

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

**VICTOR RICARDO SCUISSIATTO**

**FRAMEWORK DE AVALIAÇÃO DE INTEROPERABILIDADE ORGANIZACIONAL  
EM SISTEMAS DE SAÚDE BASEADO EM MÉTODOS DE ANÁLISE  
MULTICRITÉRIO**

**CURITIBA**

**2018**

**VICTOR RICARDO SCUISSIATTO**

**FRAMEWORK DE AVALIAÇÃO DE INTEROPERABILIDADE ORGANIZACIONAL  
EM SISTEMAS DE SAÚDE BASEADO EM MÉTODOS DE ANÁLISE  
MULTICRITÉRIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo de Freitas Rocha Loures  
Co-Orientador: Prof. Dr. Eduardo Alves Portela Santos

**CURITIBA**

**2018**

Dados da Catalogação na Publicação  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná  
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR  
Biblioteca Central  
Luci Eduarda Wielganczuk – CRB 9/1118

Scuissiatto, Victor Ricardo

S436f  
2018 Framework de avaliação de interoperabilidade organizacional em sistemas de saúde baseado em métodos de análise multicritério / Victor Ricardo Scuissiatto ; orientador: Eduardo de Freitas Rocha Loures ; coorientador: Eduardo Alves Portela Santos. – 2018.  
158 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná,  
Curitiba, 2018  
Inclui bibliografias

1. Engenharia de produção. 2. Integração de sistemas. 3. Informática na Medicina – Processamento de dados. I. Loures, Eduardo de Freitas Rocha. II. Santos, Eduardo Alves Portela. III. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. IV. Título.

CDD 22. ed. – 670

**VICTOR RICARDO SCUISSIATTO**

**FRAMEWORK DE AVALIAÇÃO DE INTEROPERABILIDADE ORGANIZACIONAL  
EM SISTEMAS DE SAÚDE BASEADO EM MÉTODOS DE ANÁLISE  
MULTICRITÉRIO**

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

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Eduardo de Freitas Rocha Loures  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

---

Co-Orientador: Prof. Dr. Eduardo Alves Portela Santos  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

---

Banca: Professor 3 (Titulação e nome completo)  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

---

Banca: Professor 4 (Titulação e nome completo)  
Externa

Cidade, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018.

Á minha mãe Lenir que está ao meu lado.

Á minha esposa Jéssica.

Aos meus amigos Gustavo, Loures, Portela  
pelos momentos juntos, pela compreensão e  
confiança creditada em mim.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela oportunidade dada. Agradeço ao Espírito Santo por habitar em mim, por sempre estar comigo me instruindo.

À todos os professores que fizeram parte da minha carreira acadêmica.

À Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Ao Programa De Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas.

Agradeço a Denise da Mata Medeiros pela convivência e amizade.

Agradeço a Izabelle Hannemann, Sarah Bueno, Vanessa Santos pelo apoio e auxílio no desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço aos amigos Alan, Amaral, Leandro, Adriano, Kleversom, Fabiano, Elber.

À Jéssica pelo apoio e compreensão constantes durante o período do Mestrado.

Meu agradecimento especial aos meus orientadores Eduardo Loures e Eduardo Portela, por todos valores ensinados e experiências compartilhadas.

*“Procura compreender o que dizem os  
artistas nas suas obras-primas, os  
mestres sérios. Aí está Deus.”*  
(Vincent Van Gogh)

## RESUMO

Diante de um mundo em corrente transformação e avanço sistêmico, os hospitais têm utilizado recursos tecnológicos para viabilizar um melhor atendimento a pacientes. Neste novo cenário caracteriza-se uma necessidade maior de integração entre sistemas e colaboração entre pessoas, entidades e organizações na busca de melhoria na qualidade de atendimento hospitalar. O atendimento destes requisitos de melhoria, que ocorrem em âmbitos intra-inter hospitalar, aumentam a complexidade de percepção sobre o impacto no desempenho organizacional nas esferas estratégica, tático e operacional. Neste sentido, pela proximidade com os conceitos de interoperabilidade, motiva-se a investigação de formas de avaliação mais adequadas sob esta ótica - nas dimensões da Interoperabilidade Organizacional (IO). Referenciais regulatórios e clínicos, processos, serviços e informação são perspectivas não dissociáveis no domínio hospitalar, mas ainda fragilmente tratadas de forma integrada pelos modelos de avaliação de interoperabilidade encontrados na literatura. Oportunizando, portanto, uma lacuna científica no domínio de saúde, este documento apresenta um framework de avaliação de interoperabilidade organizacional no domínio hospitalar intitulado IAFH (Interoperability Assessment Framework for Healthcare domain). Tal framework orienta a realização de um ciclo de desenvolvimento que contempla etapas de aquisição e organização do conhecimento de domínio envolvido, assim como a modelagem de diferentes estruturas de análise multicritério organizadas e integradas de tal forma a compor um amplo espaço de avaliação. O IAFH contempla as dimensões da interoperabilidade (perspectivas e barreiras) e atributos de análise identificados à luz dos principais referenciais associados ao domínio de saúde, dando-se atenção aos processos de tratamento clínico envolvido. Objetiva-se, desta forma, a medição do nível potencial de interoperabilidade de uma entidade hospitalar que impacta no desempenho de seus processos organizacionais. Com base nos conceitos de maturidade e capacidade, a fundamentação de análise via métodos de avaliação multicritério (*multicriteria decision analysis* – MCDA) confere uma granularidade e abrangência diagnóstica sobre a capacidade de interoperação da entidade organizacional não encontradas em outros modelos de avaliação na literatura. Resultados diagnósticos expressivos foram obtidos com a aplicação do IAFH em hospital do Estado do Paraná de destaque no tratamento de câncer, identificando os principais elementos e barreiras a um melhor desempenho organizacional em seus processos clínicos, apoiando os gestores na definição de planos diretores de melhoria do nível de interoperabilidade diagnosticado.

**Palavras-chave:** Interoperabilidade, Avaliação, Maturidade, Análise Multicritério, Saúde.



## ABSTRACT

Faced with a world in current transformation and systemic progress, hospitalized with technological resources to enable better patient care. In this new scenario is characterized a greater need for integration between systems and collaboration between people, entities and organizations in the search for better in the quality of hospital care. Meeting the improvement requirements that occur in intra-hospital environments increase the complexity of perception about the impact on organizational performance in the strategic, tactical and operational spheres. In this sense, through interoperability concepts, it is motivated the investigation of more adequate evaluation forms in this perspective - in the dimensions of Organizational Interoperability (IO). Regulatory and clinical references, processes, services and information are common non-dissociable in the hospital domain, but still fragilely treated in an integrated manner by the interoperability assessment models found in the literature. The interoperability framework for health). Opposing, for example, a scientific gap in the health field, this paper presents an organizational interoperability assessment framework in the hospital domain entitled IAFH. This structure guides the realization of a development cycle that includes stages of acquisition and organization of the knowledge involved, as well as a modeling of multicriteria analysis structures organized and integrated in such a way as to compose a wide space of evaluation. IAFH considers as dimensions of interoperability (perspectives and barriers) and attributes of analysis identified in the light of the main references associated to the health domain, paying attention to the clinical treatment processes involved. In this way, a measure of the potential volume of interoperability of an entity that impacts any performance of its organic processes is attempted. Based on the concepts of maturity and capability, an analysis foundation using multicriteria evaluation methods (Multicriteria Decision Analysis - MCDA) confers a granularity and diagnostic comprehension on an organized entity interoperability capacity not found in other evaluation models in the literature. Expressive diagnostic results were obtained with an application of the IAFH in a hospital in the state of Paraná, with no treatment for cancer, identifying the main elements and barriers to a better organizational performance in its clinical processes, supporting the managers in the definition of master plans for better uninterrupted diagnosis.

**Key-words:** Interoperability, Assessment, Maturity Models, Healthcare.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Espaço de Observação v.s. Espaço Avaliação do IAFH.....	23
Figura 2 - Estrutura da Dissertação – Escopo do IIMH .....	30
Figura 3 - Interoperability Assessment Framework for Healthcare (IAFH) .....	33
Figura 4 - Fase 1 Aquisição do Conhecimento.....	34
Figura 5 - Fase 2 - Organização do Conhecimento.....	35
Figura 6 - Método AHP/ANP .....	41
Figura 7 - Espaço de Avaliação com Mineração de Processos.....	45
Figura 8 - Espaço de Avaliação Electre-tri .....	47
Figura 9 - Espaço de Avaliação Método DEMATEL.....	50
Figura 10 - Espaço de Avaliação Método PROMETHEE .....	51
Figura 11 - IAMinCH development framework.....	58
Figura 12 - Matrix relational HealthCare.....	61
Figura 13 - AHP Struture of the IAMinCH.....	62
Figure 14 - Process Path and Establishment of Attributes. ....	64
Figura 15 - Potential/Result Interoperability .....	64
Figure 16 - IDEF0 Development Framework.....	74
Figure 17 - IIMH Structure .....	75
Figure 18 - AHP/ANP Structure.....	76
Figure 19 - Interoperability potential assessed through AHP/ANP. ....	78
Figure 20 - Sensitivity analysis of the AHP method.....	79
Figura 21 - Capability Levels.....	79
Figure 22 - Proposed framework model. ....	85
Figure 23 - Social Network Mine result.....	88
Figure 24 - Example of Process Mining result.....	89
Figure 25 - Example of Process Mining result.....	90
Figure 26 - Organizational Structure. ....	91
Figure 27 - Interoperability Concerns .....	91
Figure 28 - AHP Structure .....	92
Figura 29 - IDF0 Framework de desenvolvimento.....	105
Figura 30 - Modelo AHP modelado no Software Super Decisions .....	109
Figura 31 - Modelagem Promethee Maturidade .....	112

Figura 32 - Processo de aplicação do método DEMATEL (Adaptado: SUMRIT et al., 2013).	114
Figura 33 - Matriz de relações totais (T) com a influência resultante de cada atributo do Método DEMATEL.	115
Figura 34 - Modelagem Promethee Setorial.	117
Figura 35 - AHP Barreiras – Semântica	121
Figura 36 - Estrutura AHP/ANP Sensibilidade.	122
Figura 37 - Fluxos de Preferência - Visual Promethee	123
Figura 38 - Ranking - Visual Promethee	123
Figura 39 - Peso Atributo “Orientação ao Paciente” –Visual Promethee.	125
Figura 40 - Classification Weightless – Visual Promethee.	126
Figura 41 - Mapa de Influência do Atributo 20 (Acompanhamento e Atualização Continua dos Padrões).	128
Figura 42 - Mapa de Influência do Atributo 19 (Monitoramento da Conformidade Entre Práticas e Padrões).	129
Figura 43 - Mapa de Influência do Atributo 4 (Prescrição, Manipulação e Aplicação de Medicamentos).	130
Figura 44 - Mapa de Influência do Atributo 16 (Planejamento e Cumprimento dos Objetivos Estratégicos da Organização).	131
Figura 45 - Mapa de Influência do Atributo 13 (Sistemas Simples e de Fácil Acesso à Informação).	132
Figura 46 - Valores de “Phi” gerados pelo software Visual PROMETHEE.	133
Figura 47 - Resultado gráfico gerado pelo software Visual PROMETHEE.	134
Figura 48 - Resultado gráfico da Primeira Análise gerado pelo Visual Promethee.	135
Figura 49 - Resultado gráfico da Segunda Análise gerado pelo Visual Promethee.	136
Figura 50 - Notas majoradas para a realização da análise de melhorias.	137
Figura 51 - Resultado gráfico da análise do Primeiro Cenário gerado pelo Visual Promethee.	138
Figura 52 - Resultado gráfico da análise do Segundo Cenário gerado pelo Visual Promethee.	139

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Definições dos níveis alocados nas perspectivas de Interoperabilidade....	36
Tabela 2 - Resultados de Graus de Importância - Perspectivas e Atributos .....	43
Tabela 3 - Comparative Interoperability Overview.....	56
Table 4 - List of extracted attributes. ....	63
Table 5 - Effective/Potential Interoperability Analysis.....	64
Tabela 6 - Influência resultante de cada atributo.....	127

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	Processo de Hierarquia Analítica ( <i>Analytical Hierarchy Process</i> )
AIO	Avaliação de Interoperabilidade Organizacional
ANP	Processo de Rede Analítica ( <i>Analytic Network Process</i> )
APAC	Autorização de Procedimento de Alta Complexidade
BPMN	Business Process Model and Notation
DEMATEL	<i>Decision Making Trial and Evaluation Laboratory</i>
EIA	<i>Enterprise Interoperability Assessment</i> (Avaliação de Interoperabilidade Empresarial)
ELECTRE	Elimination Et Choix Traduisant la Réalité
FEI	Estrutura de interoperabilidade de saúde eletrônica ( <i>E-Health Interoperability Framework</i> )
FI	Frameworks de Interoperabilidade
FTs	Folhas de Tarefas
HC	Health Care
HEG	Hospital Erasto Gaertner
HIS	<i>Health Information Systems Interoperability framework</i>
HR	<i>Human Resources</i>
IDFO	Integration Definition for Function Modeling
IAFH	<i>Interoperability Assessment Framework for Healthcare domain</i>
IAMinCH	<i>Interoperability Assessment Model for Câncer Healthcare domain</i> (Modelo de avaliação de interoperabilidade para o domínio Câncer Healthcare)
IIMH	<i>Interoperability Influence Matrix in Health domain</i>
LOG	<i>Amostra de dados reais retirados de um sistema de banco de dados</i>
MCAI	Matriz de Correlação de Atributos de Interoperabilidade
MCDA	<i>Methods of Multicriteria Decision Analysis</i> (Métodos de Análise de Decisão Multicritério)
MCDM	<i>Multi-Criteria Decision Making</i> (Modelos de Decisão Multicritério)
NETHA	Autoridade Nacional de Transição de Saúde Eletrônica ( <i>National E-Health Transition Authority</i> )
PIBIC	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica

PROCs	Procedimentos Internos do Hospital
ProM	Process Mining Framework
PHS	<i>Personal Health System</i>
PROMETHEE	<i>Preference Ranking Organization METHod for Enrichment of Evaluations</i>
QFD	Desdobramento da Função Qualidade (Quality Function Deployment)
SEI	Instituto de Engenharia de Software
SUS	Sistema Único de Saúde
TASY	PHILIPS TASY – Sistema de Gestão em Saúde
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TI	Tecnologia da Informação

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>17</b>
1.1	PROBLEMATIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA	19
1.2	TEMA E DIRECIONAMENTO DE PESQUISA	21
1.3	OBJETIVOS	24
1.3.1	<b>Objetivo Geral</b>	<b>24</b>
1.3.2	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>25</b>
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	25
<b>2</b>	<b>ABORDAGEM METODOLÓGICA</b>	<b>31</b>
2.1	FASE 1 – AQUISIÇÃO DO CONHECIMENTO	34
2.2	FASE 2 – ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO	34
2.3	FASE 3 – ESPAÇO DE AVALIAÇÃO	38
2.3.1	<b>Espaço de Avaliação AHP – ANP</b>	<b>38</b>
2.3.2	<b>Espaço de Avaliação com Mineração de Processos</b>	<b>44</b>
2.3.3	<b>Espaço de Avaliação Electre-tri</b>	<b>45</b>
2.3.4	<b>Espaço de Avaliação Dematel</b>	<b>49</b>
2.3.5	<b>Espaço de Avaliação Promethee</b>	<b>50</b>
<b>3</b>	<b>ARTIGO 1</b>	<b>53</b>
3.1	INTRODUCTION	53
3.2	INTEROPERABILITY IN HEALTH CARE	54
3.3	INTEROPERABILITY ASSESSMENT MODEL FOR CANCER HEALTHCARE DOMAIN – IAMINCH	57
3.3.1	<b>Step A1 - Analysis base and attributes</b>	<b>59</b>
3.3.2	<b>Step A2 - IAMinCH Structure</b>	<b>61</b>
3.4	APPLICATION CASE	62
3.5	FINAL CONSIDERATIONS	65
	<b>REFERENCES</b>	<b>66</b>
<b>4</b>	<b>ARTIGO 2</b>	<b>68</b>
4.1	INTRODUCTION	68
4.2	INTEROPERABILITY	69
4.2.1	<b>Interoperability Frameworks</b>	<b>70</b>
4.2.2	<b>MCDM/A Methods and their applicability in Healthcare</b>	<b>71</b>
4.3	INTEROPERABILITY ASSESSMENT IN HEALTHCARE	72

4.3.1	Knowledge Acquisition stage.....	73
4.3.2	Organization of Knowledge stage .....	74
4.3.3	EIA Structure stage - AHP and ANP Methods .....	75
4.3.4	Potential Interoperability Levels in Organizational Assessment.....	76
4.4	APPLICATION CASE AND RESULTS .....	77
4.4.1	Results Obtained .....	77
4.5	FINAL CONSIDERATIONS .....	80
	<b>REFERENCES.....</b>	<b>81</b>
<b>5</b>	<b>ARTIGO 3.....</b>	<b>83</b>
5.1	INTRODUCTION .....	84
5.2	PROPOSED METHODOLOGY .....	85
5.3	CASE STUDY IN A REAL VENOUS CHEMOTHERAPY PROCESS .....	87
5.4	RESULTS .....	90
5.5	CONCLUSION.....	94
	<b>REFERENCES.....</b>	<b>95</b>
<b>6</b>	<b>ARTIGO 4.....</b>	<b>97</b>
6.1	INTRODUÇÃO.....	98
6.2	INTEROPERABILIDADE HEALTH CARE .....	99
6.2.1	Interoperabilidade.....	99
6.2.2	Interoperabilidade Health Care.....	100
6.3	ANÁLISE MULTICRITÉRIO HEALTH CARE .....	102
6.4	ESTRUTURA DE CONHECIMENTO DE INTEROPERABILIDADE EM HEALTH CARE .....	104
6.4.1	Aquisição do Conhecimento .....	106
6.4.2	Organização do Conhecimento .....	107
6.4.3	Estrutura - Método AHP .....	107
6.4.4	Estrutura – Método ANP.....	110
6.4.5	Método PROMETHEE Maturidade .....	110
6.4.6	Estrutura – Método DEMATEL.....	113
6.4.7	Estrutura – Método PROMETHEE (Avaliação Setorial) .....	116
6.4.8	Nível de Maturidade na Avaliação da Interoperabilidade Organizacional 118	
6.5	APLICAÇÃO DE CASO E RESULTADOS.....	118
6.5.1	Aplicação e Resultado AHP .....	119



<b>6.5.2</b>	<b>Aplicação e Resultado ANP .....</b>	<b>121</b>
<b>6.5.3</b>	<b>Aplicação e Resultado do Método Promethee (Maturidade).....</b>	<b>122</b>
<b>6.5.4</b>	<b>Aplicação Método DEMATEL .....</b>	<b>126</b>
<b>6.5.5</b>	<b>Aplicação e Resultado Método PROMETHEE Setorial .....</b>	<b>133</b>
<b>6.6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>140</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>143</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>148</b>
	<b>APÊNDICE 1 – FOLHA DE TAREFA (FT06) .....</b>	<b>157</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Dentre as correntes transformações no mundo corporativo organizacional, encontramos a necessidade de colaboração entre pessoas, sistemas, entidades e organizações. As entidades hospitalares fazem uso há décadas não somente dos recursos tecnológicos disponíveis para viabilização de serviços, mas utilizam-se das pesquisas e avanços na medicina, proporcionando uma melhoria na qualidade de atendimento aos cidadãos e melhoria em seus processos (PELEG et al., 2009). Este ambiente de integração e colaboração refletem requisitos de desempenho organizacional que estão intrinsicamente ligados ao conceito de interoperabilidade.

A interoperabilidade é considerada como a capacidade que um sistema tem de se comunicar com sistemas de seus pares e acessar suas funcionalidades (IEEE, 1990). Com base nesta definição, quando há troca de informações, comunicação entre entidades, pessoas e sistemas, interação e integração, ocorre uma melhoria do nível de interoperabilidade e uma evolução do desempenho organizacional ocorre (CHEN et al., 2008).

Nem todos os hospitais investem de forma contínua em melhorias de processos, não levando em consideração a existência de frameworks e melhores práticas, não obstante o fato da disponibilidade destes mecanismos. A consideração destes referenciais pode auxiliar na obtenção de dados para identificação de barreiras nas perspectivas da interoperabilidade (organizacional, semântica e tecnológica), objetivando uma maior disponibilidade da informação e integração de processos e serviços (CESTARI et al., 2014a).

Nesta direção observa-se um domínio hospitalar ainda refratário a uma visão mais ampla de desempenho, com entidades hospitalares preocupadas muitas vezes com a redução de custos operacionais, restringindo em sua maior parte o atendimento de requisitos tecnológicos inerentes a melhoria de seus processos e indicadores. Esta orientação ditada por padrões administrativos financeiros deveria ser adequadamente associada às diretrizes organizacionais e da avaliação de desempenho na execução de processos e colaboração (GUÉDRIA et al., 2008). Isso remete à necessidade de “interoperar” no domínio da saúde e hospitalar e orientando sua visão estratégica para atendimento de requisitos de interoperabilidade, impactando em maior desempenho organizacional e, desta forma, trazendo ganhos na esfera financeira.

A interoperabilidade está se tornando ponto crucial para que os hospitais lidem com uma evolução de processos colaborativos e cooperativos. Sendo assim, realizar uma Avaliação de Interoperabilidade Organizacional - AIO (do inglês **EIA** – Enterprise Interoperability Assessment) fornece à organização hospitalar a oportunidade de conhecer seus pontos fortes, pontos fracos e priorizar ações para melhoria de desempenho e maturidade (CESTARI et al., 2014b).

O objetivo deste trabalho, oportunizando uma lacuna científica na área de saúde ou healthcare (termo em inglês em uso corrente), concentra-se na apresentação de um framework de avaliação de interoperabilidade no domínio hospitalar, dando-se ênfase aos processos de tratamento clínico que a entidade hospitalar abriga. A tal **framework** denomina-se, do inglês, *Interoperability Assessment Framework for Healthcare domain*, sob o acrônimo **IAFH**.

Com base em desenho metodológico específico inspirado nos diferentes modelos e frameworks de interoperabilidade apresentados na literatura, modelos de maturidade e estruturas de avaliação multicritério, identificam-se dimensões e aspectos relativos a avaliação da capacidade de interoperação hospitalar. Atributos que caracterizam este domínio organizacional (saúde-hospitalar), fornecem a base de observação na avaliação de interoperabilidade, considerando *atributo* como tudo aquilo que é passível de medição.

O IAFH foi aplicado em um hospital de referência nacional no tratamento de Câncer no sul do Brasil com o objetivo de posicioná-lo quanto ao nível de interoperabilidade que se encontra. A estrutura metodológica do IAFH define fases e atividades básicas, propondo uma estrutura de coleta e composição das diretrizes que irão apoiar na construção e aplicação do modelo de avaliação, podendo ter uma abrangência a outras diferentes áreas do hospital (visão inter-intra). Baseado nos conceitos de maturidade e capacidade, o IAFH é fundamentado em diferentes métodos de avaliação multicritério (*multicriteria decision analysis* – MCDA), dando uma granularidade e abrangência diagnóstica ao mesmo não encontradas em outros modelos.

## 1.1 PROBLEMATIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

As diretrizes clínicas são declarações desenvolvidas de forma sistemática para auxiliar e instruir o paciente aos cuidados adequados para circunstâncias clínicas específicas. Tais diretrizes visam melhorar a qualidade no atendimento ao paciente, e minimizar a variância injustificada neste atendimento ao paciente e reduzir custos. Assim, nos últimos anos, custos com cuidados de saúde juntamente com o gerenciamento de riscos, processos e serviços tem sido tema de alta prioridade para profissionais da saúde e seus provedores (CURIA, 2005). A complexidade inerente da conciliação entre diretrizes clínicas e os processos hospitalares conferem uma dimensão de motivação na tratativa de avaliação através das perspectivas de interoperabilidade.

Com a crescente globalização, o desenvolvimento de tecnologias mais modernas que facilitam a troca de informação e dados entre diferentes sistemas, as organizações encontram-se diante de desafios cada vez maiores. Neste sentido, necessitam de uma flexibilidade e de agilidade para adaptar-se rapidamente a novos contextos, além de proximidade e eficácia no estabelecimento de relações com as entidades e atores envolvidos como fornecedores, fabricantes, funcionários, colaboradores, sistemas, etc.

Diante de uma maior densidade de dados e acesso mais rápido a informações, como resultado, acarreta a necessidade de uma melhor coordenação entre os diferentes atores do setor de saúde – gestores, médicos, enfermeiros e pacientes. Tal evolução exigiu novas técnicas e ferramentas diferenciadas para atendimento e prestação de serviço, sendo uma parte destas ferramentas oriundas do setor industrial e adaptadas na área de saúde (ROCHA, 2012). Este direcionamento trouxe, entretanto, uma maior complexidade na avaliação de impacto sobre o desempenho organizacional hospitalar.

Neste ambiente, onde as tendências de negócios exigem uma gestão dinâmica, flexível e adaptável ao plano estratégico (BORDINI, 2013, P.14), a interoperabilidade e intercâmbio de informações na área da saúde são tratadas como elemento obrigatório no diagnóstico e tratamento no sistema de saúde. Estes elementos são de suma importância por conter em banco de dados, histórico referente a exames, a vida hospitalar do paciente e que devem ser compartilhados pelos diferentes atores da entidade hospitalar associados ao caminho processual do paciente.

Em um ambiente interoperável, devem ser identificadas quais informações são trocadas, pois as mesmas estando em rede ou estrutura colaborativa, devem estar acessíveis e semanticamente compreensíveis para os clínicos e sistemas. Esta ótica remete a um entendimento de interoperabilidade no domínio hospitalar como a capacidade de dois ou mais sistemas trocarem informações e sua consequente utilização recíproca, entre diferentes entidades dentro da própria organização hospitalar (dos setores ou departamentos) como com sua rede de relacionamento e suprimento. A interoperabilidade, sob estas perspectivas intra e inter, deve considerar aspectos organizacionais, econômicos e sociais, bem como mudanças tecnológicas. Pode se afirmar que duas empresas ou hospitais integrados interoperam de forma satisfatória, uma vez que a homogeneidade de seus processos e sistemas implica uma capacidade plena de colaboração e troca de informações (CHEN; DOUMEINGTS; VERNADAT, 2008).

Uma grande barreira de interoperabilidade no setor de saúde para adoção de sistemas integrados em ambiente mais colaborativo é a existência de sistemas heterogêneos, ferramentas e procedimentos diferentes, assim como diferentes conceitos ou idiomas dentro de um mesmo ambiente de colaboração (CAMPOS, 2013). Tais barreiras não devem implicar em perda de independência ou capacidade de trabalhar de forma autônoma, devendo-se continuar com sua capacidade de performance inalterada. Os investimentos dedicados ao sistema de saúde tipicamente consideram fatores tecnológicos associados à sua viabilização, e alguns trabalhos têm sido realizado no sentido de se estabelecer padrões e ajustar aspectos semânticos.

Para estabelecer e definir projetos de melhoria de interoperabilidade, é necessário primeiro avaliar e diagnosticar a situação atual do hospital, dando-se ênfase à avaliação de suas dimensões (gerencial, processos, serviços e informação) e barreiras (tecnológica, humana e semântica) entre diferentes setores, departamentos e sistemas, que realizam processos internos no hospital de referência (CAMPOS, 2013).

A perspectiva de melhoria da interoperabilidade implica na necessidade de definição de métricas de avaliação no contexto aplicado. Medir ou avaliar a interoperabilidade permite conhecer níveis de estado, pontos fortes e fracos de uma empresa e ou hospital, desta forma, pode-se priorizar ações de melhoria onde a necessidade é maior (GUEDRIA, 2012). Muitas são as formas e modelos de avaliação da interoperabilidade encontradas na literatura, que contemplam abordagens

quantitativas e qualitativas nas diferentes perspectivas. De maneira geral todos Frameworks de Interoperabilidade (FI) consideram o posicionamento temporal e contextual da organização (REZAEI, 2014). Considerando a diversidade e complexidade de elementos de avaliação organizacional no setor de saúde/hospitalar, sob diferentes dimensões de interoperabilidade, os modelos de maturidade mostraram-se muito propícios para suporte à modelagem do espaço de avaliação.

## 1.2 TEMA E DIRECIONAMENTO DE PESQUISA

O termo modelo de maturidade tornou-se popular através do Instituto de Engenharia de Software (SEI) quando o Modelo de Maturidade de Capabilidade foi apresentado em 1986 (DYMOND, 1995). Este modelo de maturidade evoluiu gradualmente a cada nova versão, sendo amplamente aceito como guia para avaliação dos processos de negócios de uma organização. Com base nesta iniciativa, alguns modelos de maturidade também foram apresentados nas pesquisas de interoperabilidade (GUEDRIA; CHEN, 2008) em período recente, tanto no campo tecnológico como também nas diferentes camadas empresariais (KASUNIC & ANDERSON, 2004).

Na maioria dos casos, os modelos de maturidade apenas definem os níveis de incorporação de interoperabilidade, porém existem alguns modelos de maturidade que incluem um conjunto de boas práticas aconselhando as empresas sobre, como se tornar interoperável (CHEN, 2008). A maioria deles trata da interoperabilidade direcionada à Tecnologia da Informação (TI), atendendo, sobretudo, aos aspectos de dados e serviços, com soluções às barreiras tecnológicas, havendo poucos voltados a uma visão mais ampla das dimensões organizacionais inerentes ao domínio hospitalar. Não se enfatiza, neste sentido, a perspectiva estratégica e de atendimento ao paciente através do fluxo informacional e de processos. Considerando esta carência de abordagens voltadas para a interoperabilidade sob aspecto organizacional na área de saúde-hospitalar, obtivemos nossa motivação de estudo.

