



Lisbon School  
of Economics  
& Management  
Universidade de Lisboa

## **MESTRADO**

# **MÉTODOS QUANTITATIVOS PARA A DECISÃO ECONÓMICA E EMPRESARIAL**

## **TRABALHO FINAL DE MESTRADO**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO ELABORADO PARA OBTENÇÃO DO  
GRAU DE MESTRE**

**ANÁLISE DE CONFORMIDADE EM PROCESSOS DE SAÚDE:  
ESTUDO DO CANCRO DA MAMA NO HOSPITAL DA LUZ DE  
LISBOA**

**CAROLINA SOFIA MATOS MARQUES**

### **ORIENTAÇÃO:**

PROFESSORA DOUTORA TERESA MELO (SAARLAND UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES,  
SAARBRÜCKEN)

DOUTOR FILIPE COSTA (HOSPITAL DA LUZ, LISBOA)

**OUTUBRO - 2021**



Lisbon School  
of Economics  
& Management  
Universidade de Lisboa

*Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não  
é senão uma gota de água no mar. Mas o mar  
seria menor se lhe faltasse uma gota.*

Madre Teresa de Calcutá

## **Glossário**

**BPM** – *Business Process Management*

**BPMN** – *Business Process Management Notation*

**BPD** – *Business Process Diagram*

**CM** – Cancro da Mama

**CP** – *Clinical Pathway*

**CSV** – *Comma Separated Values*

**EUSOMA** – *European Society of Breast Cancer Specialists*

**EPC** – *Event-Driven Process Chain*

**ICHOM** – *International Consortium for Health Outcomes Measurement*

**MCDT** – Métodos Complementares de Diagnóstico e Tratamento

**QI** – *Quality indicator*

**UML** – *Unified Modeling Language*

**XES** – *Extensive Event Stream*

## **Resumo**

Este relatório incide na análise de conformidade em processos de saúde relativos ao cancro da mama, no Hospital da Luz de Lisboa.

O trabalho desenvolvido tem como objetivo propor a utilização de técnicas e ferramentas de *process mining* para a área da saúde, de modo a que estas técnicas possam auxiliar na descoberta e melhoria do fluxo de atividades, permitindo aumentar a eficiência do processo de tratamento de cada paciente. Estas técnicas permitem a descoberta de padrões e relações através da extração de dados, visando a redução de custos financeiros.

Numa primeira fase procedeu-se ao processamento dos dados, e de seguida definiu-se o modelo que inclui o mapeamento do percurso idealmente percorrido por um doente, desde o diagnóstico até ao tratamento. Este modelo permite avaliar a conformidade entre a prática clínica observada e o percurso clínico pré-estabelecido.

A análise de conformidade foi realizada ao longo de várias etapas, utilizando o *software ProM Tools*.

**Palavras-chave:** *process mining, business process model and notation, rede de petri, análise de conformidade, cancro da mama*

## **Abstract**

This report focuses on the analysis of compliance in health processes related to breast cancer, at Hospital da Luz de Lisboa.

The work developed aims to propose the adaptation of techniques and tools of process mining for the health area, so that these techniques help in the discovery and improvement of the flow of activities, allowing to increase the efficiency of the treatment process for each patient. These techniques allow the discovery of patterns and relationships, by extracting relevant data, reducing financial costs.

In a first phase, data processing was carried out, and then the model that includes the mapping of the ideal pathway followed by each patient from diagnostic to treatment was defined. This model allows to evaluate the conformity between an observed clinical practice and the pre-established clinical pathway.

A compliance analysis was performed over several steps using ProM Tools software.

**Keywords:** process mining, business process model and notation, petri net, conformance analysis, breast cancer

## Índice

<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVO .....	1
1.2 ENQUADRAMENTO .....	1
1.3 ESTRUTURA DO DOCUMENTO.....	2
<b>CAPÍTULO 2: REVISÃO DE LITERATURA E METODOLOGIA .....</b>	<b>3</b>
2.1 CANCRO DA MAMA.....	3
2.2 <i>CLINICAL PATHWAY</i> .....	4
2.2.1 <i>CLINICAL PATHWAY</i> - EUSOMA E ICHOM .....	4
2.2.2 IMPLEMENTAÇÃO DO <i>CLINICAL PATHWAY</i> .....	6
2.3 <i>EVENT LOG</i> .....	6
2.4 <i>PROCESS MODELING</i> .....	7
2.5 <i>PROCESS MINING</i> .....	9
2.5.1 CONCEITOS DE <i>PROCESS MINING</i> .....	9
2.5.2 TÉCNICA DE <i>PROCESS MINING</i> .....	12
2.6 ANÁLISE DE CONFORMIDADE.....	14
<b>CAPÍTULO 3: CASO DE ESTUDO .....</b>	<b>17</b>
3.1 MODELAÇÃO PROCESSUAL DO CP.....	17
3.2 DADOS.....	18
3.3 PROCESSAMENTO DOS DADOS.....	18
3.4 <i>ProM TOOLS</i> .....	19
3.5 ALGORITMO APLICADO NO <i>ProM TOOLS</i> .....	20
<b>CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>24</b>
4.1 ANÁLISE DA CONFORMIDADE.....	24
4.2 AVALIAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DA CONFORMIDADE.....	26
4.3 ANÁLISE DE RESULTADOS CLÍNICOS.....	27
4.4 ANÁLISE DE CUSTOS.....	30
<b>CAPÍTULO 5: CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO.....</b>	<b>33</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>35</b>

## Índice de Tabelas

Tabela I - <i>Event Log</i> fornecido pelo Hospital da Luz .....	7
Tabela II - Características da amostra .....	24
Tabela III - Dados retirados da análise de conformidade.....	26
Tabela IV - Atividades e custos associados na amostra de 142 pacientes .....	30

## Índice de Equações

Equação 1 - Algoritmo A* - função de avaliação .....	21
Equação 2 - <i>Cost-based replayer</i> - função da <i>fitness</i> .....	22

## Índice de Figuras

Figura 1 - BPMN: categorias de elementos .....	9
Figura 2 - Exemplo de um diagrama BPMN na área de produção .....	9
Figura 3 - <i>Process mining</i> .....	10
Figura 4 - Técnicas de <i>process mining</i> : a) descoberta, b) verificação de conformidade, e c) aprimoramento .....	11
Figura 5 - Exemplo de uma rede de Petri.....	13
Figura 6 - Métricas de avaliação da conformidade .....	15
Figura 7 - Visão global do <i>ProM</i> .....	20
Figura 8 - Idade dos pacientes na amostra .....	24
Figura 9 - <i>Box Plot</i> da <i>trace fitness</i> .....	25
Figura 10 - Número de pacientes por percentagem da <i>trace fitness</i> .....	25
Figura 11 - Análise de Conformidade - <i>Project Alignment to Log</i> (PNetReplayer) para cinco pacientes da amostra.....	27
Figura 12 - Diagrama de dispersão entre a <i>trace fitness</i> e o número de atividades efetuadas por paciente.....	28
Figura 13 - Diagrama de dispersão entre a <i>trace fitness</i> e o custo total.....	28
Figura 14 - Análise do peso de cada atividade em termos de quantidade (no total dos pacientes) .....	29
Figura 15 - Análise do peso de cada atividade em termos de custos (no total dos pacientes) .....	29
Figura 16 - Diagrama de dispersão entre a <i>trace fitness</i> e o desvio absoluto em relação ao CP ....	32

## **Agradecimentos**

Aos meus pais, pelo apoio incondicional em todas as fases da minha vida e pelas palavras de incentivo nos momentos mais difíceis. Mostram-me todos os dias que a luta pelos nossos sonhos e objetivos se torna mais fácil com amor, união, dedicação e persistência.

À minha irmã pela disponibilidade, otimismo e por ser a minha confidente. À minha família, aos meus avós, à minha madrinha e em especial à Madalena pelo carinho e por estarem sempre presentes nos momentos mais importantes.

Ao Guilherme, pelo companheirismo, compreensão e motivação.

Às minhas amigas, Catarina e Rita, pela amizade e ajuda ao longo destes últimos anos.

Aos meus orientadores, Prof. Teresa Melo e Dr. Filipe Costa, pela competência e pelo tempo que generosamente dedicaram ao meu TFM de forma a transmitirem os melhores e mais úteis ensinamentos, por terem facilitado o acesso a uma pesquisa mais desenvolvida e enriquecedora e ainda pelas suas críticas tão oportunas e construtivas.

A todos um sincero obrigado.



# CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

## 1.1 Objetivo

Este relatório foi elaborado durante o estágio no Hospital da Luz – *Learning Health* (que se iniciou no dia 1 de fevereiro de 2021 e terminou no dia 30 de agosto de 2021), como consequência de um protocolo entre o Instituto Superior de Economia e Gestão e o Hospital da Luz de Lisboa.

O estágio foi realizado na empresa *Learning Health*, dedicada à formação avançada de profissionais, investigação translacional e desenvolvimento nas áreas da prestação e gestão de cuidados de saúde, em Portugal. Pertence ao Grupo Luz Saúde, reconhecido operador na prestação de cuidados de saúde, pela prática de uma medicina de excelência e inovação em cuidados de elevada especialização e complexidade com o compromisso de garantir o melhor diagnóstico e tratamento médico que o talento, a evolução e a dedicação podem proporcionar (Hospital da Luz, 2021).

Ao longo do estágio, o objetivo principal foi aplicar os conhecimentos adquiridos no mestrado em Métodos Quantitativos para a Decisão Económica e Empresarial e complementar os mesmos com a informação obtida através da exploração desta nova área de *process mining* especializada na saúde.

Este trabalho apresenta um enquadramento ao tema de *process mining* através da utilização do *software ProM Tools 6.10*, com a finalidade de analisar os processos de tratamento médico efetuados pelo Hospital da Luz e analisar os custos associados a cada procedimento.

## 1.2 Enquadramento

Devido à crescente relevância da manipulação e interpretação de dados, as organizações das mais variadas áreas decidiram adotar diferentes processos e sistemas de informação (SI), de modo a controlar os diversos processos de negócios. Neste sentido, o *process mining* é uma disciplina emergente que engloba múltiplas ferramentas para apoiar melhorias de processo. Este conceito parte de registos de eventos extraídos de um SI para descobrir, analisar e melhorar processos.

Este estudo incide no contexto do rápido desenvolvimento dos sistemas de informação hospitalar, que disponibilizam uma quantidade significativa de dados dos pacientes, acompanhando assim a constante evolução da ciência com o objetivo de aumentar a eficiência dos processos desempenhados pelo Hospital da Luz de Lisboa.

O avanço da tecnologia proporciona a necessidade de prestação de serviços de saúde de alta qualidade, permitindo uma análise de dados clínicos e a uma extração de conhecimento relevante.

Neste trabalho, foram utilizados os dados dos doentes com cancro da mama, que iniciaram e terminaram o trajeto oncológico no ano de 2020, no Hospital da Luz de Lisboa. O objetivo do trabalho desenvolvido passa pela verificação de conformidade, de modo a determinar se os procedimentos efetuados coincidem com os procedimentos pré-estabelecidos, utilizando o *software* de *process mining* – *ProM Tools*, e verificar o impacto dos custos nos processos observados.

### **1.3 Estrutura do documento**

Este relatório é constituído por cinco capítulos. No presente capítulo, o primeiro, é apresentado o tema desenvolvido e os objetivos do projeto.

No segundo capítulo, a revisão de literatura é efetuada, sendo iniciada por uma descrição da metodologia. De seguida, é apresentado o conceito de *clinical pathway* (CP). Ainda neste capítulo, é abordado o conceito de *process mining* no processamento dos dados, de *process modeling* e, por último, o conceito de *Business Process Management Notation* (BPMN), que se tornou uma das notações mais utilizadas na área de modelação de processos.

O terceiro capítulo descreve o caso prático estudado durante o estágio. Neste tópico é apresentada a componente prática do trabalho desenvolvido, desde o mapeamento ao processamento de dados, abordando ainda a aplicação do algoritmo utilizado para a análise de conformidade.

No quarto capítulo são apresentados os resultados obtidos e a avaliação e interpretação dos mesmos.

Por último, o quinto capítulo expõe em forma de conclusão, uma síntese final de todo o trabalho realizado e são fornecidas indicações relacionadas com o trabalho futuro, designadamente os seus contributos e as suas limitações.

## CAPÍTULO 2: REVISÃO DE LITERATURA E METODOLOGIA

Neste capítulo, é descrito o processo de revisão de literatura, baseado na pesquisa de artigos e de documentos bibliográficos relacionados com o tema em questão.

Nos dois pontos iniciais faz-se uma breve apresentação da patologia oncológica, definindo também o conceito de *clinical pathway* e as suas principais características. Em seguida, no ponto 2.3 define-se o conceito de *event log* e no ponto 2.4, apresenta-se o conceito de *process modeling* sendo descrita a linguagem utilizada neste estudo.

No ponto 2.5 introduz-se o conceito de *process mining* e as técnicas associadas e por fim, no ponto 2.6 apresenta-se a análise de conformidade e a sua avaliação.

### 2.1 Cancro da Mama

O cancro da mama é uma das doenças mais comuns entre as mulheres, tendo uma taxa de mortalidade, em Portugal, com cerca de 28 mortes por 100 mil mulheres em 2020. ("Visão geral da saúde: Europa, relatório OCDE 2020).

Surge devido a alterações nas células do organismo que crescem a uma velocidade considerável, células essas que formam uma massa anormal que se designa por tumor (*American Cancer Society*, 2007). Quando as células dos ductos ou dos lóbulos mamários se transformam em células malignas, surge um carcinoma ductal ou um carcinoma lobular, sendo estes os dois tipos mais frequentes de cancro da mama.

O estadiamento do cancro é realizado para determinar o tamanho e a disseminação do tumor (isto é, qual o alcance atingido pelo tumor) e é descrito através de uma sequência de números. Para o cancro da mama, existem cinco estadios designados com níveis de 0 (quando o cancro é não invasivo, designa-se por *in situ*, por estar localizado, ou seja, circunscrito a uma localização muito inicial) a 4 (quando as células do cancro da mama dispersam para outros órgãos, originando a metastização). Geralmente, quanto menor o estadio, melhor o prognóstico (Biganzoli et al., 2020).

## **2.2 Clinical Pathway**

O *clinical pathway* (também conhecido por caminho crítico ou protocolo local) é um trajeto pré-definido pelo hospital, baseando-se nos processos clínicos *standard* observados nos doentes do hospital (tipo de atividade, sequência e duração das ações necessárias).

Apresenta-se como um plano estruturado, que detalha as etapas essenciais no cuidado dos pacientes, desenvolvido por equipas multiprofissionais constituídas por médicos de várias áreas (desde médicos de família a especialistas), que gerem os processos da doença e são responsáveis pelo cuidado do paciente (Rovani et al., 2015). É uma metodologia adaptável às necessidades específicas e particulares de cada uma das doenças, demonstrando a sequência e o tempo de ações necessárias para atingir esses objetivos (Havranek et al., 2015).

O CP facilita a tradução das diretrizes nacionais e internacionais através dos protocolos locais e apoia a comunicação com os pacientes, utilizando informação escrita, de forma clara e sucinta dos cuidados fornecidos aos mesmos. A partilha desta informação realizada através do CP é uma mais-valia para desenvolver processos de atendimento dentro de uma organização e ajudar os profissionais a executar as suas funções, potencializando uma melhoria dos resultados dos pacientes, aperfeiçoando assim a eficiência da organização e a utilização dos recursos disponíveis (Rovani et al., 2015).

O modelo de CP utilizado neste estudo foi elaborado tendo em consideração os dados disponibilizados pelo Hospital da Luz e as diretrizes das organizações EUSOMA e ICHOM, (recomendações clínicas aprovadas internacionalmente) descritas no ponto seguinte.

### **2.2.1 Clinical Pathway - EUSOMA e ICHOM**

#### ***EUSOMA - European Society of Breast Cancer Specialists***

No ano de 2000, a Sociedade Europeia de Especialistas do Cancro da Mama publicou o documento “*The requirements of a specialist breast centre*”, com o objetivo de estabelecer padrões para os centros médicos especializados no diagnóstico e tratamento do cancro da mama de alta qualidade em toda a Europa. O documento seguiu uma declaração elaborada na primeira Conferência Europeia do Cancro da Mama, em Florença, no ano de 1998, que atesta que “os responsáveis pela organização e financiamento do tratamento do cancro da mama garantem que todas as mulheres tenham acesso a clínicas multidisciplinares e multiprofissionais totalmente equipadas” (Biganzoli et al., 2020).

Em 2010, a EUSOMA publicou as diretrizes (revistas em 2017) que descrevem um conjunto de dezassete indicadores de qualidade (QIs) de referência, sete na fase do diagnóstico, quatro em cirurgia e tratamento, dois em tratamento sistémico e quatro em estadiamento, aconselhamento, acompanhamento e reabilitação, visa assim garantir a qualidade no tratamento, estabelecendo um padrão mínimo de atendimento, bem como atingir objetivos concretos a alcançar com vista à progressiva melhoria de cuidados e resultados.

Importa salientar que esses QIs fornecem um grupo de métricas que possibilitam que os centros clínicos promovam assistência aos pacientes, num determinado período de tempo, de forma uniformizada, identificando sem dificuldade quando é necessário melhorar parâmetros específicos da prestação de cuidados de saúde.

### ***ICHOM - International Consortium for Health Outcomes Measurement***

ICHOM é uma organização não lucrativa, fundada por três instituições reconhecidas mundialmente – *Harvard Business School, Karolinska Institute e The Boston Consulting Group*. A missão da *ICHOM* é demonstrar a necessidade de criar padrões que permitam medir os cuidados de saúde com base no valor que produzem para os doentes e a qualidade dos atos clínicos prestados pelas instituições de saúde, através de questionários específicos, preenchidos pelo doente ao longo do percurso oncológico.

A *ICHOM* reúne representantes de pacientes e especialistas clínicos de todo o mundo para desenvolver estes “Conjuntos de Padrões” para cada uma das patologias. Cada conjunto padrão centraliza-se nos resultados do paciente e fornece um método internacionalmente aceite para medir cada um desses resultados, garantindo que possíveis comparações tenham em consideração as disparidades nas populações, nomeadamente entre países e regiões.

O objetivo desta organização é melhorar os sistemas de saúde a nível mundial e por isso, a avaliação dos resultados padronizados proporciona novas possibilidades para comparar o desempenho global, permitindo que os médicos partilhem informações entre si e conseqüentemente, sejam mais eficientes no atendimento oferecido aos pacientes.

O conjunto padrão *ICHOM* para o cancro da mama é o resultado do trabalho intenso de um grupo de médicos, especialistas em diversas métricas e pacientes (Macdonald et al., 2016).

As diretrizes desenvolvidas pelas organizações EUSOMA e ICHOM são integradas no *clinical pathway* utilizado para concretizar a análise de conformidade (Anexos 1A e 1B), através da relação entre os seus indicadores e a sequência de atividades aplicada no trajeto real. Através dos indicadores propostos é possível caracterizar a sequência dos trajetos, e assim determinar as atividades mais importantes para desenvolver o modelo do CP.

### **2.2.2 Implementação do *Clinical Pathway***

Na prática, o atendimento realizado ao paciente está geralmente sujeito a intervenções de tratamento aconselhadas e *standard*, no entanto, podem ter interpretações distintas dependendo dos utilizadores, e esta é a principal razão para concluir que a interpretação de um CP varia consoante as necessidades específicas de cada paciente.

Os CPs são vistos como ferramentas que detalham processos estruturados e específicos para um cenário clínico concreto (delineado por cada organização) e circunstâncias individuais (Rovani et al., 2015).

Atualmente, tem sido observada uma divergência significativa entre os comportamentos reais e as recomendações clínicas de um CP. Esta divergência justifica-se pela demora excessiva na aceitação de um *clinical pathway*, pela sua complexidade (embora seja benéfico, nem sempre é fácil realizar na prática) e porque requer uma equipa específica, o que representa um custo adicional para o hospital (Rovani et al., 2015). Os CPs baseiam-se em condições pré-definidas, e portanto, quando acontecem situações inesperadas, têm alguma dificuldade em dar resposta à condição de um paciente, não sendo sempre ajustados à realidade da prática clínica e, por isso, não serem seguidos pelos profissionais de saúde na íntegra (Van Der Aalst et al., 2011).

