

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
ESCOLA POLITÉCNICA
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

GUSTAVO RIZ

**AVALIAÇÃO DA INTEROPERABILIDADE ORGANIZACIONAL EM SISTEMAS DE
SAÚDE BASEADO EM MINERAÇÃO DE PROCESSOS E ANÁLISE
MULTICRITÉRIO**

CURITIBA
2017

GUSTAVO RIZ

**AVALIAÇÃO DA INTEROPERABILIDADE ORGANIZACIONAL EM SISTEMAS DE
SAÚDE BASEADO EM MINERAÇÃO DE PROCESSOS E ANÁLISE
MULTICRITÉRIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. Área de concentração: Integração, Avaliação e Automação de Sistemas, da Escola Politécnica, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Alves Portela Santos

Coorientador: Prof. Dr. Eduardo de Freitas Rocha Loures

CURITIBA

2017

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central

R627 2017	Riz, Gustavo Avaliação da interoperabilidade organizacional em sistemas de saúde baseado em mineração de processos e análise multicritério / Gustavo Riz ; orientador, Eduardo Alves Portela Santos ; coorientador, Eduardo de Freitas Rocha Loures. -- 2017 149 f. : il. ; 30 cm Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2017. Bibliografia: f. 91-98 1. Mineração de dados (Computação. 2. Serviços de saúde. 3. Desempenho - Avaliação. 4. Tecnologia médica. I. Santos, Eduardo Alves Portela. II. Loures, Eduardo de Freitas Rocha. III. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. IV. Título. CDD 20. ed. – 006.312
--------------	---

TERMO DE APROVAÇÃO

GUSTAVO RIZ

AVALIAÇÃO DA INTEROPERABILIDADE ORGANIZACIONAL EM SISTEMAS DE SAÚDE BASEADO EM MINERAÇÃO DE PROCESSOS E ANÁLISE MULTICRITÉRIO.

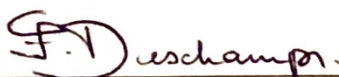
Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, da Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, pela seguinte banca examinadora:



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



Prof. Dr. Eduardo de Freitas Rocha Loures
(Coorientador)



Prof. Dr. Fernando Deschamps
(Membro Interno)



Prof. Dr. Guilherme Francisco Frederico
(Membro Externo)

Curitiba, 29 de maio de 2017.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço ao professor Eduardo Alves Portela Santos, meu orientador científico, pela oportunidade, orientação, suporte e apoio em todas as fases da minha pesquisa e dissertação.

Ao professor Eduardo de Freitas Rocha Loures, meu coorientador, pelas uteis sugestões e opiniões acerca da abordagem e desenvolvimento do meu tema.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Às minhas amigas Maria Sol Martinez Martinez e Vanessa Martins Amora Prandel, por terem acreditado na minha capacidade, me apoiando nas minhas decisões e, sobre tudo, por serem um exemplo e uma inspiração na minha carreira profissional e acadêmica.

Ao meu amigo e colega de sala, Victor Ricardo Scuissiatto, que sempre me acompanhou durante a minha trajetória acadêmica.

A Sarah Menile Moreira Bueno e Vanessa Aline dos Santos, estudantes de iniciação científica (PIBIC), pelas contribuições junto ao grupo de pesquisa, em especial, no campo da interoperabilidade.

À minha família e, em especial, aos meus pais, por todo o apoio, encorajamento e carinho demonstrado.

E, finalmente, a todas as pessoas que, de uma forma ou de outra, direta ou indiretamente, contribuíram com esta pesquisa.

RESUMO

No Brasil, os processos da área de saúde são complexos e necessitam da cooperação interdisciplinar entre os mais diversos especialistas e setores que interoperam entre si para prover um atendimento e tratamento adequado aos pacientes. Um baixo nível da interoperabilidade em determinadas etapas do processo pode resultar em um baixo desempenho, o que impacta diretamente na qualidade dos serviços prestados, no desgaste da imagem do hospital frente aos seus pacientes, nos resultados financeiros (por perdas decorrentes de erros no processo que, por sua vez, tenham sido ocasionados por falhas na interoperabilidade) e, nos casos mais graves, a sanções regulatórias devido ao não cumprimento de requisitos legais. Pesquisas recentes, sobre a área de saúde no Brasil, indicam que a percepção dos pacientes e usuários deste sistema sobre a qualidade dos serviços prestados é baixa, conforme resultados obtidos através da pesquisa realizada pelo Instituto Data Folha a pedido do Conselho Federal de Medicina (Instituto Datafolha, 2015) e do relatório do IDSus (Ministério da Saúde, 2011). Ambos os resultados não deixam claro se falhas na interoperabilidade foram um fator que contribuiu com este resultado, porém um nível de interoperabilidade alto pode impactar positivamente na melhoria dos resultados. E uma maneira de medir o nível da interoperabilidade e o seu impacto no desempenho organizacional, é através da análise da capacidade e dos indicadores organizacionais ao qual dão pistas para elementos de desempenho que, por sua vez, implicam na qualidade do serviço prestado. Baseado neste cenário, este trabalho tem por objetivo propor o uso de um modelo para a avaliação do desempenho em sistemas de saúde, tendo como base o uso da mineração de processos em conjunto com os métodos de análise de decisão multicritério (MCDA). Para este fim, foi realizado um trabalho de campo junto ao processo de quimioterapia venosa do Hospital Erasto Gaertner, localizado em Curitiba, Brasil.

Palavras-chave: Mineração de Processos. Métodos de Análise de Decisão Multicritério. Interoperabilidade. Indicadores. Análise do desempenho Organizacional. Tratamento de Saúde.

ABSTRACT

In Brazil, healthcare processes are complex and require interdisciplinary cooperation between the most diverse specialists and sectors that interoperate with each other to provide adequate care and treatment to patients. A low level of interoperability at certain stages of the process can result in poor performance, which directly impacts on the quality of the services provided, the wear and tear of the hospital image vis-à-vis its patients, financial results (for losses resulting from errors in the process, in turn, have been caused by failures in interoperability) and, in the most serious cases, to regulatory sanctions due to non-compliance with legal requirements. Recent research on the health area in Brazil indicates that the perception of patients and users of the health system on the quality of services provided is low, according to the results obtained through the research carried out by the Instituto Data Folha at the request of the Federal Council of Medicine (Datafolha, 2015) and the IDSus report (Ministry of Health, 2011). Both researches do not make it clear whether failures in interoperability were a factor that contributed to this result, but a high level of interoperability could positively impact the improvement of results. And one way to measure the level of interoperability and its impact on organizational performance is through the analysis of the capabilities and organizational indicators that give clues to performance elements that in turn imply in the quality of service provided. Based on this scenario, this paper aims to propose the use of a model for the evaluation of performance in health systems, based on the use of process mining in conjunction with the methods of multi-criteria decision analysis (MCDA). To this, a case study was carried out together with the venous chemotherapy process of the Hospital Erasto Gaertner, located in Curitiba, Brazil.

Key-words: Process Mining. Multi-criteria Decision Analysis. Interoperability. Indicators. Organizational Performance Analysis. Health Care.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Uma adaptação da visão geral da mineração de processos	21
Figura 2 – Representação da mineração organizacional	22
Figura 3 – Uma adaptação de aspectos de Conformidade para a área de assistência médico-hospitalar	23
Figura 4 – Uma tradução de " <i>Enterprise interoperability framework (three basic dimensions)</i> "	31
Figura 5 – Modelo de análise da interoperabilidade	32
Figura 6 – Ilustração do método MCDA	36
Figura 7 – Framework do Método Proposta	39
Figura 8 – Estágio 1: Adaptação da Mineração de Processos aos processos de Saúde	41
Figura 9 – Estágio 2: Transformação de grupos de indicadores gerados pela Mineração de Processos em critérios de avaliação	44
Figura 10 – Estágio 3: Alimentação da ferramenta MCDA com os critérios gerados pela mineração	45
Figura 11 – Método de geração de data logs através do CPN Tools	51
Figura 12 – Trecho alto-explicativo do processo simulado no CPN Tools	55
Figura 13 – Desenho do Processo simulado no CPN Tools (sem comentários) ..	56
Figura 14 – Processo simulado no CPN Tools com os comentários	57
Figura 15 – <i>Pallet Simulation</i> – CPN Tools	59
Figura 16 – Utilização do ProM, através do plug-in " <i>Heuristic Miner</i> " para obter o tempo médio de espera na liberação da APAC	68
Figura 17 – Utilização do Fluxicon Disco para obter o tempo médio de espera na liberação da APAC	69
Figura 18 – Utilização do Fluxicon Disco para obter o tempo médio de espera para o cadastro de um novo paciente	70
Figura 19 – Utilização do plug-in " <i>Organizational Mining</i> "	71
Figura 20 – Utilização do " <i>Activity Frequency</i> " do Disco	72
Figura 21 – Utilização do " <i>Originator by Task Matrix</i> " do ProM Framework	73
Figura 22 – Utilização do " <i>Casual Activity Matrix</i> " do ProM Framework	73
Figura 23 – Utilização do " <i>Social Network Analysis</i> " do ProM Framework	74

Figura 24 – Utilização do “ <i>Cases > Complete Log</i> ” do Disco.....	74
Figura 25 – Utilização do “ <i>Inspector</i> ” do ProM.....	75
Figura 26 – Utilização do “ <i>Summary</i> ” do ProM	75
Figura 27 – Modelo de análise do SuperDecision.....	78
Figura 28 – Ponderação dos Indicadores da Mineração de Processos.....	79
Figura 29 – Ponderação de pesos entre indicadores quantitativo e qualitativo	80
Figura 30 – Peso dos indicadores gerado pela ferramenta SuperDecisions	81
Figura 31 – Intervalo de cada um dos níveis de análise gerado pela ferramenta SuperDecisions	81
Figura 32 – Resultado do Prométhée	85
Figura 33 – Nível de desempenho organizacional	86
Figura 34 – Valores obtidos para Phi, Phi+ e Phi-	87
Figura 35 – Análise do relatório <i>Walking Weights</i>	88
Figura 36 – Análise do relatório <i>Walking Weights</i> após a alteração da relevância	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Trabalhos correlacionados à área de saúde	28
Quadro 2 – Níveis de desempenho em processos oncológicos	33
Quadro 3 – Declarações de <i>col/set</i> , variáveis e funções realizadas no CPN Tools.....	52
Quadro 4 – Código para a criação do arquivo de log.....	54
Quadro 5 – Código para alimentação da log com as tarefas realizadas pelo processo	58
Quadro 6 – Parte do <i>data-log</i> gerado pela simulação de processos através do CPN Tools.....	60
Quadro 7 – Código para alimentação da log com as tarefas realizadas pelo processo.....	65
Quadro 8 – Resultado da Mineração de Processos.....	76
Quadro 9 – Pesos obtidos através do SuperDecisions	82
Quadro 10 – Intervalos de cada um dos indicadores em relação aos níveis de avaliação	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	Analytic Hierarchy Process
ANS	Agência Nacional de Saúde Suplementar
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APAC	Autorização para Procedimentos De Alto Custo-Complexidade
CFM	Conselho Federal de Medicina
CMMI	Capability Maturity Model – Integration
EPR	Electronic Patient Record
ELECTRE	Elimination Et Choix Traduisant la Réalité
HEG	Hospital Erasto Gaertner
IDSUS	Índice de Desempenho do Sistema Único de Saúde
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
MCDA	Multiple-Criteria Decision Analysis
MCDM	Multi-Criteria Decision Making
MS	Ministério da Saúde
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
PROMÉTÉE	Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation
RIS	Radiology Information Systems
SCAMPI	Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement
SPC	Statistical Process Control
SUS	Sistema Único de Saúde

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	JUSTIFICATIVA.....	15
1.2	OBJETIVO GERAL	16
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.4	ETAPAS DA PESQUISA	18
2	REVISÃO DA LITERATURA	20
2.1	MINERAÇÃO DE PROCESSOS	20
2.2	INTEROPERABILIDADE ORGANIZACIONAL	30
2.3	MÉTODOS DE ANÁLISE DE DECISÃO MULTICRITÉRIO (MCDA)	34
2.4	CONEXÃO ENTRE MINERAÇÃO DE PROCESSOS, INTEROPERABILIDADE E MCDA.....	36
3	MÉTODO PROPOSTO.....	38
3.1	CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO PROPOSTO.....	47
4	SIMULAÇÃO DO PROCESSO ATRAVÉS DO CPN TOOLS.....	49
4.1	CRIAÇÃO DAS DECLARAÇÕES.....	51
4.2	CRIAÇÃO DO MODELO	53
4.3	SIMULAÇÃO E CRIAÇÃO DE DATA-LOGS	59
4.4	CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO DO MODELO E DO AMBIENTE CONTROLADO	60
5	RESULTADOS	62
5.1	ESTÁGIO 1 – DATA-LOG E MINERAÇÃO DE PROCESSOS	62
5.2	ESTÁGIO 2 – OBTENÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO	63
5.3	ESTÁGIO 3 – APLICAÇÃO DE MÉTODOS MCDA	77
5.4	ESTÁGIO 4 – NÍVEL DO DESEMPENHO ORGANIZACIONAL	82
5.5	CONSOLIDAÇÃO DOS RESULTADOS.....	89
6	CONCLUSÃO.....	90
	REFERÊNCIAS.....	93
	APÊNDICE A – LISTA DE PLUGINS DO PROM 6.....	101
	APÊNDICE B – FOLHA DE TAREFAS (EXEMPLO)	124
	ANEXOS	126

1 INTRODUÇÃO

A área de saúde, devido a própria complexidade dos processos relacionados a saúde humana, apresenta um problema notório na qualidade dos serviços prestados. A sua melhoria depende da implementação de processos que humanizem a saúde, de forma ética, sem reduzir o desempenho de suas receitas ou a sua eficiência operacional. Tais processos necessitam da cooperação interdisciplinar e a coordenação de diferentes especialistas, como médicos, enfermeiros, atendentes, farmacêuticos e administradores das mais diversas áreas, como farmácia, laboratório, ambulatório e radiologia.

Adicionalmente, os procedimentos médicos devem ser planejados e preparados adequadamente, as consultas devem ser agendadas com os médicos de diversas especialidades (não são raros os casos em que o paciente precisa passar por vários médicos durante o seu tratamento), os pacientes precisam ser transportados e relatórios devem ser escritos, transmitidos e avaliados. Apesar de toda esta interação, é normal ver estas áreas trabalhando de forma isolada entre si, uma vez que em muitos casos uma área não tem qualquer contato ou conhecimento sobre o que ocorre nas outras áreas.

Como resultado, não se sabe o que acontece nos processos da área da saúde para um grupo de pacientes com o mesmo diagnóstico, e é comum que um grupo de pacientes com o mesmo diagnóstico seja submetido a diferentes exames e tratamentos, e isto gera diversos problemas como impacto direto no desempenho e aumento de custos que, muitas vezes, pode ter sido ocasionado por um problema de interoperabilidade que é a capacidade dos diversos sistemas, atividades, processos e áreas do hospital trabalharem em conjunto dentro do processo (interoperar) de modo a garantir a troca adequada, correta, suficiente e eficaz de informações necessárias para a execução do processo (Mans; Schonenberg; Song; Aalst; Rakker, 2009).

Através do IdSUS (Índice de Desempenho do Sistema Único de Saúde) o Ministério da Saúde coleta informações relativas a qualidade do SUS distribuídas em 24 indicadores, dos quais 14 são relativos ao acesso e 10 à efetividade dos serviços. Segundo o último levantamento de 2011 (Ministério da Saúde, 2016), em uma escala de 0 a 10, a nota média nacional foi pontuada em 5,5. Em outro estudo, de 2015,

realizado pelo Instituto Datafolha a pedido do Conselho Federal de Medicina (CFM), foram ouvidas 2.069 pessoas das quais 93% (Instituto Datafolha, 2015) avaliaram como péssimo, ruim ou regular os serviços de saúde pública e particular no Brasil.

E contribui para este cenário as dificuldades do setor de saúde em não haver uma definição coerente sobre os seus processos. Estes processos podem ser classificados como de tratamento médico (diretamente ligados ao paciente) ou processos organizacionais genéricos (relacionados a processos organizacionais e administrativos que suportam o tratamento médico em geral). Tais processos são peculiares e geralmente possuem as seguintes características: a) são altamente dinâmicos, devido à dinâmica do constante surgimento de novos medicamentos, procedimentos, tratamentos e doenças; b) são altamente complexos, devido a diversos fatores, como: processos complexos de decisão médica, grande quantidade de dados, imprevisibilidade dos pacientes e dos tratamentos, entre outros fatores; c) são multidisciplinares, devido à existência de diversos departamentos especializados, disciplinas médicas e serviços de saúde que normalmente este setor possui; e d) são *ad-hoc*, devido ao alto grau de variabilidade, não repetitividade (na maioria dos casos), e ordem de execução de baixa previsibilidade quando analisada uma grande medida de execuções (Kaymak; Mans; Steeg; Dierks, 2012).

Além disso, a área de saúde no Brasil possui uma forte regulamentação e fiscalização de diversos órgãos, como o Ministério da Saúde (MS), a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e as secretarias municipal e estadual de saúde. As instituições que não estejam totalmente aderentes a regulamentação estão sujeitas a sanções de natureza civil ou penal que vão desde uma advertência e multa até a interdição parcial ou total do estabelecimento, o que torna fundamental para as instituições conhecer adequadamente os seus processos, estabelecer controles e garantir a qualidade do atendimento e dos serviços prestados.

Porém obter as informações necessárias sobre o processo, e em especial, informações sobre o desempenho de um processo, pode ser trabalhoso e gerar uma certa dificuldade para as organizações. Muitas organizações fazem o uso de indicadores de desempenho – KPI (Key Performance Indicators) para mensurar os seus processos e, com base em tais indicadores, tomar as ações corretivas para solucionar os problemas identificados. Porém o intervalo de medição destes KPIs

pode ser longo pois, muitas vezes, existe uma grande dificuldade por parte das empresas em gerar e analisar estes indicadores e, com isso, só é possível enxergar o impacto da solução ou a correção apenas no KPI do próximo período o que, em muitas vezes, ocorre de forma semanal, mensal ou anual. Já a mineração de processos poderia ser uma alternativa mais viável para a geração destes indicadores.

Considerando este cenário e, em especial, aos recentes estudos que apontam para uma baixa qualidade dos serviços de saúde no Brasil, há uma forte percepção de que um dos problemas que impactam diretamente no desempenho do processo e, conseqüentemente, na qualidade do atendimento e do serviço prestado, é a falta ou o baixo nível de interoperabilidade entre as áreas e setores que participam do processo, conforme pode ser observado nos resultados do impacto que a interoperabilidade exerce sobre os processos hospitalares apresentado por Xue Bai et al. (2014) e Praveen et al. (2016). Com o objetivo de identificar o nível desta interoperabilidade de forma eficaz, este trabalho propõe o uso de um modelo baseado na utilização da Mineração de Processos em conjunto com os Métodos de Análise de Decisão Multicritério (MCDA), dado o fato de que de acordo com Marsh et al. (2014) e Adunlin et al. (2015) as ferramentas MCDA já são largamente aplicadas em processos hospitalares com bons resultados.

Porém obter os insumos necessários para realizar uma análise do processo através dos métodos MCDA nem sempre é fácil, fazendo com que o uso da mineração de processos contribua reforçando e trazendo esses insumos de modo sistematizado e de forma eficaz, uma vez que segundo Praveen et al. (2016), embora a Mineração de Processos seja um campo relativamente novo para a área de saúde, o seu uso pode ajudar a entender o processo e gerar indicadores quantitativos, auxiliando na análise e diagnóstico do processo, o que já tem gerado bons resultados na área de saúde, tais como os resultados apresentados por Rebugue et al. (2012) com foco na análise de processos de negócio na área de saúde, Yang et al. (2006) com foco na identificação e prevenção à fraudes em processos da área de saúde e Mans et al. (2008).

Como resultado, na seção 1 serão apresentadas as justificativas da escolha de um processo da área de saúde e na seção 2 será apresentado um breve resumo dos estudos correlatos. Na seção 3 será apresentado o modelo proposto e aplicado no HEG utilizando as técnicas de Mineração de Processos em conjunto com os

métodos de Análise de Decisão Multicritério (MCDA). Já na seção 4 será explicado o conceito de geração de *data-logs* em ambientes controlados através do uso do CPN Tools. Por fim, na seção 5 serão apresentados os resultados deste trabalho e, na seção 6, serão apresentadas as conclusões finais.

1.1 JUSTIFICATIVA

Encontrar uma maneira de identificar o nível do desempenho organizacional através de em um ponto de vista da interoperabilidade é o principal problema e o objetivo deste trabalho de pesquisa, o que justificar a escolha das ferramentas relacionadas a mineração de processos e métodos MCDA, conforme será explicado na seção 3.

Os problemas identificados na área de saúde, junto a forte regulamentação existente no cenário brasileiro, tornam tão necessário a busca de novas ferramentas que auxiliem na identificação de problemas, e que possam permitir que as instituições de saúde mantenham um atendimento e tratamento adequado ao paciente, ao mesmo tempo que financeiramente se mantenham saudáveis e autossustentáveis, e isso passa por uma análise e melhoria de seus processos e do seu desempenho organizacional. E para identificar e enfrentar esses problemas de forma eficaz, o modelo proposto apresentado está baseado na utilização da Mineração de Processos em conjunto com os métodos de Análise de Decisão Multicritério (MCDA).

A Mineração de Processos é um campo relativamente novo para a área de saúde, e o seu uso pode ajudar a entender o processo e gerar indicadores quantitativos, de forma sistêmica, auxiliando na análise e diagnóstico do processo. Já as técnicas MCDA são amplamente utilizadas em outras áreas, e, recentemente, tem havido um aumento das pesquisas e aplicações práticas envolvendo a área de saúde. Elas contribuem no diagnóstico do processo e na criação de métricas de análise conciliativas entre indicadores quantitativos, gerados através da Mineração de Processos, e indicadores qualitativos, obtidos através de entrevistas com os especialistas do processo (Praveen; Devlin; Marsh; Baltussen; Boysen; Kalo; Longrenn; Mussen; Peacock; Watkins; Ijzerman, 2016).

Mas se tratando de desempenho hospitalar, há um campo amplo que pode envolver diversos aspectos a serem analisados. Sendo assim, o foco principal da análise foi direcionado especificamente sobre as avaliações de interoperabilidade entre as entidades organizacionais, de modo que seja possível identificar e presumir qual o impacto que a interoperabilidade organizacional exerce sobre o desempenho do processo. O *Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE) define a interoperabilidade como a capacidade que dois ou mais sistemas ou componentes possuem em trocar informações e usar e compreender estas informações que foram trocadas (Berre; Elvesaeter; Figay; Guglielmina; Johnsen; Karlsen; Knothe; Lippe, 2007) e, de acordo com Espadinha-Cruz et al. (2011) as empresas muitas vezes perdem a sua competitividade devido à falta de interoperabilidade, o que pode acarretar em consequências indesejadas, geralmente refletindo no custo final para o cliente.

A principal contribuição do método proposto, junto aos seus resultados aqui apresentados, é trazer ganhos e melhorias ao cenário dos hospitais públicos e privados no Brasil ao qual, notoriamente, tem enfrentado diversos problemas de cunho financeiro e administrativo nos últimos anos, embora vale destacar que a parte financeira não será abordada neste trabalho, porém considera-se que há uma ligação direta entre o desempenho dos processos e um melhor ou pior resultado financeiro.

1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do trabalho é propor um método capaz de analisar o impacto da interoperabilidade no desempenho do processo hospitalar, baseado na utilização das técnicas de mineração de processos em conjunto com os métodos. Para isso são aplicadas as técnicas de mineração de processo para extrair informações comportamentais (indicadores quantitativos) do processo de tratamento de pacientes através da utilização de plug-ins de mineração relacionadas as técnicas de descoberta e, em menor grau, de conformidade de processo. Os indicadores gerados pela mineração são utilizados para reforçar os indicadores coletados através de entrevistas realizadas com os especialistas do processo (menos tácitas) baseados em questões

qualitativas. Estes indicadores quantitativos e baseados em elementos qualitativos são utilizados para alimentar a análise realizadas através dos métodos MCDA, com o objetivo de dar uma visão geral sobre o processo identificando em qual nível de desempenho a organização ou o processo se encontra.

Para se obter um *data-log* do processo, visitas de campo foram realizadas no Hospital Erasto Gaertner em Curitiba, na área de oncologia, de modo que todo o processo de tratamento de pacientes através de infusão de quimioterápicos fosse mapeado, o que possibilitou a sua simulação e a geração de *data-logs*. O dicionário de Cambridge (2017) descreve o *data-log* como sendo um conjunto de informações, especialmente fatos ou números, um registro completo de um período de tempo ou um evento para serem examinadas, analisados e utilizadas para auxiliar na tomada de decisões ou informações em formato eletrônico que podem ser armazenadas e usadas por um computador. Ou seja, o *data-log* é um conjunto de informações armazenadas sobre as atividades executadas por um processo ou um conjunto de processos. Como o processo de tratamento de pacientes é complexa, devido a própria complexidade do tratamento de saúde humana, optou-se pelo uso de *data-logs* reais para compreender o processo, provendo informações importantes para a criação de um ambiente controlado que pudesse gerar *data-logs* sem a existência de “ruídos”. Deste modo, técnicas de simulação de processo foram aplicadas através da ferramenta CPN Tools com o objetivo de gerar os *data-logs* utilizados neste trabalho.

Durante a pesquisa, foram identificados três principais desafios ao qual foram pontos chaves para o sucesso deste trabalho: i) transformar indicadores extraídos da mineração de processos em critérios quantitativos; ii) dar o peso adequado a cada um destes critérios, através de técnicas MCDA, e definir as fronteiras de cada uma das categorias (ou níveis) de desempenho organizacional; e iii) organizar o conhecimento quantitativo oriundo da mineração, em conjunto com elementos de conciliação qualitativa (mais tácito) para a avaliação do processo.

Na próxima seção, 1.3, será destacado, em especial, alguns objetivos específicos que foram alvo deste trabalho, o que inclui algumas contribuições obtidas para o mundo acadêmico para futuras pesquisas.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos do trabalho estão distribuídos em 5 objetivos específicos, sendo ele:

- 1) Investigação das técnicas de mineração de processos através de plataformas como ProM;
- 2) Uso da simulação de processos através do CPN Tools, baseado em processos reais para um entendimento preliminar aprofundado dos processos envolvidos, afim de ter uma gama maior de opções do uso do método ao qual um ambiente controlado proporciona;
- 3) Formalização da extração de pesos e de intervalos de níveis de desempenho quantitativos; e
- 4) Organização do conhecimento quantitativo oriundo da mineração, em conjunto com elementos de conciliação qualitativa (mais tácito) para a avaliação do processo.

Na seção 1.4 estão descritas as etapas da pesquisa que tiveram que ser desenvolvidas e alcançadas, de modo que cada problema identificado pudesse ser solucionado e formalizado.

1.4 ETAPAS DA PESQUISA

Para se atingir o objetivo deste projeto de pesquisa, algumas etapas foram alcançadas. Estas etapas vão desde conseguir insumos exploratórios, como levantar *data-logs* completos e com informações suficientes para se aplicar as técnicas de mineração de processos, até adaptar técnicas pouco utilizadas no ambiente de saúde e identificar a sua capacidade e aplicabilidade a esta pesquisa.

Ao todo, estas etapas estão descritas em nove categorias:

- i) Revisão da literatura, identificando quais são os estudos relacionados a este tema, eventuais resultados e a sua aplicabilidade a este projeto;
- ii) Seleção de um processo para ser explorado;

- iii) Extração do *data-log* do processo, com informações completas, suficientes e adequadas para a exploração científica;
- iv) Seleção de uma ferramenta de mineração de processos, e aplicação das suas técnicas no *data-log* para a extração de informações relevantes;
- v) Extração indicadores de desempenho relacionados ao processo, através da mineração de processos;
- vi) Criação dos critérios ao qual poderão ser compostos por um ou vários indicadores de desempenho, baseado nos indicadores gerados;
- vii) Uso de modelos de Interoperabilidade para a organização dos critérios por categorias, que possibilitem uma análise por categoria de interoperabilidade;
- viii) Atribuição de um peso a cada critério gerado, de acordo com a sua relevância e o desempenho do processo;
- ix) Definição das fronteiras entre os níveis de desempenho atribuído a cada um dos critérios selecionados; e
- x) Descobrir o seu nível de desempenho organizacional baseado no resultado da análise das informações coletadas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo serão apresentados os principais conceitos teóricos que fundamentam os objetivos desta pesquisa dando ênfase aos principais conceitos, problemas e abordagens relacionadas à mineração de processos, interoperabilidade organizacional e aos métodos MCDA com foco na área de saúde. Neste capítulo também serão apresentados alguns frameworks criados para a área de saúde tanto do ponto de vista da mineração de processos como de interoperabilidade e do uso de métodos MCDA.

2.1 MINERAÇÃO DE PROCESSOS

A mineração de processos (*Process Mining*) tem por objetivo extrair um conhecimento sobre um determinado processo através da análise do registro de suas atividades. Segundo Aalst (2012), ela visa descobrir, monitorar e melhorar os processos reais, extraíndo conhecimento a partir de logs de eventos disponíveis nos sistemas de informação que suportam a execução do processo. As organizações usam procedimentos formalizados para descrever as suas atividades, porém as vezes esses procedimentos não refletem a realidade e, em muitos casos, os procedimentos são informais e podem não ter sido documentados.

Portanto, a mineração de processos é uma importante ferramenta para descobrir os processos reais através da análise dos dados de eventos. Além da mineração de processos ser aplicável a logs de eventos e logs de dados gerados por uma ampla gama de sistemas, incluindo os sistemas de saúde, ela também pode ser usada para suportar as fases iniciais de desenho, diagnóstico e remodelagem de um processo através da análise das informações geradas na sua execução.

Existem 3 (três) aplicações práticas para a mineração de processos: a) descoberta do modelo do processo; b) verificação de conformidade; e c) o aprimoramento do modelo de processo. Tais técnicas buscam alcançar diferentes tipos de modelo para diferentes perspectivas, como a perspectiva do processo (ou

dos fluxos de atividades), a perspectiva da organização e a perspectiva dos dados gerados e o resultado e o modelo gerado dependem da técnica utilizada (Aalst; Song, 2008). O modelo clássico da mineração de processos está descrito na Figura 1.

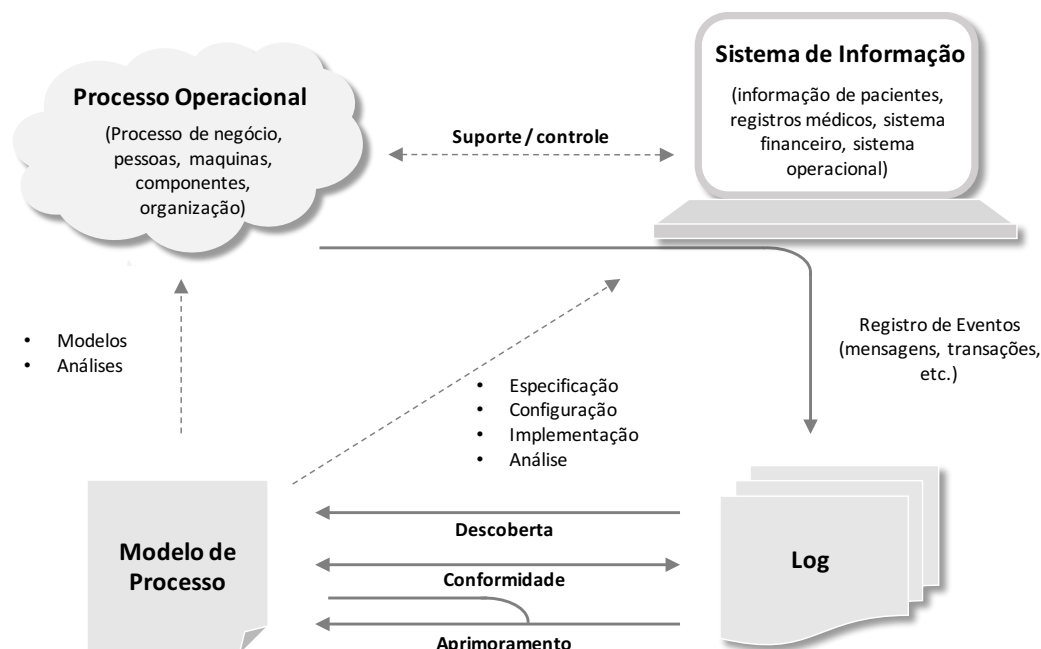


Figura 1 – Uma adaptação da visão geral da mineração de processos

Fonte: (Aalst; Song, 2008)

A primeira aplicação prática da mineração de processos é a descoberta. A técnica de descoberta de um processo tem como objetivo evidenciar os modelos organizacionais. Esta é a técnica mais proeminente sendo que, para muitas organizações, é uma surpresa ver que as técnicas de descoberta são de fato capazes de descobrir processos reais apenas com base em exemplos de comportamentos armazenados nos logs de eventos (Aalst, 2012).

Uma de suas características é a mineração organizacional, ao qual está descrita na Figura 2. A mineração organizacional é responsável por expor as relações entre as entidades organizacionais, e é dividida em 3 (três) categorias: i) Mineração do modelo organizacional; ii) Análise de redes sociais; e iii) fluxo de informações entre entidades organizacionais (Aalst; Song, 2008). Através da mineração organizacional é possível identificar os atributos que são utilizados no processo e trocados entre entidades organizacionais e quais são estas entidades organizacionais, possibilitando que estas informações sejam mapeadas de modo a prover um alto nível de conhecimento do comportamento organizacional.

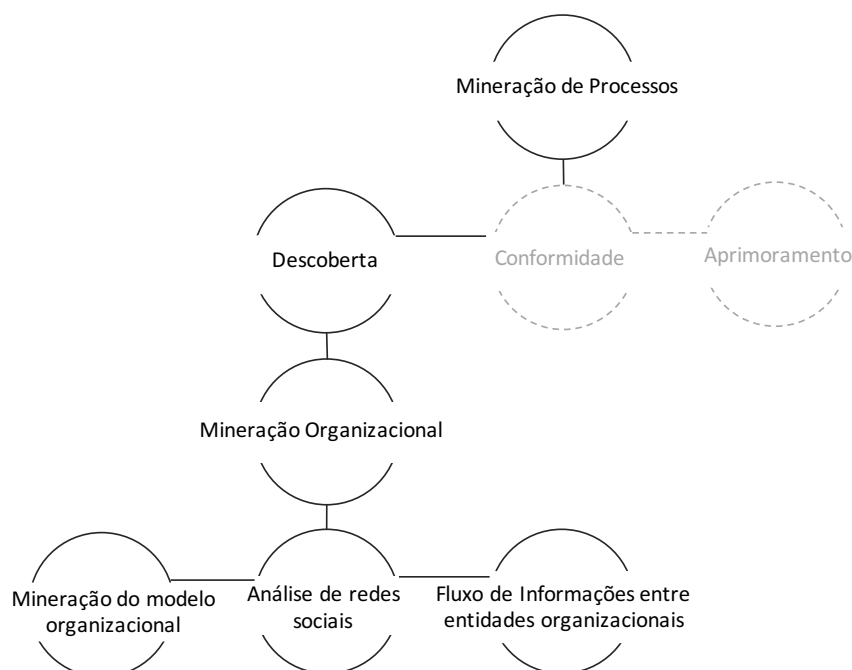


Figura 2 – Representação da mineração organizacional

O autor, 2016.

Um exemplo de aplicação prática da mineração organizacional é proposto por Rebugue et al. (2012) que, através do uso de plug-ins de análise de redes sociais, realiza a análise do processo hospitalar com foco na compreensão das perspectivas organizacionais. A segunda aplicação prática da mineração de processos é a análise de conformidade. Os modelos previamente definidos de um processo são chamados de modelos de referência, ao qual estão ganhando cada vez mais atenção, pois realizam uma contribuição substancial para projetar e executar as atividades de forma eficiente (Aalst; Song, 2008). Estes modelos podem ser baseados em um conjunto de políticas e normativos internos (aqueles definidos a nível corporativo) e externos (aqueles definidos por força de lei ou de órgãos regulatórios, padrões de qualidade, protocolos ou manuais de boas práticas, etc.).

A análise de conformidade tem por objetivo comparar um modelo de referência a um modelo real (ou modelo do processo “*de facto*”). Para que haja uma avaliação adequada sobre conformidade, algumas abordagens foram criadas, como por exemplo, o CMMI (Capability Maturity Model – Integration), o SCAMPI (Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement) e o SPC (Statistical Process

Control). Porém estas abordagens tratam de um ponto de vista mais qualitativo do processo, sem analisar profundamente a sua execução. Neste ponto, a Mineração de Processos se encontra em um estágio mais avançado, pois trata o processo nos seus níveis micro e macro de execução (Aalst, 2012). A Figura 3 apresenta uma adaptação para a área de saúde do modelo de análise de conformidade, através de uma adaptação do modelo apresentado por Gerke et al. (2009).

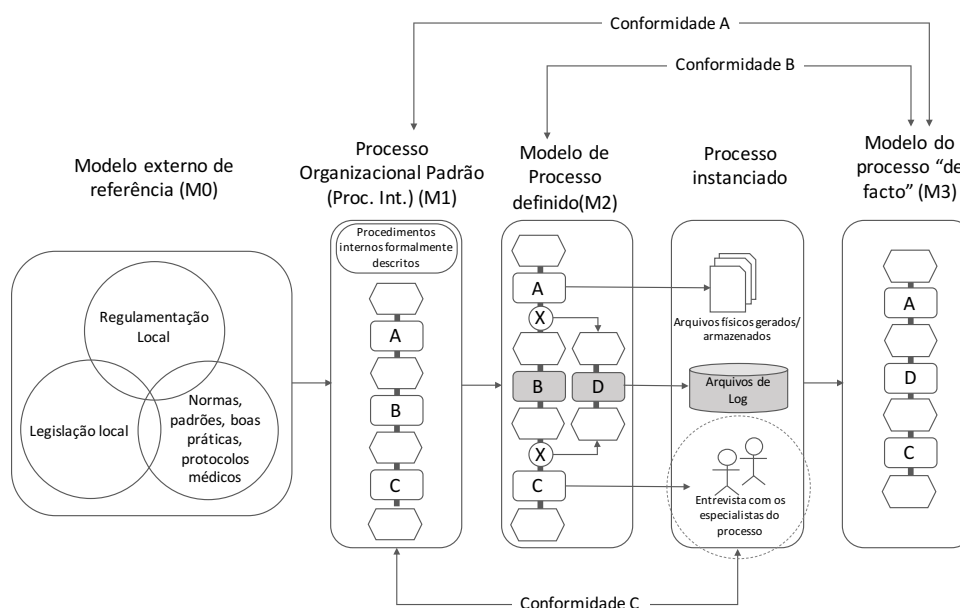


Figura 3 – Uma adaptação de aspectos de Conformidade para a área de assistência médico-hospitalar.

Fonte: Gerke et al. (2009).

No modelo descrito na Figura 3, há 4 (quatro) modelos de processo descritos e que devem ser analisados. O primeiro modelo é o de referência (M0), seguido pelo modelo de processo padrão (M1) ao qual trata do processo organizacional padrão, que considera somente as regras de negócio, já o modelo (M2) representa o processo definido, considerando não somente as regras de negócio, mas também as áreas, atividades e processos que não estão descritos através das políticas e normas, mas que fazem parte do modelo estabelecido pela organização. E por ultimo, o modelo (M3) representa o processo "de facto", ou seja, o processo que está sendo executado e pode ser descoberto através da mineração de processos. Já para a análise de conformidade, a primeira conformidade (A) está relacionada à aderência entre o modelo do processo organizacional padrão (M1) (ou modelo prescrito) e o processo

“*de facto*” (M3). A segunda conformidade (B) diz respeito à aderência entre o processo definido pela instituição (M2), considerando as “n” variáveis que foram definidas por ela, em relação ao processo “*de facto*” (M3). E por último a conformidade (C) poderá trazer uma perspectiva entre o que os especialistas do processo executam e a sua aderência aos procedimentos internos formalmente descritos (M1).

Já a terceira aplicação prática da mineração de processos é o aprimoramento de um modelo de processo. O seu objetivo é estender ou melhorar um modelo de processo através da análise das suas trilhas de registro de atividades (log de eventos) e os dados gerados pelo processo (Aalst, 2012). Segundo Aalst (2012), há a possibilidade de estender ou melhorar um modelo de processo existente utilizando as informações da log do processo ou realizar a sua correção através de um comparativo entre o modelo executado e o modelo de referência. Porém vale destacar que a mineração de processos não se restringe a análise “off-line”, ou seja, analisando aquilo que já ocorreu, mas também pode ser utilizada para prever um comportamento do processo e realizar as devidas recomendações de forma “online”, ou seja, durante o período de execução.

De acordo com Aalst et al. (2008), a mineração de processos surgiu como uma maneira de analisar os processos com base nos logs de eventos dos sistemas que as suportam. Muitos algoritmos têm sido propostos para a construção de um modelo de processo com base na análise das sequências de eventos observadas nos registros de atividades. Entre os algoritmos de mineração, se encontram os algoritmos presentes no ProM framework. Segundo Dongen (2005), o framework ProM (Process Mining Framework) integra a funcionalidade de várias ferramentas de mineração de processos existentes e oferece uma grande gama de plug-ins de mineração adicionais. Este framework suporta múltiplos formatos de dados, como redes de Petri, EPCs, BPMN e Redes Sociais. Os plug-ins podem ser utilizados de várias maneiras e de forma combinada, dependendo do resultado que se deseja obter.

Segundo o Process Mining Group (Site ProM framework, 2016), o ProM é um framework *open source* para algoritmos de mineração de processo baseado em uma plataforma para usuários e desenvolvedores de algoritmos de mineração de processo, de fácil uso, e de fácil compreensão. A sua missão é tornar-se a plataforma de mineração de processo padrão no mundo acadêmico através da criação de uma comunidade ativa, reconhecida pela comunidade de colaboradores e usuários, e criar

uma consciência sobre o poder da tecnologia de mineração de processo através da promoção de aplicações e captação industrial.

Para Rozinat (2008), a constante mudança do campo regulatório e o surgimento de diversas novas leis, como a Sarbanes-Oxley Act (SOX), tem cada vez mais exigido das empresas um aumento na ênfase da governança corporativa e eficiência operacional, o que tem provocado a necessidade de uma melhoria dos sistemas de auditoria, controle e de supervisão do processo. A mineração de processos, junto ao framework ProM, são capazes de gerar o modelo do processo através de uma visão organizacional e prover uma análise adequada sobre a conformidade entre o modelo do processo prescrito e o processo real. A exemplo disso, Caron et al. (2012) propõe a aplicação dos frameworks de mineração de processos para o gerenciamento de riscos e análise de conformidade, gerando valor para as organizações no contexto de gestão de riscos, e suportando inclusive as avaliações de auditoria interna. Já Yang et al. (2006) vai além, e propõe a aplicação dos frameworks de mineração de processos na área de saúde, com o objetivo de detectar e evitar fraudes e abusos cometidos contra as prestadoras de seguro e de saúde suplementar.

Especificamente na área de saúde, segundo Mans et al. (2009), para ganhar vantagem competitiva, a indústria hospitalar tenta agilizar os seus processos com o objetivo de prestar um serviço de cuidados da saúde de alta qualidade ao mesmo tempo em que reduz os seus custos. Além disso, tanto do lado governamental quanto das companhias de seguro (saúde suplementar) é colocado cada vez mais pressão para que os hospitais funcionem da maneira mais eficiente possível, enquanto que, no futuro, um aumento na procura pelos serviços de cuidados à saúde é esperado. Neste ponto, cabe a mineração de processos um papel fundamental.

No entanto, a abordagem tradicional da mineração de processos tem uma certa dificuldade em lidar com os processos não estruturados, como os encontrados em um ambiente hospitalar (Mans; Schonenberg; Song; Aalst; Rakker, 2009). Segundo Kaymak et al. (2012), a mineração de processos é uma metodologia promissora para se descobrir modelos de processos clínicos com base em dados de execuções realizadas dos procedimentos hospitalares. A única exigência para o seu uso é que o sistema que suporta o processo produza logs de eventos. O objetivo da análise dos processos da área de saúde é capturar o conhecimento organizacional ao qual é

necessário para se coordenar o relacionamento e colaboração entre os profissionais da área de saúde e entidades organizacionais.

Devido à importância da qualidade dos serviços de saúde públicos, esses serviços representam uma parcela importante nas despesas do governo na maioria dos países. Como consequência, sistemas de informação estão sendo desenvolvidos na área de saúde por diversas organizações para uma grande gama de propósitos diferentes, como para a telemedicina, assistência ao paciente, registros eletrônicos de saúde e suporte a decisão, entre outros. Os problemas encontrados na interoperabilidade dos dados dentro do ambiente hospitalar devem ser tratados de modo que tais informações possam suportar o apoio à tomada de decisão (Kazemzadeh; Sartipi, 2005).

Para Rebugue et al. (2012), na área de saúde é possível extrair dados de eventos de vários tipos de sistemas especializados, tais como os baseados em sistemas EPR (Electronic Patient Record) ou RIS (Radiology Information Systems) ao qual podem gravar o fluxo de trabalho de atendimento ao paciente e de realização de exames. Além disso, os sistemas de informação de emergência podem gravar todo o fluxo de atendimento e sistemas de informação de faturamento normalmente combinam dados de outros sistemas hospitalares sobre as atividades relacionadas a um paciente de modo a realizar a contabilidade de custos e de faturamento. Porém antes de se iniciar um projeto de mineração de um processo, Eck et al. (2015) e Heijden (2012) defendem a necessidade de planejá-la, e para isso propõe a utilização das metodologias de projetos de mineração (PM2 e PMPM) como ferramenta metodológica para se formalizar as etapas que devem ser seguidas no planejamento e condução da mineração de processos.

A aplicabilidade e adaptabilidade de tais técnicas à área de saúde é visível através das suas bases de dados, ao qual contêm informações como registros sobre pacientes, evolução do tratamento, hospitais relacionados ao tratamento do paciente (nos casos em que o paciente realizou quaisquer tratamentos ou exames específicos em outras instituições), custos de tratamento e registro de reclamações. Com isso, as bases de dados de saúde são fontes ideais para se aplicar as técnicas de mineração de processo, no qual a sua utilização é possível graças às mudanças ocorridas nas últimas décadas, com a doação por parte das instituições de saúde de sistema de

controle ou de gestão, o que permite gerar logs de registros das mais diversas atividades executadas (Kazemzadeh; Sartipi, 2005).