No escopo de pesquisa relacionado à proposição do IAFH, o espaço de avaliação é centrado na definição de *atributo*, cujo conceito é adaptado de (BORDINI, 2014) ao domínio de saúde como “aquilo que é próprio de algo, como características, classes, métricas e variáveis que permitem uma organização hospitalar observar e avaliar seu desempenho e capacidade de interoperação”. A identificação dos atributos

é realizada com base em fontes informacionais regulatórias relacionadas ao processo clínico envolvido, normas organizacionais hospitalares, referenciais na área de interoperabilidade em *healthcare* e mecanismo instrumental baseado na extração de atributos associados aos processos organizacionais envolvidos via ‘folhas de tarefa’ (formulários – Apêndice 1) em consulta a especialistas (gestores, médicos e demais atores envolvidos no processo clínico).

A orientação de avaliação sob a ótica da interoperabilidade conduz à necessidade de um processo de organização deste conhecimento avaliativo (atributos) às dimensões de interoperabilidade exigindo a utilização de mecanismos relacionais. O espaço de observação obtido representa, portanto, base para modelagem do espaço de avaliação via métodos multicritério de análise (do inglês *Multi-Criteria Decision Analysis- MCDA*).

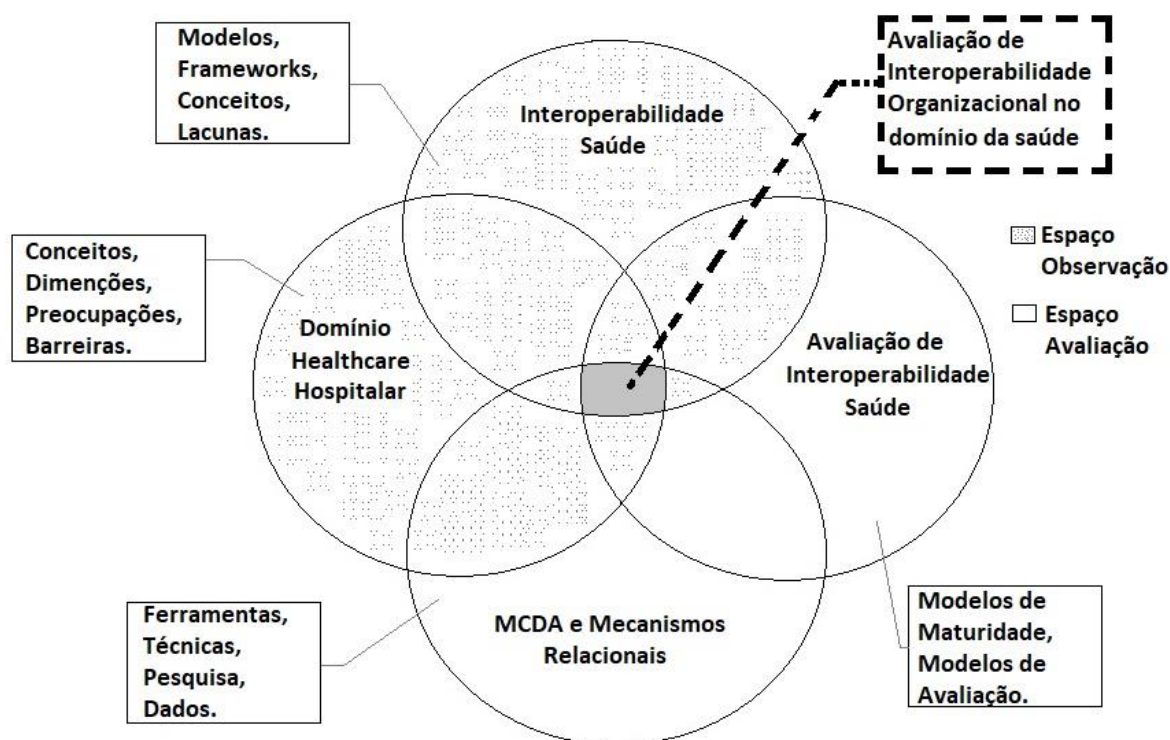
Os métodos MCDA consideram em geral um *scoring*, utilizando-se de pontuação para expressar a preferência do tomador de decisão (Médicos, Enfermeiros, Agentes Administrativos) sob ambiente de complexidade de análise, vislumbrando decisões mais claras, razoáveis e eficazes (ARULDOSS, 2013). Vale ressaltar que a dimensão de decisão envolvida na proposta do IAFH, com base nos métodos MCDA, reflete o posicionamento em nível de capacidade dos atributos avaliados sob a ótica da interoperabilidade e a consequente avaliação da capacidade de interoperação das entidades sob análise.

Para melhor ilustrar a abordagem e as principais áreas de conhecimento envolvidas, a Figura 1 mostra o espaço de observação (domínio da interoperabilidade em saúde) e espaço de avaliação (forma de avaliação de interoperabilidade em saúde através de ferramentas e técnicas relacionais e modelos de avaliação multicritério). A base contextual tem importância particular no cenário brasileiro de saúde com o domínio hospitalar sob ênfase nos processos de tratamento clínico de câncer – foco contextual do ciclo de desenvolvimento do presente projeto de mestrado. A interseção do espaço do problema e espaço de solução ilustra o escopo deste projeto de pesquisa proposto.

Ressalta-se igualmente a aplicabilidade da proposta e modelo a outras ênfases de tratamento clínico hospitalar, não se restringindo apenas ao tratamento de câncer. A ênfase dada a esta especialidade no decorrer do trabalho foi em decorrência da positiva abertura à obtenção de informações e avaliação, o que auxiliou sobremaneira

à obtenção de resultados concretos e inferência sobre a generalidade de aplicação do IAFH à outras especialidades de tratamento hospitalar.

Figura 1 - Espaço de Observação v.s. Espaço Avaliação do IAFH



Assim, o foco da pesquisa teve como finalidade investigar e avaliar a interoperabilidade em domínio hospitalar com ênfase aos processos de tratamento de câncer. Uma abordagem metodológica, com base em ciclo de desenvolvimento do espaço de avaliação e concepção de estruturas multicritério de análise, permite a caracterização do escopo de avaliação do IAFH.

O ciclo inicia pela identificação e categorização dos atributos de domínio nas dimensões de interoperabilidade através do uso de ferramentas relacionais, como o modelo adaptado do *Desdobramento da Função Qualidade* - QFD (do inglês *Quality Function Deployment*) (GUAZZI, 1999). Tais ferramentas suportam, por sua vez, a modelagem estrutural dos métodos MCDA considerados no espaço de avaliação - o **AHP** (*Analytical Hierarchy Process*), **ANP** (*Analytic Network Process*), **PROMETHEE** (*Preference Ranking Organization METHod for Enrichment of Evaluations*), Electre-



TRI (*ELimination Et Choix Traduisant la REalité*) e **DEMATEL** (*Decision Making Trial and Evaluation Laboratory* - que também atua como estrutura relacional, além de inferir sobre dimensões de avaliação).

A escolha, organização e modelagem de tais ferramentas seguem uma racionalidade processual e de integração visando a ampliação das dimensões diagnósticas obtidas no complexo domínio hospitalar. Cada método, portanto, acrescenta potencialidades diferentes de avaliação que considera dimensões qualitativas-quantitativas de atributos exigindo esforços de conciliação de informação e conhecimento de naturezas distintas – mais tácitas (qualitativas) e outras quantitativas (atributos mensuráveis). Como fonte informacional mais quantitativa, a mineração de processos (do inglês *Process Mining*) encontra especial motivação, realimentando a base de avaliação com métricas de execução dos processos hospitalares realizados. O uso de tais técnicas contou com sinergia de outro trabalho de mestrado *Avaliação da Interoperabilidade Organizacional em Sistemas de Saúde baseado em Mineração de Processos e Análise Multicritério* (RIZ, 2017).

A abordagem metodológica proposta e a racionalidade associada ao emprego dos métodos MCDA no escopo de avaliação do IAFH é apresentada no capítulo 2.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo Geral

Conceber um framework de avaliação de interoperabilidade organizacional no domínio hospitalar, sob a ótica dos processos de tratamento clínico, que forneça uma base metodológica para identificação e organização do conhecimento necessário à uma abordagem diagnóstica, através de métodos MCDA, sobre o nível de interoperabilidade potencial apoiado nos conceitos de capacidade e maturidade.

Como comentado anteriormente, será dado ênfase no presente trabalho à esfera clínica de tratamento oncológico, tendo-se hospital de destaque como base de suporte ao ciclo de desenvolvimento proposto pelo framework (IAFH).

### 1.3.2 Objetivos Específicos

Para obtermos sucesso com o objetivo proposto, devem-se atender os seguintes objetivos específicos:

- ✓ *Objetivo específico 1 (OE1)* - Identificar e relacionar os conceitos de *healthcare* aos frameworks de interoperabilidade, posicionando o domínio de investigação.
- ✓ *Objetivo específico 2 (OE2)* – Identificar os atributos de avaliação no domínio de saúde (*healthcare – tratamento câncer*) e relacionar às dimensões de interoperabilidade, através de mecanismos relacionais e consenso especialista.
- ✓ *Objetivo específico 3 (OE3)* – Avaliar a aplicabilidade de métodos MCDA no domínio de investigação.
- ✓ *Objetivo específico 4 (OE4)* – Modelar e organizar os diferentes métodos MCDA que compõe o espaço de avaliação do IAFH (framework), sob requisitos de integração e execução processual.
- ✓ *Objetivo específico 5 (OE5)* – Aplicar e avaliar os diferentes métodos em entidade hospitalar (Hospital Erasto Gaertner - setor de oncologia), obtendo a medição dos níveis de capacidade e maturidade em abordagem diagnóstica sobre a interoperabilidade potencial.

### 1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este documento está organizado da seguinte forma. A **seção (1)** consiste na introdução, apresentando a problematização, relevância e justificativas da pesquisa, objetivos, estrutura do documento.

A **seção (2)** apresenta o framework de avaliação de interoperabilidade proposto – IAFH cuja base metodológica, expressa através de um modelo de representação processual em notação IDEF0<sup>1</sup>, encadeia recursos, mecanismos e orienta a integração de métodos MCDA que compõe e definem o espaço de avaliação nas

---

<sup>1</sup> IDEF0: *Icam DEFinition for Function Modeling*, onde 'ICAM' é acrônimo para *Integrated Computer Aided Manufacturing*

dimensões de interoperabilidade. A base processual do IAFH, à luz do poder de representação semântica das entradas/saídas e recursos/mecanismos associados, suporta a compreensão de um ciclo de desenvolvimento que caracteriza fases de identificação e modelagem do conhecimento, modelagem das estruturas de avaliação e integração dos métodos MCDA, finalizando com a instanciação e análise diagnóstica sobre potencial de interoperabilidade no domínio hospitalar de tratamento de câncer.

A partir da **seção (3)** os artigos produzidos são apresentados de forma a evidenciar o caráter evolutivo que a estratégia metodológica sustentou. A **seção (3)** apresenta o primeiro artigo publicado<sup>2</sup>, fornecendo um *background* do domínio e introduzindo pilares conceituais dos frameworks de interoperabilidade em *healthcare*. Isso possibilitou a identificação de atributos preliminares do domínio de saúde e modelagem de suas relações com as dimensões de interoperabilidade através de estrutura relacional proposta com base na adaptação da ferramenta QFD (*Quality Function Deployment*).

Como resultado do levantamento e organização do conhecimento pela estrutura relacional, um modelo de avaliação AHP é gerado fornecendo primeiros resultados diagnósticos dentro do escopo de avaliação do modelo intitulado no artigo de IAMinCH (Interoperability Assessment Model in Cancer Healthcare domain). A estrutura AHP revelou-se muito apropriada para modelagem do espaço de conhecimento (atributos de domínio) organizado hierarquicamente nas classes (dimensões) da interoperabilidade. O uso do AHP como método MCDA de 'ordenação', teve uma caracterização (em seu propósito de decisão) de posicionamento da entidade hospitalar em nível de interoperabilidade.

Esta diferenciada abordagem de 'classificação' com o AHP teve inspiração e adaptação de trabalhos anteriores realizados no grupo (CESTARI, 2014; BORDINI, 2014).

A **seção (4)** representa o segundo artigo publicado<sup>3</sup>, que apresenta de forma mais completa a modelagem da estrutura relacional (matriz QFD adaptada) intitulada então de estrutura IIMH (Interoperability Influence Matrix in Health domain),

---

<sup>2</sup> Interoperability Assessment Approach in Cancer Healthcare, International Conference on Transdisciplinary Engineering, Amsterdam – Berlin – Washington - 23<sup>rd</sup> ISPE Inc. October 3-7, 2016

<sup>3</sup> Interoperability Assessment in Healthcare Based on the AHP/ANP Methods, World Conference on Information Systems and Technologies, Madeira, Portugal, 11-13 April 2017.

categorizando os atributos nas perspectivas/barreiras de interoperabilidade. A avaliação diagnóstica dos níveis de potencial de interoperabilidade é afinada através da extensão da estrutura AHP em ANP – onde são consideradas adicionalmente (além da base hierárquica do AHP) relações de influência entre atributos indicadas pela estrutura IIMH. O ANP permite, portanto, considerar as incertezas inerentes do posicionamento de um atributo de avaliação nas categorias (dimensões) de interoperabilidade, quebrando a estrutura puramente hierárquica do AHP. Este atributo, portanto, é modelado considerando seus reflexos de influência relacional (característica *pairwise* de avaliação do AHP) em atributos de outras categorias pelas ponderações intra-atributos na estrutura AHP/ANP.

A **seção (5)** apresenta o terceiro artigo publicado<sup>4</sup> que representou esforços conjuntos e colaborativos com mestrando atuante na área de mineração de processos no mesmo domínio hospitalar-saúde<sup>5</sup>. A estrutura de avaliação já desenhada nos artigos antecedentes, em AHP e ANP, encontrou motivação em sua extensão de análise na consideração de conciliação de informação qualitativa e quantitativa. A mineração de processo, com seus diferentes algoritmos revelou-se muito apropriado para extração do conhecimento quantitativo e definição de métricas oriundas da execução de processos de tratamento de câncer, muito aderente à problemática de avaliação. As reflexões inerentes ao esforço de um novo modelo de conciliação quali-quantitativa levaram, neste artigo, à concepção de um framework preliminar baseado nas estruturas AHP/ANP que incorporou reflexões iniciais à definição de indicadores de desempenho organizacional.

Uma extensão deste artigo para submissão em revista<sup>6</sup> conduziu a uma contribuição evolutiva do framework na consideração de um modelo integrado AHP – Promethee. A estrutura AHP representa um primeiro momento de avaliação diagnóstica que fornece as ponderações sobre os níveis relativos de capacidades nos diferentes níveis organizacionais da entidade hospitalar modelada pelo AHP –

---

<sup>4</sup> Interoperability Assessment in Health Systems Based on Process Mining and AHP Method, submetido para Journal of Medical Systems. WorldCist'17 - 5th World Conference on Inf. Systems & Technologies 11-13 abril de 2017 - Portugal

<sup>5</sup> Avaliação da Interoperabilidade Organizacional em Sistemas de Saúde Baseado em Mineração de Processos e Análise Multicritério, PPGEPS/PUCPR 29/05/2017.

<sup>6</sup> Extension: Interoperability Assessment in Health Systems Based on Process Mining and MCDA Methods JOMS – Journal of Medical Systems, Convite para extensão.

operacional, tático e estratégico. Os pesos então obtidos são transportados para uma matriz de avaliação Promethee que permite inferência em cima atributos de naturezas diferentes (quali – tácitos/percepção especialista & quanti - oriundos de métricas da mineração de processo) sobre os níveis de capacidade/maturidade da organização hospitalar.

A **seção (6)** apresenta o quarto e último artigo<sup>7</sup>, que estende de maneira expressiva o escopo de avaliação e capacidades diagnósticas com a utilização do método relacional DEMATEL em conjunto com o Promethee. O DEMATEL enriquece sobremaneira a análise relacional proporcionada pela estrutura IIMH onde são consideradas: (i) relações bidirecionais de influência (restrição da estrutura QFD adaptada), (ii) a identificação de variáveis (atributos) que mais *influenciam* e (iii) variáveis mais *influenciadas* no universo de avaliação envolvido. Em termos diagnósticos isso representa uma ampliação da capacidade de avaliação considerada pelo IAFH e uma visão mais ampla de resultados através da integração com o método Promethee. Tal ampliação considera duas dimensões de análise: (i) avaliação complementar do nível de capacidade/maturidade, (ii) avaliação de priorização setorial hospitalar na melhoria da interoperabilidade potencial.

Vale ressaltar o positivo e enriquecedor processo de colaboração na orientação de um projeto de iniciação científica (PIBIC)<sup>8</sup> e trabalho de conclusão de curso (TCC) de Engenharia de Produção<sup>9</sup> sob coordenação do professor orientador. Diferentes dimensões instrumentais, interface com os especialistas na entidades hospitalares e evolução dos mecanismos de avaliação do IAFH foram consolidados através destes trabalhos. De forma a tornar mais robusta a documentação de todo projeto envolvido, o relatório final PIBIC encontra-se no Anexo 1 que contempla também links aos mecanismos instrumentais utilizados e resultados obtidos. Nestes trabalhos o método Electre-TRI sofreu experimentação, sem representar análise focal nas publicações

---

<sup>7</sup> Interoperability Assessment in Health Systems Based on Process Mining and AHP Method, submetido para Journal of Medical Systems.

<sup>8</sup> Aplicação de Métodos de Tomada de Decisão na Avaliação de Interoperabilidade Organizacional – Avaliação dos Métodos Ahp/Anp, Promethee Electre-Tri, Vanessa Aline dos Santos, Engenharia de Produção, 2015-2016

<sup>9</sup> Comparação de Métodos de Avaliação Multicritério para a Análise de Interoperabilidade no Âmbito de Health Care, Izabelle Cristine Hannemann de Freitas, Engenharia de Produção, 2016.

(seções) pela dificuldade instrumental de execução e análise sob os requisitos de avaliação no domínio envolvido. De natureza classificatória o Electre-TRI forneceu os primeiros *insights* sobre a questão de integração de métodos (no caso vivenciado, com AHP).

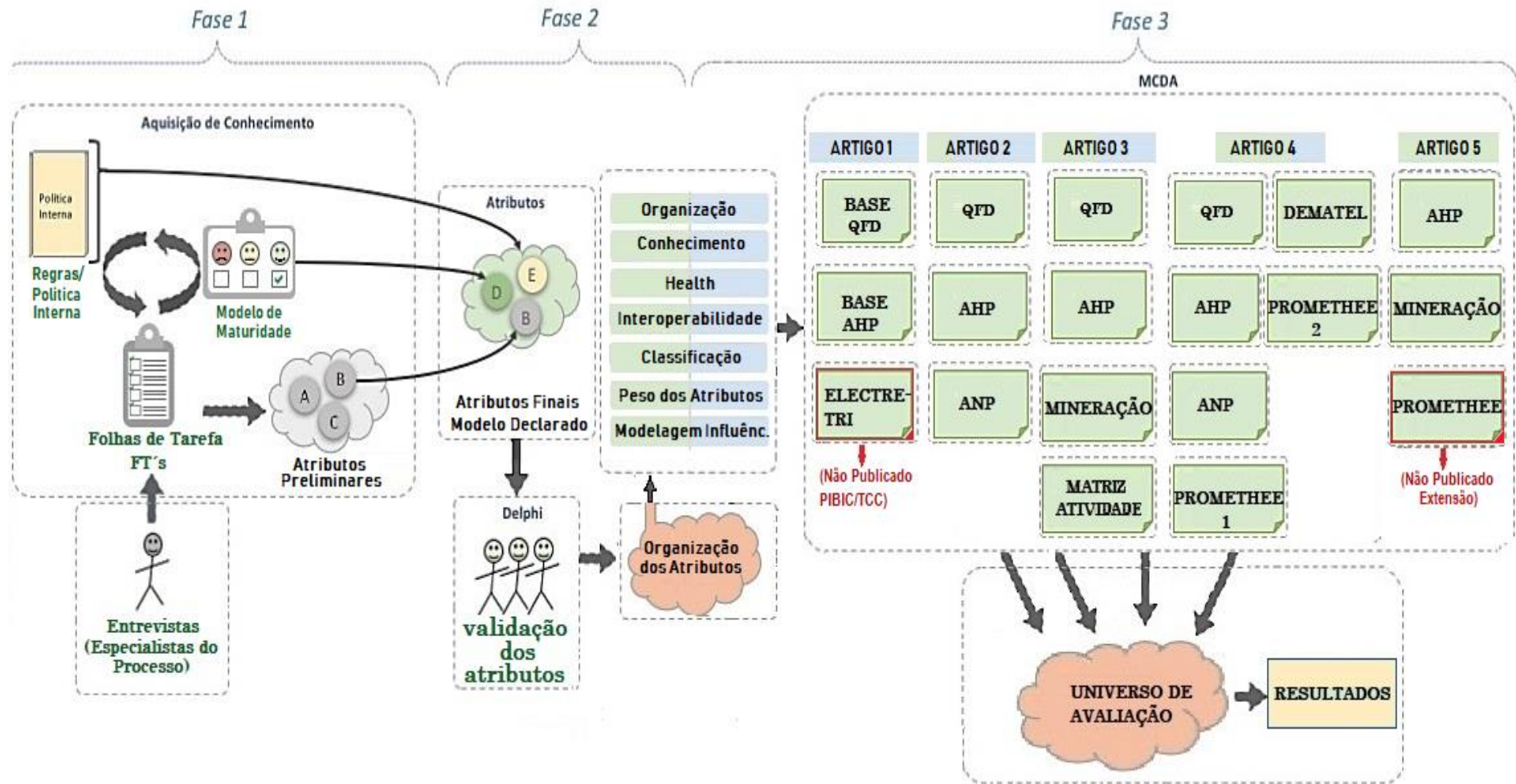
Termina-se o presente documento com uma **seção (7)** de conclusão expondo uma análise das questões apresentadas na pesquisa e as declarações finais sobre os resultados de pesquisa e perspectivas de continuidade.

Sob uma visão conceitual global o escopo de proposta do presente trabalho é representado pela Figura 2. As três fases organizam evolutivamente os processos de identificação do conhecimento - atributos (**Fase 1**), organização do conhecimento (atributos) nas dimensões de interoperabilidade (**Fase 2**) e modelagem, instanciação e análise de resultados com os métodos MCDA (**Fase 3**). Os artigos indicados na Fase 3 relacionam-se intrinsecamente aos desenvolvimentos com os métodos MCDA e ferramentas, absorvendo e evoluindo os esforços associados às Fases 1 e 2.

Neste sentido, atendem-se os objetivos específicos 1 e 2 através das Fases 1 e 2, ao mesmo tempo que se criam elementos de suporte à concepção das dimensões de avaliação contemplando preliminarmente o objetivo específico 3. A Fase 3 contempla os objetivos específicos 4 e 5 na modelagem e aplicação dos métodos MCDA. A Fase 4 relaciona-se à avaliação dos resultados obtidos associada ao objetivo específico 5.

Como já citado, um maior detalhamento dos recursos e mecanismos envolvidos são apresentados no capítulo seguinte na exposição do IAFH e sua base metodológica.

Figura 2 - Estrutura da Dissertação – Escopo do IIMH



## 2 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Diferentes são os modelos de avaliação de interoperabilidade encontrados na literatura (REZAEI, 2014), assim como os frameworks de interoperabilidade voltados à área da saúde (GUÉDRIA, 2008). Uma grande lacuna existente é a ausência de abordagens que contemplem uma descrição mais ampla da base metodológica que envolve a concepção de modelos de avaliação. Esta base vai desde a descrição da origem e natureza da informação utilizada e sua modelagem, até a sua utilização por mecanismos e métodos de avaliação, assim como sua execução instrumental no domínio de aplicação envolvido. A complexidade do espaço de observação e avaliação existente no domínio da saúde requer um melhor detalhamento deste ciclo metodológico, assim como o uso e experimentação de novos mecanismos que suportem tal complexidade.

O *Interoperability Assessment Framework for Healthcare* (IAFH) objetiva atender algumas destas lacunas, fornecendo uma base metodológica adequada ao suporte das fases de modelagem do conhecimento e avaliação no domínio de saúde e ambiente hospitalar. O IAFH é expresso através de um modelo de representação processual em notação IDEF0<sup>10</sup> que caracteriza, no encadeamento de atividades (tarefas) uma visão granular do fluxo de transformação e evolução das informações de entrada/saída (setas horizontais), através de uma descrição declarada dos controles e mecanismos (setas verticais superiores) e recursos (setas verticais inferiores) referenciados em cada tarefa. Estas setas verticais superiores representam os aspectos que restringem ou regem a função, por exemplo, métodos e ferramentas. As setas verticais inferiores de entrada representam os recursos que executam a função, por exemplo, pessoas, software, banco de dados e outros.

O modelo IDEF0 do IAFH indicado na Figura 3 fornece uma visão completa de todo o ciclo de desenvolvimento percorrido caracterizando, em uma visão macro, as três fases citadas no capítulo anterior:

---

<sup>10</sup> IDEF0: *Icam DEFinition for Function Modeling*, onde 'ICAM' é acrônimo para *Integrated Computer Aided Manufacturing*



Fase 1: Aquisição do Conhecimento – referindo-se ao processo de levantamento e identificação dos atributos. Esta fase ficou mais caracterizada no item 3.3 do Artigo 1.

Fase 2: Organização do Conhecimento – referindo-se aos esforços de modelagem relacional entre os atributos de domínio (saúde-hospital-tratamento clínico) às dimensões da interoperabilidade, esta fase ficou mais caracterizada no item 4.3 do Artigo 2.