### **2.3 *Event Log***

*Event log* é o conjunto dos registos de todas as atividades de um processo, isto é, cada processo é constituído por um conjunto de casos, e cada caso pelas respetivas atividades. Os *event logs* são o ponto de partida de todas as técnicas de *process mining* que pretendem descobrir, verificar a conformidade ou melhorar os processos. Retratam o registo do fluxo de informação e as respetivas interações entre colaboradores e recursos para a execução de um conjunto de atividades no âmbito de um processo (Adriansyah et al., 2011). As informações contidas nos *event logs* representam um

registo imparcial do processo real, sendo o ponto de partida adequado para técnicas de *process mining* (Adriansyah, 2014).

Os casos, também designados de instâncias de processos, são constituídos por vários eventos que representam atividades particulares e que constituem etapas bem definidas num processo. Cada linha no *event log* corresponde a um evento, sendo estes últimos ordenados cronologicamente. Cada evento é caracterizado pelo identificador do caso (ID do paciente), o nome da atividade e o *timestamp* (*startTime*). É possível adicionar informação suplementar sobre os eventos em causa, como por exemplo os custos de cada evento (Adriansyah, 2014).

Verifica-se assim que um *event log* contém várias sequências de eventos (*trace*), sendo o seu número igual ao número de casos.

A informação dos *event logs* pode iniciar através de uma base de dados, ou de ficheiros em formato CSV, ou XES (Van Der Aalst et al., 2011).

Para um correto entendimento destes conceitos, apresenta-se na Tabela I uma parte de um *event log* disponibilizado pelo Hospital da Luz, em formato CSV.

<i>Timestamp</i>	ID do paciente	<i>Event</i>
03/01/2020 00:00	900035701	Imagiologia
09/01/2020 00:00	900035701	Consulta
29/01/2020 00:00	900035701	MCDTs Especialidade
30/01/2020 00:00	900035701	Internamento Cirúrgico
30/01/2020 00:00	900035701	Cirurgia
30/01/2020 00:00	900035701	Imagiologia
30/01/2020 00:00	900035701	MCDTs Especialidade
31/01/2020 00:00	900035701	Internamento Cirúrgico
03/02/2020 00:00	900035701	MCDTs Especialidade

Tabela I - *Event Log* fornecido pelo Hospital da Luz

## 2.4 *Process Modeling*

A *Business Process Management Initiative* (BPMI) desenvolveu o padrão *Business Process Modeling Notation* (BPMN), lançada em 2004. A notação BPM é facilmente compreensível por todos os utilizadores, desde os analistas que criam os esboços iniciais dos processos, aos técnicos responsáveis por implementar a tecnologia que executará esses processos e, por fim, às entidades que irão gerir os mesmos (Kinsman et al., 2010).

Ao longo deste trabalho, o CP é representado em linguagem BPMN, tratando-se de uma notação definida por uma técnica de fluxograma (semelhante à linguagem UML) (Rojo et al., 2008), com

todas as decisões e etapas da sequência que envolvem. Utiliza um conjunto padrão de elementos para representar os diversos processos, que são frequentemente familiares para a maioria dos utilizadores.

### ***Business Process Model and Notation***

O objetivo da BPMN é fornecer uma notação que seja intuitiva para todos e representar, no caso deste trabalho, o *clinical pathway* de uma forma clara e interpretável, ainda que inclua processos complexos.

A semântica da BPMN (2.0) foi recentemente formalizada para ser adequada à análise de conformidade (Van Gorp & Dijkman, 2013). Esta linguagem permite compactar e caracterizar todas as regras e possibilidades envolvidas nas intervenções dos CPs num modelo de processo simples.

O BPMN foi escolhido ao invés de outras linguagens de modelação de processos, devido ao facto de ser facilmente interpretado por todos os utilizadores e por ser visto como o padrão da indústria para modelação de processos.

Atualmente, o tratamento de processos passou a ser considerado um ponto central e muito relevante no domínio da saúde. O BPM depende fortemente de modelos para identificar, rever, validar, representar e comunicar o conhecimento do processo. De entre a grande variedade de linguagens de modelação de processos, a *Business Process Model and Notation* é considerada como um padrão, no entanto, a sua utilização em certos domínios específicos pode ser difícil de implementar. O domínio da saúde serve como um bom exemplo, uma vez que a natureza dos processos de saúde num hospital multidisciplinar é inerentemente complexa (Adriansyah, 2014).

Os símbolos BPMN utilizados para modelar o CP estão representados na Figura 1, na qual se pode observar a notação para quatro categorias de elementos: *Flow Objects*, *Connecting Objects*, *Swimlanes* e *Artefacts* (White, 2004) (Anexo 2). A Figura 2 mostra um exemplo de um diagrama de processos em que a BPMN foi utilizada.



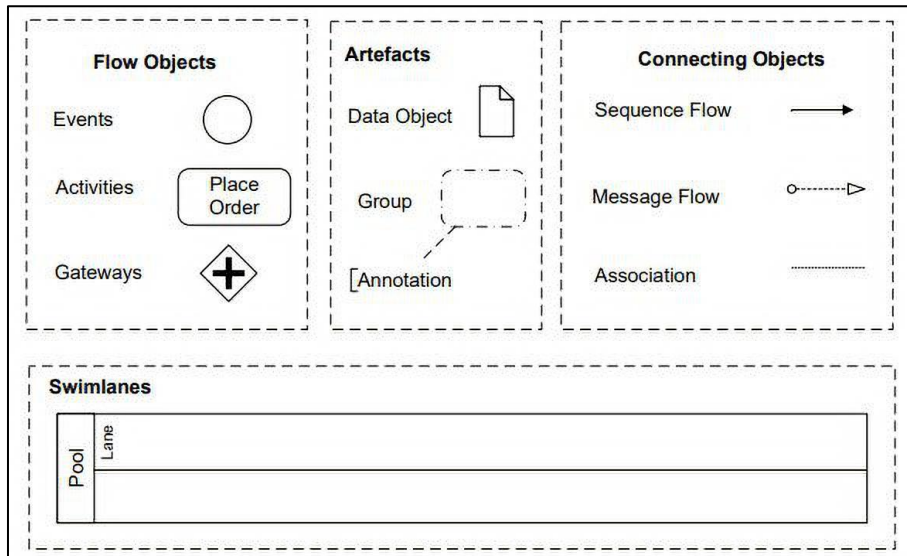


Figura 1 - BPMN: categorias de elementos  
 Fonte: (Weske Mathias, 2007)

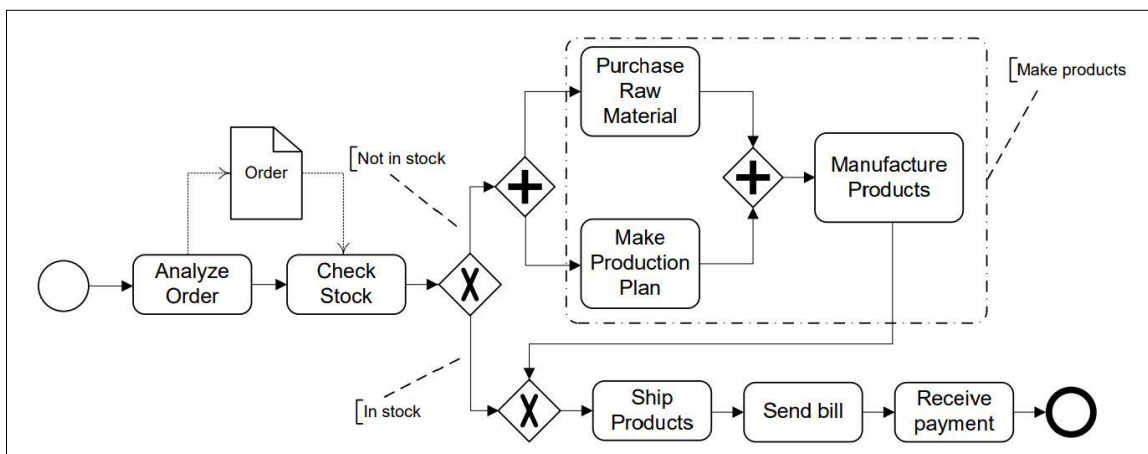


Figura 2 - Exemplo de um diagrama BPMN na área de produção  
 Fonte: (Weske Mathias, 2007)

## 2.5 Process Mining

### 2.5.1 Conceitos de Process Mining

*Process mining* visa a utilização de dados de eventos para extrair informação relacionada com os processos e descobrir automaticamente um modelo através da observação de eventos registrados num determinado sistema (Adriansyah, 2014).

O *process mining* é aplicável a uma ampla variedade de sistemas (por exemplo, um teste de laboratório) e pode estar relacionado a um caso particular (por exemplo, um paciente). Além disso, pode ter informações adicionais, como o executor do evento (ou seja, o médico que realizou o exame).

Com base nos registos de eventos, o objetivo das técnicas de *process mining* é extrair conhecimento do processo, a fim de descobrir, monitorizar e melhorar o mesmo (Figura 3).

As técnicas de *process mining* permitem definir modelos representativos da realidade e analisar a qualidade dos resultados obtidos. Neste estudo, a técnica utilizada é a verificação de conformidade. No entanto, existem mais duas técnicas de extração de conhecimento (Adriansyah, 2014): descoberta e aprimoramento, que se apresentam de seguida.

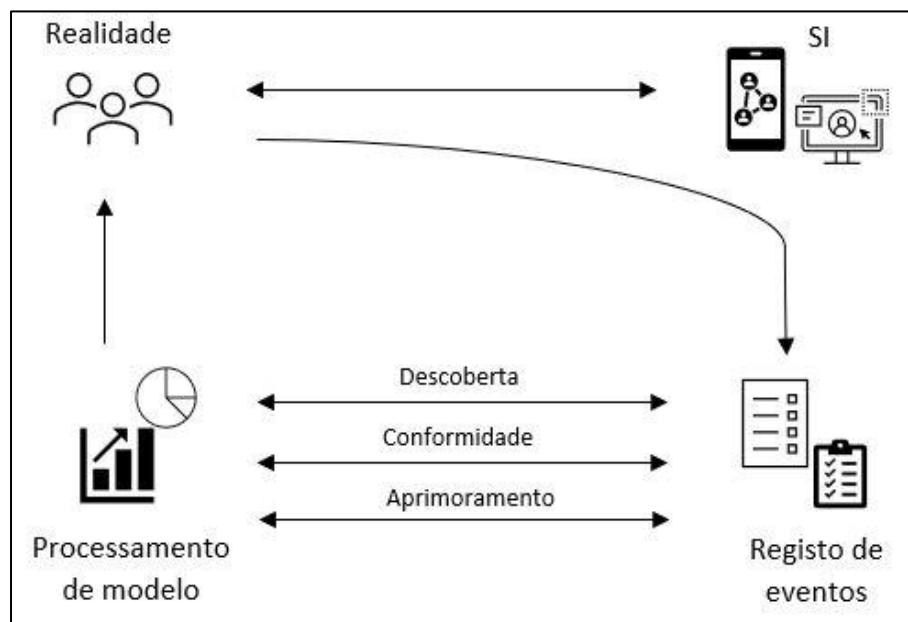


Figura 3 - Process mining

A primeira técnica de *process mining* é a **descoberta**. Utiliza o *event log* para produzir um modelo de processo capaz de reproduzir o comportamento observado, sem qualquer informação *a priori*. O *output* desta técnica pode ser em formato *Petri Net* ou BPMN.

Por exemplo, o modelo descoberto pode descrever as etapas típicas tomadas antes da cirurgia. Para muitas organizações, é surpreendente observar que as técnicas existentes são realmente capazes de descobrir processos reais apenas com base nos exemplos de execução do *event log* (Van Der Aalst et al., 2012).

Outra técnica de *process mining* é a **verificação de conformidade**. Ao contrário da descoberta, a conformidade considera um *event log* e um modelo como *inputs*. O objetivo é verificar se o comportamento modelado representa com precisão o comportamento observado no *event log*. Este método pode ser igualmente utilizado para detetar, localizar e explicar desvios presentes nos processos e, numa segunda fase, medir o seu impacto. Este tipo de *process mining* pode ser utilizado para auditar os processos, uma vez que se compara a realidade com os diversos modelos. A avaliação da conformidade é o principal objetivo deste estudo (Van Der Aalst et al., 2012).

A terceira técnica de *process mining* é o **aprimoramento**. Tal como a análise de conformidade, também considera um *event log* e um modelo como *inputs*. No entanto, as técnicas de melhoria visam alterar o modelo *a priori* com as informações contidas no *event log*. Essa melhoria pode ser realizada por meio da reparação do modelo para adaptar o comportamento observado. Outra opção é completar o modelo com informações adicionais, acrescentando uma nova perspetiva ao modelo, como por exemplo, detetar e incluir as dependências de dados que afetam o encaminhamento de uma execução do processo (Van Der Aalst et al., 2012). A Figura 4 sumariza as três técnicas de *process mining*.

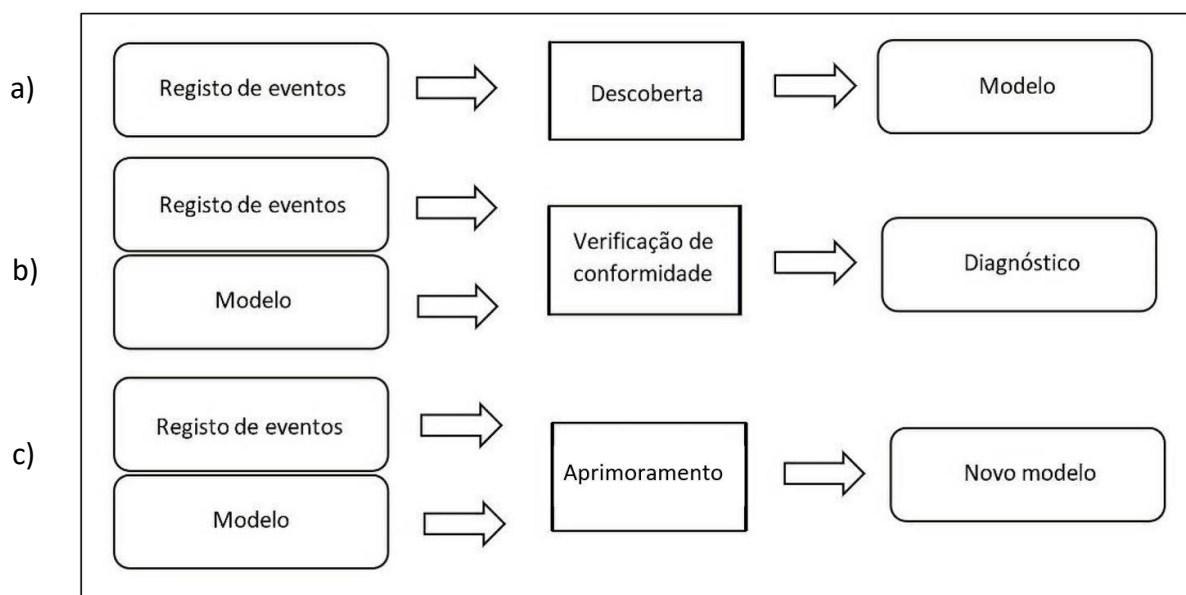


Figura 4 - Técnicas de *process mining*: a) descoberta, b) verificação de conformidade, e c) aprimoramento

Fonte: (Rudnitckaia, 2014)

Para além das atividades supracitadas, as técnicas de *process mining* podem possuir várias perspetivas. A perspetiva de controlo de fluxo (utilizada neste estudo) tem como objetivo criar uma boa caracterização de todos os caminhos possíveis, isto é, considera a sequência das atividades.

O resultado é tipicamente expresso em formato de rede de Petri ou outra notação de processo (por exemplo, EPC, BPMN ou diagramas de atividade UML) (Mans et al., 2014).

## 2.5.2 Técnica de *Process Mining*

### *Rede de Petri*

As Redes de Petri (RP) foram introduzidas por *Carl Adam Petri* no início dos anos 1960 e são a linguagem de modelação de processos mais antiga e mais investigada.

Uma RP oferece um ambiente uniforme para a modelação, análise e simulação de sistemas de eventos, permitindo uma visualização simultânea da sua estrutura e comportamento.

Tomando as redes de Petri como uma linguagem de modelação, são observadas como uma linguagem visual. Estruturalmente, é um grafo bipartido direcionado que contém lugares e transições. Os lugares são representados por círculos, as transições por quadrados e os arcos de ligação são ilustrados através de setas. Dentro dos lugares encontram-se *tokens*, desenhados como pontos pretos, que representam o valor específico de uma condição ou objeto. Um arranjo particular dos *tokens* em todos os lugares é conhecido como marcação ou estado. O sistema começa numa configuração inicial conhecida como marcação inicial. As transições são usadas para descrever eventos que podem modificar o estado do sistema.

Os arcos direcionados especificam a relação entre estados e eventos: indicam as condições em que o evento pode ocorrer e as transformações dos estados induzidas pelo evento.

Um dos seus principais pontos de interesse é identificar os aspetos básicos dos sistemas concorrentes conceitualmente e matematicamente.

A definição matemática típica de uma rede de Petri é caracterizada por:

- **S** - Lugares (círculos);
- **P** - Corresponde ao conjunto de todos os lugares da rede;
- **T** - Corresponde ao conjunto de todas as transições (retângulos) da rede;
- **$\mathcal{F}$**  - Corresponde ao conjunto de todos os pares lugar/transição e transição/lugar da rede ( $\mathcal{F} \subseteq (\mathbf{S} \times \mathbf{T}) \cup (\mathbf{T} \times \mathbf{S})$  (relação de fluxo));
- **$m_0$**  - Representa o estado inicial do sistema (quantos *tokens* existem e em que lugares estão situados);
- **$p$**  - Corresponde ao índice de lugar;
- **$t$**  - Corresponde ao índice de transição;

- $m(p)$  – Corresponde ao número de *tokens* presentes num determinado lugar antes da transição disparar.
- $m'(p)$  – Corresponde ao número de *tokens* presentes num determinado lugar depois da transição disparar.
- $w(i, k) = \begin{cases} 1, & \text{se } (i, k) \in \mathcal{F} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$

Em que  $i$  e  $k$  correspondem a  $p$  ou  $t$ ;  $w(i, k) = 1$ , se o arco que conecta um determinado par lugar/transição ou transição/lugar existe na rede ( $\mathcal{F}$ ); sendo 0, caso contrário;

- $w((p, t))$  - Corresponde ao valor da função  $w$  para um par lugar/transição (0 ou 1);
- $w((t, p))$  - Corresponde ao valor da função  $w$  para um par transição/lugar (0 ou 1);
- A equação de disparo:  $m'(p) = m(p) - w((p, t)) + w((t, p))$ .

A estrutura da rede é estática, mas dirigida pela regra de disparo, sendo que os *tokens* (utilizados para representar a existência ou não de um estado) podem fluir pela rede e permitem modelar a dinâmica do sistema (Weske Mathias, 2007). Um exemplo é apresentado na Figura 5.

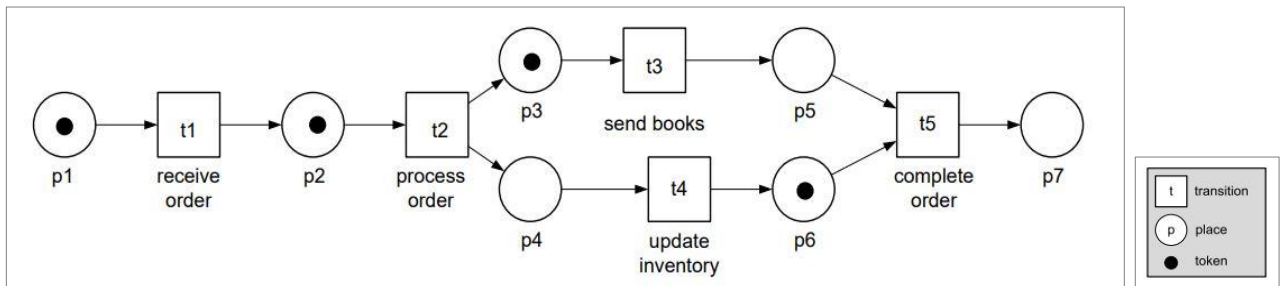


Figura 5 - Exemplo de uma rede de Petri  
Fonte: (Weske Mathias, 2007)

As redes de Petri são usadas para modelar a ocorrência de diversos eventos e atividades num sistema, em particular os seus fluxos de informação e atividades.

