), EXT-JAP to EXT-Partners (15), EXT-JAP to Source (79), EXT-Tsystems to Source (10), EXT-AC to Source (2), EXT-HUF-D to Source (5), EXT-HUF-e to Source (4).</p>
2017	<p>The 2017 diagram shows a similar network of nodes: 141-EXT-HUF-D (7), 100-EXT-JAP (71), 195-EXT-RICOH (76), 86-EXT-Partners (18), 224-EXT-Partners (4), 122-EXT-HUF-e (4), 51-EXT-Tsystems (12), and 188-EXT-Partners (4). The solid line path starts from a source node (green circle with 'v') and goes through 141-EXT-HUF-D, 86-EXT-Partners, 100-EXT-JAP, and 195-EXT-RICOH. The dashed line path starts from the source node and goes through 224-EXT-Partners, 122-EXT-HUF-e, and 188-EXT-Partners. There are also direct transitions from the source node to 51-EXT-Tsystems and 195-EXT-RICOH. The transition counts are: Source to 141-EXT-HUF-D (4), Source to 86-EXT-Partners (29), Source to 100-EXT-JAP (2), Source to 195-EXT-RICOH (38), Source to 224-EXT-Partners (2), Source to 122-EXT-HUF-e (2), Source to 51-EXT-Tsystems (6), Source to 188-EXT-Partners (2). Transitions between nodes: 141-EXT-HUF-D to 86-EXT-Partners (4), 86-EXT-Partners to 100-EXT-JAP (6), 100-EXT-JAP to 86-EXT-Partners (10), 86-EXT-Partners to 195-EXT-RICOH (28), 195-EXT-RICOH to 86-EXT-Partners (37), 100-EXT-JAP to Source (26), 195-EXT-RICOH to Source (37), 224-EXT-Partners to Source (2), 122-EXT-HUF-e to Source (2), 188-EXT-Partners to Source (2).</p>
2018	<p>The 2018 diagram shows a simplified network of nodes: 100-EXT-JAP (58), 86-EXT-Partners (14), 195-EXT-RICOH (42), 172-EXT-PT (12), and 51-EXT-Tsystems (6). The solid line path starts from a source node (green circle with 'v') and goes through 86-EXT-Partners and 100-EXT-JAP. The dashed line path starts from the source node and goes through 195-EXT-RICOH, 172-EXT-PT, and 51-EXT-Tsystems. There are also direct transitions from the source node to 195-EXT-RICOH and 172-EXT-PT. The transition counts are: Source to 86-EXT-Partners (28), Source to 100-EXT-JAP (20), Source to 195-EXT-RICOH (4), Source to 172-EXT-PT (4), Source to 51-EXT-Tsystems (3). Transitions between nodes: 86-EXT-Partners to 100-EXT-JAP (1), 100-EXT-JAP to 86-EXT-Partners (1), 86-EXT-Partners to 195-EXT-RICOH (28), 195-EXT-RICOH to 86-EXT-Partners (20), 100-EXT-JAP to Source (26), 195-EXT-RICOH to Source (20), 172-EXT-PT to Source (4), 51-EXT-Tsystems to Source (3).</p>