Fase 3: Caracterização dos Espaços de Avaliação proporcionados pela modelagem e instanciação de diferentes métodos MCDA e mecanismos associados. Os espaços de avaliação foram definidos seguindo uma cronologia evolutiva de experimentação dos métodos (e sua integração) que caracterizaram as publicações citadas e trabalhos de graduação (PIBIC e TCC). Sob esta ótica temporal divide-se, sob caráter estrutural e de detalhamento deste capítulo, a Fase 3 nas seguintes fases:

Fase 3.1: Espaço de Avaliação AHP – ANP

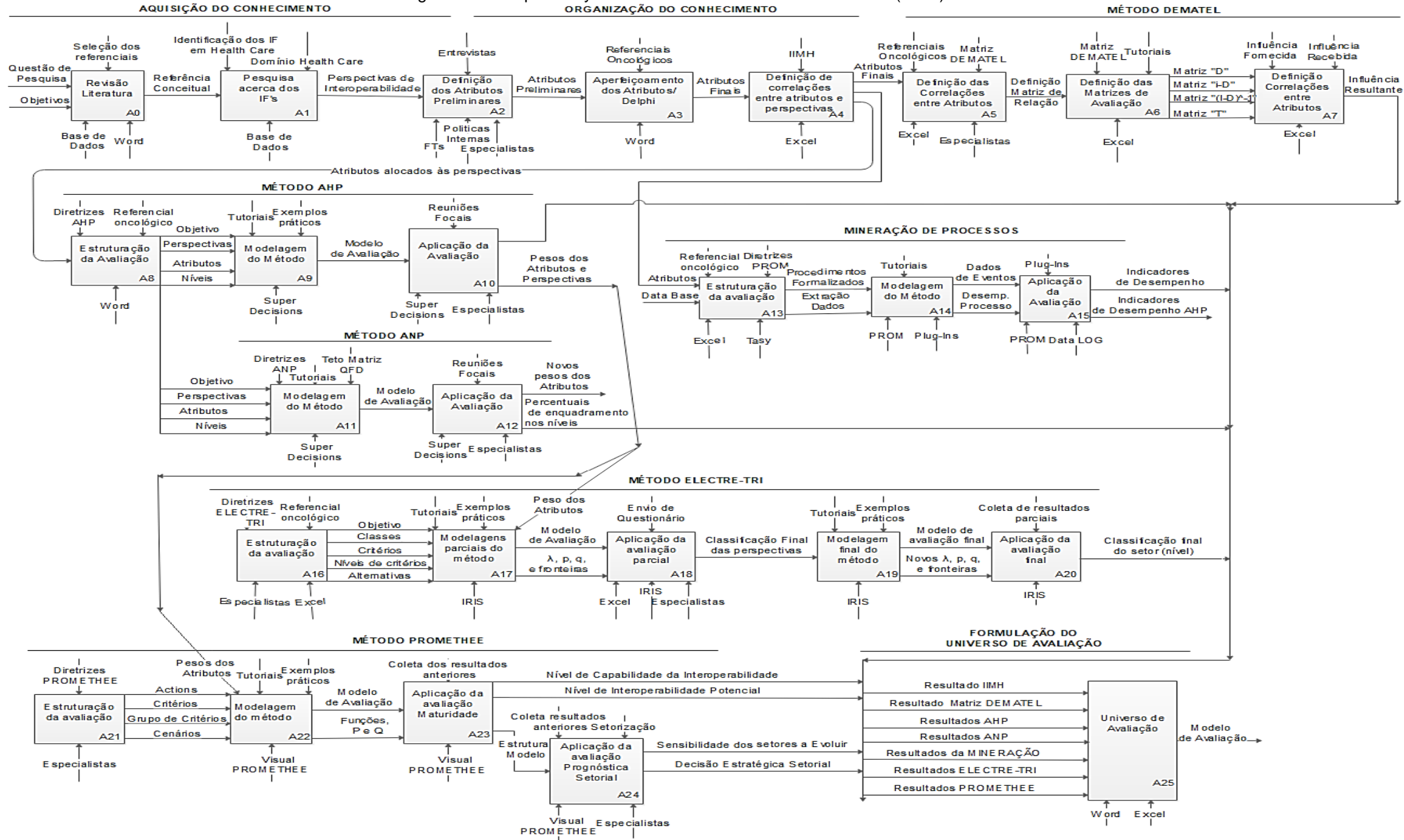
Fase 3.2: Espaço de Avaliação com Mineração de Processos

Fase 3.3: Espaço de Avaliação Electre TRI

Fase 3.4: Espaço de Avaliação Dematel

Fase 3.5: Espaço de Avaliação Promethee

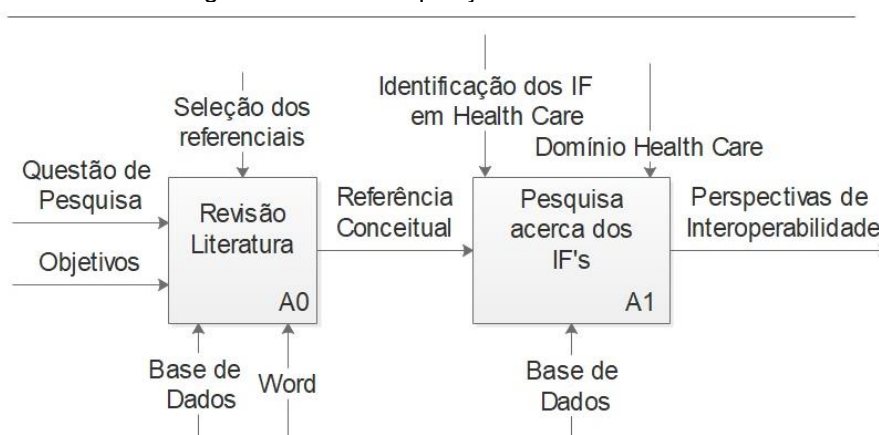
Figura 3 - Interoperability Assessment Framework for Healthcare (IAFH)



## 2.1 FASE 1 – AQUISIÇÃO DO CONHECIMENTO

Esta pesquisa baseia-se na elaboração de uma estrutura conceitual derivada da revisão da literatura que considera o domínio de saúde, sua especificidade dos processos de tratamento de câncer como elementos do domínio de aplicação, assim como Frameworks de Interoperabilidade e os dedicados a *Healthcare*. As atividades A0 e A1 identificam etapas básicas na identificação do conhecimento, conduzindo uma revisão da literatura baseada em palavras chaves associada aos elementos citados pertencentes ao espaço de observação definido no capítulo anterior (Figura 1). Com o objetivo de definir os objetivos e as questões de pesquisa e ajudando a mapear o contexto, a revisão da literatura é de suma importância, pois ajuda a filtrar e detalhar tópicos específicos, fornecendo uma visão ampla e identificação de lacunas para formular as abordagens e instrumentos da pesquisa. A atividade A0 identifica os elementos de observação do domínio de saúde e a atividade A1 fornece um mapeamento preliminar sobre as dimensões de interoperabilidade aos quais os elementos de observação serão associados e estão apresentados na Figura 4.

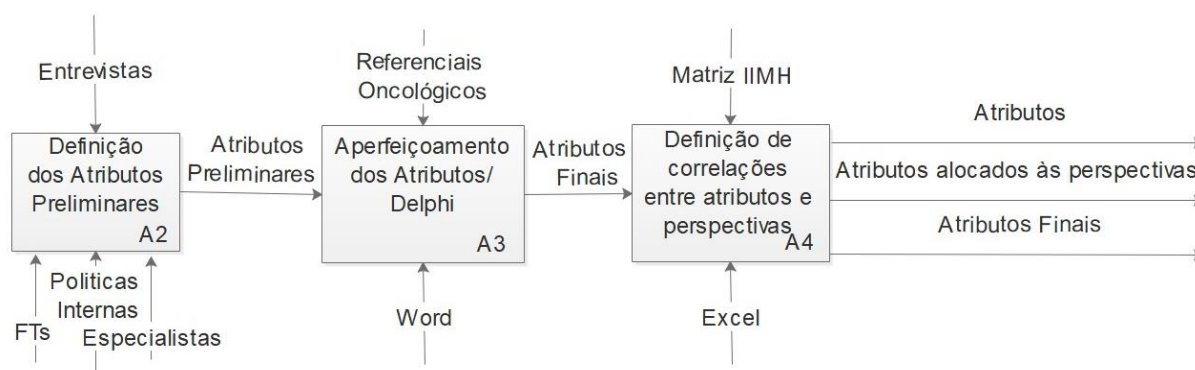
Figura 4 - Fase 1 Aquisição do Conhecimento



## 2.2 FASE 2 – ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

A organização do conhecimento consiste em três etapas (atividades) que contemplam a identificação dos atributos (com base na etapa de aquisição anterior) e organização dos mesmos nas dimensões da interoperabilidade (barreiras e perspectivas) definidas à luz dos frameworks mapeados na atividade A1. Este processo é ilustrado na Figura 5 suportado pelas atividades A2, A3 e A4.

Figura 5 - Fase 2 - Organização do Conhecimento



A atividade A2 representa a ação preliminar de extração dos atributos, que consideramos como mecanismos de coleta de conhecimento especialistas através de Folhas de Tarefa (FTs), assim como levantamento de Políticas Internas e referenciais normativos. As Folhas de Tarefa são instrumentos de coleta de informação especialista (entrevista) sobre todos os elementos de processos organizacionais (tarefas, atores, recursos, precedência, regras, controles, normas, telas do sistema, descrição da sequência do processo com as atividades do dia a dia, etc.), o modelo que utilizamos sofreu adaptação do trabalho de mestrado (HAUBMANN, 2008) para atendimento dos requisitos de análise ao espaço de avaliação (saúde-tratamento câncer, ótica interoperabilidade). As FTs permitem a identificação de atributos preliminares, consensuando com os elementos obtidos na etapa de aquisição do conhecimento (atividades A1 e A2).

A atividade A3, através de método Delphi e com base nos atributos preliminares, promove em etapas interativas um consenso final sobre atributos relevantes e aplicáveis ao domínio oncológico e seus processos clínicos. Após definidos os atributos, promove-se a organização e alocação dos atributos nas perspectivas de interoperabilidade conforme atividade A4, através de mecanismo relacional inspirado na matriz QFD (Quality Function Deployment) - o IIMH (Interoperability Influence Matrix in Health domain). Esta estrutura de organização do conhecimento é fundamental para a modelagem dos métodos MCDA utilizados, em especial o AHP e ANP.

O IIMH representa uma matriz relacional que associa, via ponderações quantitativas, o peso (de 0 a 9) da pertinência de um atributo a uma categoria da interoperabilidade. Isso orienta a característica estrutural final do AHP em seus níveis,

clusters e atributos. O chamado “teto” da estrutura IIMH, inspirado na matriz QFD, associa cada atributo com todos os demais, fornecendo suporte para análise de influências entre atributos e, assim, dando orientação na concepção da estrutura final ANP, estendendo a característica puramente hierárquica do AHP. O IIMH está melhor representado na Figura 17 no item 4.3.3.

De forma a esclarecer o significado das saídas obtidas da Atividade A4, na Tabela 1 são apresentadas definições referentes à cada um dos níveis para cada uma das perspectivas, inerentes a estrutura IIMH. Tais definições servem como um importante auxílio aos profissionais da instituição na compreensão de seu contexto atual em termos de interoperabilidade e em quais aspectos possui a necessidade de melhoria de forma a avançar para um nível superior.

Tabela 1 Definições dos níveis alocados nas perspectivas de Interoperabilidade.

Perspectivas	Níveis		
	Básico	Intermediário	Avançado
Negócios (B)	Neste nível não há planejamento adequado dos objetivos estratégicos, dificultando o cumprimento destes. Não há restrições quanto ao perfil do colaborador que compõe a liderança, a organização também não possui um conselho de gestão composto com autoridades definidas e documentadas. A organização não possui conectividade eficiente com as entidades externas, ocasionando erros e atrasos nas liberações.	Neste nível há planejamento formal dos objetivos estratégicos. A liderança é composta por pessoas qualificadas, porém sem diversificação de especialidades. O hospital possui um sistema que o conecta satisfatoriamente com as entidades externas.	Neste nível o planejamento dos objetivos é feito de forma eficaz, cumprindo os objetivos propostos. Possui um conselho de gestão com autoridades definidas e documentadas e com a liderança composta por administradores e médicos. O hospital dispõe de um sistema eficaz que conecta o hospital com as entidades externas.

<p>Políticas e Procedimentos (P)</p>	<p>A organização não prioriza a padronização de seus procedimentos, tornado os processos menos eficazes. Assim como ela também só atende as políticas/normas quando há exigências externas. Há pouco monitoramento dos processos, como consequência não há controle sobre as práticas e padrões. A instituição neste nível possui processos demorados e com vários erros.</p>	<p>A organização possui padronização sobre seus procedimentos, porém as atualizações destes são realizadas de forma periódica. Existe um monitoramento não formal dos processos, com isso, há controle moderado sobre as práticas e padrões. A instituição neste nível possui processos realizados em tempo razoáveis e com poucos erros.</p>	<p>A organização realiza um acompanhamento contínuo dos seus procedimentos, e as atualizações são feitas quando se nota alguma mudança normativa ou necessidade interna. Existe um monitoramento formal dos processos, com isso, existe um acompanhamento contínuo entre a prática e padrões dos processos. Neste nível os procedimentos são rápidos e eficazes.</p>
<p>Gerenciamento de Processos (PM)</p>	<p>O hospital investe pouco no gerenciamento de seus processos, carecendo de recursos tecnológicos de apoio ao serviço. Como consequência não possui coordenação do fluxo de informação dos cuidados clínicos; meios de contato entre hospital e paciente dificultando a orientação deste; e não realização de procedimentos de processos conforme os padrões estabelecidos levando a vários erros.</p>	<p>O hospital investe moderadamente no gerenciamento de seus processos, disponibilizando recursos tecnológicos de apoio ao serviço. A organização possui coordenação parcial do fluxo de informação dos cuidados clínicos; alguns meios de contato entre hospital e paciente; e a realização dos procedimentos de processos seguem parcialmente os padrões estabelecidos.</p>	<p>O hospital investe muito no gerenciamento de seus processos, dispendo de recursos tecnológicos de última geração de apoio ao serviço. A organização possui coordenação eficiente do fluxo de informação dos cuidados clínicos; vários meios de contato entre hospital e paciente, facilitando a orientação destes; e a realização dos procedimentos de processos seguem os padrões estabelecidos.</p>
<p>Recursos Humanos (RH)</p>	<p>O conselho da organização é centralizado e limitado. A instituição carece de recursos para investimento em desenvolvimento/aperfeiçoamento de sistemas de TI da instituição, assim como em pesquisas para novos tratamentos e tecnologias. O hospital não possui colaboradores altamente qualificados, portanto é necessário ter alto controle sobre os procedimentos de cuidados clínicos.</p>	<p>O conselho é composto por profissionais de várias áreas, porém mal estruturado. A instituição conta com empresas terceiras para realizar o desenvolvimento e aperfeiçoamento dos sistemas de TI da instituição e para pesquisar novas tecnologias e tratamentos. Existe pouco controle sobre os processos e procedimentos de cuidados clínicos, pois estes possuem qualificação e treinamento.</p>	<p>O conselho é bem estruturado, contando com profissionais de várias áreas. A instituição possui colaboradores altamente qualificados para realizar o desenvolvimento e aperfeiçoamento dos sistemas de TI da instituição e para pesquisar novas tecnologias e tratamentos. Não há necessidade de grande nível de controle sobre os processos e procedimentos de cuidados clínicos, pois estes são altamente qualificados e bem treinados.</p>

Semântica (S)	Neste nível há erros nos processos devido à falta de entendimento destes. Não possui comunicação intersetorial via sistema, dificultando o acesso à informação. Não há adequada orientação ao paciente, com isso, o paciente fica com várias dúvidas sobre seu tratamento. Não há padrões dos processos, gerando ambiguidade da aplicação destes.	Neste nível há poucos erros de processos gerados pela falta de entendimento. A organização possui sistemas com funções limitadas dentro de cada setor, dificultando a comunicação intersetorial. A instituição oferece somente uma orientação ao paciente, sem realizar um acompanhamento para sanar dúvidas durante o tratamento. Existem arquivos com os padrões dos processos, porém são de difícil acesso.	Neste nível é raro ocorrer erros de processos gerados pela falta de entendimento. A organização possui um único sistema eletrônico que possibilita a troca de informação intersetorial. A instituição oferece orientação ao paciente durante todo o tratamento, tirando todas as possíveis dúvidas. Existem arquivos com os padrões dos processos, de fácil acesso a todos os colaboradores, de forma a garantir o cumprimento do padrão estabelecido.
Tecnologia da Informação (TI)	Neste nível a organização investe pouco em tecnologias e sistemas de apoio ao serviço. O hospital carece de equipamentos adequados para atender a demanda, ou quando possuem equipamentos e sistemas, estes são complexos e de difícil manuseio,	Neste nível a organização investe em tecnologias e sistemas de apoio ao serviço. O hospital possui equipamentos para atender a demanda, porém estes são limitados/desatualizados. Os equipamentos e sistemas disponibilizados exigem um pouco de conhecimento técnico, dificultando o uso e o acesso à informação pelo usuário.	Neste nível a organização investe altamente em tecnologias e sistemas de apoio ao serviço. O hospital possui equipamentos de última geração que atendem a toda a demanda. Os equipamentos e sistemas disponibilizados são simples e facilmente acessados, sendo de fácil manuseio por todos os usuários.

## 2.3 FASE 3 – ESPAÇO DE AVALIAÇÃO

### 2.3.1 Espaço de Avaliação AHP – ANP

O método AHP - Analytic Hierarchy Process - desenvolvido por Thomas L. Saaty em 1972, é uma técnica de análise de decisão e planejamento de múltiplos critérios. A ferramenta é utilizada para problemas complexos que envolvem ambos os aspectos quantitativos e qualitativos. A teoria reflete a maneira pela qual a mente humana defini e estrutura um problema complexo (SAATY, 2008). Essa ferramenta ajuda analistas a organizarem os aspetos críticos de um problema em uma estrutura hierárquica similar a uma árvore genealógica, assim reduz decisões complexas para uma série de simples comparações e ranques, depois sintetiza os resultados.



O problema é estruturado hierarquicamente entre objetivos, critérios, subcritérios e alternativas. A fim de definir a importância entre um elemento sobre outro de um mesmo nível hierárquico, primeiramente são construídas matrizes comparativas atribuindo-se nota de preferência aos elementos de acordo com a escala desenvolvida por Saaty em que os pesos variam de 1 a 9. Então se normaliza a matriz (divisão de cada elemento da matriz pela somatória de sua coluna) para calcular o peso relativo de cada elemento (ou seja, as comparações são feitas em pares), construindo um ranking. Para calcular o peso de cada elemento, é calculado o autovetor ( $w_i$ ) de cada um, de acordo com a equação:  $w_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} / n$ , onde  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ . (TEKNOMO, 2006).

Ao final, uma estimativa de consistência para verificar a consistência do ranking obtido. Para este julgamento, a matriz comparativa deve apresentar uma incerteza de até 10%. Para este cálculo, é determinado a soma dos valores ponderados ( $W$ ) multiplicando-se a matriz comparativa ( $A$ ) e o autovetor  $w_i$  ( $W = A * w_i$ ), então se calcula o autovalor da matriz ( $\lambda$ ):  $\lambda = (W / w_i) / n$ . Logo, calcula-se o índice de consistência (IC):  $IC = (\lambda - n) / (n - 1)$ ; em seguida, descobre-se o índice aleatório (IA) a partir da tabela Saaty's Random Indexes. A taxa de consistência (TC) é finalmente calculada:  $TC = IC / IA * 100\%$ , então, se a incerteza for menor que 10%, se obterá uma aplicação precisa do AHP (TEKNOMO, 2006).

O método ANP - *Analytic Network Process* – constitui-se um caso estendido do método AHP. Ambos visam derivar prioridades em uma escala de razão fazendo comparações pareadas de elementos em uma propriedade comum ou critério, diferindo-se apenas quanto à abordagem: enquanto o AHP compara-se somente alternativas em relação à um objetivo global, o ANP compara alternativas com relação à diferentes grupos de fatores e em diferentes níveis, formando-se uma rede de comparações complexa, o que exige maior esforço e leva à resultados mais precisos (SAATY, 2003, p. iii). Esta característica enquadra-se em situações onde o problema de decisão não pode ser estruturado hierarquicamente. Para estes casos o método ANP considera o problema de decisão como dependente de uma rede de critérios, quebrando as relações de hierarquia intrínseca ao AHP.



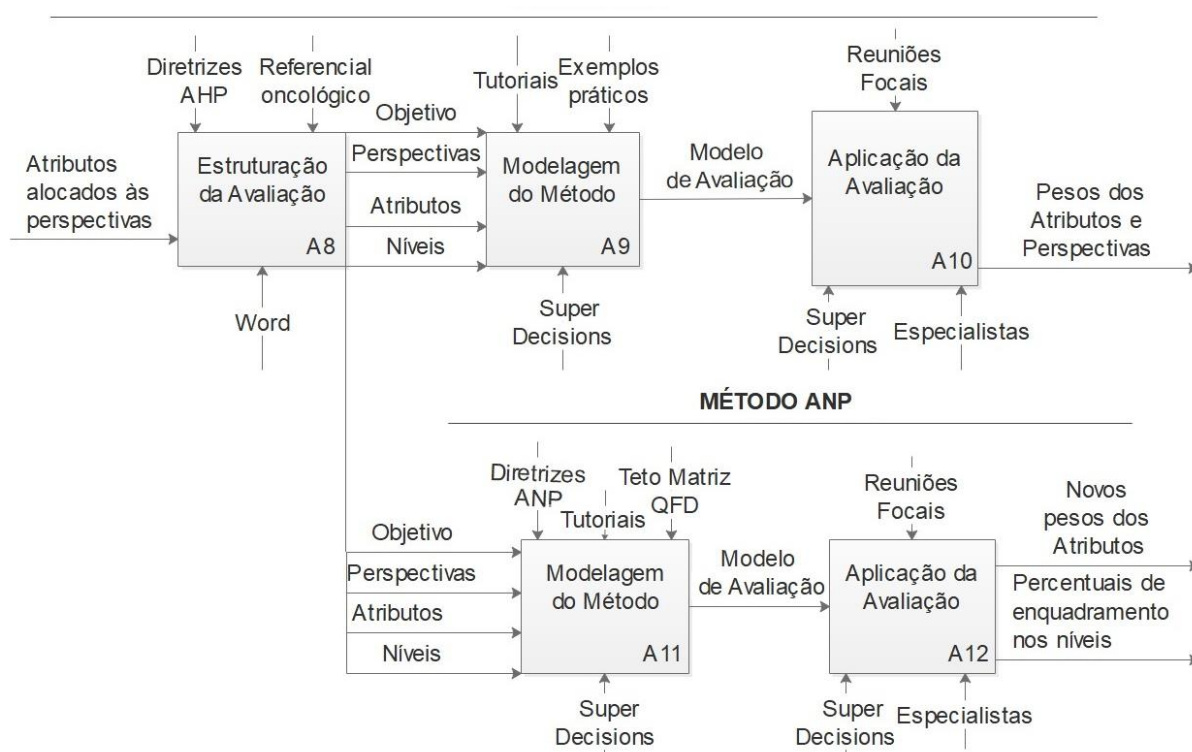
A Figura 6 mostra as atividades de estruturação, modelagem e avaliação dos métodos AHP e ANP, representados pelas atividades de A8 até A12.

A etapa A8 consome a organização do conhecimento sugerida pelo IIMH fornecendo requisitos de modelagem da estrutura AHP que caracteriza os seguintes níveis: (i) *objetivo* – avaliação da interoperabilidade organizacional; (ii) *critérios* - perspectivas da interoperabilidade; (iii) *subcritérios* – atributos identificados relacionados ao domínio de saúde/processos oncologia, associados a cada critério (categoria interoperabilidade); (iv) *alternativas* – níveis de interoperabilidade potencial.

Este modelo sofre na etapa A9 sua implementação na plataforma (Super Decisions) com a preocupação do atendimento dos requisitos de aplicação realizados na etapa A10 (casos de aplicação). Nesta última etapa (A10) obtém-se a análise sobre o nível potencial de interoperabilidade da entidade hospitalar, assim como elementos de inferência sobre o nível de capacidade sobre os diferentes critérios e subcritérios da estrutura AHP.

As atividades A11 e A12 completam em conjunto com as etapas de estrutura de avaliação do modelo AHP, caracterizando o método ANP - *Analytic Network Process*. Ambos visam derivar prioridades em uma escala de razão fazendo comparações pareadas de elementos em uma propriedade comum ou critério, diferindo-se apenas quanto à abordagem: enquanto o AHP compara-se somente alternativas em relação à um objetivo global, o ANP compara alternativas com relação à diferentes grupos de fatores e em diferentes níveis, formando-se uma rede de comparações complexa. Para a modelagem (A11) do método ANP foram empregados os mesmos objetivos, critérios, subcritérios e alternativas do AHP, mantendo-se, portanto, a mesma base estrutural. As conexões estabelecidas entre os atributos de clusters diferentes (visão horizontal), quebram a característica puramente hierárquica vertical do AHP, originando relações adicionais de comparação pairwise que impactam aditivamente nas ponderações finais da estrutura (determinação do nível de interoperabilidade potencial).

Figura 6 - Método AHP/ANP



Esta potencialidade de modelagem permitiu estender relações de avaliação *pairwise* além dos clusters da estrutura AHP (visão intra cluster), considerando as influências existentes entre os atributos (subcritérios) inter clusters. Em síntese, para caracterização do modelo ANP, foi necessária a identificação dos critérios ou subcritérios que possuem influência decisiva sobre dois ou mais de mesmo nível. Este conhecimento é obtido pela estrutura IIMH. Deste modo, as ponderações obtidas através do método AHP serão alteradas de acordo com o número de relações adicionais efetuadas. Este afinamento de modelagem proporcionado pela estrutura ANP permite compensar a incompletude de organização do conhecimento e incertezas de alocação dos atributos (domínio hospitalar oncologia) nas categorias de interoperabilidade.

De forma ilustrativa e de apoio ao entendimento nesta parte do documento, faz-se uso de abordagem realizada. Inicialmente, no modelo de avaliação do AHP, com o auxílio de especialistas, foi processada a comparação de importância entre os pares de critérios em relação ao objetivo principal e, posteriormente, para os subcritérios em relação para os critérios da linha superior imediata. Com esses dados em mãos, a ponderação (ou significância) pode ser obtida para cada um dos atributos considerados. A Tabela 2 resume todos os pesos obtidos nas comparações preliminares. Ao final da avaliação, é realizada a comparação entre alternativas (níveis de interoperabilidade potencial) em relação a cada subcritério, resultando na definição de uma porcentagem de correspondência dos atributos em cada um dos níveis considerados.

Tabela 2 - Resultados de Graus de Importância - Perspectivas e Atributos

		Attributes	
Business (B)	0,10569	(B) Management Council with defined authority and coordinated with other governance structures	0,35475
		(B) Leadership council consisting of key administrative, physician and nursing leaders	0,1641
		(B) Research and development of new technologies and treatments	0,05002
		(B) Planning and meeting the organization's strategic objectives	0,22232
		(B) Relationship between Hospital and External Entities	0,10219
		(B) APAC Application / Release	0,10662
Políticas e Procedimentos (P)	0,14147	(P) Monitoring and continuous updating of standards	0,10041
		(P) Control of physical files and records	0,05089
		(P) Monitoring compliance between practices and standards	0,19033
		(P) Prescription, manipulation and application of medicines	0,47228
		(P) Protocols and procedures updated with current regulations	0,14501
		(P) Patient Reception / Registration	0,04108
Process Management (PM)	0,38408	(PM) Coordination of information flow in clinical care	0,22138
		(PM) Means of contact between hospital and patients	0,04428
		(PM) Patient Orientation	0,13393
		(PM) Prescription, manipulation and application of medicines	0,42902
		(PM) Affordable care procedures (PROC's)	0,07059
		(PM) Technology resources to support services	0,10081
Recursos Humanos (RH)	0,21322	(RH) Development / Improvement of IT Systems	0,06652
		(RH) Leadership council consisting of key administrative, physician and nursing leaders	0,41375
		(RH) Research and development of new technologies and treatments	0,22442
		(RH) Prescription, manipulation and application of medicines	0,18079
		(RH) Technical and functional support for system handling / correction	0,11451
Semântica (S)	0,10342	(S) Coordination of information flow in clinical care	0,07241
		(S) Intersectoral coordination and communication	0,16271
		(S) Patient Orientation	0,24028
		(S) Prescription, manipulation and application of medicines	0,45219
		(S) Patient Reception / Registration	0,07241
Tecnologia da Informação (TI)	0,05213	(TI) Intraorganizational communication through the system	0,10531
		(TI) Development / Improvement of IT Systems	0,07084
		(TI) Electronic Patient Record	0,04385
		(TI) Recursos tecnológicos de apoio aos serviços	0,17873
		(TI) Simple systems with easy access to information	0,45598
		(TI) Technical and functional support for system handling / correction	0,1453

Em [VICTOR, 2017] a estrutura ANP resultante e resultados são apresentados em maiores detalhes.

### 2.3.2 Espaço de Avaliação com Mineração de Processos

O objetivo principal da metodologia mineração de dados nesta proposta é adaptar o uso das técnicas de mineração de processos, de característica quantitativa, conjuntamente com o método AHP, de base estrutural qualitativa, de forma a obter inferência “quali-quant” sobre o nível potencial de interoperabilidade organizacional associado ao desempenho organizacional.

O processo de mineração visa identificar, monitorar e melhorar os processos reais existentes, extraíndo o conhecimento dos logs de eventos disponíveis em sistemas de informação que suportam a execução do processo, sendo aplicável aos logs de eventos e registros de dados gerados por uma ampla gama de sistemas. As organizações usam procedimentos formalizados para descrever suas atividades, mas, por vezes, esses procedimentos apresentam incompletude e não refletem a realidade, podendo em muitos casos ser informais e não documentados. Portanto, a técnica de mineração de processos é uma ferramenta para descobrir os processos reais através da análise de dados de eventos.

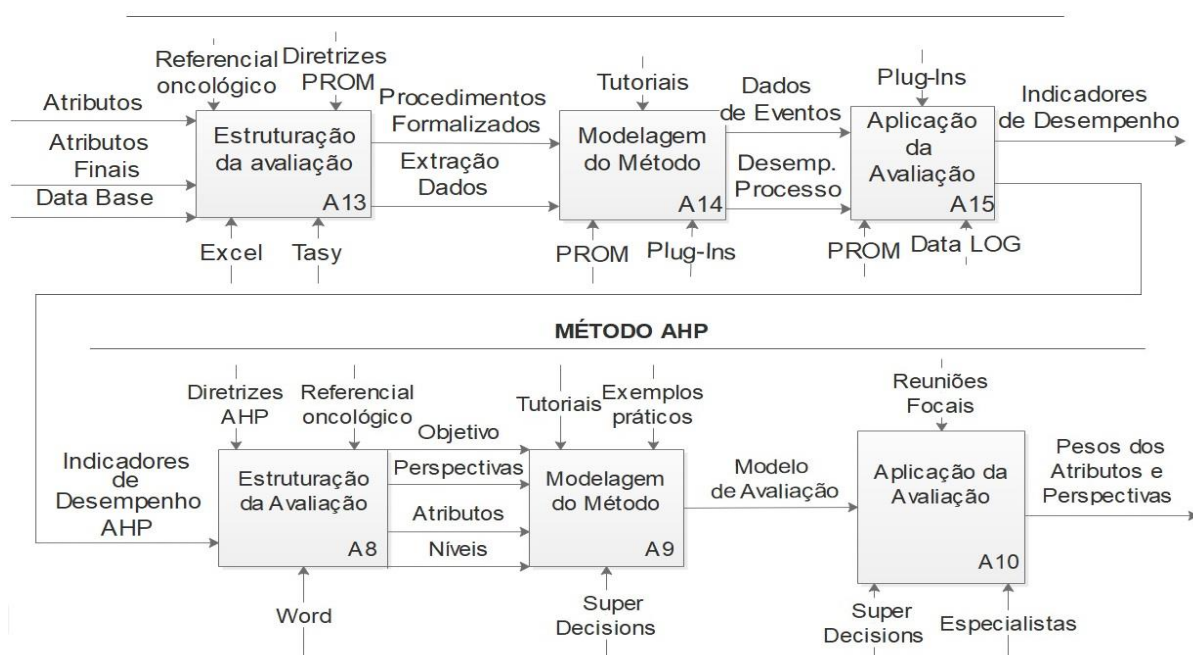
A metodologia apresentada na Figura 7, atividades A13, A14 e A15, consiste na utilização da mineração para extração de indicadores de desempenho, de natureza quantitativa, através do banco de dados do sistema que suportam o processo de tratamento do paciente (plataforma Tasy). A estruturação da avaliação (A13), envolve técnicas de mineração de processos oriundas da plataforma PROM<sup>11</sup>, com o objetivo de extrair conhecimento sobre um determinado processo, analisando os respectivos registros de dados de atividade, estruturando a base de avaliação – métricas de desempenho, como atributos (a serem considerados critérios pelo modelo AHP). Na atividade A14, são identificados os **plug-ins** de mineração de processos que permitem extrair informações relacionadas aos indicadores de desempenho do processo dos processos em análise. Nesta atividade obtemos os dados de eventos e desempenho do processo, utilizado na próxima atividade para a avaliação.