Uma das grandes vantagens da utilização da RP, para além da representação, é a de possibilitar a análise e simulação de uma forma prática e simples, permitindo desta forma uma visão da estrutura e comportamento do sistema. Em particular, a representação dos eventos e das condições, bem como as relações entre os dois, revelam-se como sendo características importantes de modelação para a utilização deste tipo de ferramenta.

A semântica formal, a base matemática e a sua capacidade inerente de modelar a simultaneidade de forma sucinta, tornam as Redes de Petri perfeitas para descrever a perspectiva de fluxo de controlo de processo. (Rozinat & Van der Aalst, 2008).

## 2.6 Análise de conformidade

O objetivo principal da análise de conformidade é encontrar semelhanças e discrepâncias entre o modelo pré-estabelecido e o comportamento observado (*event log*).

Um dos desafios mais importantes para proceder à verificação de conformidade é encontrar a melhor forma de reproduzir o comportamento observado no *event log* no modelo de processo. Caso se considere que o modelo e um *event log* se ajustam perfeitamente, o modelo captura todo o comportamento observado no *event log* e existe conformidade. As dificuldades surgem quando o comportamento observado no *event log* não segue o mesmo que o definido pelo modelo (Adriansyah, 2014).

É fundamental que todas as organizações de saúde tenham um sistema de avaliação de conformidade de CP eficaz e eficiente, de modo a identificar e reduzir desvios desnecessários e adequar os comportamentos médicos de forma a promover a maturidade do processo.

Assim, a natureza multidimensional da conformidade é estudada através de quatro dimensões - *fitness*, precisão, generalização e simplicidade, avaliando o grau de semelhança entre um determinado modelo e a realidade (Figura 6) (Adriansyah, 2014).

***Fitness***: Um modelo tem uma *fitness* perfeita se todas as atividades presentes no *event log* podem ser reproduzidas pelo modelo do início ao fim. O modelo mais simples que explica o comportamento observado no *event log* é considerado o melhor modelo.

***Simplicidade***: A simplicidade avalia a complexidade do modelo de processo. Compara o tamanho total do modelo (medido pelo número total de processos / atividades) com o número de atividades presente no *event log*.

***Precisão***: O *event log* pode conter apenas exemplos de comportamento e pode não conter algumas das atividades presentes no modelo. Logo, não é desejável ter um modelo que permita observar apenas o comportamento exato visualizado no *event log*. Um modelo é preciso se não permitir um comportamento “excessivo”. Durante a reprodução do modelo, são contabilizadas as atividades não visitadas (possíveis no modelo mas não observados no *event log*), que caso não existam, resultam numa precisão perfeita.

**Generalização:** Um modelo deve generalizar e não restringir o comportamento apenas às atividades registadas no *event log*.

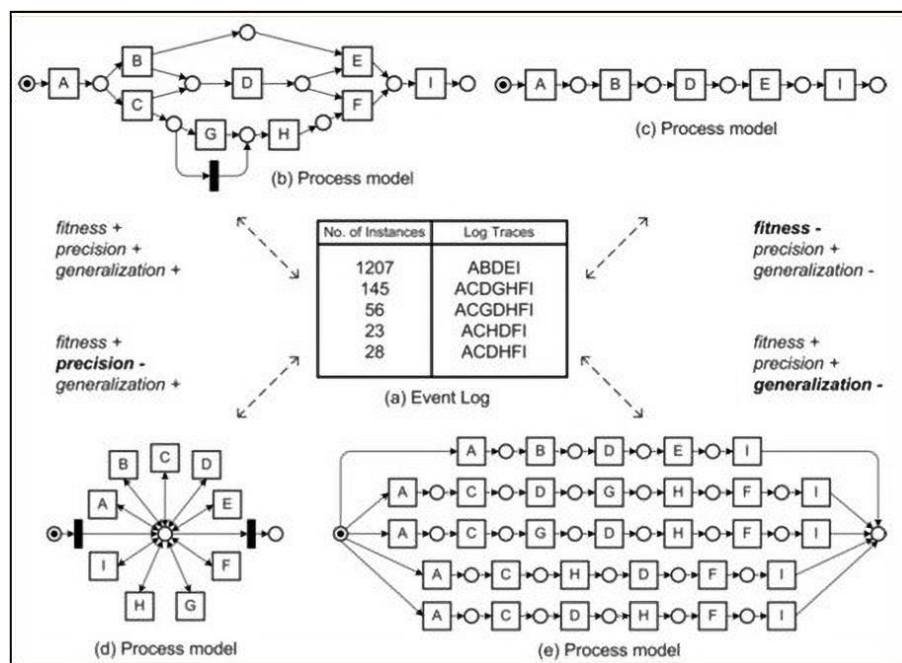


Figura 6 - Métricas de avaliação da conformidade

Fonte: (Rozinat & Van der Aalst, 2008)

A Figura 6 mostra um exemplo destas quatro dimensões de avaliação da conformidade - *fitness*, simplicidade, precisão e generalização. No elemento 6(a) temos o número de instâncias e as respetivas sequências de atividades. Nos elementos (b), (c), (d) e (e) apresentam-se quatro modelos distintos, com diferentes características que permitem entender os conceitos descritos anteriormente. O modelo representado em 6(b) caracteriza-se por uma *fitness* elevada, visto que é possível reproduzir o *event log* em plena concordância com a sua sequência de atividades. Representa igualmente um modelo simples, devido ao facto de não inserir repetidamente as mesmas atividades, limitando-se às estritamente necessárias para reproduzir fidedignamente os dados, não permitindo um comportamento excessivo, ou seja, um grau de generalização que englobe diversas sequências possíveis de atividades, mesmo que estas não façam sentido. Por último, apresenta ainda uma precisão elevada, pois verificam-se apenas as atividades que deveriam acontecer durante a reprodução do *event log*.

Na imagem 6(c) temos uma *fitness* baixa, pois como se pode confirmar, esta apenas apresenta uma possível sequência de atividades, reproduzindo apenas um *trace* de 6(a). Este modelo apresenta

ainda uma baixa generalização, visto que restringe a série de atividades a um *log trace* específico, não sendo possível reproduzir corretamente os restantes (6(a)). No entanto, o modelo é muito preciso porque as atividades do *event log* são reproduzidas de acordo com o modelo. Em 6(d) temos um modelo com *fitness* e generalização elevadas, sendo que ao contrário do modelo do caso (c), este permite que cada atividade seja executada em qualquer momento do tempo, ou seja, quando uma atividade é executada, o sistema volta ao centro podendo depois seguir para qualquer outra atividade. Este modelo apresenta assim um comportamento excessivo, levando assim a uma baixa precisão. Por fim, na imagem 6(e) verifica-se uma *fitness* e precisão elevadas, visto que é possível reproduzir perfeitamente os dados no modelo, devido ao facto de se verificarem exatamente as sequências de atividades que existem no *event log*. Por outro lado, verifica-se uma generalização pouco significativa, sendo que um modelo deve generalizar e não restringir o comportamento apenas às atividades registadas no *event log*, o que não se verifica neste caso.

A complexidade na geração de modelos de processos resulta na existência dos diversos parâmetros descritos anteriormente, de forma a que a semelhança entre os eventos reais e o modelo seja avaliada da forma mais rigorosa possível (Rozinat & Van der Aalst, 2008).



## CAPÍTULO 3: CASO DE ESTUDO

Neste capítulo apresenta-se o caso prático estudado durante a realização do estágio, com o objetivo de efetuar a análise de conformidade no processo de tratamento do cancro da mama no Hospital da Luz de Lisboa. Além disso, pretende-se também estudar o impacto do grau de conformidade na variação de custos.

### 3.1 Modelação processual do CP

Inicialmente, elaborou-se o *clinical pathway* em BPMN no *software* BIZAGI. Este CP resultou de uma pesquisa da literatura, sendo em seguida validado pelo Hospital da Luz.

Numa primeira fase, foram descritas as quatro etapas do *clinical pathway* (Diagnóstico, Estadiamento, Tratamento e Vigilância) através de quatro *lanes*. A descrição de cada atividade foi efetuada de acordo com a designação da respetiva especialidade, tendo resultado numa generalização excessiva do tipo de atividade que o doente frequentou (Anexo 3A). Por exemplo, ao utilizar a especialidade de oncologia médica não estaria explícita a distinção entre um MCDT especialidade ou uma consulta. Assim, elaborou-se uma segunda versão do modelo em BPMN, diferenciando as quatro fases do *clinical pathway* referidas anteriormente, apenas com uma *lane*. Contudo, de forma a ter uma maior especificação da atividade realizada pelo doente no seu percurso oncológico, foi utilizada a coluna do ficheiro CSV relativa à atividade (*event*), visando identificar as atividades (por exemplo, consulta, que por sua vez engloba consultas de todas as especialidades) do trajeto do doente e a sua ordem sequencial (Anexo 3B).

Uma vez que ao longo do percurso oncológico o doente pode não efetuar a mesma atividade apenas uma vez (no caso das consultas, podem ser concretizadas várias ao longo do percurso), foi contabilizado o número médio de atividades de cada categoria, por caso (paciente).

Tomando como exemplo o caso da cirurgia, somou-se o número de cirurgias efetuadas no total dos 142 doentes, sendo que é válida uma cirurgia por dia. O valor total de 159 cirurgias, dividiu-se pelo número de doentes que realizaram pelo menos uma cirurgia ao longo do percurso, e obteve-se um valor de 1,2 cirurgias em média, por doente.

Este procedimento foi utilizado apenas nas atividades com uma posição específica no CP. Analisando um caso prático, obteve-se uma média de nove consultas por doente (referente a consultas de todas as especialidades), no entanto, este valor não será validado para a construção do CP porque é uma atividade em que não é possível especificar a sua localização exata ao longo do

trajeto. Posto isto, realizou-se o CP considerando o número médio de certas atividades: uma cirurgia, três internamentos cirúrgicos, seis internamentos não cirúrgicos (não realizam cirurgia) e vinte terapias. As outras atividades foram contabilizadas tendo em consideração a informação base do CP do hospital e das diretrizes proporcionadas pelas organizações competentes, devido ao facto de ser mais difícil definir o momento em que são executadas.

Cada uma das fases (diagnóstico, tratamento e vigilância) apresenta três diferentes trajetos, compostos por atividades opcionais, de acordo com as necessidades específicas de cada paciente. Deste modo, é desenvolvido o CP utilizado como *input* no *software ProM* para proceder à análise de conformidade (Anexo 3B).

### 3.2 Dados

O Hospital da Luz de Lisboa disponibilizou um ficheiro Microsoft Excel com os dados (anonimizados) de 320 pacientes com diagnóstico de cancro da mama examinados no Hospital da Luz, em 2020.

Os dados continham o número de identificação de cada paciente (**ID do paciente**), a atividade associada (*event*), a especialidade correspondente a cada atividade (*speciality*), a data de cada atividade (*timestamp*), o *staff ID* (isto é, a identificação dos executantes de cada procedimento) e o **custo total** de cada atividade. No entanto, nas colunas referentes aos custos, nem todas as entradas continham valores de atividades, pelo que não foi possível apurar com certeza o último parâmetro.

### 3.3 Processamento dos dados

A primeira filtragem foi elaborada ao selecionar apenas os doentes que iniciaram e terminaram o trajeto oncológico durante o ano de 2020, isto é, foram selecionados os doentes que realizaram pelo menos uma das seguintes atividades: primeiras consultas de oncologia médica ou de senologia (cirurgia geral), a avaliação diagnóstica em imagiologia e os procedimentos de patologia clínica, no período de janeiro a março de 2020, ou seja, que iniciaram o percurso oncológico no primeiro trimestre de 2020 (considerando que o trajeto destes doentes terminou em 2020).

A segunda fase de pré-processamento dos dados relacionou-se com uma uniformização da terminologia das atividades, sendo que a elevada pormenorização iria dificultar a análise, e por isso foi necessário agrupar certas atividades. Assim, agruparam-se as atividades por categorias mais abrangentes, designadamente a **cirurgia**, referente ao bloco operatório, a **consulta** que se refere às consultas presenciais e telefónicas, a **imagiologia** (exames de diagnóstico), o **internamento**

**cirúrgico, o internamento não cirúrgico, os MCDTs especialidade, a patologia clínica e a terapia** (para facilitar a elaboração do *clinical pathway* assumiram-se com a mesma designação os tratamentos de quimioterapia e radioterapia).

Posteriormente, eliminaram-se as atividades com a mesma designação e com igual *timestamp*. Sendo assim, cada paciente pode realizar cada atividade apenas uma vez por dia, o que em termos práticos, significa que se num trajeto forem visualizadas três consultas seguidas e com a mesma designação, estas são obrigatoriamente concretizadas em dias diferentes. No final desta etapa de processamento subsistem 6799 linhas no ficheiro CSV.

Desta forma, ao concluir o processamento de dados, garantiu-se que as atividades iniciais e finais eram congruentes com o que se verifica no *clinical pathway*, sendo selecionados os casos em que os pacientes efetuaram o tratamento referente à patologia em estudo no Hospital da Luz de Lisboa. Assim, dos 320 casos iniciais restaram apenas 142 e das 123704 linhas permaneceram 6799.

### **3.4 ProM Tools**

*ProM Tools* é uma plataforma *open source* desenvolvida pela Universidade de Eindhoven (Holanda), atualmente na versão 6.10, sendo uma das mais utilizadas na área da saúde. O *ProM* inclui 230 algoritmos de *process mining* (por exemplo: descoberta de processo, verificação de conformidade, análise de rede social ou mineração organizacional, agrupamento, mineração de decisão, previsão e recomendação são todos suportados por *plug-ins* no *ProM*). Foi desenvolvido com o objetivo de criar um ambiente *plug-able* (onde é possível adicionar *plug-ins* sem modificar o código já existente) (Van Dongen et al., 2005).

Atualmente, integra várias funcionalidades, apresentando diversos tipos de análises e comparações de modelos, nomeadamente a análise de conformidade que é aplicada ao método do cancro da mama neste estudo.

Com esta ferramenta é possível importar e converter diversas linguagens de modelação de processos, como é o caso das redes de Petri e da BPMN. No Anexo 4, está representada a *dashboard* em que o *event log* é convertido numa rede de Petri (Van Der Aalst et al., 2012).

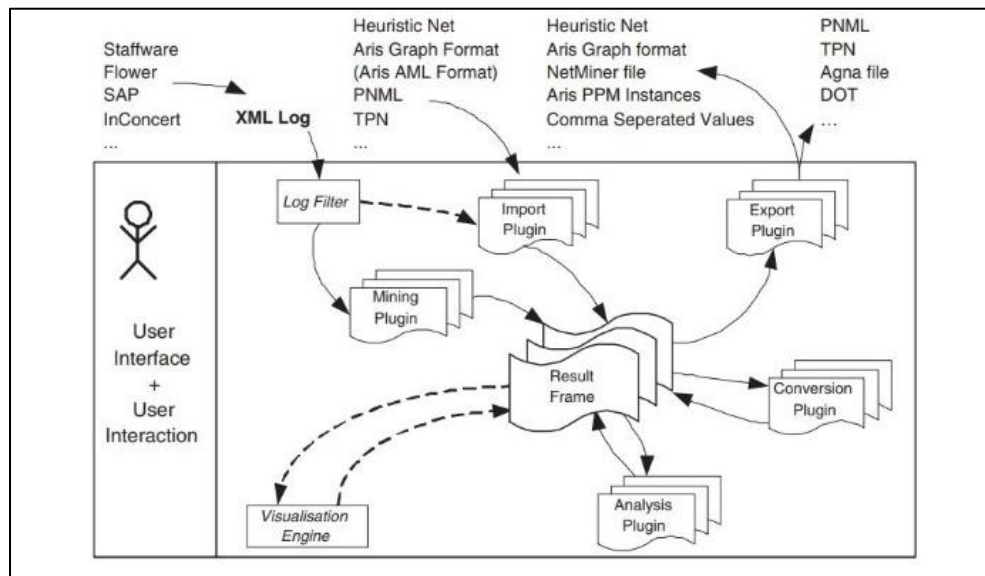


Figura 7 - Visão global do ProM  
 Fonte: (Rozinat & Van der Aalst, 2008)

Concluindo, o *ProM* surge como uma ferramenta significativa em termos de configuração (Figura 7), que oferece uma grande variedade de filtros para o tratamento e limpeza de *event logs* e um elevado conjunto de *plug-ins* de análise (Van Dongen et al., 2005).

### 3.5 Algoritmo aplicado no *ProM Tools*

Dado um modelo de processo e uma sequência de atividades a partir de um registo, que expõe a execução de uma instância do processo, a *fitness* de um trajeto é elevada se a mesma sequência de atividades (ou uma bastante semelhante) for permitida pelo modelo.

Apresentado um modelo de processo e um *event log*, os desvios na dimensão da *fitness* manifestam-se como atividades *skipped* - atividades que deveriam ser executadas segundo o modelo, mas que não acontecem no registo, e *inserted* - atividades que ocorrem na realidade, mas que não estavam previstas no modelo.

O método utilizado para medir a *fitness* corresponde ao *cost-based replayer* (Adriansyah et al., 2011). Tem como objetivo medir a *fitness* considerando o impacto de omitir e de inserir atividades. A técnica é baseada no algoritmo A\*. Este foi originalmente desenvolvido para encontrar o caminho mais curto entre um vértice inicial e um final, através de sucessivas iterações entre estes. No *ProM Tools* este algoritmo é responsável por identificar a sequência de atividades no modelo que mais se aproxima do *event log* de cada paciente, sendo que o caminho mais curto é utilizado para identificar essa sequência. Com esta técnica é possível responder a questões específicas tais como, “o *event*

*log* está em conformidade com o modelo? Quais são as atividades frequentemente *skipped*? Há alguma atividade inserida no registo *event log*?”. O vértice inicial coincide com a primeira atividade do trajeto do doente e o vértice final com a última atividade.

Para determinar os vértices visitados cujos sucessores serão explorados na próxima iteração, o algoritmo A\* utiliza a seguinte função de avaliação:

$$f(n) = g(n) + h(n) \quad (1)$$

onde  $g(n)$  é o custo do caminho atualmente avaliado de  $s$  (vértice inicial) para  $n$  (vértice corrente) e  $h$  é uma heurística que estima o custo do caminho restante entre  $n$  e um certo vértice final. Uma vez que  $g(n)$  preserva a ordem e  $h(n)$  depende apenas da descrição do vértice  $n$ ,  $f(n)$  também conserva a ordem (Adriansyah et al., 2011).

Uma iteração cessa em duas condições: quando atinge um vértice que é membro do conjunto dos vértices objetivo e é assim selecionado para ser explorado na próxima iteração (implica que obtemos um elemento que pertence ao caminho da solução), ou quando não existem outros vértices a serem explorados (implica que se chegou a um vértice que não está conectado a outro).

O algoritmo A\* garante que se encontra um caminho com a menor distância. No entanto, utiliza como estimativa da escolha do caminho mais curto não só o custo para chegar a um vértice ( $g(n)$ ), mas também uma estimativa da distância ao destino ( $h(n)$ ). Esta estimativa é geralmente chamada de heurística não sendo uma avaliação precisa da *fitness* porque não considera as diferentes severidades de omitir/inserir as diferentes atividades. Isto faz com que a pesquisa se concentre na direção do vértice final sendo avaliado um número menor de vértices, o que acelera o processo de pesquisa. Comparativamente ao algoritmo de Dijkstra, o A\* normalmente visita (muito) menos vértices do grafo para identificar o caminho mais curto de  $s$  para  $n$ , evitando explorar partes do grafo que inevitavelmente iriam levar a caminhos mais longos. O desafio deste algoritmo prende-se com o desenvolvimento de uma heurística para tornar o algoritmo efetivamente eficiente e correto.