Como exemplo de sistema médico-hospitalar, podemos citar os sistemas de informação hospitalar (HIS) que tem despertado cada vez mais interesse no Brasil tanto no setor de saúde pública como particular. Entre os dados administrativos de saúde disponíveis no país, encontra-se o Sistema de Informação Hospitalar do Sistema Único de Saúde (SIH/SUS) (Bittencourt; Camacho; Leal, 2006). Há também um grande interesse por softwares administrativos que acompanham todo o ciclo de atendimento e tratamento do paciente, desde o momento que ele entra em contato com a recepção e passa por um procedimento de triagem, até o momento em que o seu atendimento e tratamento são concluídos. Todas estas informações podem apresentar uma perspectiva fidedigna dos processos executados.

Existem trabalhos relacionados ao uso da mineração de processos na área de saúde, conforme levantamento extraído por Sariha Mourão (2017) no qual traz os principais trabalhos relacionados a estas diretrizes extraídos de forma resumida dos periódicos WoSTM, CAPES e PubMed®, e estão apresentadas no quadro 1 contendo os 10 trabalhos mais relevantes, considerando o número de citações no Web Of ScienceTM e Google Acadêmico®.

(Continua)

Título / Autor / Ano	Quantidade de Citações WoS	Quantidade de Citações Google Acadêmico®	Revista	País	Palavra-Chave
Mining process models with non-free-choice constructs (WEN et al., 2007)	52	158	Data Mining and Knowledge Discovery Volume: 15, Edição: 2, Páginas: Holanda 145 - 180	China e Holanda	Process mining; implicit dependency; event log; non-free-choice constructs
Business process analysis in healthcare environments: A methodology based on process mining (REBUGE; FERREIRA, 2012)	35	133	Information Systems Volume: 37, Edição: 2, Páginas: 99 - 116, Edição Especial: SI	Portugal	Business process analysis; healthcare processes; process mining; sequence clustering
A process-mining framework for the detection of healthcare fraud and abuse (YANG; HWANG, 2006)	33	124	Expert Systems with Applications Volume: 31, Edição: 1, Páginas: 56 - 68	Taiwan	Healthcare fraud; healthcare abuse; clinical pathways; classification model; data mining
Process mining techniques: an application to stroke care (MANS et al., 2008)	36	91	Studies in Health Technology and Informatics Volume: 136, Páginas: 573 - 578	Itália e Holanda	Data analysis-extraction tools, process, event-based systems
Mining business process variants: challenges, scenarios, algorithms (LI; REICHERT; WOMBACHER, 2011)	13	84	Data & Knowledge Engineering Volume: 70, Edição: 5, Páginas: 409 - 434, Edição Especial: SI	Holanda e Alemanha	Process mining; process configuration; process change; process variant
On mining clinical pathway patterns from medical behaviors (HUANG; LU; DUAN, 2012)	28	47	Artificial Intelligence in Medicine Volume: 56, Páginas: 35 - 50	China	Clinical pathway analysis, pattern mining, process mining, clinical workflow log

(Continuação)

Título / Autor / Ano	Quantidade de Citações WoS	Quantidade de Citações Google Acadêmico ®	Revista	País	Palavra-Chave
Process discovery: capturing the invisible (AALST, 2010)	15	46	EEE Computational Intelligence Magazine Volume: 5, Edição: 1, Páginas: 28 - 41	Holanda	Process models; workflow management; petri nets; identification
Generating event logs from non-process-aware systems enabling business process mining (PEREZ-CASTILLO et al., 2011)	21	34	Enterprise Information Systems Volume: 5, Edição: 3, Páginas: 301 - 335	Espanha	Process mining; event log; dynamic analysis; modernisation; legacy system
Summarizing clinical pathways from event logs (HUANG et al., 2013)	18	27	Journal of Biomedical Informatics Volume: 46, Páginas: 111 - 127	China	Clinical pathway analysis, clinical pathway summarization, process mining, clinical event log, log segmentation, frequent pattern mining
Framework, strategy and evaluation of health care processes with RFID (ZHOU; PIRAMUTHU, 2010)	12	33	Decision Support Systems Volume: 50, Edição: 1, Páginas: 222 - 233	EUA e França	RFID; health care

Quadro 1 – Trabalhos correlacionados à área de saúde.

Fonte: MOURÃO, Sariha E. T (2017).

A importância da mineração de processos neste tipo de contexto é que ela é capaz de, com base nas informações de registros de eventos, fornecer automaticamente a descrição dos processos que atualmente estão sendo executados, e com isso, gerar o fluxo atual de atividades através dos modelos gerados. Isso permite conhecer a fundo as atividades executadas dentro de um processo, por mais que as áreas não tenham um conhecimento completo, do início ao fim, das atividades realizadas. Além disso, tais técnicas são aplicáveis a registros de eventos das mais diversas organizações, podendo os resultados da descoberta de processo serem obtidos relativamente em um curto espaço de tempo, tornando possível a sua utilização na área de saúde (Rebuge, 2012).

Analisando os principais trabalhos relacionados à aplicação da mineração de processos em processos da área de saúde, é possível identificar que aplicabilidade do uso de tais técnicas a área de saúde com resultados expressivos, reforçando a sua escolha como uma das ferramentas aplicadas no trabalho aqui proposto, com o objetivo principal de gerar indicadores a partir de informações coletadas em *data-logs* que suportam a execução do processo.

2.2 INTEROPERABILIDADE ORGANIZACIONAL

Os indicadores gerados pela mineração de processos (quantitativos) e pela percepção dos especialistas do processo, coletados através de entrevista (qualitativos), são utilizados para avaliar o nível da interoperabilidade organizacional do Processo. Para organizar os indicadores que foram avaliados, foram consideradas as perspectivas da interoperabilidade. Segundo Berre et al. (2007) e Chen et al. (2007), o termo interoperabilidade foi primeiramente utilizado para descrever a capacidade de se trocar informações de forma homogênea entre os diferentes sistemas e de compreender os dados de um processo. Esta definição evoluiu desde então para considerar os aspectos que surgiram a partir de uma visão mais ampla, abrangendo diferentes dimensões de negócios (Berre; Elvesaeter; Figay; Guglielmina; Johnsen; Karlsen; Knothe; Lippe, 2007). Hoje a interoperabilidade é descrita como a habilidade ou a capacidade que dois ou mais sistemas ou componentes possuem em

trocar informações e usar e compreender estas informações que foram trocadas dentro de uma grande gama de perspectivas (Chen; Doumeingts; Vernadat, 2008). De acordo com Espadinha-Cruz et al. (2011), esta capacidade em interoperar impacta diretamente nos negócios das empresas que, muitas vezes, perdem a sua competitividade devido à falta de interoperabilidade, o que pode acarretar em consequências indesejadas, geralmente refletindo no custo final para o cliente.

Neste contexto, e com o objetivo de identificar, analisar e explorar a interoperabilidade no campo organizacional, Chen et al. (2008) propõe o uso de um modelo de análise de interoperabilidade organizacional composto por quatro áreas de preocupação, baseadas em: i) negócios; ii) processos; iii) serviços; e iv) dados. Essas quatro áreas de preocupação foram o pilar básico da interoperabilidade, sendo a sua representação clássica demonstrada através da Figura 4.

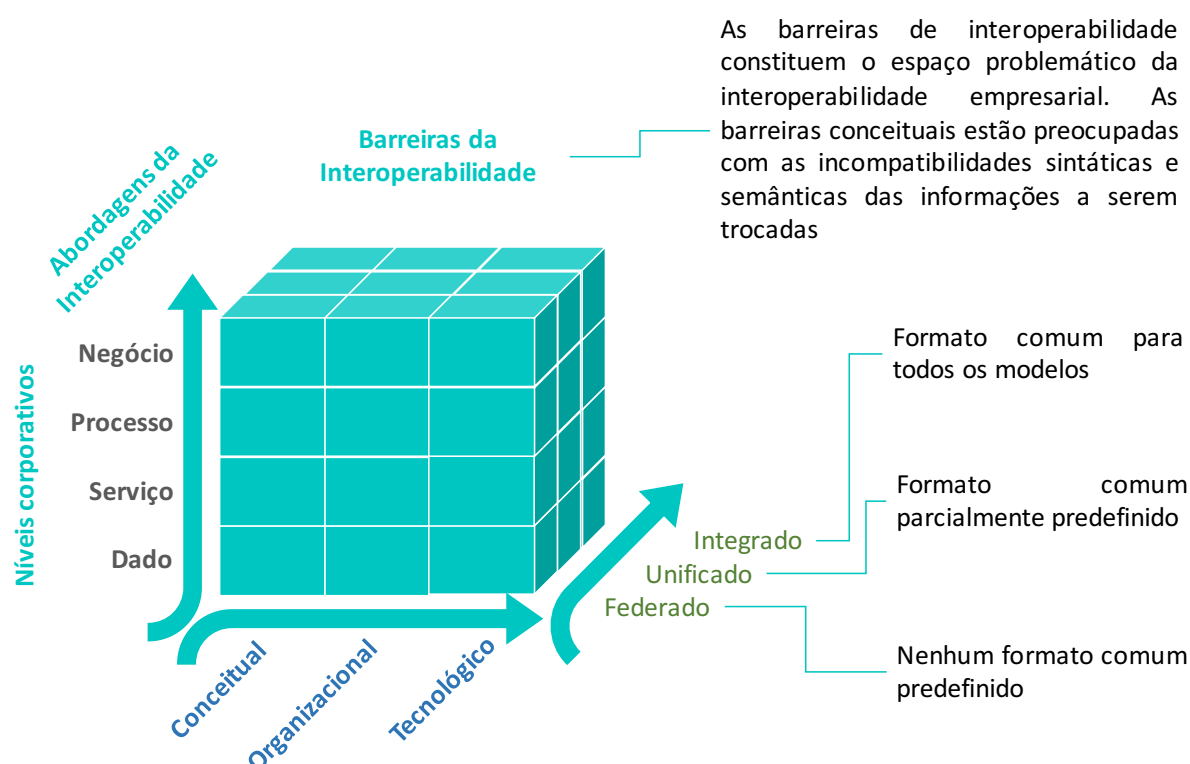


Figura 4 – Uma tradução de "Enterprise interoperability framework (three basic dimensions)".

Fonte: (Chen; Doumeingts; Vernadat, 2008).

Já Chalmeta et al. (2013) propõe o uso de um modelo para análise da interoperabilidade composto por seis estruturas, para aproximar a análise a uma visão

de uma estrutura organizacional. O modelo é composto por: i) negócios; ii) políticas e procedimentos; iii) gerenciamento de projetos; iv) recursos humanos; v) semântica; e vi) tecnologia da informação. Cada uma destas estruturas (denominadas visões da interoperabilidade) possui 5 níveis de interoperabilidade, composto por (1) isolado; (2) inicial; (3) executável; (4) conectado; e (5) interoperável. Uma abstração adaptada deste modelo está ilustrada na Figura 5. Dada a sua proximidade com a estrutura organizacional de um hospital, este foi o modelo de interoperabilidade escolhido para compor o modelo de análise apresentado neste trabalho, ao qual possui correlação com o resultado apresentado por Scuissiatto et al. (2017).

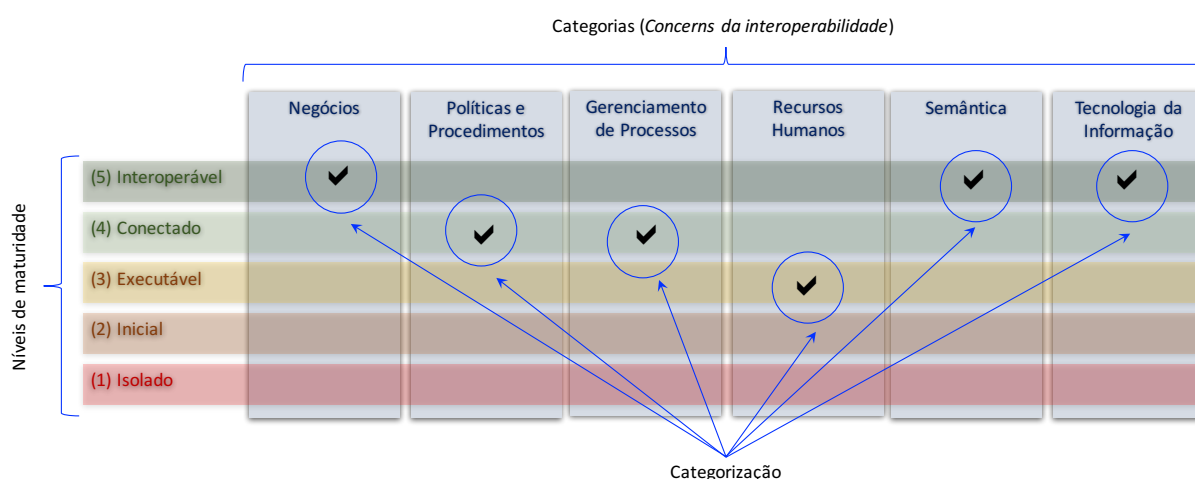


Figura 5 – Modelo de análise de interoperabilidade.

Fonte: O autor, 2017.

Conforme pode ser visto na Figura 5, é possível categorizar cada uma das estruturas (concerns) em um dos 5 níveis de interoperabilidade e, com isso, identificar quais estruturas estão em um nível de desempenho mais baixo ou mais alto. Outros modelos de interoperabilidade organizacional, com foco ou aplicação na área de saúde, podem ser citados, tais como o modelo apresentado por Gottschalk (2009) que apresenta 5 níveis de para a interoperabilidade. Ao todo, os níveis são baseados em: i) interoperabilidade computacional; ii) interoperabilidade de processos; iii) interoperabilidade de conhecimento; iv) interoperabilidade de valores; e v) interoperabilidade de objetivos. O nível mais baixo é a da interoperabilidade computacional e, o nível mais alto, é o da interoperabilidade de objetivos. Porém, para este trabalho, foi selecionado o modelo de desempenho proposto por Nussbaum et al.

(2011) no qual tem como foco os processos de oncologia, composto por 3 níveis de desempenho organizacional divididos em básico, intermediário e avançado. A definição de cada um dos níveis está descrita no quadro 2, onde o nível mais baixo é o básico e, o mais alto, o avançado.

Nível	Definição
Básico	Neste nível de desempenho, existe uma grande variedade de práticas adotadas no processo (pouca padronização) com uma forte dependência de sistemas e processos manuais, complexos e demorados.
Intermediário	Neste nível, há uma variedade de ações focados na melhoria do processo, sistemas complexos e processos coordenados de forma centralizada, porém com uma grande margem para melhorias.
Avançado	Neste nível, a estrutura organizacional é completamente desenvolvida, com uma forte implementação de políticas e recursos com o objetivo de se atingir metas robustas, processos consistentes e um alto nível da qualidade no atendimento e tratamento prestados.

Quadro 2 – Níveis de desempenho em processos oncológicos.

Fonte: (Nussbaum; Gerard; Rehfeld, 2011).

Estes elementos foram selecionados para compor a análise do desempenho organizacional que será apresentado no capítulo 3, no qual irá utilizar uma adaptação dos modelos propostos por Chalmeta et al. (2013) e Nussbaum et al. (2011) para estruturar a análise dos indicadores quantitativos extraídos através das técnicas de mineração de processo, e analisados através dos métodos MCDA que serão apresentados na seção 2.3.

2.3 MÉTODOS DE ANÁLISE DE DECISÃO MULTICRITÉRIO (MCDA)

Os métodos de análise de decisão multicritério (MCDA) ou métodos de tomada de decisão multicritério (MCDM) são um conjunto de ferramentas, baseados em critérios, capazes de apoiar a tomada de decisões ou o diagnóstico organizacional. Entre as ferramentas de MCDA, estão os métodos *Analytic Hierarchy Process* (AHP), *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE) e os métodos *Elimination Et Choix Traduisant la Réalité* (ELECTRE) (Praveen; Devlin; Marsh; Baltussen; Boysen; Kalo; Longrenn; Mussen; Peacock; Watkins; Ijzerman, 2016). Amplamente aplicado em diversos setores da economia, recentemente tem havido um aumento das pesquisas e aplicações práticas envolvendo a área de saúde. Especificamente relacionados a área de saúde, Marsh et al. (2014) e Adunlin et al. (2015) concluíram que mais de 56% das ferramentas de MCDA ao qual foram revisadas eram aplicáveis para apoiar as decisões sobre investimento em saúde, 12% suportavam a decisão sobre autorizações, 22% apoiavam a decisão sobre prescrição de medicamentos e 2% suportavam a tomada de decisão sobre a alocação de recursos em pesquisas. Adunlin et al. (2015) também concluiu que 39% da utilização destas ferramentas estava alocada em auxiliar a tomada de decisão sobre diagnósticos e tratamentos.

De acordo com Xue Bai et al. (2014), as instituições da área de saúde são desafiadas cada vez mais a operar com custos reduzidos e entregar uma boa qualidade nos serviços prestados ao paciente, protegendo e garantindo a sua privacidade. A tarefa para atingir este objetivo é complexa e altamente dependente da utilização eficaz, por parte das instituições, das informações produzidas. Além disso, segundo Praveen et al. (2016), as tomadas de decisão na área de saúde são complexas e muitas vezes conflitantes. A utilização de métodos multicritérios como as ferramentas MCDA podem melhorar a qualidade da tomada de decisão.

O método PROMETHEE é uma ferramenta multicritério, ao qual permite a classificação das alternativas que estão sendo avaliadas do melhor para o pior. Este método surgiu em 1985 e, assim como no ELECTRE, teve a expansão em seis diferentes métodos ao qual tratam de problemáticas distintas. Os métodos PROMETHEE I, II e III tratam da ordenação, enquanto os métodos PROMETHEE IV

e VI se preocupam com a escolha e ordenação e o PROMETHEE V trata da ordenação com otimização (Ozkarahan, 2007). Já o método AHP é, segundo Dolan (2005), um dos métodos multicritérios mais utilizados. Este método possui uma série de vantagens em relação a outros métodos multicritérios, como uma forte base teórica, flexibilidade, fácil uso e análise de consistência dos julgamentos realizados de modo que tais vantagens permitiram o seu uso em muitas aplicações práticas.

Apesar da diversidade de abordagens relacionadas aos métodos MCDA, como AHP, família ELECTREE e PROMÉTÉE, segundo Figueira et al. (2005), os ingredientes básicos dos métodos MCDA são muito simples: um conjunto finito ou infinito de ações (alternativas, soluções, ações), pelo menos dois critérios, e, ao menos uma tomada de decisão. Tendo em conta estes elementos básicos, os métodos MCDA podem ajudar na tomada de decisões, principalmente em termos de escolha, classificação ou ordenação das ações, conforme ilustração apresentada na Figura 6.

A Figura 6, adaptada de Saarikoski et al. (2016) demonstra bem o uso dos métodos MCDA para a obtenção de uma análise do processo organizacional focada em objetivos e critérios, descrevendo cada uma das etapas. Composto de 5 etapas, a utilização dos métodos compreende a identificação do problema e a sua estruturação, a construção do modelo de análise, a utilização do modelo e por último o desenvolvimento de um plano de ação.

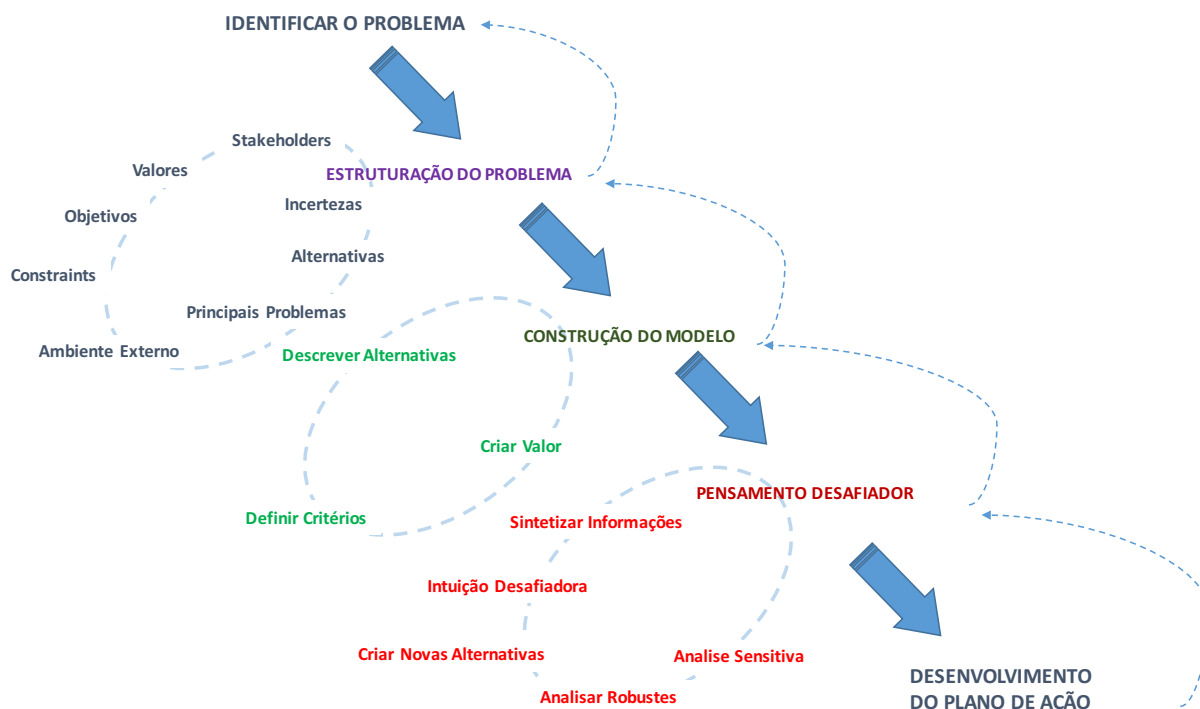


Figura 6 – Ilustração do método MCDA

Fonte: Saarikoski et al. (2016)

2.4 CONEXÃO ENTRE MINERAÇÃO DE PROCESSOS, INTEROPERABILIDADE E MCDA

A Mineração de Processos, Interoperabilidade e os métodos MCDA se conectam diretamente, tendo-se em vista que cada uma destas abordagens acaba auxiliando de maneira direta na extração de insumos exploratórios inerentes ao processo e a sua compreensão, através da mineração de processos, a organização e seleção de indicadores para a avaliação, através da interoperabilidade, e o seu diagnóstico e avaliação, através dos métodos MCDA. E conforme citado neste capítulo, há aplicações práticas de ambos os elementos na área de saúde em diversos focos, porém a utilização dos três elementos em um mesmo framework é algo relativamente inédito, o que justifica a sua utilização e exploração neste projeto de pesquisa.

Outro ponto relevante de conexão, é que os métodos MCDA necessitam de indicadores para serem avaliados, ou seja, para os métodos MCDA serem efetivos, há a necessidade de se obter informações fidedignas sobre o processo, o que algumas vezes acaba gerando certa dificuldade devido a falta de informações quantitativas disponíveis, tendo muitas vezes, que recorrer a informação tácitas. E neste ponto, a mineração de processo tem a capacidade de prover de uma maneira relativamente fácil os indicadores a serem avaliados, possibilitando inclusive uma análise cíclica temporal, ou seja, repetindo a análise dentro de determinados intervalos de tempo (diárias, semanais, mensais, etc.) para acompanhar a evolução do processo.

Baseado nestes elementos, o método proposto será explicado na seção 3, sendo ela composta por quatro etapas considerando o uso da mineração de processos para a extração de indicadores quantitativos, a interoperabilidade para a organização do modelo de análise e, por fim, os métodos MCDA para o diagnóstico e descoberta do nível da interoperabilidade organizacional, conforme apresentado na Figura 7. Embora o modelo proposto também possibilite a análise da capacidade do modelo do processo, este foi abordado de forma macro, dado o fato de que o principal objetivo deste modelo é a análise do desempenho organizacional e, a análise de capacidade, será abordada e amadurecida em trabalhos futuros.

3 MÉTODO PROPOSTO

O objetivo principal do método proposto é adaptar o uso das técnicas de mineração de processos em conjunto aos métodos MCDA no intuito de analisar o impacto da interoperabilidade no desempenho do processo hospitalar, baseado na utilização das técnicas de mineração de processos em conjunto com os métodos MCDA. Como subproduto desta análise, é também possível medir o nível de capacidade do processo em três níveis de análise: por concerns da interoperabilidade, por indicadores (ou critérios) e por tipo de fonte de informação, ao qual são duas, sendo elas a mineração de processos (análise quantitativa) e a entrevista com os especialistas do processo (análise qualitativa), embora o foco dos resultados apresentados seja apenas o nível dos indicadores.

Tal método consiste no uso de requisitos externos (relacionados à temas regulatórios, de acreditação ou boas práticas de mercado) e internos (políticas e procedimentos internos) para definir quais indicadores serão analisados. Baseados nestes indicadores, é possível extraí-los de forma quantitativa, através da mineração de processos, ou de forma qualitativa, através de entrevista com os especialistas e envolvidos no processo. Baseado nestas informações, uma análise de relevância é realizada através dos métodos MCDA, utilizando o método AHP (SuperDecisions) e, após descoberto os pesos e intervalos para cada nível de desempenho organizacional (baixo, intermediário ou avançado), estas informações são então alimentadas no método Prométhée para uma análise do desempenho organizacional. O modelo proposto está descrito na Figura 7.

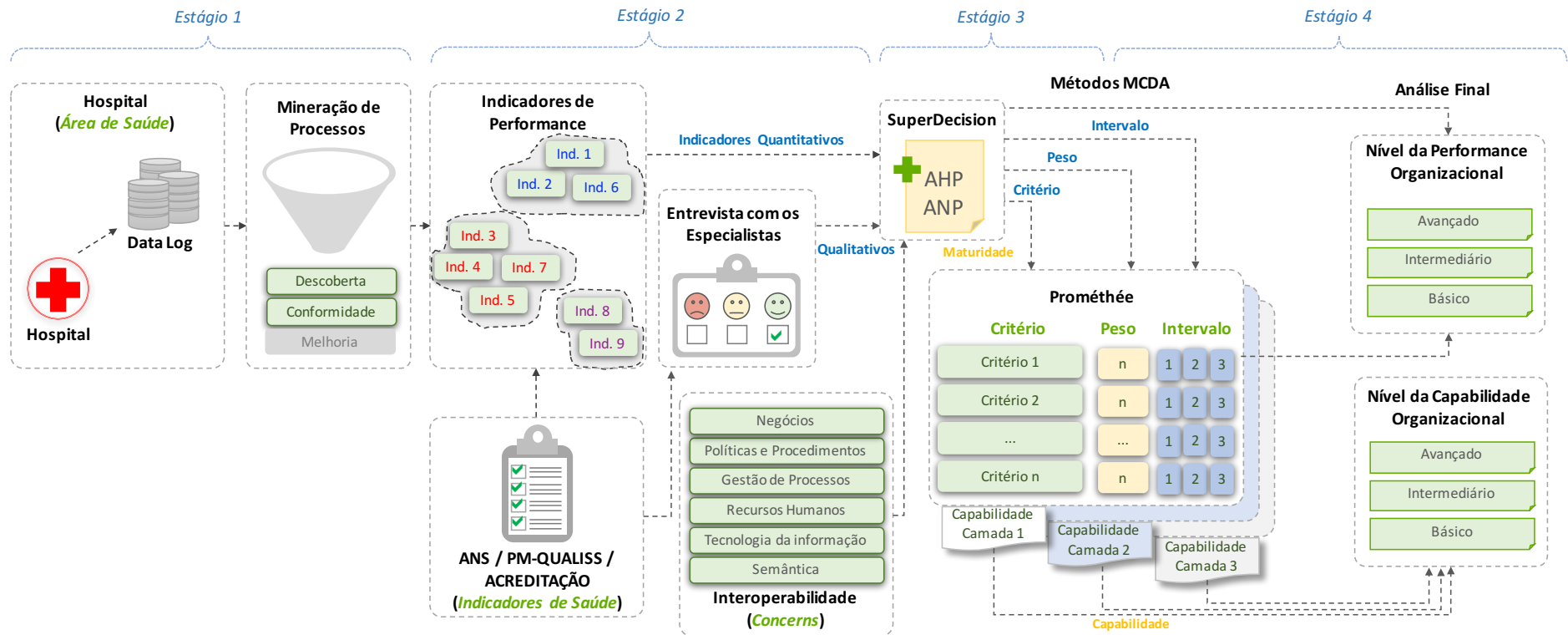


Figura 7 – Modelo Proposto.

Fonte: O autor, 2017

Como pode ser visto na Figura 7, há duas fontes de informações para cada indicador avaliado, sendo uma quantitativa (gerada através da mineração de processos) e a outra qualitativa (gerada através das informações obtidas junto aos especialistas do processo). Para se chegar ao objetivo final, de avaliar através destes dados o nível do desempenho organizacional, deverão ser executados 4 (quatro) estágios:

- i) Estágio 1: Identificar todos os sistemas de informação relevantes que dão o suporte ao processo e extrair os *data-logs* relevantes ao processo que será analisado;
- ii) Estágio 2: Existem diversos fatores internos e externos que compõe as regras de negócio que devem ser adotadas pelas instituições de saúde pública e privada, tais como exigências regulatórias, padrões de boas práticas que devem ser alcançados para a obtenção de certificados de acreditação ou até mesmo políticas e procedimentos internos. Estas regras de negócio são utilizadas para extrair quais indicadores serão avaliados. Uma vez definidos, haverá duas extrações de informações. A primeira, quantitativa, será realizada através das técnicas de mineração de processos utilizando os *data-logs* obtidos no estágio 1. Dependendo dos indicadores que serão extraídos, diferentes plug-ins suportados pela mineração de processo (apêndice A) poderão ser utilizados. A segunda extração de informações será a qualitativa, retirada através de rodadas de entrevistas com os especialistas do processo.
- iii) Estágio 3: Uma vez que os indicadores quantitativos e qualitativos tenham sido obtidos através do estágio 2, eles são analisados através das ferramentas MCDA sendo utilizada as perspectivas da interoperabilidade como fatores estruturantes do modelo a ser analisado. No SuperDecisions é possível estruturar os indicadores baseado na estrutura de interoperabilidade, atribuir pesos e descobrir os intervalos de desempenho. Ao todo estão sendo considerados três níveis possíveis de desempenho, sendo eles, do melhor para o pior, nível avançado, intermediário e básico; e

- iv) Estágio 4: Baseado nos valores obtidos através do SuperDecisions, os pesos, critérios de análise e intervalos são exportados para a ferramenta Prométhée, possibilitando analisar e diagnosticar o processo em uma análise de três níveis: 1) por *concern* da interoperabilidade; 2) por indicadores; e 3) por tipo de fonte de informação (quantitativa e qualitativa).

As organizações usam procedimentos formalizados para descrever as suas atividades, porém as vezes esses procedimentos não refletem a realidade e, em muitos casos, os procedimentos são informais e podem não ter sido documentados. Portanto, a técnica de minerar um processo é uma importante ferramenta para descobrir os processos reais através da análise dos dados de eventos.

Para isso é necessário que o processo atenda a alguns pré-requisitos: deve possuir softwares de controle ou de gestão que suportem a execução do processo e as bases de dados devem estar completas, integras e acessíveis para extração. A Figura 8 descreve cada etapa do estágio 1, ao qual consiste em identificar os sistemas de informação que suportam a execução do processo, extrair as bases de dados destes sistemas e importar e minerar estas informações através de um framework de mineração de processos.

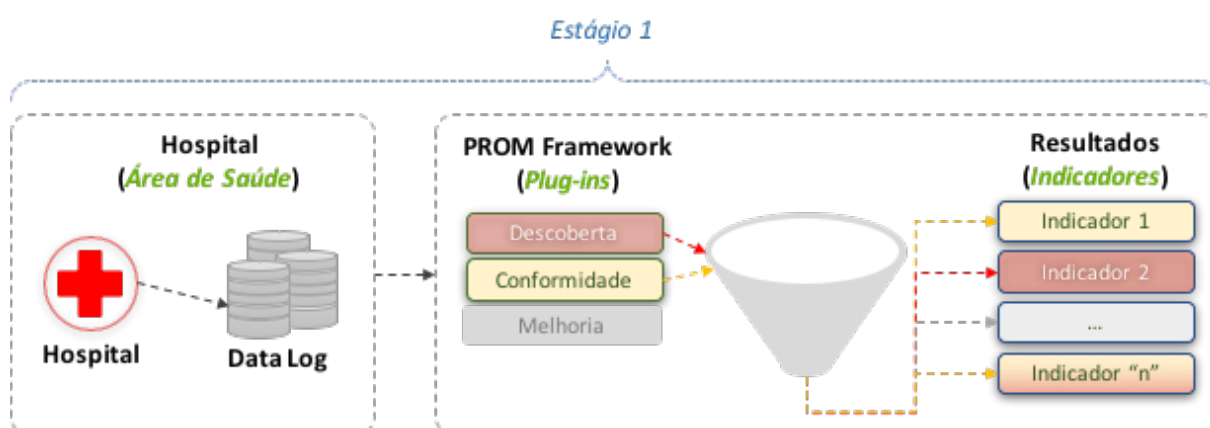


Figura 8 – Estágio 1: Adaptação da Mineração de Processos aos processos de Saúde.

Fonte: O autor, 2017.

É neste estágio que são definidos quais plug-ins da mineração de processos serão utilizados para extrair informações relacionadas a indicadores de desempenho

do processo analisado. A mineração de processos é aplicável a diversos sistemas, áreas e setores o que inclui a área de saúde. Para isso é necessário que o processo atenda a alguns pré-requisitos: deve possuir softwares de controle ou de gestão que suportem a execução do processo e as bases de dados devem estar completas, integras e acessíveis para extração.

Uma vez recolhidas as bases de dados (*data-logs*), estas devem ser importadas em uma ferramenta de mineração de processos. Para este fim, optou-se pela ferramenta ProM framework. Segundo Dongen (2005), o ProM framework (Process Mining Framework) integra a funcionalidade de várias ferramentas de mineração de processos existentes e oferece uma grande gama de plug-ins de mineração adicionais. Este framework suporta múltiplos formatos de dados, como redes de Petri, EPCs, BPMN e Redes Sociais. Os plug-ins podem ser utilizados de várias maneiras e de forma combinada, dependendo do resultado que se deseja obter.

Em um levantamento dos Plug-ins nativos presentes no ProM na versão 6.5, foram identificadas a existência de 392 plug-ins sendo que, além destes, o ProM possibilita a criação e instalação de uma grande gama de outros plug-ins para a mineração e análise de dados. Identificar quais são as entradas e saídas de cada plug-in é fundamental para se compreender a dimensão e o alcance que a mineração terá sobre a análise e geração de indicadores de desempenho do processo. A lista dos 392 plug-ins nativos do ProM 6.5, com as suas respectivas entradas e saídas, está descrito no apêndice A.

A partir deste levantamento, foram mapeadas todas as entradas e saídas de cada um destes plug-ins, sendo possível identificar quais destes poderiam ser utilizados para gerar os indicadores que irão compor os critérios de análise de desempenho do processo. Entre a gama de plug-ins, se destacam alguns mineradores tradicionais que podem ser utilizados para extrair um conhecimento das atividades que compõe o processo (Marsh; Lanitis; Neasham; Orfanos; Caro, 2014). Como exemplo, temos o *Activity Matrix*, *Alpha Algorithm*, *Performance Analysis with Petri Net*, *Performance Sequency Diagram Analysis*, *Organization Miner* e *Decision Point Analysis*.

O plug-in “*Activity Matrix*” proporciona um comparativo, entre atividades executadas, por entidades organizacionais. Isso proporciona uma visão de todas as áreas associadas ao processo que está sendo estudado. Um outro exemplo do uso

das técnicas de mineração de processos pode ser obtido através de uma combinação de plug-ins “*Alpha Algorithm*” e “*Performance Analysis With Petri Net*”, ao qual pode trazer resultados relevantes sobre indicadores de desempenho, tais como *frequency*, *arrival rate*, *waiting time*, *execution time* e *sojourn time*, o que inclui conhecer o tempo médio que cada atividade demora para ser executada e os possíveis atrasos que ocorrem no processo. Já o plug-in “*Performance Sequence Diagram Analysis*” possibilita descobrir quais são os caminhos mais frequentes do processo e, consequentemente, quais caminhos possuem sobrecarga de trabalho em detrimento aos demais caminhos, assim como identificar os gargalos do processo.

O minerador “*Organization Miner*” possibilita descobrir quais são os recursos e entidades organizacionais que compõe o processo, como as atividades estão distribuídas entre si e quais recursos ou entidades organizacionais são mais e menos demandados durante a execução das atividades. É possível também identificar os retrabalhos que ocorrem e quais recursos foram responsáveis pelo retrabalho. Já o plug-in “*Decision Point Analysis*” possibilita conhecer as regras que usualmente são aplicadas nos pontos de decisão (OR Split), o que pode ser útil para identificar se determinadas regras de negócio estão sendo seguidas pelo processo, e se há a existência de possíveis exceções.

Este levantamento e mapeamento dos plug-ins é fundamental para se conhecer quais são as informações que podem ser geradas pela mineração de processos e quais técnicas devem ser implementadas para se obter um determinado indicador. Outras ferramentas de mineração de processos, a exemplo do Fluxicon Disco também podem ser utilizadas para se obter o resultado desejado. Porém o Disco, por exemplo, não trabalha com o conceito de plug-ins, e sim de filtros, sendo um pouco mais limitado se comparado ao ProM.

No estágio 2, são gerados indicadores quantitativos através da mineração do processo, ou seja, são gerados indicadores com informações estatísticas e quantitativas relacionadas a determinadas atividades que ocorreram no processo, tendo como base o *data-log*. Como exemplo, um indicador que trata do tempo de espera para atendimento na recepção poderá trazer o tempo médio de espera de todos os pacientes em um determinado intervalo de tempo, o paciente que esperou menos e o paciente que esperou mais tempo para ser atendido. Estas informações representam dados quantitativos do indicador de tempo de espera. E por outro lado,

além destes indicadores quantitativos gerados pela mineração, há um esforço para obter indicador qualitativos. Estes são obtidos através de entrevista com os especialistas do processo, no qual irão avaliar, do seu ponto de vista, o nível de qualidade de determinada etapa ou característica do processo, respondendo a um questionário denominado Folha de Tarefas (FTs), disponível no apêndice B. Tanto os indicadores quantitativos como os qualitativos tem como critério de escolha (definição de quais indicadores serão avaliados) os requisitos regulatórios, a exemplo do PM-QUALIS da ANS, assim como dos mais diversos reguladores do setor, de acreditação (certificação de qualidade), como por exemplo, a Organização Nacional de Acreditação (ONA) ou até mesmo requisitos e políticas internas.

Com isso, destaca-se que poderá haver um conjunto de indicadores, quantitativos e qualitativos, que irão compor um critério de análise nos métodos MCDA, ou seja, a relação pode ser de “1” indicador para “1” critério de análise ou de “n” indicadores para “1” critério de análise. Esse esquema, do estágio 2, está descrito através da Figura 9, onde essa relação entre indicadores quantitativos e qualitativos na formação de critérios de análise pode ser observada.

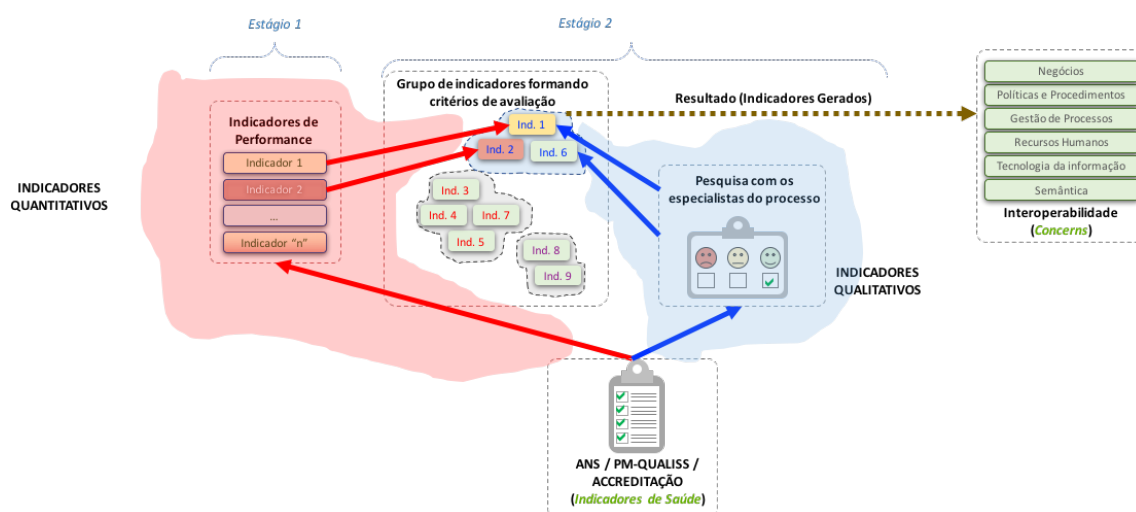


Figura 9 – Estágio 2: Transformação de grupos de indicadores gerados pela Mineração de Processos em critérios de avaliação.

Fonte: O autor, 2017.

O terceiro estágio consiste em importar os indicadores gerados através da mineração de processos, assim como o resultado da entrevista com os especialistas

do processo, para uma ferramenta de análise de decisão multicritério (MCDA). Para esta etapa foram selecionados dois métodos: AHP e Prométhée. As etapas do estágio 3 estão descritas na Figura 10.

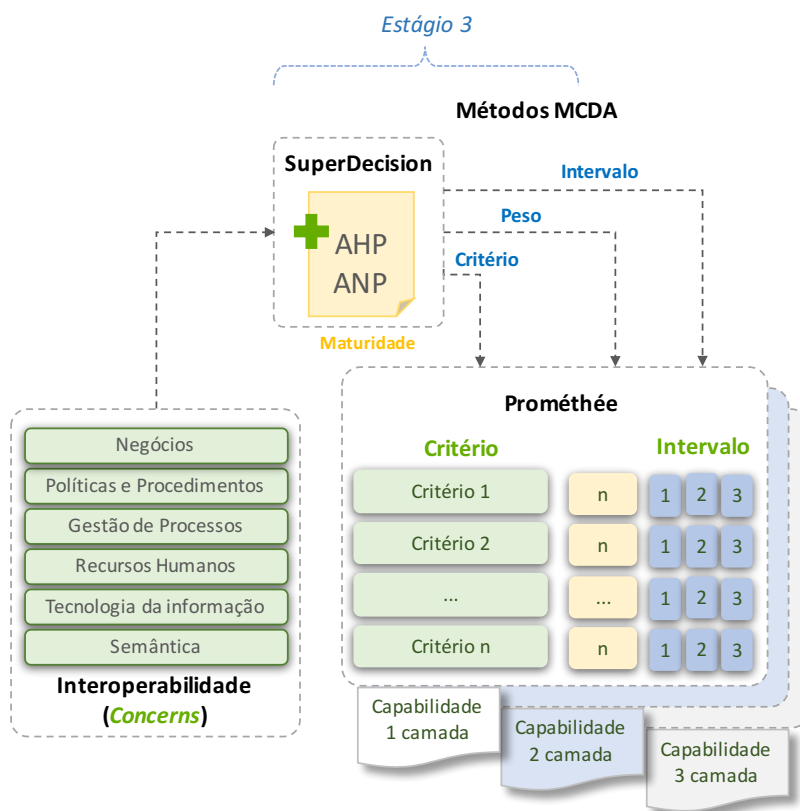


Figura 10 – Estágio 3: Alimentação da ferramenta MCDA com os critérios gerados pela mineração.

Fonte: O autor, 2017.

Nela cada um dos indicadores selecionados para análise são estruturados, através do SuperDescisions (AHP), nas 6 estruturas da interoperabilidade apresentados na Figura 6 (capítulo 2). As estruturas estão distribuídas em: i) negócios; ii) políticas e procedimentos; iii) gerenciamento de projetos; iv) recursos humanos; v) semântica; e vi) tecnologia da informação. Para cada uma destas estruturas, haverá ao menos dois indicadores que serão avaliados, sendo um quantitativo (gerado pela mineração de processos) e um qualitativo (coletado através de entrevistas com os especialistas do processo). O resultado desta análise é então exportado para o método Prométhée (estágio 4).

A ideia de analisar ao menos dois indicadores (quantitativo e qualitativo) é dar um peso de relevância maior para a fonte de informação mais confiável. Por exemplo, determinadas informações presentes nos *data-logs* podem ter um peso de relevância inferior a percepção do especialista do processo, por problemas tecnológicos ou estruturais que possam comprometer a integridade e veracidade das informações geradas pelos softwares de gestão e acompanhamento do processo existentes no hospital.

Por ultimo, o estágio 4 é composto pelo resultado da análise do processo através do Prométhée. Para definir quais são os níveis no qual o processo será analisado, será utilizado os níveis propostos por Nussbaum et al. (2011) ao qual propõe o uso de três níveis de desempenho capacitiva em hospitais, com foco em processos oncológicos. Estes níveis foram divididos em: i) básico: neste nível de desempenho, existe uma grande variedade de práticas adotadas no processo (pouca padronização) com uma forte dependência de sistemas e processos manuais, complexos e demorados; ii) intermediário: neste nível, há uma variedade de ações focados na melhoria do processo, sistemas complexos e processos coordenados de forma centralizada, porém com uma grande margem para melhorias; e iii) avançado: neste nível, a estrutura organizacional é completamente desenvolvida, com uma forte implementação de políticas e recursos com o objetivo de se atingir metas robustas, processos consistentes e um alto nível da qualidade no atendimento e tratamento prestados.

Estes três níveis (avançado, intermediário e básico) são então utilizados como parâmetro para categorizar e diagnosticar o resultado obtido pelos métodos MCDA para os níveis de desempenho e capacidade do processo (embora a capacidade não seja o foco deste trabalho). Dado o fato que a mineração de processos possibilita a obtenção de indicadores em qualquer intervalo de tempo, vale destacar que esta análise pode ocorrer em diversos intervalos cronológicos de análise, tais como diários, semanais, mensais, anuais, ou em qualquer outro intervalo que seja necessário. Destaca-se que os níveis de maturidade dependem da organização, e não são estáticos, ou seja, para cada organização em que for executado este método, será necessário adaptar os níveis de desempenho que serão avaliados.