---

<sup>11</sup> PROM: O ProM (abreviação de Process Mining framework) é uma estrutura Open Source para usuários e desenvolvedores para utilizar as técnicas e os algoritmos de Mineração de Processos.(VAN DONGEN, 2005)

Na atividade A15 são gerados os indicadores quantitativos através das técnicas de mineração do processo eleitas, ou seja, indicadores com informações estatísticas e quantitativas relacionadas a determinadas atividades ocorridas no caminho do processo, tendo como base o data-log. Também nesta etapa, há um esforço na construção de indicadores, o nível de qualidade de determinada etapa ou característica do processo com base nos valores obtidos com a mineração. Estes indicadores são consumidos pela estrutura de avaliação AHP dando características mais aderentes e amplas à esfera diagnóstica sobre o estado organizacional à luz de seus processos executados e percepção especialista, e não apenas ao conhecimento tácito (qualitativo) envolvidos comuns nos modelos de auditoria.

Figura 7 - Espaço de Avaliação com Mineração de Processos



### 2.3.3 Espaço de Avaliação Electre-tri

O método Electre-TRI apresentado por Mosseau (1998) é utilizado para atribuição de um conjunto de alternativas a outro conjunto de categorias pré-definidas, considerando múltiplos critérios e delimitando através das alternativas de preferência classificadas como "*perfis*". Tal atribuição de uma alternativa "y" é resultado da comparação dessa mesma alternativa com os *perfis*, estes são conhecidos como limites das categorias.

O método Electre-TRI soluciona problemas de classificação. As alternativas são atribuídas às classes previamente definidas, de acordo com sua relação de preferência. A atribuição é feita por meio da comparação de cada alternativa com um conjunto de “perfis”, que consistem em as fronteiras/limites entre as categorias determinadas. Pode haver fronteiras distintas para cada um dos critérios, e estas devem ser consideradas em cada comparação, admitindo níveis de preferência, indiferença e incompatibilidade. O método fornece como resultado final a classificação de cada alternativa em dois cenários: otimista (com menor teor de rigor na avaliação) e pessimista (com maior rigidez nos cálculos e comparações).

Neste método segundo Mosseau (2000), são consideradas as avaliações das alternativas para cada critério  $\{g_1, \dots, g_i, \dots, g_m\}$ , um conjunto de índices de *perfis*  $\{b_1, \dots, b_h, \dots, b_p\}$ , onde então são definidas  $(p+1)$  categorias, em que  $b_h$  representa o limite superior da categoria  $Ch$  e o limite inferior da categoria seguinte  $Ch+1$  aonde  $h=1, 2, \dots, p$ . E por meio de um pseudo-critério é determinado as preferências para cada critério ( $g$ ), onde os limites de preferência  $p_j[g(b_h)]$  e indiferença  $q_j[g(b_h)]$  formam os dados intra-critério, em que  $q_j[g(b_h)]$  aponta a maior diferença ( $g_j(a) - g_j(b_h)$ ), a qual preserva a indiferença entre alternativa “a” e “ $b_h$ ” mediante o critério  $g_j$ , e  $p_j[g(b_h)]$  representa a menor diferença ( $g_j(a) - g_j(b_h)$ ), onde é compatível com a preferência da alternativa “a” sobre “ $b_h$ ” para o mesmo critério.

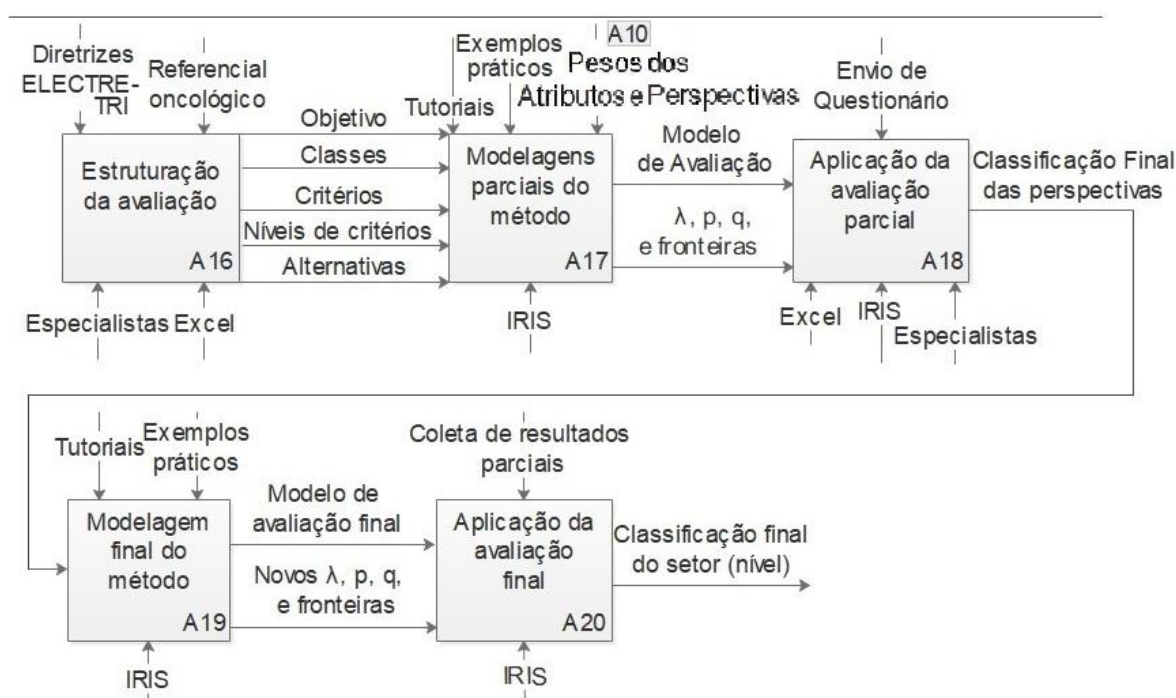
A forma de preferência do método impede um deslocamento repentino entre a preferência estrita e indiferença, ocorrendo uma hesitação, representada pela preferência fraca (MOUSSEAU e SLOVINSKI, 2000). Na construção das relações de sobreclassificação (S) comparações das alternativas e dos perfis são efetuadas, ou seja,  $aSb_h$  (ou  $b_hSa$ ). Conforme o que foi apresentado, para validar a afirmação  $aSb_h$ , dois conceitos devem ser constatados: (i) *concordância* - grande parte dos critérios devem ser favoráveis a  $aSb_h$  para que a sobreclassificação  $aSb_h$  ocorra. E (ii) *não discordância* - nenhum dos critérios deve se opor fortemente a  $aSb_h$  ou quando a condição de concordância for atendida (FIGUEIRA 2011).

Para a construção da relação de sobreclassificação no método Electre-TRI, é aplicado um conjunto de liminares veto  $(v_1(b_h), (v_1(b_h)), \dots, v_m(b_h))$ , usado no teste de discordância. Logo,  $(v_j(b_h))$  representa a menor diferença entre  $g_j(b_h) - g_j(a)$ , a qual é incompatível com a afirmação  $aSb_h$  (FIGUEIRA 2011). A relação de classificação deve ser elaborada de acordo com os seguintes passos: estruturar e computar o índice parcial de concordância  $c_j(a, b_h)$  e  $c_j(b_h, a)$ ; computar o índice total de concordância  $c_j$

$(a, b_h)$ ; computar o índice parcial da discordância  $d_j(a, b_h)$  e  $d_j(b_h, a)$ ; computar a relação de sobreclassificação fuzzy, conforme índice de credibilidade  $\sigma(a, b_h)$ ; obter o limite de corte ( $\lambda$ -cut) da relação fuzzy para gerar a relação de sobreclassificação, ou seja, se  $\sigma(a, b_h) \geq \lambda \rightarrow aSb_h$  (FIGUEIRA 2011).

A figura 8 apresenta a evolução e aplicação do método Electre-TRI, representados pelas atividades de A16 a A20.

Figura 8 - Espaço de Avaliação Electre-tri



A estruturação de avaliação do método Electre-TRI (A16), consome, como para os métodos AHP/ANP descritos, a base metodológica realizada pelas atividades de A0 até A4, na reunião dos componentes para seu design: objetivo, critérios, nível dos critérios (pesos), classes e alternativas. Estes componentes estruturam a matriz de avaliação do método e sua implementação em plataforma (IRIS<sup>12</sup>) na atividade A17. Vale ressaltar que os pesos atribuídos aos critérios na matriz Electre-TRI são oriundos do método AHP/ANP (através dos vetores de priorização dos clusters envolvidos; atividade A10 para A17, figura 3) que atuam como etapas pré-diagnósticas do espaço de avaliação. De forma a lidar com a limitação da plataforma IRIS (DIAS, 2003), ao

<sup>12</sup> IRIS - *Interactive Robustness analysis and parameters Inference* for multicriteria Sorting problems



mesmo tempo envolvendo uma desejável segmentação do espaço de análise, conduziu-se a criação de estruturas intermediárias para cada uma das perspectivas de interoperabilidade, gerando a aplicação parcial apresentada nas atividades A18-A19 e final na atividade A20.

Para a aplicação da avaliação parcial (A18) uma adaptação da característica estrutural do modelo AHP/ANP (A8 a A12) é efetuada. A estrutura hierárquica é remodelada em uma estrutura de classes, critérios, níveis de avaliação dos critérios e alternativas. Alguns novos parâmetros necessários ( $p$ ,  $q$ ,  $\lambda$ ), que modelam a incerteza do espaço de classificação, são definidos como entrada. Visto que a avaliação dos critérios parte de uma escala de valores, desenvolve-se suporte instrumental (planilha Excel) contendo os três níveis envolvendo todos os atributos dentro de suas respectivas perspectivas (interoperabilidade). Utilizou-se como base o estudo publicado por Salmon (2011) e dados levantados no âmbito da aplicação.

As seis estruturas intermediárias utilizadas na atividade A19, referentes às perspectivas de interoperabilidade, são então criadas no software IRIS, adotando-se o nível de precisão ( $\lambda$ ) de 0,75. Como a escala de valores para a avaliação dos critérios é composta por valores exatos, estes não sofrem as influências de  $p$  e  $q$ , não havendo necessidade de atribuir níveis de preferência ( $p$ ) e indiferença ( $q$ ). Para a definição das fronteiras os três níveis são divididos em uma escala de 1 a 5, sendo elas: 0,6; 1,2; 2; 4.

De posse dos resultados das seis estruturas intermediárias, é possível compor uma única classificação e avaliação final (A20) de maturidade. Dado que no modelo final de avaliação as categorias são compostas por três níveis (básico, intermediário, avançado), divide-se a escala de níveis da categoria do modelo *intermediário* (1 a 5) em uma correspondente escala com três valores (1 a 3). Assim o modelo gera resultados de mesma ordem; para a modelagem, utiliza-se um nível de precisão ( $\lambda$ ) de 0,75, e como fronteiras, utilizados os valores 1,666 e 3,333, obtidos por meio da divisão da escala de nível 1 a 5 nos níveis 1 a 3, a modo que os resultados intermediários podem receber valores decimais. O nível de preferência ( $p$ ) é definido como 0,1, e o nível de indiferença ( $q$ ) como 0,05, pois  $p$  e  $q$  exercem influência na avaliação, finalizando a atividade (A20) e finalizando o método.

### 2.3.4 Espaço de Avaliação Dematel

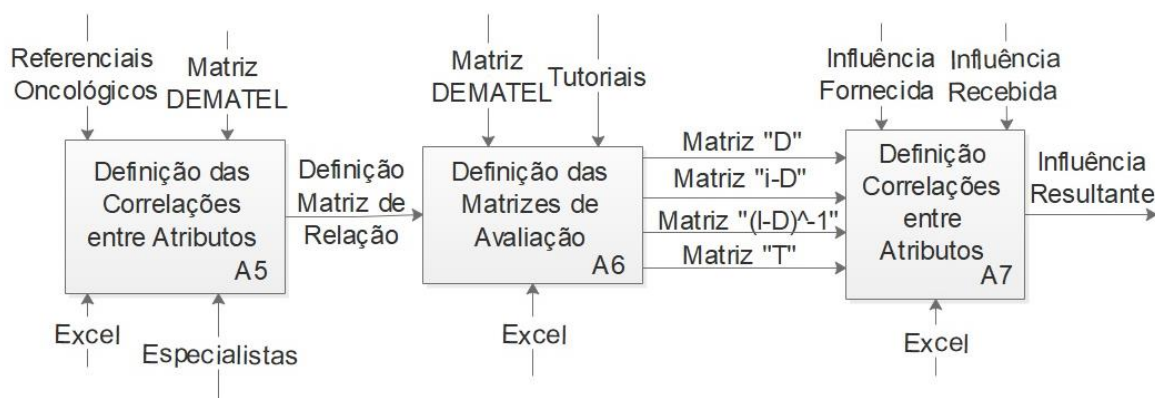
O método DEMATEL é amplamente aceito como uma das melhores ferramentas para resolver a relação de causa e efeito entre os critérios de avaliação [SUMRIT et al., 2013]. Este propósito torna o DEMATEL muito apropriado para análise diagnóstica do complexo espaço de avaliação envolvido, caracterizando suporte à modelagem e análise em três dimensões: (i) opção mais robusta ao mapeamento de influências entre atributos realizado pela estrutura IIMH (anteriormente concebido à luz da estrutura relacional QFD) e, assim, alimentação de nova estrutura ANP revisitada; (ii) identificação intrínseca das variáveis (atributos) de maior relevância – que mais influenciam, e as variáveis mais influenciadas, permitindo a percepção e inferência sobre os elementos de criticidade, fragilidades e barreiras a um maior nível de interoperação nos processos de organizacionais de tratamento de câncer; (iii) os pesos obtidos na análise da dimensão “ii” são consumidos pela matriz de avaliação Promethee na avaliação setorial (item subsequente), ou seja, o modelo Promethee adota os pesos oriundos da identificação de variáveis de relevância na capacidade de interoperação da entidade hospitalar (setores). A dimensão (i) não foi objeto do presente trabalho.

Diferentemente do mecanismo adotado previamente pela estrutura IIMH (base QFD), o DEMATEL permite observar quais atributos exercem maior influência sobre os outros, assim como, os atributos que são mais influenciados. A bidirecionalidade envolvida (variável influenciada – influenciadora) não era possível com a ferramenta QFD, pois esta somente ponderava que havia uma relação de influência entre os atributos, mas não apontava qual atributo exercia ou recebia influência. Esta característica fragilizava a estrutura ANP. A aplicação do método DEMATEL é representada pelas atividades A5, A6 e A7 da Figura 9 e respalda-se no modelo procedural indicado na Figura 32 da seção 6.4.6, último artigo<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> Aplicação de Métodos de Tomada de Decisão na Avaliação de Interoperabilidade Organizacional – Avaliação dos Métodos Ahp/Anp, Promethee Electre-Tri, Vanessa Aline dos Santos, Engenharia de Produção, 2015-2016

Figura 9 - Espaço de Avaliação Método DEMATEL



A atividade A5 contribuiu ao referencial do método com os especialistas avaliando as influências dos 25 atributos, gerando uma matriz de relação denominada “Z”. De posse da matriz de relação “Z” normalizada, a atividade A6 cuida da definição das matrizes de avaliação: (i) Matriz “D”; (ii) Matriz “i-D”; (iii) Matriz “(i-D)<sup>-1</sup>”; (iv) Matriz “T”. Esta última já demonstra as influências resultantes. A atividade A7 dedica-se à apresentação e definição do mapa de influência resultante, gerando o mapa das influencias recebidas e o mapa de influencias fornecidas.

Todas as matrizes geradas em Excel, podem ser acessadas no link: [https://drive.google.com/open?id=1x72e1qEedIWKD6nDw2WVz\\_9aAiXO6Se-](https://drive.google.com/open?id=1x72e1qEedIWKD6nDw2WVz_9aAiXO6Se-)

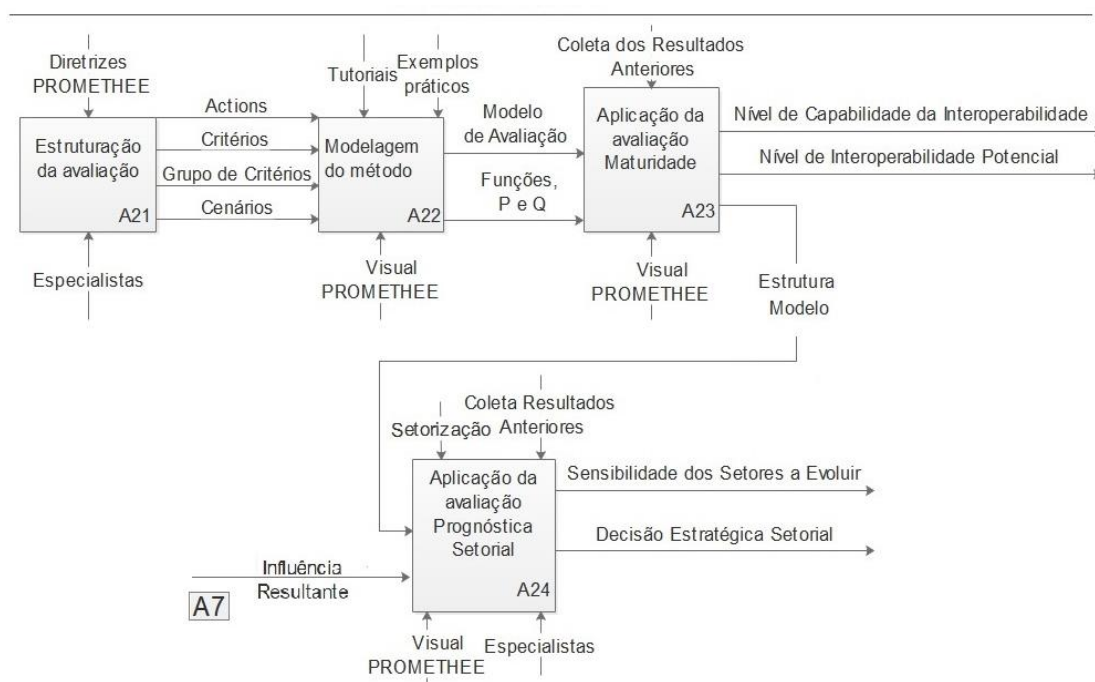
### 2.3.5 Espaço de Avaliação Promethee

O método Promethee têm como objetivo construir uma relação de sobreclassificação, considerando como informações as relações entre as alternativas e os critérios para apoiar a decisão. Os métodos de sobreclassificação utilizam a premissa que, nem sempre, pequenas diferenças entre as avaliações das alternativas são significativas na análise. Assim, é preciso compreender as funções de preferência para uma eficiente análise do decisor. As alternativas são comparadas entre si pelas relações binárias que indicam o desempenho de cada uma para determinado critério [BRANS, MARESCHAL, 2005].

O método Promethee foi utilizado para modelagem de dois espaços de avaliação distintos e complementares. O primeiro, (Atividades A21, A22 e A23 da Figura 10), refere-se à estruturação de uma matriz de avaliação que considera os mesmos

atributos (subcritérios) utilizados no modelo AHP/ANP e os pesos obtidos (AHP/ANP) para inferência do nível de maturidade sobre o potencial de interoperabilidade da organização (alternativas). O desempenho de cada alternativa em cada subcritério (atributo) na matriz de avaliação representa o nível de capacidade de cada atributo. O segundo espaço de avaliação objetiva diagnosticar quais setores da entidade hospitalar que apresentam maior potencial de interoperação no suporte aos processos de oncologia. Este modelo Promethee representa as atividades A21, A22 e A24 (Figura 10).

Figura 10 - Espaço de Avaliação Método PROMETHEE



Conforme ilustra a Figura 10, a etapa A21 recebe do método ANP (ou mesmo AHP) as ponderações obtidas nesta etapa diagnóstica de avaliação – cada vetor de priorização obtido da estrutura AHP/ANP fornece pesos que são consumidos pela matriz de avaliação Promethee. Tal etapa sofre validação com os especialistas dos atributos finais identificados na fase de organização do conhecimento (A2-A4). Esta matriz considera todo o conjunto de subcritérios que caracterizam os atributos de cada categoria (modelados pelo AHP/ANP) e os referidos pesos.

O modelo Promethee obtido (etapa A22) possui componentes principais: critérios identificados (atributos) em suas categorias (perspectivas da interoperabilidade), seus pesos, alternativas (níveis de potencial de interoperabilidade) e parametrizações (função de preferência, fatores de preferência e indiferença Q e P). Estes elementos são implementados na plataforma Visual Promethee (VP SOLUTIONS, 2018). Todos os critérios possuem escala ascendente (maximização). A determinação das funções de preferência e os níveis de preferência e indiferença (P e Q) de cada atributo foram atribuídos segundo inferência obtida pela plataforma, sendo todas definidas como “lineares”.

A aplicação do modelo (etapa 23) é realizada pelos avaliadores que fornecem (na matriz de avaliação) o desempenho de cada alternativa em cada um dos critérios. Os valores representam a percepção diagnóstica sobre o nível de capacidade de cada critério sob a ótica de interoperabilidade. Como resultado, o método Promethee infere sobre qual nível de potencial de interoperabilidade a entidade hospitalar se encontra, estendendo a visão diagnóstica obtida com os métodos AHP/ANP.

Como suporte ao segundo espaço de avaliação, para realização da atividade A24, foram reaproveitados os dados obtidos pelo método DEMATEL na sua saída (atividades A7, Figura 3). O Promethee consome estes resultados visando uma análise (ranqueamento) sobre setores com maior capacidade de interoperação organizacional sobre os processos de tratamento de câncer. Como citado, o DEMATEL tem como um dos seus principais *outputs* a influência resultante de cada atributo avaliado. Os valores positivos representam os atributos que exercem influência e os valores negativos os que são influenciados. Tais valores obtidos foram afinados e adotados como pesos no método PROMETHEE.

Com isso, foi possível obter a avaliação diagnóstica setorial do Hospital sobre a capacidade de interoperação, assim como a classificação de cada um dos atributos nos setores em questão sob a percepção especialista de capacidade. Isso através da base do método Promethee que, para cada alternativa, dois índices são calculados a partir dos índices de preferências: o fluxo positivo ( $\Phi+$ ) que representa o quanto uma alternativa é melhor perante as outras e o fluxo negativo ( $\Phi-$ ), expressa o quanto uma alternativa é superada perante as demais (BEHZADIAN et al., 2010). O método está melhor representado no item 6.5.5 do Artigo 4.

### 3 ARTIGO 1

## Interoperability Assessment Approach in Câncer Healthcare

Victor Scuissiatto<sup>1</sup>; Eduardo Loures<sup>2</sup>; Eduardo Portela<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Master's degree in Production Engineering and Systems – PUCPR;

### **Abstract:**

Hospitals have constantly pursued quick, efficient, and quality services in order to fulfill customer/patient needs, thus causing improvement and innovation capability to be in tune with the processes executed. In general terms, services have been a big challenge to hospitals, once the current demand is not fulfilled. The appropriate management of processes and information flow greatly influence the operational performance of the involved hospital entities. Such integration and collaboration scenario promotes the identification of barriers to the organizational good performance, and regards interoperability perspectives an important assessment tool. This paper presents the IAMinCH - Interoperability Assessment Model for Cancer Healthcare domain, designed for the assessment of the interoperability capability in the cancer treatment sector, which is complex a analysis structure based on the AHP method, performance attributes deriving from different information sources are assessed and organized under the interoperability perspective. The results achieved enable a diagnostic view that better addresses the development of an improvement plan concerning the hospital interoperability capabilities in cancer healthcare.

**Key-words:** Interoperability. Process. Evaluation. Health Care.

### 3.1 INTRODUCTION

Currently, hospitals have faced a social and economic period characterized by higher demand and an increasing need for more and better communication, interaction, integration, and cooperation [SILVA, 2003]. The healthcare continuous improvement, regarding information accessibility and efficient processes during hospitalization, requires a better information management as well as the cooperation among the parts involved in the healthcare process [MALLEK, 2011]. In this way, interoperability and its assessment has been employed as a tool for communication and process improvement and optimization in the healthcare area [CAMPOS, 2013]. Literature brings several methods related to interoperability assessment [CHEN, 2008].

Such methods cover different issues, contexts, and domains by means of different approaches. Many research papers [GUEDRIA, 2014][GUEDRIA, 2012][IEEE, 2015] and initiatives have been proposed in order to identify interoperability dimensions and define a knowledge structured framework in the healthcare domain, e.g. Nehta, eHealth FEI – Framework Interoperability, Personal Health System - PHS [EUROPEAN, 2013][EUROPEAN, 2010][NETHA, 2007]. But, a common however understanding and a consensus about such dimensions is still open nevertheless. 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 3.2, section 3.3 provides a description of the methodology proposed by this research, section 3.4 contains the case study applied at Erasto Gaertner Hospital and section 3.5 brings the conclusions. Interoperability In healthcare.

### 3.2 INTEROPERABILITY IN HEALTH CARE

Among the various definitions of interoperability, the most commonly employed is “the ability of two or more systems or components to exchange and make use of the information exchanged” [IEEE, 2015]. In healthcare systems, interoperability is a key requisite to ensure service quality in a fast and efficient way. Healthcare demands hospital services characterized [NETHA, 2007] by an appropriate coordination of processes and efficient information exchange among different systems. In such environment [CAMPOS, 2013] [CHEN, 2005], people involved must fully understand these perspectives (information and processes), requiring an adequate organizational structure that includes technology and management perspectives in order to minimize the barriers to the good organizational performance, and aiming to optimize the interoperability capability [GUEDRIA, 2014] [GUEDRIA, 2012]. Among the different interoperability models and frameworks found in literature, some are specifically related to healthcare [GUEDRIA, 2012]. The objective consists in providing an organization mechanism so that interoperability concepts and perspectives in a hospital environment are better structured and represented. Some of these frameworks are presented in a comparative chart, which will be the foundation to the knowledge organization and structural requisites for the conception of an

interoperability assessment model. The first one belongs to the wider interoperability context, and are mentioned given their relevance in the present research context.

Developed on the INTEROP application – European Excellence Network [INTEROP, 2007], the **Framework for Enterprise Interoperability (FEI)** classifies and defines three interoperability dimensions: barriers, concerns, and approaches [CHEN, 2005] [CHEN, 2008]. According to the FEI, the *interoperability barriers* refer to the removal of obstacles identified for the establishment of interoperability. Three types of barriers are identified: (i) *conceptual* – related to syntactic and semantic differences of information to be exchanged; (ii) *technological* – regarding the incompatibility of information technologies; and (iii) *organizational* – related to the organizational and management structure employed by enterprises. *Interoperability concerns* refer to the diagnosis or establishment of interoperability at different operational levels. (i) *data interoperability*; (ii) *service interoperability* – concerning the identification, composition, and execution of several applications/services (independently conceived and implemented); (iii) *process interoperability* – regarding the coordination of processes; and (iv) *business interoperability* – referring to the organizational structure, models, and business rules.

The **E-Health Interoperability Framework** [NETHA, 2007] was developed by the National E-Health Transition Authority (NEHTA), Australia. It illustrates the definition of three interoperability perspectives oriented to healthcare organizations – organizational, informational, and technical. The *organizational* perspective comprehends the shared information policy and process structure aspects as well as business rules. This perspective includes business, security policies, and privacy. The *informational* perspective regards shared structures of semantic creation based on information interchange [NETHA, 2007]. The *technical* perspective refers to the connectivity of data exchange systems and the use of services. The **Health Information Systems Interoperability framework (HIS)** [ASIP, 2010] is a reference framework created by the ASIP Santé (Agence Nationale des Systèmes d'Information Partagés de Santé) [ASIP, 2010] aiming to promote the development of services for the electronic exchange of personal healthcare information and for the creation of interoperability conditions among HIS systems that meet privacy and security requisites.

This reference framework specifies the standards to be employed in the exchange of personal healthcare information via systems. In addition, the model depicts the



execution procedure of these standards so as to enable the development of interoperability among HIS systems in accordance with the privacy and security requisites [ASIP, 2010]. This **Personal Health System (PHS)** [EUROPEAN, 2011] reference consists in supporting the supply of continuous quality control services as well as the supply of customized services, regardless the location of the person [EUROPEAN, 2011]. The PHS Interoperability Framework (PHS IF) can be included in two minor structures: (i) technical and execution structure, including rules, profiles, and directions with regard to its implementation based on the usage background of the designed business, identification, and authentication tools, security protocols, essays and certification; (ii) an organizational chart and political issues, governance, legal aspects and regulations, such as data protection and responsibility. Table 2 shows the comparison between the frameworks presented. The assessment is founded on the interoperability dimensions defined by the FEI, which points out its extensibility to the hospital domain in the assessment of organizational and business perspectives [CHEN, 2005]. The use of such structure as assessment base for different application domains is corroborated by literature, such as in [MALLEK, 2011], [GUEDRIA, 2014]. In the construction literature there is no model that considers three different informational sources in the multi-criteria evaluation model evaluation capability for interoperability, thus evidenced the comparative models for applicability in Hospital Domain.