Para medir os desvios em relação ao CP especificado, sabemos que existem duas causas possíveis: a omissão ou a inserção de atividades. Cada uma destas atividades pode possuir um custo próprio que reflete o seu peso na *fitness*, podendo o custo ser diferente caso a atividade se apresente como *inserted* ou *skipped*.

Neste estudo optou-se por utilizar os custos das atividades *skipped* e *inserted* iguais a um, devido ao facto de não existir conhecimento acerca do nível de severidade das atividades, ou seja, qual o impacto real de se realizar essa atividade quando não devia ser realizada e vice-versa.

Considerando as funções de custo e as atividades *skipped* ( $k^s$ ) e *inserted* ( $k^i$ ), a seguinte métrica é utilizada para calcular a *fitness*:

$$f = 1 - \frac{\sum_{\alpha \in A_S} k^s(\alpha) + \sum_{e \in E_i} k^i(\alpha(e))}{\sum_{e \in E_c} k^i(\alpha(e))} \quad (2)$$

A função define *fitness* ( $f$ ) como a diferença entre o valor um (que corresponde à conformidade perfeita) e o rácio entre o custo total de existirem atividades *skipped/inserted* e o custo total quando se considera que todos os eventos são atividades *inserted* (Adriansyah et al., 2011).

Cada evento ( $e$ ) relaciona-se com um doente do processo. As atividades *skipped* são identificadas como  $A_S \subset A$ , em que  $A$  representa o conjunto de todas as atividades do processo, ou seja, do CP. As atividades *inserted*, são expostas como eventos, e são identificadas pelo conjunto  $E_i \subset E_c$ , em que  $E_c$  designa o conjunto de eventos no caso  $c$  (paciente), considerando  $c \in C$ , em que  $c$  é o identificador do caso (por paciente) dentro de um conjunto finito de pacientes ( $C$ );  $\alpha: E \rightarrow A$ , representa a função que relaciona cada evento de um determinado trajeto com uma atividade do processo (Adriansyah et al., 2011)

De acordo com (2), é esperado que o valor da *fitness* diminua à medida que mais atividades são *inserted/skipped*. Quando não existe nenhum tipo destas atividades obtém-se o valor máximo da *fitness* ( $f = 1$ ).

A expressão (2) envolve saber *a priori* quais são as atividades *skipped e inserted*. Por este motivo, ao identificar desvios no CP, o foco está em descobrir as atividades que retornam o custo mínimo para um caminho válido do modelo de processo, de modo a obter o valor máximo da *fitness*. Consequentemente, é necessário identificar essas atividades para encontrar a melhor instância do modelo de processo correspondente a cada caso (*event log*).

Inicialmente, na análise de conformidade do *ProM* foi importado o ficheiro CSV com os dados de 142 doentes e o ficheiro com o CP (proveniente do *software* BIZAGI) (Anexo 4).

No *ProM* é realizada a conversão do ficheiro em formato CSV para um objeto em formato XES (*event log*) através do *plug-in Convert CSV to XES*. Em relação ao modelo introduzido em

linguagem BPMN (CP), o respetivo ficheiro é convertido para uma rede de Petri utilizando o *plug-in Convert BPMN to PetriNet (control-flow)*.

Por último, realizam-se as comparações entre CP e o *event log* inicial através do *plug-in Replay a Log on Petri Net for Conformance Analysis* (Adriansyah et al., 2011). Quando este *plug-in* é selecionado, existe a possibilidade de penalizar ou não a conclusão imprópria (isto é, penalizar a *fitness* caso existam atividades *skipped* e *inserted*), tendo sido selecionada esta opção. Para proceder à conformidade selecionou-se o algoritmo “*Dijkstra based replayer*”. Os custos introduzidos para todas as atividades são unitários, isto é, não se efetua a distinção entre o peso das atividades *skipped* e *inserted*, o que quer dizer que às atividades pertencentes ao “*move on model*” (verificam-se no modelo e não correspondem ao *event log*) como ao “*move on log*” (a atividade aparece no *event log*, mas não tem correspondência no modelo) atribuiu-se o valor um. Como foi referido anteriormente não existe informação do hospital para afetar custos individuais a estas atividades, ou seja, não se conhece o peso de omitir uma atividade e o peso (importância) de se ter realizado uma atividade que não estava prevista (Anexo 5).

Finalmente, obtém-se o resultado da conformidade. Os resultados são analisados no capítulo seguinte.

## CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo apresentam-se os resultados obtidos com o estudo.

### 4.1 Análise da conformidade

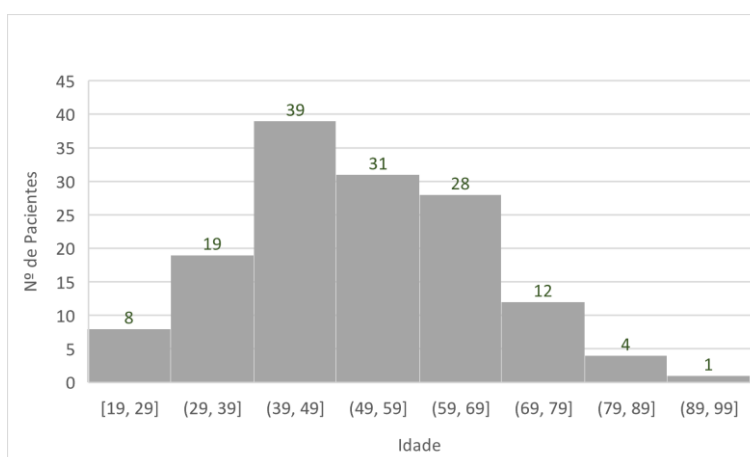
Por inúmeras razões, e conforme apresentado por (Van de Klundert et al., 2010), os dados necessários para medir a conformidade entre os comportamentos reais de tratamento e o CP são muitas vezes incompletos ou incorretos, o que torna a verificação da conformidade uma tarefa difícil.

O conjunto de dados avaliado refere-se aos pacientes com cancro da mama seguidos pelo Hospital da Luz de Lisboa, no ano de 2020 (Tabela II). O número de instâncias corresponde ao número total de casos registados durante o ano em questão, no entanto, apenas 142 trajetos individuais, isto é, cerca de 44% dos casos apresentados inicialmente, foram considerados (secção 3.2).

A Tabela II sumariza as características dos pacientes.

*Tabela II - Características da amostra*

<b>Número de pacientes com trajeto completo</b>	142
<b>Número de pacientes femininos</b>	136 (96%)
<b>Número de pacientes masculinos</b>	4 (4%)
<b>Idade (mínima/média/máxima)</b>	19/52/96



*Figura 8 - Idade dos pacientes na amostra*



Através da análise de conformidade no *ProM Tools*, verifica-se uma *trace fitness* média de 0,435, (Figura 9). Os valores situam-se no intervalo [0,1; 0,74] sendo a mediana igual a 0,43. O intervalo que abrange os quartis Q1 e Q3 é [0,3475; 0,52], correspondendo a 50% da amostra, 75% da amostra tem *trace fitness* igual ou inferior a Q3 e 25% superior a 0,52.

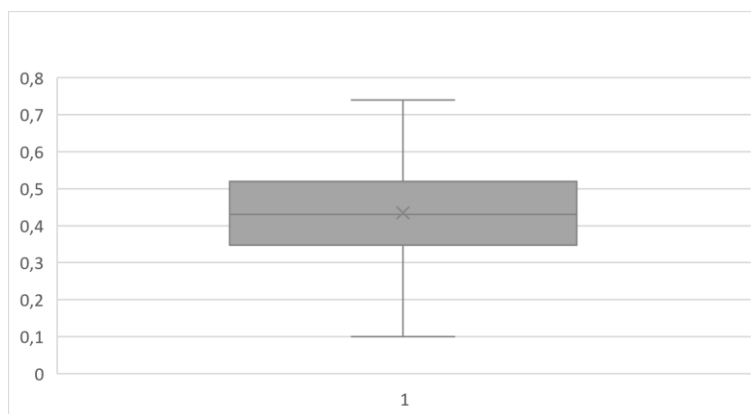


Figura 9 - Box Plot da trace fitness

Na Figura 10, verifica-se que a maioria dos casos (cerca de 60%) apresenta um valor da *fitness* entre 0,313 e 0,527, cerca de 17% apresenta um valor de 0,1 a 0,313, e por fim, cerca de 23% apresenta um valor entre 0,527 e 0,74. Estas ocorrências estão relacionadas com o número e tipo de atividades efetuadas por cada paciente. Tendo em conta o CP, pacientes que realizem uma sequência de atividades semelhante à existente no modelo possuem uma maior semelhança entre este e o seu trajeto, existindo assim um menor número de atividades *inserted* e/ou *skipped*, o que leva a uma maior *trace fitness*.

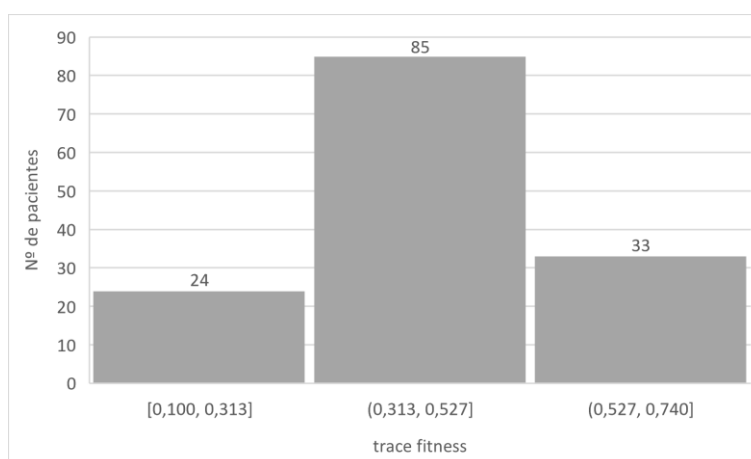


Figura 10 - Número de pacientes por percentagem da trace fitness

Tabela III - Dados retirados da análise de conformidade

Total casos	Total eventos	Média de eventos/caso	Max	Min	Desvio padrão	Atividades <i>skipped</i>	Atividades <i>inserted</i>	Coefficiente de Variação
142	6799	47,88	144	2	36,02	2675	3867	0,752

Na Tabela III, confirma-se que, nos 142 casos, foram observados 6799 eventos no total. Realizaram-se 47,88 atividades, em média, por paciente, sendo que o número mínimo e máximo foram de 2 e 144, respetivamente, apresentando um desvio padrão de 36,02 e um coeficiente de variação de 0,752, logo existe uma variação considerável no número de atividades. Em relação aos valores das atividades *skipped* e *inserted*, obtiveram-se totais de 2675 e de 3867, respetivamente.

O valor mínimo de atividades por trajeto justifica-se pelo facto de o paciente ter efetuado apenas as atividades de diagnóstico, cumprindo as condições consideradas na seleção dos 142 pacientes.

#### 4.2 Avaliação e interpretação da conformidade

Nesta secção, avalia-se a correspondência entre o *event log* e o CP. Verifica-se que ocorrem atividades *skipped*, *inserted* e elementos não observáveis pertencentes ao CP – correspondem às convergências e divergências modeladas (*gateways*) no BPMN. Estas atividades permitem obter os diferentes trajetos modelados. Surgem entre as restantes atividades (*skipped*, *inserted* e sincronizadas) e são necessárias à medida que o *software* identifica o trajeto realizado por cada paciente.

Assim, podem distinguir-se as diferentes atividades por cores, nomeadamente as que são contabilizadas para o número efetivo de eventos que ocorreram por paciente (atividades sincronizadas e *inserted*).

Na Figura 11, visualiza-se através do *Project Alignment to Log (PNetReplayer)* a análise de conformidade, de forma individual (isto é, para cada paciente), como uma sequência de "setas", onde cada seta é colorida de acordo com o tipo de trajeto que representa. As atividades sincronizadas (a verde) representam as atividades presentes no *event log* e no CP, as atividades *inserted* (a amarelo) são as que estão presentes apenas no *event log*, as

atividades *skipped* (a roxo) são as presentes apenas no CP e por fim, as atividades não observáveis são marcadas a preto.

A correspondência efetuada entre o *event log* e o CP tem em conta a ordem sequencial das atividades, sendo que através da Figura 11 verifica-se, por exemplo, que o segundo paciente visualizado na imagem cumpre um trajeto que envolve as vinte atividades de terapia, ficando assim sincronizado com o CP, ao contrário do terceiro paciente, no qual se verifica, na fase final do CP, a existência de um conjunto de atividades seguidas no modelo que foram omitidas (a roxo) do *event log* (isto é, não foram realizadas no trajeto do doente em questão).

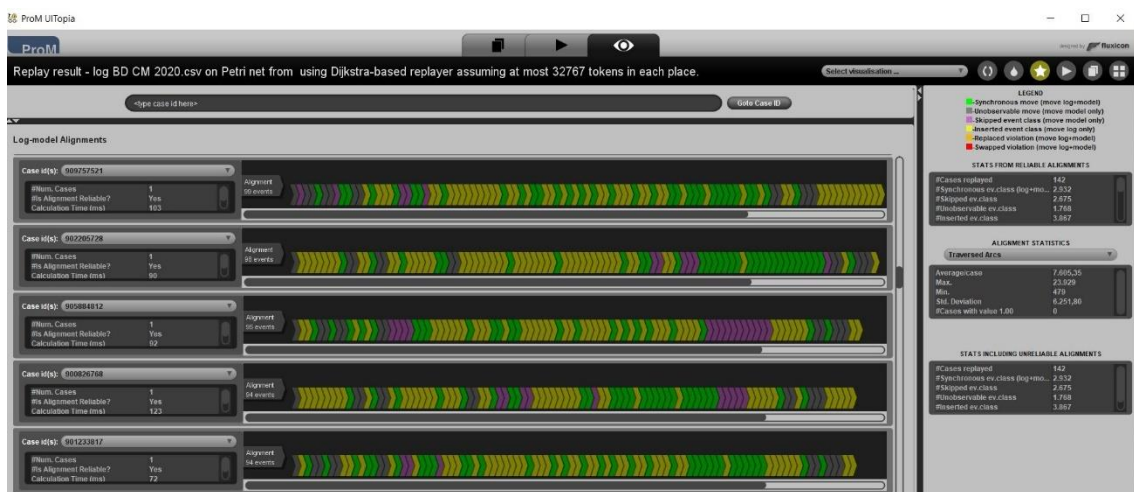


Figura 11 - Análise de Conformidade - Project Alignment to Log (PNetReplayer) para cinco pacientes da amostra

### 4.3 Análise de resultados clínicos

Para perceber se existe correlação entre a *trace fitness* obtida para cada paciente e o número de atividades percorridas nestes pacientes (atividades sincronizadas e *inserted*) elaborou-se um diagrama de dispersão (Figura 12). Observa-se que existe uma possível relação entre estas duas variáveis modelada por uma parábola, com um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,6005, sendo o coeficiente de correlação ( $\sqrt{R^2}$ ) de 0,77. Este resultado demonstra que as duas variáveis estão relacionadas. Verifica-se através da Figura 12, que a *trace fitness* é mais elevada nos trajetos com um número médio de eventos, demonstrando que algumas atividades registadas no *event log* correspondem a uma sequência definida no CP (cirurgia, internamento cirúrgico e não cirúrgico e terapia)

na quantidade correspondente ao valor médio calculado anteriormente para esta análise (secção 3.1).

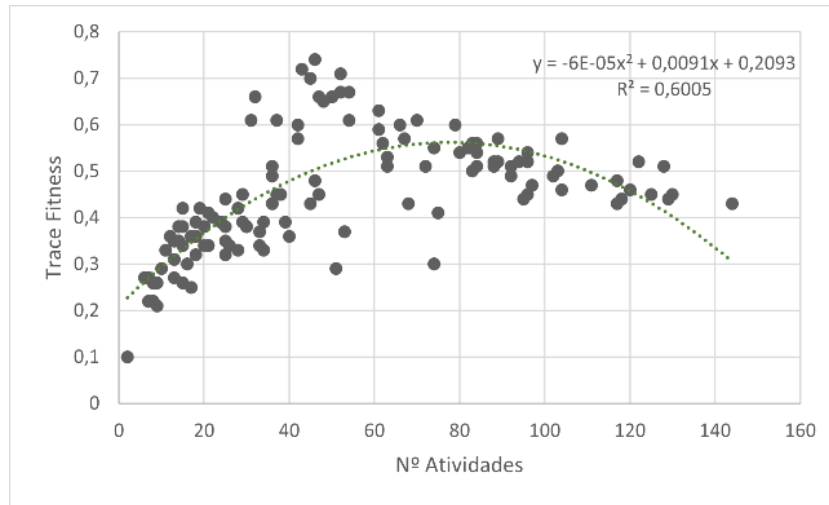


Figura 12 - Diagrama de dispersão entre a trace fitness e o número de atividades efetuadas por paciente

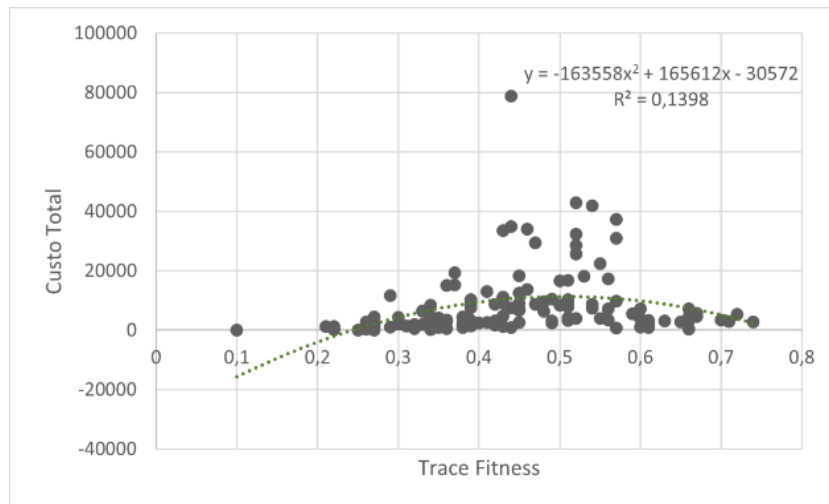


Figura 13 - Diagrama de dispersão entre a trace fitness e o custo total

Ao analisar a relação entre o custo total por paciente e a *trace fitness* (Figura 13), verifica-se que não existe correlação significativa entre estas duas variáveis. O valor do coeficiente de determinação é quase nulo ( $R^2 = 0,1398$ ), sendo o coeficiente de correlação igual a 0,37. Este valor pode ser explicado pelo facto de o custo de cada tipo de atividade não responder ao custo real devido à falta de informação na amostra.