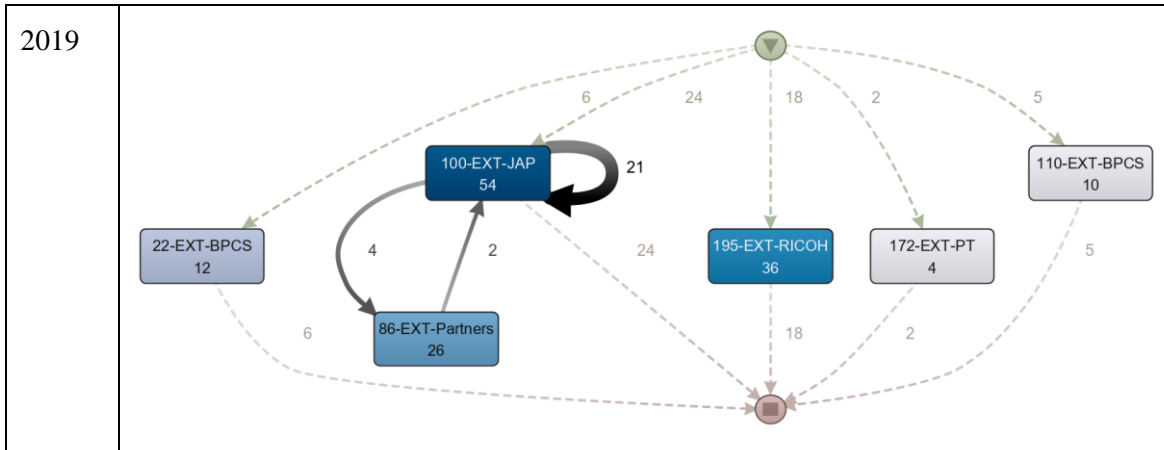


Tabela 4 - Diagramas de relacionamento entre departamentos externos

Na tabela 5, temos o diagrama de relacionamento entre os departamentos internos da empresa, nos anos de 2019, 2018 e 2017. É possível, a partir daí, observar as forças das relações, os departamentos mais ativos, isto é, com mais iterações, bem como analisar se existiram mudanças ao longo dos anos.

Ano	Diagrama
Geral	
2019	
2018	

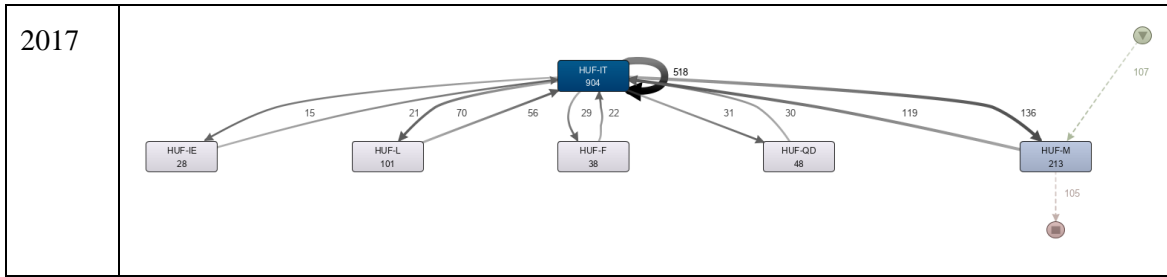
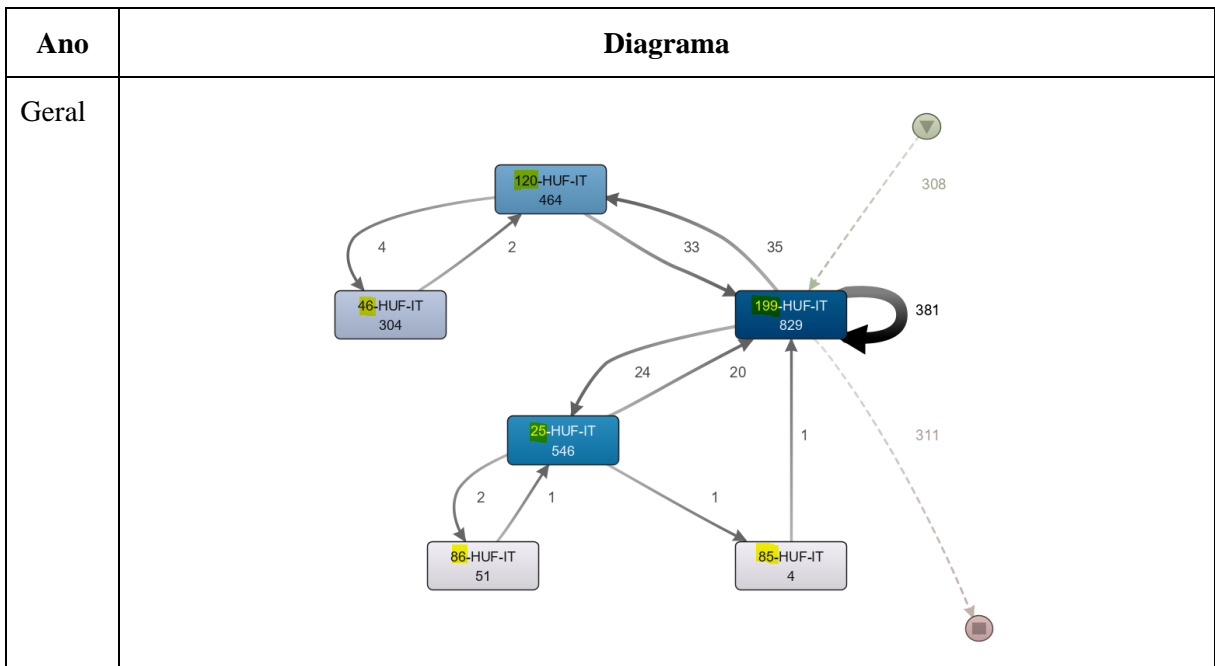