Tabela 3 - Comparative Interoperability Overview.

	EIF	Ehealth	HIS	PHS
Overview				
<b>Interoperability dimensions</b>	*Organizational	*Legal		
	*Technical	*Organizational	*Semantic	*Organizational
	*Semantic	*Technical	*Technical	*Technical
Interoperability Barriers				
<b>Technological</b>	●	●	●	●
<b>Conceptual</b>	●	◐	●	○
<b>Organizational</b>	●	◐		●
Interoperability Concerns				
<b>Business</b>	◐	●		◐
<b>Process</b>	●	●	◐	●
<b>Service</b>	◐	○	●	●
<b>Data</b>	●	◐	●	◐

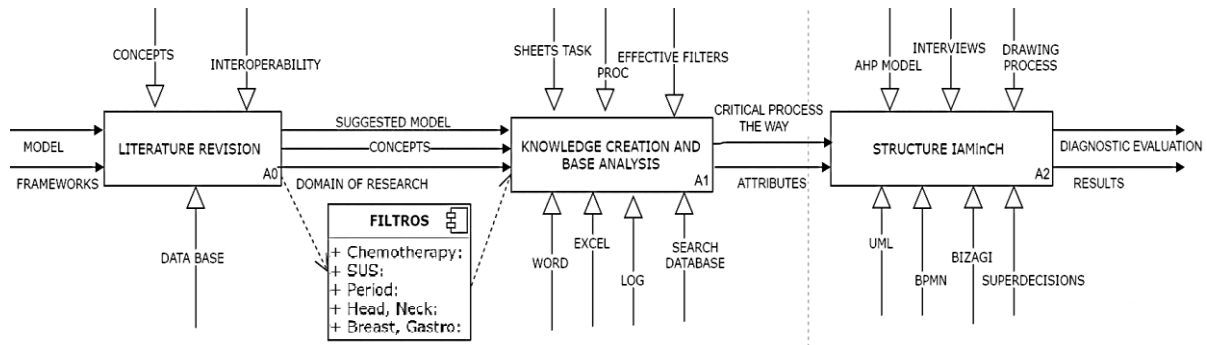
Assessment makes use of the following notations:

- High concern - model criteria fulfillment.
- ◐ Medium concern - partial fulfillment of criteria
- Low concern - minimal fulfillment of criteria
- No concern – no fulfillment or approach to the criteria

### 3.3 INTEROPERABILITY ASSESSMENT MODEL FOR CANCER HEALTHCARE DOMAIN – IAMINCH

The interoperability improvement implies in the need to define assessment metrics. Measuring or assessing interoperability allows the identification of weaknesses and strengths faced by enterprises or hospitals in order to interoperate, and thus prioritize improvement actions [GUEDRIA, 2012]. In literature [REZAEI, 2014], it is possible to find a number interoperability assessment models and methodologies, comprising both quantitative and qualitative approaches under the different perspectives pointed out by the different Interoperability Frameworks (IF) and considering the organization's temporal and contextual positioning. The comparative chart (Table 2) highlights the adaptation of the FEI and EIF frameworks to the healthcare domain, corroborated by the authors in [GUEDRIA, 2014], who state that both IFs constitute a general framework for business interoperability and it can be applied to a healthcare enterprise. According to Chen [CHEN, 2005][CHEN, 2008], the interoperability diagnosis or establishment consists of the identification of different operational levels of an enterprise, therefore allowing the conceptual adaptation to a hospital based on the perspectives and barriers identified in the presented frameworks. Through the views representation [CAMPOS, 2013] associated with the barriers (conceptual, technological, and organizational), the model becomes complete and may represent the hospital structure, detailing perspectives such as: business, process management, policies and procedures, HR, IT, and semantics. Regarding this conceptual structure, the development of an assessment model strategy is proposed, the IAMinCH – Interoperability Assessment Model for Cancer Healthcare domain. Such strategy is shown in Figure 11, illustrating the path followed and the strategy for the interoperability measurement final objective supported by the IAMinCH. The hospital is presented as the application domain, focusing on the declared processes of the oncology sector.

Figura 11 - IAMinCH development framework.



Steps from A0 to A2 (Figure 11) based on the IDEF0 notation [CESTARI, 2014], illustrate the knowledge development and organization inherent to the hospital context, so as to reveal and raise the interoperability domain attributes related to the oncology process, and provide structural subsidies to the IAMinCH construction. Step A0 regards the literature review, considering models and frameworks related to interoperability as input and the model proposed with the identification and filter of the domain to be used as output. The “Filters” component (from component A0 to A1) represents a scope delimitation regarding the oncology processes. In this way, they are considered as the most critical (known as “lifeline”) and relevant in the performance assessment and interoperability requisites. The amount of information shared within the processes is above one thousand and the number of possible routes in the hospital processes flow is very high. In this way, the lifeline of the cancer treatment process is obtained, delimiting to Chemotherapy and the instances indicated by the ‘Filters’ component in Figure 11 (SUS - Unified Health System, head/neck, breast/gastric). The A1 component is responsible for the knowledge organization and the analysis base formation based on the information sources: task sheets (specialist declared description of the executed processes), PROCs (institutional normative reference), and execution registers of the management systems (logs). The awareness of the critical path and qualification attributes of the assessment domain supports step A2 in the structural development and assessment model usage based on the AHP (Analytic Hierarchic Process) multi-criteria assessment method, the IAMinCH. As a result, a diagnostic assessment of the attributes capability and interoperability levels related to the oncology processes at the hospital is obtained. A more detailed analysis of steps A1 and A2 in the framework (Figure 11) is presented next.

### 3.3.1 Step A1 - Analysis base and attributes

The data surveying step of relevant information to the operational performance assessment, under the interoperability perspective, is characterized by the need to identify qualifying attributes. In the scope of this paper, attribute refers to what is inherent to something, such as characteristics, classes, and variables that allow the organization to make remarks and be able to assess and achieve interoperability in the hospital context. Guidelines refer to the attribute through business rules established by the hospital model. Three stages for the surveying of attributes and guidelines were carried out culminating in the IAMinCH structural specification. In the **First Stage** filters were defined, given the complexity and size of a hospital with regard to the amount of information shared within its processes. Inspired by Chalmeta [CHALMETA, 2013] and Espadinha [ESPADINHA, 2014], such filters refer to an identification process for critical paths, which considers the amount of information and intra-sectorial coordination of processes through a matrix and relational inference. As a result, filters defined-leading processes related to Oncology reception sector: (i) new patients; (ii) SUS referred (Unified Health System); (iii) under cancer suspicion; (iv) breast, head, neck, and gastric; the 30-day period was considered. Based on the scope resulting from the filters applied in the first stage, information surveying characterizes the **Second Stage**. As previously highlighted, the focal perspective of hospital processes led us to a triple information source deriving from this perspective. They are: (i) PROCs – internal procedures of the hospital, conceived under the light of international recommendations for cancer treatment; (ii) TSs – Task Sheets, register and assessment artifact of the processes executed and declared by the involved parts; and (iii) LOG registers generated by the hospital management and information system.

The **Hospital Internal Procedures (PROCs)** This document stores the procedures that must be executed by sectors and departments during the hospital work shift. This description of procedures is characterized by steps, each interaction of the responsible by the process, what interactions are executed, and who executed them (responsible by the execution). Such reference permits the identification of interaction between processes and sectors, systems, and people. The associated information flow interacts along the process path with sectors; such interactions can be electronic and physical information exchange (patient prompt, healthcare card), procedures (stamp, signature). Therefore, the PROCs represent procedural reference models, providing a

number of attributes and information forwarded or exchanged with sectors involved in the process. The **Task Sheets (TSs)** are artifacts developed in order to collect information about the process flow, making use of interviews (process declared knowledge). In the present paper, the purpose of the TS consists in providing the foundation to analysis of attributes, through the assessment of the process executed (declared) in accordance with those described in the PROCs. The fields in the TS corroborate with the data survey registered in the PROCs, in addition to fields to register the possible interactions with departments and among systemic processes, either dependent from the information system or not. Thus, assessment attributes are identified, and their fulfillment during the process flow is checked, being the base for measuring the interoperability level. In this way, making it possible to evaluate the fulfillment potential of the attributes identified by the sector in the internal procedures (PROCs). The task sheet must be approved by the professionals involved in the process, thus providing the tool with an approval from the declared process. The hospital associated with the development of this paper employs an information and management system called Tasy. The system main focus resides in fulfilling and managing information so that the patient is easily admitted and identified within the hospital environment. In the system database, the patient information and prompt are stored for internal and, sometimes, external access. These data are stored during the patient admission process and are used in all sectors and departments, demonstrating the inherent complexity present in the fulfillment of interoperability requisites.

The **Third Stage** consists in analyzing and conciliating information derived from previous stages (information sources) as well as organizing knowledge obtained from the attribute definition base. The organization structure obtained from these attributes must be supported by the IAMinCH assessment method, permitting the issuing of a diagnosis of the existing interoperability level with regard to the critical path related to oncology processes. In order to support this modeling process of the assessment knowledge, a relational matrix inspired in the IACM model (Interoperability Attributes Correlation Matrix) [PELA, 2010] is proposed in. The matrix indicated in Figure 12 focuses on the correlation analysis of the involved domain attributes with the interoperability perspectives (Business, Process, Service, and Data). The positioning of the attributes in the interoperability quadrants permits the categorization required for the assessment organizational structuring adopted by the AHP method. The relational matrix was generated with the attributes found in the TSs and considered as the most

important ones. Additionally, the importance of each attribute was assessed according to the interoperability concerns referring to the interoperability diagnosis or the establishment inspired by the Frameworks under study. In such assessment only Business, Process, Service, and Data were considered, once these views are merged in the Oncology sector. As an example of assessment, the attribute “Request/APAC Search” is described as a budget request to the Unified Health System (SUS), thus placing more importance on the Business aspect. It means that if the APAC is not appropriately executed, it may have a relevant impact on the Business aspect.

Figura 12 - Matrix relational HealthCare.

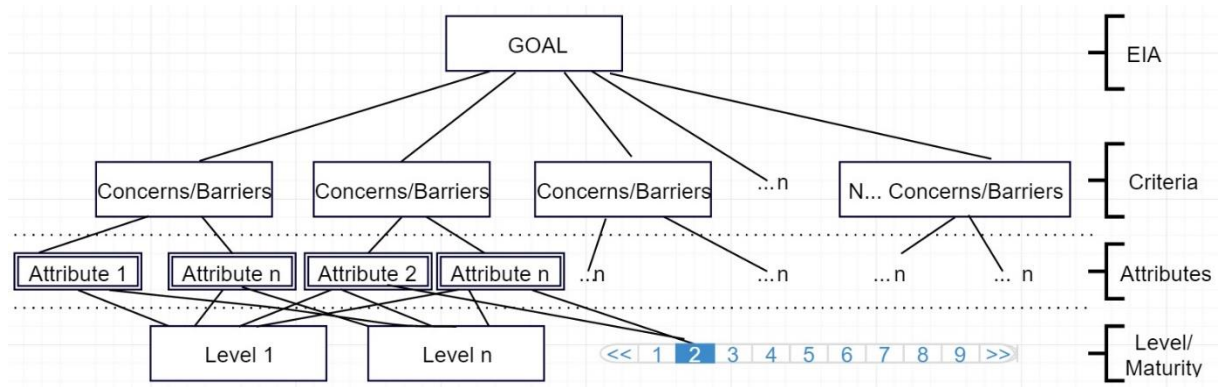
	Communication SUS	Solicitation APAC	Register	Schedules	Records in Evolution - PEP	Consultation and Screening	Exams	Infusion Chemotherapy	Communication hospital patient	Process Registration - PROCS	Medication administration	Guidelines patient	intersectoral communication	Release Status APAC	Administrative Supervision	Importance (%)	
Business	9	9	1	3	1	1	3	1	9	9	3	3	9	9	9	25	
Process	3	3	9	9	3	9	3	9	3	9	9	3	3	1	9	25	
Service	3	3	3	3	3	9	9	9	9	3	3	9	3	1	3	25	
Data	9	1	9	9	9	3	9	3	9	9	3	9	9	9	9	25	
<b>Degree of importance (Req. Product)</b>	600	400	550	600	400	550	600	550	750	750	450	600	600	500	750	8650	<b>100</b>
<b>Percentage</b>	6,94	4,62	6,36	6,94	4,62	6,36	6,94	6,36	8,67	8,67	5,20	6,94	6,94	5,78	8,67	100	

### 3.3.2 Step A2 - IAMinCH Structure

The IAMinCH structure (Interoperability Assessment Model in Cancer Healthcare) was developed as an assessment model for interoperability in the healthcare domain. This structure assesses the attributes established by arranging them according to the AHP - Analytical Hierarchy Process method. Given to subjective or intuitive considerations that suggest the relational assessment of different criteria (attributes), the AHP is particularly appropriate to the healthcare specific scenario and the assessment of the existing interoperability potential in the considered domain. The employment of the AHP begins with the problem breakdown within a hierarchy of criteria (categories) that are more easily and independently compared. After creating such criteria, the decision makers comparatively evaluate the alternatives, considering

each of the criteria, i.e., fulfilled, partially fulfilled, and not fulfilled. This assessment determines the alternative probability to meet the established target. The higher the probability, the more expressively it contributes to the final objective (interoperability level). Figure 13 illustrates the structure AHP for evaluation problem modeling, consisting of 4 levels. The first (EIA - Enterprise Interoperability Assessment) refers to the goal of assessment of potential interoperability in the hospital sector oncology; the second (Criteria) considered the criteria represented by the prospects (concerns and aspects) interoperability (Business, Process, Service, Data); the third (Attributes) represent the attributes organized in quadrants (Figure 13); the lower level (Level / Maturity) identifies the potential for interoperability of Oncology through the maturity level diagnosis.

Figura 13 - AHP Structure of the IAMinCH.



### 3.4 APPLICATION CASE

The IAMinCH was carried out application in a hospital located in Curitiba – Brazil having as mission “fighting against cancer with humanism, science, and care”. The hospital is a reference in cancer prevention, diagnosis, treatment, and research in southern Brazil. An average of 1366 patients are admitted at the hospital every day, most of them in the Oncology. By using Task Sheets and PROCs it was possible to identify the assessment attributes and their structuring and organization through the relational matrix (Figure 12). The identification of the process critical path enables the definition of the involved sectors and, therefore, determine the interoperation potential assessment domain of the involved entities. Stages and components described in

Figures 11 and 15 lead to IAMinCH development in Super Decisions Platform for diagnosis. The are presented as follows.

Based on the Task Sheets and PROCs, attributes indicated in Table 3 were obtained the raised attributes in order to measure compliance, Figure 14 illustrates the information flow between the process actors highlighting the related attributes. The task sheet selected was sheet number 05. This task sheet describes the activities in the Nursing sector. The goal of this sector consists in advising the patient with regard to the treatment on course, providing information such as side effects, duration of chemotherapy sessions, intervals, and cycles. This sector become crucial for the establishment of attributes and due to the amount of associated information and relations. PROC was selected as support to the knowledge base construction for interoperability assessment.

Table 4 - List of extracted attributes.

	<b>IN</b>	<b>FOR</b>	<b>INFORMATION</b>
<b>A1 RECORDS</b>	NURSE	TASY	RECORDS ON LINE
<b>A2 CUSTOMER INF</b>	NURSE	PATIENT	CHECK LIST QUIMIO
<b>A3 LEADING</b>	PATIENT	PAPEL FÍSICO	LEADING
<b>A4 AFFIRMATION</b>	PATIENT	CLINICAL	RECEIVED VIA SIGNED GUIDANCE
<b>A5 EVOLUTION</b>	NURSE	RECORDS	STORING DOCUMENT SIGNED
<b>A6 RULE APAC</b>	NURSE	E-health	APAC APPROVAL OF CONSULTATION
<b>A7 SCHEDULING</b>	NURSE	TASY	SCHEDULING CHEMOTHERAPY
<b>A8 TEST</b>	NURSE	TASY	CHECKS EXAMINATION

Based on the relational matrix in Figure 12 and the AHP hierarchical structure indicated in Figure 13, the IAMinCH structure is executed on the Super Decisions platform. The decision makers comparatively evaluate the alternatives according to each of the criteria. The hierarchy structural defines through a pertinence assessment of each attribute, its interoperability quadrant. By applying the methodology, it is possible to determine the importance of each Criterion/Concern on each alternative (fulfillment level). Also, the importance of each criterion and attribute on the overall objective is verified, which consists in determining the potential level of interoperability of defined health care.



Figure 14 - Process Path and Establishment of Attributes.

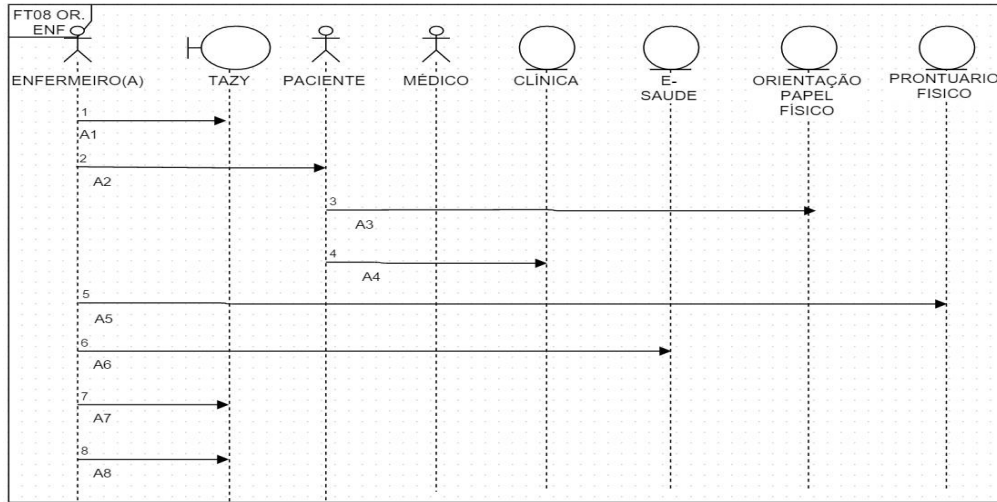


Table 3 shows that most attributes present partial capabilities in the Oncology sector with regard to the hospital. This means an interoperability level remained at level 2, a in figure 15. From this diagnosis view, interoperability barriers could be identified and an improvement plan carried out by the Hospital.

Table 5 - Effective/Potential Interoperability Analysis.

Attributes	Interoperability Concerns				Interoperability Approaches		
	Business	Process	Service	Data	Attended	Partial	Not Attended
A1 RECORDS	x		xx	xx	x		
A2 CUSTOMER INF	xx					x	
A3 LEADING	x	xx	x			x	
A4 AFFIRMATION	x	x	x			x	
A5 EVOLUTION			x	x		x	
A6 RULE APAC	x						x
A7 SCHEDULING	x	x	x			x	
A8 TEST							x

Figura 15 - Potential/Result Interoperability

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
NÍVEL 1		0.695349	0.274221	0.274221
NÍVEL 2		1.000000	0.394365	0.394365
NÍVEL 3		0.840376	0.331415	0.331415

### 3.5 FINAL CONSIDERATIONS

Hospitals have faced a higher demand than their overall service capability, evincing their increasing need to improve communication, interaction, cooperation, and processes. The hospital organizational performance finds in the interoperability perspectives an important assessment tool. This paper focused on the oncology sector due to its complexity and importance to the hospital. In this way, a diagnostic assessment of the attributes capability levels as well as the hospital interoperability level related to oncology processes have an applicable value. The use of the proposed IAMinCH assessment method allowed the diagnosis of the interoperability level existing in the critical path sphere regarding oncology processes employing the data collection stages, the existing policies, and information systems. The AHP allows the problem space structuring with regard to task sheets (TSs) and PROCs, thus identifying the progress of attributes in relation to the potential interoperability. After the execution of the IAMinCH, it was identified that the interoperability potential in the oncology sector is being partially fulfilled. The proposed framework and its developing cycle, supporting a knowledge identification and its modeling through a decision analysis method (AHP) brought adequate interoperability assessment requirements in Health Care, dealing with imprecise, qualitative and tacit knowledge.

In future work, the application of new MCDA methods (multi-criteria decision analysis) to new cases in the healthcare field will be investigated. More specifically, the Electre TRI method will be highlighted, given that it allows a more refined assessment definition of each criterion, and thus the consideration of quantitative intervals – appropriate to the use of metrics stemming from registers of the hospital management systems through the employment of processes mining.

## REFERENCES

ASIP Santé-PRAS. **Health Information Systems Interoperability Framework (HIS-IF)**, 2010.

ATHENA PROJECT (2005). Deliverable D.A1.4.1 – **framework for the establishment and management methodology**. <http://www.interop-vlab.eu/>  
VARGAS, Ricardo Viana; IPMA-B, P. M. P. Utilizando a programação multicritério (Analytic Hierarchy Process-AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio. In: **PMI Global Congress**. 2010. p. 31.

BLANC, Severine; DUCQ, Yves; VALLESPER, Bruno. Evolution management towards interoperable supply chains using performance measurement. **Computers in Industry**, v. 58, n. 7, p. 720-732, 2007.

CAMPOS, Cristina et al. Maturity model for interoperability potential measurement. **Information systems management**, v. 30, n. 3, p. 218-234, 2013.

CHEN, David et al. Framework for enterprise interoperability. In: **Proc. of IFAC Workshop EI2N**. sn, 2006. p. 77-88.

CHEN, David; VALLESPER, Bruno; DACLIN, Nicolas. An Approach for Enterprise Interoperability Measurement. In: **MoDISE-EUS**. 2008. p. 1-12.

CESTARI, José Marcelo AP et al. An overview of attributes characterization for interoperability assessment from the public administration perspective. In: **OTM Confederated International Conferences" On the Move to Meaningful Internet Systems"**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2014. p. 329-338.

ESPADINHA-CRUZ, Pedro et al. Business interoperability: dyadic supply chain process decomposition using axiomatic design. In: **8th International Conference on Axiomatic Design (ICAD 2014)**. 2014. p. 93-99.

EUROPEAN COMMISSION. Enabling smart integrated care: Recommendations for fostering greater interoperability of personal health systems. **Smart Personal Health publication** 2011, available at <http://sph.continuaalliance.org>.

EUROPEAN COMMISSION, Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology. **eHealth European Interoperability Framework**. ISBN: 978-92-79-30389-0, 2013.

EUROPEAN COMMISSION. Towards interoperability for European public services. Annex 2: **European Interoperability Framework (EIF) for European public services**," COM (2010) 744 final, Dec. 2010.

GUEDRIA, Wided; LAMINE, Elyes; PINGAUD, Hervé. Health systems interoperability: analysis and comparison. In: **MOSIM 2014, 10 ème Conférence Francophone de Modélisation, Optimisation et Simulation**. 2014.

GUEDRIA, Wided. **A contribution to enterprise interoperability maturity assessment**. 2012. Tese de Doutorado. Bordeaux 1.

IEEE., 2015, Guide for Smart Grid Interoperability of **Energy Technology and Information Technology Operation with the Electric Power System (EPS)**, End-Use Applications, and Loads Disponível em: <http://standards.ieee.org/findstds/standard/2030-2011.html>

INTEROP (2007), **Enterprise Interoperability-Framework and knowledge corpus** - Final report, INTEROP NoE, FP6 – Contract n° 508011, Deliverable DI.3, May 21st 2007.

MALLEK, Sihem. **Contribution au développement de l'interopérabilité en entreprise: vers une approche anticipative de détection de problèmes d'interopérabilité dans des processus collaboratifs**. 2011. Tese de Doutorado. Ecole des Mines d'Alès.

NEHTA 2.0 - **Interoperability Framework**, 2007 National E-Health Transition Authority.

PELÁ, Vânia Rodrigues et al. **Estudo sobre o Processo de Seleção de Fornecedores em um segmento da Cadeia Automotiva**. 2010. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.

PINTO, Vitor Afonso. Supporting competitive intelligence with linked enterprise data. **Projetos e Dissertações em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento**, v. 3, n. 2, 2015.

REZAEI, Reza et al. Interoperability evaluation models: A systematic review. **Computers in Industry**, v. 65, n. 1, p. 1-23, 2014.

SILVA, Letícia Krauss. Technology assessment and cost-effectiveness analysis in health care: the adoption of technologies and the development of clinical guidelines for the Brazilian national system. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 2, p. 501-520, 2003.

## 4 ARTIGO 2

### Interoperability Assessment in Healthcare Based on the AHP/ANP Methods

Victor Scuiattiato <sup>1</sup>, Eduardo Alves Portela Santos <sup>2</sup>, Eduardo Rocha Loures<sup>3</sup>,  
Sarah Bueno<sup>4</sup>, Vanessa Santos<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Engenharia da Produção e Sistemas – PUCPR;

#### **Abstract:**

Hospitals and other healthcare providers have been using the available technological resources in providing treatments targeted at improving quality for the treatments for citizens. The resulted collaborative environment is characterized by strong process coordination and information management and closely related to the concept of interoperability. The analysis of the different capabilities of the hospitals in terms of interoperability perspectives provides a very appropriate diagnostic tool for actions in improvement of the organizational performance. This kind of assessment can meet in the multi-criteria decision making/analysis (MCDM/A) methods suited approach to analyzing interoperability barriers. This paper investigates the interoperability in the domain of healthcare by deploying the AHP/ANP MCDM/A methods in EIA (Enterprise Interoperability Assessment) background. A conceptual framework is presented to support the development cycle of a proposed EIA structure. The results reveal different frailties in a reference hospital entity under analysis in its domain of action in oncological treatment.

**Key-words:** Interoperability Assessment, Decision Making Methods, AHP/ANP, Healthcare, Oncology.

#### 4.1 INTRODUCTION

Currently, solving complex problems and making assertive decisions in healthcare is essential in an environment that is increasingly more complex and where the access to knowledge and information is fundamental. Providing complete healthcare to patients, promoting operational innovation, assertiveness and excellence, has been a challenge. These performance requirements are closely

related to the concept of interoperability, linked to the hospital entity's capability in dealing with the heterogeneous characteristic of the information and with processes coordination supported by heterogeneous information systems and different decision makers. In this way, interoperability enables the definition of metrics to assess a hospital in terms of its interoperation capability or potential to interoperate. This understanding corroborates with the interoperability definition – the capacity of two or more systems of exchanging information and the subsequent reciprocal deployment, among organizations or within the same organization [CHEN, 2008]. Thus, one can infer that, considering the complex hospital environment and the need for the exchange of information through its organizational structure, business rules and process, interoperability assessments can help in mapping and diagnosing barriers with adverse impact on organizational performance. This enterprise assessment founded on interoperability dimensions differs from the known CMMI/SCAPI methods extending the diagnosis capability towards a less subjective maturity positioning as advocated in [CESTARI, 2013]. Motivated by a lack of specific interoperability assessment approaches in healthcare domain [REZAEI, 2014], this paper presents an *Enterprise Interoperability Assessment (EIA)* structure based on a development framework and the multi-criteria AHP/ANP methods. These methods are adequate to organize the assessment knowledge (attributes) into a structure able to characterize different assessment levels and granularities facing the complexity of hospital environments. For that, the perspectives of interoperability and its assessment attributes identified in the healthcare domain, as well as the main interoperability frameworks for this purpose are firstly presented. At the end, the resulting assessment and the diagnosis generated are presented inferring on the interoperability capabilities of a relevant hospital entity in oncological treatment.

## 4.2 INTEROPERABILITY

We can state that in healthcare interoperability is of the utmost importance, a quality assurance in delivering hospital services to individuals in a quick, effective and adequate manner. The healthcare area requires that hospital services display an extremely important characteristic - adequate coordination of processes and efficient exchange of information involving the systems deployed [NEHTA, 2007]. The capability of two or more systems or components to exchange information and use the

information exchanged, as defined in [EUROPEAN, 2013], infers that the people involved – interaction agents with these systems, must display understanding from the standpoints of Process and Information. But for an adequate processes coordination and information flow [CAMPOS, 2013][ CHEN, 2008], a suitable organizational structure must be provided to allow minimizing barriers that prevent good performance, with a view to optimizing the capacity to interoperate [GUEDRIA, 2014].