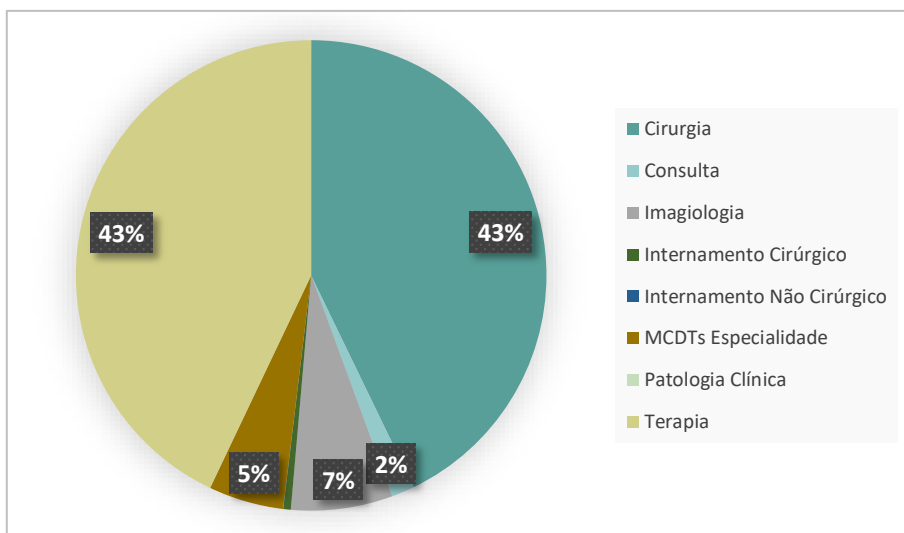


Figura 14 - Análise do peso de cada atividade em termos de custos (no total dos pacientes)

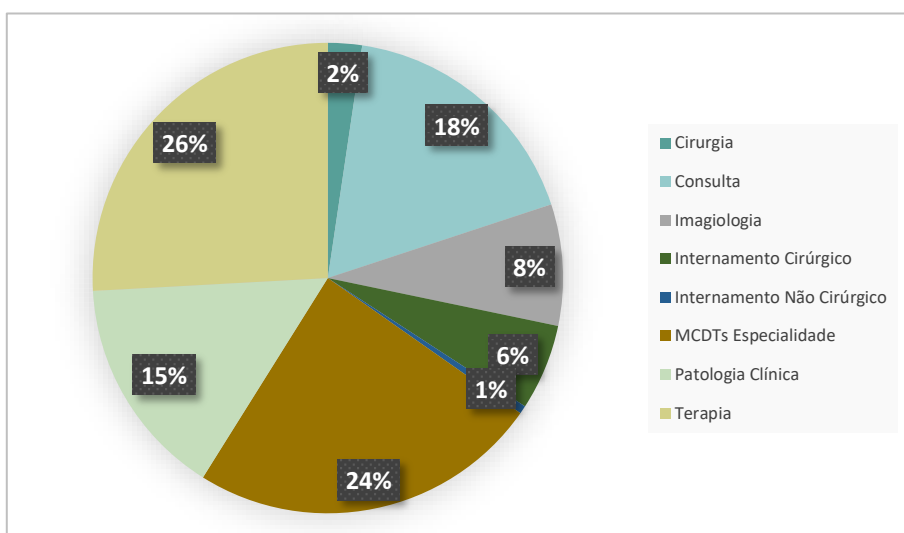


Figura 15 - Análise do peso de cada atividade em termos de número de ocorrências (no total dos pacientes)

Através da Figura 14 é possível constatar que a cirurgia e a terapia são as atividades que apresentam um custo mais elevado, representando 86% do custo total efetuado, no atendimento aos pacientes com cancro da mama que iniciaram e terminaram o percurso oncológico no ano de 2020. Os custos disponibilizados relativos à imagiologia, MCDTs especialidade e consultas são pouco significativos nesta análise. As restantes categorias de atividades, designadamente os internamentos cirúrgico e não cirúrgico, bem como a

patologia clínica não têm custos disponibilizados. Este tema será abordado com mais rigor no próximo ponto.

As atividades com maior número de procedimentos efetuados, ou seja, que foram realizadas mais vezes nesta análise generalizada são a terapia (quimioterapia e radioterapia) e os MCDTs especialidade (Figura 15).

#### 4.4 Análise de custos

A análise de custos monetários consiste na avaliação das diferentes atividades executadas por cada paciente. Esta análise permite retirar informações relativamente aos recursos utilizados por cada doente durante as diferentes fases do seu tratamento. Ao analisar os dados disponibilizados pelo hospital foi possível verificar que existe uma grande discrepância entre os valores da mesma atividade para diferentes pacientes. No entanto, procedeu-se a uma análise dos custos disponibilizados de forma a obter uma relação entre as atividades e o seu impacto financeiro no Hospital da Luz (Anexo 6).

	Nº total de atividades	Nº total de pacientes com a atividade	Custo total	Custo médio da atividade (por paciente)	Desvio padrão	Coefficiente de variação
<b>Cirurgia</b>	159	125	478 104,24 €	3 006,94 €	3 566,97 €	119%
<b>Consulta</b>	1196	136	17 570,98 €	14,69 €	85,13 €	580%
<b>Imagiologia</b>	567	140	77 970,28 €	137,51 €	662,18 €	482%
<b>Internamento cirúrgico</b>	402	121	5 720,64 €	14,23 €	140,98 €	991%
<b>Internamento não cirúrgico</b>	38	6	171,53 €	4,51 €	11,99 €	266%
<b>MCDTs especialidade</b>	1643	141	57 578,04 €	35,04 €	483,84 €	1381%
<b>Patologia clínica</b>	1035	123	- €	- €	- €	-
<b>Terapia</b>	1759	88	479 310,13 €	272,49 €	9 821,36 €	3604%

Tabela IV - Atividades e custos associados na amostra de 142 pacientes

Para realizar uma análise mais aprofundada dos custos, foi calculado o custo médio de cada tipo de atividade (Tabela IV). Após efetuar este processo, verificou-se que existe uma grande disparidade entre custos por categorias de atividade (por exemplo, um paciente realizou uma cirurgia no valor de 15.484,272€ e outro paciente efetuou a mesma cirurgia, com um valor de 308,10€). Estas discrepâncias podem ser verificadas pelo desvio padrão e coeficiente de variação (Tabela IV). Nestes parâmetros é possível

verificar que não existe nenhuma atividade com um coeficiente de variação menor que 100%, o que implica que o desvio padrão é sempre superior à média, demonstrando assim a enorme diversificação dos custos presentes nos dados.

O custo médio do *clinical pathway* foi calculado através da soma do custo médio de cada tipo de atividade, sendo que as três fases (diagnóstico, tratamento e vigilância) diferem consoante o trajeto percorrido por cada paciente no CP.

O *clinical pathway* é constituído pelas atividades apresentadas na Tabela IV, e os seus trajetos diferem consoante a ordem sequencial e o número de cada uma destas atividades ao longo dos trajetos (Anexo 5). Tendo em conta apenas a fase de tratamento, é possível identificar três trajetos alternativos no CP modelado. Um dos caminhos não prevê a realização de cirurgia e os outros dois distinguem-se pela realização de terapia neoadjuvante (realizada antes da cirurgia), sendo caracterizados pelos seguintes custos: CP-A (cirurgia-terapia) com custo médio de 8806,51€, o CP-B (terapia neoadjuvante-cirurgia-terapia) com custo médio de 14341,10€ e por fim o CP-C (terapia-terapia) com custo médio de 5854,05€.

A estes valores acresce o montante de 200,43€ (175,56€ da fase diagnóstico + 24,87€ da fase de vigilância). Sendo que na amostra não existem custos para os procedimentos de patologia clínica, adiciona-se ao valor das atividades obrigatórias (atividades sem opções paralelas no CP), o valor do custo médio das atividades que são efetuadas de forma opcional não nulas (com custos disponibilizados). Por exemplo, na fase de diagnóstico os pacientes iniciam o trajeto realizando uma primeira consulta obrigatória, posteriormente existe a possibilidade de seguir o trajeto através da patologia clínica, consulta ou imagiologia (opcional) e por fim, seguem novamente de forma obrigatória para a consulta e para dois MCDTs especialidade. Assim, às atividades obrigatórias soma-se a média ponderada das duas atividades opcionais não nulas (sendo que existem custos disponíveis para a consulta e para a imagiologia, o que não acontece para a patologia clínica).

Em relação à análise de custos, tendo como objetivo avaliar a relação entre o custo total e a *trace fitness*, verifica-se a partir da Figura 13, que a correlação não apresenta um valor significativo. Por essa razão, foram analisados os desvios entre o custo total do trajeto de cada paciente e o custo do CP, de modo a perceber se existe uma relação entre a *trace fitness* e esta variável.

Começou-se por calcular o custo de cada trajeto na fase de tratamento, no CP modelado, e de seguida determinou-se a média dos três trajetos possíveis (CP-A = 8806,51€; CP-B = 14341,10€; CP-C = 5854,05€), o que origina um valor médio de 9667,22€. Posteriormente, acrescentaram-se os custos relativos às fases comuns aos três trajetos, a fase inicial e a final (175,56€ + 24,87€), como referido previamente, o que resultou no valor médio de 9867,65€. De acordo com a Figura 16, verifica-se que o valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) é aproximadamente zero, sendo o coeficiente de correlação 0,026, o que demonstra claramente que não existe uma relação entre os desvios e a variável *trace fitness*.

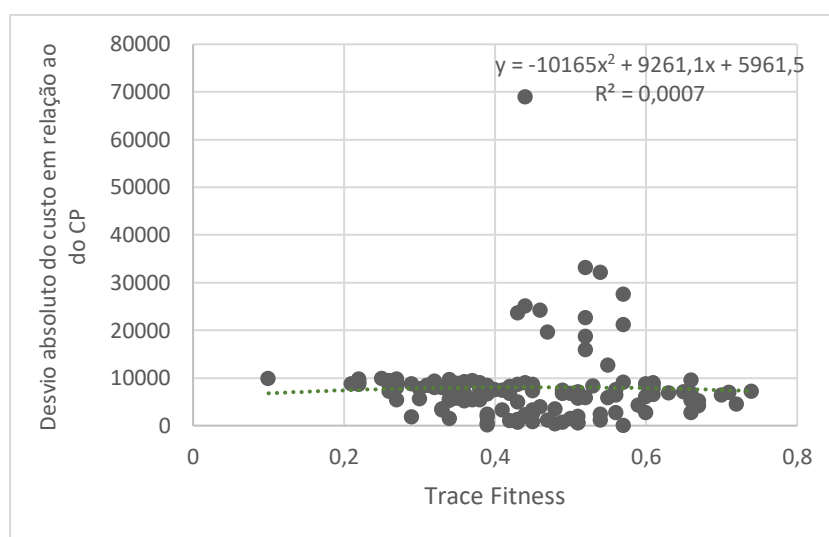


Figura 16 - Diagrama de dispersão entre a *trace fitness* e o desvio absoluto do custo em relação ao do CP de cada paciente

Esta situação pode ser justificada pelo facto de existir falta de informação na amostra, pois sabe-se *a priori* que atividades como radioterapia, incluem tratamentos de elevado custo e na maioria dos pacientes estes custos não estão registados no *event log*. Por outro lado, na atividade de patologia clínica, a amostra não inclui custos para nenhum paciente.

Outra razão para justificar os valores apresentados é o nível de aglomeração de atividades por categorias, que ao efetuar-se, implica uma agregação de custos, nomeadamente, as terapias de quimioterapia e de radioterapia foram agrupadas de forma a facilitar a realização do CP, no entanto, ao fazer a média ponderada do custo total da terapia (em geral), sabendo que a maioria dos custos provém da quimioterapia e não da radioterapia, os valores ficam desequilibrados.



## CAPÍTULO 5: CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO

Neste capítulo, faz-se a ligação entre os resultados obtidos no estudo e as questões formuladas no capítulo 1. A questão principal prende-se com a análise de conformidade entre o *clinical pathway* e o *event log* disponibilizado pelo hospital. O valor da *trace fitness* obtido (0,435) não é um valor significativo, no entanto, permite verificar que existe uma relação entre o modelo *standard* e o processo real.

Este valor pode ser justificado através de alguns fatores: primeiramente, o CP foi sujeito a uma agregação de atividades possivelmente excessiva, na medida em que ao longo do trajeto de cada doente, tem de considerar-se que cada pessoa tem a sua reação própria aos tratamentos e, por isso, podem estar sujeitas a uma disparidade de atividades e a diferentes ordens sequenciais. A título de exemplo, na categoria consultas, existe uma grande variedade de especialidades. Outra categoria muito abrangente é a MCDTs especialidade que inclui diversos métodos complementares para tratamento e diagnóstico.

Outro fator reside no conhecimento clínico no processo de tratamento. Se um especialista determinar que o tratamento recomendado não é apropriado para um paciente específico, pode selecionar um regime fora do *clinical pathway*, o que não significa que o tratamento pré-definido seja menos eficaz, indicando apenas que por algum motivo, este tratamento não é o mais adequado para o paciente em questão. Na maioria das situações o profissional de saúde justifica a sua decisão por razões médicas, como por exemplo a existência de comorbidades, a reação do paciente a medicamentos, ou as preferências do paciente ou do médico.

O conhecimento obtido neste estudo, através da análise dos desvios efetuados em relação ao *clinical pathway*, não se limita apenas a compreender as causas dos desvios, sendo também útil para refazer modelos de processo de modo a refletir melhor a realidade.

Confirma-se que a utilização do CP surge como uma ferramenta principal para a implementação das diretrizes clínicas. O objetivo principal é a otimização da assistência, identificando as variações injustificadas na prática clínica e os custos do sistema de saúde, devido ao seu carácter multidisciplinar e à sua cobertura do ambiente hospitalar.

Em relação ao trabalho futuro, a principal limitação da metodologia apresentada prende-se com a qualidade e integridade da informação do *event log* que regista as execuções dos

casos. Por vezes, os sistemas de informação disponibilizam *event logs* que não são facilmente decifrados e que geralmente contêm inconsistências. Neste estudo, foi necessária uma fase de pré-processamento para extrair dados úteis do sistemas de informação do Hospital da Luz de Lisboa, sendo que existem muitos custos que são omitidos e alguns parecem não corresponder à realidade. É essencial para o sucesso de uma análise de conformidade que a amostra seja completa e devidamente estruturada, apresentando as informações referentes aos custos das atividades, de forma a efetuar uma análise de conformidade rigorosa e completa. Por este motivo é importante fazer uma recolha de dados completa e o hospital devia investir numa recolha fidedigna e completa de dados.

Tendo em conta que neste tipo de análise a dimensão da amostra representa uma elevada importância nos resultados obtidos, a disponibilização de uma base de dados mais abrangente implicaria um maior detalhe na análise e nos processos efetuados, pois como descrito anteriormente, dos 320 pacientes apenas 142 foram utilizados para o estudo em questão. Daí que seria interessante estender a análise a uma amostra de dimensão superior, incluindo casos tratados pelo hospital não apenas em 2020 mas também em anos anteriores e posteriores.

## Bibliografia

- Adriansyah, A. (2014). *Aligning observed and modeled behavior*.  
<https://pure.tue.nl/ws/files/4032919/770080.pdf>
- Adriansyah, A., Van Dongen, B., & Van der Aalst, W. (2011). Cost-based conformance checking using the A\* algorithm. In *BPM Center Report BPM*.  
<http://www.win.tue.nl/~aadrians/publications/2011-BPMCenter-CostBasedLogReplay.pdf>
- Biganzoli, L., Cardoso, F., Beishon, M., Cameron, D., Cataliotti, L., Coles, C. E., Delgado Bolton, R., Trill, M. D., Erdem, S., Fjell, M., Geiss, R., Goossens, M., Kuhl, C., Marotti, L., Naredi, P., Oberst, S., Palussi re, J., Ponti, A., Rosselli Del Turco, M., Poortmans, P. (2020). The requirements of a specialist breast centre. In *Breast* (Vol. 51), p.65-84. <https://doi.org/10.1016/j.breast.2020.02.003>
- Biganzoli, L., Marotti, L., Hart, C., Cataliotti, L., Cutuli, B., K hn, T., Mansel, R., Ponti, A., Poortmans, P., Regitnig, P., Van der Hage, J., Wengstr m, Y., & Rosselli Del Turco, M. (2017). Quality indicators in breast cancer care: An update from the EUSOMA working group. In *European Journal of Cancer* (Vol. 86), p. 59-81. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2017.08.017>
- Havranek, E., Mujahid, M., Barr, D., & Circulation, I. B. (2015). AHA Scientific Statement 873. In *Am Heart Assoc* (Vol. 132, Issue 9). <http://circ.ahajournals.org>
- Hospital da Luz. (2021). *Learning health*.  
<https://www.hospitaldaluz.pt/learninghealth/pt/learning-health/sobre/hospital-da-luz-learning-health>
- ICHOM. (2016). *BREAST CANCER CANCER DATA COLLECTION results Arm and Breast* (Vol. 1).
- Kinsman, L., Rotter, T., James, E., Snow, P., & Willis, J. (2010). What is a clinical pathway? Development of a definition to inform the debate. In *BMC Medicine* (Vol. 8), p. 1-3. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-8-31>
- Macdonald, S., Oncology, R., & General, M. (2016). Breast Cancer Breast Cancer. In *Journal of the Royal Society of Medicine* (Vol. 70, Issue 8). <https://www2.tri-kobe.org/nccn/guideline/breast/english/breast.pdf>

- Mans, R., Van der Aalst, W., & Verbeek, E. (2014). *Supporting process mining workflows with RapidProM* (Vol. 1295). [www.tue.nl/taverne](http://www.tue.nl/taverne)
- Rojo, M. G., Rolón, E., Calahorra, L., García, F. Ó., Sánchez, R. P., Ruiz, F., Ballester, N., Armenteros, M., Rodríguez, T., & Espartero, R. M. (2008). Implementation of the Business Process Modelling Notation (BPMN) in the modelling of anatomic pathology processes. In *Diagnostic Pathology* (Vol. 3, Issue SUPPL.1), p.1-4. <https://doi.org/10.1186/1746-1596-3-S1-S22>
- Rovani, M., Maggi, F., De Leoni, M., & Van der Aalst, W. (2015). *Declarative Process Mining in Healthcare*. <http://www.processmining.org>
- Rozinat, A., & Van der Aalst, W. (2008). Conformance checking of processes based on monitoring real behavior. In *Information Systems* (Vol. 33, Issue 1), p.64-95. <https://doi.org/10.1016/j.is.2007.07.001>
- Rudnitckaia, J. (2014). *Process Mining. Data science in action*.
- Torrubia, G. S., & Lozano Terrazas, V. M. (2016). *Algoritmo de Dijkstra. Un Tutorial Interactivo*. 60. <http://www.dma.fi.upm.es/dijkstra/>
- Van de Klundert, J., Gorissen, P., & Zeemering, S. (2010). Measuring clinical pathway adherence. In *Journal of Biomedical Informatics* (Vol. 43, Issue 6), p.861-872. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2010.08.002>
- Van Der Aalst, W., Adriansyah, A., De Medeiros, A. K., Arcieri, F., Baier, T., Blickle, T., Chandra Bose, J., Van Den Brand, P., Brandtjen, R., Buijs, J., Burattin, A., Carmona, J., Castellanos, M., Claes, J., Cook, J., Costantini, N., Curbera, F., Damiani, E., De Leoni, M., Wynn, M. (2012). *LNBIP 99 - Process Mining Manifesto*.
- Van Der Aalst, W., Buijs, J., & Van Dongen, B. (2011). *LNBIP 116 - Towards Improving the Representational Bias of Process Mining*.
- Van Dongen, B., De Medeiros, A. K., Verbeek, E., Weijters, A. M., & Van der Aalst, W. (2005). The ProM framework: A new era in process mining tool support. In *Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 3536). Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/11494744\\_25](https://doi.org/10.1007/11494744_25)

Van Gorp, P., & Dijkman, R. (2013). A visual token-based formalization of BPMN 2.0 based on in-place transformations. In *Information and Software Technology* (Vol. 55, Issue 2), p.365-394. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2012.08.014>

Weske Mathias. (2007). *Business Process Management* (Springer (ed.)).