Tabela 5 - Relacionamento entre departamentos internos entre os anos de 2017 e 2019

Tratando-se de um processo de negócio em que o departamento de TI é o centro, fez-se, também, a análise de como os integrantes desse departamento se relacionam. A partir dos diagramas de relacionamento entre os integrantes do setor de TI, é possível identificar quem é o principal interlocutor do departamento, quem do departamento se relaciona no contexto dos incidentes e com que frequência as interações entre os membros do departamento ocorrem. Essa análise foi feita, não só de forma geral, com os dados dos anos de 2019, 2018 e 2017, como também isoladamente em cada ano. Os diagramas de relacionamento entre os integrantes do departamento de TI estão na tabela 6.



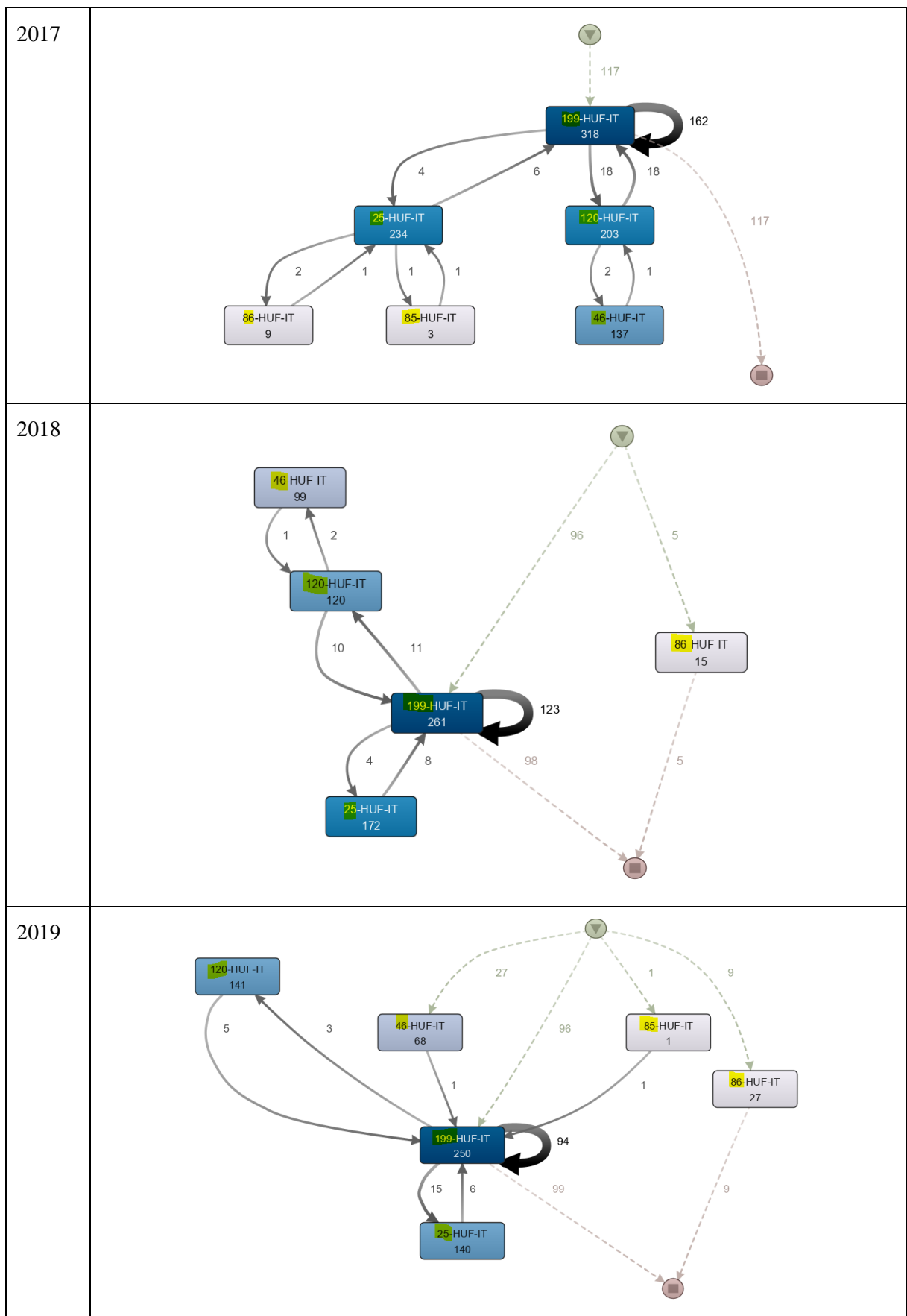