#### 4.2.1 Interoperability Frameworks

Literature presents a number of different interoperability framework models for different contexts, with some being specific to the healthcare area [GUEDRIA, 2014]. The existing objective is to provide an organizational mechanism in such a way that the interoperability concepts and perspectives within the hospital environment are better structured and represented. To facilitate understanding, one can mention two of the main frameworks in current literature. The **Framework for Enterprise Interoperability (FEI)** – developed by the European Excellence Network, classifies and defines three dimensions: interoperability *barriers*, interoperability approaches and enterprise interoperability *concerns*, also called enterprise levels. The interoperability barriers are in connection with the removal of obstacles identified in establishing interoperability. Three types of barriers are identified: (i) *conceptual* nature in connection with syntactic and semantic differences in the information to be exchanged; (ii) *technological* barriers in connection with incompatibility among the information technologies and (iii) barriers of an *organizational* nature, in connection with the organizational and management structures deployed in companies [CHEN, 2005]. Interoperability concerns are in reference to the diagnostic or establishment of interoperability requirements in companies or hospitals, in covering the different operational levels. Four levels represent the areas related to interoperability *concerns*: (i) *data* interoperability with reference to the different data models and structures; (ii) *service* interoperability concerned with identifying, composing and execution of the different applications/services (conceived and put in place independently) in solving the syntactic and semantic differences, as well as finding the connections among the different heterogeneous databases; (iii) *process* interoperability with reference to the coordination of the different processes undertaken and (iv) *business* interoperability with reference to the organizational structure, models and business rules [CHEN,

2005]. The second relevant framework is the **National EHealth Transition Authority (NEHTA)** – featuring definitions for three perspectives in interoperability focusing on healthcare agencies [NEHTA, 2007] [EUROPEAN, 2013]. The (i) *organizational* perspective includes the aspects of shared information policy and process structures, as well as business rules. This perspective includes the business processes, standards, safety policies and privacy policies. The (ii) *information* perspective remits to shared semantic construction structures with a view to enabling exchange of information [EUROPEAN, 2013]. It guides the endeavors in the exchange of fundamental information, domains, structures, common associations, relationships and metadata. The (iii) *technical* perspective is concerned with the connectivity of the information exchange and services use systems. It drives solutions based on open standards offering equality of conditions in competitive delivery of technical solutions [EUROPEAN, 2013]. The perspectives and dimensions of these frameworks help in providing the structural specification for the multi-criteria decision analysis methods proposed in this work.

#### **4.2.2 MCDM/A Methods and their applicability in Healthcare**

The MCDM/A methods are widely used across a number of different sectors, including healthcare [PRAVEEN, 2016] [MARSH, 2014]. In modeling a problem for decision (assessment), we can count with one or more decision aid agents and deploy a set of criteria enabling qualifying the entity under assessment. Each decision agent is responsible for defining the personal judgment values for each criteria and the weighting (or pertinence) of the criteria in the decision. In MCDM/A methods, alternatives (in this work meaning capability/potential interoperability levels) are assessed based on a number of previously established criteria, with each one of the criteria inducing to a particular ordering of the alternatives, making it necessary to adopt a mechanism capable of building a general ordering of preferences, also known as ranking or classification [KAHRAMAN, 2008]. The results produced by these methods should be considered as support for decision-making, exploring the uncertainty in the problem of the decision and assessment. Decision-makers may deliberate on the best evidence and tacit perceptions by providing more adequate scoring, which is then weighted by the assessment method.



In this paper, the methods used are AHP (*Analytic Hierarchy Process*) and ANP (*Analytic Network Process*), highly appropriate for assessing domains characterized by uncertainty, tacit knowledge and heterogeneous nature of the assessment knowledge involved, such as the domain of healthcare [PRAVEEN, 2016]. The multi-criteria analysis using AHP targets structuring a hierarchical qualitative and relational assessment. The use of AHP starts by breaking the problem down applying a hierarchy of criteria that is more easily comparable and can be analyzed independently [THOMAS, 2008]. After the establishment of the hierarchy, decision-makers evaluate alternatives (capabilities) by way of pairwise comparison within each one of the criteria. AHP transforms these comparisons following Saaty's scale into numerical values - the weighting, which is defined for each criteria, enables assessing each of the elements within the hierarchy defined. After performing all the comparisons and attribute relative weighting among the criteria to be assessed, the numeric inference of each one of the alternatives is calculated [THOMAS, 2008] leading to capability/potential interoperability level inferences. ANP - Analytic Network Process – is a special case of the AHP method. While in AHP the alternatives are compared only with respect to a global objective, ANP compares alternatives with respect to different groups of factors and at different levels, creating a more complex comparison network and resulting in more accurate outcomes [THOMAS, 2008]. ANP preconizes identifying criteria or some criteria with decisive influence on two or more criteria of the same level. These influenced criteria will play the role of alternatives and will be compared pairwise considering the degree of influence that each one has in the overall performance. This way, the weighting obtained through the AHP method will be amended according to the number of additional connections performed.

#### 4.3 INTEROPERABILITY ASSESSMENT IN HEALTHCARE

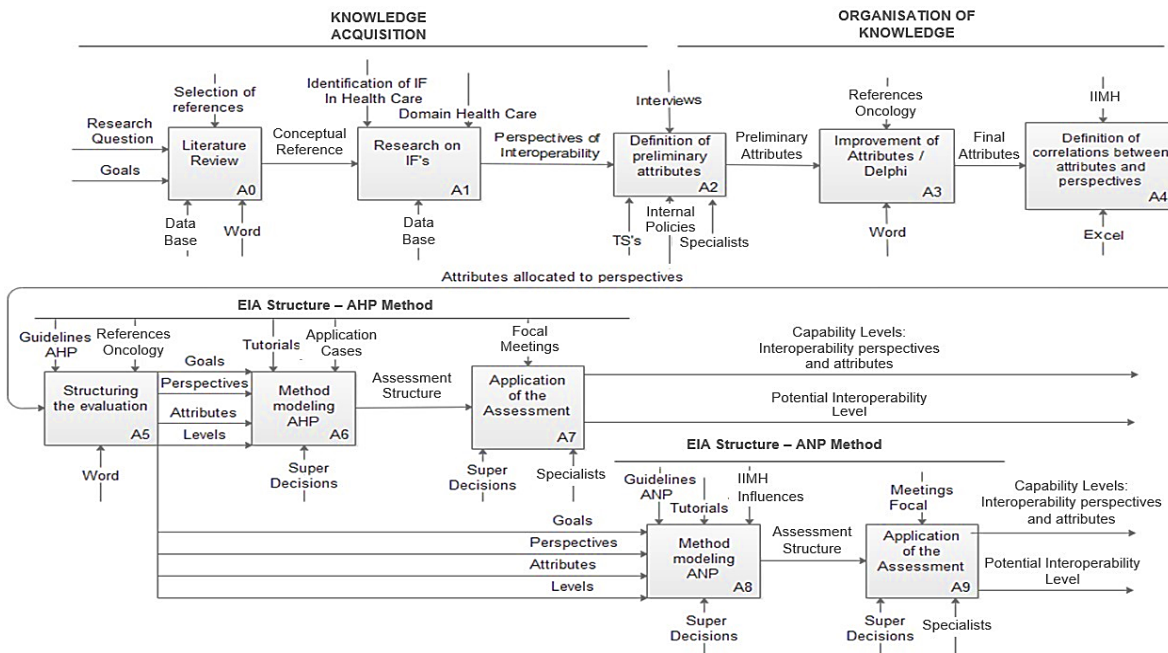
The interoperability assessment structure in the healthcare domain based on the AHP/ ANP methods follows a development cycle supported by a conceptual framework. For a better understanding of this proposed framework, it has been subdivided into nine main stages, which were structured into one IDEF0 diagram [MARCA, 1993], appropriate for methodological approach modeling. Fig. 16 shows the different stages. The objective of the **knowledge acquisition** stage, which addresses activities from A0 to A2, is to perform a literature review extracting concepts on

healthcare and interoperability assessment frameworks for this domain, having as output the interoperability perspectives, including an interview with specialist to define the knowledge and attributes obtained in the preliminary assessment. The structure called **IIMH** (*Interoperability Influence Matrix in Health domain*), pillar of the **organizational of knowledge** stage, organizes these attributes under the interoperability perspectives, as well as takes into account the influence relations existing in the assessment spectrum. The next stages, based on IIMH, correspond to the concept and modeling of EIA assessment structures: shown in activities A5, A6 and A7, based on the **AHP Method** and with reference to activities A5, A8 and A9, based on the **ANP Method** that incorporates the influence relations among attributes, modeled by IIMH. A more detailed description of the stages and its components is given next.

#### 4.3.1 Knowledge Acquisition stage

The baseline reference used in obtaining the attributes for assessment in the healthcare domain, in the specialized context of cancer treatment (area of activity of the entity under assessment), was the study by Salmon [SALMON, 2016] “*Oncology Networks: Best Practices - A Study of Governance, Resources and Clinical Coordination*”. This study provided a manual of good practices and some of the more advanced structures in the area of oncology, considering the standards to be followed and applied in all hospital and clinic environment delivering oncology treatment services. After obtaining the consensual perception of the specialists on the assessment knowledge, 25 attributes were listed, treated and validated for the context based on instrumental mechanisms called the Task Sheet [SCUISSIATTO, 2016] and the Delphi Method. These attributes are organized under the perspectives in interoperability inspired in the FEI and NEHTA frameworks, previously shown: (i) *Business*, (ii) *Process Management*, (iii) *Policy and Procedures*, (iv) *Human Resources*, (v) *Information Technology*, (vi) *Semantics*. This organization is related to the Organization of Knowledge stage (activities A0, A1, A2, Fig. 16).

Figure 16 - IDEF0 Development Framework.



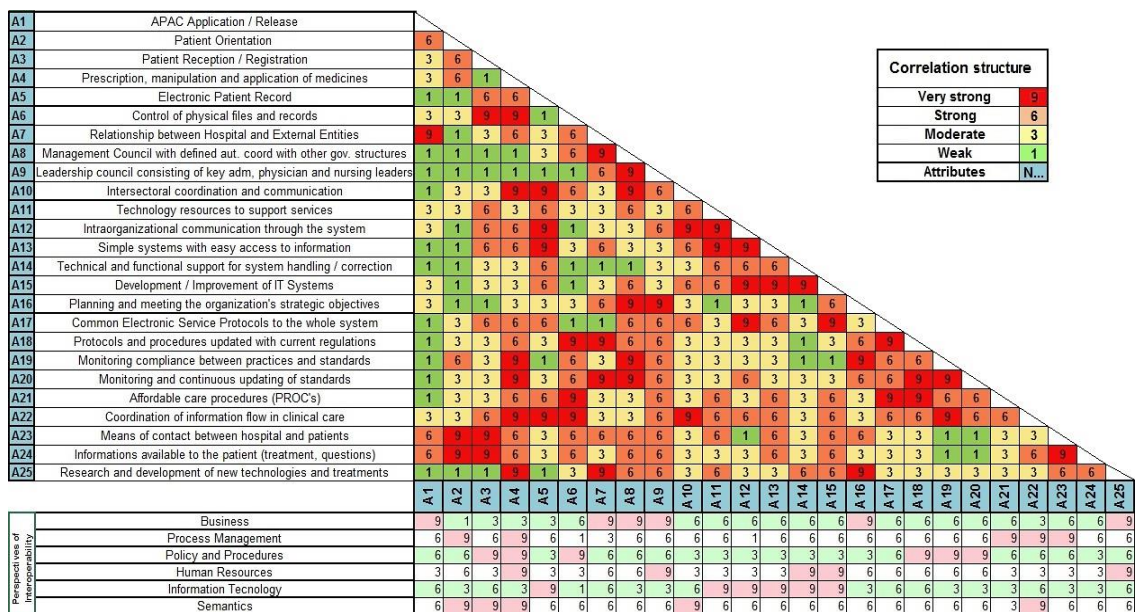
#### 4.3.2 Organization of Knowledge stage

In order to organize the attributes raised in the interoperability perspectives and their relational analysis, the IIMH structure (*Interoperability Influence Matrix in Health domain*), inspired in QFD (*Quality Function Deployment*) [DETRO, 2016], is proposed and shown in Fig. 16. In IIMH, columns correspond to the assessment attributes and the lines to the six perspectives of interoperability. This way, scores (1, 3, 6 or 9) were attributed to each attribute, according to the degree of correlation between the attribute and the perspective under analysis. In the end, in each perspective, the attributes with the highest scores for the aspect under consideration were allocated, with one attribute, in some cases, being allocated to up to 2 perspectives. The weighting placed in the upper triangular region refer to the influence relations existing among the attributes raised, enabling the fine-tuning of the assessment structure modeled by the ANP method. The scores are obtained by the experts' perceptions (physician, practitioner and health service managers) and corroborated by complementary sources of information as the Task Sheets [SCUISSIATTO, 2016], internal policies and data-logs from Information Systems submitted to Process Mining techniques in order to reveal influence relations [DETRO, 2016]. It is important to note that these scores and the IIMH is devoted to assist the design of the AHP/ANP structures but not to the assessment itself.

### 4.3.3 EIA Structure stage - AHP and ANP Methods

Structuring the knowledge involved in assessing interoperability within the healthcare domain, specializing in oncology treatment, promoted by IIMH, enables the development of the AHP structure shown in Fig. 18. The attribute and interoperability perspectives relational matrix (bottom of Fig. 17) infer on the AHP hierarchical structure; the influence relations (top of Fig. 17) extend the structures to the ANP model. Following the AHP structure the “Interoperability Assessment” represents the level 1 and the objective of the assessment; the six interoperability perspectives (categories) represent level 2; the twenty-five attributes organized in these perspectives represent level 3; the capability levels are located on the last level. At each level and category (clusters), pairwise assessment and priority vector definition matrixes are characterized on the basis of AHP method (section 4.2.2). The matrix inference of all the performed partial AHP priority vectors (upper levels) results the interoperability potential assessment for the hospital agency in providing cancer treatments and corresponds to the last (lower) AHP level. The attributes in bold (Fig. 18) are examples of influence relations (indicated by arrows) stemming from IIMH (highest weighting) in characterizing an ANP structure.

Figure 17 - IIMH Structure



#### 4.3.4 Potential Interoperability Levels in Organizational Assessment

In order to define the levels of interoperability assessment, which represent the final alternatives in the AHP structure, bibliography surveys were carried out for the purpose of finding a suitable and appropriately based assessment levels. The related scale found and considered pertinent to the context was adapted based on studies performed by Salmon [SALMON, 2016], and addressed three levels. The *Basic Level* characterizes a major variation in the processes and practices applied, with a significant dependence on manual, complex and time-consuming systems. In the *Intermediate Level* institutions endeavor to achieve a wide range of organizational objectives, including the reduction in internal process variability and higher levels of integration among the departments; these are networks characterized by complex processes or systems, but under coordination of a central council or agency. In the *Advanced Level*, networks feature a completely developed structure, with strategically defined policies and resources in order to deliver the network's organizational objectives; they develop consistent and effective processes with a view to obtaining satisfactory outcomes in the service delivery points; these institutions are continually expanding their oncological assistance, with innovative initiatives and establishing partnerships with groups of interest external to the network, such as National Health Institute [SALMON, 2016].

Figure 18 - AHP/ANP Structure

EVALUATION INTEROPERABILITY		
Business (B)	Policy and Procedures (P)	Human Resources (HR)
Manag. Council with defined aut. coordinated with other gov. struct	Monitoring and continuous updating of standards	Development / Improvement of IT Systems
Leadership council consisting of key administrative, physician and nursing leaders	Monitoring compliance between practices and standards	Leadership council consisting of key administrative, physician and nursing leaders
Research and development of new technologies and treatments	Control of physical files and records	Research and development of new technologies and treatments
Planning and meeting the organization's strategic objectives	Prescription, manipulation and application of medicines	Prescription, manipulation and application of medicines
Relationship between Hospital and External Entities	Protocols and procedures updated with current regulations	Technical and functional support for system handling / correction
APAC Application / Release	Patient Reception / Registration	
Process Management (PM)	Semantics (S)	Information Technology (IT)
Coordination of information flow in clinical care	Coordination of information flow in clinical care	Intraorganizational communication through the system
Means of contact between hospital and patients	Intersectoral coordination and communication	Technology resources to support services
Patient Orientation	Patient Orientation	Simple systems with easy access to information
Prescription, manipulation and application of medicines	Prescription, manipulation and application of medicines	Development / Improvement of IT Systems
Affordable care procedures (PROC's)	Patient Reception / Registration	Technical and functional support for system handling / correction
Technology resources to support services		Electronic Patient Record
ADVANCED   BASIC   INTERMEDIATE		

#### 4.4 APPLICATION CASE AND RESULTS

The interoperability assessment was undertaken in a cancer treatment reference hospital in southern Brazil that addresses over 1000 patients a day. Due to the complexity and size of the hospital in terms of the volume of information traffic among the different processes, the critical path of the oncology sector was identified for assessment purposes [SCUISSIATTO, 2016]. Data collection interviews with process participants, physicians, nurses and health service managers was carried out on the basis of AHP pairwise relational assessment. The objective is a diagnostic investigation of the entity's different levels of capability under the perspective of interoperability, identifying granularly the existing barriers to better organizational performance in the delivery of cancer treatments processes. At the end, a position for the hospital is inferred in terms of its potential interoperability. The AHP/ANP structure (Fig. 18) was implemented in the Super Decisions platform.

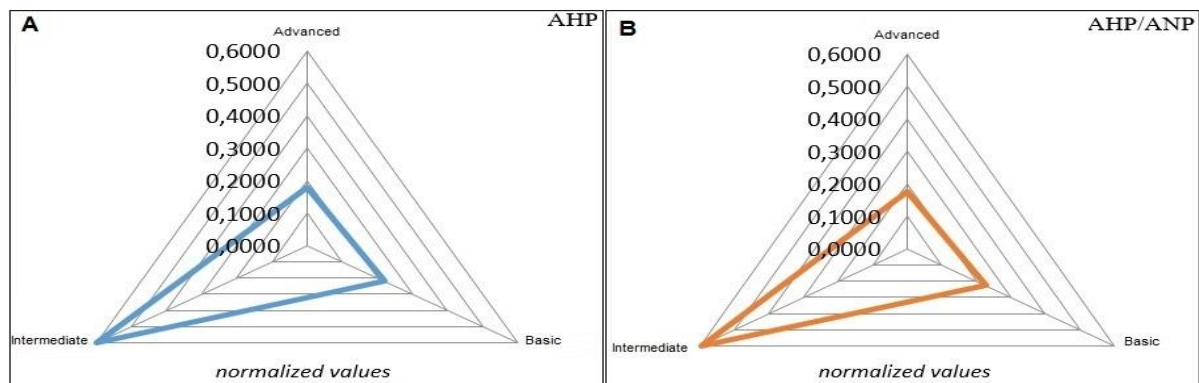
##### 4.4.1 Results Obtained

Initially, in the AHP assessment model, with the collected data from interviews, the comparison of importance among the pairs of criteria with respect to the main objective was performed and, following that, for the sub-criteria with respect to the immediate superior line criteria. With this data in hand, the weighting (or significance) could be obtained for each of the attributes considered. At the end of the assessment, the comparison among alternatives (levels of potential interoperability) with respect to each sub criteria is performed, resulting in defining a percentage of matching of the attributes in each one of the levels considered.

As a general outcome for the AHP method, the following percentages of the potential interoperability level for the hospital entity in the delivery of cancer treatment were obtained: 18.10% at the advanced level, 21.92% at the basic level and 59.97% at the intermediate level, as shown in Fig. 19 (A). The deployment of the assessment using the ANP method also had participation of specialists, being performed based on the additional comparisons among attributes featuring strong influence with respect to those pointed out by IIMH. The new matching percentages in Fig. 19 (B) correspond to the following results: 17.72% at the advanced level, 22.26% at the basic level and 59.63% at the intermediate level. As can be seen, there were little variations around

the levels of potentials obtained that, despite not significant, may become relevant in cases where there is a higher dispersal among the assessments performed for the different categories (clusters) concomitantly with the existence of a marked influence relation.

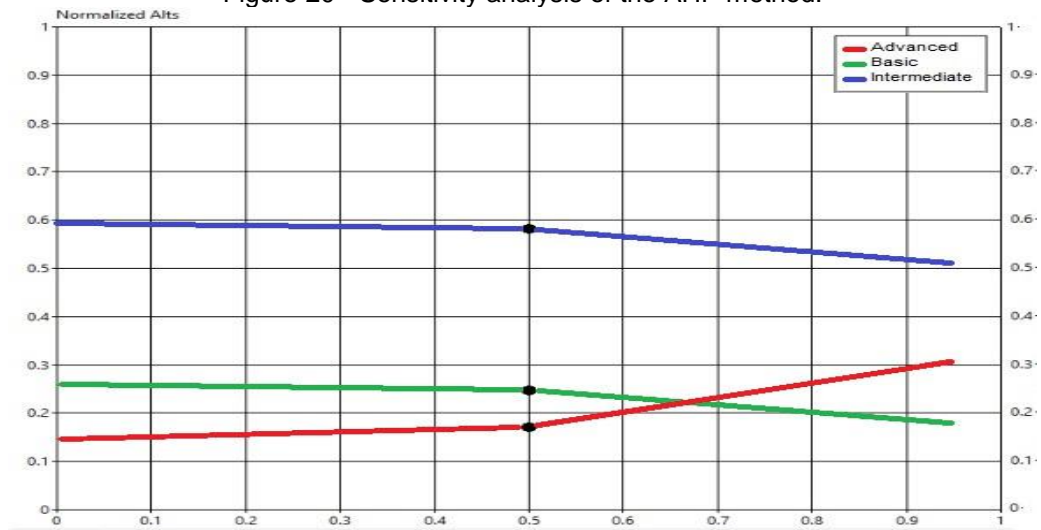
Figure 19 - Interoperability potential assessed through AHP/ANP.



The sensitivity analysis enables checking the variation in the final level of the interoperability potential using the variation in the weighting of one of the perspectives or attributes taken into account. In order to check this variation, the information obtained through **IIMH** can be used as support in identifying attributes with higher organizational relevance. Such as for example, analysis of the attribute “*Patient Centric*” under the perspective of “*Process Management*”, in Fig. 20, shows a variation in its weighting pointing to an expressive influence in displacing the percentage of the potential level of the hospital entity towards the “advanced” level and a reduction in the “intermediate” and “basic” levels. This attribute becomes, therefore, candidate to efforts in organizational enhancement reducing, in this way, the barriers to interoperability in the process dimension.

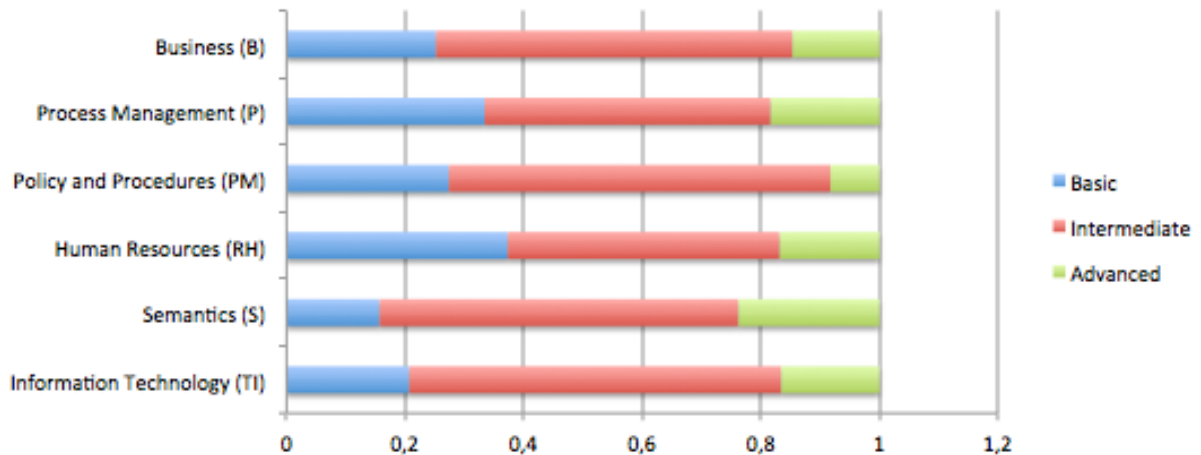


Figure 20 - Sensitivity analysis of the AHP method.



Supported on the subnetwork modeling resource afforded by Super Decisions, the diagnostic assessment obtained through the analysis of the different levels in capability from the perspectives of interoperability can be understood. In this way, the priority view inherent to each assessment matrix and its priority vector for an aggregate weighting at the level/cluster considered is achieved. Fig. 21 presents the results obtained that, according to the global level of the interoperability potential of the hospital, positions the better part of the perspectives in the intermediate level. A special standout is given to the perspectives of “*Process Management*” and “*Human Resources*” featuring the lowest weighting and trending towards the basic level. There is a consensual understanding in this diagnostic by the specialists of the entity under assessment in perceiving the human element and process coordination as barriers to a better organizational performance.

Figura 21 - Capability Levels.





#### 4.5 FINAL CONSIDERATIONS

Hospitals have faced a demand higher than their capacity to provide services, evidencing the rising need to improve communication, cooperation, interaction and processes within the entity. The organizational performance of the hospital finds in the interoperability perspectives an important assessment tool, driving conclusions on the points for improvement and performing again an assessment for the calculation of this progress. In this way, a diagnostic assessment of the attribute capability levels, as well as of the level of interoperability for the hospital in relation to the processes delivered in the sector of oncology has an applicable and measurable value. Based on the development framework, the stages of obtaining and organizing knowledge in order to drive the concept for the assessment model based on the AHP/ANP methods were characterized. In its development cycle, the proposal facilitates the design of the MCDM/A methods, compliant with the requirements and attributes in assessing interoperability in healthcare, including inaccurate, qualitative and tacit knowledge items. The assessment, however, enabled diagnosing the existing level of interoperability in the oncology sector as compared to the remainder of the hospital, using the stages of collection and interviews, existing in-house policies and information systems as inputs for the assessment. After the execution of the AHP and ANP models, the oncology sector was identified as largely positioned in the intermediate level. The sensitivity and capability analysis of the attributes and perspectives of interoperability, promoted by these MCDM/A structures, permit a diagnostic analysis very rich in the defining of priorities of organizational endeavors in minimizing or eliminating barriers to a better performance. Human Resources (RH) and Process Management (P) are subject to organizational actions in order to improve their capability levels on the basis of the related attributes, leading the hospital to a higher maturity level. In future work, the deployment of other MCDM/A methods in new cases and entities in the healthcare domain will be studied. Methods that stand out to this end are Electre-Tri and Promethee in integration with the Process Mining techniques in an effort to conciliate qualitative and tacit information to quantitative information stemming from the observation of historical data and information systems targeted at the hospital administration/management.

## REFERENCES

- CAMPOS, Cristina et al. Maturity model for interoperability potential measurement. **Information systems management**, v. 30, n. 3, p. 218-234, 2013.
- CESTARI, José Marcelo AP et al. An overview of attributes characterization for interoperability assessment from the public administration perspective. In: **OTM Confederated International Conferences" On the Move to Meaningful Internet Systems"**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2014. p. 329-338.
- CHEN, David; DOUMEINGTS, Guy; VERNADAT, François. Architectures for enterprise integration and interoperability: Past, present and future. **Computers in industry**, v. 59, n. 7, p. 647-659, 2008.
- CHEN, David; VALLESPER, Bruno; DACLIN, Nicolas. An Approach for Enterprise Interoperability Measurement. In: **MoDISE-EUS**. 2008. p. 1-12.
- CHEN, David et al. Framework for enterprise interoperability. In: Proc. of IFAC **Workshop EI2N**. sn, 2006. p. 77-88.
- DETRO, Silvana Pereira et al. Enhancing semantic interoperability in healthcare using semantic process mining. In: **6th International Conference on Information Society and Technology**, ICIST 2016. 2016. p. 80-85.
- EUROPEAN COMMISSION, Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology. **eHealth European Interoperability Framework**. ISBN: 978-92-79-30389-0, 2013.
- GUEDRIA, Wided; LAMINE, Elyes; PINGAUD, Hervé. Health systems interoperability: analysis and comparison. In: **MOSIM 2014, 10 ème Conférence Francophone de Modélisation, Optimisation et Simulation**. 2014.
- JAIN, Naveen; SINGH, A. R. AHP And QFD Methodology For Supplier Selection. **International Proceedings of Economics Development and Research**, v. 75, p. 106, 2014.
- KAHRAMAN, Cengiz (Ed.). Fuzzy multi-criteria decision making: theory and applications with recent developments. **Springer Science & Business Media**, 2008.
- MARCA, David A. IDEF0/SADT business process and enterprise modeling. **Electric Solutions**, 1993.
- MARSH, Kevin et al. Assessing the value of healthcare interventions using multi-criteria decision analysis: a review of the literature. **Pharmacoeconomics**, v. 32, n. 4, p. 345-365, 2014.
- NEHTA 2.0 - **Interoperability Framework**, 2007 National E-Health Transition Authority.

REZAEI, Reza et al. Interoperability evaluation models: A systematic review. **Computers in Industry**, v. 65, n. 1, p. 1-23, 2014.

SAATY, Thomas L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International journal of services sciences**, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008.

SALMON K. Oncology networks: best practices – A study of governance, resources and clinical coordination. 2011. **[cited 2016 Apr 12]. Available at:** <http://www.kurtsalmon.com/uploads/HC-Oncology-120203VFSP1.pdf>.

SCUISSIATTO, Victor; LOURES, Eduardo; SANTOS, Eduardo Alves Portela. Abordagem de avaliação de interoperabilidade em câncer de saúde. Em: **ISPE TE**. 2016. p. 348-357.

THOKALA, Praveen et al. Multiple criteria decision analysis for health care decision making—an introduction: report 1 of the ISPOR MCDA Emerging Good Practices Task Force. **Value in health**, v. 19, n. 1, p. 1-13, 2016.

## 5 ARTIGO 3

### Interoperability Assessment in Health Systems Based on Process Mining and AHP Method

Gustavo Riz <sup>1</sup>, Victor Ricardo Scuissiatto <sup>2</sup>, Agnelo Denis Vieira <sup>3</sup>, Eduardo Alves Portela Santos <sup>4</sup>,  
Eduardo de Freitas Rocha Loures <sup>5</sup>.