White, S. (2004). *Introduction to BPMN*. [https://www.bptrends.com/publicationfiles/07-04 WP Intro to BPMN - White.pdf](https://www.bptrends.com/publicationfiles/07-04%20WP%20Intro%20to%20BPMN%20-%20White.pdf)

## Anexos

### Anexo 1A

Indicadores EUSOMA, revistos em 2017

Fonte: (Biganzoli et al., 2017)

#### Breast Centres Certification Procedure

According to the Eusoma guidelines "The requirements of a specialist breast centre"



#### Eusoma Quality Indicators for Breast Centre Certification

based on "Quality indicators in breast cancer care: An update from the EUSOMA working group" EJC 86 (2017): 59-81

Indicator	Recommended/ Mandatory	Minimum Standard	Target
1 Proportion of women with breast cancer (invasive or in situ) who had a pre-operative histologically or cytologically confirmed malignant diagnosis (B5 or C5)	M	85%	90%
2 Proportion of invasive cancer cases for which the following prognostic/predictive parameters have been recorded: histological type (according to WHO Classification of Tumours of the Breast), grading (according to WHO and EU Guidelines: Elston and Ellis modified Bloom and Richardson-Grading system Elston, CW et al. 1991), ER, PgR*, HER-2/neu, Proliferation index (Ki67)* *this marker is recommended but not mandatory, and does not need to be included in the calculation for compliance with the QI  For patients receiving primary systemic treatment (PST), characterization on core biopsy prior to therapy is mandatory. For patients receiving primary surgery, characterization may be performed on the surgical specimen only. In addition to the above parameters, the following parameters must be recorded after surgery: Pathological stage (pT and pN, or ypT and ypN in case of PST), Size in mm for the invasive component, Peritumoral vascular invasion (L,V), Distance to nearest radial margin	M	95%	98%
3 Proportion of non-invasive cancer cases for which the following prognostic/predictive parameters have been recorded: Grading (according to WHO Classification of Tumours of the Breast), dominant histologic pattern, size in mm (best pathology or radiology estimate if ≥ stage pathology), distance to nearest radial margin, ER.	M	95%	98%
4 Proportion of patients with invasive breast cancer (M0) who received post-operative radiation therapy (RT) after surgical resection of the primary tumor and appropriate axillary staging/surgery in the framework of BCT	M	90 %	95 %
5 Proportion of patients (BRCA1 and BRCA2 patients excluded) with invasive breast cancer not greater than 3 cm (total size, including DCIS component) who underwent BCT as primary treatment.	M	70%	85%
6 Proportion of patients with non-invasive breast cancer not greater than 2cm who underwent BCT	M	80%	90%

7	Proportion of patients with DCIS only who do not undergo axillary clearance	M	97%	99%
8	Proportion of patients with endocrine sensitive invasive cancer who received endocrine therapy	M	85%	90%
9	Proportion of patients with ER- (T > 1 cm or Node+) invasive carcinoma who received adjuvant chemotherapy	M	85%	95%
10	Proportion of patients (invasive cancer only) who received a single (breast) operation for the primary tumor (excluding reconstruction)	M	80%	90%
11	Proportion of patients (DCIS only) who received just one operation (excluding reconstruction)	M	70%	90%
12	Proportion of patients with invasive cancer and clinically negative axilla who underwent sentinel lymph-node biopsy (excluding patients who received PST)	M	90%	95%
13	Proportion of patients receiving immediate reconstruction after mastectomy (at the same time)	R	40%	NA
14	Proportion of patients with invasive cancer who underwent sentinel lymph-node biopsy with no more than 5 nodes excised	R	90%	95%
15	Proportion of patients with HER2 positive (IHC 3+ or in situ hybridisation positive FISH +) invasive carcinoma (T > 1 cm or N+) treated with chemotherapy who received adjuvant trastuzumab	M	85%	95%
16	Proportion of treated patients for which the breast centre collects data on life status and recurrence rate (for at least 5 years)	R	80%	90%
17*	Ratio of benign to malignant diagnoses based on definitive pathology report (surgery only, non-operative biopsies excluded) –	M	1:4	1:5

\*For this indicator, the procedure foresees a check onsite

For the complete description of each of the above indicators, please refer to the Eusoma document “Quality indicators in breast cancer care: An update from the EUSOMA working group” EJC 86 (2017): 59-81, available at [www.eusoma.org](http://www.eusoma.org)

## Anexo 1B

### Indicadores ICHOM

Fonte: (ICHOM, 2016)

## ICHOM Standard Set for Breast Cancer

### Case-Mix Variables

Patient Population	Measure	Supporting Information	Timing	Suggested Data Sources
<b>Demographic Factors</b>				
All patients	Gender	N/A	Baseline	Patient-reported
	Date of birth			Clinical
	Body mass index	Height and weight		
	Ethnicity	Determined by country		
	Educational level	Level of schooling completed		
	Relationship status	Relationship status		Patient-reported
	Menopausal status	Current menopausal status		
<b>Baseline Clinical Factors</b>				
All patients	Comorbidities	Modified Self-administered Comorbidity Questionnaire (SCQ)	Baseline, update at least after 5 years	Patient-reported
	Laterality	Laterality of breast cancer	Baseline	Clinical
	First or new primary tumor	First primary or new primary on contralateral or ipsilateral breast		
<b>Baseline Tumor Factors</b>				
All patients	Date of diagnosis	Initial date of histological diagnosis	Baseline	
	Histological type	Histological type of tumor		
	Mutation status	Genetic mutation predisposing breast cancer	Baseline and 1 year	
	Tumor grade (invasive)	Grade of invasive component of tumor		
	Tumor grade (DCIS)	Grade of DCIS component of tumor		
Patients with neoadjuvant therapy	Clinical stage	Clinical stage per AJCC 7th		
Patients with surgery/biopsy	Pathological M stage	Pathological stage per AJCC 7th	Baseline	Clinical
	Pathological TNM stage			
	Size of invasive component of tumor			
Patients with surgery	Number of lymph nodes resected	N/A		
	Number of lymph nodes involved	Number of lymph nodes involved according to TNM stage AJCC 7th		
	Estrogen receptor status	Presence of estrogen receptor status		
	Progesteron receptor status	Presence of progesteron receptor status		
	Her-2 receptor status	Presence of Her-2 receptor status		

### Treatment Variables

Patient Population	Measure	Supporting Information	Timing	Suggested Data Sources
All patients	(Reconstructive) Surgery	N/A	Update at least annually	Clinical and patient-reported
	Radiotherapy			
	Chemotherapy			
	Hormonal therapy			
	Targeted therapy			



## Anexo 2

Fonte: (White, 2004)






**Flow Objects:** Um diagrama BPM é composto por três elementos principais, designados por objetos de fluxo, que são eventos, atividades e *gateways*.

**Connecting Objects:** Os objetos de fluxo são conectados num diagrama para criar a estrutura básica de um processo de negócios. Existem três objetos de conexão que fornecem essa função (*sequence flow, message flow e association*).




**Swimlanes:** Muitas metodologias de *process mining* utilizam o conceito de *swimlanes* como um mecanismo para organizar atividades em categorias visuais isoladas, através de *pools* e *lanes*, a fim de ilustrar diferentes capacidades ou responsabilidades funcionais. Ambas permitem a definição dos limites do processo, no entanto, uma *pool* pode ser subdividida em várias *lanes*.

**Artifacts:** O BPMN foi projetado para permitir alguma flexibilidade na extensão da notação básica e na capacidade de adicionar contexto apropriado a uma situação de modelação específica, sendo permitido adicionar um número ilimitado de *artifacts* (*data object, group, annotation*).




---

<i>Flow Objects</i>		
<b>Event</b>	 Start Event	Start event é o sinal da primeira etapa do processo; end event sinaliza que o processo terminou; intermediate event indica um evento que ocorre entre o evento inicial e final.
	 Intermediate Event	
	 End Event	
<b>Activity</b>	 Task	As activities descrevem o que é efetivamente realizado no processo e podem ser do tipo atômicas ou subprocessos, quando contêm uma caixa com um “+” no lado inferior do retângulo, referem-se a um subprocesso.
	 Sub-Process	



---

<b>Gateway</b>		Exclusive Gateway	Os <i>gateways</i> são utilizados para controlar a sequência de atividades: exclusivo obriga à escolha de um dos vários caminhos opcionais; paralelo obriga à execução simultânea dos caminhos divergentes; inclusivo permite a execução de um ou mais caminhos simultaneamente.
		Parallel Gateway	
		Inclusive Gateway	



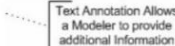
**Connecting Objects**

<b>Sequence Flow</b>		<p><i>Sequence Flow</i> representa as ligações de ordem sequencial entre os objetos de fluxo. É o objeto de conexão básico e essencial; <i>message flow</i> representa o envio e recepção de mensagens entre <i>swimlanes</i>; <i>associations</i> associam dados, texto e outros <i>artifacts</i> a objetos de fluxo e apresentam as entradas e saídas das atividades.</p>
<b>Message Flow</b>		
<b>Association</b>		

**Swimlanes**

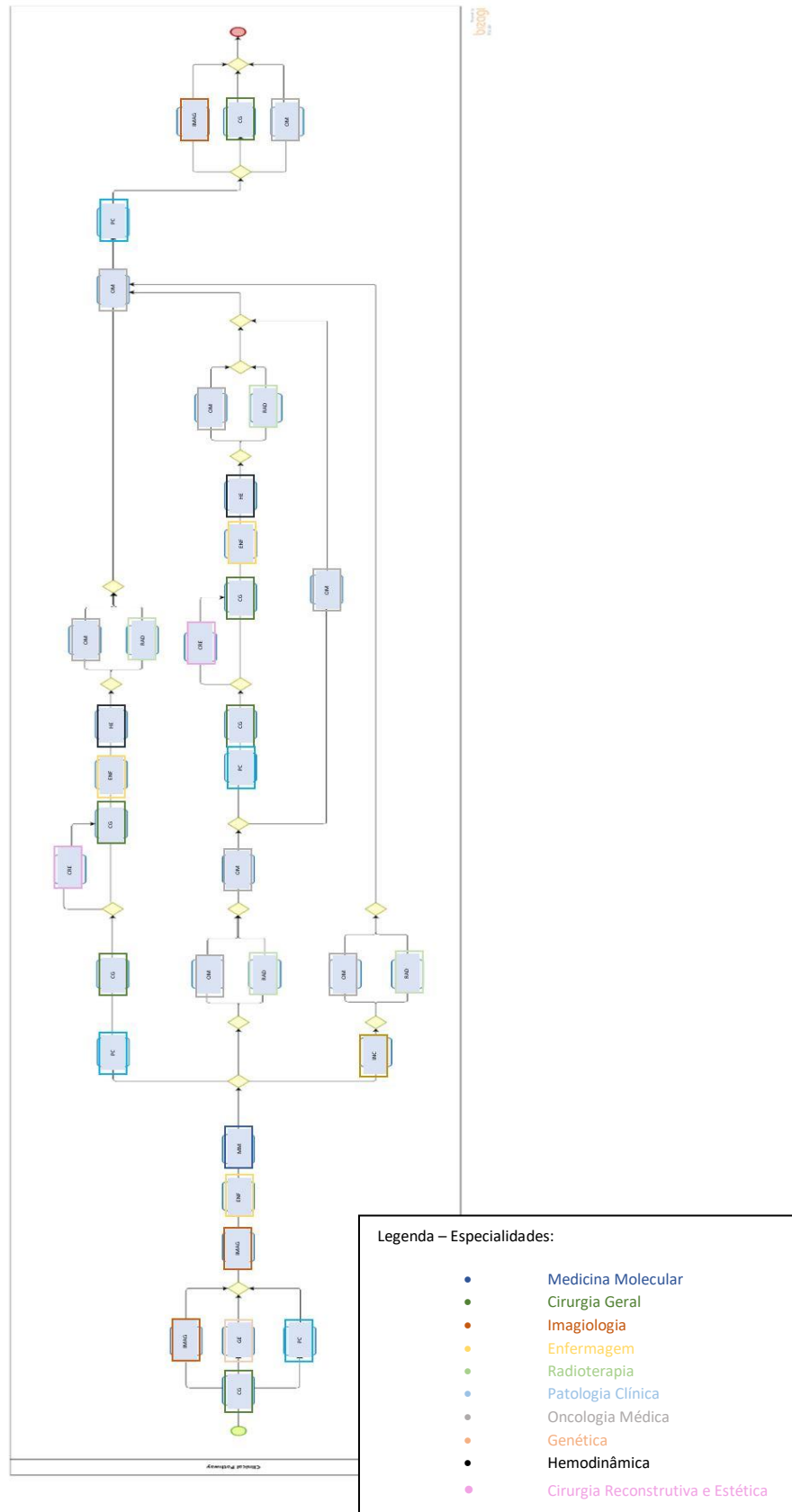
<b>Pool</b>		Uma <i>pool</i> representa cada um dos participantes do processo; <i>lane</i> é uma subdivisão efetuada no interior de uma <i>pool</i> que se desenvolve ao longo do comprimento desta, tanto na vertical como na horizontal. Organiza e categoriza atividades.
<b>Lane</b>		

**Artefacts**

<b>Data Object</b>		<p><i>Data Object</i> mostra como os dados são necessários ou produzidos por atividades. Interligam-se às atividades por meio de <i>associations</i>; <i>group</i> é utilizado para fins de documentação ou análise, e não afeta o fluxo sequencial; <i>annotations</i> fornecem informações de texto adicionais para o leitor de um diagrama BPMN.</p>
<b>Group</b>		
<b>Annotation</b>		

# Anexo 3A

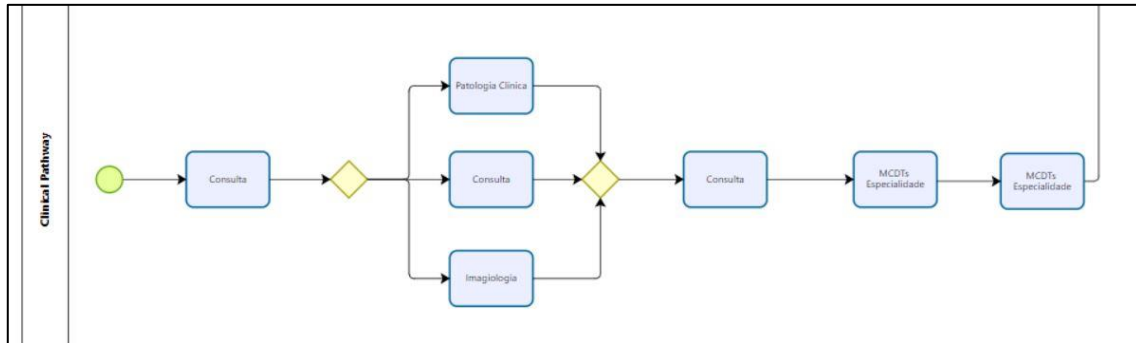
## Clinical Pathway - Especialidades



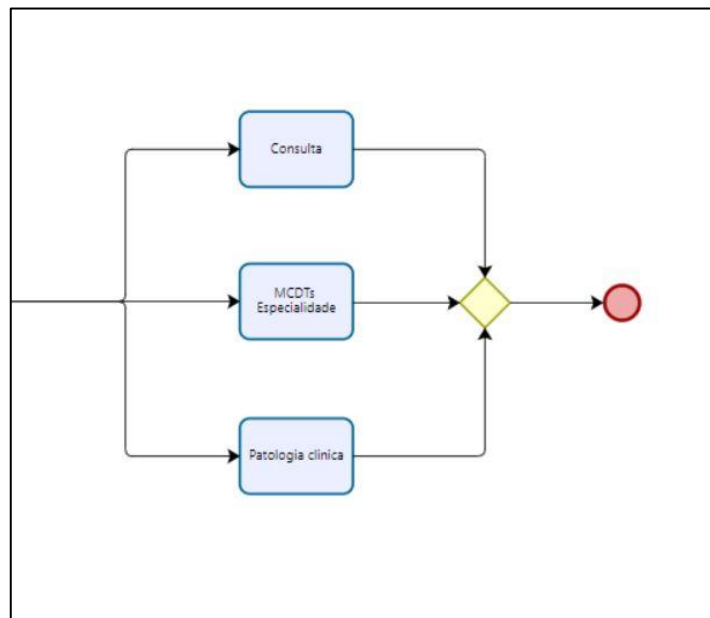
### Anexo 3B

Clinical Pathway - Atividades - utilizado no ProM Tools

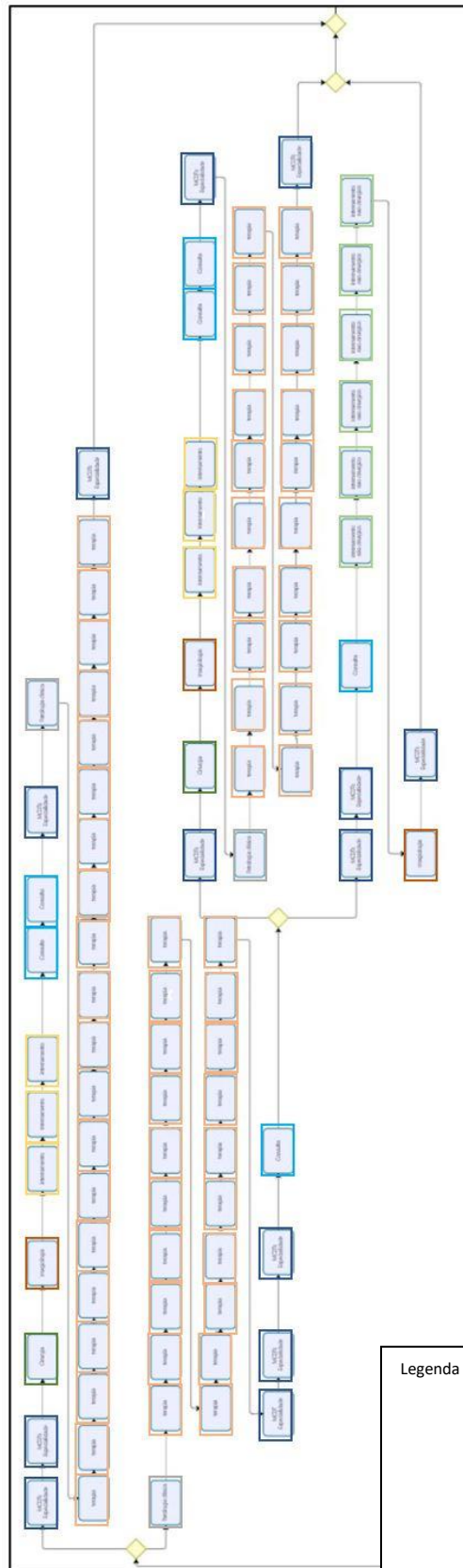
#### Fase Diagnóstico



#### Fase Vigilância



## Fase Tratamento

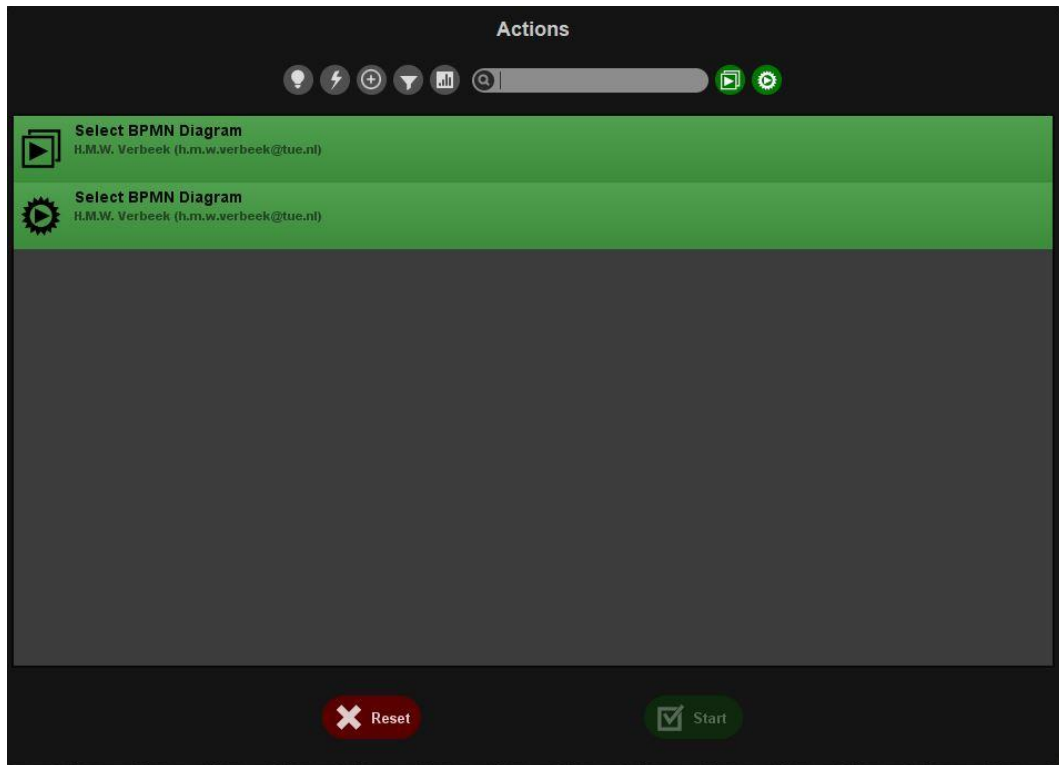


**Legenda – Atividades:**

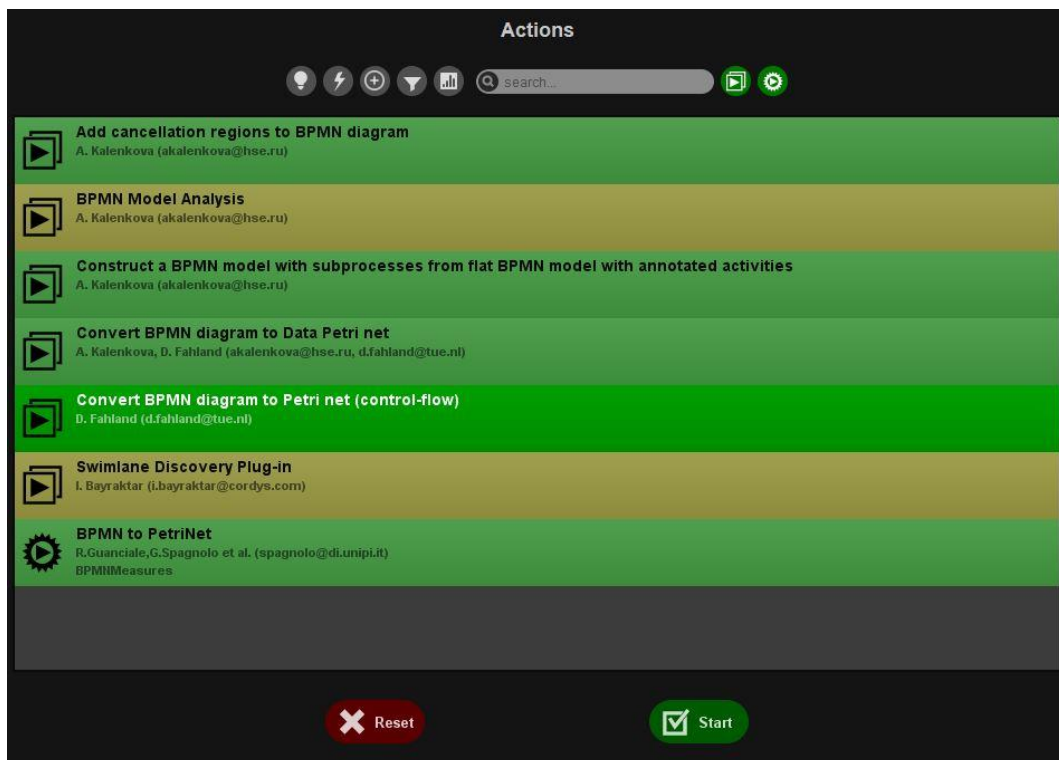
- MCDTs Especialidade
- Cirurgia
- Imagiologia
- Internamento
- Internamento não cirúrgico
- Consulta
- Patologia Clínica
- Terapia