Tabela 6 - Diagramas de relacionamento entre os recursos do departamento de TI

3.4. Conformidade

A análise de conformidade tem como objetivo identificar o que está conforme o processo. Para facilitar as análises, realizou-se uma concatenação das colunas de atividade e de “role”, já que existem atividades diferentes que são executadas em diferentes níveis de suporte, mas com o mesmo nome, como sendo a atividade denominada “Diagnose”.

Para realizar a análise de conformidade, recorreu-se as ferramentas ProM e Disco. No Disco, após a importação do *log* de eventos, obteve-se o mapa da execução as atividades do processo, nos modelos BPMN, conforme mostra a figura 8.

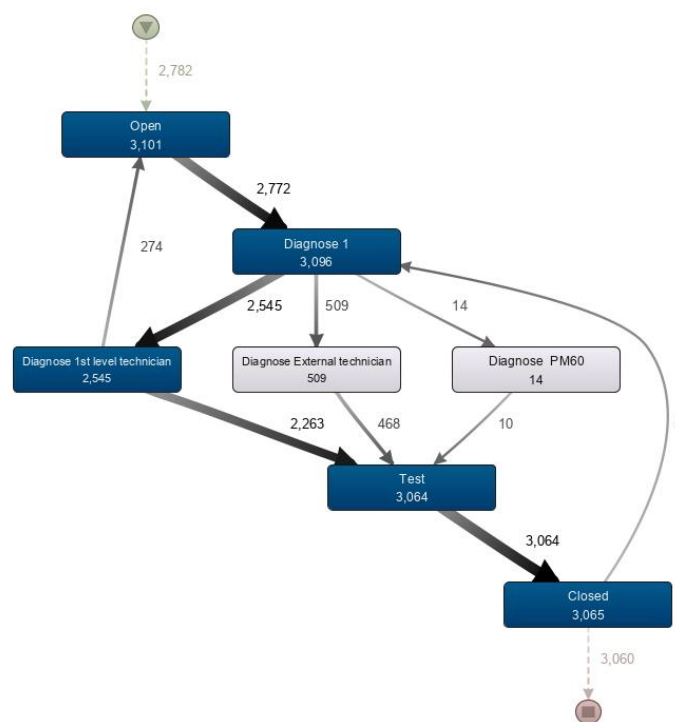


Figura 8 - Mapa de execução do processo de incidentes (Disco)