<sup>1</sup>Mestrando em Engenharia da Produção e Sistemas – PUCPR;

#### **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, áreas 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. 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 to assist in the diagnosis of interoperability barriers of the public and private health systems from Brazil. 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, a local reference in cancer treatments in Brazil.

**Key-words:** Process Mining. Multiple-criteria Decision Analysis. Indicators. Performance. Health Care.

## 5.1 INTRODUCTION

The health area in Brazil is complex and faces many organizational and administrative problems [DATAFOLHA, 2015] [ ANVISA, 2016]. Improving it depends on the implementation of processes that humanize healthcare, 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 [MANS, 2009].

Despite all this interaction required, it is frequently 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 [MANS, 2009]. 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 [KAYMAK, 2012].

To identify a potential failure in the process interoperability is possible use the multi-criteria decision analysis (MCDA) methods, as the Analytic Hierarchy Process (AHP) method, to evaluate the organizational interoperability level. However, to use this methodology, is necessary get organizational indicators to evaluate. To support this task, the process mining method can be used to get process metrics in order to increase information completeness which will be analysed and evaluated through the AHP method [BERRE, 2007].

This work proposes the use of process mining to get process performance indicators in order to create an interoperability assessment using the AHP method.

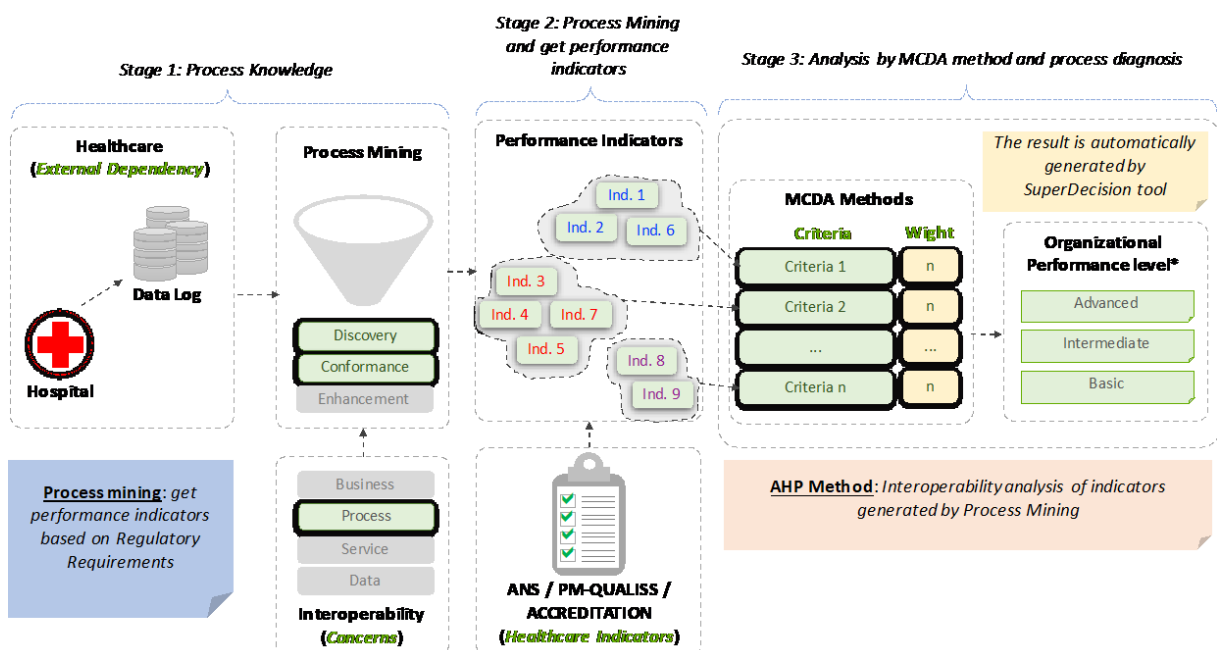
Section 5.2 will explain the proposed methodology, section 5.3 will present the case study apply in a real hospital process and section 5.4 and 5.5 will present the results and conclusions obtained in this work.

## 5.2 PROPOSED METHODOLOGY

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

The methodology consists in the use of process mining in extracting performance indicators (and its use as attribute), 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 the AHP method, through the SuperDecisions tool, as described in figure 22.

Figure 22 - Proposed framework model.



For this purpose, three stages should be performed. The first stage involves adaptation of process mining techniques to the healthcare area, with the objective of extracting knowledge about a given process by analysing the respective activity data logs. According to Aalst (2012) [AALST, 2012], 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 [GERKE, 2009].

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. Among the process mining plug-ins, the ones in the ProM framework stand out. According to Dongen (2005) [DONGEN, 2005], 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. 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) [PRAVEEN, 2016] [ARAZ, 2007] [HELI, 2016] and, to this work, the AHP method was selected for being one of the most used multi-criteria methods. This method has a number of advantages over other multi-criteria methods, such as a strong theoretical basis, flexibility, user-friendliness and consistency analysis of the judgments made so that these advantages allowed its use in many practical applications [SCUISSIATTO, 2016]. In the healthcare area, Marsh et al (2014) [MARSH, 2014] and Adunlin et al. (2015) [ADUNLIN, 2015] 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, after the conclusion of this three stages, is performed a process analysis using the indicators raised by process mining to create criteria into 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).

Obtaining and discovering the current level of maturity of organizational performance are expected as outcomes. Nussbaum (2011) [NUSSBAUM, 2011] 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.

### 5.3 CASE STUDY IN A REAL VENOUS CHEMOTHERAPY PROCESS

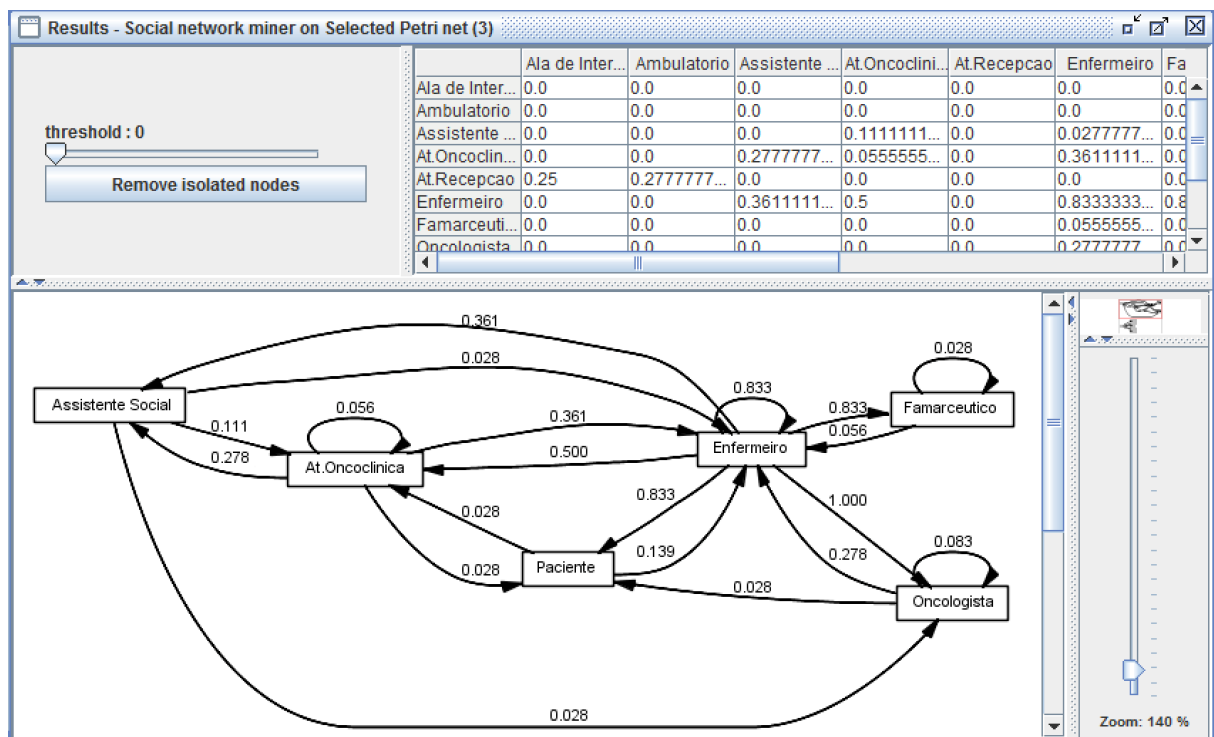
The choice of the Erasto Gaertner Hospital (HEG) is due to the large volume of patients treated. According to data from 2015 [HEG, 2015], 310,895 patients were attended, and in total, 1,364,532 procedures were performed in delivering care for these patients. All processes are supported by control and 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 [FILIP, 2012] [WAN-SHION,2006]. 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.

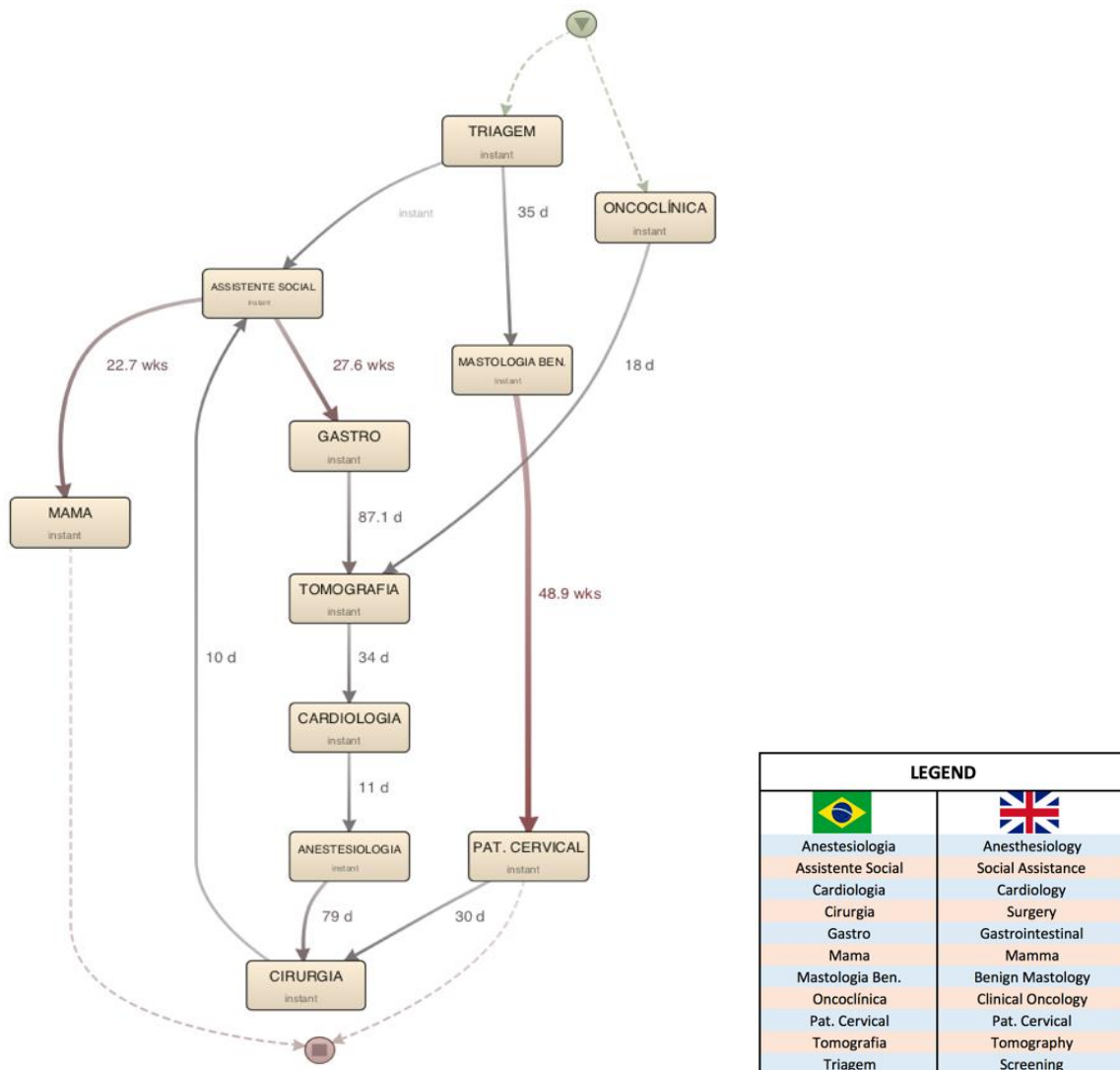
Among the numerous possibilities in using process mining [DOLAN, 2005], some traditional miners can be used to extract knowledge about the activities comprising the process. For example, the “Social Network Mine” demonstrate the social relationship between the actors of the process (e.g., performers of tasks), as described in figure 23, which results in a matrix displayed at the top, and the graph at the bottom, demonstrating the existing relationships in the process [WILL, 2008].

Figure 23 - Social Network Mine result.



Already 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 is described in figure 24, in which it represents one of the results obtained through process mining, in order 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.

Figure 24 - Example of Process Mining result.



Through the use of process mining, six process indicators were obtained considering minimum, medium and maximum values obtained in the process to each indicator, e.g., the minimum, medium and maximum wait time to registered a new patient in the patient record system. The indicators obtained are described in figure 25.

Figure 25 - Example of Process Mining result.

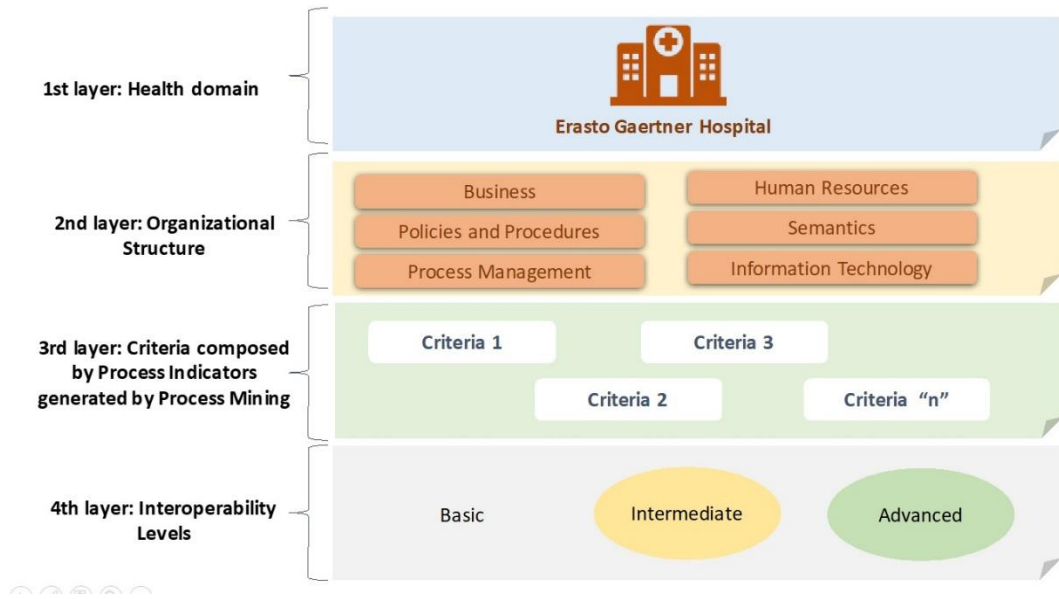
<b>Indicator</b>	<b>Minimum</b>	<b>Medium</b>	<b>Maximum</b>
Waiting time to approval of treatment of patient	2	20	63
Waiting time to register the patient in the registration system	17	34	75
Means of contact between hospital and patients	1	1	1
Prescription, manipulation and application of drugs	14	105	303
Coordination and intersectoral communication	0	2	10
Quality of Electronic Patient Record	10	12	13

The use of this indicators and the results obtained will be presented in the section 5.4, which will show how this information generated by the process mining can be used in the AHP method to carry out the evaluation of the organizational interoperability in a healthcare process.

## 5.4 RESULTS

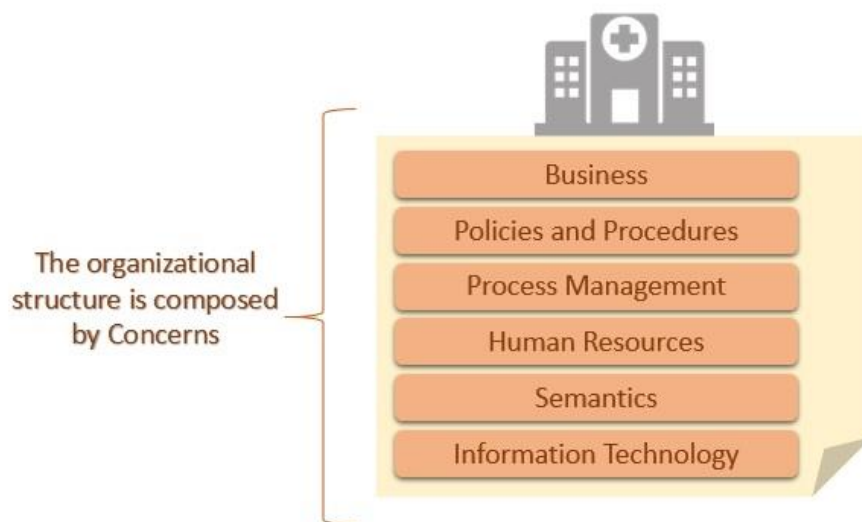
The criteria were organized using the model proposed by ScuiSSiAtto et al. [SCUISSIATTO, 2016], a model inspired by the Interoperability Frameworks in health. And for a maturity analysis, the model is composed of six structures, with four layers, in order to approximate an analysis to a view of an organizational structure, which is described in figure 26.

Figure 26 - Organizational Structure.



Interoperability concerns are referent to diagnostic or establishment of interoperability requirements in companies or hospitals, in covering the different operational levels, the model is composed by: i) *business*; ii) *policies and procedures*; iii) *process management*, (iv) *human resources*; v) *semantics*; and (vi) *information technology* as described in the figure 27.

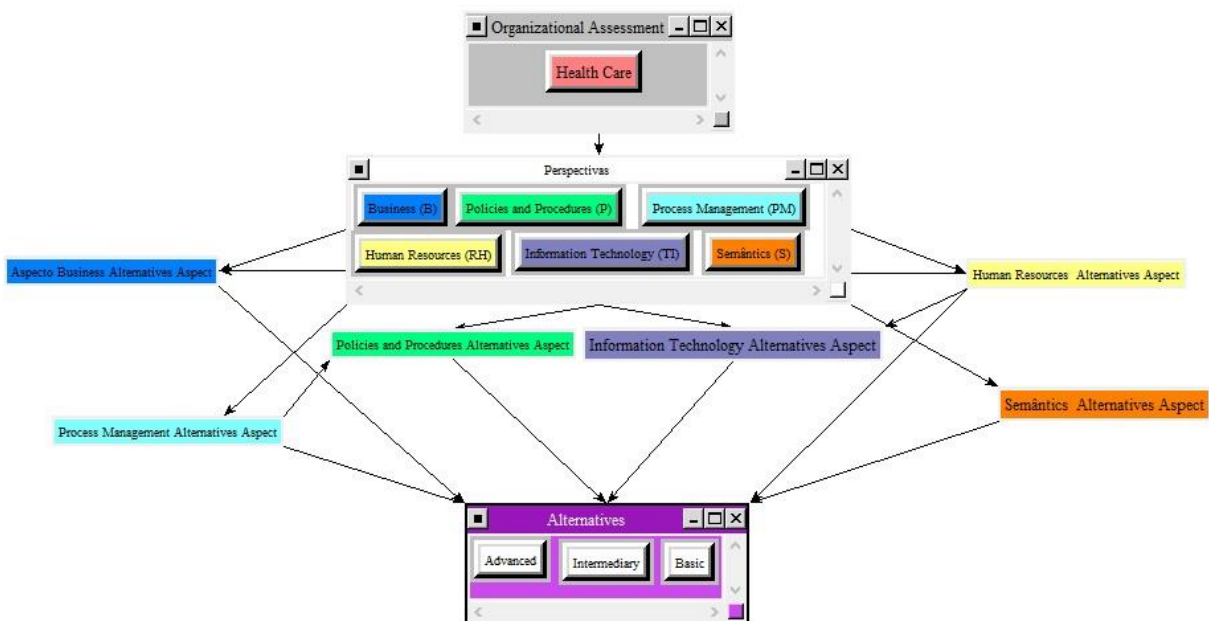
Figure 27 - Interoperability Concerns



In addition to this organization of indicators through perspectives, the AHP model was constructed through four layers. The first layer concerns the health domain, the second layer is composed by maturity perspectives (described above), the third layer is composed by the quantitative and qualitative indicators and the fourth layer is composed by the maturity levels in which the model could be evaluated, as described in the figure 28.

The indicators raised in stage 2 are part of the third layer, described in figure 26, of the model structured in the AHP method and, After the survey of these indicators through process mining, the indicators are evaluated by the specialists for validation, and later they are used to compose the criteria that will be used for the evaluation as described in Stage 3. The indicators identified as measurable and part of the interoperability concern, constitute an evaluation criterion in the interoperability view, to determine the organizational interoperability level in the hospital process.

Figure 28 - AHP Structure



In the layer three the indicators generated by process mining, composed by quantitative values, can be used to create valuation criteria to use to compose a "comparison matrix" in the AHP method. This matrix is used to create a pairwise comparison among the criteria, that is, it compares the criteria to each other through an array so that it is possible to identify which criteria are more or less relevant to the

analysis that will be performed. Process mining assists assessment by providing information that supports decision making and identifies the weight of each of these quantitative indicators, pointing out the performance of the criterion. These indicators, after the mining of the data records, are obtained quantitative indicators, which from the interview with the process specialists obtain the validation of the qualitative indicators to be evaluated. Based on this evaluation structure, it is possible to perform an analysis to identify the organizational performance level of the process, as described in figure 8, in which it is possible to identify that the process is at the intermediate level (with an index of 0,581363). This result is automatically provided by the AHP method.

The analysis of the attributes with the perspectives of interoperability promoted by the AHP structure, allows a diagnostic analysis of the hospital, in the definition of priorities of organizational evolution, showing a north to eliminate and to minimize the performance barriers of the organization. Improving interoperation performance is possible for organizational level / maturity evolution.

Through the analysis result, it is possible to support the organization in the diagnosis of the process and in the search for improvements in interoperability between organizational entities. The obtained result in diagnose the process demonstrates its applicability to the goal of identify the organizational performance level and diagnose the process, from the performance perspective, and thus, the processes, areas and indicators with low level of performance, bringing positive results in the improvement of public and private health are in Brazil.

## 5.5 CONCLUSION

After completing the three stages of the proposed methodology, it was possible to obtain an advanced knowledge about the process and identify the level of maturity of the organizational performance and which indicators represent an activity or area with a low or high performance to the others. Once the indicators to be evaluated have been defined, it is possible to perform a process mining on the generated data-log to obtain the quantitative indicators and, based on the interviews with process specialists, to obtain the qualitative indicators to evaluate.

The framework can help improve the health area in Brazil, given the fact that it is able to measure the level of organizational performance, and can diagnose such processes at maturity levels. In addition, information obtained from process mining can provide an important source of information that can be used by management to make decisions.

In the analysis presented in this paper, it is possible, for example, to identify which indicators have a greater or lesser impact on the analysis result, as well as to obtain the individual values by indicator. With a wide range of indicators evaluated, it is possible to identify which indicators are at a basic performance level, and should be improved, and which ones are at a more advanced level of maturity. This helps in the elaboration of the indicators that must be worked to achieve a substantial improvement at the organizational level.

Finally, it is highlighted that an improved model of this framework is being developed, in order to include other MCDA tools that make this analysis more robust, and its results will be exposed in future works.

## REFERENCES

- ANVISA. PM-QUALISS, **Programa de Qualificação dos Prestadores de Serviços de Saúde**. In <http://www.ans.gov.br/prestadores/qualiss-programa-de-qualificacao-dosprestadores-de-servicos-de-saude>, nov, 2016;
- 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;
- 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.
- A.-JORGEN BERRE, B. ELVESAETER, N. FIGAY, C. GUGLIELMINA, G. JOHNSEN, D. KARLSEN, T. KNOTHE, S. LIPPE. **The ATHENA Interoperability Framework. Framework**, pp. 1-12. 2007.
- VAN DER AALST, W. **Process Mining: Overview and Opportunities**. 2012. In ACM Transactions of management Information Systems (TMIS) 3, no. 2: 7. 2012;
- GERKE, K; CARDOSO, J; CLAUS, A. **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.
- 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;
- 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;
- ARAZ, C., OZKARAHAN, I. **Supplier Evaluation and Management System for Strategic Sourcing Based on a New Multicriteria Sorting Procedure**. In International Journal of Production Economics. Vol.106 (2): 585-606, 2007. doi: 10.1016/j.ijpe.2006.08.008.
- HELI SAARIKOSKI (SYKE, FINLAND); DAVID N. BARTON (NINA, NORWAY); JYRI MUSTAJOKI (SYKE, FINLAND); HANS KEUNE (INBO, BELGIUM); ERIK GOMEZ-BAGGETHUN (NINA, NORWAY); JOHANNES LANGEMEYER (UAB, SPAIN). **Multi-Criteria Decision Analysis. In Ecosystem Service Valuation**. OpenNESS Ecosystem Services Reference Book, 2016.



SCUISSIATTO, VICTOR; SANTOS, EDUARDO ALVES PORTELA; LOURES, EDUARDO ROCHA; BUENO, SARAH; SANTOS, VANESSA. **Interoperability Assessment in Healthcare Based on the AHP/ANP Methods**. In *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 1ed.: Springer International Publishing, 2017, p. 679-689.

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;

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;

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;

HOSPITAL ERASTO GAERTNER. **Hospital em números**, 2015. In [http://www.erastogaertner.com.br/arquivos/Abificc\\_Dados\\_HEG\\_2015.pdf](http://www.erastogaertner.com.br/arquivos/Abificc_Dados_HEG_2015.pdf), feb, 2016;

FILIP CARON, JAN VANTHIENEN, BART BAESENS. **A Comprehensive Framework for the Application of Process Mining in Risk Management and Compliance Checking**. SSRN Electronic Journal, January 2012.

WAN-SHIOU YANG, SAN-YIH HWANG. **A process mining framework for the detection of healthcare fraud and abuse**. *Expert Systems with Applications* 31(1):56-68. July 2006.

DOLAN, JAMES G. **Patient priorities in colorectal cancer screening decisions**. In *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.

WILL M.P. VAN DER AALST, MINSEOK SONG. **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.

## 6 ARTIGO 4

### UMA ABORDAGEM DE TOMADA DE DECISÃO MULTICRITÉRIO PARA AVALIAÇÃO DE INTEROPERABILIDADE EM CUIDADOS DE SAÚDE COM BASE EM MÉTODOS ANP, AHP, DEMATEL E PROMETHEE.

A Multicriteria Decision Making Approach for Interoperability Assessment in Health  
Care based on ANP, AHP, DEMATEL and PROMETHEE methods

Victor Scussiatto<sup>1</sup>; Izabelle Hannemann,<sup>4</sup>Eduardo Loures<sup>2</sup>; Eduardo Portela<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Engenharia da Produção e Sistemas – PUCPR;

#### Resumo

Atualmente os hospitais estão vivenciando um período socioeconômico caracterizado pela necessidade de integração e cooperação visando a mitigação de perdas financeira e operacional. Tomar decisões assertivas em saúde hoje é essencial, considerando a complexidade inerente ao ambiente hospitalar cada vez mais colaborativo. O acesso compartilhado ao conhecimento e informação é primordial para um bom desempenho organizacional no âmbito hospitalar, tornando-se desafiador proporcionar uma saúde completa aos pacientes, promovendo inovação, assertividade e excelência operacional. Estes requisitos de desempenho são estreitamente ligados ao conceito de interoperabilidade onde, após definidas métricas de avaliação, pode-se avaliar um hospital quanto a sua capacidade de interoperar. Assim, considerando o ambiente hospitalar e a necessidade de troca de informações, entendimento e coordenação de processos, a interoperabilidade pode auxiliar no mapeamento e diagnóstico de barreiras, falhas e possíveis perdas de desempenho organizacional. Neste cenário, as dimensões de avaliação e tomada de decisão tornam-se cada vez mais complexas, com influências multifatoriais, sugerindo a quantificação de relações de causa-efeito provocadas e recebidas entre os diferentes atributos que qualificam desempenhos nos planos operacional (clínico, processos), estratégico (referenciais normativos) e tecnológico (arquiteturas e sistemas de informação). O presente trabalho objetiva explorar esta complexidade no domínio da avaliação da interoperabilidade organizacional, apresentando uma abordagem integrada entre diferentes métodos de análise multicritério através de base metodológica específica (framework). Os métodos AHP-ANP e DEMATEL

contemplam uma primeira etapa do espaço de avaliação, fornecendo um mapa diagnóstico de fragilidades e relações de influência entre os atributos identificados. Este mapa permite definir pesos para segunda etapa de avaliação, no apoio a estruturação de uma matriz de avaliação sob o método Promethee, que infere sobre o nível de interoperabilidade potencial da entidade hospitalar assim como uma análise sobre os setores com maior capacidade de interoperação. Os resultados diagnósticos obtidos fornecem uma orientação muito expressiva para gestores no planejamento de melhoria do desempenho hospitalar sob a ótica da interoperabilidade.