3.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO PROPOSTO

O método proposto é composto por quatro estágios que tem como objetivo obter indicadores através da mineração de processos e entrevista com os especialistas do processo, para então analisa-las e diagnosticá-las (o processo analisado) através dos métodos MCDA. Embora o método proposto também possibilite a análise de capacidade, esta será abordada de maneira macro, dado o fato de que o foco, neste primeiro momento, é no desempenho desempenhada pelo processo, e o seu impacto na organização.

Uma das principais dificuldades em qualquer trabalho relacionado a mineração de processos, é obter os *data-logs* necessários para serem minerado, por isso é importante destacar que uma das limitações deste modelo é que, para que ele seja aplicado, é necessário que o processo a ser analisado possua um ambiente de controle através do uso de softwares de controle ou de gestão, refletindo cada atividade e etapa do processo, e que estas informações possam ser extraídas e utilizadas através de um *data-log*. Porém, caso haja um software implantado, mas que cubra parcialmente o processo, ainda assim este método poderá ser utilizado, dado o fato de que, além das informações quantitativas do processo, há também a utilização de informação qualitativas que, nos casos em que não haja um indicador quantitativo equivalente, poderá ter um peso proporcionalmente maior ou menor na análise, dada a flexibilidade e configurabilidade dos métodos MCDA.

Neste trabalho são utilizadas duas fontes de informações, baseadas em entrevistas com os especialistas do processo (visão qualitativa) que é reforçada pela pelos indicadores extraídos da mineração de processos (visão quantitativa). Há a possibilidade de expandir este modelo para outras fontes, tais como os indicadores gerados pela auditoria, reguladores, serviço de atendimento ao consumidor ou qualquer outro indicador relevante para a análise. A seguir, na seção 4, será apresentado o uso de técnicas de simulação de processos para a geração de *data-logs*, através do uso da ferramenta CPN Tools, para se obter *data-logs* em ambientes

controlados, evitando assim, eventuais “ruídos” relacionados a um *data-log* real e também dado o fato de que, através de um ambiente controlado, é possível gerar todas as informações necessárias para realizar as explorações investigativas necessárias sobre o processo, testar o método proposto de forma flexível e dentro dos mais diversos cenários. Vale destacar que a utilização de *data-logs* em ambiente controlado foi adotada dada a dificuldade de acesso a *data-logs* reais com ampla quantidade de informações, conforme será explicado na próxima seção, porém o objetivo é utilizar *data-logs* reais.

4 SIMULAÇÃO DO PROCESSO ATRAVÉS DO CPN TOOLS

Para que fosse possível obter um *data-log* do processo da área de saúde, é necessário escolher e conhecer um processo de tratamento de pacientes. A escolha do Hospital Erasto Gaertner (HEG) se deve ao grande volume de pacientes tratados. Segundo dados do próprio hospital, em 2015 foram atendidos 310.895 pacientes, sendo que ao todo foram gerados 1.364.532 procedimentos para o atendimento de pacientes (site Hospital Erasto Gaertner, 2016). Para a escolha de um processo de tratamento que fosse chave ao hospital e ao mesmo tempo relevante à pesquisa, foi realizada uma reunião junto aos representantes do HEG. Como o hospital é referência no tratamento de câncer, o processo de tratamento de pacientes – infusão de quimioterápicos – foi selecionado.

Como existem diversos tipos de câncer, foram selecionados os tumores mais comuns tratados pelo hospital: mama, intestino e cabeça/pescoço. Há uma diferença entre o caminho percorrido no processo por um paciente que recebe um tratamento pelo SUS em comparação ao tratamento particular. Isso se deve a diferenças burocráticas relacionadas à liberação do laudo médico para procedimentos de alta complexidade – APAC, que obrigatoriamente os pacientes SUS devem obter, ao contrário dos demais pacientes. Como no HEG cerca de 9 (nove) a cada 10 (dez) pacientes são provenientes do Sistema Único de Saúde, os pacientes tratados via convênio ou particular foram excluídos do escopo de análise. Com estes filtros, aproximadamente 80% dos processos inerentes ao tratamento de tumores cancerígenos através de quimioterápicos tratados pelo HEG foram contemplados.

Através de um trabalho de campo realizado com o objetivo de coletar as informações sobre o processo que será analisado, é possível entrevistar os especialistas do processo e, como resultado destas entrevistas, coletar informações através do preenchimento de formulários denominados folha de tarefas (apêndice B). Adicionalmente, é necessário também mapear as políticas internas além de pesquisar os requisitos regulatórios relacionadas à atividade de prestação de serviços na área de saúde. Ao todo, foram mapeamos mais de 1.300 procedimentos internos, dos quais cerca de 20 foram utilizados por serem inerentes à infusão de quimioterápicos e, após

a entrevista com os especialistas do processo, 6 folhas de tarefas foram geradas possibilitando, deste modo, conhecer em detalhes os requisitos de negócio e cada etapa do processo.

Após a etapa de mapeamento dos processos, foi extraído um *data-log* com 10 *cases* de pacientes do hospital. Porém dada a dificuldade de liberação mais ampla de informações por parte do hospital ao fornecer os *data-logs* necessários à pesquisa, assim como os ruídos identificados devido a complexidade do processo, optou-se pelo uso de um ambiente controlado para a geração de *data-logs*, porém baseado em processos reais do hospital. Para isso, foi utilizada toda a informação coletada, inclusive o primeiro *data-log* real gerado com os 10 *cases*.

Após realizado o mapeamento do processo, é possível então desenhar as atividades no formato de uma rede colorida de Petri, utilizando para isso a ferramenta CPN Tools. O CPN Tools é uma ferramenta desenvolvida para editar, simular e analisar redes coloridas de Petri, com verificação de sintaxe, geração de código e geração de *data-logs*, o que possibilita simular um processo e gerar relatórios que poderão ser analisados através da mineração de processos (site CPN Tools, 2017).

Segundo Jensen (1996), as redes coloridas de Petri (CP-nets ou CPN) foram criadas com o objetivo de desenvolver uma linguagem de modelagem de processos que fosse, ao mesmo tempo, teoricamente bem fundamentada e versátil o suficiente para ser utilizada em projetos de processos industriais, combinando as forças da rede de Petri com as linguagens de programação de software.

A Figura 11 ilustra o método para gerar *data logs* através do CPN Tools para a mineração de processos, ao qual é composto por desenho, simulação, junção e mineração de processos. Como resultado final, é possível gerar o modelo do processo através do ProM (para que seja possível realizar a mineração de processos) baseando-se no modelo CPN Tools gerado pela ferramenta e exportado através de uma *log* no formato MXML.

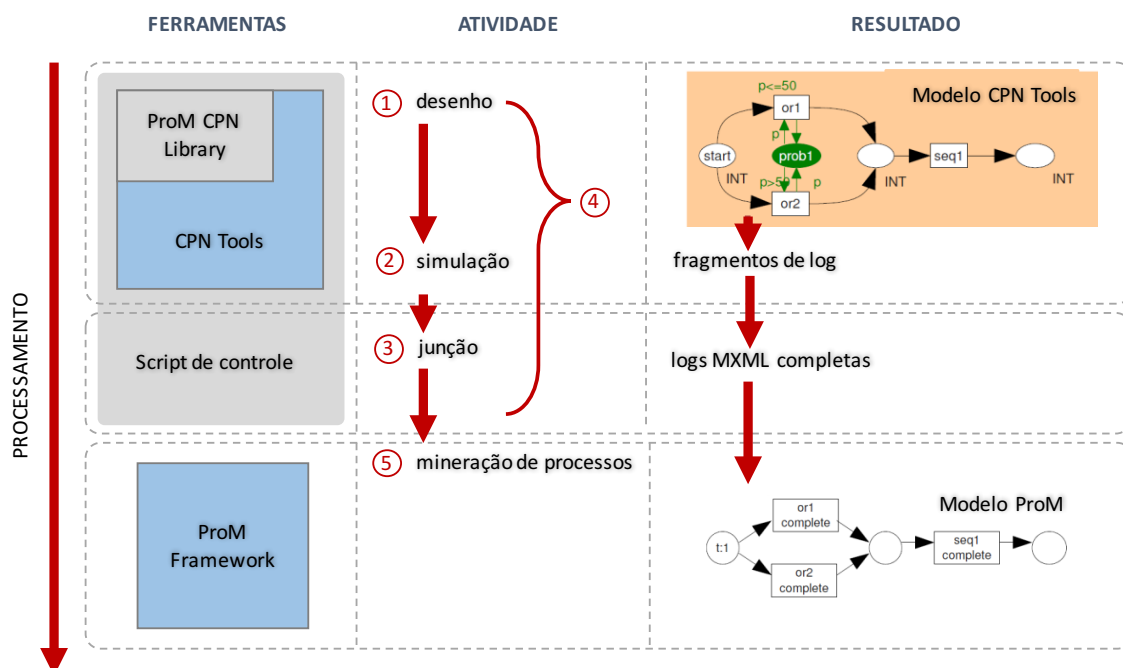


Figura 11 – Método de geração de *data logs* através do CPN Tools

Fonte: O autor, 2017.

Nas seções 4.1 será apresentado o modo como o CPN Tools trabalha com declarações de variáveis, *colsets* e funções, já na seção 4.2 será discutido a modelagem do processo e, por fim, na seção 4.3 será apresentada a simulação do processo modelado e a geração de *data logs*, dando ênfase nos detalhes de configuração e codificação do modelo.

4.1 CRIAÇÃO DAS DECLARAÇÕES

A criação de data-logs em ambientes simulados já foi explorada em outros trabalhos científicos, no qual algumas dificuldades foram abordadas, entre os quais podemos destacar o trabalho realizado por Jensen et al. (2007) no qual utiliza as Redes de Petri Coloridas e Ferramentas CPN para a Modelagem e Validação de Sistemas Concorrentes, e Medeiros et al. (2005) que demonstra a utilização de ferramentas CPN para criar logs de teste para algoritmos de mineração. Porém o que motiva a criação desta seção, dedicada exclusivamente a tratar deste tema, é o baixo

número de trabalhos que tratam sobre o tema com um nível de detalhe mais alto e, em especial, redigidos na língua portuguesa.

Para a utilização do CPN Tools, o primeiro passo é criar as declarações de *colset*, variáveis e funções necessárias à modelagem do processo. Para a criação do modelo de infusão de quimioterápicos foi necessária a criação de 12 *colsets*, 4 variáveis e 4 funções, conforme descrito no quadro 3.

Repare que, após as declarações, é necessário incluir as constantes “FILE” e “FILE_EXTENSION”. Estas duas constantes devem ser incluídas no modelo para parametrizar e possibilitar a geração de *data-logs* durante a simulação do processo. O “FILE” deve ser utilizado para definir o local no diretório no qual serão salvos os logs. Por exemplo, se o projeto for salvo em uma pasta armazenada em “C:/CPN”, os logs serão salvos em “C:/CPN/logs/logsCPN”. A pasta “logs/logsCPN” deve ser criada previamente na máquina que simulará o processo, e as variações entre letras maiúsculas e minúsculas devem estar corretas, pois o CPN possui “sensibilidade” para diferenciar letras maiúsculas e minúsculas. Já “FILE_EXTENSION” deve ser utilizado para configurar a extensão no qual os arquivos de log serão salvos. Veja que, para este caso, foi utilizada a extensão “.cpnxml”. Para cada execução, será gerado um novo arquivo de *data-log* no formato “.cpnxml” ao qual, após a simulação, deverão ser juntados (unidos) em um único arquivo através da utilização do software ProM Import Framework.

(* DECLARAÇÕES PADRÃO *)

▼ colset UNIT = unit;

▼ colset BOOL = bool;

▼ colset INT = int;

(* DECLARAÇÕES DO MODELO CRIADO *)

(* COLSETS *)

▼ colset INTINF = intinf;

▼ colset TIME = time;

▼ colset TIMER = int with 0..90;

▼ colset REAL = real;

▼ colset STRING = string;

▼ colset NO = INT timed;

▼ colset AGE = int with 10..90;

▼ colset FIM = subset STRING with ["Tratamento Concluído", "Óbito"];

```

▼ colset NEWP = subset STRING with ["Novo paciente", "Paciente antigo"];
▼ colset HSYMP = real with 1.0..50.0;
▼ colset ORIGEM = subset STRING with ["ambatório", "ala de internação", "medico especialista",
"oncologia", "outro"];
▼ colset NOxHSYMP = product NO * HSYMP timed;
▼ colset NOxHSYMPxOR = product NO * HSYMP * ORIGEM timed;
▼ colset NOxHSYMPxNP = product NO * HSYMP * NEWP timed;
▼ colset NOxHSYMPxFM = product NO * HSYMP * FIM timed;
▼ colset NetDelay = int with 2..75; (* COLSET UTILIZADA NA FUNÇÃO DEL PARA GERAR OS
REGISTROS DE TEMPORIZADOR NO DATA-LOG *)
(* VARIÁVEIS *)
▼ var ID: NO;
▼ var FI: FIM;
▼ var NP: NEWP;
▼ var OR: ORIGEM;
▼ var age: AGE;
▼ var HS:HSYMP;
(* FUNÇÕES *)
▼ fun NextArrival() = discrete (5,60);
▼ fun Discharge() = discrete (720, 1440);
▼ fun OK (ID)=
    if ID<1000 then true
    else false;
▼ fun DEL() = NetDelay.ran(); (* FUNÇÃO DEL GERARÁ UM DELAY (TIMED) de 2 a 75 *)
(* DECLARAÇÕES DA LOG *)
▼ val FILE = "./logs/logsCPN"
    val FILE_EXTENSION = ".cpnxml"
▼ use "loggingFunctionsMultipleFiles.sml";

```

Quadro 3 – Declarações de colset, variáveis e funções realizadas no CPN Tools.

Fonte: O autor, 2017.

4.2 CRIAÇÃO DO MODELO

Uma vez que os *colsets*, funções, variáveis e constantes tenham sido definidos, torna-se possível criar o modelo em redes coloridas de Petri que será simulado. O

resultado da modelagem do processo utilizado nesta pesquisa está descrito da Figura 14. Para cada *place* e cada *transition*, é necessário configurar o tipo de *colset* (numérico, literal, booleano ou uma combinação de tipos). Repare que os tipos de *colset* foram previamente declarados antes de se iniciar o desenho do modelo. Para configurar cada *place* ou *transition*, basta selecioná-lo e utilizar a tecla “tab” para mudar entre uma e outra opção. Nos arcos entre *place* e *transition*, é necessário declarar as variáveis que serão transmitidas. Quando for mais de uma variável, é necessário informá-las entre parênteses separando cada uma através do sinal de vírgula “,” conforme pode ser visto em alguns arcos na Figura 14.

Feito o desenho do modelo, é necessário configurar os inputs e outputs, definindo as saídas que serão gravadas no data-log. A primeira vez que um processo é instanciado, é necessário parametrizar a criação do arquivo que receberá as suas informações de registro. O código está descrito no quadro 4. O comando “*CreateCaseFile*” irá criar um novo arquivo no diretório “./logs/logsCPN”, utilizando o nome da “variável ID” e a extensão “.cpnxml”. No exemplo da Figura 14, este código foi incluído na primeira transição do modelo.

```
input (ID);
output();
action
(createCaseFile(ID));
```

Quadro 4 – Código para a criação do arquivo de log

Fonte: O Autor, 2017.

Nas próximas transições, sempre que for necessário gravar uma informação adicional na log do arquivo ID gerado, é necessário incluir o código *addATE*, conforme descrito no quadro 5. Este código, no modelo da Figura 14, é parametrizado através de 6 colunas que serão criadas na data-log. Uma vez criada, quando uma das colunas não for utilizada em uma transição, é necessário somente incluir aspas duplas em branco, porém sem remover a sua citação do código, evitando assim erros em tempo de execução da simulação. Já na Figura 12 foi extraído um trecho da Figura 14. Nela é possível observar, em destaque, os elementos que compõem o processo simulado.

Ao todo são quatro elementos: i) a declaração das variáveis que serão transmitidas pelos arcos; ii) a chamada de funções (no caso, a função delay); iii) o tipo de colset vinculado aos places; e iv) o código, propriamente dito, para a criação do data-log.

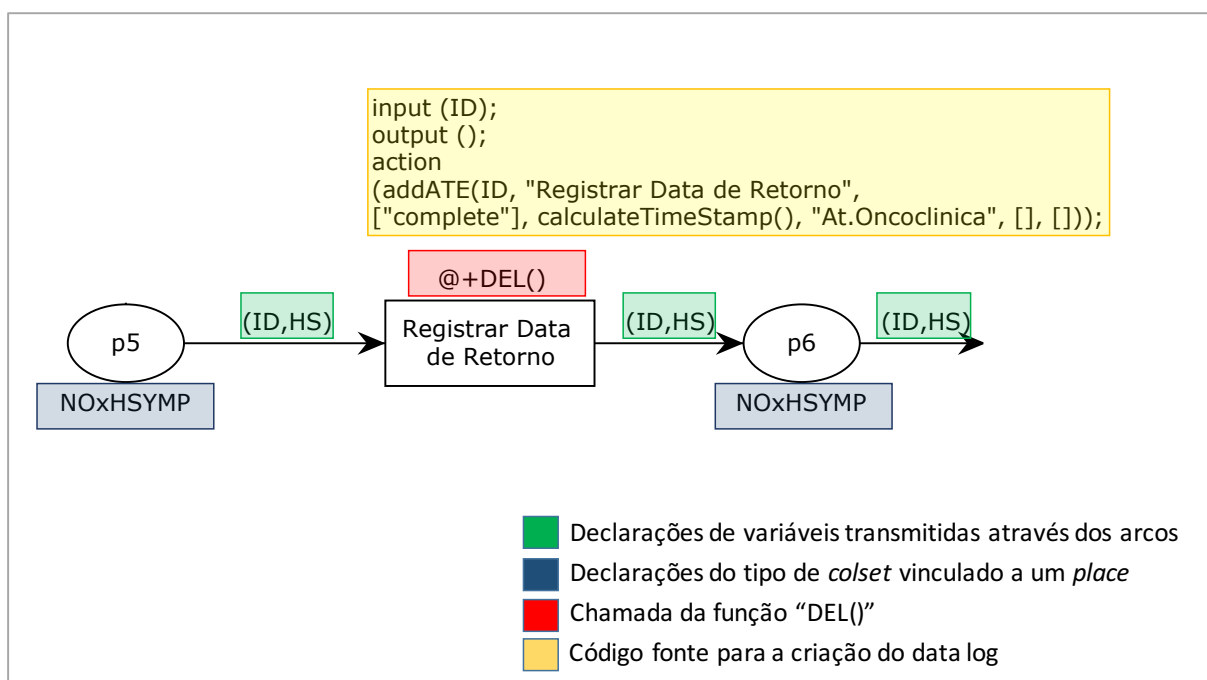


Figura 12 – Trecho alto-explicativo do processo simulado no CPN Tools

Fonte: O autor, 2017.

Na Figura 13 é possível ver o modelo final do processo que foi simulado, sem os comentários gerados pelo CPN Tools. Já na Figura 14 é apresentado um panorama geral do processo final desenhado no CPN Tools para a simulação controlada do processo, e consequente geração do *data-log*, com os comentários e códigos de programação do modelo. Repare na Figura 14 que estes quatro elementos citados na Figura 12 estão presentes em todo o processo sendo que, para cada transição ou atividade desenhada, é necessário descrever as suas eventuais declarações, códigos, variáveis e funções.

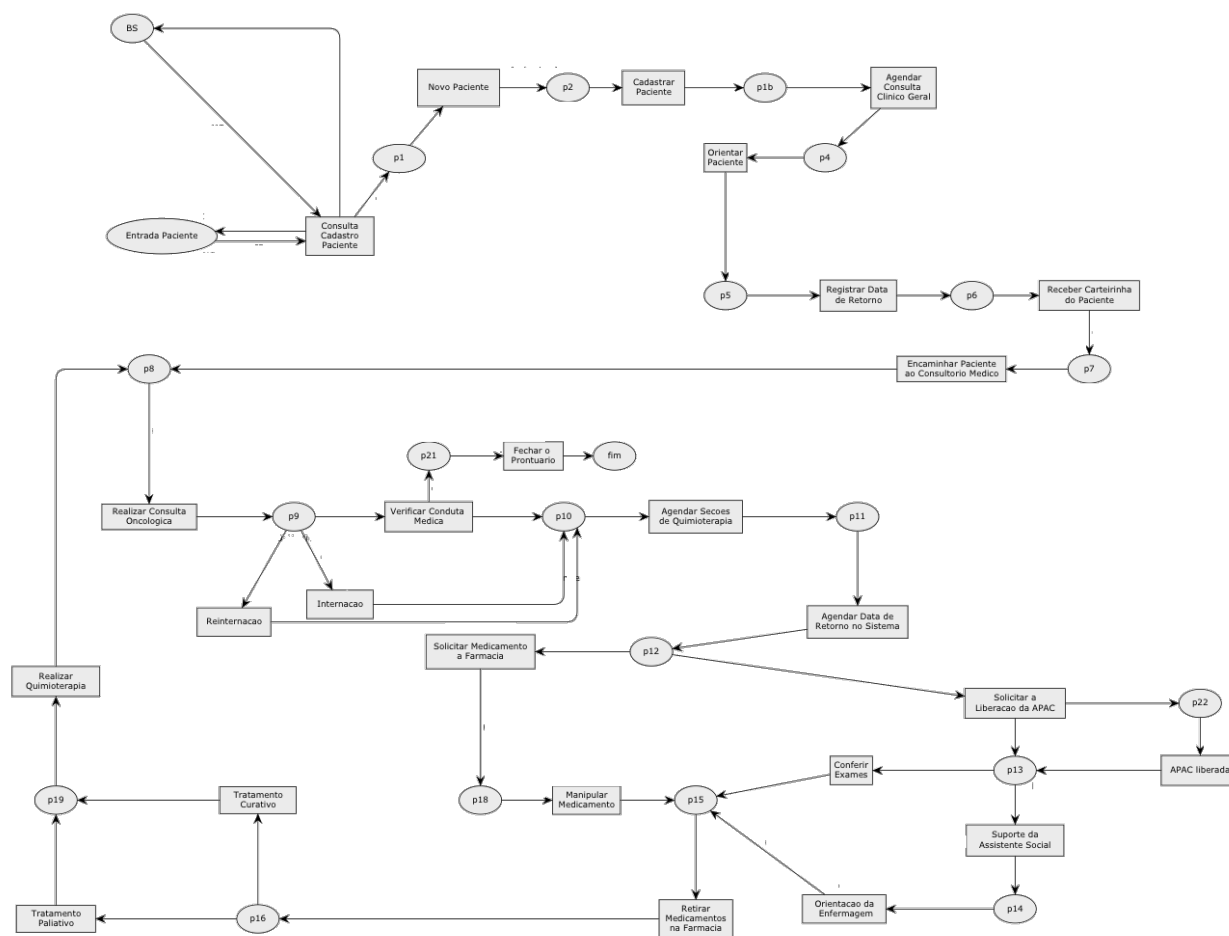


Figura 13 – Desenho do Processo simulado no CPN Tools (sem comentários)

Fonte: O autor, 2017.

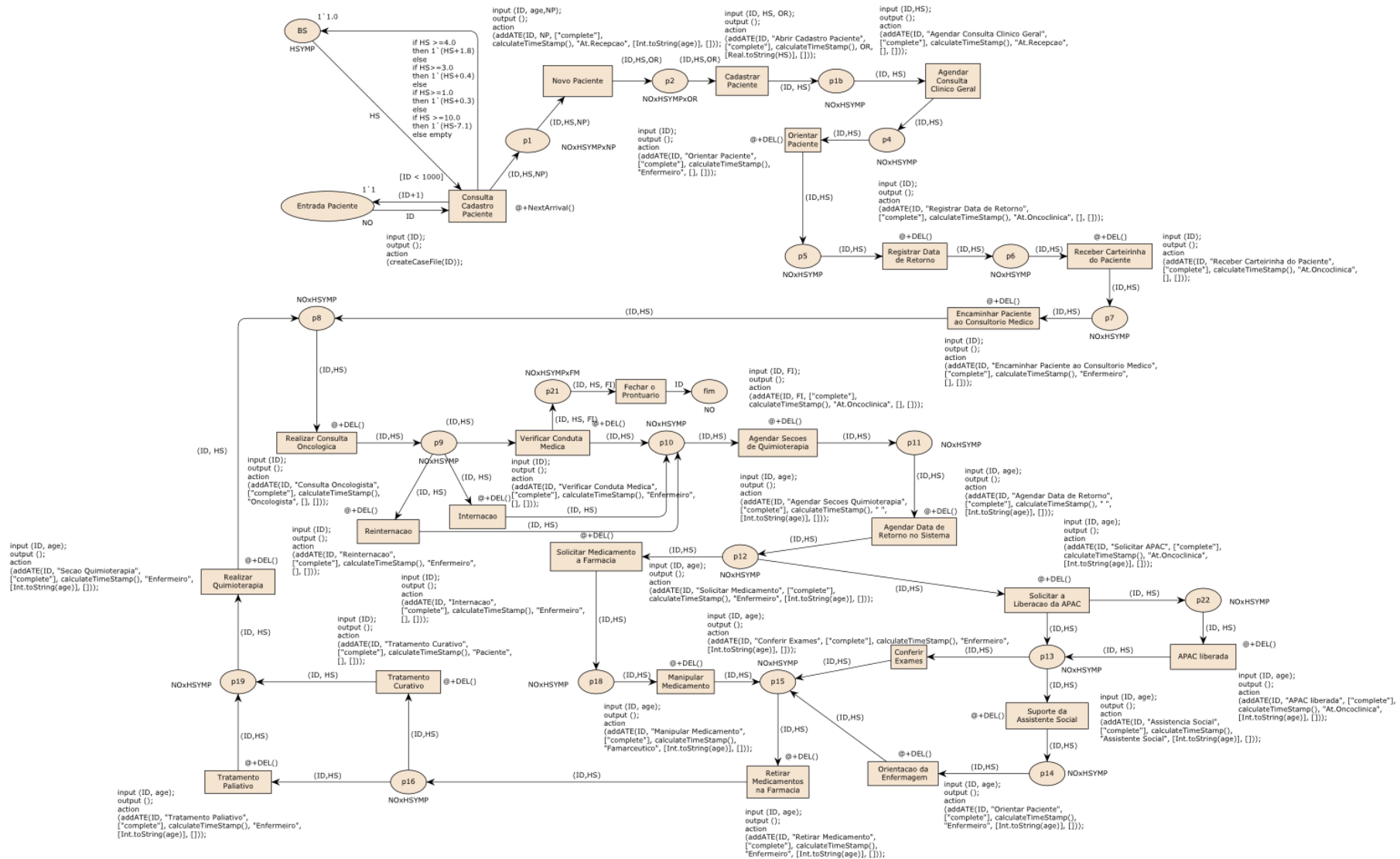


Figura 14 – Processo simulado no CPN Tools com os comentários

Fonte: O autor, 2017.

Entre estas 6 colunas, vale destacar o ID, que é mandatório e representará a chave primária que irá associar todos os registros gerados à sua respectiva ID. Na sequência é informado o nome da tarefa, o status (*complete*), a data e hora da execução, que será útil para representar os atrasos e consumos de tempo durante a execução da tarefa, o nome do executor da atividade e, neste exemplo, a idade do paciente. Outras colunas, de acordo com a necessidade de informações, poderão ser incluídas no modelo.

```
input (ID, age);
output ();
action
(addATE(ID, "nome-da-tarefa", ["Complete"], calculateTimeStamp(), "executor",
[Int.toString(age)])
```

Quadro 5 – Código para alimentação da log com as tarefas realizadas pelo processo.

Fonte: O autor, 2017.

Porém, se o modelo for executado neste momento, todas as atividades serão executadas em tempo real, ou seja, sem a representação do consumo de tempo ocorrida durante a execução do processo. Para que seja representado este consumo (temporização), é necessário que duas configurações sejam realizadas.

A primeira, diz respeito aos *colsets*. Os *colsets* que em algum momento serão utilizados para a representação de tempo, deverão receber a palavra “*timed*” no final da sua declaração, conforme exemplo no quadro 3. A segunda configuração, diz respeito ao desenho do modelo (modelagem do processo). Nas transições é necessário representar o consumo de tempo através do símbolo arroba (@) conforme pode ser visto na Figura 14. Esta representação pode ser incluída tanto na transição, como nos arcos que ligam um *place* a uma transição.

No modelo utilizado, foi criada uma função chamada “DEL” ao qual tem por objetivo representar o *delay* de cada *place*, gerando randomicamente um tempo entre 2 e 75 que pode ser configurado de acordo com a necessidade do modelo. Para chamar a função, ao invés de instanciar o tempo (ex.: @+3) é instanciada a função com “@+DEL()”.

4.3 SIMULAÇÃO E CRIAÇÃO DE DATA-LOGS

Através da opção “*executes a transition*” vinculada ao menu *simulation*, é possível iniciar a execução do modelo, com transmissão de *tokens* entre as atividades e, conseqüentemente, a gravação de *data-logs* conforme as atividades são instanciadas e executadas no modelo.

Na pasta indicada em FILE, serão armazenados todos os data-logs, conforme descrito na Figura 15, sequenciada pelo nome do seu respectivo registro ID e no formato CPNXML. Para juntá-las, é necessário utilizar o ProM Import Framework. O resultado será o arquivo “*cpnToolsSimulationLog.mxml*” que será salvo na mesma pasta. Este será, portanto, o resultado da simulação do processo, e poderá ser utilizado, a partir deste momento, para fins de mineração de processos junto ao ProM Framework ou uma outra ferramenta de mineração. Ao todo, foram simulados e gerados 36 instancias do processo.

Name	Date modified	Type	
logsCPN	1/1/2017 4:18 AM	File folder	
cpnToolsSimulationLog.mxml	1/1/2017 4:51 PM	MXML File	Data-log resultante
logsCPN1.cpnxml	1/1/2017 9:40 AM	CPNXML File	Arquivos gerados pela simulação
logsCPN2.cpnxml	1/1/2017 9:40 AM	CPNXML File	
logsCPN3.cpnxml	1/1/2017 9:41 AM	CPNXML File	
logsCPN4.cpnxml	1/1/2017 9:40 AM	CPNXML File	
logsCPN5.cpnxml	1/1/2017 9:41 AM	CPNXML File	
logsCPN6.cpnxml	1/1/2017 9:41 AM	CPNXML File	
logsCPN7.cpnxml	1/1/2017 9:41 AM	CPNXML File	
logsCPN8.cpnxml	1/1/2017 9:41 AM	CPNXML File	
logsCPN9.cpnxml	1/1/2017 9:41 AM	CPNXML File	
logsCPN10.cpnxml	1/1/2017 9:41 AM	CPNXML File	
logsCPN11.cpnxml	1/1/2017 9:40 AM	CPNXML File	
logsCPN12.cpnxml	1/1/2017 9:40 AM	CPNXML File	
logsCPN13.cpnxml	1/1/2017 9:41 AM	CPNXML File	
logsCPN14.cpnxml	1/1/2017 9:41 AM	CPNXML File	
logsCPN15.cpnxml	1/1/2017 9:41 AM	CPNXML File	

Figura 15 – Pallete Simulation – CPN Tools.

Fonte: O autor, 2017.

Esta informação gerada pelo ambiente controlado de simulação foi então utilizada para o trabalho de extração de indicadores quantitativos do processo, baseado no processo real coletado através da pesquisa de campo no HEG. A vantagem da utilização deste tipo de método, é a flexibilidade e facilidade em configurar um processo para gerar determinadas informações necessárias ao *data-log*, com o objetivo de explorar as possibilidades de análise e geração de indicadores. Como resultado, um arquivo de *data-log* foi gerado, conforme o resultado apresentado no quadro 6 abaixo, contendo as 6 colunas que haviam sido configuradas para a gravação durante a simulação.

Case ID	Activity	Status	Complete Timestamp	Resource	Age
1	Start	Complete	1969/12/31 17:30:00.000	Start	32
1	Paciente antigo	Complete	1969/12/31 17:30:00.000	At.Recepcao	32
1	Abrir Cadastro Paciente	Complete	1969/12/31 17:30:00.000	Ambulatorio	32
1	Agendar Consulta Clinico Geral	Complete	1969/12/31 17:30:00.000	At.Recepcao	32
1	Orientar Paciente	Complete	1969/12/31 17:30:00.000	Enfermeiro	32
1	Registrar Data de Retorno	Complete	1969/12/31 17:32:00.000	At.Oncoclinica	32
1	Receber Carteirainha do Paciente	Complete	1969/12/31 18:44:00.000	At.Oncoclinica	32
1	Encaminhar Paciente ao Consultorio Medico	Complete	1969/12/31 19:27:00.000	Enfermeiro	32
1	Consulta Oncologista	Complete	1969/12/31 20:30:00.000	Oncologista	32
1	Verificar Conduta Medica	Complete	1969/12/31 21:27:00.000	Enfermeiro	32
1	Agendar Secoes Quimioterapia	Complete	1969/12/31 22:26:00.000		32
1	Tratamento Concluido	Complete	1969/12/31 22:26:00.000	At.Oncoclinica	32
1	Agendar Data de Retorno	Complete	1969/12/31 23:03:00.000		32
1	Solicitar APAC	Complete	1969/12/31 23:15:00.000	At.Oncoclinica	32
1	Assistencia Social	Complete	1969/12/31 23:23:00.000	Assistente Social	32
1	APAC liberada	Complete	1969/12/31 23:23:00.000	At.Oncoclinica	32
1	Conferir Exames	Complete	1970/01/01 00:11:00.000	Enfermeiro	32

Quadro 6 – Parte do *data-log* gerado pela simulação de processos através do CPN Tools.

Fonte: O autor, 2017.

4.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO DO MODELO E DO AMBIENTE CONTROLADO

A principal vantagem em utilizar um ambiente controlado para a geração de *data-logs* é o fato de poder gerar todas as informações necessárias para realizar as explorações investigativas necessárias sobre o processo, testar o método proposto de forma flexível e dentro dos mais diversos cenários, dado o fato de que, ao contrário

do *data-log* real, em que seria necessário modificar o processo para testar se determinada solução surtiu resultado, em um teste em ambiente controlado isso é possível de ser feito de modo relativamente fácil e em um curto espaço de tempo.

Em relação a ferramenta CPN Tools, ela se demonstrou ser uma ferramenta robusta para o desenho de processos e geração de data logs em ambiente controlado, permitindo inclusive o uso de algoritmos para a configuração do processo e da geração dos *data-logs*. Uma das dificuldades enfrentadas é a relativa falta de material técnico rico em detalhes sobre a operacionalização da ferramenta, o que faz desta seção uma contribuição valiosa para os futuros estudos correlatos em que o uso do CPN Tools se faça necessário.

Por fim, o uso da ferramenta permitiu simular o processo real do HEG, porém em ambiente controlado, possibilitando gerar um *data-log* com todas as informações necessária para a utilização junto ao método proposto neste trabalho. Na próxima seção serão apresentados os resultados obtidos, tanto através da mineração de processos, como da análise dos indicadores quantitativos e qualitativos através dos métodos MCDA e o seu consequente diagnóstico, identificando em qual nível de desempenho organizacional se encontra o processo.

5 RESULTADOS

Baseado nos estágios do modelo proposto apresentados no capítulo 3, e no *data-log* gerado através da simulação do processo do HEG no CPN Tools, cada estágio foi implementado e o resultado obtido será apresentado a seguir, dividido por estágio (do 1 ao 4), sendo o resultado final deste trabalho apresentado no estágio 4, ao qual é o estágio que trata da análise dos indicadores gerados através dos métodos MCA.

5.1 ESTÁGIO 1 – DATA-LOG E MINERAÇÃO DE PROCESSOS

Baseado na escolha do HEG e no processo de tratamento de pacientes através de infusão de quimioterápicos, é possível realizar um pré-mapeamento das atividades do hospital através de visita de campo com o objetivo de coletar informações relevantes sobre o funcionamento do processo e os sistemas relacionados, o que possibilitou identificar que todo o processo é suportado por apenas um sistema de gestão, além de 20 procedimentos internos formalmente descritos (PROCs). Uma amostra de apenas 16 pacientes foi extraída em formato de *data-log*, porém após a sua mineração, identificou-se uma grande quantidade de ruídos, além da dificuldade de obter tais informações por parte do hospital. Optou-se então pelo uso do CPN Tools, baseado nos caminhos identificados tanto nesse *data-log* inicial, quanto nas informações geradas através dos trabalhos de campo, ao qual o resultado foi apresentado na seção 4.

Adicionalmente, e conforme comentado na seção 3, ocorreu o mapeamento de todos os indicadores nativos existentes no ProM 6.0, o que resultou em 392 plug-ins mapeados (apêndice A) possibilitando escolher quais plug-ins devem ser utilizados, em relação aos indicadores selecionados para a avaliação. Para esta etapa, optou-se pela utilização de duas ferramentas de mineração de processos, devido a versatilidade e diversidade de plug-ins presentes no ProM como da facilidade no manuseio do Fluxicon Disco.

Por fim, as principais contribuições desta etapa é a obtenção de informações relevantes sobre o processo (etapa de pré-mapeamento e trabalho de campo, geração do *data-log* sobre o processo que será analisado (através da simulação controlada do processo) e identificação das entradas e saídas dos plug-ins que eventualmente serão utilizados. Já a obtenção dos indicadores será tratada no estágio 2.

5.2 ESTÁGIO 2 – OBTENÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO

Para determinar quais indicadores serão avaliados, antes de mais nada é necessário definir quais são os controles chaves do processo, ao qual serão testados e avaliados sob a ótica de desempenho organizacional. Para auxiliar na escolha dos indicadores, é possível utilizar as referências regulatórias do setor de saúde, como por exemplo, o PM-QUALISS - Programa de Qualificação dos Prestadores de Serviços de Saúde, da Agencia Nacional de Saúde Suplementar do Brasil (ANS). O QUALISS visa estimular a qualificação dos prestadores de serviços na saúde suplementar e aumentar a disponibilidade de informações ao qual poderão ser utilizados tanto pelos hospitais como pelos usuários do serviço de saúde, sendo que o principal intuito é ampliar o poder de avaliação e escolha de prestadores de serviços por parte das operadoras e dos beneficiários de planos de saúde.

A maioria destes indicadores são objetivos. Como exemplo, o indicador 1 do PM-QUALISS trata da proporção de enfermeiros em relação aos profissionais de enfermagem disponíveis por leito. O racional para se chegar ao valor do indicador é representado por:

$$\frac{\text{Número de Enfermeiros}}{\text{Número de Profissionais de Enfermagem}} \times \frac{1}{\text{Número de leitos}}$$

A informação sobre os profissionais de enfermagem disponíveis e a sua distribuição podem ser obtidos através do uso de mineradores de redes sociais, como o “*Social Network Analysis*”.

Um outro exemplo, é o trabalho realizado pelo Ministério da Saúde em parceria com Instituto Nacional de Câncer (INCA) (ANVISA, 2016), ao qual apresenta os indicadores da unidade de cuidados paliativos do Hospital do Câncer – IV do Instituto Nacional de Câncer do Mato Grosso do Sul. Estes indicadores são divididos entre indicadores clínicos, de produção e desempenho, e podem servir de parâmetro para a seleção dos indicadores que serão avaliados.

Como o trabalho realizado no HEG focou nos processos de oncologia, foi utilizado como parâmetro de seleção de indicadores o manual de boas práticas em processos de oncologia de Nussbaum et al. (2011). Os indicadores escolhidos e que foram avaliados são:

- 1) Solicitação-Liberação da APAC (tempo de espera na liberação da APAC): Todos os procedimentos de oncologia, ao qual são realizados através do Sistema Único de Saúde (SUS) necessitam da liberação da Autorização para Procedimentos De Alto Custo-Complexidade (APAC). O tempo de espera pode variar, dependendo de fatores internos e, muitas vezes, externos, porém um processo interno bem controlado pode diminuir este tempo de espera ou, caso haja falhas no processo, aumentar demasiadamente este tempo, gerando prejuízos ao hospital e ao paciente. A APAC, para procedimentos de oncologia, tem validade de três meses, e deve ser renovado, ao atingir este período, sempre que necessário;
- 2) Recepção/Cadastro do paciente (tempo necessário para realizar o cadastro do paciente): Quanto maior o tempo necessário para cadastrar o paciente, menos pacientes são atendidos em um determinado período de tempo e, conseqüentemente, mais recursos humanos são necessários, aumentando os custos e diminuindo a capacidade de atendimento do hospital;
- 3) Meios de contato entre o Hospital e o paciente: Dada a realidade do nosso país, o qual reflete na realidade de muitos dos pacientes atendidos, não raramente os meios de comunicação disponíveis por ele são limitados. Por exemplo, nem todo o paciente possui um aparelho celular, ou acesso a internet. Quanto maior a gama de opções de meios de contato o hospital possuir, maior será a tendência de uma comunicação mais efetiva junto ao paciente;

- 4) Prescrição, manipulação e aplicação de medicamentos: Dependendo de como é feita a gestão dos processos do hospital e o quão em compliance estão os processos e procedimentos realizados pelos colaboradores, maior ou menor será o risco de quebra regulatória, impactos no processo, erros e perdas operacionais;
- 5) Coordenação e comunicação intersetorial: Uma capacidade baixa dos setores em interoperar pode causar danos e impactos ao processo e ao tratamento do paciente, gerando custos extras e perdas ocasionadas por um processo de baixo desempenho; e
- 6) Prontuário Eletrônico do Paciente: Dado o fato de que haver informações suficientes, integras e exatas sobre o paciente pode impactar inclusive no seu tratamento, o seu prontuário eletrônico devem fornecer o máximo possível de informações de forma precisa, realista e de fácil disponibilidade de acesso.

Após a seleção dos indicadores que serão avaliados, um formulário de pesquisa pode ser submetido a uma amostra de especialistas e envolvidos no processo, conforme descrito no quadro 7, sendo o resultado deste trabalho publicado por Scuissiatto et al. (2017). Neste caso, as perguntas foram respondidas através de três opções de resposta, sendo a opção 1 a pior possível e a 3 a melhor possível. Cada um dos indicadores foi encaixado em um dos *Concerns* da Interoperabilidade, conforme definição apresentada por Chalmeta et al. (2013), sendo elas: Negócios, Políticas e Procedimentos, Gestão de Processos, Recursos Humanos, Semântica e Tecnologia da Informação.

NÍVEIS PARA AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS DE INTEROPERABILIDADE ORGANIZACIONAL

Negócios (B)	
(B) Solicitação-liberação da APAC	
1	A Solicitação da APAC é realizada de modo razoável, havendo eventuais atrasos nas liberações (esperas, em geral, acima de 2 meses), devido à erros nos dados informados.
2	A Solicitação da APAC é realizada de modo satisfatório, havendo poucos atrasos nas liberações (esperas, em geral, de 1 a 2 meses).
3	A liberação da APAC é realizada de modo rápido e eficiente, não havendo erros frequentes de informações referentes à solicitação (espera inferior à 1 mês).

Políticas e Procedimentos (P)	
(P) Recepção/Cadastro do paciente	
1	O processo de cadastro é realizado em um tempo demorado (superior à 1 hora), o que gera longas filas, sendo observados alguns eventuais erros nos dados registrados.
2	O processo de cadastro é realizado em um tempo razoável (de 30 min à 1 hora), porém os registros são feitos de modo correto com poucos erros.
3	O cadastro é realizado de modo rápido e eficaz (inferior à 30 min), com procedimentos organizados e não havendo erros nos dados registrados.

Gestão de Processos (PM)	
(PM) Meios de contato entre hospital e pacientes	
1	Não existem meios de contatos entre o hospital e os pacientes.
2	Existem poucos meios de contato entre o hospital e os pacientes (ex.: Contato somente por telefone).
3	Existem vários meios de contato entre o hospital e os pacientes (ex.: Contato por telefone, e-mail e via interface/portal hospital-paciente).

Recursos Humanos (HR)	
(RH) Prescrição, manipulação e aplicação de medicamentos	
1	É necessário amplo nível de controle para que os padrões de atendimento e cuidados clínicos sejam respeitados.
2	Há participação dos colaboradores para garantir o cumprimento dos padrões de atendimento e coordenação dos cuidados clínicos, porém com a necessidade de certo controle organizacional para que isso aconteça ou a coordenação dos cuidados clínicos é realizada, em maior parte, manualmente.
3	Todos os colaboradores adotam esforços para garantir um baixo nível de variação entre as operações, garantindo o cumprimento dos padrões de atendimento e coordenação de serviços, sem necessitar de grande nível de controle organizacional ou os processos de coordenação dos cuidados clínicos ocorrem, em maior parte, via sistema.

Semântica (S)	
(S) Coordenação e comunicação intersetorial	
1	Não há comunicação intersetorial via sistema, apenas por outros meios.
2	Há sistemas comuns dentro das áreas funcionais específicas, ou seja, cada setor faz uso de um conjunto de funções limitadas do sistema.
3	Toda a instituição possui acesso a um único sistema eletrônico, apresentando sistemas de interface entre os setores.

Tecnologia da Informação (TI)	
(TI) Prontuário Eletrônico do Paciente	
1	O prontuário eletrônico do paciente não fornece todas as informações necessárias ou são de difícil acesso.
2	O prontuário eletrônico do paciente fornece informações parciais sobre o paciente, sendo necessário buscar estas informações por meio de outros recursos.
3	O prontuário eletrônico do paciente possui todas as informações relacionadas ao paciente.

Quadro 7 – Código para alimentação da log com as tarefas realizadas pelo processo.

Fonte: (Scuissiatto; Portela; Loures; Bueno; Santos, 2017).

As informações obtidas através do questionário submetido aos especialistas do processo geram, desta forma, indicadores qualitativos, baseados na percepção das pessoas e recursos envolvidos diretamente no processo. Porém para gerar indicadores quantitativos, é necessário aplicar as técnicas de mineração de processos, conforme os resultados apresentados a seguir.

- Solicitação-liberação da APAC;

Para gerar o indicador de tempo médio de espera para a liberação da APAC, um dos plug-ins que podem ser utilizados é o “*Heuristic Miner*” do ProM, ao qual obteve-se o valor 0.625, conforme o resultado apresentado na Figura 16.