O *plug-in* de análise de conformidade do ProM, denominado “*Reply a log on petri net for formance analysis*”, a partir da técnica de *reply*, faz a comparação de um *log* de execução com um *log* modelo. Para a obtenção do *log* modelo, utilizou-se uma ferramenta do Disco, que é o filtro por variantes. Nesse filtro, é possível observar todas as variantes de execução do processo e sua frequência. A figura 9 ilustra as frequências das variantes do processo, e também o filtro que foi feito para considerar apenas os 98% dos casos mais comuns.

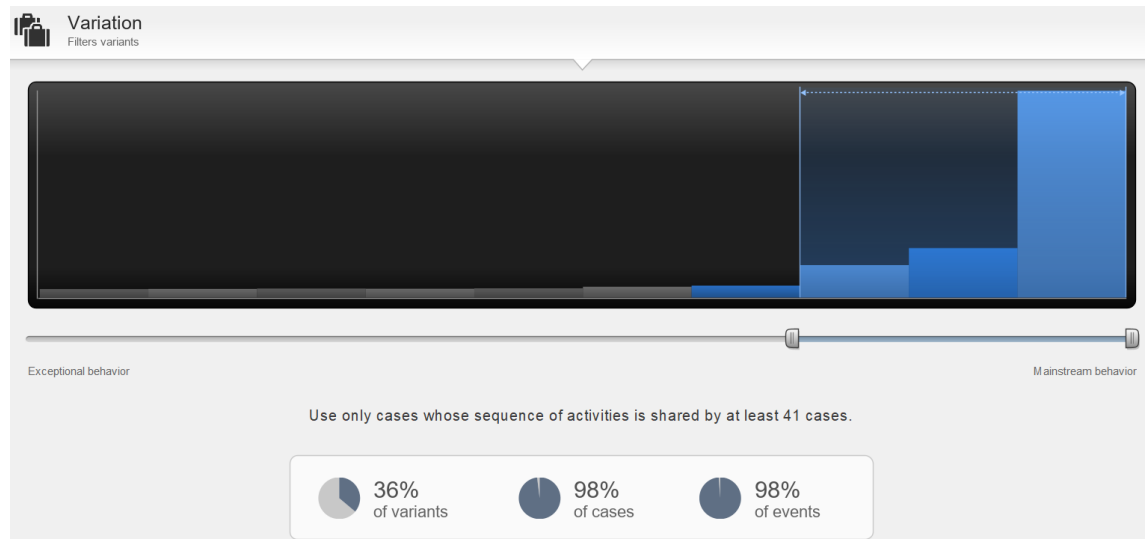


Figura 9 - Eliminação do ruído para concepção do *log* modelo

Após a eliminação do ruído de 2%, foi feita a exportação do *log* modelo no Disco. O Disco já realizou a exportação do *log* no formato XES. O *log* modelo foi importado no ProM, e com o *plug-in* do algoritmo *Inductive Miner*, foi gerada a rede Petri. A utilização do *plug-in* de verificação de conformidade, recebe duas entradas: a rede Petri e o arquivo de *log* do processo modelo. A partir daí, são feitas as verificações de conformidade entre o modelo do *log* e a rede Petri. Como *output*, conforme ilustra a figura 10, tem-se um diagrama BPMN, com as atividades e seus relacionamentos.



Figura 10 - Output ProM: verificação de conformidade

As atividades com contorno vermelho representam a não conformidade. As barras em lilás na caixa das atividades, indicam a frequência de casos com execuções divergentes em relação ao modelo. As barras em verde, indicam a frequência de casos em que o processo foi executado em conformidade com o modelo. As atividades com caixa azul escura, indicam as atividades frequentes na execução do processo. Os círculos brancos indicam os trajetos que foram seguidos em conformidade com o modelo, enquanto que os círculos amarelos, indicam movimentos fora do modelo, ou seja, não conformes. Os círculos maiores indicam movimentações alternativas mais frequentes. Os retângulos pretos indicam pontos de decisões de trajetórias a serem seguidas após a execução de uma atividade.