## Anexo 4

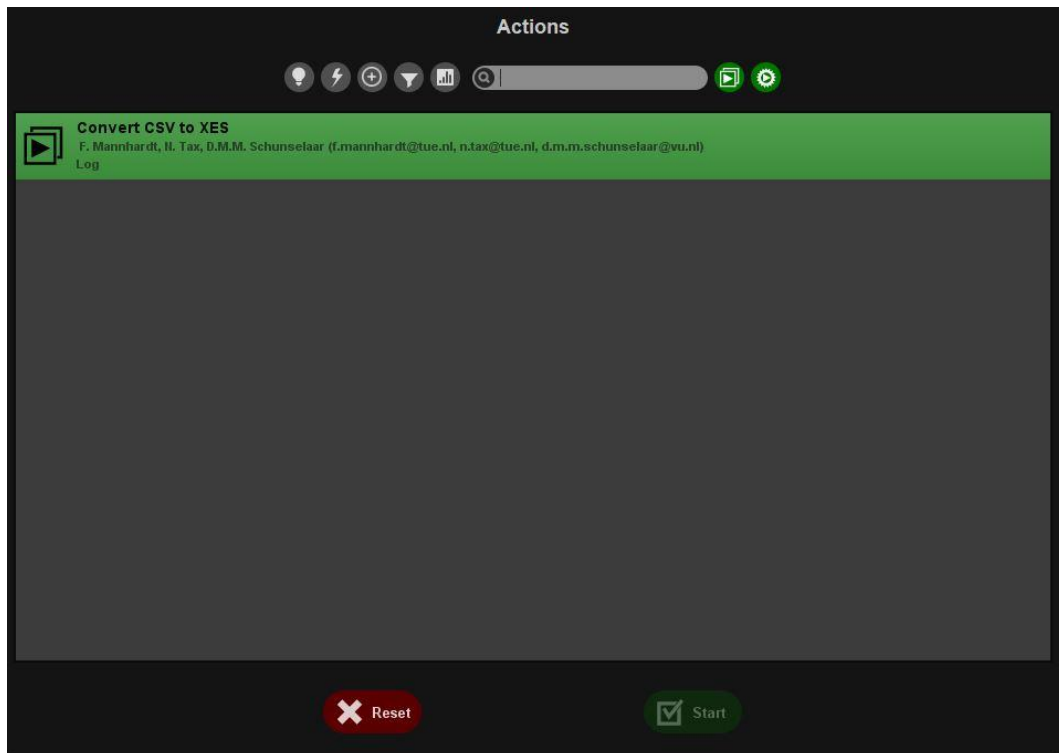
### Etapas de *process mining* no *ProM*



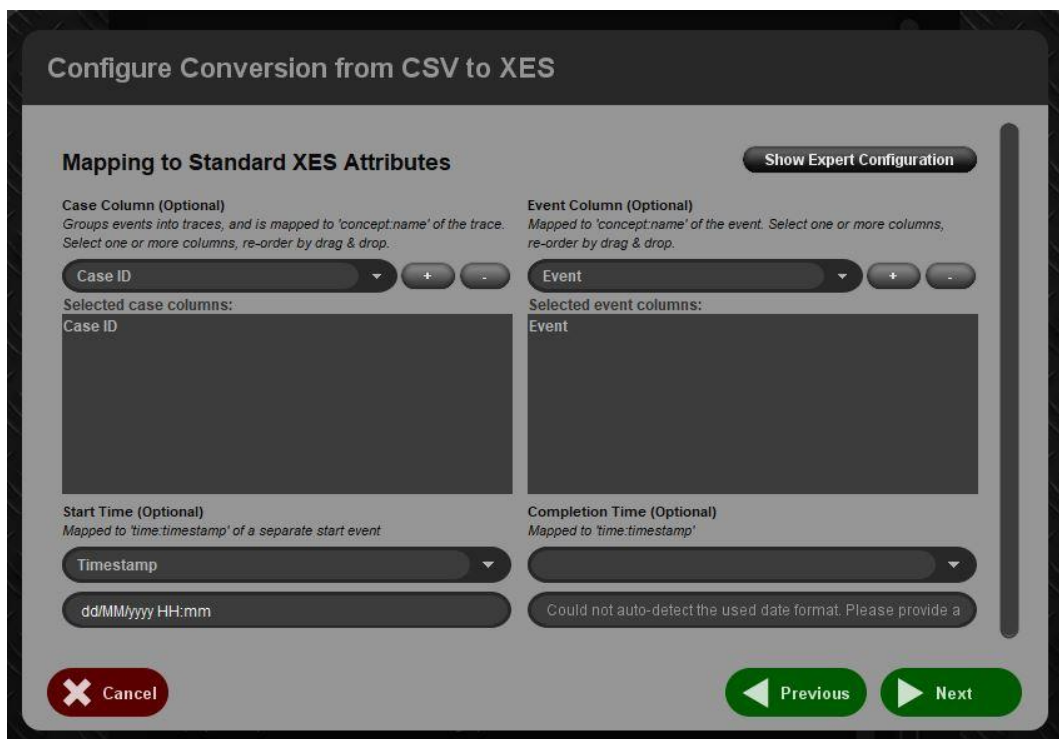
Importar o CP em formato BPMN



Converter o BPMN para Petri Net (*Control-Flow*)



Importar o *event log* em formato CSV



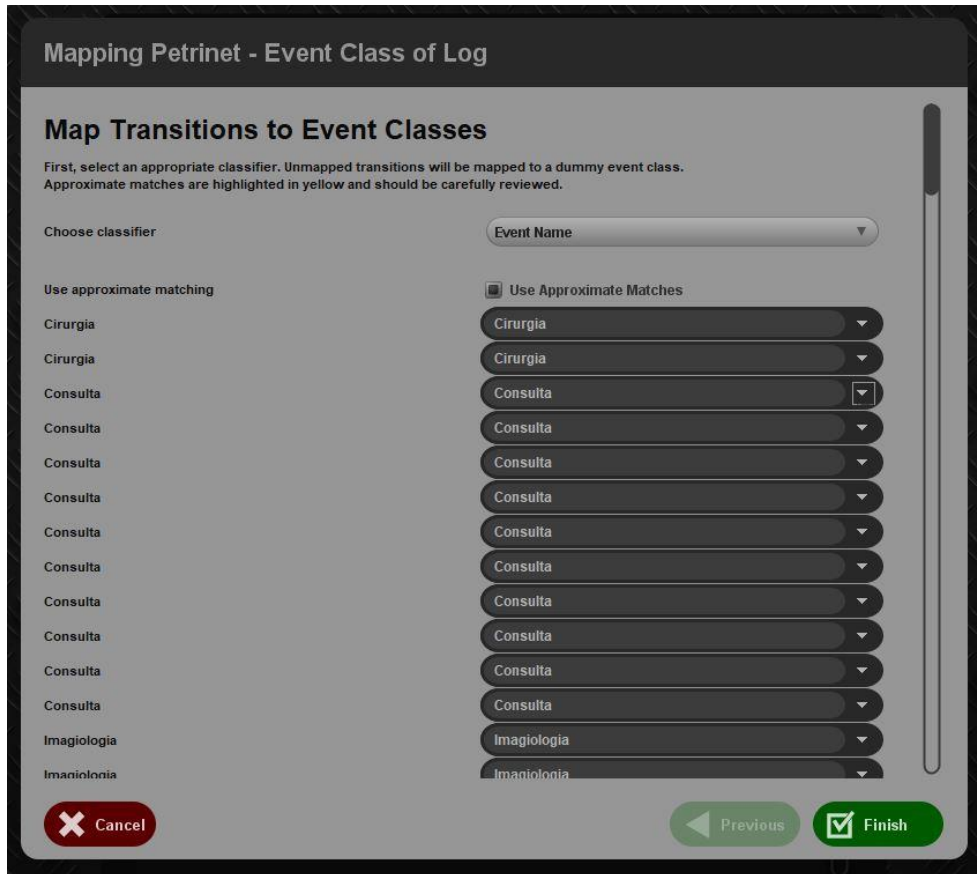
Configurar a conversão do ficheiro CSV para XES, seleccionando as colunas do *case ID*, *event* e *timestamp*



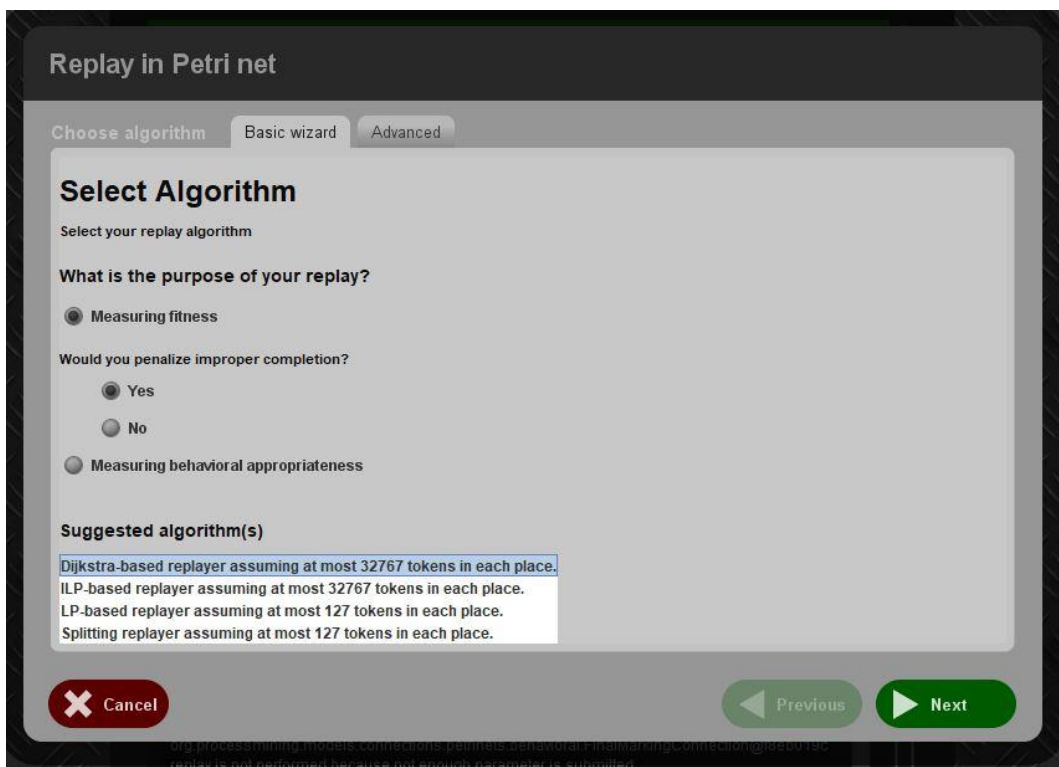
*Dashboard do ficheiro XES – 142 casos e 8 atividades*

*Converter o event log em Petri Net*

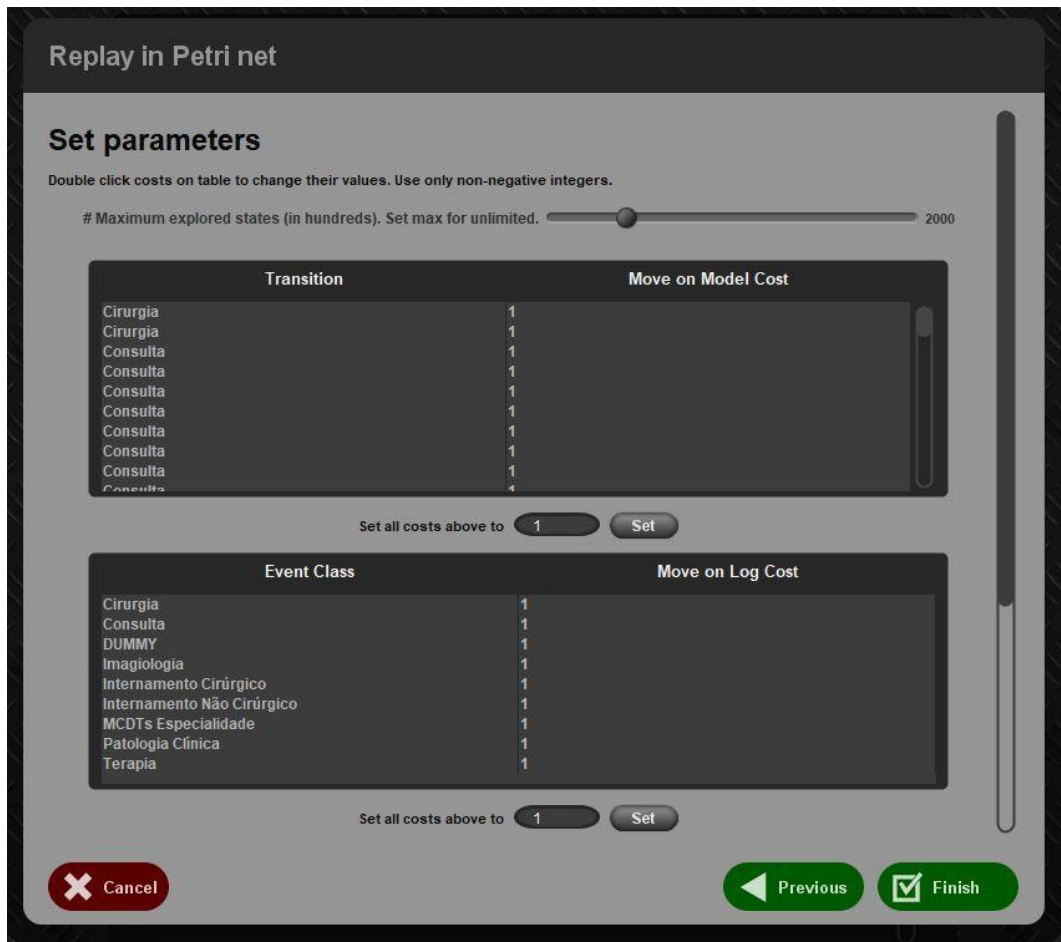




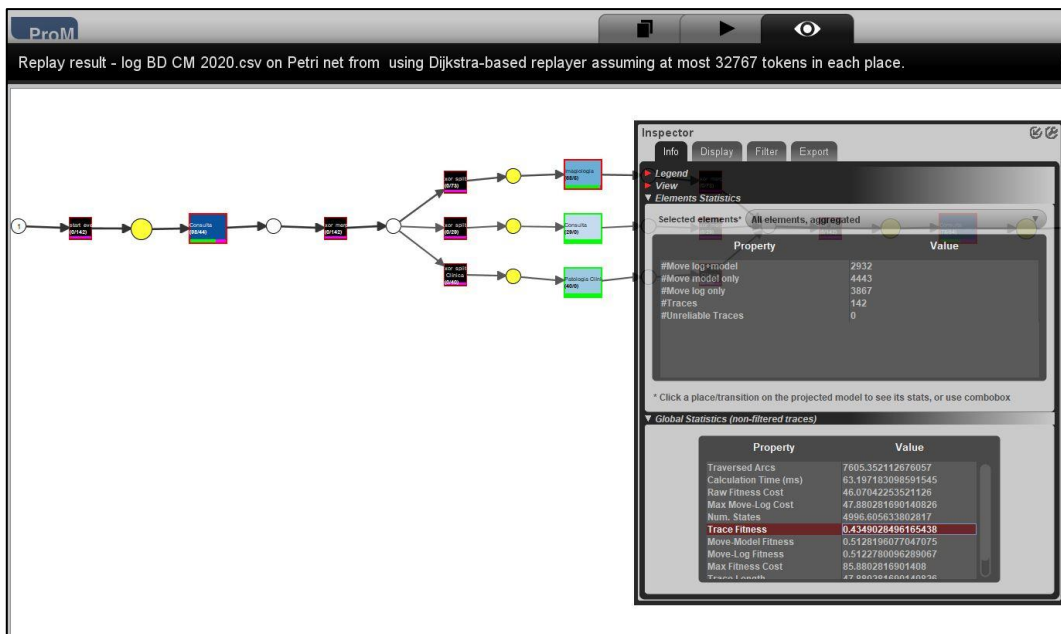
Correspondência entre as atividades do *event log* e do CP



Selecionar o algoritmo para proceder à análise de conformidade



Inserir os custos das atividades *inserted* e *skipped* = 1



Resultado da análise de conformidade



*Dashboard* com os ficheiros utilizados para proceder à análise de conformidade

## Anexo 5

### Clinical Pathway – custo por atividade e por trajeto

Diagnóstico	Tratamento A	Tratamento B	Tratamento C	Vigilância	Atividade	Custo médio da atividade
Consulta	MCDTs Especialidade	Patologia Clínica	Patologia Clínica	Consulta	Cirurgia	3 006,94 €
Patologia clínica	MCDTs Especialidade	20* Terapia	20* Terapia	MCDTs Especialidade	Consulta	14,69 €
Consulta	Cirurgia	MCDTs Especialidade	MCDTs Especialidade	Patologia Clínica	Imagiologia	137,51 €
Imagiologia	Imagiologia	MCDTs Especialidade	MCDTs Especialidade		Internamento Cirúrgico	14,23 €
Consulta	Internamento	MCDTs Especialidade	MCDTs Especialidade		Internamento Não Cirúrgico	4,51 €
MCDTs Especialidade	Internamento	Consulta	Consulta		MCDTs Especialidade	35,04 €
MCDTs Especialidade	Internamento	MCDTs Especialidade	MCDTs Especialidade		Patologia Clínica	- €
	Consulta	Cirurgia	MCDTs Especialidade		Terapia	272,49 €
	Consulta	Imagiologia	Consulta			
	MCDTs Especialidade	Internamento	Internamento não cirurgico			
	Patologia Clínica	Internamento	Internamento não cirurgico			
	20* Terapia	Internamento	Internamento não cirurgico			
	MCDTs Especialidade	Consulta	Internamento não cirurgico			
		Consulta	Internamento não cirurgico			
		MCDTs Especialidade	Internamento não cirurgico			
		Patologia Clínica	Imagiologia			
		20* Terapia	MCDTs Especialidade			
		MCDTs Especialidade				
175,56 €	8 806,51 €	14 341,10 €	5 854,05 €	24,87 €		