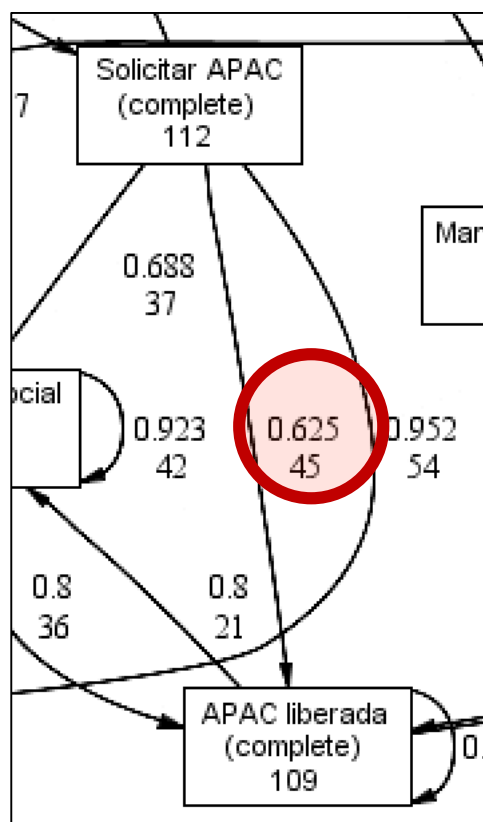


Figura 16 – Utilização do ProM, através do plug-in “Heuristic Miner” para obter o tempo médio de espera na liberação da APAC.

Fonte: O autor, 2017.

Para a análise junto ao Prométhée, é necessário obter, para cada um dos indicadores avaliados, tanto do ponto de vista qualitativo quanto quantitativo, três informações: O menor valor, o maior valor e o valor médio de cada um dos indicadores.

Ou seja, neste caso foi obtido o menor tempo necessário para a liberação da APAC, o tempo médio (já obtido, conforme descrito na Figura 16) e o tempo máximo necessário para a liberação. Estas informações podem ser geradas através do uso do plug-in “*Performance Analysis with Petri Net*” ou, de uma maneira mais amigável, através de uma outra ferramenta de mineração de processos, o Fluxicon Disco, conforme Figura 17. Uma das facilidades da utilização do Disco, é que ele já converte o valor do tempo em horas e minutos.

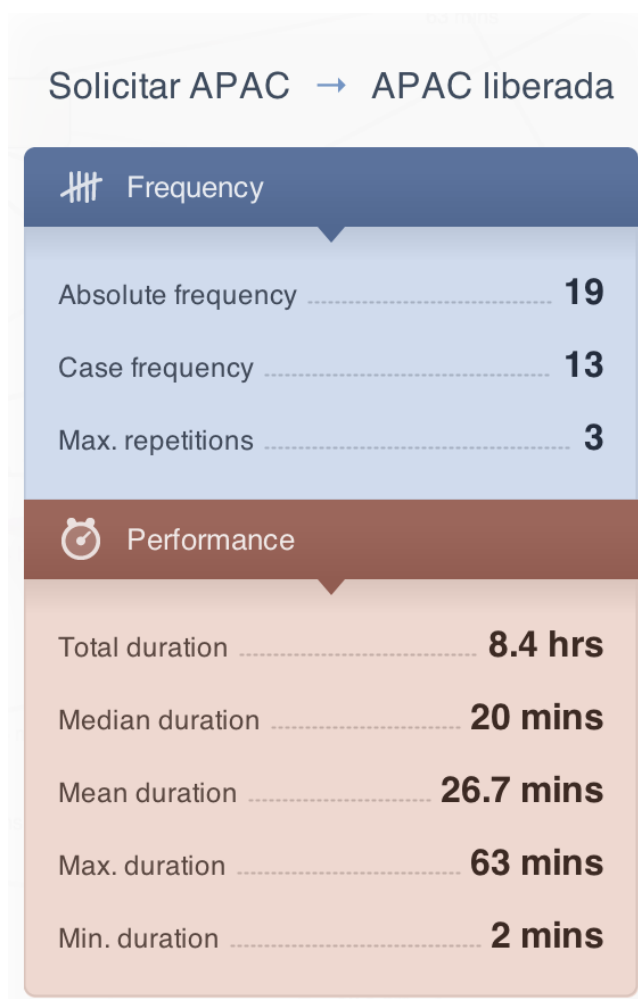


Figura 17 – Utilização do Fluxicon Disco para obter o tempo médio de espera na liberação da APAC.

Fonte: O autor, 2017.

- Recepção/cadastro do paciente;

Do mesmo modo que para o indicador anterior, é possível utilizar tanto o ProM através do plug-in “*Heuristic miner*” quanto o Disco. A Figura 18 traz o resultado gerado através do Disco para o tempo média de espera na recepção, para o cadastro de um novo paciente.

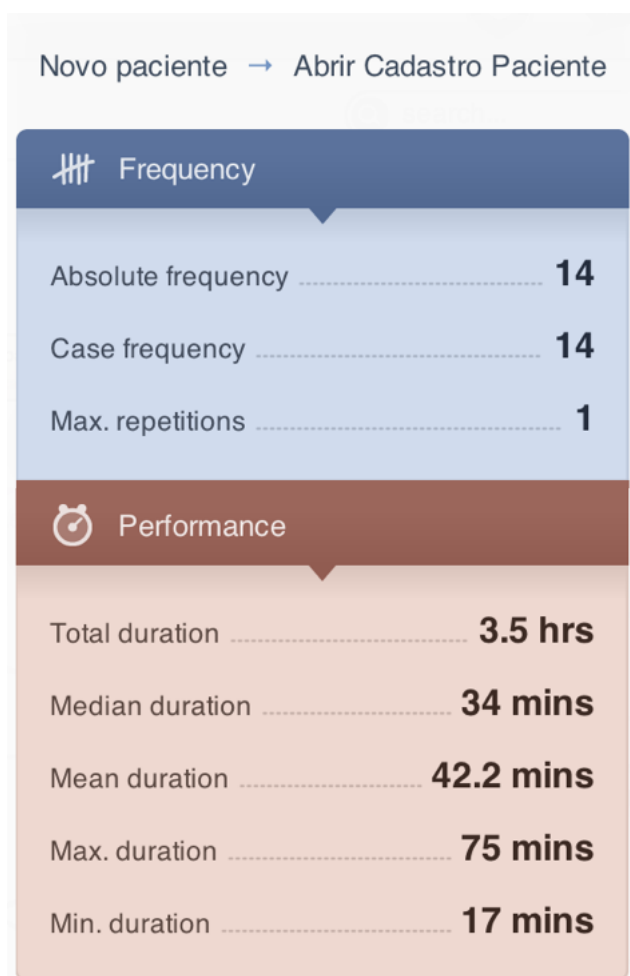


Figura 18 – Utilização do Fluxicon Disco para obter o tempo médio de espera para o cadastro de um novo paciente.

Fonte: O autor, 2017.

- Meios de contato entre hospital e pacientes;

Para este indicador será demonstrado um outro aspecto dos métodos MCDA, que é a capacidade de aplicar um peso de relevância diferente para cada fonte de dados. Neste exemplo, o data-log foi propositalmente parametrizado para não trazer outras fontes de comunicação entre hospital e paciente, além da comunicação pessoal do paciente com o hospital, ou seja, somente uma forma de comunicação. Deste modo, o dado mais relevante é o apresentado pelo especialista do processo e, o modo como representar um peso menor de relevância para este indicador, será apresentado na seção 4 a seguir.

Mas caso houvessem outras formas de comunicação presentes no processo, e para descobrir quais são estas formas de comunicação, pode-se utilizar o plug-in “*Organizational Mining*” que traz a relação de atividades (*tasks*) dos processos vinculados aos recursos que executaram aquelas atividades, conforme exemplo da Figura 19. Assim atividades como “ligar para o paciente”, “enviar e-mail”, “enviar sms”, etc., poderiam ser identificados.

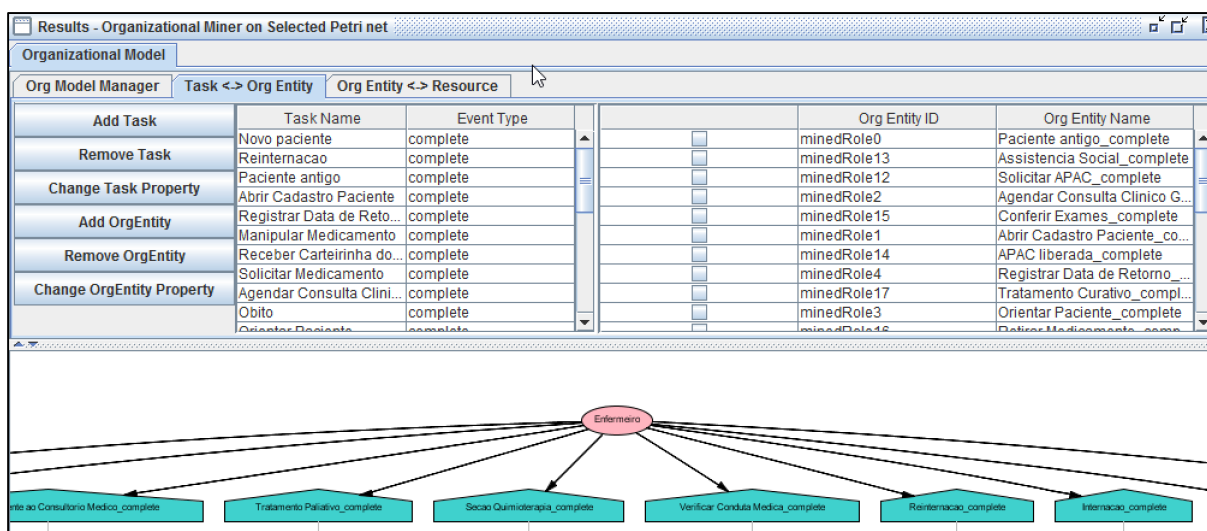


Figura 19 – Utilização do plug-in “Organizational Mining”.

Fonte: O autor, 2017.

- Prescrição, manipulação e aplicação de medicamentos;

Para gerar este indicador, podemos utilizar os plug-ins relacionados a análise de conformidade, tais como os plug-ins de “*Conformance Checking*” para identificar os padrões seguidos pelo processo, caminho crítico e eventuais desvios no processo.

Há também a possibilidade de utilização de mineradores organizacionais, tais como os plug-ins “*Organizational Mining*” e “*Social Network Mining*” para identificar funções de controle inseridas no processo e regras de negócio com o objetivo de garantir a conformidade do processo.

Já no Disco é possível, igualmente, realizar diversas análises do ponto de vista de desempenho e controle do processo. Como um controle frágil pode impactar diretamente no desempenho do processo, é possível extrair a frequência de cada atividade e relacioná-las para tentar identificar falhas no processo de prescrição,

manipulação e aplicação de medicamentos. Conforme pode ser visto na Figura 20, retirar o medicamento na farmácia é a atividade com mais frequência (303), sendo o cadastro de novos pacientes (14) a menor. Como a entrada de pacientes novos e antigos (36) é relativamente pequena, frente a quantidade de vezes que foi necessário produzir um novo medicamento, este poderia ser o resultado de um baixo nível de controle na indicação e produção de medicamentos, gerando erros com descarte de produtos incorretos, casos de medicamentos não retirados no prazo (paciente não compareceu para fazer o tratamento) ou outros fatores que acarretam perdas ocasionadas por uma falha na execução dos procedimentos, ou seja, no seu controle.

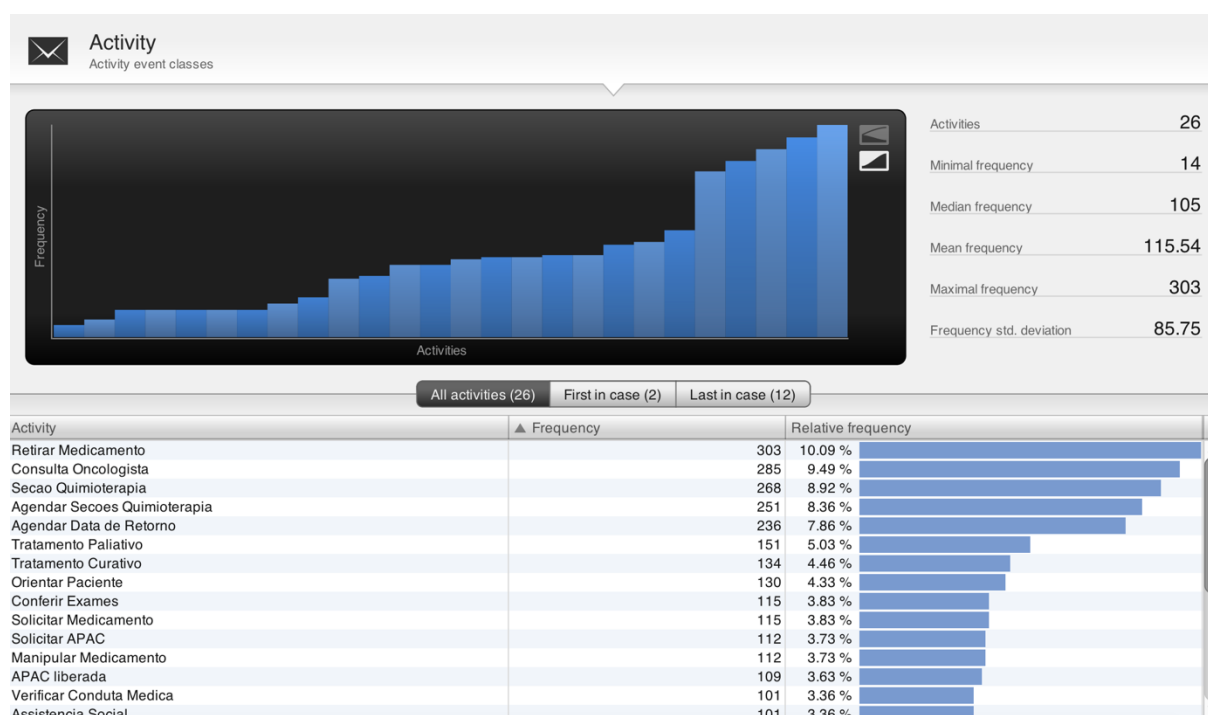


Figura 20 – Utilização do “Activity Frequency” do Disco.

Fonte: O autor, 2017.

- Coordenação e comunicação intersetorial;

Para extrair este indicador, podemos utilizar os Plug-ins “*Originator by Task Matrix*”, que traz uma relação entre originadores (setores e atores) e as atividades do processo. Deste modo, é possível identificar as relações de interoperabilidade existente entre os setores, conforme exemplo da Figura 21, ou utilizar o plug-in “*Organizational Mining*” conforme descrito na Figura 19.

Analysis - Originator by Task Matrix (2)																												
originator	APA	Abrir...	Age...	Age...	Age...	Assi...	Conf...	Con...	Enc...	Inter...	Man...	Nov...	Obito	Orie...	Pac...	Re...	Re...	Re...	Reti...	Sec...	Solic...	Soli...	Tra...	Tra...	Tr...	Ve...		
Ala de Internacao	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Ambulatorio	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Assistente Social	0	0	0	0	0	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
At Oncoclinica	109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	36	36	0	0	0	112	0	54	0	0	0		
AtRecepcao	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Enfermeiro	0	0	0	0	0	115	0	36	85	0	0	0	130	0	0	0	81	303	208	0	115	0	151	101	0	0		
Farmacutico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Oncologista	0	0	0	0	0	0	285	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Outro	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Paciente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134	0	0	0		
medico especialista	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
oncologista	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Figura 21 – Utilização do “Originator by Task Matrix” do ProM Framework.

Fonte: O autor, 2017.

Já o plug-in “*Casual Activity Matriz*” pode demonstrar as relações entre as atividades, conforme exemplo da Figura 22. Nele há a vantagem de haver também uma representação por cores, o que facilita a análise.

Matrix	APAC ...	Abrir ...	Agen...	Agen...	Agen...	Assist...	Conf...	Cons...	Enca...	Intern...	Mani...	Novo ...	Obit...	Orien...	Pacie...	Receb...	Regi...	Reint...	Retir...	Seca...	Solic...	Solicit...	Trat...	Trata...	Trat...	Veri...
APAC liberada...	0.0	-1.0	-1.0	-0.9	-0.9	-0.0	-0.3	-0.9	-1.0	-0.8	-1.0	-1.0	-1.0	0.8	-1.0	-1.0	-1.0	0.5	0.1	-0.9	-0.9	-1.0	0.66	-0.9	-0.9	
Abrir Cadastro...	-1.0	-0.9	0.97	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	
Agendar Data...	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	
Agendar Seco...	-0.9	-1.0	-1.0	0.0	-0.7	-0.8	0.83	-0.8	-1.0	-0.9	-0.8	-1.0	-0.9	-0.8	-1.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.5	0.0	0.7	0.70	-0.0	0.0	0.1	
Assistencia Soc...	-0.8	-1.0	-1.0	0.71	0.0	-0.8	0.75	0.38	-1.0	-0.75	-0.1	-1.0	-0.2	-0.8	-1.0	-1.0	-1.0	-0.9	-0.1	0.02	-0.8	0.0	-0.9	-0.9	-0.9	
Assistencia Soc...	0.01	-1.0	-1.0	-0.8	-0.9	0.0	0.66	0.0	-1.0	-1.0	0.66	-1.0	-1.0	0.56	-1.0	-1.0	-1.0	-0.9	-0.8	-0.8	-0.9	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	
Conferir Exam...	-0.4	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.8	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	0.7	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	
Consulta Oncol...	-0.9	-1.0	-1.0	-0.7	-0.3	0.0	0.875	0.0	-1.0	-0.2	-0.8	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-1.0	-1.0	-0.2	-0.2	-0.5	-0.8	-0.8	-0.41	0.0	0.5	
Encaminhar Pa...	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	
Internacao+co...	-0.8	-1.0	-1.0	-0.8	-0.75	-1.0	0.75	-0.9	-1.0	-0.9	-0.8	-1.0	-0.9	-0.8	-1.0	-1.0	-1.0	0.0	-0.9	-0.8	-0.8	-0.8	-0.3	-0.9	-0.75	
Manipular Med...	0.5	-1.0	-1.0	-0.8	0.16	-1.0	0.5	-0.8	-1.0	-0.8	0.0	0.5	-0.9	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.8	0.7	-0.8	-0.8	0.6	0.9	-0.9	-0.9	
Novo paciente...	-1.0	0.93	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	
Obito+complete	0.5	-1.0	-1.0	-0.8	0.22	-1.0	0.5	-0.9	-1.0	-0.9	-1.0	0.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	0.5	0.5	-0.8	-1.0	-1.0	-0.9	-1.0	-1.0	
Orientar Pacie...	-1.0	-1.0	-1.0	-0.9	-0.8	-0.56	0.8	-0.8	-1.0	-0.9	-0.9	-1.0	-1.0	0.0	-1.0	-1.0	-1.0	0.9	0.9	0.2	-0.05	-0.9	0.5	0.26	-0.9	
Paciente antip...	-1.0	0.95	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.9	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	
Receber Cartei...	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	
Registrar Data ...	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	
Reinternacao+...	-1.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.2	-0.8	0.5	-0.9	-1.0	0.0	-0.8	-1.0	-1.0	-0.9	-1.0	-1.0	-1.0	-0.9	0.1	0.0	-0.9	-0.9	-0.08	-0.9	-0.9	
Retirar medica...	-0.1	-1.0	-1.0	0.5	0.14	-0.7	-0.7	0.26	-1.0	-0.8	-0.7	-1.0	-1.0	-0.2	-1.0	-1.0	-1.0	-0.1	0.0	0.27	-0.9	-0.8	-0.77	0.5	-0.9	
Secao Quimiot...	-0.9	-1.0	-1.0	0.0	-0.0	-0.8	0.91	0.52	-1.0	-0.8	-0.7	-1.0	-0.9	0.05	-1.0	-1.0	-1.0	0.0	-0.2	0.0	-0.8	-0.5	-0.9	-0.9	-0.9	
Solicitar APAC...	-0.5	-1.0	-1.0	-0.7	-0.8	-0.6	0.95	-0.8	-1.0	-0.8	-0.8	-1.0	-1.0	-0.9	-1.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8	0.0	1.0	0.6	-0.5	-0.9	
Solicitar Medic...	-0.9	-1.0	-1.0	-0.7	-0.9	-0.9	0.85	-0.8	-1.0	-0.9	-0.0	-1.0	0.5	0.75	-1.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8	0.6	0.0	-1.0	-0.9	-1.0	
Tratamento Co...	-1.0	-1.0	-1.0	-0.7	0.0	-1.0	-1.0	-0.9	-1.0	-0.8	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.9	-0.8	-1.0	0.5	-0.8	-1.0	-1.0	
Tratamento Cu...	-1.0	-1.0	-1.0	0.0	-0.8	-0.8	0.85	-0.4	-1.0	0.36	-0.8	-1.0	-0.9	-0.2	-1.0	-1.0	-1.0	-0.0	-0.7	0.59	0.5	-0.9	-0.0	0.0	-0.9	
Tratamento Pa...	-0.8	-1.0	-1.0	0.0	0.1875	0.11	0.875	0.0	-1.0	-0.8	-0.8	-1.0	0.5	-0.8	-1.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.5	0.56	-0.8	0.875	-1.0	-0.8	0.0	
Verificar Cond...	-0.9	-1.0	-1.0	-0.1	0.45	-0.2	0.5	-0.5	-1.0	-1.0	-0.8	-1.0	0.99	-0.8	-1.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.9	-0.8	-0.8	0.8	-0.8	-0.9	-0.9	

Figura 22 – Utilização do “Casual Activity Matrix” do ProM Framework.

Fonte: O autor, 2017.

Mas o plug-in mais usual para este caso é o “*Social Network Analysis*”, conforme Figura 23, ao qual traz os relacionamentos existentes no processo. É possível fazer uma relação entre quantidade de áreas e o número de relacionamentos existentes no processo.

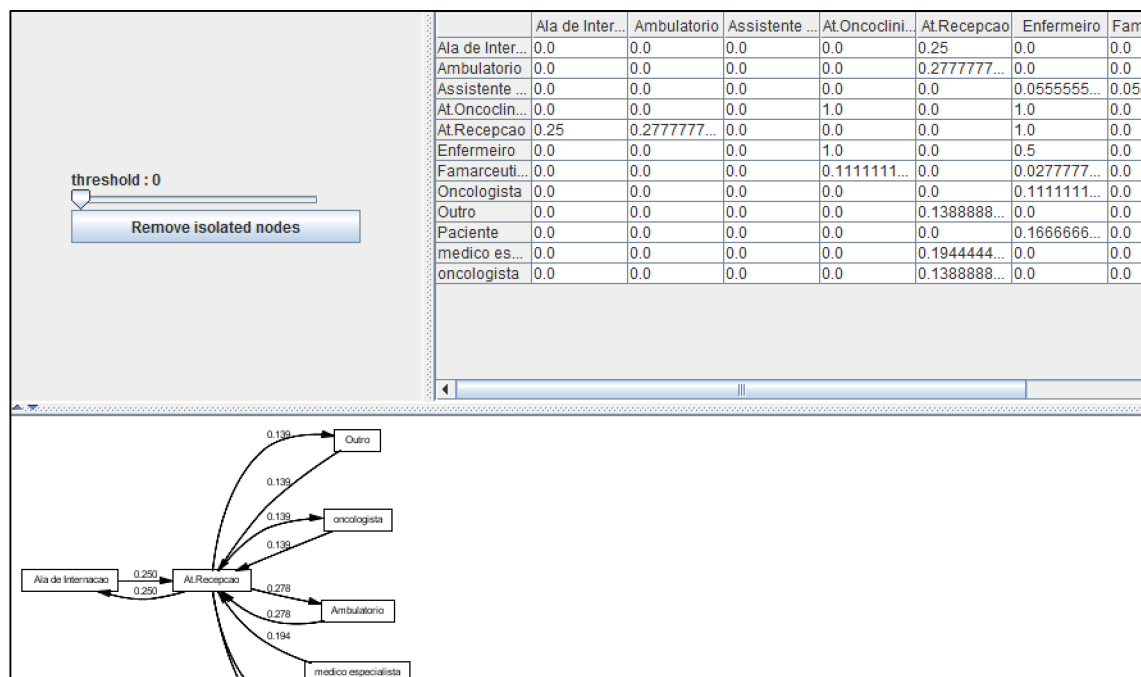


Figura 23 – Utilização do “Social Network Analysis” do ProM Framework.

Fonte: O autor, 2017.

▪ Prontuário Eletrônico do Paciente.

Para este indicador, pode-se considerar eventuais exigências regulatórias sobre informações mínimas de cadastro, prontuário, sobre o medicamento e quaisquer outras informações relevantes ao cadastro do paciente. O Disco traz facilmente a lista de informações presentes no *data-log*, através da opção “Cases” e “Complete Log” conforme Figura 24.

Activity	Resource	Date	Time	1.0	1.3	1.6	1.9	11.5	13.3	15.1
1 Paciente antigo	At.Recepcao	31.12.1969	17:30:00							
2 Abrir Cadastro Paciente	Ambulatorio	31.12.1969	17:30:00							
3 Agendar Consulta Clínico Geral	At.Recepcao	31.12.1969	17:30:00							
4 Orientar Paciente	Enfermeiro	31.12.1969	17:30:00							
5 Registrar Data de Retorno	At.Oncoclinica	31.12.1969	17:32:00							
6 Receber Carteira do Paciente	At.Oncoclinica	31.12.1969	18:44:00							
7 Encaminhar Paciente ao Consultorio Medico	Enfermeiro	31.12.1969	19:27:00							
8 Consulta Oncologista	Oncologista	31.12.1969	20:30:00							
9 Verificar Conduta Medica	Enfermeiro	31.12.1969	21:27:00							
10 Agendar Secoes Quimioterapia		31.12.1969	22:26:00							
11 Tratamento Concluido	At.Oncoclinica	31.12.1969	22:26:00							
12 Agendar Data de Retorno		31.12.1969	23:03:00							
13 Solicitar APAC	At.Oncoclinica	31.12.1969	23:15:00							
14 Assistencia Social	Assistente Social	31.12.1969	23:23:00							
15 APAC liberada	At.Oncoclinica	31.12.1969	23:23:00							
16 Conferir Exames	Enfermeiro	01.01.1970	00:11:00							

Figura 24 – Utilização do “Cases > Complete Log” do Disco.

Fonte: O autor, 2017.

O ProM framework faz o mesmo, através das opções “*Inspector*” (figura 25) e “*Summary*” (figura 26), selecionando a opção “*view resource*” ao abrir o data-log do processo.

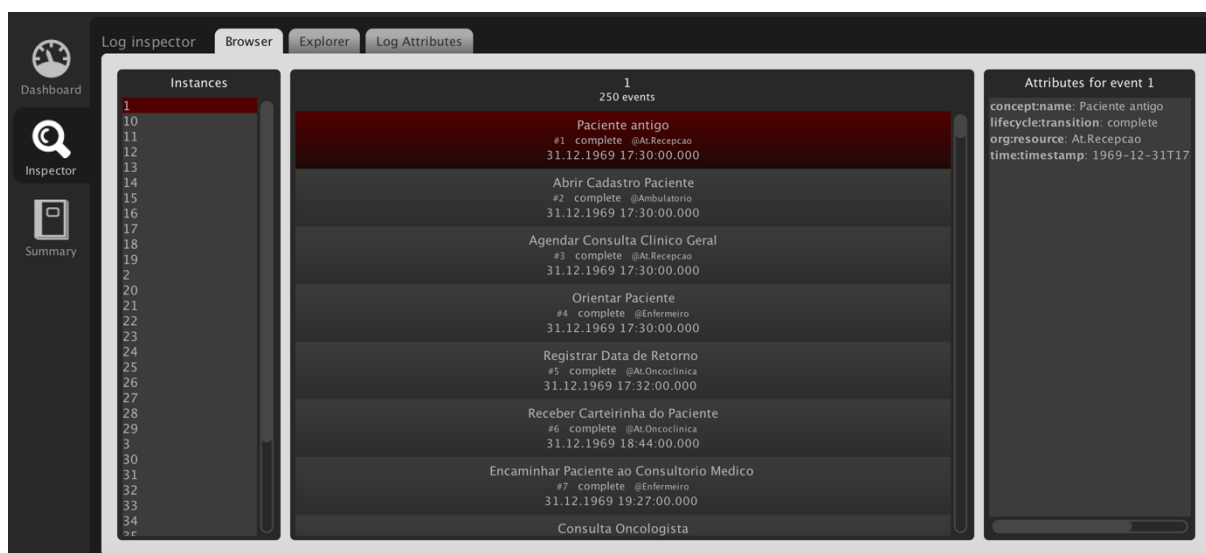


Figura 25 – Utilização do “*Inspector*” do ProM.

Fonte: O autor, 2017.

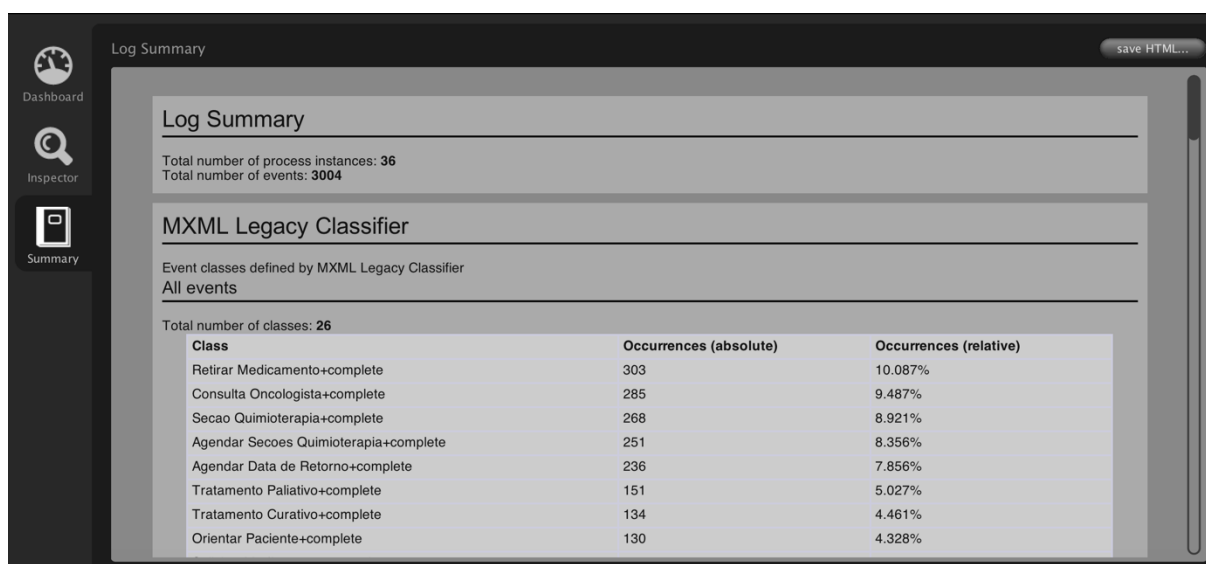


Figura 26 – Utilização do “*Summary*” do ProM.

Fonte: O autor, 2017.

Neste caso foram selecionados uma amostra de 13 informações mínimas necessárias: nome do paciente, sobrenome do paciente, idade, sexo, endereço, doença diagnosticada, data e hora de entrada, início do tratamento, tipo de tratamento, resultado dos exames, medicamento indicado para aplicação, frequência do tratamento e histórico de tratamento. Em seguida, foi selecionada uma amostra aleatória de três pacientes para definir os valores do indicador. Após realizada a mineração de processos para todos os seis indicadores selecionados, os resultados obtidos foram divididos em mínimo, máximo e média, conforme descrito no quadro 8.

Indicador	Mínimo	Média	Máximo
(B) Solicitação-liberação da APAC	2	20	63
(P) Recepção/Cadastro do paciente	17	34	75
(PM) Meios de contato entre hospital e pacientes	1	1	1
(RH) Prescrição, manipulação e aplicação de medicamentos	14	105	303
(S) Coordenação e comunicação intersetorial	0	2	10
(TI) Prontuário Eletrônico do Paciente	10	12	13

Quadro 8. Resultado da Mineração de Processos.

Fonte: O autor, 2017.

Com isso, obteve-se os valores que serão utilizados no estágio 3, que será apresentado a seguir. Repare que para cada um dos indicadores quantitativos, além da média, foram descobertos o valor mínimo e máximo. Estas informações serão utilizadas para se realizar uma ponderação dos indicadores, onde o pior cenário será representado pelo pior valor e o melhor cenário pelo melhor valor, e o valor médio corresponderá ao ponto, entre o pior e o melhor cenário, que o processo, na média, se encontra. Por exemplo, em uma análise de um indicador de tempo de espera para atendimento, o pior cenário é o maior tempo de espera de um paciente, e o melhor cenário é o menor tempo de espera de um paciente. Analisando o tempo médio entre todos os pacientes, é possível dizer se o processo se encontra mais próximo do paciente que teve o menor tempo de espera ou do paciente que aguardou por mais tempo.

5.3 ESTÁGIO 3 – APLICAÇÃO DE MÉTODOS MCDA

Uma vez que os questionários com os indicadores selecionados tenham sido respondidos pelos especialistas do processo e que os mesmos indicadores tenham sido extraídos do *data-log* do processo através da mineração, estas informações são utilizadas para alimentar o modelo de análise do processo através do SuperDecisions, conforme modelo apresentado na Figura 27.

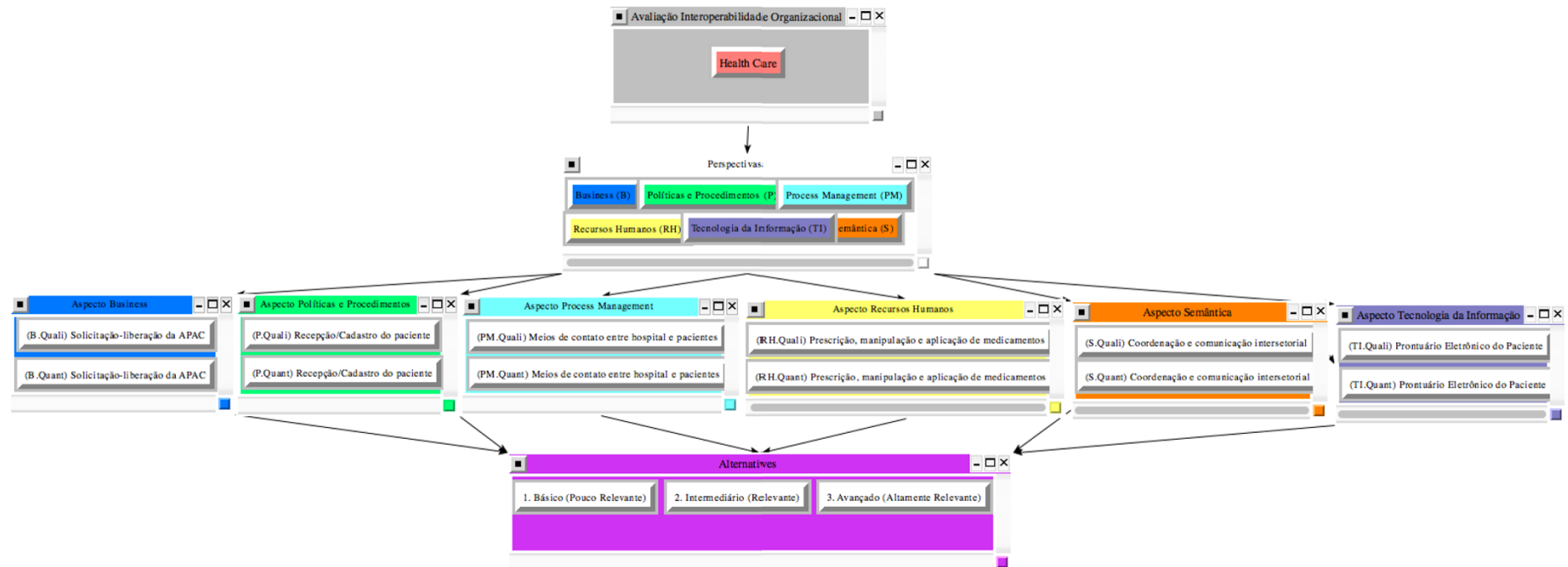


Figura 27 – Modelo de análise do SuperDecisions.

Fonte: O autor, 2017.

Através da ponderação de cada uma das questões obtidas do ponto de vista qualitativo (em entrevista com os especialistas do processo), é possível então mensurar o peso que cada um dos critérios e os seus intervalos entre cada um dos níveis de interoperabilidade, desempenho ou capacidade organizacional.

É possível também obter estas informações através dos indicadores gerados pela mineração de processos, porém como é necessário ponderar cada indicador nos critérios de avaliação (níveis básico, intermediário e avançado), é feita então uma ponderação em escala entre os valores obtidos através da Mineração de Processos.

Por exemplo, para ponderar o indicador de tempo de espera na liberação da APAC, utiliza-se o menor tempo entre todas instancias do *data-log* para definir o melhor cenário (menor tempo necessário para a liberação da APAC), o maior tempo para definir o pior cenário (o maior tempo necessário para a liberação da APAC) e, para definir o nível intermediário, é realizado um calculo da média da distancia entre o melhor e o pior cenário. Para saber em qual nível, na escala, o processo se encontra, é extraído o tempo médio e é aplicado na escala para saber se, na média, o processo está mais próximo do melhor ou do pior cenário. Esta ponderação está descrita na Figura 28.

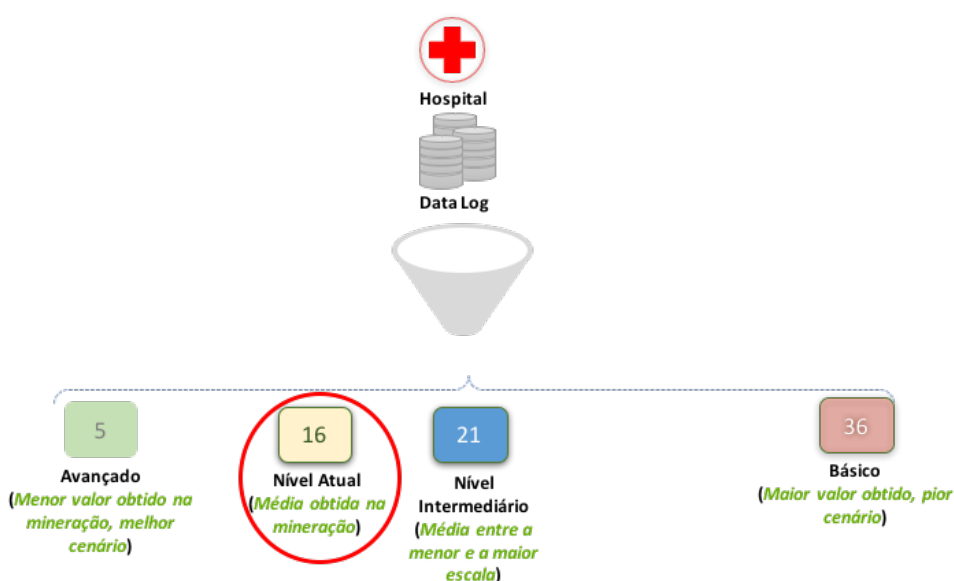


Figura 28 – Ponderação dos Indicadores da Mineração de Processos.

Fonte: O autor, 2017.

O SuperDecisions suporta a análise par-a-par, possibilitando fazer um comparativo entre cada um dos indicadores qualitativos e quantitativos, com o objetivo de definir o peso de relevância de cada indicador. Conforme exemplo apresentado na seção anterior, a informação gerada pela Mineração de Processos para o indicador “Meios de contato entre hospital e pacientes” foi considerada frágil, dado ao fato de que esta informação não foi apresentada no *data-log*, sendo possível identificar somente um tipo de meio de comunicação. Neste caso, é mais relevante considerar a informação qualitativa, em detrimento da informação quantitativa. E isso é refletivo no SuperDecisions, conforme exemplo da Figura 29, em que na comparação entre o quantitativo e o qualitativo, foi dado um peso 8 ao indicador qualitativo.

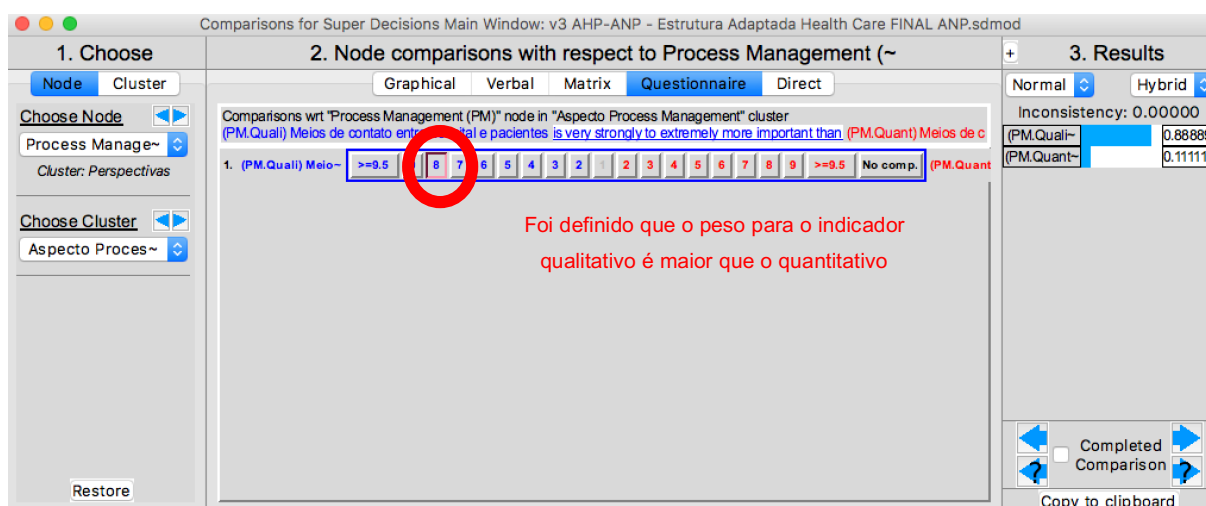


Figura 29 – Ponderação de pesos entre indicadores quantitativo e qualitativo.

Fonte: O autor, 2017.

Como resultado, é possível então obter os pesos de cada um dos indicadores, conforme descrito na Figura 30, e os níveis de cada um dos critérios de avaliação em relação ao indicador, conforme descrito na Figura 31. Estas informações, então, serão utilizadas para analisar o nível de desempenho e capacidade organizacional através da ferramenta Prométhée.

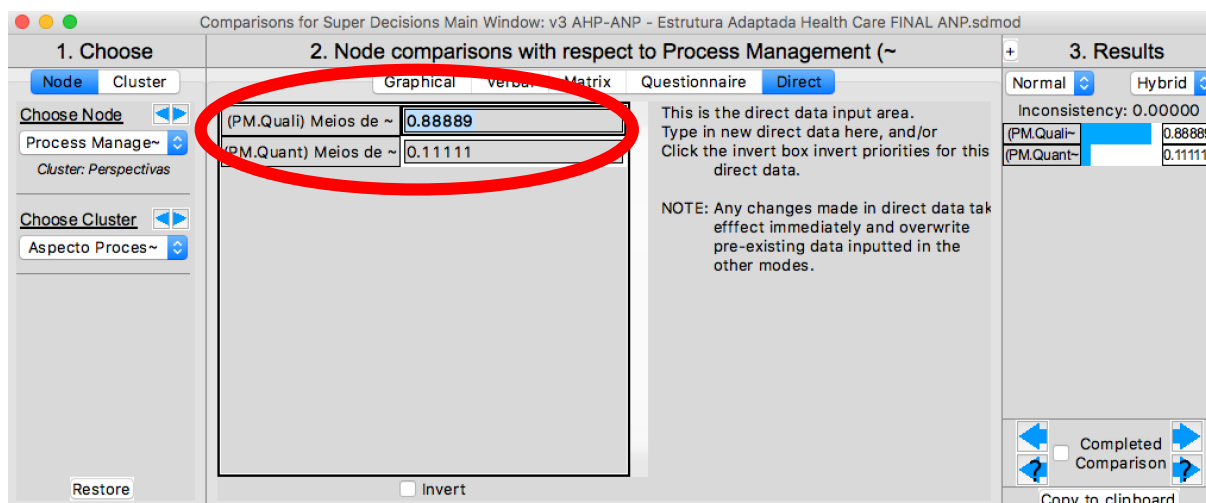


Figura 30 – Peso dos indicadores gerado pela ferramenta SuperDecisions.

Fonte: O autor, 2017.

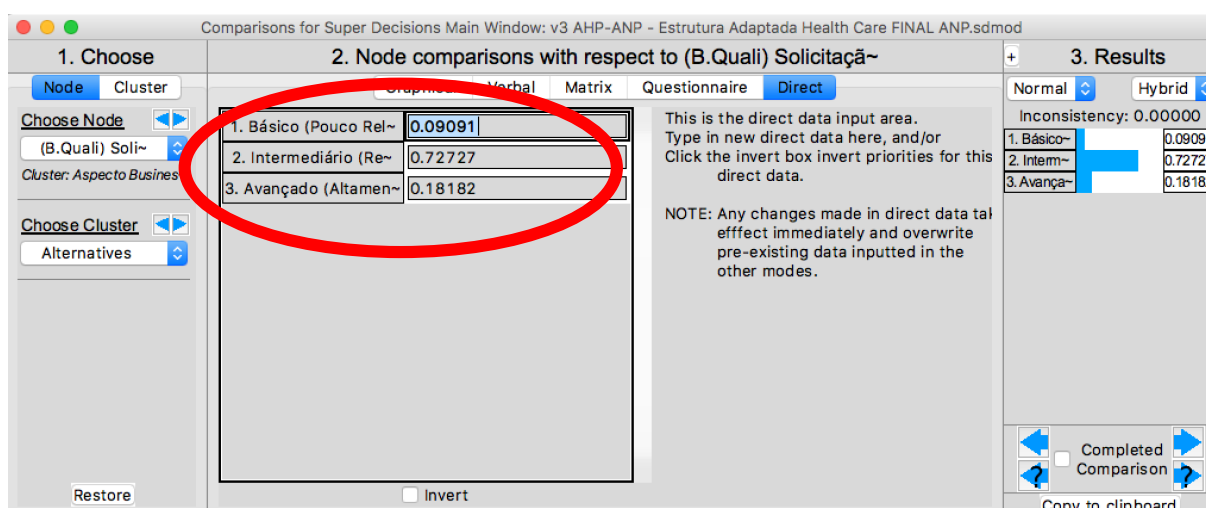


Figura 31 – Intervalo de cada um dos níveis de análise gerado pela ferramenta

SuperDecisions.