3.5. Análise de resultados

No processo da descoberta, foi possível analisar e entender como o processo foi executado ao longo do tempo com o apoio do diagrama BPMN gerado a partir da ferramenta ProM. Nota-se nos diagramas da tabela 1 que existiram mudanças na forma como o processo foi executado nos últimos três anos. Em cada ano houve características de execução diferentes, destacando-se o ano de 2019 com um maior número de variantes.

Quanto ao modelo de processo dos incidentes de TI, com base na descoberta do processo, constatou-se que não ocorrem atividades do processo de nível dois, ou seja, as atividades de “*Second Level support*”, conforme indicado no diagrama de modelo do processo da empresa, apresentado na figura 5. Recomenda-se, portanto que o processo seja revisto e, se esse nível de suporte, de facto, não ocorre, deve ser retirado no diagrama de definição.

No que respeita aos *logs* de eventos de execução das atividades do processo, recomenda-se que na coluna referente as atividades do processo, seja concatenado também o “*role*”. O *role* determina se a atividade faz parte do *SPOC*, Primeiro Nível, Segundo nível ou suporte externo. Essa alteração no *log* de eventos facilitará a análise das atividades do processo, já que as atividades de “*Diagnose*” e “*Test*”, por exemplo, se realizam nas diversas etapas/níveis de suporte. Sugere-se também que sejam adicionados, no *log* de eventos, os registos relativamente a atividade de “*Implement Solution*”, para que seja possível mapear em que nível, de facto, a solução foi implementada, testada e finalizada.

Quanto à análise das redes sociais envolventes no processo, isto é, a análise de como os recursos do processo se relacionam, nota-se nos diagramas da tabela 4 que todos os recursos tendem a relacionar-se com outro, isto é, existem poucos pontos soltos, que podem inclusive ser considerados como ruído por algum evento no *log* de dados estar incompleto. O facto de existirem poucos pontos soltos no sociograma dá a ideia de que existe uma cadeia de relacionamento entre os recursos.

Com os diagramas da figura 3, que diz respeito à forma como os diversos departamentos participantes do processo – sejam internos ou externos – se relacionam, é possível observar que o departamento HUF-IT é o central, visto que o processo de negócio em causa é desse departamento. O departamento central relaciona-se principalmente com o HUF-M e HUF-L. Os departamentos externos possuem uma frequência e relacionamento bastante equilibrado.

Conforme é possível observar na tabela 4, os departamentos externos também se relacionam entre si. Nos diagramas de relacionamento dos departamentos internos, apresentados na tabela 5, observa-se o setor HUF-IT no centro. Os relacionamentos mais fortes e com maior frequência são com o departamento HUF-L e HUF-M, conforme já constatado no diagrama de relacionamento entre todos os departamentos. O setor central executa, portanto, a maior parte das atividades do processo, e existe um relacionamento forte dentro do departamento.

Quanto à análise de relacionamento dos recursos do setor HUF-IT, nota-se nos diagramas da tabela 6 que, nos últimos três anos existiram três elementos principais, sendo eles os recursos de código 199, 25 e 120.

De encontro aos diagramas de relacionamento entre os recursos do departamento de TI, que constam na tabela 6, tem-se também a figura 11, que foi obtida através da ferramenta Celonis, que pode ser acessada em <http://www.celonis.com>. Trata-se de uma visão diferente do que já se pode constatar nos diagramas provenientes do Disco, no que respeita aos recursos com o maior número de iterações nas atividades do processo. Podemos concluir, portanto, que os integrantes do departamento de TI que mais possuem iterações, isto é, que têm vindo a executar a maior parte das atividades, são os de código 199, 25 e 120.