## Anexo 6

### Dados gerais

	Trace Fitness	Nº Atividades	Cirurgia (€)	Consulta (€)	Imagiologia (€)	Internamento Cirúrgico (€)	Internamento Não Cirúrgico (€)	MCDTs Especialidade (€)	Patologia Clínica (€)	Terapia (€)	Custo Total (€)	Custo médio CP (€)	Desvio (CT – Custo CP) (€)
900035701	0,51	36	2431,668	100,008	561,156	12,192	0	143,688	0	25,92	3274,632	9 867,65	6 593,02
900075622	0,39	29	7651,116	112,992	137,664	52,788	0	47,328	0	34,476	8036,364	9 867,65	1 831,29
900165656	0,6	42	0	0	972,864	0	0	175,14	0	23,196	1171,2	9 867,65	8 696,45
900185843	0,44	95	6671,592	72,792	38,784	3,36	32,064	762,384	0	27317,316	34898,292	9 867,65	- 25 030,64
900243096	0,51	63	2501,052	191,916	1038,432	10,452	0	242,04	0	12,48	3996,372	9 867,65	5 871,28
900280102	0,61	70	1641,948	78,276	601,044	4,224	0	372,78	0	681,696	3379,968	9 867,65	6 487,68
900318746	0,35	14	710,412	131,736	122,172	6,144	0	29,28	0	0	999,744	9 867,65	8 867,91
900369537	0,26	9	308,1	31,248	135,852		0	0	0	0	475,2	9 867,65	9 392,45
900444610	0,67	52	3054,012	59,064	2132,16	2,844	0	484,02	0	0	5732,1	9 867,65	4 135,55
900467768	0,31	13	1059,156	39,036	191,748	14,544	0	188,028	0	0	1492,512	9 867,65	8 375,14
900499988	0,32	25	1141,512	44,76	718,02	0	0	30,396	0	0	1934,688	9 867,65	7 932,96
900523030	0,71	52	1978,2	196,044	420,528	26,268	0	235,212	0	37,44	2893,692	9 867,65	6 973,96
900718710	0,41	21	1818,852	238,944	355,536	16,356	0	118,092	0	0	2547,78	9 867,65	7 319,87
900767214	0,51	128	12837,828	139,776	623,472	23,016	0	685,848	0	2568,276	16878,216	9 867,65	- 7 010,57
900786510	0,33	11	1251,276	167,172	406,548	7,668	0	109,308	0	0	1941,972	9 867,65	7 925,68
900826768	0,51	72	4943,808	171,264	777,948	6,744	0	679,86	0	1410,624	7990,248	9 867,65	1 877,40
900843263	0,43	144	3905,1	218,712	3380,568	12,912	0	1648,884	0	1884,66	11050,836	9 867,65	- 1 183,19
900962394	0,36	17	3199,428	171,288	40,356	0	0	10,656	0	26,364	3448,092	9 867,65	6 419,56
901190638	0,61	54	1086,624	0	627,072	19,476	0	382,248	0	0	2115,42	9 867,65	7 752,23
901201850	0,36	12	363,852	136,488	52,368	0	0	96,516	0	0	649,224	9 867,65	9 218,43
901216416	0,5	103	2698,644	157,764	406,92	4,836	0	552,768	0	4647,54	8468,472	9 867,65	1 399,18
901233817	0,6	79	4219,56	159,288	472,716	4,08	0	596,976	0	1768,272	7220,892	9 867,65	2 646,76
901279434	0,52	89	1968,036	56,364	1001,712	3,624	0	441,408	0	39469,284	42940,428	9 867,65	- 33 072,78
901466099	0,43	117	10088,376	276,264	151,212	186,888	0	341,04	0	82,428	11126,208	9 867,65	- 1 258,56
901469179	0,34	21	631,992	75,288	310,272	4,728	0	29,448	0	0	1051,728	9 867,65	8 815,92
901510527	0,67	54	3292,272	128,112	1064,82	17,508	0	226,152	0	0	4728,864	9 867,65	5 138,79
901556802	0,33	28	2026,824	120,612	3756,372	45,888	0	431,676	0	0	6381,372	9 867,65	3 486,28
901584121	0,56	83	2972,016	222,96	1018,092	1,68	0	302,652	0	2680,704	7198,104	9 867,65	2 669,55
901610718	0,42	19	2947,428	174,192	13,032	21,024	0	5,856	0	0	3161,532	9 867,65	6 706,12
901685343	0,51	88	6329,052	80,016	27,3	50,76	0	1503,18	0	1277,256	9267,564	9 867,65	600,09
902044341	0,35	14	507,504	19,56	848,016	0	0	113,82	0	0	1488,9	9 867,65	8 378,75
902175233	0,48	46	4709,196	239,988	760,236	55,44	0	616,284	0	21,936	6403,08	9 867,65	3 464,57
902205728	0,54	80	3375,276	130,44	1425,792	0	0	959,832	0	1598,844	7490,184	9 867,65	2 377,47
902313997	0,74	46	1980,876	208,632	367,86	13,692	0	192,036	0	0	2763,096	9 867,65	7 104,55
902367817	0,48	117	5679,852	249,96	580,548	17,448	0	745,248	0	2310,372	9583,428	9 867,65	284,22
902438749	0,34	26	3855,852	212,076	143,448	0	0	67,692	0	54,48	4333,548	9 867,65	5 534,10
902519064	0,36	18	2773,848	165,408	75,624	2,784	0	0,684	0	0	3018,348	9 867,65	6 849,30
902670943	0,66	32	0	34,536	61,812		0	231,612	0	0	327,96	9 867,65	9 539,69
902757895	0,35	14	3482,448	91,368	18,42	23,76	0	0,876	0	0	3616,872	9 867,65	6 250,78
902775770	0,32	18	402,804	17,556	8,304	0	0	130,548	0	0	559,212	9 867,65	9 308,44
902882193	0,53	63	15484,272	279,396	244,992	265,356	0	1698,408	0	147,264	18119,688	9 867,65	- 8 252,04

903179542	0,45	125	3234,648	113,052	301,752	41,328	0	1284,744	0	1679,664	6655,188	9 867,65	3 212,46
903225170	0,54	96	4728,228	181,368	540,204	25,932	0	509,16	0	35976,12	41961,012	9 867,65	- 32 093,36
903272682	0,45	29	12020,148	17,004		11,592	0	193,056	0	251,976	12493,776	9 867,65	- 2 626,13
903352465	0,38	20	573,888	68,424	197,484	0	0	72,036	0	0	911,832	9 867,65	8 955,82
903420231	0,39	24	680,112	70,272	527,76	13,572	0	154,284	0	0	1446	9 867,65	8 421,65
903532854	0,57	42	630,468	55,908	29,796	0	0	62,82	0	28,908	807,9	9 867,65	9 059,75
903568298	0,35	13	961,332	51,972	115,776	0	0	290,016	0	0	1419,096	9 867,65	8 448,55
903637443	0,45	47	5792,052	32,232	5,964	24,024	0	581,376	0	944,4	7380,048	9 867,65	2 487,60
903997709	0,27	6	4479,444		3,288	4,968	0	1,188	0	0	4488,888	9 867,65	5 378,76
904108193	0,45	130	5658,312	86,976	1485,084	42,492	0	638,868	0	1163,496	9075,228	9 867,65	792,42
904121998	0,52	88	4040,124	38,112	1605,156	5,592	0	1100,292	0	21807,048	28596,324	9 867,65	- 18 728,67
904216433	0,26	8	0	0	1231,44	0	0	171,948	0	0	1403,388	9 867,65	8 464,26
904239026	0,38	30	0	114,048	655,152	0	0	686,76	0	0	1455,96	9 867,65	8 411,69
904274867	0,55	74	1708,68	71,364	90,312	0	0	712,344	0	1465,404	4048,104	9 867,65	5 819,55
904439300	0,65	48	2201,388	55,62	304,284	45,012	0	196,572	0	62,952	2865,828	9 867,65	7 001,82
904709537	0,45	96	1970,136	177,936	191,856	36,576	0	1597,044	0	14458,608	18432,156	9 867,65	- 8 564,51
904747552	0,34	15	0	64,464	3,708	0	0	154,692	0	0	222,864	9 867,65	9 644,79
905083224	0,34	33	7917,132	131,256	185,964	91,896	0	94,788	0	17,076	8438,112	9 867,65	1 429,54
905238554	0,38	30	1975,392	31,296	10,968	0	0	523,728	0	0	2541,384	9 867,65	7 326,27
905268348	0,36	17	0	327,732	108,456	0	0	350,232	0	0	786,42	9 867,65	9 081,23
905397520	0,47	97	0	183,504	717,672	0	0	569,496	0	27997,152	29467,824	9 867,65	- 19 600,17
905508764	0,37	33	18763,848	216,228	190,008	55,74	0	83,676	0	0	19309,5	9 867,65	- 9 441,85
905526223	0,33	34	6254,34	172,32	28,944	65,172	0	118,068	0	0	6638,844	9 867,65	3 228,81
905561185	0,45	37	1843,284	129,24	277,344	6,576	0	307,416	0	0	2563,86	9 867,65	7 303,79
905627925	0,52	96	1583,748	291,78	792,144	4,908	0	539,58	0	22562,82	25774,98	9 867,65	- 15 907,33
905829498	0,25	17	0		58,164	0	0	2,592	0	0	60,756	9 867,65	9 806,89
905884812	0,43	68	3524,94	309,24	228,192	45,996	0	145,896	0	29225,76	33480,024	9 867,65	- 23 612,37
906020544	0,36	40	12709,98	261,396	1915,944	44,736	0	120,708	0	0	15052,764	9 867,65	- 5 185,11
906067613	0,22	8	683,064	68,076	43,26	0	0	32,916	0	0	827,316	9 867,65	9 040,33
906136810	0,66	50	5681,988	243,864	799,152	33,468	0	405,6	0	0	7164,072	9 867,65	2 703,58
906335600	0,22	8	0		152,472	0	0	33,504	0	0	185,976	9 867,65	9 681,67
906367498	0,49	36	1832,844	99,024	293,448	3,12	0	252,276	0	51,804	2532,516	9 867,65	7 335,13
906547046	0,42	28	8049,66	343,176	117,264	57,672	0	272,436	0	0	8840,208	9 867,65	1 027,44
906751921	0,57	104	3789,708	164,028	1996,572	44,808	0	1484,232	0	2397,9	9877,248	9 867,65	- 9,60
906883054	0,49	102	7939,296	208,98	27,18	7,164	0	912,468	0	1466,412	10561,5	9 867,65	- 693,85
907161400	0,26	15	1768,08	29,7	845,544	1,8	0	96,876	0	0	2742	9 867,65	7 125,65
907225964	0,27	13	1675,164	95,76	49,752	7,368	0	112,992	0	0	1941,036	9 867,65	7 926,61
907304937	0,34	21	4106,1	33,288	102,54	390,06	0	0	0	0	4631,988	9 867,65	5 235,66
907402343	0,27	7	364,512	79,116	16,704	0	0	22,044	0		482,376	9 867,65	9 385,27
907567458	0,22	7	377,244	87,588	1,596	0	0	12,072	0	0	478,5	9 867,65	9 389,15
907686228	0,26	8	606,024	64,44	3,708	0	0	39,372	0	0	713,544	9 867,65	9 154,11
907873281	0,43	45	187,488	215,424	567,336	11,868	0	247,368	0	69,84	1299,324	9 867,65	8 568,33
908137040	0,45	38	4553,796	137,388	5,268	38,304	0	591,408	0	1541,34	6867,504	9 867,65	3 000,15
908215407	0,66	47	2664,828	109,872	1363,884	10,14	0	446,136	0	0	4594,86	9 867,65	5 272,79
908237354	0,57	89	4386,276	72,12	813,024	20,892	0	472,092	0	31607,316	37371,72	9 867,65	- 27 504,07
908408434	0,52	122	3974,796	210,9	1609,704	2,916	0	539,076	0	26085,024	32422,416	9 867,65	- 22 554,77
908578194	0,46	120	9443,448	365,568	1516,176	30,432	0	589,464	0	1853,088	13798,176	9 867,65	- 3 930,53
908592294	0,22	8	1150,092	62,592	49,26	7,512	0	0	0	0	1269,456	9 867,65	8 598,19

908594394	0,29	10	0	0	884,64	0	0	289,8	0	0	1174,44	9 867,65	8 693,21
909211120	0,43	36	8480,808	33,288	166,056	25,092	139,464	322,212	0	0	9166,92	9 867,65	700,73
909361164	0,38	15	468,588	102	95,82		0	3593,448	0	0	4259,856	9 867,65	5 607,79
909430921	0,35	13	3542,016	99,024	426,936	9,888	0	111,612	0	0	4189,476	9 867,65	5 678,17
909476808	0,56	62	209,112	35,844	2488,476	11,94	0	113,016	0	607,368	3465,756	9 867,65	6 401,89
909550145	0,38	25	582,072	102,576	3,192	5,676	0	42,192	0	912,12	1647,828	9 867,65	8 219,82
909681398	0,51	92	1960,284	71,208	434,784	52,584	0	518,208	0	1153,872	4190,94	9 867,65	5 676,71
909757521	0,55	82	3472,62	94,512	609,204	0	0	466,224	0	17811,204	22453,764	9 867,65	- 12 586,11
909763980	0,49	92	0	161,112	478,116	0	0	1557,384	0	992,952	3189,564	9 867,65	6 678,09
909932153	0,38	14	914,664	33,144	40,788	0	0	35,664	0	5,112	1029,372	9 867,65	8 838,28
910107454	0,29	51	9964,128	171,96	162,036	1345,956	0	0,912	0	0	11644,992	9 867,65	- 1 777,34
910269594	0,38	14	4075,164	95,16		18,744	0	289,416	0	26,112	4504,596	9 867,65	5 363,05
910455207	0,27	6	0		12,852	0	0	88,356	0	0	101,208	9 867,65	9 766,44
910667891	0,34	20	1015,248	126,456	71,94	0	0	120,612	0	0	1334,256	9 867,65	8 533,39
910771427	0,44	25	685,044	53,064	41,976	2,496	0	168,312	0	23,1	973,992	9 867,65	8 893,66
910997573	0,27	7	994,008	76,728	430,752	0	0	29,604	0	0	1531,092	9 867,65	8 336,56
911028922	0,35	13	708,228	99,072	532,176	0	0	111,648	0	0	1451,124	9 867,65	8 416,53
911046297	0,51	84	6872,4	251,568	1197,84	25,968	0	470,148	0	1580,88	10398,804	9 867,65	- 531,15
911144272	0,31	13	702,324	167,04	493,56	0	0	122,172	0		1485,096	9 867,65	8 382,55
911293170	0,44	118	3795,084	236,544	1744,404	32,904	0	682,848	0	1096,848	7588,632	9 867,65	2 279,02
911785839	0,39	39	9155,592	113,052	107,316	817,476	0	60,852	0	16,116	10270,404	9 867,65	- 402,75
911978602	0,1	2	0		3,192	0	0	29,604	0	0	32,796	9 867,65	9 834,85
912039456	0,59	61	2946,18	33,144	704,976	9,732	0	422,448	0	1492,188	5608,668	9 867,65	4 258,98
912261060	0,37	53	13759,692	277,068	173,532	32,892	0	478,932	0	505,752	15227,868	9 867,65	- 5 360,22
912437311	0,61	37	0	36,48	483,912	0	0	376,476	0	0	896,868	9 867,65	8 970,78
912582168	0,44	129	4297,512	54,48	179,82	19,584	0	724,224	0	73555,26	78830,88	9 867,65	- 68 963,23
912620507	0,57	67	5007,444	67,008	846,096	64,284	0	320,568	0	24719,712	31025,112	9 867,65	- 21 157,46
912626173	0,72	43	5087,952	63,528	4,788	25,356	0	165,36	0	0	5346,984	9 867,65	4 520,67
912668224	0,36	18	2839,692	241,38	45,72	20,856	0	5,256	0	0	3152,904	9 867,65	6 714,75
912681620	0,27	7	885,036	98,52	4,2	0	0	38,316	0	0	1026,072	9 867,65	8 841,58
912759920	0,21	9	0		1136,46	0	0	47,22	0	0	1183,68	9 867,65	8 683,97
912761771	0,52	94	1618,008	133,668	857,052	25,56	0	146,232	0	1272,96	4053,48	9 867,65	5 814,17
912779433	0,5	83	13920,516	94,692	82,356	121,152	0	1492,8	0	857,016	16568,532	9 867,65	- 6 700,88
912796702	0,41	75	9114,42	168,504	643,74	13,104	0	953,172	0	2177,076	13070,016	9 867,65	- 3 202,37
913004788	0,4	22	688,104	107,664	1439,532	10,932	0	141,408	0	0	2387,64	9 867,65	7 480,01
913033338	0,3	16	2023,284	27,624	114,684	0	0	3,816	0	0	2169,408	9 867,65	7 698,24
913044429	0,61	31	0	109,116	920,052	0	0	268,404	0	0	1297,572	9 867,65	8 570,08
913059876	0,46	104	9469,452	190,26	241,968	84,012	0	1681,356	0	22371,732	34038,78	9 867,65	- 24 171,13
913094787	0,39	34	8981,688	222,48	65,772	129,18	0	362,676	0	0	9761,796	9 867,65	105,85
913102712	0,6	66	2137,392	35,844	433,188	10,104	0	306,972	0	913,428	3836,928	9 867,65	6 030,72
913161999	0,22	7	0	31,296	855,384	0	0	153,144	0	0	1039,824	9 867,65	8 827,83
913437919	0,56	84	1497,204	107,064	1350,384	12,936	0	1238,7	0	13172,184	17378,472	9 867,65	- 7 510,82
913483546	0,54	84	5321,4	258,372	1017,168	31,224	0	683,244	0	1409,604	8721,012	9 867,65	1 146,64
913484470	0,43	36	3276,396	275,808	618,012	32,736	0	724,128	0	0	4927,08	9 867,65	4 940,57
913485590	0,42	15	1343,04	135,216		18,096	0	220,392	0	0	1716,744	9 867,65	8 150,91
913507526	0,63	61	1728,444	132,54	258,972	21,18	0	408,936	0	537,864	3087,936	9 867,65	6 779,71
913516185	0,66	50	2638,284	117,948	139,032	0	0	282,552	0	0	3177,816	9 867,65	6 689,83
913516444	0,3	74	2739,672	126,408	784,476	18,876	0	634,5	0	32,568	4336,5	9 867,65	5 531,15

913525087	0,39	18	3932,772	108,66	2756,796	5,304	0	758,52	0	0	7562,052	9 867,65	2 305,60
913615370	0,47	111	5055,816	252,792	1420,212	63,084	0	752,772	0	1217,712	8762,388	9 867,65	1 105,26
913631367	0,39	24	1685,544	165,804	1049,58	24,54	0	386,64	0	0	3312,108	9 867,65	6 555,54
913652771	0,35	25	1876,632	251,376	211,524	0	0	433,872	0	0	2773,404	9 867,65	7 094,25
913785224	0,7	45	2167,584	177,936	436,38	405,072	0	285,144	0	54,456	3526,572	9 867,65	6 341,08