Fonte: O autor, 2017.

Baseado nestas informações geradas pelo SuperDecisions, é possível obter as informações que serão necessárias para uma análise mais profunda sobre o processo através do Prométhée. Neste nível, já seria possível obter o nível do desempenho organizacional, informação ao qual o SuperDecisions já responde. Porém há outras análises que são possíveis e reforçadas através do uso do Prométhée, tal como a análise de capacidade, identificação dos indicadores que estão impactando mais ou menos o resultado, entre outras análises, que serão demonstradas na próxima seção. Para o Prométhée, é necessário exportar, do SuperDecisions, quatro informações: i)

os pesos (fig. 27); e ii) os valores obtidos para os níveis básico, intermediário e avançado na análise par-a-par (fig. 28).

5.4 ESTÁGIO 4 – NÍVEL DO DESEMPENHO ORGANIZACIONAL

Os pesos obtidos para cada um dos indicadores através do SuperDecisions estão descritos no quadro 9, e os intervalos de cada um dos indicadores em relação aos três níveis de avaliação, está descrito no quadro 10. No quadro 9 é possível conferir que o peso “real” extraído do SuperDecisions é diferente do peso “final”, pois para cada indicador é necessário fazer uma ponderação sobre o peso do *concern*.

Em outras palavras, cada um dos seis *concerns* da interoperabilidade que estão sendo utilizados (negócios, processos, gestão de processos, recursos humanos, semântica e tecnologia da informação) possuem um peso próprio sobre o modelo. Porém cada um dos indicadores que os formam também possuem um peso entre eles (peso gerado pela análise par-a-par). Logo é necessário ponderar este peso. Por exemplo, se o *concern* “negócios” possui peso 0,2 no modelo, e o seu indicador quantitativo possui peso 0,6 frente ao indicador qualitativo que possui peso 0,4, o peso final deverá ser 0,12 para o indicador quantitativo e 0,08 para o indicador qualitativo. O peso de cada *concern* é representado pela coluna “Peso Concern”. Já o peso de final está representado nas duas últimas colunas.

Descrição do Indicador	Peso Concern	Peso Quali.	Peso Quant.	Peso Quali. Final	Peso Quant. Final
(B) Solicitação-liberação da APAC	0,10569	0,14286	0,85714	0,01510	0,09059
(P) Recepção/Cadastro do paciente	0,14147	0,16667	0,83333	0,02358	0,11789
(PM) Meios de contato entre hospital e pacientes	0,38407	0,88889	0,11111	0,34140	0,04267
(RH) Prescrição, manipulação e aplicação de medicamentos	0,21322	0,25000	0,75000	0,05331	0,15992
(S) Coordenação e comunicação intersetorial	0,10342	0,25000	0,75000	0,02586	0,07757

(TI) Prontuário Eletrônico do Paciente	0,05213	0,33333	0,66667	0,01738	0,03475
--	---------	---------	---------	----------------	----------------

Quadro 9. Pesos obtidos através do SuperDecisions.

Fonte: O autor, 2017.

Já o quadro 10 é uma extração dos valores que o SuperDecisions gerou para os níveis básico, intermediário e avançado obtido para cada um dos indicadores, tanto os quantitativos (PM) quanto os qualitativos (Entrevista). Finalizados esta fase, foi possível então juntar, dentro da mesma análise, indicadores quantitativos e qualitativos, possibilitando o uso conjunto destas duas informações. Em um trabalho de expansão deste modelo proposto, será possível expandir o número de fontes de informação de duas para “n” fontes, utilizando, por exemplo, perspectivas quantitativas e qualitativas não só geradas através da mineração de processos e de entrevistas com os especialistas do processo, como também os relatórios gerados por reguladores, resultado de pesquisas de satisfação do cliente, etc.

Descrição do Indicador	Indicadores Quantitativos			Indicadores Qualitativos		
	Básico	Interm.	Avanç.	Básico	Interm.	Avanç.
(B) Solicitação-liberação da APAC	0,09091	0,72727	0,18182	0,18648	0,68698	0,12654
(P) Recepção/Cadastro do paciente	0,29222	0,61525	0,09253	0,13493	0,78377	0,08130
(PM) Meios de contato entre hospital e pacientes	0,14408	0,76038	0,09555	0,57690	0,34200	0,08110
(RH) Prescrição, manipulação e aplicação de medicamentos	0,59173	0,33322	0,07506	0,16342	0,53961	0,29696
(S) Coordenação e comunicação intersetorial	0,30000	0,60000	0,10000	0,25596	0,67079	0,07325
(TI) Prontuário Eletrônico do Paciente	0,34200	0,57690	0,08110	0,09253	0,61525	0,29222

Legenda: Básico - Básico Interm. - Intermediário Avanç. - Avançado

Quadro 10. Intervalos de cada um dos indicadores em relação aos níveis de avaliação.

Fonte: O autor, 2017.

Com base nesses valores, é possível alimentar o Prométhée com os indicadores e os seus respectivos pesos e intervalos de modo que o modelo de

avaliação do processo tenha sido estruturado possibilitando então a sua avaliação, conforme descrito na Figura 32. Nele foi possível conciliar indicadores quantitativos e qualitativos, organizando-os através da criação de grupos de clusters (terceira linha da fig. 31). Já os valores de Q (indiferença) e P (preferência), também necessárias a análise, foram obtidas pelo próprio Prométhée através do uso dos parâmetros recomendados pela ferramenta, após exportado os valores pesos e critérios.

	First Week	QT-Business	QL-Business	QT-PP	QL-PP	QT-PM	QL-PM	QT-IT	QL-IT	QT-Semantic	QL-Semantic	QT-HR	QL-HR	
	Unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	
	Cluster/Group													
	Preferences													
	Min/Max	min	min	min	min	max	max	max	max	max	max	max	max	
	Weight	9,06	1,51	11,79	2,36	4,27	34,14	3,48	1,74	7,76	2,59	15,99	5,33	
	Preference Fn.	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	
	Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	
	- Q: Indifference	0,22	0,239	0,29	0,133	0,12	0,280	0,13	0,117	0,17	0,125	0,10	0,122	
	- P: Preference	0,60	0,663	0,76	0,482	0,45	0,723	0,48	0,448	0,57	0,458	0,35	0,466	
	- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
	Statistics													
	Minimum	0,13	0,091	0,08	0,093	0,08	0,096	0,09	0,081	0,07	0,100	0,16	0,075	
	Maximum	0,69	0,727	0,78	0,615	0,58	0,760	0,62	0,577	0,67	0,600	0,54	0,592	
	Average	0,33	0,333	0,33	0,333	0,33	0,333	0,33	0,333	0,33	0,333	0,33	0,333	
	Standard Dev.	0,25	0,281	0,32	0,215	0,20	0,303	0,22	0,203	0,25	0,205	0,16	0,211	
	Evaluations													
☒	Nivel Basico		0,19	0,091	0,13	0,292	0,58	0,144	0,09	0,342	0,26	0,300	0,16	0,592
☒	Nivel Intermediario		0,69	0,727	0,78	0,615	0,34	0,760	0,62	0,577	0,67	0,600	0,54	0,333
☒	Nivel Avancado		0,13	0,182	0,08	0,093	0,08	0,096	0,29	0,081	0,07	0,100	0,30	0,075

LEGENDA

QL	Indicador Qualitativo – Entrevista c/ especialistas
QT	Indicador Quantitativo - Mineração de processos

Figura 32 – Resultado do Prométhée.

Fonte: O autor, 2017.

Após a realização desta última etapa de alimentação do Prométhée, resta então a análise e diagnóstico do processo ao qual será demonstrado brevemente a seguir com os resultados obtidos. Através da análise, demonstrada através da Figura 33, é possível contatar que o processo que foi analisado se encontra nitidamente mais próximo do nível intermediário, com índice phi de 0,3245 frente aos demais, sendo seguido pelo nível básico com índice de phi -0,1108 e o nível avançado com índice de phi -0,2137. Ou seja, o nível mais próximo do índice phi +1.0 é o nível efetivamente do processo que está sendo analisado. O Phi é o resultado das comparações entre todos os indicadores analisados.

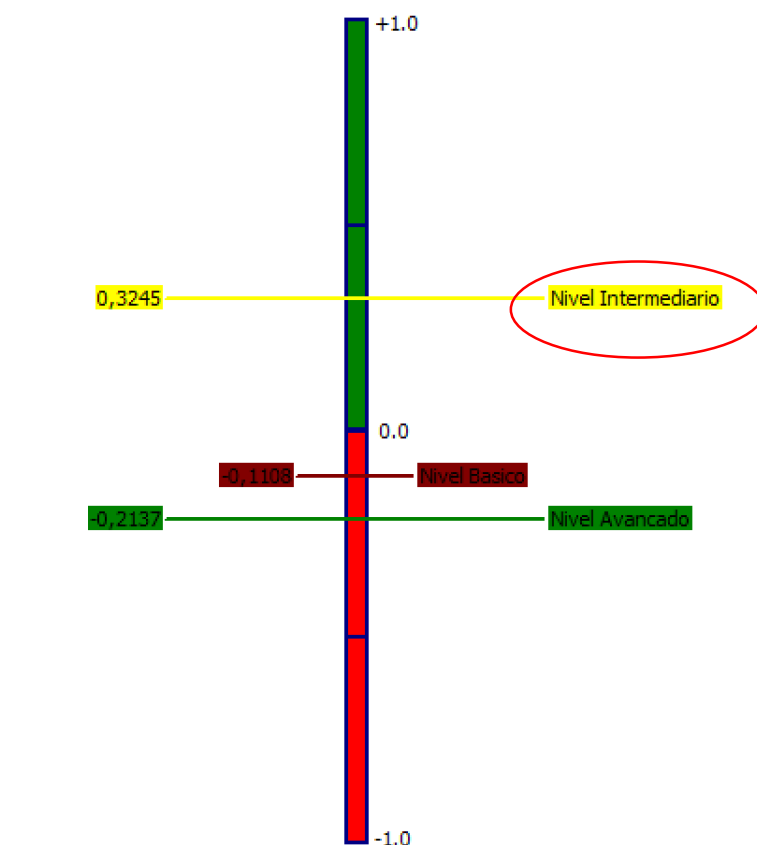


Figura 33 – Nível de desempenho do desempenho organizacional.

Fonte: O autor, 2017.

A Figura 34 é um complemento da Figura 33 e descreve o ranqueamento de cada nível, com os seus respectivos valores de Phi (fluxo líquido), Phi+ (fluxo positivo) e Phi- (fluxo negativo). Conforme Belton et al. (2002), o Phi (fluxo líquido) é o índice de preferência de uma alternativa, calculado sobre o fluxo positivo (Phi+) e o fluxo negativo (Phi-). O fluxo positivo é a representação da intensidade de preferência de

uma alternativa em detrimento das demais, ou seja, quanto maior o valor do Φ^+ , melhor será aquela alternativa. Já o fluxo negativo é a representação da intensidade de preferência de todas as alternativas em relação a uma alternativa, fazendo com que quanto menor for o Φ^- , melhor será a alternativa. Com isso é possível identificar os valores que Φ^+ e Φ^- que levaram a escolha do nível intermediário.

Rank	action		Φ	Φ^+	Φ^-
1	Nível Intermediario		0,3245	0,5442	0,2197
2	Nível Basico		-0,1108	0,1660	0,2769
3	Nível Avancado		-0,2137	0,1259	0,3395

Figura 34 – Valores obtidos para Φ , Φ^+ e Φ^- .

Fonte: O autor, 2017.

Já através da Figura 35 é possível identificar qual é o indicador mais significativo para este processo e qual é o indicador menos significativo. Neste cenário, temos o indicador qualitativo para “Meios de contato entre hospital e pacientes” como o mais relevante para este resultado, seguido pelo indicador quantitativo para “Prescrição, manipulação e aplicação de medicamentos”. Podemos alterar esta relevância para este indicador, para identificar se, com o indicador para “Meios de contato entre hospital e pacientes” com uma relevância inferior, o processo continuaria sendo categorizado como de nível intermediário, o que será mostrado na sequência, através da Figura 36, baixando de 34% para 10% este indicador.

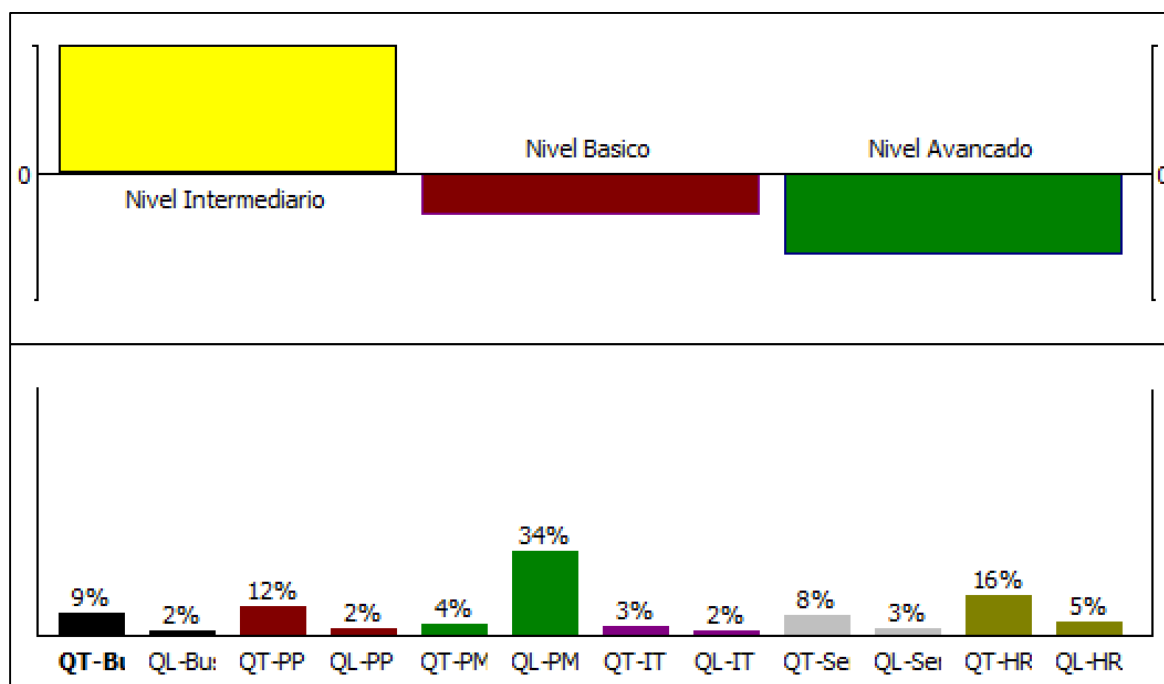


Figura 35 – Análise do relatório *Walking Weights*.

Fonte: O autor, 2017.

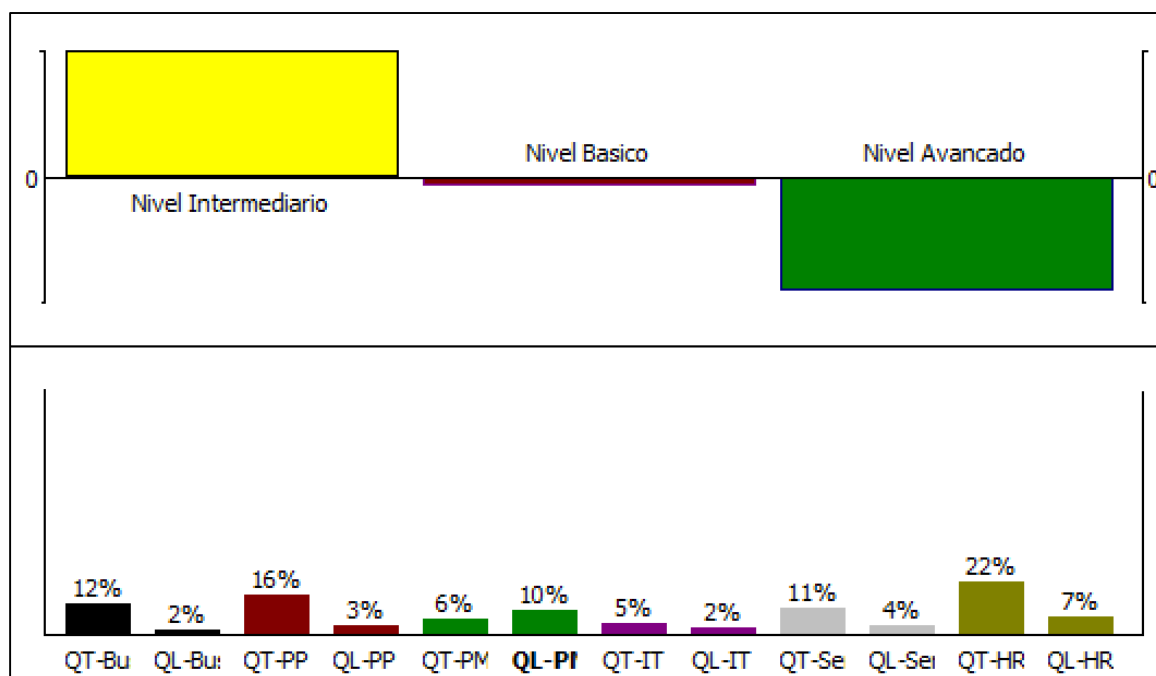


Figura 36 – Análise do relatório *Walking Weights* após a alteração da relevância.

Fonte: O autor, 2017.

Conforme pode ser visto na Figura 36, mesmo baixando de 34% para 10% o índice de relevância do indicador qualitativo de “Meios de contato entre hospital e pacientes”, o processo continua com um peso mais forte para o nível intermediário. Com isso conclui-se a análise deste processo, através do modelo proposto, para o nível de desempenho organizacional. O mesmo pode ser feito para se obter o nível de capacidade do processo, analisando não somente a camada de indicadores (quantitativos e qualitativos), como também do ponto de vista da fonte de informação mais relevante (mineração de processos ou entrevista com os especialistas do processo), ou do ponto de vista dos *concerns* da interoperabilidade.

5.5 CONSOLIDAÇÃO DOS RESULTADOS

Considerando a conclusão da fase de execução do método proposto, foi possível chegar no resultado do desempenho organizacional, ao qual se encontra no nível intermediário. Isso demonstra a sua aplicabilidade para o objetivo ao qual foi elencado, de diagnosticar, do ponto de vista do desempenho organizacional, um determinado processo da área da saúde e, deste modo, e através da análise dos processos com o menor índice de desempenho, auxiliar positivamente na melhora da área de saúde pública e privada no Brasil.

Adicionalmente a isto, destaca-se como parte dos resultados o mapeamento dos 392 plug-ins do ProM framework e a formalização da simulação de processos em ambiente controlado através do CPN Tools, dado a limitação de trabalhos abordando este tema com um detalhe mais rico sobre a etapa de criação dos algoritmos e formalização do modelo.

Uma das preocupações, quando criado este modelo proposto, era o de contribuir de uma maneira positiva com a área de saúde pública e privada do Brasil, ao qual notoriamente enfrente problemas relacionados a qualidade dos serviços prestados, assim como problemas de caráter financeiro (fora do escopo do modelo proposto), muitas vezes atrelados a um desenho de processo ineficiente. Com isso, a seguir, serão expostas as conclusões obtidas com este trabalho, e como o modelo proposto pode contribuir com futuros estudos e na melhoria da área de saúde.

6 CONCLUSÃO

Concluídas as 4 fases do método proposto, demonstrou-se ser possível obter um conhecimento avançado sobre o processo através da realização de um trabalho de campo com o objetivo de coletar as políticas internas (PROCs) relevantes, entrevistar os especialistas do processo e obter um *data-log* inicial que posteriormente foi ampliado e explorado através da ferramenta CPN Tools, com a geração de *data-logs* em ambiente controlado. Como foram utilizados *data-logs* gerados através de ambiente controlado (simulação), deve-se levar em consideração que para os casos em que forem utilizados *data-logs* reais, é necessário tratar os “ruídos” antes de iniciar a mineração dos dados, conforme apresentado por Cheng et al. (2015).

Uma vez que os indicadores a serem avaliados tenham sido definidos, é possível realizar uma mineração de processos sobre o *data-log* gerado para se obter os indicadores quantitativos do processo e, baseado nas entrevistas com os especialistas do processo, obter os indicadores qualitativos (menos tácitos). Vale destacar que esta análise poderá ser contínua, conforme já foi citado anteriormente, por exemplo, com análises regulares ocorrendo dentro de determinados períodos, como mensalmente, por exemplo. Para tanto, basta criar no Prométhée novos cenários para acompanhar a evolução do processo. A ferramenta suporta também a análise de vários cenários, contanto que a estrutura seja a mesma, ou seja, os mesmos indicadores avaliados.

O trabalho desenvolvido trouxe resultados positivos que poderão contribuir com futuras pesquisas relacionadas à mineração de processos e análise de desempenho de processos da área de saúde, aos quais podemos citar como principais contribuições:

- O mapeamento dos 392 plug-ins nativos do ProM 6.5, identificando as suas respectivas entradas e saídas, dado o fato de que há pouco material científico sobre o tema, e uma grande necessidade por parte dos pesquisadores em obter este tipo de material que acaba servido de insumo para novas pesquisas;
- Detalhamento do processo de simulação controlada de processos através do CPN Tools dado o fato de que, igualmente ao mapeamento dos plug-ins do

ProM, há pouco material disponível sobre o tema, com um maior nível de detalhe sobre como trabalhar com a codificação para a criação de *data-logs*;

- Criação de um modelo que permita a extração, análise e conciliação de indicadores quantitativos e qualitativos sobre o processo hospitalar, de modo a realizar uma análise do nível do desempenho organizacional, método este, aplicável a qualquer processo hospitalar; e
- Propor uma maneira de utilizar e incorporar a mineração de processos as análises realizadas com os métodos MCDA, fato este pouco explorado cientificamente e, se pensarmos na área hospitalar, praticamente inexistente.

O modelo proposto pode auxiliar na melhoria da área hospitalar no Brasil, dado o fato de que ela é capaz de medir o nível do desempenho organizacional (desempenho esse limitado ao processo analisado, e não a toda a organização), com foco nos indicadores que possuem relação com a interoperabilidade, podendo diagnosticar tais processos em níveis de desempenho e capacidade. Além disso, as informações obtidas com a mineração de processos, e dentro das fases de mapeamento, podem prover uma importante fonte de informações que podem ser utilizadas pela gerência para a tomada de decisões.

Na análise apresentada neste trabalho, é possível, por exemplo, identificar quais indicadores tem um impacto maior ou menor no resultado da análise, assim como obter os valores individuais por indicador. Com uma grande gama de indicadores avaliados, é possível assim identificar quais indicadores estão em um nível de desempenho básico, e devem ser melhorados, e quais estão em um nível de desempenho mais avançado. Isso auxilia na elaboração dos indicadores que devem ser trabalhados para se atingir uma melhora substancial a nível organizacional. Como comentado no início deste trabalho, um baixo desempenho impacta diretamente na rentabilidade do hospital e pode ajudar a compreender porque existe uma dificuldade deste setor no Brasil. Esse baixo desempenho pode explicar um maior custo operacional, desperdício de materiais e medicamentos e até mesmo impactar na qualidade do serviço prestado e até mesmo prejudicar o tratamento do paciente, dada a demora na liberação de procedimentos, por exemplo.

Os resultados apresentados são relevantes, do ponto de vista do propósito e problemática apresentada, atingindo o objetivo ao qual foi planejado. E isso se

demonstra através dos resultados obtidos e interesse demonstrado pelo meio acadêmico e científico, quanto as publicações de trabalhos realizadas durante a pesquisa. Ao todo foram três publicações concluídas até a data da conclusão deste trabalho, além do convite de publicação para Journal. Todas as publicações estão anexadas (anexos A, B e C) no final deste trabalho.

Destaca-se, como limitação ao modelo proposto, que a sua aplicabilidade é viável para os processos em que haja um sistema de gestão ou de controle do processo, uma vez que se faz necessário um *data-log* inicial, mesmo nos casos em que se utilize um ambiente controlado para a sua geração. Também se limita a análise do desempenho e da capacidade organizacional, sendo que outras análises, como a de conformidade, embora virtualmente possíveis, não foram exploradas para se comprovar ou descartar a sua aplicabilidade. E por último, considera-se relevante destacar que os três possíveis níveis de desempenho que serão considerados neste modelo (básico, intermediário e avançado) foram extraídos do manual de boas praticas em processos oncológicos de Nussbaum et. Al (2011), dado o fato de que o processo escolhido para avaliação é um processo oncológico e, deste modo, uma avaliação de um outro processo deverá passar por uma reavaliação dos níveis que serão avaliados.

Por último, se espera que os resultados obtidos possam ser utilizados para futuras pesquisas relacionadas a área e que o modelo proposto possa ser utilizado, em algum momento, para melhorar a área hospitalar e produzir resultados positivos para o setor, para a economia e, sobretudo, na qualidade e no serviço prestado aos pacientes e usuários dos serviços públicos e privados de saúde no Brasil. Há a possibilidade, para trabalhos futuros, de expandir o modelo proposto para um estudo mais aprofundado sobre a análise de capacidade, conformidade entre o processo executado e as regras de negócio, modelagem de processo e regras de negócio (execução da análise em ambiente controlado antes do processo entrar em produção), para citar alguns exemplos.

REFERÊNCIAS

MANS, R. S., SCHONENBERG, M.H., SONG, M., VAN DER AALST, W.M.P., RAKKER, p.J.M. **Application of Process Mining in Healthcare – A Case Study in Healthcare – A Case Study in a Dutch Hospital**. Biomedical Engineering Systems and Technologies – Communication in Computer and Information Science, 25, pp 425-438, 2008.

A. ROZINAT and W.M.P. VAN DER AALST. **Conformance Checking of Processes Based on Monitoring Real Behavior**. Journal Information Systems archive. volume 33 Issue 1, pages 64-95, Elsevier Science Ltd. Oxford, UK, 2008.

ADUNLIN, G., DIABY, V., XIAO, H. **Application of multicriteria decision analysis in health care: a systematic review and bibliometric analysis**. International journal of public participation in health care and health policy, Volume 18, Issue 6. 2015.

ANVISA. **PM-QUALISS, Programa de Qualificação dos Prestadores de Serviços de Saúde**. Disponível em: <<http://www.ans.gov.br/prestadores/qualiss-programa-de-qualificacao-dos-prestadores-de-servicos-de-saude>>. Acessado em: 01 de novembro de 2016.

ARAZ, C., OZKARAHAN, I. **Supplier Evaluation and Management System for Strategic Sourcing Based on a New Multicriteria Sorting Procedure**. International Journal of Production Economics. Vol.106 (2): 585-606, 2007. doi: 10.1016/j.ijpe.2006.08.008.

BAI, Xue, GOPAL, Ram, NUNEZ, Manuel, ZHDANOV, Dmitry. **A decision methodology for managing operational efficiency and information disclosure risk in healthcare processes**. Decision Support Systems 57(1):406–416, January 2014.

BELTON, V., STEWART, T.J. **Multiple criteria decision analysis: an integrated approach**. 372 p., Ed. Springer US, London: Kluwer Academic Publishers, 2002. DOI: 10.1007/978-1-4615-1495-4.

BERRE, A.-jorgen, ELVESAETER, B., FIGAY, N., GUGLIELMINA, C., JOHNSEN, G., KARLSEN, D., KNOTHE, T., LIPPE, S. **The ATHENA Interoperability Framework. Framework**. pp. 1-12. 2007.

BITTENCOURT, Sonia A., CAMACHO, Luiz A. B., LEAL, Maria C. **O Sistema de Informação Hospitalar e sua aplicação na saúde coletiva**. Cad. Saúde Pública. vol.22 no.1 Rio de Janeiro. Janeiro de 2006.

Cambridge Dictionary. **Dicionário de Inglês online Cambridge University Press**. Disponível em: < <http://dictionary.cambridge.org/pt/> >. Acessado em: 01 de maio de 2017.

CAMPOS, Cristina, CHALMETA, Ricardo, GRANGEL, Reyes, POLER, Raúl. **Maturity Model for Interoperability Potential Measurement, Information Systems Management**. 2013. 30:3, 218-234, DOI:10.1080/10580530.2013.794630. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/10580530.2013.794630>>. Acesso em: 20 de março de 2017.

CARON, Filip, VANTHIENEN, Jan, BAESENS, Bart. **A Comprehensive Framework for the Application of Process Mining in Risk Management and Compliance Checking**. SSRN Electronic Journal, 2012.

CHEN, David, DOUMEINGTS, Guy, VERNADAT, François. **Architectures for enterprise integration and interoperability: Past, present and future**. *International Journal of Computers in Industry*. Ed. Elsevier, 2008, doi:10.1016/j.compind.2007.12.016.

CHENG, Hsin-Jung, KUMAR, Akhil. **Process Mining on Noisy Logs – Can log sanitization help to improve performance?**. *Journal of Decision Support Systems*, Ed. Elsevier, 2015, doi: 10.1016/j.dss.2015.08.003.

CPN Tools website. **CPN Tools**. Disponível em: <<http://cpntools.org/start>>. Acessado em: 01 de março de 2017.

DACLIN, N., CHEN, D., VALLESPIR, B. **Methodology for Enterprise Interoperability**. 17th IFAC World Congress, Volume 41, Issue 2, 2008, Pages 12873–12878, <http://dx.doi.org/10.3182/20080706-5-KR-1001.02177>.

DOLAN, James G. **Patient priorities in colorectal cancer screening decisions**. *International Journal of Public Participation in Health Care and Health Policy*. Volume 8, Issue 4, pages 283–370, i–ii, 2005. doi: 10.1111/j.1369-7625.2005.00348.x.

ECK, Maikel L. van, LU, Xixi, LEEMANS, Sander J.J., VAN DER AALST, Wil M.P. **PM2: A Process Mining Project Methodology**. Advanced Information Systems Engineering, Springer International Publishing, 2015.

ESPADINHA-CRUZ, Pedro, GONÇALVES-COELHO, António, MOURÃO, António, GRILO, António. **Re-design of an interoperable buyer-seller automotive relationship aided by computer simulation**. 9th International Conference on Axiomatic Design – ICAD 2015.

ESPADINHA-CRUZ, Pedro, GRILO, P.E.B., PUGA-LEAL, A., CRUZ-MACHADO, R. V. **A model for evaluating Lean, Agile, Resilient and Green practices interoperability**. Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), December 2011.

FIGUEIRA, J., GRECO, S., EHRGOTT, M. **Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys**. International Series in Operations Research & Management Science, vol. 78, ed. 1, Springer-Verlag New York. 2005. doi: 10.1007/b100605.

Fluxicon Disco. **Discovery your processes**. Disponível em: <<http://fluxicon.com/disco/>>. Acessado em: 01 de fevereiro de 2017.

GERKE, K, CARDOSO, J, CLAUS, A. **Measuring the compliance of processes with reference models**. On the Move to meaningful Internet Systems: OTM 2009. Springer Berlin Heidelberg, p. 76-93. 2009,

GOTTSCHALK, Petter. **Maturity levels for interoperability in digital government.** Government Information Quarterly, v. 26, n. 1, p. 75-81, 2009.

HACHICHA, M., FAHAD, M., MOALLA, N., OUZROUT, Y. **Performance assessment architecture for collaborative business processes in BPM-SOA-based environment.** Data & Knowledge Engineering Journal, Ed. Elsevier, available online 17 December 2015, ISSN 0169-023X, <http://dx.doi.org/10.1016/j.datak.2015.12.002>.

Hospital Erasto Gaertner. 2015. **Hospital em números.** Disponível em: <http://www.erastogaertner.com.br/arquivos/Abificc_Dados_HEG_2015.pdf>. acessado em: fevereiro de 2016.

IDSUS – **Índice de Desempenho do Sistema Único de Saúde.** Disponível em: <<http://idsus.saude.gov.br/mapas.html>>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2016.

Instituto Datafolha (a pedido do Conselho Federal de Medicina). **Opinião dos brasileiros sobre o atendimento público na área de saúde.** Disponível em: <<http://portal.cfm.org.br/images/PDF/pesquisadatafolhacfm2015.pdf>>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2016.

JENSEN, Kurt. **An Introduction to the Practical Use of Coloured Petri Nets.** Department of Computer Science, University of Aarhus, 1996.

JENSENLARS, Kurt, WELLS, Michael KristensenLisa. **Coloured Petri Nets and CPN Tools for modelling and validation of concurrent systems.** International Journal

on Software Tools for Technology Transfer. June 2007, Volume 9, Issue 3, pp 213–254. DOI: 10.1007/s10009-007-0038-x.

KAYMAK, U., MANS, R., VAN DE STEEG, T., DIERKS, M. **On Process Mining in Health Care**. IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics. 14-17 October, 2012, Seoul, Korea.

KAZEMZADEH, R. S., SARTIPI, K. **Interoperability of Data and Knowledge in Distributed Health Care Systems**. 13th IEEE International Workshop on Software Technology and Engineering Practice (STEP'05), 2005.

MARSH, K., LANITIS, T., NEASHAM, D., ORFANOS, P., CARO, J. **Assessing the value of healthcare interventions using multi-criteria decision analysis: a review of the literature**. Pharmacoeconomics, 32(4):345-65. doi: 10.1007/s40273-014-0135-0. 2014.

MEDEIROS, A.K., GÜNTHER, C.W. **Process mining: Using CPN tools to create test logs for mining algorithms**. Proceedings of the Sixth Workshop on the Practical Use of Coloured Petri Nets and CPN Tools (CPN 2005) / Ed. K. Jensen. - Aarhus, Denmark : University of Aarhus, 2005. - (DAIMI , 576). - p. 177-190.

MOURÃO, Sariha E. T. **Sistematização da Análise de Conformidade dos Processos na Área de Saúde**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, 2017.

NUSSBAUM, Gerard M., REHFELD, Laura K. **Oncology Networks Best Practices**. Oncology Practice Management, junho de 2011, Vol 1, No 2, Engage Healthcare Communications, LLC, 2011.

PRAVEEN, T., DEVLIN, N., MARSH, K., BALTUSSEN, R., BOYSEN, M., KALO, Z., LONGRENN, T., MUSSEN, F., PEACOCK, S., WATKINS, J., IJZERMAN, M. **Multiple Criteria Decision Analysis for Health Care Decision Making – An Introduction: Report 1 of the ISPOR MCDA Emerging Good Practices Task Force**. Elsevier Inc. on behalf of International Society for Pharmacoeconomics and Outcomes Research (ISPOR). 2016.

ProM – Process Mining Workbench. **ProM Tools**. Disponível em: <<http://www.promtools.org/doku.php>>. Acessado em: 01 de fevereiro de 2016.

REBUGE, Álvaro J. S., FERREIRA, Diogo R. **Business process analysis in healthcare environments: A methodology based on process mining**. Information Systems Journal 37(2):99-116. April 2012.

SAARIKOSKI, Heli, BARTON, David N., MUSTAJOKI, Jyri, KEUNE, Hans, GOMEZ-BAGGETHUN, Erik, LANGEMEYER, Johannes. **Multi-Criteria Decision Analysis in Ecosystem Service Valuation**. OpenNESS Ecosystem Services Reference Book, 2016.

SCUISSIATTO, Victor, SANTOS, Eduardo A. P., LOURES, Eduardo R., BUENO, Sarah, SANTOS, Vanessa. **Interoperability Assessment in Healthcare Based on the AHP/ANP Methods**. In WorldCist'17 - 5th World Conference on Information Systems and Technologies, Porto Santo Island, Madeira, Portugal, 11 - 13 April 2017.

VAN DER AALST, W. **Process mining: Overview and opportunities.** ACM Transactions of management Information Systems (TMIS) 3, no. 2: 7. 2012.

VAN DER AALST, W., SONG, Minseok. **Towards comprehensive support for organization mining.** Elsevier B.V., Eindhoven University of Technology, Eindhoven, The Netherlands, doi= 10.1016/j.dss.2008.07.002, 2008.

VAN DER HEIJDEN, T. **Process Mining Project Methodology: Developing a general approach to apply process mining in practice.** Technische Universiteit Eindhoven, 2012.

VAN DONGEN, B. F., MEDEIROS, A. K. A., VERBEEK, H. M. W., WEIJTERS, A. J. M. M., VAN DER AALST, W. M. P. **The ProM Framework: A New Era in Process Mining Tool Support.** Applications and Theory of Petri Nets 2005, edited by G. Ciardo and P. Darondeau: Springer Berlin / Heidelberg. 2005.

WEIJTERS, A.J.M.M., VAN DER AALST, W.M.P., MEDEIROS, A.K. Alves de. **Process Mining with the HeuristicsMiner Algorithm.** Tu/e Technische Universiteit Eindhoven, <https://pure.tue.nl/ws/files/2388011/615595.pdf>, jan, 2006.

YANG, Wan-Shiou, HWANG, San-Yih. **A process mining framework for the detection of healthcare fraud and abuse.** Expert Systems with Applications 31(1):56-68. July 2006.

APÊNDICE A – LISTA DE PLUGINS DO PROM 6

	Nome Do Plugin	Entradas	Saídas
1	00Compliance WABO3 Post Processor To Excel	Event Log And Data Replay Result	Event Log With Artificial Start/End Events
2	Abstract Log For Compliance Checking	Log And Compliance Pattern	Abstracted Log And Mapping
3	Add Artificial End Transition Variant	Petri Net	Petri Net And Initial Marking
4	Add Artificial Events	Log	Altered Log
5	Add Cancellation Regions To BPMN Diagram	Bpmn Diagram	Bpmn Diagram (1) And Bpm Diagram (2)
6	Add End Artificial Events	Log	Altered Log
7	Add Identities To Log	Log	Log With Identities
8	Add Missing Events	Log	Log (With Start Events)
9	Add Noise To Log Filter	Log	Log
10	Align Log And Model For Rapair (Find Loops)	Log And Petri Net	Alignment
11	Align Log And Model For Rapair (Global Costs)	Log And Petri Net	Alignment
12	Align Log To Model	Log And Petri Net	Alignment Log
13	Analyze Behavioral Property Of Petri Net	Net And Marking	-
14	Analyze Model Using Uma	Petri Net And Initial Marking	Complete Prefix Of The Net's Unfolding
15	Analyze Petri Net Using Lola	Petri Net And Initial Marking	Analysis Results
16	Analyze Structural Property Of Petri Net	Net	-

Nome Do Plugin		Entradas	Saídas
17	Analyze Transition System	Transition System With Event Payload And Log	Time Anated Transition System
18	Analyze With Woflan	Net	Woflan Diagnosis
19	Animate Event Log In Fuzzy Instance	Fuzzy Instance And Log	Fuzzy Animation
20	Animate Transition System	Transition System With Event Payload And Log	Transition System Animation
21	Apply Context	Process Tree And Process Tree Context	Process Tree
22	Apromore Importer/Exporter	-	Apromore Importer/Exporter
23	Automated Completeness Experiment	-	Completeness Result
24	Automatic Map Generator	Event Log And Petri Net	Map File
25	BMPN Measures With Analisys Details	Petrinets And Performanceresult	Bpmn Translate
26	Bpmn Analysis	Log And Process Model	Bpmn Model Without Swimlanes, Bpmn Model With Swimlanes And Bpmn Analysis Data List
27	BPMN Analysis (Using Causal Net Miner)	Log	Bpmn Model Without Swimlanes, Bpmn Model With Swimlanes And Bpmn Analysis Data List
28	BPMN Analysis (Using Heuristic Miner)	Log	Bpmn Model Without Swimlanes, Bpmn Model With Swimlanes And Bpmn Analysis Data List
29	BPMN Measures With Analisys Details	Totalperformanceresult	Bpmn Translate
30	Bpmn Model Analysis	Bpmn Model And Log	Bpmn Analysis Data List
31	BPMN To Petrinet	Bpmndiagram	Petri Net, Marking And Error Log
32	Bpmnmanalisysdetailsintometricsconformance	Totalperformanceresult	Bpmn Metrics Translate
33	Calculate Log Meta Data	Log	Log With Additional Meta-Data
34	Call Miner And Replayer Headless	Log	Replay Result
35	Change Visualization Analysis	Paired Logs	Change Visualization Analysis

	Nome Do Plugin	Entradas	Saídas
36	<i>Check Compliance Of A Log</i>	<i>Event Log</i>	<i>Compliance Diagnostics And Abstracted Log</i>
37	<i>Check Compliance Using Conformance Checking</i>	<i>Petri Net And Event Log</i>	<i>Compliance Diagnostics And Abstracted Log</i>
38	<i>Check Compliance Using Conformance Checking (All Best Matching)</i>	<i>Petri Net And Event Log</i>	<i>Compliance Diagnostics And Abstracted Log</i>
39	<i>Check Conformance Using Etconformance</i>	<i>Log And Petri Net</i>	<i>Etconformance Results And Mdt</i>
40	<i>Check Log</i>	<i>Log</i>	<i>Log Check Report</i>
41	<i>Check Precision Based On Align-Etconformance</i>	<i>Log And Petri Net</i>	<i>Conformance Summary, Precision Automaton And Backwards Precision Automaton</i>
42	<i>Check Soundness Of Flexible Model</i>	<i>Flexible Model</i>	<i>Relaxed Soundness Info, Start Task Node And End Task Node</i>
43	<i>Check Temporal Compliance Of Log To Data-Aware Petri Net</i>	<i>Petri Net With Data And Log</i>	<i>Petri Net With Data</i>
44	<i>Check Temporal Compliance Using Data-Aware Conformance</i>	<i>Alignment From Control-Flow Compliance Checking</i>	<i>Compliance Diagnostics And Time-Stamp Enriched Log</i>
45	<i>Check Temporal Compliance Using Data-Aware Conformance (Match Instances)</i>	<i>All Control-Flow Alignments</i>	<i>Compliance Diagnostics And Time-Stamp Enriched Log</i>
46	<i>Compare Event Logs (Levenshtein Distance)</i>	<i>Log A And Log B</i>	<i>Log Comparison</i>
47	<i>Compare Two Alignments</i>	<i>Alignment A And Alignment B</i>	<i>Alignment Comparison</i>
48	<i>Comparison Framework (1 EL, 1+ Pts)</i>	<i>Event Log And Process Tree</i>	<i>Comparison Framework Visualization</i>
49	<i>Comparison Framework (1 PT, 1+ ELs)</i>	<i>Process Tree And Event Log</i>	<i>Comparison Framework Visualization</i>
50	<i>Comparison Framework (Elarray, 1+ Pts)</i>	<i>Event Log Array And Process Tree</i>	<i>Comparison Framework Visualization</i>
51	<i>Comparison Framework (Elarray, Pttarray)</i>	<i>Event Log Array And Process Tree Array</i>	<i>Comparison Framework Visualization</i>

Nome Do Plugin		Entradas	Saídas
52	Comparison Framework (Pttarray, 1+ Els)	Process Tree Array And Event Log	Comparison Framework Visualization
53	Compute A Model Measure	Petri Net	Computed Measures
54	Compute Anomaly Intervals For Net	Stochastic Petri Net	Anomaly Intervals
55	Compute Data Petri Net Synchronous Product	Data Petri Net	Synchronous Product, Initial Marking And Final Marking
56	Compute Likelihoods	Event Log And Stochastic Petri Net	Case Statistics For Outlier Detection
57	Compute Ptraces	Event Log	Plog
58	Compute Risk By Simulation	Stochasticnet, Trace, Current Time And Target Time	Expected Duration
59	Concept Drift	Log	Log
60	Configure Compliance Rule (Experimental)	Configurable Compliance Rule, Configuration Guide, Initial Configuration And Log	Compliance Rule And Initial Marking
61	Configure Petri Net Completely	Configurable Net	Configured Net And Initial Marking
62	Configure Petri Net Partially	Configurable Net	Configured Net
63	Configure Visibility Of Transitions	Petri Net	-
64	Conformance Checking Of Data-Aware Casual Net (Using ILP)	Data-Aware Casual Net, Replay Result And Log	Result Replay
65	Conformance Checking Of DPN (Balanced & Live)	Petri Net With Data And Log	Data Conformance Progress
66	Conformance Checking Of DPN (Balanced)	Petri Net With Data, Log And Configuration	Balanced Data Conformance Result
67	Conformance Checking Of DPN (Create Configuration)	Petri Net With Data And Log	Configuration For Conformance Checking Of Dpn

	Nome Do Plugin	Entradas	Saídas
68	Conformance Checking Of DPN (Xlog With Xalignmentextension)	Petri Net With Data, Log And Configuration	Aligned Xlog With Xalignmentextension
69	Conformance Checking Of Petri Net With Data	Petri Net With Data And Log	Petri Net With Data
70	Connect Log Events To Petri Nets With Omega Transitions	Log And Petri Net	Mapping
71	Construct A BPMN Model With Subprocesses From Flat BPMN Model With Annotated Activities	Bpmn Model	Bpmn Model
72	Construct A BPMN Model With Subprocesses From Petri Net And Localized Log	Petri Net And Log	Bpmn Model
73	Construct Coverability Graph Of A Petri Net	Net And Marking	Coverability Graph, Coverability Set, Initial States And Final States
74	Construct Log From Alignment	Log-Model Alignment	Log
75	Construct Reachability Graph Of A Petri Net	Net And Marking	Reachability Graph, Reachability Set, Initial States And Final States
76	Convert BPMN Diagram To Data Petri Net	Data Petri Net	Data Petri Net And Initial Marking
77	Convert BPMN Diagram To Petri Net	Petri Net	Petri Net And Initial Marking
78	Convert C-Net To BPMN	Causal Net	Bpmn Diagram
79	Convert C-Net To BPMN With OR	Causal Net	Bpmn Diagram
80	Convert Causal Net To CPF Model	Flex	Apromore
81	Convert Cheetah Log	Log To Be Converted	Converted Log
82	Convert Cnet To Petrinet (BVD)	Cnet	Petrinet And Marking
83	Convert CPF Model To Causal Net	Aprmodel	Flexmodel And Start Node
84	Convert CSV To XES	Csv	Xes Event Log
85	Convert Data Alignment To Event Log With Xalignmentextension	Alignmentcollection	Log