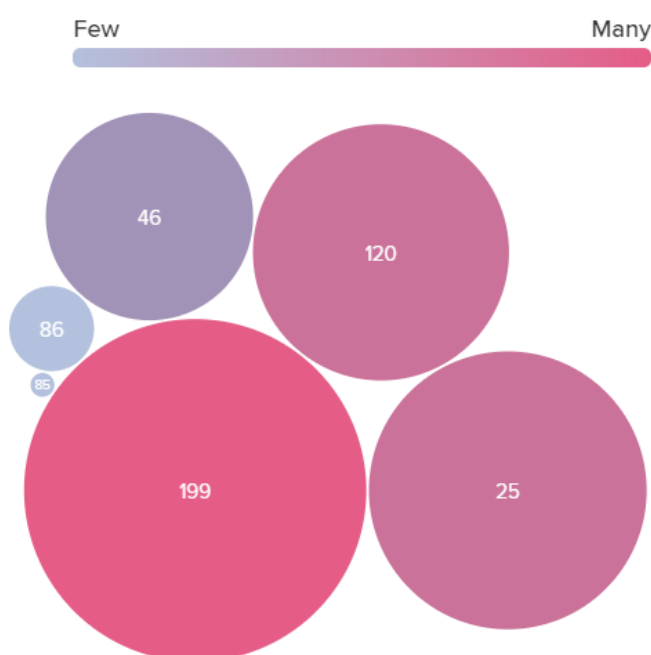


Figura 11 - Análise Social by Celonis

Esses recursos são igualmente o centro dos gráficos de análise de redes sociais apresentados na tabela 4. Com os socio-diagramas da tabela 2, é possível observar também que cada recurso do departamento de TI tende a receber contactos das mesmas pessoas, formando assim pequenos clusters de interação.

3.6. Consequências da análise na empresa

Perante estes resultados, a empresa decidiu levar a cabo algumas ações, no que diz ao processo, em si, e no que diz respeito às interações sociais que decorrem durante o processo. Em relação ao próprio processo, deve-se, através de reuniões com os intervenientes principais do processo, perceber a(s) causa(s) das variantes ao longo dos anos civis analisados. A partir da descoberta de conhecimento

do processo, pode refazer-se a sua representação prescritiva (prevista), de forma a refletir a realidade e a reforçar as regras de negócio.

Em relação às interações sociais do processo, os resultados devem ser apresentados às pessoas e departamentos envolvidos e tentar-se compreender e justificar as razões de tais interações. Caso seja considerado relevante, pode-se tentar melhorar o processo, com base nas interações sociais, por forma a equilibrar a alocação dos recursos e evitar eventuais falhas de serviço por ausência dos elementos mais intervenientes.

4. CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO

O *process mining*, nos dias de hoje, revela-se uma ferramenta poderosa no que toca à análise de processos, já que permite, entre outros, identificar padrões ou desvios durante a execução desses mesmos processos. Estas análises possibilitam a implementação de medidas que visem diminuir ou eliminar esses desvios, por um lado, e melhorar/otimizar processos, por outro.

O processo de incidentes analisado levou a entender o comportamento dos processos de incidentes na Huf Portuguesa. Permitiu, também, perceber a forma como os departamentos se relacionam, durante a execução do processo, bem como a forma como os recursos (pessoas) interagem entre si. Estas análises levam a identificar sobrecargas ou recursos/departamentos menos ativos.

A análise atual do processo permitiu perceber que existem mais variantes do processo no último ano, comparando com os anteriores. Percebeu-se, também, que o processo descritivo ou real nem sempre corresponde ao processo prescritivo, havendo etapas que não são executadas ou registadas, pelo que se pode rever o modelo do processo. Existem recursos e departamentos muito mais solicitados do que outros, nomeadamente o departamento e recursos de TI. Dentro do departamento de TI, existem alguns recursos muito mais solicitados, já que grande parte dos incidentes passa por esses recursos. Também no que diz respeito à rede dos departamentos externos, um dos departamentos, nos últimos 2 anos, tornou-se muito mais solicitado, em relação aos outros e aos anos anteriores. Perante os resultados, a empresa considerou que se devem analisar e compreender os resultados, de forma a alinhar estratégias para, se possível, implementar melhorias.