	Nome Do Plugin	Entradas	Saídas
86	<i>Convert Data Petri Net To BPMN Diagram</i>	<i>Data Petri Net</i>	<i>Bpmn Diagram</i>
87	<i>Convert Directly-Follows Graph To Process Tree</i>	<i>Directly-Follows Graph</i>	<i>Process Tree</i>
88	<i>Convert Distributions In Stochastic Petri Net</i>	<i>Stochastic Petri Net</i>	<i>Stochastic Petri Net And Marking</i>
89	<i>Convert DPN-Net To DOT</i>	<i>Dpn-Net</i>	<i>Dot</i>
90	<i>Convert EPC To CPF Model</i>	<i>Epcgraph</i>	<i>Apromore</i>
91	<i>Convert EPC To Petri Net</i>	<i>Epc</i>	<i>Petri Net</i>
92	<i>Convert Flexible Model To Petri Net</i>	<i>Flexible Model</i>	<i>Petri Net And Initial Marking</i>
93	<i>Convert Heuristics Net Into Flexible Model</i>	<i>Heuristicsnet</i>	<i>Flexible Model, Start Task Nodes And End Task Nodes</i>
94	<i>Convert Heuristics Net Into Petri Net</i>	<i>Heuristicsnet</i>	<i>Petri Net And Marking</i>
95	<i>Convert Log To Directly-Follows Graph</i>	<i>Log</i>	<i>Directly-Follows Graph</i>
96	<i>Convert Petri Net To BPMN Diagram</i>	<i>Petri Net</i>	<i>Bpmn Diagram And Conversion Map</i>
97	<i>Convert Petri Net To BPMN Diagram With Subprocesses</i>	<i>Petri Net</i>	<i>Bpmn Diagram</i>
98	<i>Convert Petri Net To CPF Model</i>	<i>Petrinetgraph</i>	<i>Apromore</i>
99	<i>Convert Petri Net To Flexible Model</i>	<i>Petri Net</i>	<i>Flexible Model, Start Task Nodes, End Task Nodes And Special Nodes (Places)</i>
100	<i>Convert Process Tree To BPMN Diagram</i>	<i>Process Tree And Simplify</i>	<i>Bpmn Diagram And Conversion Map</i>
101	<i>Convert Process Tree To BPMN Diagram With Subprocesses</i>	<i>Process Tree</i>	<i>Bpmn Diagram And Conversion Map</i>
102	<i>Convert Process Tree To CPN Model</i>	<i>Process Tree</i>	<i>Cpn Model</i>
103	<i>Convert Process Tree To Petri Net</i>	<i>Process Tree</i>	<i>Petri Net, Initial Marking And Final Marking</i>
104	<i>Convert Process Tree To Petri Net - Keep Structure</i>	<i>Process Tree</i>	<i>Petri Net, Initial Marking And Final Marking</i>
105	<i>Convert Processtree To Yawl (Copied)</i>	<i>Process Tree</i>	<i>Yawl Model</i>

	Nome Do Plugin	Entradas	Saídas
106	<i>Convert Processtree To Yawl (Minimal)</i>	<i>Process Tree</i>	<i>Yawl Model</i>
107	<i>Convert Processtree To Yawl (Shared, Decomposed)</i>	<i>Process Tree</i>	<i>Yawl Model</i>
108	<i>Convert Processtree To Yawl (Shared, Synchronized, Decomposed)</i>	<i>Process Tree</i>	<i>Yawl Model</i>
109	<i>Convert Processtree To Yawl (Shared, Synchronized)</i>	<i>Process Tree</i>	<i>Yawl Model</i>
110	<i>Convert Processtree To Yawl (Shared)</i>	<i>Process Tree</i>	<i>Yawl Model</i>
111	<i>Convert Processtree To Yawlongdata</i>	<i>Process Tree</i>	<i>Yawl Org Data</i>
112	<i>Convert Processtree YAWL (Model, Configuration, Cmapping)</i>	<i>Process Tree And Configuration</i>	<i>Yawl Model, Domain Configuration And Cmapping</i>
113	<i>Convert To Data Anotated Log</i>	<i>Log</i>	<i>Log</i>
114	<i>Convert To Log Alignments</i>	<i>Event Log Array, Accepting Petri Net Array, Replay Result Array And Replay Cost Factor</i>	<i>Log Alignment Array</i>
115	<i>Convert To Petri Net Using Regions</i>	<i>Transition System</i>	<i>Petrinet And Marking</i>
116	<i>Convert To Replay Results</i>	<i>Log Alignment, Accepting Petri Net And Event Log</i>	<i>Replay Result</i>
117	<i>Convert YAWL Model To Flexible Model</i>	<i>Yawl Net</i>	<i>Flexible Model, Start Task Nodes Set, End Task Nodes Set, Cancelation Region, Node Mapping, Causal Node Codec And Flexible Model Special Nodes</i>
118	<i>Convert YAWL To CPF Model</i>	<i>Netgraph</i>	<i>Apromore</i>
119	<i>Cosimulate CPN Model With Prom Plugins</i>	<i>Cpn Tools Model And Start Marking</i>	<i>Cosimulation Setup</i>
120	<i>Create Accepting Petri Net</i>	<i>Petri Net</i>	<i>Accepting Petri Net</i>
121	<i>Create Activity Clusters</i>	<i>Accepting Petri Net Array</i>	<i>Activity Cluster Array</i>

	Nome Do Plugin	Entradas	Saídas
122	Create Alignment Between Process Tree And Log	Process Tree And Log	Process Tree Alignment
123	Create Clusters	Causal Activity Graph	Activity Cluster Array
124	Create Data Context	Process Tree	Process Tree Data Context
125	Create Data Context Array	Process Tree Data Context	Process Tree Data Context Array
126	Create Environment Context	Process Tree	Process Tree Environment Context
127	Create Environment Context Array	Process Tree Environment Context	Process Tree Environment Context Array
128	Create Final Marking	Petri Net	Final Marking Connection And Final Marking
129	Create Frequency Distribution	Event Log	Log Frequency Distribution
130	Create Fresh Log	-	Log
131	Create Graph	Causal Activity Matrix	Causal Activity Graph
132	Create Graph Using Creator	Causal Activity Matrix	Causal Activity Graph
133	Create Happifiable Log	Event Log	Happifiable Log
134	Create Initial Marking	Petri Net	Connection Initial Marking And Initial Marking
135	Create Matrix	Accepting Petri Net And Event Log	Causal Activity Matrix
136	Create Originator Context	Process Tree	Process Tree Originator Context
137	Create Originator Context Array	Process Tree Originator Context	Process Tree Originator Context Array
138	Create Pareto Front For Process Tree Array	Process Tree Array	Pareto Front Process Tree
139	Create Process Tree Array	Process Tree	Process Tree Array
140	Create Simulation Context	Process Tree	Process Tree Simulation Context
141	Create Simulation Context Array	Process Tree Simulation Context	Process Tree Simulation Context Array

	Nome Do Plugin	Entradas	Saídas
142	Create Temporal Pattern For Compliance Checking	Log	Temporal Pattern, Initial Marking, Final Marking And Temporal Compliance Requirement
143	Create/Edit Configurable Petri Net	Petri Net	Configurable Net
144	Create/Edit Petrinet With Data	Petri Net With Reset And Inhibitor Arcs	Petri Net With Data, Initial Marking And Final Marking
145	Determine Activity Costs	Activity Cluster Array	Replay Costs
146	Differencegraph	Logfile (1) And Logfile (2)	Differencegraph (1) And Differencegraph (2)
147	Differencegraph With Activitynets	Activitynet (1) And Activitynet (2)	Differencegraph (1) And Differencegraph (2)
148	Differencegraph With Heuristicsnet	Heuristicsnet (1) And Heuristicsnet (2)	Differencegraph (1) And Differencegraph (2)
149	Differencegraph With Petrinet	Petrinet (1) And Petrinet (2)	Differencegraph (1) And Differencegraph (2)
150	Discover Accepting Petri Nets	Event Log Array	Accepting Petri Net Array
151	Discover Clusters	Event Log And Parameters	Activity Cluster Array
152	Discover Matrix	Event Log	Causal Activity Matrix
153	Discover Of The Process Data-Flow (Decision-Tree)	Petri Net And Log	Petri Net With Data, Initial Marking And Final Marking
154	Discover Using Decomposition	Event Log And Activity Cluster Array	Accepting Petri Net
155	Elicit Compliance Rule (Experimental)	Log	Compliance Rule And Initial Marking
156	Enhance Log: Abstract Events Based On Rules (ABCD)	Log	Event Log
157	Enhance Log: Abstract Events Based On Rules (ABCDE -> (AB) -> XCDE)	Log	Event Log
158	Enhance Log: Add Basic Log Information/Metadata	Log	-

	Nome Do Plugin	Entradas	Saídas
159	<i>Enhance Log: Add Concept Name To Events From Classifier</i>	<i>Log And Concept Name Parameters</i>	<i>Transformed Log</i>
160	<i>Enhance Log: Add Elapsed Time Between Tow Event Classes As Attribute</i>	<i>Log</i>	<i>-</i>
161	<i>Enhance Log: Add Elapsed Time In Trace As Attribute To All Events</i>	<i>Log</i>	<i>-</i>
162	<i>Enhance Log: Add Mapping Of Activity Names</i>	<i>Log And Activity Mapping Parameters</i>	<i>Transformed Log</i>
163	<i>Enhance Log: Anonymize Log</i>	<i>Event Log</i>	<i>Anonymized Event Log</i>
164	<i>Enhance Log: Change Event Name Based On Attribute</i>	<i>Event Log</i>	<i>Enhanced Log</i>
165	<i>Enhance Log: Change Event Timestamp Based On Attribute</i>	<i>Event Log</i>	<i>Enhanced Log</i>
166	<i>Enhance Log: Change Ordering Of Event With Same Timestamp</i>	<i>Event Log</i>	<i>Enhanced Log</i>
167	<i>Enhance Log: Copy Attributes Between Events</i>	<i>Log</i>	<i>-</i>
168	<i>Enhance Log: Copy Attributes From Trace Level To The 1st Event</i>	<i>Event Log</i>	<i>-</i>
169	<i>Enhance Log: Create Event Based On A Timestamp Attribute</i>	<i>Event Log</i>	<i>Enhanced Log</i>
170	<i>Enhance Log: Extract Sample Of Traces (Random)</i>	<i>Log</i>	<i>Random Sample Log</i>
171	<i>Enhance Log: Extract Traces By Index</i>	<i>Log</i>	<i>Filtered Log By Index</i>
172	<i>Enhance Log: Filter Unmapped Event Classes</i>	<i>Petri Net And Event Log</i>	<i>Filtered Log</i>
173	<i>Enhance Log: Merge Subsequent Events (AAABB -> AB)</i>	<i>Log</i>	<i>Merged Log</i>
174	<i>Enhance Log: Move Attributes Between Events</i>	<i>Log</i>	<i>-</i>

	Nome Do Plugin	Entradas	Saídas
175	Enhance Log: Move Trace Level Attributes To Trace (In Place)	Event Log	-
176	Enhance Log: Re-Sort By Length Of Trace (Longest First In Place)	Event Log	-
177	Enhance Log: Remove All “Non-Standard” Attributes (In Place)	Event Log	-
178	Enhance Log: Remove All Attributes With Empty Value (In Place)	Event Log	-
179	Enhance Log: Remove All Attributes With Value “NOT_SET”	Event Log	-
180	Enhance Log: Remove All Attributes With Value “NULL”	Event Log	-
181	Enhance Log: Remove Random Number Of Events (In Place)	Log	-
182	Enhance Log: Repair Event Log (In Place)	Log	-
183	Enhance Log: Transform “Value” Attributes (In Place)	Log	-
184	Enrich Log For Temporal Compliance Checking	Log And Temporal Compliance Requirement	Enriched Log
185	Enrich Petri Net (Simulated Experiment)	Stochasticnet	Enrichment Quality
186	Enrich Petri Net With Performance Data	Manifest	Stochastic Petri Net And Marking
187	Enrich Petri Net With Performance Data (Default Mapping)	Petri Net And Log	Stochastic Petri Net And Marking
188	Enrich Process Tree With Log Information	Process Tree And Log	Enriched Process Tree
189	Estimate Completeness	Log	Completeness Result
190	Evaluate Process Tree	Event Log And Process Tree	Process Tree Quality

	Nome Do Plugin	Entradas	Saídas
191	<i>Evaluate Process Tree (With Cassifier)</i>	<i>Event Log, Process Tree And Event Classifier</i>	<i>Process Tree Quality</i>
192	<i>Example Provider</i>	<i>Operational Support Service</i>	<i>Example Provider</i>
193	<i>Expand Collapsed Process Tree</i>	<i>Collapsed Process Tree</i>	<i>Process Tree</i>
194	<i>Export Alignment To CSV For Decision Point Analysis</i>	<i>Petri Net, Log And Alignment</i>	-
195	<i>Export Alignment To CSV For Deviation Analysis</i>	<i>Petri Net, Log And Alignment</i>	-
196	<i>Export Ppmcharts (One Per Trace)</i>	<i>Log To Generate And Export Ppmcharts For</i>	<i>Original Log (And Chart Figures In Files System)</i>
197	<i>Extend/Enhance Event Log With Supplementary Events</i>	<i>Dpn-Net, Event Log (Master) And Events Logs (Additional)</i>	<i>Merged Event Log</i>
198	<i>Extract Augmented Log</i>	<i>Predictor</i>	<i>Xeslog</i>
199	<i>Filter Events</i>	<i>Log</i>	<i>Filtered Log</i>
200	<i>Filter Events Based On Attribute Values</i>	<i>Event Log</i>	<i>Enhanced Log</i>
201	<i>Filter In High-Frequency Traces (Multiple Logs)</i>	<i>Event Log</i>	<i>Filtered Log</i>
202	<i>Filter In High-Frequency Traces (Single Log)</i>	<i>Event Log</i>	<i>Filtered Log</i>
203	<i>Filter Invariants In Petri Net</i>	<i>Petri Net And Log</i>	<i>Petri Net With Data, Initial Marking, Final Marking And Invariant Table</i>
204	<i>Filter Log Alignments</i>	<i>Log Alignment Array And Accepting Petri Net Array</i>	<i>Log Alignment Array</i>
205	<i>Filter Log By Attributes</i>	<i>Log</i>	<i>Filtered Log</i>
206	<i>Filter Log On Event Attribute Values</i>	<i>Log</i>	<i>Log</i>
207	<i>Filter Log On First Six Months Per Trace</i>	<i>Log</i>	<i>Log (Filtered)</i>

	Nome Do Plugin	Entradas	Saídas
208	<i>Filter Log On Trace Attribute Values</i>	<i>Log</i>	<i>Log</i>
209	<i>Filter Log Using Prefix-Closed Language (PCL)</i>	<i>Log</i>	<i>Log</i>
210	<i>Filter Log Using Simple Heuristics</i>	<i>Log</i>	<i>Log</i>
211	<i>Filter Log: Retain Trace With Higher Fitness</i>	<i>Log And Resultreplay</i>	<i>Log</i>
212	<i>Filter Out Low-Frequency Traces (Multiple Logs)</i>	<i>Event Log</i>	<i>Filtered Log</i>
213	<i>Filter Out Low-Frequency Traces (Single Log)</i>	<i>Event Log</i>	<i>Filtered Log</i>
214	<i>Filter Out Low-Occurrence Traces (Multiple Logs)</i>	<i>Event Log</i>	<i>Filtered Log</i>
215	<i>Filter Out Low-Occurrence Traces (Single Log)</i>	<i>Event Log</i>	<i>Filtered Log</i>
216	<i>Filter Out Unmapped Event Classes</i>	<i>Petri Net And Event Log</i>	-
217	<i>Filter Test</i>	<i>Event Log</i>	<i>Log</i>
218	<i>Filter Using Matrix (Multiple Logs)</i>	<i>Logs And Causal Activity Matrix</i>	<i>Filtered Logs</i>
219	<i>Filter Using Matrix (Single Log)</i>	<i>Log And Causal Activity Matrix</i>	<i>Filtered Log</i>
220	<i>Filter/Edit Attributes Of An Event Log (In Place)</i>	<i>Event Log</i>	-
221	<i>Fix Attributes</i>	<i>Log</i>	<i>Log</i>
222	<i>Generate A Collection Of Logs With PLG</i>	<i>Process Model</i>	<i>Logs Collection</i>
223	<i>Generate A Collection Of Processes With PLG</i>	-	<i>Process Model Collection</i>
224	<i>Generate Block-Structured Stochastic Petri Net</i>	-	<i>Stochastic Petri Net, Initial Marking And Final Marking</i>

	Nome Do Plugin	Entradas	Saídas
225	<i>Generate Ilp Collection</i>	<i>Event Log And Ilp Miner Configuration</i>	<i>Message (Htmltostring)</i>
226	<i>Generate Monotonicity</i>	<i>Process Tree Array</i>	<i>Monotonicity Order Global</i>
227	<i>Generate Paired Logs</i>	<i>Event Log And Event Log</i>	<i>Paired Logs</i>
228	<i>Generate Referencing Test Object</i>	<i>References Object</i>	<i>Test Object</i>
229	<i>Generate Serialization Updating Object</i>	-	<i>Test Object</i>
230	<i>Get Activity-Specific Timestamp</i>	<i>Event Log</i>	<i>Event Log</i>
231	<i>Get Compliance Diagnostics From Alignment</i>	<i>Petri Net</i>	<i>Compliance Diagnostics</i>
232	<i>Get Compliance Diagnostics From Data-Aware Alignment</i>	<i>Data-Aware Alignment</i>	<i>Compliance Diagnostics And Compliance Statistics</i>
233	<i>Get Log From Best-Matching Alignments</i>	<i>Alignment</i>	<i>Best-Matching Alignments</i>
234	<i>Get Log From Control-Flow Alignment</i>	<i>Alignment</i>	<i>Control-Flow Alignment</i>
235	<i>Guide Tree Miner</i>	<i>Log</i>	<i>Guide Tree And Cluster Log Output</i>
236	<i>Happify Log</i>	<i>Happifiable Log</i>	<i>Happifiable Log</i>
237	<i>Ilp-Based Process Discovery</i>	<i>Event Log And Ilp Miner Configuration</i>	<i>Petri Net And Marking</i>
238	<i>Insert Comprehension Phases In Cheetah Log</i>	<i>Log To Be Altered</i>	<i>Altered Log</i>
239	<i>Instantiate Process Tree With A Configuration</i>	<i>Process Tree And Configuration</i>	<i>Instantiated Process Tree</i>
240	<i>Leemans Episode Miner - Config Dialog</i>	<i>Log</i>	<i>Leemans Episode Model</i>
241	<i>Leemans Episode Miner - Default Config</i>	<i>Log</i>	<i>Leemans Episode Model</i>
242	<i>Load Annotation Filter</i>	<i>Log</i>	<i>Log</i>
243	<i>Load Compliance Rule From Repository</i>	-	<i>Compliance Pattern And Initial Marking</i>
244	<i>Load CPN Model From CPN Tools</i>	-	<i>Cpn Tools Model</i>

	Nome Do Plugin	Entradas	Saídas
245	<i>Make The Order Consistent When Events Have The Same Timestamp</i>	<i>Xeslog</i>	<i>Xeslog</i>
246	<i>Make Timestamps Relative</i>	<i>Log</i>	<i>Altered Log</i>
247	<i>Measure Precision/Generalization</i>	<i>Petri Net, Event Log And Alignment</i>	<i>Alignment-Based Precision/ Genralization</i>
248	<i>Merge Accepting Petri Nets</i>	<i>Accepting Petri Net Array</i>	<i>Accepting Petri Net</i>
249	<i>Merge Automatic Map Generator Files</i>	<i>Map File 1</i>	<i>Map File</i>
250	<i>Merge Log Alignments</i>	<i>Event Log, Log Alignment Array And Accepting Petri Net Array</i>	<i>Log Alignment</i>
251	<i>Merge Process Trees Activity Map</i>	<i>Process Tree 1 And Process Tree 2</i>	<i>Merged Process Tree</i>
252	<i>Merge Process Trees Activity Map (Pta)</i>	<i>Process Tree Array</i>	<i>The Process Tree Obtained After Merging The Input</i>
253	<i>Merge Process Trees Extended Map</i>	<i>Process Tree 1 And Process Tree 2</i>	<i>Merged Process Tree</i>
254	<i>Merge Process Trees Extended Map (Pta)</i>	<i>Process Tree Array</i>	<i>Merged Process Tree</i>
255	<i>Merge Two Event Logs Using A Rule Based Algorithm</i>	<i>First Log And Second Log</i>	<i>Merged Log</i>
256	<i>Merge Two Event Logs Using Ais Algorithm</i>	<i>First Log And Second Log</i>	<i>Merged Log</i>
257	<i>Mine A Collection Of Logs With Heuristics Miner (PLG)</i>	<i>Logs Collection</i>	<i>Mine Collection</i>
258	<i>Mine A Petri Net Using Flower Miner</i>	<i>Log</i>	<i>Petri Net, Initial Marking And Final Marking</i>
259	<i>Mine A Process Tree With Etmd</i>	<i>Event Log</i>	<i>Process Tree</i>
260	<i>Mine A Process Tree With Etmr</i>	<i>Event Log And Etm Parameters</i>	<i>Process Tree</i>
261	<i>Mine Configured Process Tree With Etmc</i>	<i>Event Log</i>	<i>Process Tree</i>
262	<i>Mine For A Fuzzy Model</i>	<i>Log</i>	<i>Fuzzy Model</i>

	Nome Do Plugin	Entradas	Saídas
263	Mine For A Handover-Of-Work Social Network	Log	Social Network (How)
264	Mine For A Heuristics Net Using Heuristics Miner	Log And Log Info	Mined Models
265	Mine For A Heuristics Net Using Heuristics Miner (Bpmnanalysis)	Log	Mined Models
266	Mine For A Petri Net Using Alpha-Algorithm	Log	Petri Net And Marking
267	Mine For A Petri Net Using ILP	Log	Petri Net And Marking
268	Mine For A Reassignment Social Network	Log	Social Network (Ra)
269	Mine For A Similar-Task Social Network	Log	Social Network (St)
270	Mine For A Subcontracting Social Network	Log	Social Network (Sc)
271	Mine For A Working-Together Social Network	Log	Social Network (Wt)
272	Mine Pareto Front With Etmd	Event Log	Process Tree
273	Mine Pareto Front With Etmd In Live Mode	Event Log	Running Etmd Live Pareto Instance
274	Mine Pareto Front With Etmr	Event Log And Etm Parameters	Process Tree
275	Mine Pareto Front With Etmr In Live Mode	Event Log And Seed Trees	Running Etmr Live Pareto Instance
276	Mine Petri Net Using Regions	Log	Accepting Petri Net, Acceptingpetrinetarray And Event Log Array
277	Mine Petri Net With Inductive Miner	Log	Petri Net, Initial Marking And Final Marking
278	Mine Process Tree With Inductive Miner	Log	Process Tree
279	Mine Spd Model	Log	Simple Precedence Diagram
280	Mine Transition System	Log	Mined Transitions System, Weights, Start States And Accept States
281	Mine With Inductive Visual Miner	Event Log	Inductive Visual Miner
282	Miner For A Fuzzy Model	Log	Fuzzy Model

Nome Do Plugin		Entradas	Saídas
283	<i>Miner For A Petri Net Using ILP</i>	<i>Log</i>	<i>Petri Net And Marking</i>
284	<i>Modify Clusters</i>	<i>Activity Cluster Array And Causal Activity Graph</i>	<i>Modified Activity Cluster Array</i>
285	<i>Modify Matrix</i>	<i>Causal Activity Matrix</i>	<i>Causal Activity Matrix</i>
286	<i>Move Trace Attributs To First Event</i>	<i>Xeslog</i>	<i>Xeslog</i>
287	<i>Operational Support Annotation Provider</i>	<i>Operational Support Service And Transition System Time Annotation</i>	<i>Time Annotation Provider</i>
288	<i>Operational Support Client</i>	<i>Log</i>	<i>Operational Support Client</i>
289	<i>Operational Support Service</i>	-	<i>Operational Support Service</i>
290	<i>Pack Petri Net</i>	<i>Petri Net</i>	<i>Accepting Petri Net</i>
291	<i>Partial Advanced Replay</i>	<i>Petri Net And Event Log</i>	<i>Po-Replay Result</i>
292	<i>Partial Advanced Replayer</i>	<i>Petri Net And Event Log</i>	<i>Po-Replay Result</i>
293	<i>Partial Aware Replay</i>	<i>Petri Net, Event Log And Parameters</i>	<i>Petrinet Log Replay Result</i>
294	<i>Perform A Simple Simulation Of A (Stochastic) Petri Net</i>	<i>Petri Net</i>	<i>Artificial Log</i>
295	<i>Perform Predictions Of Business Process Features</i>	<i>Xeslog And Result Replay</i>	<i>Predictor</i>
296	<i>Petra (Configurable) Model Gui</i>	<i>Process Tree</i>	<i>Process Tree Array</i>
297	<i>Petra (Configurable) Model GUI Paretofront</i>	<i>Process Tree</i>	<i>Pareto Front</i>
298	<i>Petra List Of Models</i>	<i>Process Tree Array</i>	<i>Process Tree Array</i>
299	<i>Plg Log Generator</i>	<i>Process Model And Configuration</i>	<i>Log</i>
300	<i>Plg Process Generator</i>	<i>Configuration</i>	<i>Process Model</i>
301	<i>Pn Conformance Analysis</i>	<i>Log And Petri Net</i>	<i>Conformance Total</i>

	Nome Do Plugin	Entradas	Saídas
302	<i>Pn Performance Analysis</i>	<i>Log And Petri Net</i>	<i>Result Of Performance</i>
303	<i>Ppmchart Analysis</i>	<i>Log</i>	<i>Ppmchart Analysis</i>
304	<i>Pre-Process An Event Log For Life Cycle Mining</i>	<i>Log</i>	<i>Log</i>
305	<i>Precision Of Data Petri Net (DPN)</i>	<i>Petri Net With Data And Log</i>	<i>Multi-Perspective Activity Precision Measurement</i>
306	<i>Precision Of Data Petri Net Using Alignment (DPN)</i>	<i>Petri Net With Data, Log And Aligned Log</i>	<i>Precision Measurement</i>
307	<i>Predict Duration By Simulation</i>	<i>Stochasticnet, Trace And Time</i>	<i>Expected Duration</i>
308	<i>Predict Duration By Simulation (Simulated Experiment)</i>	<i>Stochasticnet</i>	<i>Prediction Results For Each Trace At Multiple Point</i>
309	<i>Predict Durations (Real Experiment)</i>	<i>Petri Net And Log</i>	<i>Prediction / Real Value Pairs For Each Trace At Multiple Points</i>
310	<i>Prepare Durations For Correlation Testing</i>	<i>Log</i>	<i>Result</i>
311	<i>Process Tree Generator</i>	<i>-</i>	<i>Process Tree</i>
312	<i>Process Tree To Bpsim Converter</i>	<i>Process Tree</i>	<i>Bpsim</i>
313	<i>Produce Flexible Model For Validation</i>	<i>-</i>	<i>Flexible Model Validation And Start Tasks</i>
314	<i>Publish To 3TU Datacenter</i>	<i>Log</i>	<i>Result Of Adding The Dublin Core Meta Data</i>
315	<i>Reduce All Transitions</i>	<i>Petri Net</i>	<i>Petri Net</i>
316	<i>Reduce All Transitions, Retain Sink/Source Places</i>	<i>Petri Net</i>	<i>Petri Net</i>
317	<i>Reduce Process Tree Language-Equivalently</i>	<i>Petri Net</i>	<i>Petri Net</i>
318	<i>Reduce Silent Transitions</i>	<i>Petri Net And Marking</i>	<i>Petri Net And Marking</i>
319	<i>Reduce Using Murata Rules</i>	<i>Accepting Petri Net</i>	<i>Accepting Petri Net</i>
320	<i>Remove Edgepoints</i>	<i>Graph</i>	<i>-</i>

Nome Do Plugin		Entradas	Saídas
321	<i>Remove Events From Log Traces</i>	<i>Log</i>	<i>Log</i>
322	<i>Remove Extensions From Log</i>	<i>Log</i>	<i>Filtered Log</i>
323	<i>Remove Start And End Transitions</i>	<i>Accepting Petri Net</i>	<i>Accepting Petri Net</i>
324	<i>Remove Stochastic Information From Petri Net</i>	<i>Stochastic Petri Net</i>	<i>Petri Net And Marking</i>
325	<i>Remove Structural Redundant Places From Accepting Petri Net</i>	<i>Accepting Petri Net</i>	<i>Accepting Petri Net</i>
326	<i>Remove Structural Redundant Places From Petri Net</i>	<i>Petri Net</i>	<i>Petri Net</i>
327	<i>Remove Unconnected Nodes</i>	<i>Petri Net</i>	<i>Petri Net</i>
328	<i>Rename / Merge Events</i>	<i>Log</i>	<i>Altered Log</i>
329	<i>Repair Global Attributes</i>	<i>Event Log</i>	<i>Repaired Log With Globals</i>
330	<i>Repair Global Attributes (In Place)</i>	<i>Event Log</i>	-
331	<i>Repair Log</i>	<i>Alignments And Event Log</i>	<i>Repaired Event Log</i>
332	<i>Repair Model</i>	<i>Log And Petri Net</i>	<i>Repaired Petrinet And Marking</i>
333	<i>Repair Model (Find Loops)</i>	<i>Log, Petri Net And Alignment</i>	<i>Repaired Petrinet And Marking</i>
334	<i>Repair Model (Find Subprocesses)</i>	<i>Log, Petri Net And Alignment</i>	<i>Repaired Petrinet And Marking</i>
335	<i>Repair Model (Remove Unused Parts)</i>	<i>Log, Petri Net And Alignment</i>	<i>Repaired Petrinet And Marking</i>
336	<i>Replay A Case On CPF Model For Conformance Analysis</i>	<i>Cpf Model And Event Log</i>	<i>Case Replay Result</i>
337	<i>Replay A Case On Flexible Model For Conformance Analysis</i>	<i>Flexible Model And Event Log</i>	<i>Case Replay Result And Start Task Nodes</i>
338	<i>Replay A Log On Cnet For Conformance Analysis</i>	<i>Cnet And Event Log</i>	<i>Cnet Log Replay Result</i>

	Nome Do Plugin	Entradas	Saídas
339	<i>Replay A Log On CPF Model For Conformance Analysis</i>	<i>Cpf Model And Event Log</i>	<i>Cpf Replay Result</i>
340	<i>Replay A Log On Flexible Model For Conformance Analysis</i>	<i>Flexible Model And Event Log</i>	<i>Conformance Analysis Result And Start Task Nodes</i>
341	<i>Replay A Log On Petri Net For All Optimal Alignments</i>	<i>Petri Net And Event Log</i>	<i>All Optimal Alignments</i>
342	<i>Replay A Log On Petri Net For Conformance Analysis</i>	<i>Petri Net And Event Log</i>	<i>Petrinet Log Replay Result</i>
343	<i>Replay A Log On Petri Net For Performance / Conformance</i>	<i>Petri Net And Event Log</i>	<i>Manifest</i>
344	<i>Replay A Log On YAWL Model For Performance Analysis</i>	<i>Yawl Model And Event Log</i>	<i>Flexible Model Of Yawl Model And Performance Analysis Result</i>
345	<i>Replay Event Logs</i>	<i>Event Log Array And Accepting Petri Net Array</i>	<i>Replay Result Array</i>
346	<i>Replay Log In Simple Precedence Diagram (SPD)</i>	<i>Simple Precedence Diagram And Event Log</i>	<i>Fuzzy Performance Diagram (Fpd), Case Kpi Data, Global Settings, Element Performance Measurement Data, Two Nodes Performance Data And Aggregated Activity Performance Diagram (Aapd)</i>
347	<i>Replay Log In YAWL Net</i>	<i>Yawl Net And Event Log</i>	<i>Yawl Net Replay Result, Performance Result And Replay Animation On Yawl Net</i>
348	<i>Replay Log On Map</i>	<i>Event Log And Visualization Data</i>	<i>Visualization Data</i>
349	<i>Replay Using Decomposition</i>	<i>Event Log And Accepting Petri Net</i>	<i>Replay Result</i>
350	<i>Resort Log Based On Time</i>	<i>Log</i>	<i>Log</i>
351	<i>Resort Log Based On Time, Preserve Ordering</i>	<i>Log</i>	<i>Log</i>
352	<i>Resources Swap Analysis</i>	<i>Paired Logs</i>	<i>Resource Swap Weighted Digraph</i>
353	<i>Reverse Log</i>	<i>Log</i>	<i>Reversed Log</i>

	Nome Do Plugin	Entradas	Saídas
354	Select Best Fuzzy Instance	Fuzzy Model	Fuzzy Instance
355	Select Bpmn Diagram	Bpmn	Bpmn Diagram
356	Select Configurable Compliance Rule (Experimental)	Log	Configurable Compliance Rule, Configuration Guide And Initial Configuration
357	Show All Package And All Plug-Ins	-	Release Info
358	Show Apache License, Version 2.0	-	Apache License, Version 2.0
359	Show Established Packages	-	Release Info
360	Show Gpl License, Version 2.0	-	Gpl License, Version 2.0
361	Show L-Gpl License	-	Apache License, Version 2.0
362	Show Petri-Net Metrics	Petri Net	Metrics
363	Show Pompom View	Petri Net And Xlog	Pompom View
364	Show Runner-Up Packages	-	Release Info
365	Signature Discovery	Log	Signature Patterns
366	Simplify For Replay	Petri Net And Marking	Petri Net And Marking
367	Simplify Mined Model Using Uma	Log, Petri Net And Initial Marking	Petri Net And Marking
368	Simulate Cpn Model	Cpn Tools Model And Start Marking	Simulation Log
369	Sort Events In Traces, Based On Time Stamp (In Place)	Log With Sorted Events	Log
370	Split Accepting Petri Net	Accepting Petri Net And Activity Cluster Array	Accepting Petri Net Array
371	Split Cheetah Log Into Processes Per Model (Max 30)	Log To Be Split	Splitted Log 1, Splitted Log 2, Splitted Log 3 (...) Splitted Log 30
372	Split Event Log	Event Log And Activity Cluster Array	Event Log Array

	Nome Do Plugin	Entradas	Saídas
373	<i>Start Not Another Workflow Language System</i>	<i>Log</i>	<i>Not Another Workflow Language System</i>
374	<i>Start Operational Support Service 2.0</i>	-	<i>Operational Support Service 2</i>
375	<i>Start Process Tree Editor</i>	-	<i>Process Tree Editor</i>
376	<i>Start Process Tree Editor Beginner</i>	-	<i>Process Tree Editor Beginner</i>
377	<i>Start Retarded Squirrel Provider</i>	<i>Operational Support Service 2</i>	<i>Retarded Squirrel</i>
378	<i>Swap Events In Log Traces</i>	<i>Log</i>	<i>Log</i>
379	<i>Swimlane Discovery Plug-In</i>	<i>Bpmn Diagram And Event Log</i>	<i>Bpmn Diagram With Swimlanes</i>
380	<i>Switch Default Xes Implementation (Default Xfactory)</i>	-	-
381	<i>Synthesize Partner Using Wendy</i>	<i>An Open Net And An Initial Marking</i>	<i>Synthesis Result, Initial State And Final State</i>
382	<i>Test Cnetminer</i>	<i>Log</i>	<i>Cnet, Petri Net And Marking</i>
383	<i>Test Driver - Plg Process Generator</i>	-	<i>Process Configuration, Log Configuration</i>
384	<i>Trace Alignment</i>	<i>Log</i>	<i>Trace Alignment</i>
385	<i>Trace Alignment (With Guide Tree)</i>	<i>Guide Tree</i>	<i>Trace Alignment (With Guide Tree)</i>
386	<i>Undouble Accepting Petri Net</i>	<i>Accepting Petri Net</i>	<i>Accepting Petri Net</i>
387	<i>Unroll Loops Filter</i>	<i>Log</i>	<i>Log</i>
388	<i>Validate Clusters</i>	<i>Activity Cluster Array And Accepting Petri Net</i>	<i>Valid Activity Cluster Array</i>
389	<i>Verify Final Marking Is Reached By All Alignments</i>	<i>Alignment, Petri Net, Initial Marking And Final Marking</i>	<i>Verification Result</i>
390	<i>Visualise Deviation On Process Tree</i>	<i>Event Log And Process Tree</i>	<i>Deviations Visualisation</i>

Nome Do Plugin		Entradas	Saídas
391	<i>Visualize Configuration Guide</i>	<i>Configuration Guide</i>	<i>Question Tree</i>
392	<i>Your Plug-In Name</i>	<i>Name Of Your First Input, Name Of Your Second Input And Name Of Your Configuration</i>	<i>Name Of Your Output</i>

APÊNDICE B – FOLHA DE TAREFAS (EXEMPLO)

FOLHA DE TAREFA		Nº: FT 01	Data: 15/09/2015
1ª Entrevista: Definição do Processo		Versão: 1.0	
Nome da Empresa: HEG		Nome do Setor: Secretária da Oncoclínica	
Descrição da Atividade do Setor: Este setor tem como objetivo (1) agendar as consultas e direcionar os pacientes para consulta médica no dia agendado para os pacientes que necessitam tratamento em Oncologia Clínica do Sistema Único de Saúde (SUS). O paciente chega ao hospital e se dirige a (2) Recepção Principal onde é verificado se o paciente é Caso Novo- Triagem, encaminhado pela Atenção Primária de Saúde, este é direcionado para o serviço de Triagem/ Cadastro, se já for paciente do hospital encaminhado por outra especialidade para a Oncologia Clínica o atendimento é aberto pela Recepção Principal (onde têm 3 colaboradoras assistentes administrativas) no período da manhã, já no período da tarde após todos os (3) atendimentos são abertos pela Secretária da Oncoclínica. O paciente é direcionado a aguardar ser chamado para (4) consulta médica no corredor da Oncologia Clínica, passa por consulta, e na sequência é chamado a comparecer na Secretaria da Oncoclínica para verificação da conduta médica e agendamento conforme registro em Evolução no PEP (Prontuário Eletrônico do Paciente). O paciente é (5) orientado a comparecer na data agendada e registrada na carteirinha (amarela) de retorno a instituição conforme especialidade e ou exames definidos, e comparecer para a (6) retorno de consulta para os casos de continuidade de tratamento na Oncologia.			
1. Responsabilidade do Setor:	Agendar Consultas e direcionar para consulta		
2. Responsável:	FR (Supervisora)		
3. Origem do Processo:	n/a		
4. Nome do Processo:	Atendimento ao Cliente e agendamento de Retorno		
5. Setor Origem do Processo:	Recepção Principal		
6. Cliente do Processo:	Pacientes		
7. Processo Principal do Setor:	(1) Agendar consultas, (2) Recepção Principal, (3) atendimentos são abertos, (4) consulta médica, (5) orientado, (6) Retorno de Consulta.		
8. Final do processo:	Agendamento realizado		
9. Setores Envolvidos:	a. Negócios:	n/a	
	b. Processo	n/a	
	c. Serviços:	Triagem Secretária Oncoclínica	

	d. Dados:	Sistema Tasy
10. Elementos de Controle:	Sistema Tasy- Funções: Entrada Única de Paciente e Agendas	
11. Norma/Regulamento	n/a	
12. Pessoas Envolvidas no Processo	Paciente, Médico e Assistente Administrativo	
13. Sistemas (Tecnologia) Envolvidos no Processo	Sistema Tasy- Funções: Entrada Única de Paciente e Agendas	
14. Material de Apoio ao Processo (Setor)	n/a	
15. Utiliza o Philips Tasy?	(X) SIM () NÃO	
16. Telas do Philips Tasy Utilizadas (se aplicável)	n/a	

**ANEXO A – ARTIGO PUBLICADO NO XII SBSI, 2016 – SIMPÓSIO BRASILEIRO
DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

Análise de Conformidade na Área de Saúde com o Suporte da Mineração de Processos

Alternative Title: Conformance Check in Healthcare with the Supporting of Processes Mining

Gustavo Riz¹Eduardo Alves Portela
Santos²Eduardo de Freitas Rocha
Loures³

PPGEPS – Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) Escola Politécnica
Rua Imaculada Conceição, 1155 – Parque Tecnológico – Bloco 3, Curitiba – PR, CEP: 80.215-901
{gustavo.riz¹, eduardo.portela², eduardo.loures³}@pucpr.br

RESUMO

Os processos da área de saúde são complexos e necessitam de certo nível de cooperação interdisciplinar entre os mais diversos especialistas e setores. Além dessa complexidade, no Brasil são notórios os problemas enfrentados pela saúde pública e privada, tanto do ponto de vista estrutural, como organizacional e financeiro, o que reflete na sua baixa avaliação sobre qualidade e atendimento. O objetivo deste trabalho é propor a adaptação das técnicas de análise de conformidade da mineração de processos para a área de saúde, de modo que tais técnicas possam auxiliar na descoberta e melhoria do fluxo de atividades e, consequentemente, gerar um efeito positivo sobre a área de saúde no Brasil. Para este fim, foi realizado um estudo de caso no hospital Erasto Gaertner, em Curitiba – PR, que é referência nacional no tratamento de câncer.

Palavras-Chave

Mineração de processos, mapeamento de processos, regras de negócio, análise de conformidade, área de saúde.

ABSTRACT

The healthcare processes are complex and require a certain level of interdisciplinary cooperation among the various specialists and sectors involved in the processes. Besides this complexity, the Brazilian healthcare area has a notorious problem in its public and private health assistance. These problems are structural, organizational and financial, reflecting in the low valuation of quality and service. The goal of this work is propose an adaptation of Process Mining to healthcare processes in order to contribute in improve the healthcare area in Brazil. In order to achieve this goal a study case was carried out in the Erasto Gaertner hospital, situated in Curitiba – PR, Brazil, that is a national reference in treatment of cancer.

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

SBSI 2016, May 17–20, 2016, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil.

Copyright SBC 2016.

Categories and Subject Descriptors

E.1 [Data]: Data Structure – *graphs and networks, records, tables, trees.*

General Terms

Management, Measurement, Documentation, Performance, Reliability, Human Factors, Standardization, Verification.

Keywords

Process mining, process mapping, business rules, conformance check, healthcare.

1. INTRODUÇÃO

A área de saúde, devido a própria complexidade da saúde humana, apresenta um problema notório tanto organizacional como administrativo. A sua melhoria depende da implementação de processos que humanizem a saúde, de forma ética, sem reduzir a performance de suas receitas ou a eficiência operacional. Tais processos necessitam de certo nível de cooperação interdisciplinar e a coordenação de diferentes especialistas, como médicos, enfermeiros, atendentes, farmacêuticos e administradores das mais diversas áreas, como farmácia, laboratório, ambulatório e radiologia. Adicionalmente, os procedimentos médicos devem ser planejados e preparados adequadamente, as consultas devem ser agendadas com os médicos de diversas especialidades (não são raros os casos em que o paciente precisa passar por vários médicos durante o seu tratamento), os pacientes precisam ser transportados e relatórios devem ser escritos, transmitidos e avaliados.

Apesar de toda esta interação, é normal ver estas áreas trabalhando de forma isolada entre si, uma vez que em muitos casos uma área não tem qualquer contato ou conhecimento sobre o que ocorre nas outras áreas. Como resultado, não se sabe o que acontece nos processos da área da saúde para um grupo de pacientes com o mesmo diagnóstico, e é comum que um grupo de pacientes com o mesmo diagnóstico seja submetido a diferentes exames e tratamentos [1], e isto gera desde problemas de desempenho, aumento de custos e também problemas de interoperabilidade que é a capacidade dos diversos sistemas e áreas do hospital trabalharem em conjunto dentro do processo (interoperar) de modo a garantir a troca adequada, correta e suficiente de informações de uma maneira eficaz.

É justamente toda esta complexidade que torna tão necessário o monitoramento contínuo dos processos da área de saúde para mitigar os riscos de quebra de conformidade, erros médicos ou prejuízos ao paciente. De acordo com Kaymak et al [2], uma das dificuldades do setor de saúde é não haver uma definição coerente sobre os seus processos. Eles podem ser classificados como de tratamento médico (diretamente ligados ao paciente) ou processos organizacionais genéricos (relacionados a processos organizacionais e administrativos que suportam o tratamento médico em geral). Tais processos são peculiares e geralmente possuem as seguintes características: a) altamente dinâmicos: Devido à dinâmica do constante surgimento de novos medicamentos, procedimentos, tratamentos e doenças; b) altamente complexos: Devido a diversos fatores, como: processos complexos de decisão médica, grande quantidade de dados, imprevisibilidade dos pacientes e dos tratamentos, entre outros fatores; c) multidisciplinares: Devido à existência de diversos departamentos especializados, disciplinas médicas e serviços de saúde que normalmente este setor possui; e d) Ad-hoc: Devido ao alto grau de variabilidade, não repetitividade, e ordem de execução de baixa previsibilidade quando analisada uma grande medida de execuções.

A importância da análise de conformidade para a área de saúde, além do que já foi citado acima, está nas características do setor de saúde no Brasil, que possui uma forte regulamentação e fiscalização de diversos órgãos, como o Ministério da Saúde (MS), a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e as secretarias municipal e estadual de saúde. As instituições que não estejam totalmente aderentes a regulamentação estão sujeitas a sanções de natureza civil ou penal que vão desde uma advertência e multa até a interdição parcial ou total do estabelecimento. Segundo A. Rozinat et al [3] a questão mais dominante no contexto da conformidade é se o processo real está aderente ao modelo especificado, isto é, se o que está sendo executado e praticado nos mais diversos processos da instituição, está aderente às políticas internas, legislação e a normatização do setor. Através da análise de conformidade é possível medir este nível de aderência, identificar as possíveis falhas de não conformidade e, conseqüentemente, corrigi-las e mitiga-las.

Na área de saúde, a utilização da mineração de processo é um campo relativamente novo, e seu uso pode ajudar a tomar a decisão clínica correta, reduzindo os custos e melhorando a qualidade do tratamento. Isso é possível graças às mudanças ocorridas nas últimas décadas, com a doação por parte das instituições de saúde de sistema de controle ou de gestão, o que permite gerar logs de registros das mais diversas atividades executadas. Como exemplo de sistema médico-hospitalar, estão os sistemas de informação hospitalar (HIS) que tem despertado cada vez mais interesse no Brasil tanto no setor de saúde pública como particular. Entre os dados administrativos de saúde disponíveis no país, encontra-se o Sistema de Informação Hospitalar do Sistema Único de Saúde (SIH/SUS) [4]. Há também um grande interesse por softwares administrativos que acompanham todo o ciclo de atendimento e tratamento do paciente, desde o momento que ele entra em contato com a recepção e passa por um procedimento de triagem, até o momento em que o seu atendimento e tratamento são concluídos. Todas estas informações podem apresentar uma perspectiva fidedigna dos processos executados.

A importância da mineração de processos neste tipo de contexto é que ela é capaz de, com base nas informações de registros de eventos, fornecer automaticamente a descrição dos processos que atualmente estão sendo executados, e com isso, gerar o fluxo atual

de atividades com base nos modelos gerados. Isso permite conhecer a fundo as atividades executadas dentro de um processo, por mais que as áreas não tenham um conhecimento completo, do início ao fim, das atividades executadas. Além disso, tais técnicas são aplicáveis a registros de eventos de várias organizações, podendo os resultados da descoberta de processo ser obtida relativamente em um curto espaço de tempo, tornando possível a sua utilização na área de saúde [5].

Neste trabalho, existem dois objetivos a serem alcançados. O primeiro, mais explícito, é adaptar a mineração de processos, através das metodologias de projeto de mineração de processos, para a área de saúde, de forma que ela possa se tornar uma ferramenta auxiliar na coleta de informações, análise de conformidade e, principalmente, possibilitar a melhoria coordenada do fluxo de atividades na área de saúde no Brasil. O segundo objetivo, menos explícito, mas igualmente importante, é conseguir adaptar uma metodologia que possibilite transcrever regras de negócio em alto nível, para uma sequência lógica de baixo nível, para que assim seja possível testar a aderência do processo executado em relação às regras de negócio, como por exemplo, as políticas internas que descrevem a operacionalização dos processos ou a regulamentação da área de saúde que define padrões que devem ser seguidos pelas instituições de saúde.

Na seção 2, é abordada a mineração de processos e as metodologias de projetos de mineração de processos PMPM [6] e PM2 [7]. Na seção 3, foram adaptadas as metodologias de projeto de mineração de processos e de extração de regras de negócio para a área de saúde. Na seção 4 é apresentado o caso de estudo aplicado no Hospital Erasto Gaertner (HEG). E por último, na seção 5, é apresentada uma visão geral das conclusões obtidas.

2. FUNDAMENTOS

Para que haja uma avaliação adequada sobre conformidade, algumas abordagens foram criadas para medir o nível de conformidade dos processos através da criação e avaliação de padrões, como por exemplo, o CMMI (Capability Maturity Model – Integration), SCAMPI (Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement) e o SPC (Statistical Process Control). Porém estas abordagens tratam de um ponto de vista mais qualitativo do processo, sem analisar profundamente a sua execução. Neste ponto, a Mineração de Processos se encontra em um estágio mais avançado, pois trata o processo nos seus níveis micro e macro de execução [8]. Ela pode ser descrita como uma forma de utilizar as logs de eventos geradas por um processo para descobrir e analisar o processo. O seu modelo clássico está descrito na figura 1.

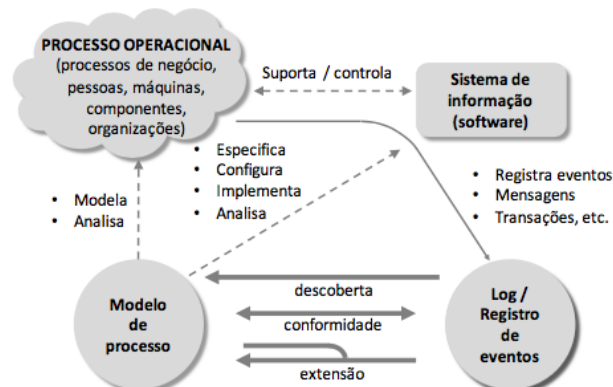


Figura 1: Adaptação do modelo clássico de mineração de processos (Van DER AALST et al., 2012) [8].

Existem 3 (três) aplicações práticas para a mineração de processos: a) descoberta do modelo de processo; b) verificação de conformidade, que possibilita detectar, localizar, medir e explicar os desvios entre as regras de negócio e o modelo real; e c) a extensão do modelo de processo, que tem como objetivo complementar ou aperfeiçoar um modelo existente. Tais técnicas buscam alcançar diferentes tipos de modelo para diferentes perspectivas, como a perspectiva do processo (ou dos fluxos de atividades), a perspectiva da organização e a perspectiva dos dados gerados. O resultado e o modelo gerado dependem da técnica utilizada [5].

As metodologias de projeto de mineração de processos caracterizam-se pela utilização da mineração em diversos tipos de processos e foram desenhadas em uma perspectiva sequencial lógica das atividades que devem ser executadas para se obter o resultado esperado. Tanto PMPM [6] quanto PM2 [7] possuem 6 fases/estágios com um total de 18 (dezoito) atividades. No PM2, proposto por Van Eck et al [7], os estágios estão divididos em: a) planejamento; b) extração de dados; c) processamento de dados; d) mineração e análise; e) avaliação; e f) melhoria do processo e suporte. Já no PMPM proposto por Van der Heijden [6], as fases são divididas em: a) escopo; b) conhecimento dos dados; c) criação do log de eventos; d) mineração de processos; e) avaliação; e f) desenvolvimento.

Ao compará-las, é possível notar a forte semelhança entre PMPM e PM2, uma vez que apenas 3 (três) de suas atividades são exclusivas de uma ou de outra metodologia. O modelo do PM2 está descrito na figura 2, demonstrando cada etapa que deve ser executada de forma sequencial e a qual estágio ela pertence.

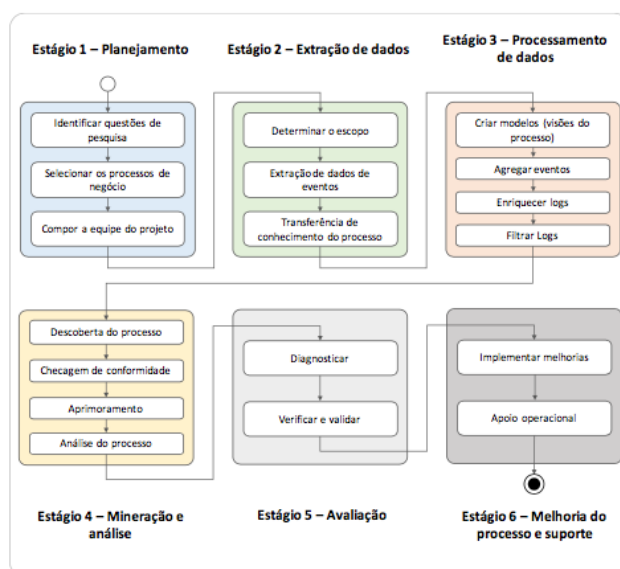


Figura 2: Adaptação do modelo de estágio do PM2 [7].

Seguindo as etapas do PM2, o primeiro estágio é o planejamento. Ele é composto pelas etapas: a) identificar questões de pesquisa; b) selecionar os processos de negócio; e c) compor a equipe do projeto. No contexto do presente trabalho, a mineração de processos, do ponto de vista de conformidade, levanta a seguinte questão: “O processo executado está aderente ao modelo normativo?” ou “o processo executado está de acordo com as regras pré-estabelecidas?”.

O segundo estágio é a extração de dados, sendo composto pelas atividades: a) determinar o escopo; b) extração de dados de eventos (logs); e c) transferência de conhecimento do processo. Uma vez que o projeto tenha iniciado, dá-se início também a fase de extração de dados. Neste estágio, informações relativas a dados de eventos, modelos, objetos e fluxo de atividades precisam ser estratificadas de sistemas de informação ou até mesmo através de entrevistas com os especialistas e gestores do processo. É também neste estágio em que o projeto de mineração é definido entre orientado a metas ou a questões. Na orientação a metas, o objetivo é uma meta quantitativa referente a performance do processo, como por exemplo, redução de custos em 10%. Já na orientação a questões, o objetivo do projeto é responder a uma pergunta inerente ao processo como, por exemplo, o nível de conformidade entre as regras de negócio e o modelo executado.

O terceiro estágio é o processamento de dados, composto pelas atividades: a) criar modelos (visões do processo); b) agregar eventos; c) enriquecer logs; e d) filtrar logs. O seu principal objetivo é criar o modelo prescrito do processo e conectá-lo com o modelo executado, que deverá ser gerado com base nos logs de eventos e nos processos inerentes ao que está sendo analisado.

O quarto estágio é a mineração e análise, composto pelas atividades: a) descoberta do modelo do processo; b) checagem de conformidade; c) aprimoramento; e d) análise do processo. Neste estágio são aplicadas as técnicas de mineração em logs de eventos a fim de tentar responder as questões de pesquisa que foram levantadas no início do projeto, e obter um conhecimento adequado sobre performance e conformidade do processo. Neste estágio é possível aplicar os plug-ins de avaliação de conformidade, como o Conformance Checker, LTL Checker e o Semantic LTL Checker [9]. Eles permitem a análise de conformidade entre o modelo prescrito (regras de negócio) e o modelo real (log do processo). Uma das métricas que podem ser aplicadas é a *fitness* que trata do grau de associação ou compatibilidade entre os caminhos identificados entre o modelo prescrito do processo e o modelo descoberto a partir do log de eventos [3].

A avaliação é o quinto estágio, contemplando as atividades: a) diagnosticar; e b) verificar e validar. O objetivo da avaliação é relacionar os resultados da análise com as ideias de melhoria do processo de modo a atingir o objetivo do projeto.

A melhoria do processo e suporte é o sexto e último estágio. O objetivo desta etapa é utilizar as informações obtidas nos demais estágios para melhorar a execução do processo. Ao todo, este estágio é formado pelas atividades: a) implementar melhorias; e b) apoio operacional.

3. METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE CONFORMIDADE DE PROCESSOS NA ÁREA DE SAÚDE

3.1. Análise de conformidade

A metodologia aqui proposta considera três análises de conformidade, conforme descrito na figura 3. Há também 3 (três) modelos de processo descritos e que devem ser analisados. O primeiro modelo de processo (M1) trata do processo organizacional padrão, que considera somente as regras de negócio, o segundo modelo (M2) representa o processo definido, considerando não somente as regras de negócio, mas também as áreas, atividades, processos que não estão descritos através das políticas e normas, mas que fazem parte do modelo estabelecido pela organização. Por

exemplo, no HEG, existe uma atividade chamada “assistência social” que não está descrita nas PROCs (procedimentos internos) mas que faz parte do fluxo de atividades estabelecido pelo hospital. E por ultimo, o terceiro modelo (M3) representa o processo *de facto*, ou seja, o processo que está sendo executado e pode ser descoberto através da mineração de processos. Já para a análise de conformidade, a primeira conformidade (A) está relacionada à aderência entre o modelo do processo organizacional padrão (M1)

(ou modelo de prescrito) e o processo *de facto* executado (M3). A segunda conformidade (B) diz respeito à aderência entre o processo definido pela instituição (M2), considerando as “n” variáveis que foram definidas por ela, em relação ao processo *de facto* executado (M3). E por ultimo a conformidade (C) poderá trazer uma perspectiva entre o que o especialista do processo executa e a sua aderência aos procedimentos internos formalmente descritos (M1).

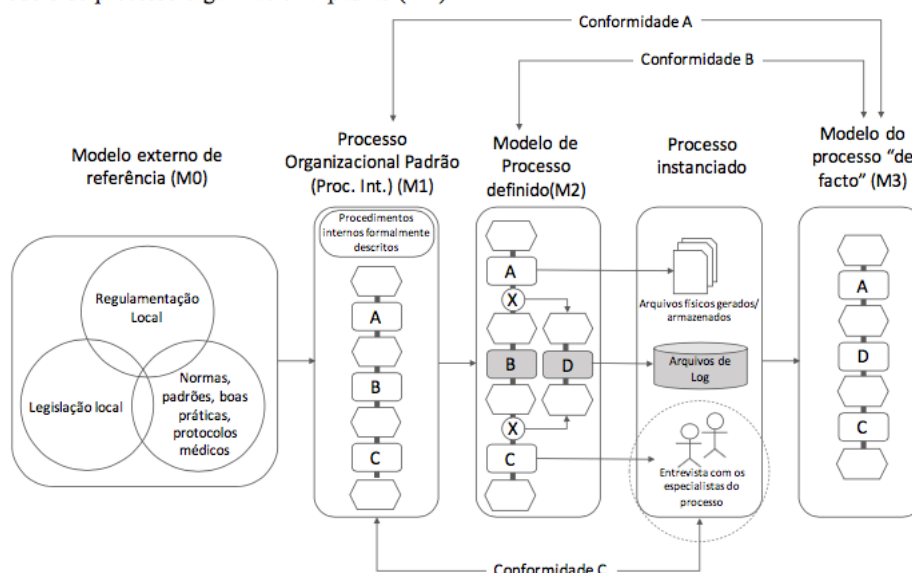


Figura 3: Uma adaptação de aspectos de Conformidade (Gerke, K et al., 2009) [10] para a área de assistência médico-hospitalar.

3.2. Mineração de Processos

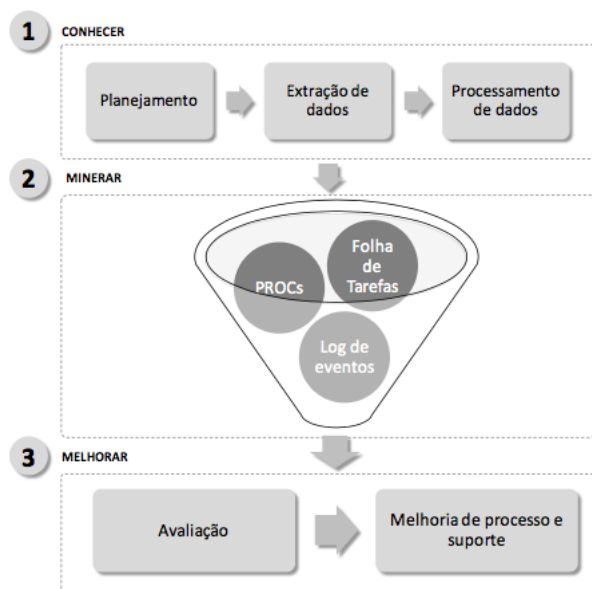


Figura 4: Uma adaptação das metodologias de projeto de mineração de processos para a área de assistência médico-hospitalar.

Na aplicação da mineração de processos para a área de saúde, utilizamos os fundamentos das metodologias PMPM [6] e PM2[7] para a análise de conformidade. A figura 4 descreve as etapas que

devem ser executadas para se chegar a um resultado em mineração de processos. Estas etapas se dividem em 3 (três) estágios. O primeiro estágio é conhecer o processo. Neste estágio é necessário planejar o projeto de mineração de processos, as perguntas que se espera responder com a mineração e o escopo dos processos que serão visitados. Em seguida é necessário extrair as informações que serão utilizadas durante o projeto. São 3 (três) fontes de dados que devem ser consideradas para esta análise: 1) regras de negócio, tanto externa (regulamentação, legislação, protocolos médicos) como interna (normas, manuais e procedimentos internos); 2) coleta de informações, junto aos especialistas do processo, através do preenchimento das folhas de tarefas (FTs); e 3) extração de uma base de dados ou log de eventos do sistema de informação que suporta o processo.

Uma vez que todas as informações tenham sido coletadas, é necessário processar os dados (por exemplo, transpor as informações coletadas nas folhas de tarefas para um arquivo Excel, exportar a Log para um arquivo MXML, etc.). O segundo estágio é minerar as bases obtidas de modo a realizar as análises de conformidade, conforme descrito na figura 3. E por ultimo, temos o estágio melhorar o processo, em que ocorrerá a análise dos resultados gerados e, com isso, a recomendação de melhorias do processo e do suporte necessário ao processo.

3.3. Extração de regras de negócio

Segundo Wil Van der Alaste et al [11], as regras de negócio são restrições sobre o modelo de dados que estão baseadas nos seguintes aspectos: a) ordem de execução das tarefas; b) recursos (por exemplo, médicos, funcionários, enfermeiros, etc.); e c) nos valores pertencentes ou resultantes do processo. Esta associação,

adaptada a assistência médico-hospitalar está descrita na figura 5, podendo ser representada tanto em uma perspectiva individual quanto combinada.

Conforme descrito na etapa 1 “conhecer o processo” da figura 4, através da atividade processamento de dados necessitamos transcrever regras de negócio em testes aplicáveis a mineração. Trabalhando com estes 3 (três) aspectos, é possível extrair estas regras, conforme o exemplo apresentado na figura 5, em que a ordem de execução das tarefas, os seus recursos e os valores pertencentes ao processo são conjugados em uma única regra que pode ser expressada em uma linguagem de baixo nível. No exemplo da figura 5, foi utilizado a linguagem SQL Ansi.

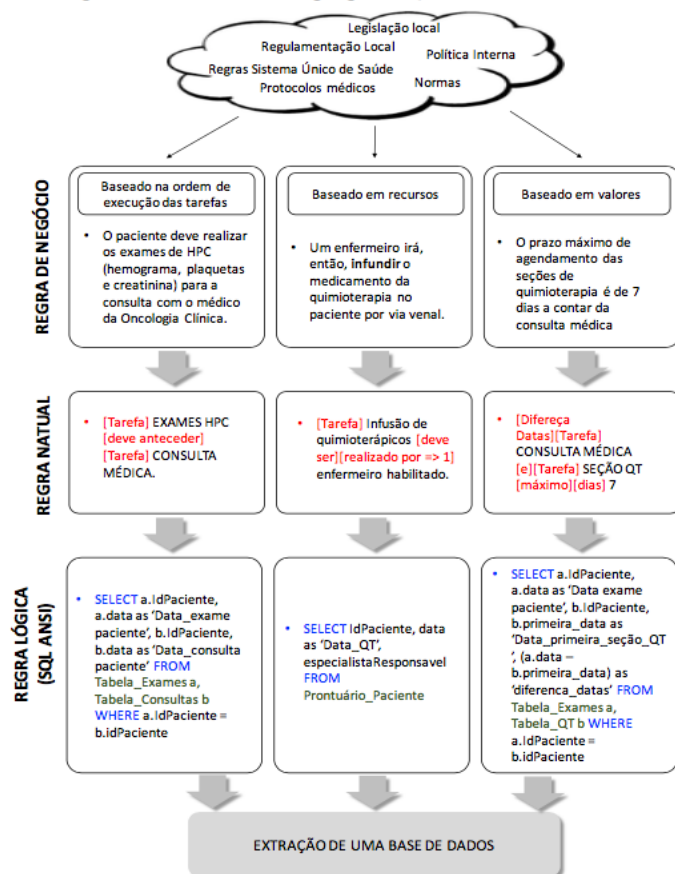


Figura 5: Exemplo de transcrição de regras de negócio (alto nível) para regras lógicas (baixo nível).

Um exemplo de transcrição de regras de negócio, pode ser encontrada na abordagem dada a uma instrução do PROC destinado ao agendamento da infusão de quimioterápicos e da consulta com um médico da oncologia clínica. Conforme o PROC, o paciente deve realizar os exames de HPC (hemograma, plaquetas e creatina) antes de se consultar com um médico da oncologia clínica. A partir disso, tenta-se obter as restrições desta regra. Neste caso, a restrição é que a tarefa de realizar os exames de HPC deve obrigatoriamente anteceder a tarefa consulta médica na oncologia clínica. Então caso no fluxo de atividades tenham havido casos de pacientes que não realizaram ou realizaram os exames após o atendimento médico, estes serão casos de não conformidade com a regra. Uma vez que a restrição tenha sido identificada, é possível transcrever uma regra que gere a associação necessária no log para que seja possível

observá-la no fluxo dos processos que serão desenhados via mineração de processos. No exemplo da figura 5, foi utilizado o SQL Ansi. Nela foi feita a extração das tabelas “exames” e “consultas” conectando estas tabelas através da chave primária “IdPaciente”. Assim é possível, cronologicamente, saber quais atividades foram antecessora ou predecessora dentro do processo.

4. CASO DE ESTUDO

A escolha do Hospital Erasto Gaertner (HEG) se deve ao grande volume de pacientes tratados. Segundo dados do próprio hospital [12], em 2015 foram atendidos 310.895 pacientes, sendo que ao todo foram gerados 1.364.532 procedimentos para o atendimento de pacientes. Também é notório os problemas relacionados à saúde pública no Brasil. Através do IdSUS (Índice de Desempenho do Sistema Único de Saúde) [13] o Ministério da Saúde coleta informações relativas a qualidade do SUS (Sistema Único de Saúde) distribuídas em 24 indicadores, dos quais 14 são relativos ao acesso e 10 à efetividade dos serviços. Segundo o último levantamento [13], em uma escala de 0 a 10, a nota média nacional foi pontuada em 5.5. Em outro estudo, de 2015, realizado pelo Instituto Datafolha a pedido do Conselho Federal de Medicina (CFM), foram ouvidas 2.069 pessoas, das quais 93% [14] avaliaram como péssimo, ruim ou regular os serviços público e privado de saúde no Brasil.

Seguindo a nossa proposta, foi realizado um teste sobre a aplicabilidade da mineração de processo para a área de saúde. Os resultados estão descritos a seguir. O objetivo deste trabalho é medir o nível de aderência entre PROCs, folhas de tarefas e log de processo do processo de tratamento de pacientes – infusão de quimioterápicos.

4.1. Estágio 1 – Conhecer

A primeira fase do conhecer é o planejamento, conforme descrito na etapa 1 da figura 4. Para planejar o projeto, uma reunião foi realizada entre o grupo de pesquisa e o HEG. Como o hospital é referência no tratamento de câncer, o processo de tratamento de pacientes –infusão de quimioterápicos – foi selecionado. Como existem diversos tipos de câncer, foram selecionados os tumores mais comuns tratados pelo hospital: mama, intestino e cabeça/pescoço. Há uma diferença entre o caminho percorrido no processo por um paciente que recebe um tratamento pelo SUS em comparação ao tratamento particular. Isso se deve a diferenças burocráticas relacionadas à liberação do laudo médico para procedimentos de alta complexidade – APAC, que obrigatoriamente os pacientes SUS devem obter, ao contrário dos demais pacientes. Como no hospital 9 (nove) a cada 10 (dez) pacientes são provenientes do Sistema Único de Saúde, os pacientes tratados via convênio ou particular foram excluídos do escopo. Com estes filtros, aproximadamente 80% dos processos inerentes ao tratamento de tumores cancerígenos foi contemplado.

A segunda fase do conhecer é a extração de dados. Foram definidas 3 (três) fontes de informação: a) entrevista com os especialistas do processo através do preenchimento de folha de tarefas (FT); b) mapeamento das políticas internas através dos procedimentos internos (PROCs); e c) coleta do log de eventos, através da extração de uma base de dados do Tasy [15].

Foi identificada a existência de mais de 1.300 documentos identificados pelo HEG como PROC (procedimentos internos) em que existe um processo atualmente em vigor com o objetivo de atualizá-los sempre que necessário, refletindo a regulamentação vigente. Com isso, se eliminou a necessidade de obter políticas

regulatórias, pois se considerou que os procedimentos atualmente em vigor para a atualização de suas políticas são suficientemente robustos e suportam os pontos regulatórios que merecem um maior destaque. A figura 6 traz uma ilustração de um modelo BPMN (Business Process Management Notation) gerado a partir de um destes PROCs.

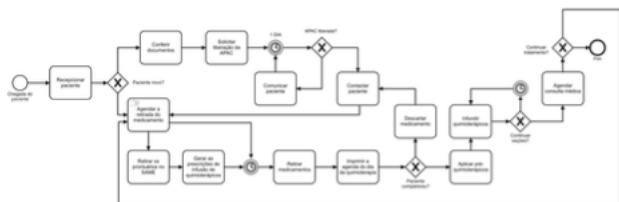


Figura 6: Ilustração de um modelo BPMN da PROC atividade diária na recepção da oncologia clínica.

O HEG utiliza como sistema de suporte para todos os seus processos o Philips Tasy [15]. Segundo a Philips, o Tasy disponibiliza inúmeras ferramentas que permitem aos gestores um controle efetivo de todos os processos de uma Operadora de Planos de Saúde [15]. A etapa seguinte trata da pergunta de pesquisa a ser respondida: Qual o nível de aderência entre as regras de negócio (exemplo: regulamentação e legislação da área de saúde, manuais e procedimentos internos, protocolos médicos, etc.) e o modelo de execução *de facto* do processo? Como subproduto desta análise, se espera também responder a perguntas como: Quais as falhas no processo? Quais as sugestões de melhoria podem ser implementadas para tornar o atendimento ao paciente mais eficiente e reduzindo o tempo de espera para o tratamento de infusão de quimioterápicos?

Para a primeira etapa, uma folha de tarefas (FT) foi submetida a uma amostra de especialistas do processo, em que perguntas inerentes a suas atividades deveriam ser respondidas. O questionário foi composto por 16 perguntas, conforme descrito no quadro 1.

FOLHA DE TAREFA		Nº:	Data: 15/01/2016
1ª Entrevista: Definição do Processo		FT 01	
Nome do Hospital: Erasto Gaertner		Nome do Setor: Secretária da Oncologia Clínica	
Versão: 1.0			
Descrição da Atividade do Setor:			
1. Responsabilidade do setor			
2. Responsável pelo setor			
3. Atividade de origem do processo			
4. Setor de origem do processo			
5. Nome do processo			
6. Cliente do processo			
7. Processo principal do setor			
8. Atividade final do processo			
9. Setores envolvidos		a) Negócios:	
		b) Processo:	
		c) Serviços:	
		d) Dados:	
10. Elementos de controle			
11. Norma / regulamentação			
12. Pessoas envolvidas no processo			
13. Sistemas (tecnologia) envolvidos nas atividades			
14. Material de apoio disponível			
15. Utiliza o Tasy		() Sim () Não	
16. Telas do Tasy utilizadas			

Quadro 1: Folha de tarefas preenchida durante a entrevista com os especialistas do processo.

Como normalmente o detentor do conhecimento *end-to-end* do processo são os gestores das áreas e dos processos, estes foram entrevistados e, com base nas respostas, as folhas de tarefa foram preenchidas.

Durante esta etapa, 6 (seis) folhas de tarefa foram geradas, sendo elas divididas em: i) triagem dos pacientes no primeiro contato com o hospital; ii) agendamento de consultas e atendimento com um médico especialista no tipo de tumor que o paciente apresenta; iii) agendamento da infusão de quimioterápicos e da consulta com um médico da oncologia clínica; iv) atendimento junto a enfermagem, oncologia clínica e manipulação de medicamento; v) orientação do paciente, pela enfermagem, a cerca de seu tratamento e cuidados necessários; e vi) início e conclusão dos procedimentos de submissão do paciente ao tratamento de infusão de quimioterápicos.

O HEG possui mais de 1.300 procedimentos internos formalmente descritos (PROCs). Destes, cerca de 20 são inerentes à infusão de quimioterápicos e, portanto, foram selecionados.

Como o Tasy é o sistema que suporta todo o processo, um log de eventos foi extraído para a análise através da mineração de processos. Porém o Tasy é uma ferramenta de armazenamento de dados e não está configurada diretamente para armazenar a trilha do processo. Sendo assim, foi necessário solicitar algumas informações específicas para que fosse possível extrair um log de atividades com base nos dados armazenados. Uma requisição foi submetida à equipe de T.I. (Tecnologia da Informação) do hospital para que fosse gerada uma base contendo as informações descritas no quadro 2. Como resultado, foi exportada uma base em Excel conforme exemplo contido no quadro 3.

Philips Tasy Base de dados do sistema	Amostra: 64 pacientes	Período de extração: Últimos 3 meses
Coluna	Tipo	Descrição
🔑 Código Pessoa	Númerico	Código único do paciente no sistema
Código Prontuário	Númerico	Código do prontuário cadastrado para o paciente
Idade	Númerico	Idade do paciente
Sexo	Literar	Se "masculino" ou "feminino"
Tipo Paciente	Númerico	Se "SUS", "Particular" ou "Saúde Suplementar"
Data de Registro	Data e Hora	Data e Hora em que o registro foi realizado no sistema
Matrícula Usuário	Númerico	Matrícula do usuário que fez o registro no sistema
Perfil Usuário	Literar	Perfil de acesso do usuário que fez o registro no sistema
Especialidade	Literar	A especialidade médica relacionada a doença do paciente
Agenda Data	Data e Hora	Data e Hora efetiva em que o evento ocorreu
Atividade Descrição	Literar	Descrição do evento
Especialista Responsável	Literar	Especialista responsável pela execução da tarefa (ex.: médico, enfermeiro, atendente, etc.).

Quadro 2: Dados extraídos do Tasy para compor um log do processo.

Código Pessoa	Código Prontuário	Data de Registro	Matrícula Usuário	Atividade Descrição	Especialista Responsável
691263	15000006	5/1/15 8:32	F34323	Triagem	Atendente Recepção QT
691263	15000006	5/1/15 10:15	F43569	Assistente Social	Assistente Social
691263	15000006	2/2/15 9:11	F43569	Gastro	Médico Gastro
597075	15000024	6/1/15 8:05	F32456	Triagem	Atendente Recepção QT
597075	15000024	2/2/15 13:20	F34323	Gastro	Médico Gastro
597075	15000024	10/4/15 9:17	F32456	Gastro	Médico Gastro

Quadro 3: Amostra do Log gerada do Tasy,

A última fase do conhecer é processar os dados. Com base nas informações coletadas no estágio 2, foi possível desenhar tanto o modelo prescrito como o de execução.

Para gerar o fluxo de atividades com base no log de eventos, entre as opções de ferramentas de mineração de processos, o PROM [16], foi selecionado. Para esta análise, uma base de dados foi exportada do Tasy (conforme quadro 2) e importada para o PROM. Com isso foi possível mapear a execução das atividades do ponto de vista do sistema de gestão, conforme exemplo da figura 7. Foram gerados múltiplos caminhos para o mesmo fluxo de atividades, o que demonstra uma alta variabilidade dos possíveis caminhos percorridos pelo processo.

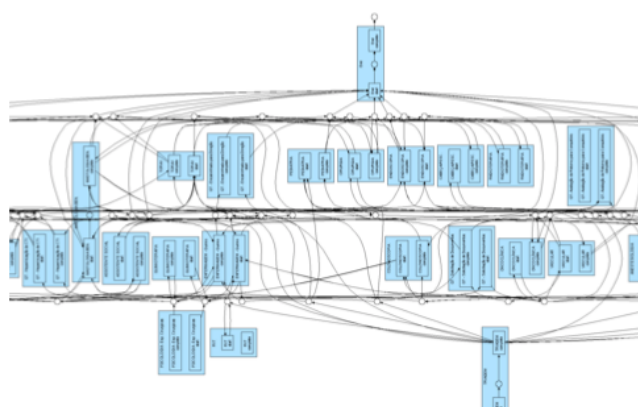


Figura 7: Modelo gerado através da leitura do log do processo pelo PROM.

4.2. Estágio 2 – Mineração de dados

No PROM, assim que a base de dados é importada, uma grande gama de informações do log é gerada, como a quantidade de processos, cases, eventos, classes de eventos, tipos de eventos e originadores, conforme descrito na figura 8. O PROM suporta uma grande variedade de plug-ins e algoritmos de mineração, como por exemplo, o *Conformance Checker* [16], que possibilita obter o índice *fitness* entre os modelos de controle e de execução (aquele gerado com base no log do processo), realizar uma análise estrutural do processo *de facto* executado e medir a quantidade de consumo, produção, perda e instancias do processo que, por algum motivo, não foram concluídas. Todas estas informações permitem obter um nível de conhecimento adequado sobre o relacionamento entre áreas, atividades, recursos e dados compartilhados dentro do processo.



Figura 8: Informações apresentadas pelo PROM após a leitura do log.

Conforme descrito anteriormente na figura 3, na área de saúde sempre haverá 3 (três) análises distintas de conformidade: a) das regras de negócio (PROCs) com o modelo executado (log); b) das regras de negócio (PROCs) em relação às entrevistas realizadas com os especialistas do processo através das folhas de tarefas (FTs); e c) das folhas de tarefas (FTs) para o modelo executado (log), conforme descrito na figura 3. Um exemplo de falha de conformidade está descrito na figura 9, em que uma regra de negócio “n” ao ser comparada ao modelo real “r” apresenta uma exceção que, por vias de regra, não deveria existir.

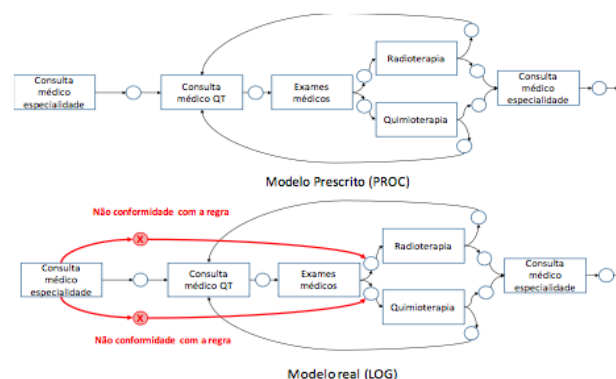


Figura 9: Exemplo de uma não conformidade entre o modelo prescrito (PROC) e o modelo real (LOG).

4.3. Estágio 3 – Avaliação e melhoria do processo

A primeira fase deste estágio é a avaliação, onde serão analisadas as conformidades do processo, conforme a figura 3. A última fase do estágio três é a melhoria do processo e suporte. Dentro dessa perspectiva, existem 2 (duas) possíveis falhas que podem ser identificadas e associadas a análise do processo. A primeira é uma falha de conformidade ou aderência entre os diversos modelos. A segunda é a possibilidade de haver a aderência entre o modelo prescrito e o modelo de execução, porém ela não ser efetiva o suficiente comprometendo a performance do processo, ou seja, a falha não é de conformidade e sim uma falha no desenho do processo.

4.4. Resultados obtidos

Neste primeiro caso de estudo, foi possível utilizar e adaptar a mineração de processos para o processo de atendimento ao paciente – infusão de quimioterápicos. As metodologias PMPM e PM2 se mostraram bastante flexíveis em se adaptar a diversos tipos de processo, formalizando as etapas a serem alcançadas para se conhecer o fluxo de atividades, coletar as informações necessárias e realizar a análise através da mineração. Com isso foi possível mapear, desenhar e conhecer detalhadamente os processos executados.

Como ponto fraco deste tipo de abordagem, é que muitas informações dos processos não são registradas em um sistema de informação ou suporte, o que dificulta a coleta de dados e, consequentemente, a sua análise. Porém esta dificuldade não pode ser considerada uma falha da metodologia e sim um problema do desenho dos processos por parte da organização. Van Eck et al [7] cita que uma das fontes de informações que podem ser utilizadas são as entrevistas, que fornecem uma fonte suplementar de informações para a mineração de processos.

Outra dificuldade encontrada está nas características da área de saúde que, embora com uma forte regulamentação, possui pouco detalhamento operacional do processo e poucos caminhos padrões a serem percorridos entre as atividades, pois cada paciente apresenta um quadro evolutivo distinto em sua doença e tratamento e, conseqüentemente, irá passar por etapas diferentes no processo. Isso se prova na análise do log, em que muitos caminhos foram encontrados embora o escopo tenha sido limitado.

Como resultado da mineração de processos, foi possível descobrir o processo executado, medir o nível de conformidade entre os diversos modelos, conforme a figura 3, e identificar os pontos de não conformidade que precisam ser ajustados no processo.

5. CONCLUSÃO

Ao todo, foram seis meses de trabalho de campo realizado no HEG, dos quais foi possível passar por todas as etapas da proposta apresentada neste trabalho. A adequação da mineração de processos na área de saúde foi possível graças à flexibilidade que ela apresenta para os mais diversos processos. O resultado gerado poderá ser utilizado para auxiliar a tomada de decisões e ajustes do processo por parte da direção do hospital. A realidade hospitalar permite a utilização de três fontes de dados (conforme apresentado na seção 4.2) e o principal problema identificado é a pouca quantidade de procedimentos formalmente descritos, o que dificulta extrair as regras de negócio para a realização dos testes de conformidade.

Extrair regras de uma política ou normativo que possam ser testadas, sempre foi uma dificuldade para este tipo de abordagem, pois normalmente estas políticas trazem somente os aspectos qualitativos do processo (descrevem o resultado que deve ser alcançado), porém trazem pouca ou nenhuma informação sobre o padrão operacional que deve ser seguido para se obter este resultado. Um exemplo é a Norma Regulamentadora nº 32 do MTE (Ministério do Trabalho e Emprego) que tem por finalidade estabelecer as diretrizes básicas para a implementação de medidas de proteção à segurança e à saúde dos trabalhadores dos serviços de saúde, bem como daqueles que exercem atividades de promoção e assistência à saúde em geral. As regras associadas a ela são de caráter de proteção do executor das atividades ou relacionadas ao ambiente em que elas são executadas e que, na maioria das vezes, não haverá qualquer registro em log que semanticamente lhes sejam inerentes ao ponto de possibilitar um teste de mineração de processos. Porém o modelo proposto por Wil Van der Aalst et al [11] se mostrou adaptável a diferentes tipos de regras. Para os casos em que não há uma trilha de registros, o teste pode ser realizado comparando as folhas de tarefas (FTs) às PROCs (procedimentos internos).

O próximo objeto da pesquisa será ampliar este modelo para outros processos em diferentes hospitais focando na obtenção de uma maior amostra e no teste dos pontos fortes e fracos da mineração de processos na área de saúde e amadurecer esta abordagem metodológica para outros processos e hospitais, sempre com o objetivo de melhorar o atendimento e a qualidade da assistência médico-hospitalar, tanto em hospitais públicos quanto privados, reduzindo custos e, conseqüentemente, melhorando as receitas.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Mans, R. S., Schonenberg, M.H., Song, M., van der Aalst, W.M.P., Rakker, p.J.M. 2009. Process Mining in Healthcare – A Case Study in Healthcare – A Case Study in a Dutch Hospital. In *Biomedical Engineering Systems and Technologies – Communication in Computer and Information Science*, 25, pp 425-438;
- [2] Kaymak, U., Mans, R., van de Steeg, T., Dierks, M. 2012. On Process Mining in Health Care, In *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*. 14-17 October, 2012, Seoul, Korea;
- [3] A. Rozinat and W.M.P. van der Aalst. 2008. Conformance Checking of Processes Based on Monitoring Real Behavior. In *Journal Information Systems archive*. volume 33 Issue 1, pages 64-95, Elsevier Science Ltd. Oxford, UK, 2008;
- [4] Sonia Azevedo Bittencourt, Luiz Antonio Bastos Camacho, Maria do Carmo Leal. 2006. O Sistema de Informação Hospitalar e sua aplicação na saúde coletiva. *Cad. Saúde Pública*. vol.22 no.1 Rio de Janeiro Janeiro, 2006;
- [5] Rebuge, A.J.S. 2012. Business Process Analysis in Healthcare Environments. In *Master, dissertation*. The Technical University of Lisboa, November, 2012;
- [6] Van Der Heijden, T. 2012. Process Mining Project Methodology: Developing a general approach to apply process mining in practice. In *Technische Universiteit Eindhoven*, 2012;
- [7] Maikel L. van Eck, Xixi Lu, Sander J.J. Leemans, and Wil M.P. van der Aalst. 2015. PM2: A Process Mining Project Methodology. In *Advanced Information Systems Engineering*. Springer International Publishing, 2015;
- [8] Van der Aalst, W. 2012. Process mining: Overview and opportunities. In *ACM Transactions of management Information Systems (TMIS)* 3, no. 2: 7. 2012;
- [9] Process Mining Research. 2009. Conformance and Evaluation. In <http://www.processmining.org/online/conformanceevaluation>, feb, 2016;
- [10] Gerke, K; Cardoso, J; Claus, A. 2009. Measuring the compliance of processes with reference models. In *On the Move to meaningful Internet Systems: OTM 2009*. Springer Berlin Heidelberg, p. 76-93. 2009.
- [11] Wil van der Aalst, Kees van Hee, Jan Martijn van der Werf. 2010. Conceptual Model for On Line Auditing. In *Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands*, 2010;
- [12] Hospital Erasto Gaertner. 2015. Hospital em números, In http://www.erastogaertner.com.br/arquivos/Abificc_Dados_HEG_2015.pdf, feb, 2016;
- [13] IDSUS – Índice de Desempenho do Sistema Único de Saúde. In <http://idsus.saude.gov.br/mapas.html>, feb, 2016;
- [14] Instituto Datafolha. 2015. Opinião dos brasileiros sobre o atendimento público na área de saúde. In <http://portal.cfm.org.br/images/PDF/pesquisadatafolhacfm2015.pdf>, feb, 2016;
- [15] Philips Tasy Official Web Site Brasil. In <http://www.cilatam.philips.com.br/solucoes/14/tasy-operadora/>, jan, 2016;
- [16] ProM – Process Mining Workbench – ProM Tools – In <http://www.promtools.org/doku.php>, feb, 2016;

**ANEXO B – ARTIGO PUBLICADO NO TE2016 – INTERNATIONAL
CONFERENCE ON TRANSDISCIPLINARY ENGINEERING**

Process Mining to Knowledge Discovery in Healthcare Processes

Gustavo Riz, Eduardo Alves Portela Santos, Eduardo de Freitas Rocha Loures
Pontifical Catholic University of Paraná - PUCPR / PPGEPS
Imaculada Conceição Street, 1155 – Technological Park – Block 3, Curitiba – PR, CEP: 80.215-901
{gustavo.riz, eduardo.portela, eduardo.loures}@pucpr.br

Abstract. Healthcare processes are complex and require a high-level of interdisciplinary cooperation among the different specialists and sectors involved in their delivery. Information flows among organizational entities, sectors, areas and employees represent possible low process interoperability risks as well as non-compliance risks between business rules and actual process deliveries. Besides this complexity, the Brazilian healthcare area has a notorious problem in its public and private health care systems. These problems are of structural, organizational and financial natures, reflecting the low value attributed to quality and to the actual services in recent surveys of Instituto Data Folha and the Brazilian Ministry of Health (*Ministério da Saúde*). This paper intends to propose an adaptation of Process Mining as an ancillary tool in knowledge discovery processes in healthcare in order to contribute to further improving this area in Brazil. In order to accomplish this, a case study was carried out in the Erasto Gaertner Hospital, located in Curitiba – PR, Brazil, a local reference in cancer treatments.

Keywords. Process mining, process mapping, business rules, organizational mining, healthcare.

1 Introduction

The healthcare area is complex and has some notorious problems of both organizational and administrative natures. These problems can be described as being related to failures in the organization model, low level of compliance between business rules and the actual processes executed and of interoperability among organizational entities, sectors, areas and staff, lack of training and knowledge by process specialists, and other organizational issues with possible impact in the correct execution of the processes. In addition to these issues, healthcare processes require high-levels of interdisciplinary cooperation and coordination among different specialists such as physicians, nurses, attendants and pharmacists. Despite all this expected interaction, it is normal to find areas working in isolation, since, in many cases, the different areas have no contact or knowledge of what is taking place in other areas. Consequently, often there is no awareness of what is happening in the delivery of health care processes for groups of patients with the same diagnosis, and it is not uncommon for groups of patients with the same diagnosis to receive different test and treatment procedures [1]. This can generate risks of low performance, increased costs and also problems of interoperability among systems and hospital areas when working together in the process (interoperate) to ensure effective exchange of proper, correct and sufficient information.

Brazil has a historical problem with respect to the national public healthcare system. The IDSUS (*Índice de Desempenho do Sistema Único de Saúde*) performance indicator is used by the Brazilian Ministry of Health to collect information on the quality of National Healthcare System – SUS (*Sistema Único de Saúde*) distributed in 24 indicators, of which 14 are in connection with access to services and 10, to effectiveness of services received. In the 2011 survey, on a scale of 0 to 10, the national mean score was 5.5. Another study from 2015, carried out by Instituto Datafolha on request from the Federal Council of Medicine (CFM - *Conselho Federal de Medicina*), heard 2069 people, of whom 93% attributed scores of bad or regular to the public and private health care services in Brazil.

These problems and their underpinning complexity make it necessary to continually monitor health care processes with a view to mitigating the risks of compliance violations, medical errors or damages to patients. Kaymak et al. (2012) [2] establish that one of the difficulties in health care is the lack of consistent definitions for its processes with problems that may be listed as pertaining to medical treatment or organizational processes. Such processes are specific (peculiar) and generally display the following characteristics: a) highly dynamic: as a result of the continuing emergence of new drugs, procedures, treatments and diseases; b) highly complex: as a function of several factors, such as: complexity of the clinical decision-making process, large data volumes, unpredictability of patients and treatments, and other factors; c) multidisciplinary: given the existence of a number of specialized departments, medical disciplines and health services providers; and d) Ad-hoc: due to the high degrees of variability, lack of repetitiveness and low predictability for large scale process analysis.

The importance of having a high-level of governance in these processes is based on the characteristics of the healthcare area in Brazil which is highly regulated and under supervision of several regulatory agencies such as the Brazilian Ministry of Health, Brazilian Health Surveillance Agency (ANVISA), Brazilian Agency of Supplemental Health (ANS), Brazilian Labor and Employment Ministry (MTE) and the municipal and state departments of health. Health services establishments that are not fully compliant with regulations are liable to civil or criminal sanctions ranging from warning notices and fines to sanctions ranging from partial to complete loss of their operating license.

In the healthcare area, the use of process mining is a relatively new, and may be used in making the right clinical decision, thereby reducing costs and improving treatment quality. This has become possible due to the changes occurred in recent decades, through which most health services institutions now have operational support from a control or management system in generating logs of the different activities performed. Hospital information systems (HIS) are examples of these systems, and have aroused increasing interest in Brazil in both, public and private health service providers. The Hospital Information System deployed by the Brazilian SUS (SIH / SUS) [3] is an example of the health services management data systems available. There is also great interest in administrative software applicable in tracking the entire patient service and treatment cycle - from their first contact with reception until the moment that care and treatment are completed. All this information can provide an accurate perspective of the processes executed.