Foram usadas diferentes ferramentas de *process mining*, já que estas se completam e permitem obter diferentes tipos de outputs. A ferramenta ProM usa diferentes *plug-ins* de algoritmos para fazer a análise do processo e respetiva conformidade, enquanto a ferramenta Disco permite entender melhor a forma como os recursos se relacionam durante a execução do processo. Por fim, a ferramenta Celonis complementa o Disco, nomeadamente na construção de diagramas de relações entre recursos. Estas ferramentas e, em particular, as características atrás referidas, foram utilizadas neste processo em particular. De salientar que qualquer destas ferramentas é muito mais ampla e permite

aceder a muito mais funcionalidades, de acordo com o tipo de processo e informação que se está a analisar.

Analisar processos, através dos dados reais gerados nas empresas, pelos diversos sistemas de informação, permite diminuir erros, identificar falhas, melhorar processos, implementar ações de melhoria, analisar interações, identificar sobrecargas e/ou inatividade, entre outros. Tudo isto permite que a empresa aumente a sua produtividade, otimize recursos e aumente o seu autoconhecimento.

Como trabalho futuro, podem ser analisados outros processos da empresa, nomeadamente nas linhas de produção, já que esse é o negócio da empresa, podendo, desta forma, maximizar a produtividade e minimizar as falhas e desvios. Por outro lado, aprofundar o conhecimento das diferentes ferramentas e aplicações do *process mining* pode levar a usar estas ferramentas noutras áreas de investigação/empresarial.

5. AGRADECIMENTOS

Este trabalho é financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto Ref^a UIDB/05583/2020. Agradecemos adicionalmente ao Centro de Investigação em Serviços Digitais (CISeD) e ao Politécnico de Viseu pelo apoio prestado.

REFERÊNCIAS

Aalst, W. M., Reijers, H. A., & Song, M. (s.d.). *processmining.org*. Fonte: Process Mining: http://www.processmining.org/_media/publications/aalst2005g.pdf

Aragon Fernandes, A., & Oliveira Costa Neto, P. (1996). *Gestão e Produção*, 173-188.

Calmas, F. R. (2011). *Site da Faculdade de Tecnologia de São Paulo*. Fonte: <http://www.fatecsp.br/dti/tcc>: <http://www.fatecsp.br/dti/tcc/tcc0039.pdf>

Fluxicon. (s.d.). *Fluxicon - Disco*. Fonte: <https://fluxicon.com/book/read/dataext/#introduction-eventlogs>

Francês, P. D. (agosto de 2003). *Introdução às Redes Petri*. Fonte: Universidade Federal do Pará: https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA409/redes_de_petri.pdf

Garcia, C., Meinheim, A., Faria Junior, E., Dallagassa, M., Sato, D., Carvalho, D., . . . Scalabrin, E. (2019). Process Mining techniques and applications - A systematic mapping study. *Expert Systems with Applications*, 133, pp. 260-295.

Kerremans, M. (2018). *Market Guide for Process Mining*. Gartner.

- Maita, A. R. (2016). Um estudo da aplicação de técnicas de inteligência computacional e de aprendizado de máquina em mineração de processos de negócio. *Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola de Artes, Ciências e Humanidades - Universidade de São Paulo*, p. 129.
- Poloni, B. (dezembro de 2019). *Blog Introduce*. Fonte: <https://introduceti.com.br/blog/o-que-sao-dados-anonimizados-e-pseudoanonimizados/>
- Trad, S., & Amaru Maximiliano, A. (2009). Seis Sigma: Fatores Críticos de Sucessos para a sua Implantação. *ANPAD: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração*, p. 19.
- Will, v., W M P and, W., & A J M M and Maruster, L. (2004). Workflow Mining: Discovering process models from event logs. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, vol 16.