In this context, Processes Mining is important in that it is capable of, based on the event log information, automatically provide a description of the processes currently applied, and thereby generate the current flow of activities based on the models generated, enabling high-levels of knowledge on the activities performed within processes. In addition, these techniques are applicable to event logs originated by different organizations making it possible for discovery process outcomes to be obtained in relatively short timeframes, and, therefore, deployment in the healthcare area [4].

This paper targets applying process mining through organizational mining in the healthcare processes in order to obtain knowledge on organizational flows, organizational structures and social network analysis among the organizational entities. In this paper, we describe process mining and organizational mining in section 2, section 3 provides a description of the methodology proposed by this research, section 4 contains the case study applied at Erasto Gaertner Hospital and section 5 brings the conclusions.

2 Process mining methodology

The methodology used in this paper starts by considering an overview of the process mining stages comprised of discovery, conformance and extension, and focuses on the discovery of information on the organizational model through the organizational mining techniques.

2.1 PROCESS MINING

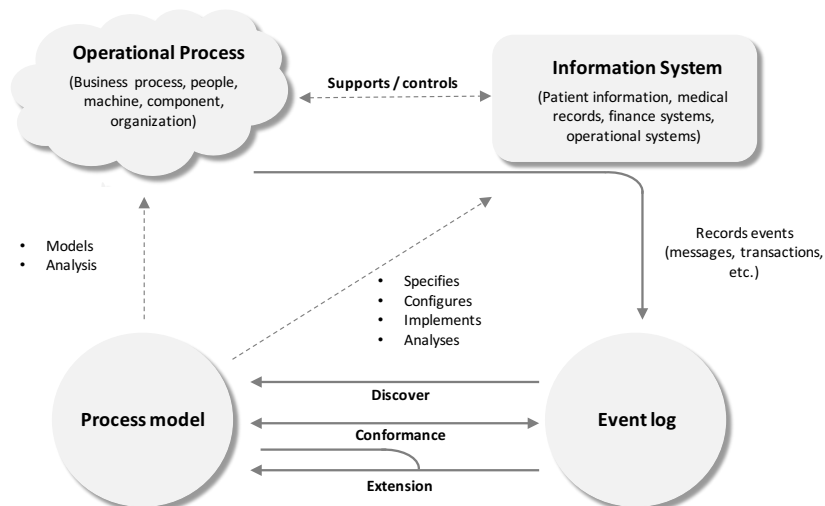


Figure 1. An adaptation of Process Mining overview (Will M.P. van der Aalst et al. (, 2008) [6])

Process Mining deals with extraction of process delivery knowledge from the respective process execution logs for a wide variety of processes. According to Van der Aalst et al. (2012) [5] the goal of process mining is to discover, monitor and improve the actual process delivery through the extraction of event log information and knowledge. Process mining can be used to support the redesign and diagnosis phases through analysis of the information generated in carrying out the process. Event log-based process mining is capable of automatically providing a description of the actual process, generating the activity and information flows. It is applicable to event logs and data-logs generated by a wide range of systems, including those applied in healthcare systems. Figure 1 is an adaptation of the traditional process mining model presented by Will M.P. van der Aals (2008) [6] for health care processes.

Process mining has 3 (three) practical applications: 1) discovery of organizational models with a view to constructing models that reflect current situations; 2) measuring the level of compliance between the actual process deliveries and their business rules; and 3) extension which aims at enriching the actual process model by projecting the information extracted from process logs [5].

These techniques seek to achieve different types of models for different perspectives, such as the process perspective (or activity streams), the perspective of the organization and the perspective of the data generated. The type of model generated depends on the technique used. For each technique, there are specific plugins that may be used through the use of a process mining tool. An example of one of these tools is the Process Mining Workbench (ProM) an open source framework for process mining algorithms.

2.2 ORGANIZATIONAL MINING

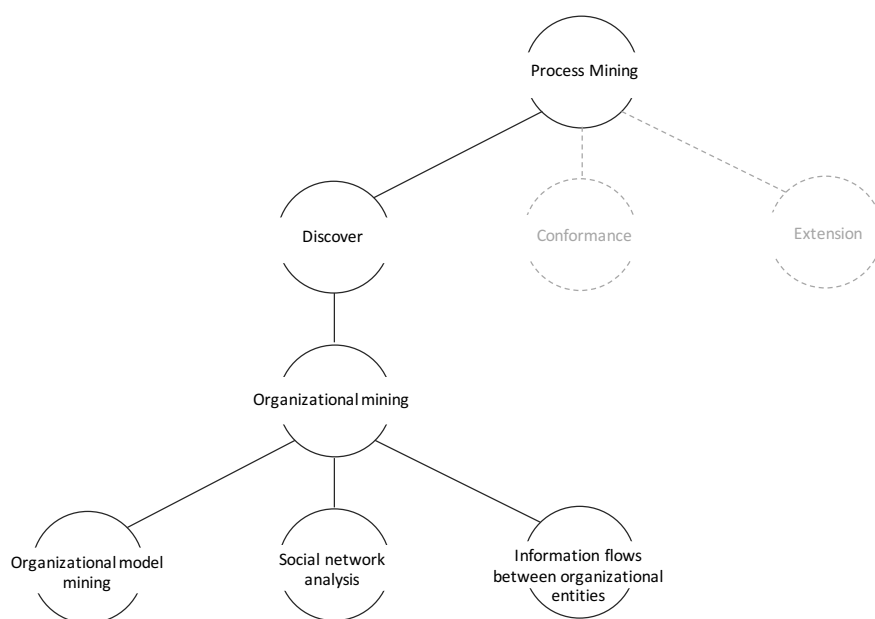


Figure 2. Representation of Organizational Mining

Organizational mining is defined as part of the discovery stage in process mining, responsible for driving understanding of the relationships between organizational entities. There are 3 (three) types of organizational mining: i) organizational model mining; ii) social network analysis; and iii) information flows between organizational entities [6].

Organizational mining is capable of grouping organizational units or rules and discovering the relationships between them. Will M.P. van der Aalst et al. (2008) [6] describe that organizational model mining aims at deriving the organizational model from its process logs. By applying process logs, all the elements and interactions comprising the current process can be transcribed.

One of this transcriptions may be the social network analysis. In the ProM Tool, the Social Network plugin provides 5 (five) kinds of metrics to generate social networks - handover of work, subcontracting, working together, similar task and reassignment.

3 Proposed methodology

The use of organizational mining provides a wide range of information to inform knowledge discovery in health care processes, and can generate knowledge about the hospital's processes, such as the interactions between organizational entities and hospital staff, what types of information are exchanged and the frequency in which these information items are exchanged.

As described in figure 2, there are 3 (three) types of organizational mining. We propose to use two of them: (a) Organizational model mining; and (b) Social Network Analysis. The Social Network Miner and Organizational Miner plug-ins in the ProM tool can be used to generate this analysis. The information obtained in this health care process knowledge discovery process will be transcribed into a comparison matrix to display the interactions discovered.

Pedro Espadinha-Cruz et al. (2015) [7] show the use a comparison matrix to demonstrate interactions between two tier suppliers in an automotive supply chain. This matrix represents the internal and external interactions among organizational entities. This information supports the interoperability analysis and may be generated by process mining. Healthcare processes comprise many interactions among different areas, professionals and sectors that can be represented in a comparison matrix such as the one shown in figure 3.

		RELATIONSHIP AMONG ENTITIES																							
		Area 1						Area 2						Area 3						Area 4					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Area 1	1																								
	2																								
	3																								
	4																								
	5																								
	6																								

Figure 3. Example of a

comparison Matrix

"X" represents the organizational entities' internal and external interactions, but does not show the power of these interactions nor the order in which they occur, for example, whether the interaction is from "A" to "B" or from "B" to "A" for an interaction between organizational entities "A" and "B". One proposal is to replace "X" using the symbols " $\rightarrow$ ", " $\leftarrow$ " and " $\leftrightarrow$ " to represent the type of information exchange that occurred in the process between the two organizational entities. This analysis can provide information to support interoperability analysis, define the critical points to be monitored and the most susceptible areas and activities liable to a failure in interoperability.

4 Application of a case study at Erasto Gaertner Hospital

Erasto Gaertner Hospital (HEG) is located in Curitiba, Brazil, specializes cancer treatment. The choice of HEG is due to the large volume of patients treated. In accordance with the HEG numbers, 310,895 patients were addressed in 2015, generating 1,364,532 patient care procedures.

For this survey, the process selected is chemotherapy treatment. Since the focus is on the patient, the goal is to analyze the path taken by the patient in following the hospital processes, from their first contact with the hospital until the completion of the treatment.

The process support system is Philips Tasy, which was not designed to reflect process dynamics, but was designed for deployment as a data store. Thus, it was necessary to ask the hospital technology team to raise the data needed to draw the path taken by the patient in the process, as described in table 1.

Table 1. Data extracted from Tasy System to compose the process log.

Field	Type	Description
Patient ID	Numeric	Patient identification number in the Tasy system
Medical Records ID	Numeric	Medical record number linked to Patient ID

Age	Numeric	Patient age
Sex	String	Male or Female
Treatment type	String	Public (SUS) or Private (health insurance)
Registration date	Date/Time	Date that the register was included in the system
User ID	Numeric	User ID number used to register the information in the system
User Profile	String	User profile linked to User ID used to input user information in the system
Medical specialty	Literal	Medical specialty that originated the service/treatment received by the patient
Date of the activity	Date/Time	Date on which the activity was performed
Activity	String	Description of the activity performed (reception service, medical care, chemotherapy treatment, etc.)
Activity specialist	String	Description of the specialists involved in the execution of the activity

For this study, a sample of 67 (sixty-seven) patients was requested with the respective database being extracted from Philips Tasy. The data can be then read using a primary key perspective whereby a key enables discovery of the activity flows covered by the patient in the process. Then the extracted base format had to be converted from XLS to XES which to achieve compatibility with the ProM tool. The XES format is an XML-based standard for event logs and can present a wide range of information, including the format for each data item displayed as a timestamp, strings and numeric information. Table 2 contains an example of an event log.

Table 2. An event log.

Field	Type	Description
Patient ID	Numeric	Number of patient identification in the Tasy system
Medical Records ID	Numeric	Number of medical records linked with the Patient ID
Age	Numeric	Patient age
Sex	String	Male or Female
Treatment type	String	Public (SUS) or Particular (health insurance)
Registration date	Date/Time	Date that the register was included in the system
User ID	Numeric	Number of the User ID that registered the information in the system
User Profile	String	User profile linked with the User ID that registered the information in the system
Medical specialty	Literal	Medical specialty that originated the attendance/treatment of the patient
Date of the activity	Date/Time	Date on which the activity was performed
Activity	String	Description of the activity performed (reception service, medical care, chemotherapy treatment, etc.)

Activity specialist	String	Description of the specialists involved in the execution of the activity
---------------------	--------	--

In the PROM tool, a wide range of information is generated using the log imported, such as the number of processes, cases, events, event classes, event types and originators. PROM supports a wide variety of plug-ins and mining algorithms, such as the Compliance Checker, Organizational Miner and Social Network Miner. The Compliance Checker allows a fitness index between control process model and actual process model to be obtained, perform a structural analysis of the process executed measuring the amount and consumption, production losses, and process instances that, for some reason, were not completed. The Social Network Miner and Organizational Miner provide information enabling discovery of the interactions occurring between organizational entities. All this information provides an adequate level of knowledge about the relationship between areas, activities, resources and data shared within the process.

The Organizational Miner identified 37 (thirty-seven) interaction areas related to 11 (eleven) clinical care procedures. The interactions that occur are represented by a connection between the areas and medical specialties enabling the interactions occurring within the process to be established.

In the Social Network miner, several techniques can be applied in analyzing the social networks in the process. Van der Aalst et al. (2005) [8] say that social network analysis refers to the collection of methods, techniques and tools in socio-metrics targeted at analyzing the social networks. in order to analyze the relationship among organizational entities, social network analyses were applied, as described in figure 4.

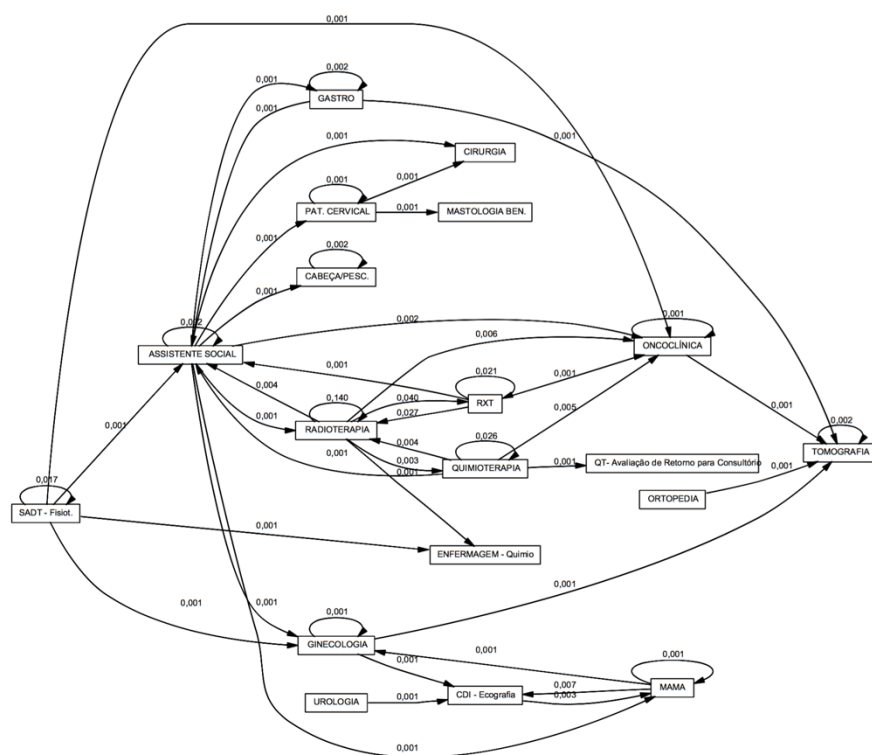


Figure 4. Social graph drafted based on social Network analysis of the event log

By applying the organizational mining plug-in, information about the organizational structure, organizational entities carrying out similar tasks and organizational entities working together was obtained. An example of organizational mining results is described in figure 5. Based on this information, a wide range of interaction maps can be generated and display, for instance, the interaction between organizational entities shown in figure 6.

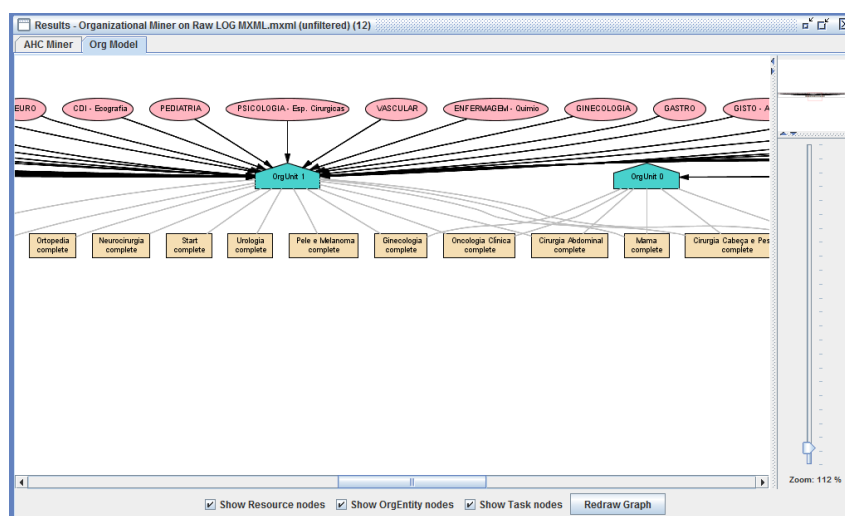


Figure 5. Organizational mining result

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	# Interactions
ASSISTENTE SOCIAL	1	↔	→	↔	↔	↔	→	↔	→	→	→	→	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	12
CABEÇA/PESCOÇO	2	↔	↔																	2
CDI - ECOGRAFIA	3							↔	↔										↔	3
CIRURGIA	4	↔										↔								2
ENFERMAGEM	5														↔		↔			2
GASTRO	6	↔				↔	↔											↔		3
GINECOLOGIA	7	↔		→			↔	↔									↔	↔		6
MAMA	8	↔		↔			→	↔	↔											4
MASTOLOGIA	9																			1
ONCOCLINICA	10	↔								↔			↔	↔	↔	↔	↔	↔		7
ORTOPEDIA	11																		↔	1
PAT. CERVICAL	12	↔		→					→	↔		↔								4
QT - AVALIAÇÃO DE RETORNO	13													↔						1
QUIMIOTERAPIA	14	→								→				↔	↔	↔				5
RADIOTERAPIA	15	↔			→					→				↔	↔	↔	↔			6
RXT	16	→								→					↔	↔	↔			4
SADT. FISIOT.	17	→			→		→			→							↔	↔		5
TOMOGRAFIA	18					↔	↔			↔	↔							↔		5
UROLOGIA	19			→																1

Figure 6. Comparison Matrix

All the interactions occurring in the process were mapped by applying a comparison matrix. This led to the discovery that the areas with more interactions are Caseworkers (12 interactions), Oncology Clinic (7 interactions), Gynecology and Radiotherapy (6 interactions each). These areas are more likely to have process failures, given the high level of interoperability involved. Poor interoperability among these areas in the exchange of information could adversely impact the entire process.

5 Conclusions

During The 6 (six) months of fieldwork in HEG, the adequacy of process mining in the healthcare area was tested. The use of process mining is possible due to the flexibility it provides for a variety of different processes. The results generated can be used to inform decision-making and solve problems identified in the process.

In this paper, organizational mining was deployed within the context of healthcare processes. It was possible to map all interactions occurring in the process, and define areas with the highest numbers of interactions. These key areas, which relate to a larger number of areas, are more susceptible to failures in interoperability, making it necessary to monitor processes in order to prevent failures in delivery. The Caseworker area interacts with 66% of all areas involved in the process, followed by Oncology Clinic (39%), Gynecology (33%) and Radiotherapy 33%.

The next goal of the research is to extend this model to other processes in different hospitals focusing on obtaining a larger sample and testing the strengths and weaknesses of process mining in healthcare applications, discovering and measuring the information that is exchanged between areas and mature this methodological approach to other

processes and hospitals, in order to improve the service and quality of medical and hospital care delivered in both, public and private hospitals, reducing costs and improving revenue.

References

- Mans, R. S., Schonenberg, M.H., Song, M., van der Aalst, W.M.P., Rakker, p.J.M. (2009) “Process Mining in Healthcare – A Case Study in Healthcare – A Case Study in a Dutch Hospital”, in Biomedical Engineering Systems and Technologies – Communication in Computer and Information Science, 25, pp 425-438;
- Kaymak, U., Mans, R., van de Steeg, T., Dierks, M. (2012) “On Process Mining in Health Care”, In IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, October 14- 17, Seoul, Korea;
- Sonia Azevedo Bittencourt, Luiz Antonio Bastos Camacho, Maria do Carmo Leal - O Sistema de Informação Hospitalar e sua aplicação na saúde coletiva – Cad. Saúde Pública vol.22 no.1 Rio de Janeiro Janeiro, 2006;
- Rebuge, A.J.S. (2012) “Business Process Analysis in Healthcare Environments”, In Master, dissertation, The Technical University of Lisboa, 201211;
- Van der Aalst, W. (2012) “Process mining: Overview and opportunities”, In ACM Transactions of management Information Systems (TMIS) 3, no. 2: 7. 2012;
- Will M.P. van der Aalst, Minseok Song. (2008) “Towards comprehensive support for organization mining”, In Elsevier B.V., Eindhoven University of Technology, Eindhoven, The Netherlands, DOI= 10.1016/j.dss.2008.07.002, 2008.
- Pedro Espadinha-Cruz, António Gonçalves-Coelho, António Mourão, António Grilo (2015) “Re-design of an interoperable buyer-seller automotive relationship aided by computer simulation”, In 9th International Conference on Axiomatic Design – ICAD 2015.
- Wil M.P. van der Aalst, Hajo A. Reijers, Minseok Song (2005) “Discovering Social Networks from Event Logs”, In Computer Supported Cooperative Work (CSCW), December 2005, Volume 14, Issue 6, pp 549-593.

**ANEXO C – ARTIGO PUBLICADO NO 5TH WORLDCIST`17 – WORLD
CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES**

Interoperability Assessment in Health Systems Based on Process Mining and MCDA Methods

Gustavo Riz¹, Eduardo Alves Portela Santos², Eduardo de Freitas Rocha Loures³,

Pontifical Catholic University of Paraná - PUCPR / PPGEPS
Imaculada Conceição Street, 1155 – Technological Park – Block 3, Curitiba – PR, Brazil, CEP: 80.215-901
{gustavo.riz¹, eduardo.portela², eduardo.loures³}@pucpr.br

Abstract. Healthcare processes are complex and require a high-level of interdisciplinary cooperation among the different specialists and sectors involved in their delivery. Information flows among organizational entities, sectors, areas and employees represent possible risks of low process interoperability as well as of non-compliance between business rules and actual process deliveries. In addition to this complexity, the Brazilian healthcare area has well-known problems in its public and private health care systems. These problems are of structural, organizational and financial natures, reflecting the low value attributed to quality and to the actual services provided evidenced in recent surveys of *Instituto Data Folha* and the Brazilian Ministry of Health (*Ministério da Saúde*). The extraction of process data-logs, and the use of process mining, enables extraction of qualitative and quantitative indicators for hospital processes. On top of these, multi-criteria decision analysis (MCDA) tools can be used for analysis and decision making in support to process diagnosis. This paper aims to propose the joint use of process data mining and multi-criteria decision analysis (MCDA) methods in analysing and identifying organizational performance levels in a particular hospital process. In order to accomplish this, a case study was carried out through the use of treatment data-logs of venous chemotherapy patients at the Erasto Gaertner Hospital, located in Curitiba – PR, Brazil, a local reference in cancer treatments.

Keywords: Process Mining. Multiple-criteria Decision Analysis. Interoperability. Maturity Model. Indicators. Performance. Health Care.

1 Introduction

The health area, due to the very complexity of human health, faces organizational and administrative problems. Improving it depends on the implementation of processes that humanize health care, in an ethical way, without reducing its revenue generation performance or operational efficiency. These processes require interdisciplinary cooperation and coordination among the different specialists involved, such as physicians, nurses, attendants, pharmacists and administrators from a wide range of diverse areas, such as pharmacy, laboratory, ambulatory and radiology. In addition, medical procedures should be planned and prepared properly, scheduled with physicians of various specialties (it is not uncommon for patients to receive care from several practitioners during their treatment), for which patients require transportation and reports must be written, transmitted and evaluated.

Despite all this interaction required, it is normal to see these areas working in isolation, since in many cases a given area may have no contact or knowledge about what is taking place in the other areas. As a result, outcomes of health processes for groups of patients with the same diagnosis are not known, and it is not uncommon for a group of patients with the same diagnosis to undergo different exams or treatments [1]. This generates several problems such as direct adverse impacts on performance or cost increases caused by interoperability issues - which is the capacity of the different systems, activities, processes and areas of the hospital to work together within the process (interoperate) in order to ensure the proper, correct, sufficient and effective level of information exchange necessary for the delivery of the process.

In Brazil, through IdSUS (*Índice de Desempenho do Sistema Único de Saúde*) [2] the Brazilian Health Ministry collects information about the quality of services provided by SUS (*Sistema Único de Saúde*) distributed across 24 indicators, of which 14 are related to access to the services and 10 to their effectiveness. According to the latest survey, which was carried out in 2011 [2], the national average score was 5.5 on a scale of 0 to 10. In another study (2015) carried out by the Datafolha Institute on request from the Brazilian Federal Council of Medicine (CFM), 93% of the 2,069 people heard [3] rated public and private health services as poor, bad or regular.

Moreover, the health area in Brazil is highly regulated and under the supervision of several regulatory agencies such as the Brazilian Ministry of Health, Brazilian Health Surveillance Agency (ANVISA), Brazilian Agency of Supplemental Health (ANS), Brazilian Labour and Employment Ministry (MTE) and the municipal and state departments of health. Health services establishments that are not fully compliant with regulations are liable to civil or criminal sanctions ranging from warning notices and fines to sanctions ranging from partial to complete

loss of their operating licenses. For this reason, it is fundamental for health services provider to be appropriately knowledgeable of their processes, establishing controls and ensuring the quality of the care and services provided.

According to Kaymak et al [4], one of the difficulties faced by this sector is the dearth of coherent definition for its processes. These processes can be classified as medical treatment (directly linked to patients) or generic organizational processes (related to organizational and administrative processes that support the delivery of medical treatment in general). These processes are peculiar and generally have the following characteristics, they are a) highly dynamic, due to the dynamics of the constant emergence of new medications, procedures, treatments and diseases; B) highly complex, due to many factors, such as: complex medical decision-making processes, large amounts of data, patient and treatment unpredictability, among others; C) multidisciplinary, due to the existence of different specialized departments, medical disciplines and health services comprising this sector; and d) ad-hoc, due to the high degree of variability, non-repeatability, and low predictability level of execution when large volumes of execution are analysed.

All this complexity, coupled with a low evaluation of the quality of services provided, makes it necessary to continuously monitor health processes to measure, diagnose and improve them to mitigate the risks of regulatory violations, medical errors or adverse effects to patients. Measuring performance and impact on processes can significantly help in monitoring, correction, improvement and accurate decision making.

2. Proposed Methodology

The main objective of the methodology proposed is to adapt the joint use of process mining techniques and MCDA methods in establishing the level of maturity of the organizational performance resulting from the interoperability among organizational entities in the health services area.

The methodology consists in the use of process mining in extracting performance indicators, through the use of systems databases that support the patient treatment process, so that these indicators can be used in establishing assessment criteria in defining the level of organizational performance maturity using MCDA methods, such as PROMÉTHÉE and ELECTRE, as described in figure 1.

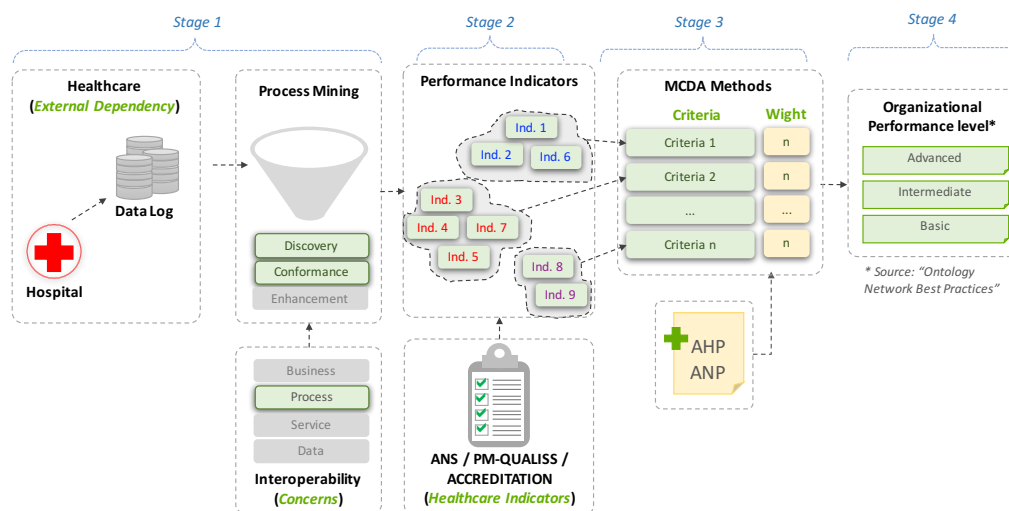


Fig. 1. Proposed framework model.

For this purpose, 4 (four) stages should be performed. The first stage involves adaptation of process mining techniques to the health care area, with the objective of extracting knowledge about a given process by analysing the respective activity data-logs. According to Aalst (2012) [5], process mining aims at discovering, monitoring and improving real processes, extracting knowledge from event logs available in information systems that support the execution of the process being applicable to event logs and data-logs generated by a wide range of systems, including health care systems.

Organizations use formalized procedures to describe their activities, but sometimes these procedures do not reflect reality and in many cases, procedures are informal and may not be documented. Therefore, the technique of process mining is an important tool for uncovering the actual processes through the analysis of event data.

To this end, the process must satisfy some requirements: process execution must be supported by control or management software and the databases must be complete, integral and accessible for extraction.

Figure 2 describes each step of stage 1, which consists in identifying the information systems that support the execution of the process, extracting the databases of these systems and importing and mining this information through a process mining framework.

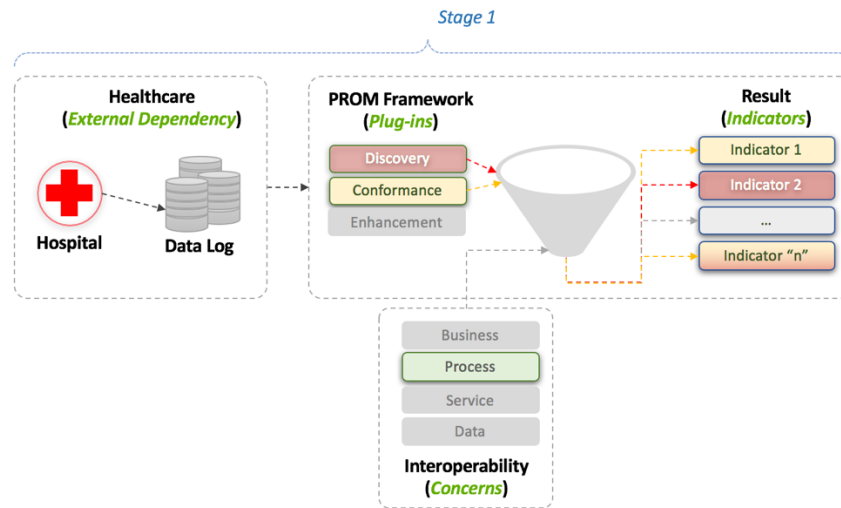


Fig. 2. Stage 1: Adapt the process mining to health care systems.

The second stage is to identify the process mining plug-ins that enable extracting information related to process performance indicators of the processes under analysis, as described in figure 3.

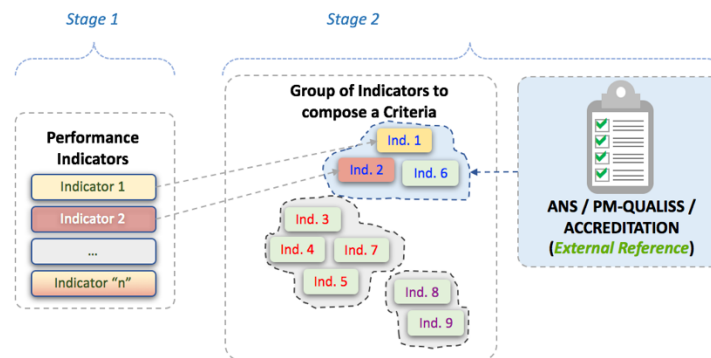


Fig. 3. Stage 2: Group process indicators into criteria.

Among the process mining plug-ins, the ones in the ProM framework stand out. According to Dongen (2005) [6], the ProM Framework (Process Mining Framework) integrates the functionality of a range of process mining tools and offers a wide variety of mining plug-ins. This framework supports several data formats, such as Petri nets, EPCs, BPMN and Social Networks. Plug-ins can be used in many ways and in different combinations.

The third stage is importing indicators generated by process mining into a multi-criteria decision analysis tool (MCDA). MCDA methods are composed of a set of analysis and a decision-making support tools. Figure 4 shows the steps of stage 3.

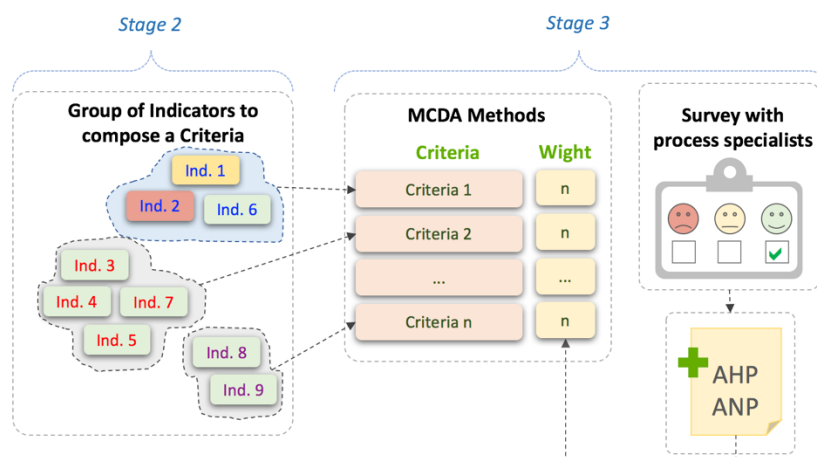


Fig. 4. Stage 3: Import criteria into MCDA tool.

Among MCDA methods, the standouts are Analytic Hierarchy Process (AHP), Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMÉTHÉE) and the Elimination Et Choix Traduisant la Réalité (ELECTRE) [9].

In the healthcare area, Marsh et al. (2014) [7] and Adunlin et al. (2015) [8] concluded that more than 56% of the MCDA tools used by the health services sector were used to support investment decisions, 12% supported authorization decisions, 22% supported medication prescription decisions and 2% supported research resource allocation decision-making, and finally, about 39% of the use of these tools was allocated to helping diagnose and treatment decision-making.

Finally, stage 4 is composed of process analysis using the indicators raised by mining applying MCDA tools, with a view to classifying their level of organizational performance maturity, as described in stage 4 of figure 1.

Once the performance indicators are generated, they will compose criteria that can be transcribed as "1" indicator to "1" criteria or "n" indicators to "1" criteria. These criteria will include MCDA method-based assessment of organizational performance and interoperability. Each of these criteria will receive a weighting, defined with support from the AHP method. Process mining generated information could be used to support the AHP method, for example, to attribute higher weighting to the criteria that were pointed out as more relevant or with more use (repetition). In addition, process specialists may perform surveys of the results.

Obtaining and discovering the current level of maturity of organizational performance are expected as outcomes. Nussbaum (2011) [10] proposes the use of three levels of capability maturity for in-hospital oncology processes. These levels were divided into: i) basic: at this level of maturity, there are a great variety of practices adopted in the process (little standardization) with a strong dependence on complex and time-consuming manual systems and processes; ii) intermediate: at this level, there is a variety of actions focused on process improvement, complex systems and centrally coordinated processes, but with a great scope for improvement; and iii) advanced: at this level, the organizational structure is fully developed, with a strong implementation of policies and resources in order to achieve robust goals, consistent processes and a high level of quality in the healthcare services and treatment provided.

3. Case Study in a Real Venous Chemotherapy Process

The choice of the Erasto Gaertner Hospital (HEG) is due to the large volume of patients treated. According to data from 2015 [11], 310,895 patients were attended, and in total, 1,364,532 procedures were performed in delivering care for these patients. All processes are supported by control and management software, enabling export of data-logs of all patient – hospital interactions and, consequently, the extraction of this information in an Excel base (.xls) to be imported and mined by applying the ProM framework.

In a survey of the native plug-ins present in ProM in version 6.5, 392 plug-ins were identified and, in addition, ProM enables the creation and installation of a wide range of other data mining and analysis plug-ins. Identifying the inputs and outputs of each plug-in is critical to understanding the scale and reach of the data mining process on process performance indicator generation and analysis.

In this way, all the inputs and outputs of each of the 392 plug-ins were surveyed, enabling identifying which of these could be used to generate indicators to compose the performance criteria of the process.

Among the numerous possibilities in using process mining [14], some traditional miners can be used to extract knowledge about the activities comprising the process. For example, the "Activity Matrix" plug-in provides a comparison between activities performed by organizational entities. This provides insight into all areas associated with the process under study. Analysis of the HEG log identified 67 cases (or process instances) involved in 1,429 activities distributed across 34 organizational entities. Of these, radiotherapy was the one that worked the most, totalling 26% of the activities of the process, followed by the areas of RXT, with 12% and chemotherapy, with 9%. All activities start in the screening area.

Another example of the use of process mining techniques can be obtained through a combination of "Alpha Algorithm" and "Performance Analysis with Petri Net" plug-ins, which can provide relevant results on performance indicators such as frequency, arrival time, waiting time, execution time and sojourn time, which includes knowing the average execution time for each activity and the possible process delays. The "Performance Sequence Diagram Analysis" plug-in allows finding out which are the most frequent process paths and, consequently, which paths are overloaded in detriment to the other paths as well as identifying process bottlenecks. Figure 5 represents one of the results obtained through process mining, in which it was possible to trace the paths covered by the process, the organizational entities involved, the average transition time among the activities and which of these paths were used more or less frequently.

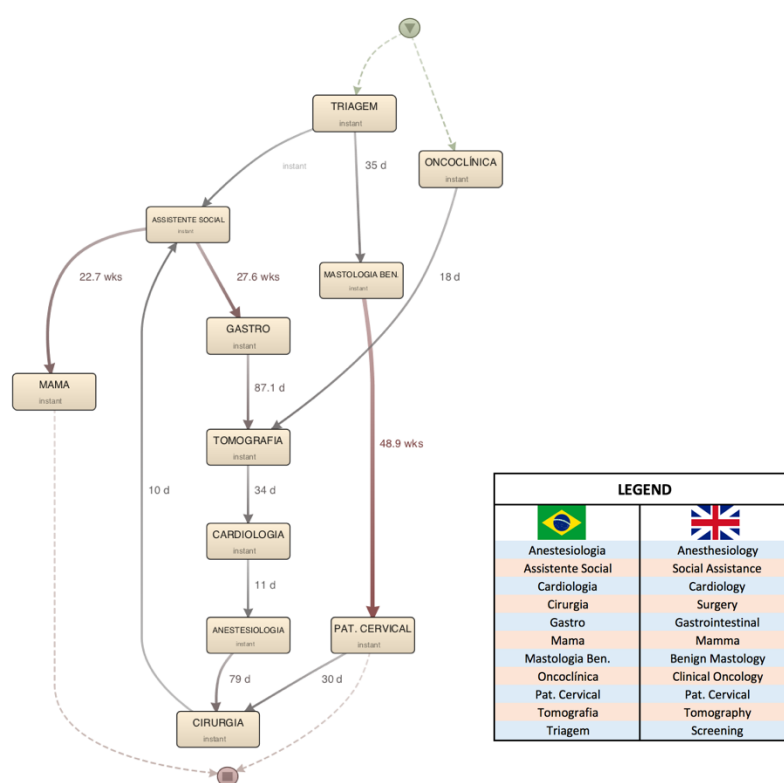


Fig. 5. Example of Process Mining result.

"Organization Miner" makes it possible to find out which resources and organizational entities comprise the process, how the companies are distributed among them and the resources or organizational entities under higher or lower demand during the execution of the activities. It is also possible to identify any rework required and resources stressed by the rework activity.

The "Decision Point Analysis" plug-in enables identifying the rules that are usually applied at decision points (OR Split), which can be useful in identifying whether specific business rules are being followed in the process, and the existence of Possible Exceptions.

Once the indicators have been raised, these must be associated to the performance indicators, which is why the PM-QUALISS - Qualification Program of Health Service Providers, of the National Health Agency Supplementary Program (ANS) is used as reference model. According to the ANS [12], QUALISS aims to stimulate the qualification of supplementary health service providers and increase the availability of information that can be used by both hospitals and users of the health care services affording operators and beneficiaries of health insurance the power to assess and choose service providers. Most of these indicators are objective, an

example being indicator 1, which deals with the ratio of nurses to nursing professionals per bed. The rationale for reaching the value of the indicator is represented by:

$$\frac{\text{Number of Nurses}}{\text{Number of Nursing Professionals}} \times \frac{1}{\text{Number of Beds}}$$

Information about available nursing professionals and their distribution can be obtained through the use of social network miners, such as "Social Network Analysis".

Therefore, the main objective up to this stage is to associate each of the indicators in a reference model with one of the indicators, or set of indicators, generated by process mining. Once this association is made, it becomes possible to constitute performance criteria that can be analysed using an MCDA tool.

4. Results

The MCDA tool chosen was PROMÉTHÉE, a well-known multi-criteria assessment method, which allows the classification of the alternatives under evaluation from the best to the worst. This method was created in 1985 and expanded into six different methods used in dealing with different problems. PROMÉTHÉE methods I, II and III deal with the ordering, while PROMÉTHÉE IV and VI methods are concerned with the choice and ordering and PROMÉTHÉE V deals with optimizing the ordering [13]. Three PM-QUALITY indicators were used as reference in creating MCDA criteria in the PROMÉTHÉE method. The selection indicators were:

- a) Indicator PM-QUALISS 1 - Ratio of nurses to nursing professionals per bed, considering the relationship:

$$\frac{\text{Number of Nurses}}{\text{Number of Nursing Professionals}} \times \frac{1}{\text{Number of Beds}}$$

- b) PM Indicator QUALISS 11 - Monitoring waiting time in emergency and urgency admission wards, through the relation:

$$\frac{\text{N° of patients classified in the category and attended in the waiting time in emergency and urgency}}{\text{Number of patients classified in emergency and urgency}}$$

- c) Indicator PM QUALISS 17 - Average in-patient time based on:

$$\frac{\text{Sum of dwell time for all discharges (exits)}}{\text{Total number of discharges from the hospital}}$$

To do this, "Organizational Mining" plug-ins were used to discover the ratio of nurses per bed to the total number of nursing professionals, "Performance Analysis with Petri Net", to identify the average waiting time for urgency and as well as the average length of stay before discharge. This information, once fed into PROMÉTHÉE, is described in figure 6, thus concluding stage 2 of the proposed framework. For reasons of space constraints, stages 3 and 4 will be treated in an extended version of this article.

	☒	☒	☒
Oncology	PMQ #1	PMQ #11	PMQ #17
Unit	unit	unit	unit
Cluster/Group	◆	◆	◆
Preferences			
Min/Max	max	min	min
Weight	3,00	0,00	0,00
Preference Fn.	Usual	Usual	Usual
Thresholds	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a
- P: Preference	n/a	n/a	n/a
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a

	☒	☒	☒
Oncology	PMQ #1	PMQ #11	PMQ #17
Statistics			
Minimum	1,00	0,00	0,00
Maximum	3,00	2,00	2,00
Average	2,00	1,00	1,00
Standard Dev.	0,82	0,82	0,82
Evaluations			
Basic	◆	1,00	2,00
Intermediate	●	2,00	1,00
Advanced	◆	3,00	0,00

Fig. 6.
Example of
Prométhée
use.

5. Conclusion

The partial results achieved using this method show promise, but there are three main challenges associated to it, which should be addressed in the course of the research:

- Improve the method of transcribing an attribute or set of attributes generated by process mining into a criterion or a set of MCDA criteria, correctly and effectively for process evaluation;
- Formalize or use a method already proposed to assign the weighting of each of the criteria generated and that will be analysed by the MCDA method; and
- Define the qualitative levels and their boundaries in measuring the level of organizational performance from the point of view of interoperability.

References

1. Mans, R. S., Schonenberg, M.H., Song, M., van der Aalst, W.M.P., Rakker, p.J.M. Application of Process Mining in Healthcare – A Case Study in Healthcare – A Case Study in a Dutch Hospital. 2009. In Biomedical Engineering Systems and Technologies – Communication in Computer and Information Science, 25, pp 425-438;
2. IDSUS – Índice de Desempenho do Sistema Único de Saúde. In <http://idsus.saude.gov.br/mapas.html>, feb, 2016;
3. Instituto Datafolha. 2015. Opinião dos brasileiros sobre o atendimento público na área de saúde. In <http://portal.cfm.org.br/images/PDF/pesquisadatafolhacfm2015.pdf>, feb, 2016;
4. Kaymak, U., Mans, R., van de Steeg, T., Dierks, M. On Process Mining in Health Care. 2012. In IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics. 14-17 October, 2012, Seoul, Korea;
5. Van der Aalst, W. Process mining: Overview and opportunities. 2012. In ACM Transactions of management Information Systems (TMIS) 3, no. 2: 7. 2012;
6. van Dongen, B. F., A. K. A. de Medeiros, H. M. W. Verbeek, A. J. M. M. Weijters, W. M. P. van der Aalst. The ProM Framework: A New Era in Process Mining Tool Support. 2005. In Applications and Theory of Petri Nets 2005, edited by G. Ciardo and P. Darondeau: Springer Berlin / Heidelberg. 2005;
7. Marsh, K., Lanitis, T., Neasham, D., Orfanos, P., Caro, J. Assessing the value of healthcare interventions using multi-criteria decision analysis: a review of the literature. 2014. In Pharmacoeconomics, 32(4):345-65. doi: 10.1007/s40273-014-0135-0. 2014;
8. Adunlin, G., Diaby, V., Xiao, H. Application of multicriteria decision analysis in health care: a systematic review and bibliometric analysis. 2014. In International journal of public participation in health care and health policy, Volume 18, Issue 6. 2015;
9. Praveen, T., Devlin, N., Marsh, K., Baltussen, R., Boysen, M., Kalo, Z., Longrenn, T., Mussen, F., Peacock, S., Watkins, J., Ijzerman, M. Multiple Criteria Decision Analysis for Health Care Decision Making – An Introduction: Report 1 of the ISPOR MCDA Emerging Good Practices Task Force. 2016. In Elsevier Inc. on behalf of International Society for Pharmacoeconomics and Outcomes Research (ISPOR). 2016;
10. Nussbaum, Gerard M., Rehfeld, Laura K. Oncology Networks Best Practices. 2011. In Oncology Practice Management - June 2011, Vol 1, No 2, Engage Healthcare Communications, LLC, 2011;
11. Hospital Erasto Gaertner. 2015. Hospital em números, In http://www.erastogaertner.com.br/arquivos/Abificc_Dados_HEG_2015.pdf, feb, 2016;
12. ANVISA. PM-QUALISS, Programa de Qualificação dos Prestadores de Serviços de Saúde. In <http://www.ans.gov.br/prestadores/qualiss-programa-de-qualificacao-dos-prestadores-de-servicos-de-saude>, nov, 2016;
13. Araz, C., Ozkarahan, I. Supplier Evaluation and Management System for Strategic Sourcing Based on a New Multicriteria Sorting Procedure. 2007. In International Journal of Production Economics. Vol.106 (2): 585-606, 2007. doi: 10.1016/j.jipe.2006.08.008;
14. Process Mining Framework (ProM Tools) – In <http://www.promtools.org/doku.php>, feb, 2016.