**Palavras-chave:** Avaliação de Interoperabilidade, Métodos de Decisão, Health Care.

## 6.1 INTRODUÇÃO

Os ambientes hospitalares e demais entidades relacionadas a saúde estão há décadas utilizando recursos tecnológicos para a viabilização do combate a doenças e tratamentos. As decisões tomadas no dia a dia em um ambiente hospitalar raramente são simples, ou mesmo fáceis de inferir e concretizar ações. Tais decisões são complexas, tanto em um nível operacional, de qual a melhor alternativa de tratamento a um paciente, quanto uma decisão administrativa, de como e onde necessita de um maior investimento (MARSH, 2014). A utilização dos recursos tecnológicos isoladamente, não trazem uma melhoria da qualidade no tratamento aos cidadãos quanto às informações geradas em exames e diagnósticos.

Os tomadores de decisão em grande parte, tem dificuldade em processar e avaliar sistematicamente as informações relevantes, pois este processo envolve confrontar as alternativas consideradas. Desta forma, muitos fatores além dos sistemas de informação influenciam as decisões; as alternativas e fontes informacionais são muitas, e na maioria das vezes imperfeitas (LENZ, 2012). Sem um processo formal para avaliar estas alternativas e prioridades, é possível haver inconsistência, falta de uma previsão ou variabilidade na atribuição de importância a um determinado critério em uma decisão.

O uso de abordagens estruturadas, como os métodos de análise multicritério, (*Multicriteria Decision Analysis* – MCDA) podem melhorar a qualidade na tomada de decisão e avaliação no âmbito hospitalar, fornecendo clareza sobre quais critérios são relevantes e importância atribuída. Outra visão a ser considerada é a de medir e avaliar as influências multifatoriais, ou seja, quantificar relações de causa-efeitos

provocadas e recebidas entre atributos que qualificam o desempenho da entidade hospitalar em suas perspectivas operacional (clínico, processos), estratégica (referenciais normativos) e tecnológica (arquiteturas e sistemas de informação). Isso estende a visão diagnóstica sobre os fatores de desempenho, considerando-se a não independência entre os critérios de análise.

A interoperabilidade é um conceito estreitamente ligado aos requisitos de desempenho organizacional no âmbito hospitalar, definindo, entre sistemas e pessoas, uma colaboração e troca de dados eficiente (CHEN, 2008). Na esfera de saúde, em âmbito público e privado, há uma exigência expressiva na qualidade de serviço entregue e a interoperabilidade torna-se uma política-chave para um avanço inteligente. A utilização de métodos MCDA pode suportar a organização de todo o conhecimento envolvido na avaliação de interoperabilidade, fornecendo mecanismos de inferência e análise sob as relações de influência nas perspectivas de informação (semântica), processos, organizacional e tecnológica, assim como posicionando a entidade hospitalar sobre sua capacidade de interoperação.

Nesta direção, o artigo apresenta os métodos Analytic Hierarchy-Network Process (AHP-ANP) e o *Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory* (DEMATEL) visando a modelagem e análise de um espaço de avaliação relacional e diagnóstico sobre as fragilidades de interoperação. As ponderações efetuadas alimentam o método *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* (Promethee) que infere sobre o potencial de interoperabilidade da entidade hospitalar, assim como sobre os setores com maior capacidade de interoperação. Um framework é proposto fornecendo base metodológica específica para organização do conhecimento e integração dos métodos e mecanismos utilizados.

## 6.2 INTEROPERABILIDADE HEALTH CARE

### 6.2.1 Interoperabilidade

A interoperabilidade representa a capacidade de dois ou mais sistemas trocar informações e as utilizar reciprocamente (VERNADAT, 2006). Uma adequada coordenação de processos e uma troca eficiente de informações envolvendo sistemas, é característica importante na área de saúde, pois garante uma qualidade de atendimento ao indivíduo de maneira rápida e satisfatória (NETHA, 2007). É

possível uma integração hospitalar, quando se identifica dentro da necessidade de melhoria, uma completa interação entre os sistemas, pessoas, departamentos, processos, políticas e serviços. Tais requisitos nos levam a entender que tais características de integração estão intrinsicamente ligadas a definição da interoperabilidade (IEEE, 2015).

A avaliação da interoperabilidade implica no estabelecimento de medidas de possíveis métricas (atributos) para posicionamento de uma entidade em um nível de interoperabilidade, conduzindo a uma visão de maturidade. Atributos são propriedade ou característica de um objeto de medição, que pode ser distinguido quantitativamente ou qualitativamente por meios manuais ou automatizados (MANOEL, 2014). Muitos são os métodos de avaliação de interoperabilidade encontrados na literatura (REZAEI, 2014) (CESTARI, 2018), mas os chamados *leveling* methods são os mais apropriados em domínios onde os atributos de observação mostram-se sob características tácitas e qualitativas sobrepondo-se aos atributos quantitativos (métricas). O domínio de saúde e esfera hospitalar são representantes desta complexidade e características de avaliação.

### 6.2.2 Interoperabilidade Health Care

Considerando que dentro de um hospital existem diferentes entidades (setores), em ambiente com exigências de integração e colaboração, os modelos de maturidade existentes não são adequados à interoperabilidade hospitalar, desta forma estas questões não são devidamente tratadas e de uma forma satisfatória (GUEDRIA, 2012). Tendo-se com objetivo a definição de prioridades para melhoria do desempenho hospitalar, a investigação da interoperabilidade torna-se adequada, mas mais complexa. Segundo (CHEN, 2006) existem barreiras a serem enfrentadas para o estabelecimento e desenvolvimento da interoperabilidade: (i) de natureza **conceitual** que se relacionam com as diferenças sintáticas e semânticas de informações a serem trocadas; (ii) as barreiras **tecnológicas** relativas à incompatibilidade das tecnologias da informação e (iii) as barreiras de natureza **organizacional**, relacionadas com a estrutura organizacional e de gestão utilizadas nas empresas. Tais barreiras manifestam-se sobre os *concerns* de interoperabilidade: (i) a interoperabilidade de **dados** referindo-se a diferentes modelos e estruturas de dados; (ii) a interoperabilidade dos **serviços** preocupando-se com a identificação,

composição e execução de várias aplicações / serviços (concebidos e implementados de forma independente) para resolver as diferenças sintáticas e semânticas, bem como encontrar as ligações às diversas bases de dados heterogêneas; (iii) a interoperabilidade dos **processos** relativo à coordenação de processos e (iv) a interoperabilidade de **negócio** referindo-se a estrutura organizacional, modelos e regras de negócio. Ao identificar um nível de estabelecimento de interoperabilidade, podemos afirmar quanto o hospital está aderente ao modelo ideal de interoperação nas perspectivas citadas, e onde pode e deve ser melhorado para um avanço significativo nos planos operacionais e estratégico.

Um sistema que traz muitos benefícios para os Hospitais e pacientes são os prontuários eletrônicos. Estes registros trazem dentre várias vantagens, a prevenção de duplicação de exames médicos, trazendo um comparativo de informações entre médicos e hospitais, histórico de um paciente. Desta forma, propicia aos médicos e hospitais tomar decisões mais assertivas acerca de pacientes. Este cenário de troca de informações de pacientes remete ao conceito de interoperabilidade. A padronização de dados e o estabelecimento de regras de comunicação comuns são necessárias para os cuidados com a saúde, cientistas e profissionais da tecnologia trabalhando em conjunto para padronizar e evoluir a troca de informações, para isso, os princípios de interoperabilidade são aplicáveis e de suma importância para a área de saúde (BENSON, 2010).

Uma constante preocupação da área de Health Care em cuidados com a saúde é a redução dos custos, bem como o consumo financeiro nos processos de tratamento de pacientes, oferecendo qualidade no atendimento, melhorando a utilização de recursos médicos e procurando otimizar os processos, a fim de aumentar a eficiência. A definição para o termo e-Health elaborado por Eysenbach (2001) discorre que e-Health é um campo em crescimento que envolve a interseção da informática médica, saúde pública e a sua administração, referindo-se aos serviços de saúde e informações entregues ou melhoradas com a internet e tecnologias relacionadas. Em conjunto com os rápidos avanços em TI, inúmeras aplicações e-Health já são amplamente utilizadas em grandes instituições de assistência à saúde, com ganhos de eficiência. Um dos principais desafios do sistema de saúde é fornecer a todos os cidadãos os cuidados necessários considerando limitações de recursos financeiros. Para alcançar este objetivo, é necessário o acesso à informação confiável e

armazenada de uma maneira estruturada para possibilitar a decisão apoiada com as diretrizes clínicas corretas.

Portanto, a disponibilidade e o uso correto de recomendações normativas e sistemas de registros eletrônicos, atendendo a requisitos de interoperabilidade será o desafio no futuro imediato (BUYL, 2009; ALLONES, 2013).

Os hospitais hoje enfrentam um período econômico e social caracterizado pela demanda, e uma necessidade de maior e melhor comunicação, interação, integração e cooperação (SILVA, 2003). A interoperabilidade vem sendo utilizada como solução para a melhoria e otimização de comunicação e de processos (CAMPOS, 2013), mas com incipiente atenção na área de saúde. A avaliação da capacidade de interoperação de uma entidade hospitalar torna-se, neste cenário, fundamental para diagnosticar suas barreiras para um bom desempenho organizacional na prestação de serviços de saúde.

### 6.3 ANÁLISE MULTICRITÉRIO HEALTH CARE

Os multicriteria decision analysis methods (MCDA) são mais comumente usados nos governos, ciências, engenharias, negócios e administração. Apoiam-se em um *scoring*, utilizando uma pontuação para expressar a preferência de quem está tomando a decisão. É construído sobre o pressuposto de um espaço de avaliação complexo, com o objetivo de melhorar a qualidade das decisões por tomar a decisão mais clara, razoável e eficaz (ARULDOSS, 2013).

Os MCDA vem sendo utilizados na área de saúde desde 1990, abrangendo 18 países para diversos fins, sendo a maioria para apoiar investimentos em produtos farmacêuticos, intervenções na saúde pública e investimento em dispositivos de saúde como máquinas e novas tecnologias (MARSH, 2014). Porém, é escassa a preocupação com esferas de avaliação e decisão que envolve perspectivas de desempenho operacional em termos do fluxo informacional, processos e orientação estratégica. Devido à complexidade do domínio hospitalar, tomar uma decisão assertiva pode impactar o nível de atendimento, e conseqüentemente na qualidade do serviço no nível operacional refletindo no plano tático e operacional.

Mas para tal, é necessário o conhecimento dos fatores ou atributos que impactam nestes níveis organizacionais, conduzindo a necessidade de estruturas de avaliação multicritério específicas. A seleção e adequação de um atributo para uma

organização em termos de problema de avaliação multicritério, inclui fatores quantitativos e qualitativos (MEDJOUJ, 2013). Para escolher e adequar o melhor atributo, é essencial fazer um trade-off entre esses fatores tangíveis e intangíveis, alguns dos quais podem entrar em conflito. O processo de determinar os atributos e os alocar em níveis adequados é uma das atividades críticas para estabelecer uma análise de interoperabilidade (ARULDOSS, 2013). No presente estudo a abordagem proposta conduz à determinação de um nível de interoperabilidade de um hospital, assim como uma base diagnóstica sobre as barreiras existentes.

A utilização dos métodos AHP (Analytic Hierarchy Process) e ANP (Analytic Network Process) são apropriados para avaliação de domínios com características de incerteza, conhecimento tácito e heterogeneidade do conhecimento, como envolvido no domínio da saúde. A utilização do AHP é iniciada pela decomposição do problema dentro de uma hierarquia de critérios que são mais facilmente comparáveis, de forma que tomadores de decisão avaliem as alternativas (espaço de avaliação-decisão) por meio de comparação par a par dentro de cada um dos critérios adotados. O AHP transforma em valores numéricos tais comparações gerando ponderações (pesos) sobre os diferentes atributos nos diferentes níveis da estrutura hierárquica. Após realizada todas as comparações e atribuição de pesos relativos entre os critérios a serem avaliados, a inferência numérica de cada alternativa é calculada (VARGAS, 2010).

Enquanto no AHP as alternativas são comparadas apenas em relação a um objetivo global, no método ANP comparam-se alternativas em relação a diferentes grupos de fatores e em diferentes níveis, criando uma rede de comparação mais complexa, exigindo mais esforço e resultando em resultados mais precisos (SAATY 2003). O ANP preconiza critérios de identificação ou alguns critérios com influência decisiva em dois ou mais critérios do mesmo nível. Estes critérios influenciados desempenharão o papel de alternativas e serão comparados em paridade, considerando o grau de influência que cada um tem no desempenho geral.

O método PROMETHEE, efetiva comparações de pares, levando em consideração relacionamento superior para escolha da melhor alternativa, ou seja, uma função de preferência associada a cada critério bem como os pesos que descrevem sua importância relativa (BRANS, 2005). A relação final se baseia nos fluxos de preferências negativas e positivas de cada alternativa, significa que o fluxo de preferência positiva indica como uma alternativa está superando todas as outras,



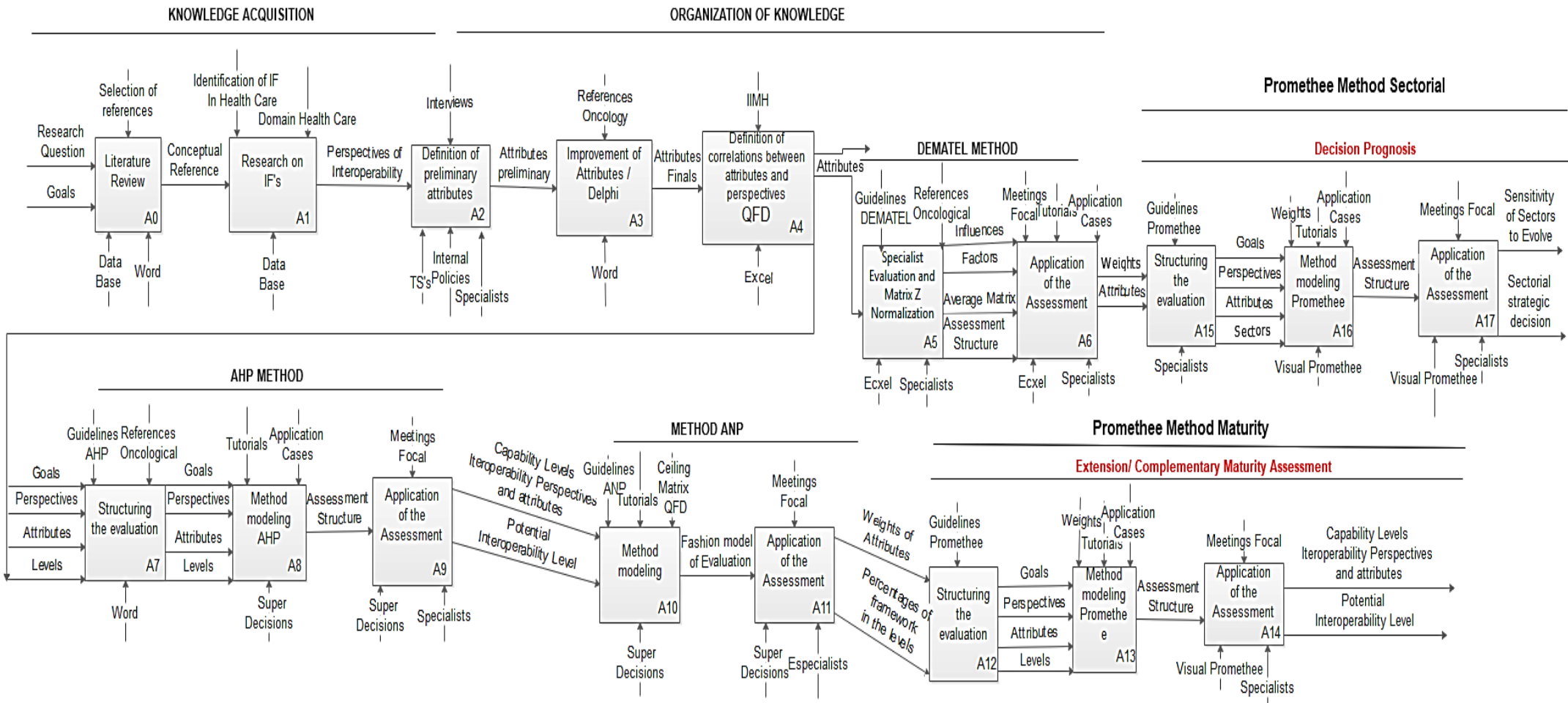
já o fluxo de preferência negativa indica a desclassificação de uma alternativa perante as outras (BRANS, 2005).

O método DEMATEL (Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory) foi desenvolvido entre os anos 1972 e 1976 e tem sido usado como ferramenta de suporte à pesquisa e solução de problemas complexos e interligados. Em casos de investigações de problemas com influências multifatoriais, este método ocupa em detalhes tal metodologia (SHEN, 2012). Uma das contribuições em modelo de decisão é a explicitação de interações, visualização das relações de causa e efeito e quais fatores são mais influentes no sistema que o método foi aplicado. Adicionalmente, a descoberta da intensidade relacional dos fatores envolvidos no processo decisório e a compreensibilidade acerca de relações causais são garantidas, em função do método ter nos seus fundamentos a teoria dos grafos (FEOFILOFF, 2011).

#### 6.4 ESTRUTURA DE CONHECIMENTO DE INTEROPERABILIDADE EM HEALTH CARE

A estrutura de avaliação de interoperabilidade no domínio da saúde baseado nos métodos ANP, AHP, DEMATEL e Promethee, seguiu um ciclo de desenvolvimento apoiado por uma estrutura conceitual elaborada de acordo com a evolução das pesquisas e do trabalho (VICTOR, 2016). Para melhor compreensão desta evolução, a Figura 29, que representa um diagrama IDF0 (MARCA, 1993) é subdividida em catorze etapas subsequentes de A0 a A17. Este modelo é sequencial e descritivo, mas para melhor compreensão foram subdivididas as etapas de análise, estudo e aplicação.

Figura 29 - IDF0 Framework de desenvolvimento



#### 6.4.1 Aquisição do Conhecimento

A etapa de Aquisição do Conhecimento contempla as atividades de A0 a A2, objetivando a revisão da literatura servindo de embasamento ao referencial teórico do trabalho, observando trabalhos atuais e já elaborados no tema, extraindo destes os conceitos sobre o quadro de avaliação de interoperabilidade em saúde. Tem como saída/resultado as perspectivas de interoperabilidade, incluindo *survey* (entrevista) com especialistas para definição e validação do conhecimento abordado, atributos preliminares extraídos e compilados na avaliação preliminar.

A atividade A0 - revisão da literatura, tem como objetivo levantar os principais trabalhos e frameworks já elaborados e estudados na área de pesquisa, efetivando uma revisão bibliográfica e tendo como entradas a questão de pesquisa e os objetivos de pesquisa. Para cumprir o objetivo e caracterização da saída desta atividade – obtenção da referência conceitual, utilizamos uma base de dados de artigos, catalogados e ordenados por resumos e palavra-chave.

A atividade A1 investiga sobre os Frameworks de Interoperabilidade, tendo como objetivo apontar as perspectivas de interoperabilidade relevantes ao domínio de saúde através da referência conceitual. Para cumprir o objetivo das perspectivas de interoperabilidade a base foi reajustada e filtrada para o domínio proposto (*healthcare*).

A atividade A2, relativa à definição dos atributos preliminares, tem como objetivo levantar os atributos que vão ser utilizados para validação preliminar dos especialistas. No escopo de pesquisa a definição de atributo utilizada por (MANOEL, 2014) mostra-se apropriada, sendo a propriedade ou característica de um objeto de medição, que pode ser distinguida quantitativamente ou qualitativamente por meios manuais ou automatizados. Desta forma, tal atividade utiliza-se de *survey* (entrevista) elaborada aos especialistas, consumindo como entrada as perspectivas de interoperabilidade e base referencial da política interna do hospital.

### 6.4.2 Organização do Conhecimento

A etapa de Organização do Conhecimento contempla as etapas de A3 a A4, que tem como objetivo organizar os atributos iniciais adequando a referência de oncologia para obtenção dos atributos finais de avaliação já alocados nas perspectivas de interoperabilidade. Uma vez as premissas efetivadas, é seguido para a etapa de avaliação dos métodos abordados. A etapa A3 objetiva um aperfeiçoamento dos atributos com uma rodada de Delphi com os especialistas participantes do processo da área de saúde, após recebido os atributos preliminares levantados na etapa anterior; adicionando como controle as referências Oncológicas (SALMON, 2011) obtemos os atributos finais de avaliação utilizados. A etapa A4, tem como objetivo a definição de correlação entre os atributos e as perspectivas de interoperabilidade; após definidos os atributos finais de avaliação, alocamos os atributos em na estrutura IIMH (Interoperability Influence Matrix in Health domain) (VICTOR, 2017) para a determinação e organização dos pesos dos atributos, que correspondem ao conceito da modelagem da estrutura de avaliação de interoperabilidade. Nesta mesma etapa elaboramos e organizamos os atributos e pesos na estrutura de avaliação IIMH, figura apresentada em (VICTOR, 2017). Tal matriz e método preconiza a identificação de critérios ou subcritérios que possuem influência decisiva sobre dois ou mais de mesmo nível. Estes critérios exercerão o papel de “cluster-superior”, enquanto as alternativas a si relacionadas serão comparadas par a par considerando o grau de influência de cada uma em seu desempenho.

### 6.4.3 Estrutura - Método AHP

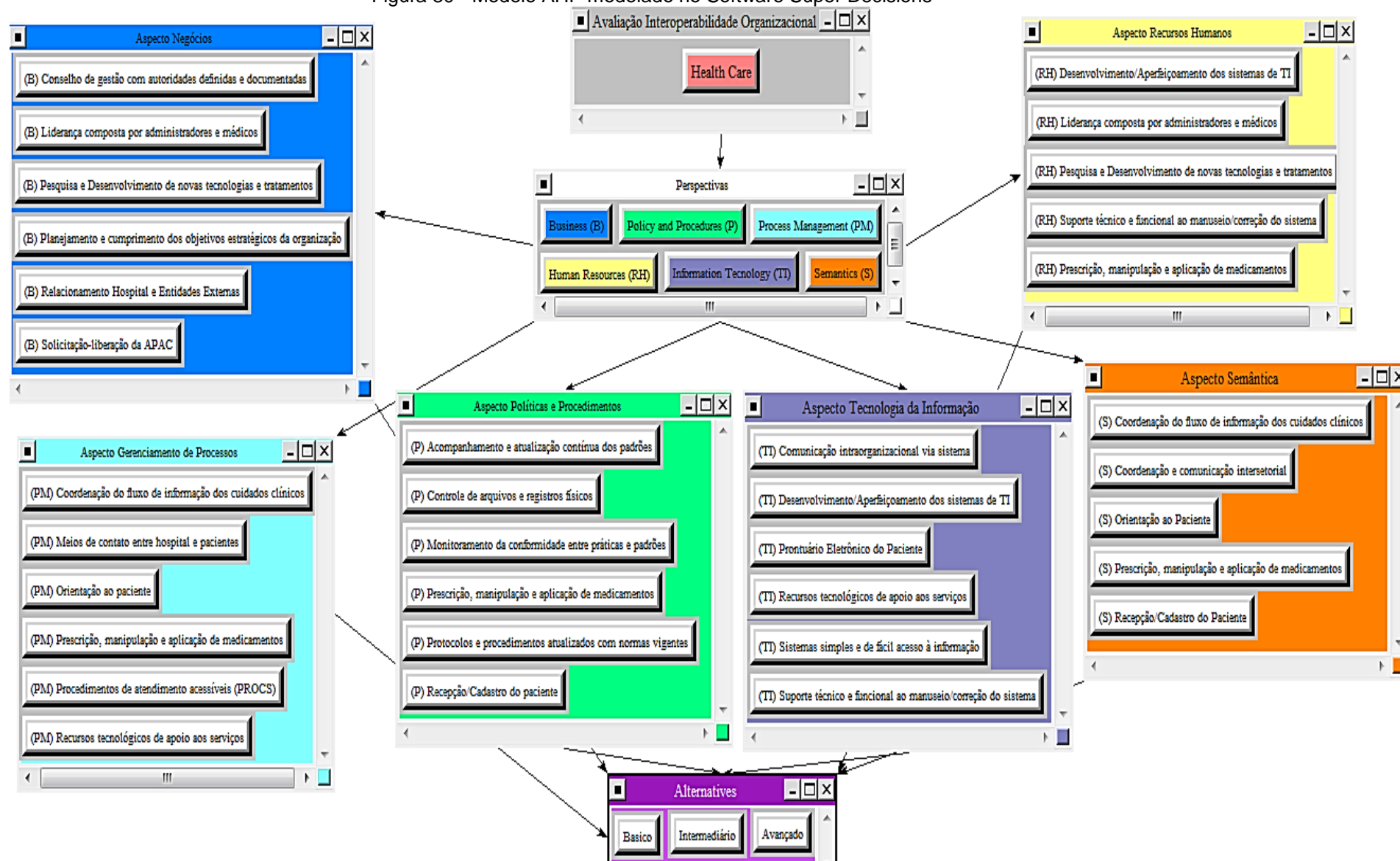
O método AHP - Analytic Hierarchy Process - desenvolvido por Thomas L. Saaty (2008) é uma técnica de análise de decisão e planejamento de múltiplos critérios. A ferramenta é utilizada para problemas complexos que envolvem ambos os aspectos quantitativos e qualitativos. A teoria reflete a maneira pela qual a mente humana define e estrutura um problema complexo (SAATY, 2008). Essa ferramenta ajuda analistas a organizarem os aspetos críticos de um problema em uma estrutura hierárquica similar a uma árvore genealógica, reduzindo decisões complexas para uma série de simples comparações e ranques, depois sintetiza os resultados.

O problema é estruturado hierarquicamente entre objetivos, critérios e alternativas. A fim de definir a importância entre um elemento sobre outro de um mesmo nível hierárquico, primeiramente são construídas matrizes comparativas atribuindo-se nota de preferência aos elementos de acordo com a escala desenvolvida por Saaty (2008) em que os pesos variam de 1 a 9. Então se normaliza a matriz (divisão de cada elemento da matriz pela somatória de sua coluna) para calcular o peso relativo de cada elemento (ou seja, as comparações são feitas em pares), construindo um ranking.

Para a aplicação deste método no âmbito de Health Care estruturou-se o modelo AHP com base no mecanismo IIMH e sua implementação na plataforma Super Decisions. Seguiram-se as seguintes etapas procedurais para construção e utilização do modelo AHP: *i) identificação do objetivo; ii) definição e organização dos critérios e subcritérios (via IIMH); iv) definição das alternativas (níveis de interoperabilidade potencial); v) avaliação relacional pairwise entre os critérios/subcritérios nos diferentes níveis e clusters da estrutura AHP; vi) análise dos resultados.*

As atividades A7, A8 e A9, completam em conjunto as etapas de design e avaliação através do modelo AHP, conforme a Figura 29. A etapa A7 consome a organização do conhecimento sugerida pelo IIMH fornecendo requisitos de modelagem da estrutura AHP. A Figura 30 ilustra o modelo resultante que caracteriza os seguintes níveis: (i) *objetivo* – avaliação da interoperabilidade organizacional; (ii) *critérios* - perspectivas da interoperabilidade; (iii) *subcritérios* – atributos identificados relacionados ao domínio de saúde/processos oncologia, associados a cada critério (categoria interoperabilidade); (iv) *alternativas* – níveis de interoperabilidade potencial. Este modelo sofre na etapa A8 sua implementação na plataforma (Super Decisions) com a preocupação do atendimento dos requisitos de aplicação realizados na etapa A9 (casos de aplicação). Nesta última etapa (A9) obtém-se a análise sobre o nível potencial de interoperabilidade da entidade hospitalar, assim como elementos de inferência sobre o nível de capacidade sobre os diferentes critérios e subcritérios da estrutura AHP.

Figura 30 - Modelo AHP modelado no Software Super Decisions



#### 6.4.4 Estrutura – Método ANP

As atividades A10 e A11 completam em conjunto com as etapas de estrutura de avaliação do modelo AHP, caracterizando o método ANP - *Analytic Network Process*. Ambos visam derivar prioridades em uma escala de razão fazendo comparações pareadas de elementos em uma propriedade comum ou critério, diferindo-se apenas quanto à abordagem: enquanto o AHP compara-se somente alternativas em relação à um objetivo global, o ANP compara alternativas com relação à diferentes grupos de fatores e em diferentes níveis, formando-se uma rede de comparações complexa, o que exige maior esforço e leva à resultados mais precisos (SCUISSIATTO, 2017).

Esta potencialidade de modelagem permitiu estender relações de avaliação pairwise além dos clusters da estrutura AHP (visão intra cluster), considerando as influências existentes entre os atributos (subcritérios) inter clusters. Em síntese, para caracterização do modelo ANP, foi necessária a identificação dos critérios ou subcritérios que possuem influência decisiva sobre dois ou mais de mesmo nível. Este conhecimento é obtido pela estrutura IIMH (SCUISSIATTO, 2017). Estes critérios exercerão o papel de “cluster-superior”, enquanto as alternativas a si relacionadas serão comparadas par a par considerando o grau de influência de cada uma em seu desempenho. Deste modo, as ponderações obtidas através do método AHP serão alteradas de acordo com o número de relações adicionais efetuadas. Este afinamento de modelagem proporcionado pela estrutura ANP permite compensar a incompletude de organização do conhecimento e incertezas de alocação dos atributos (domínio hospitalar oncologia) nas categorias de interoperabilidade. Em (SCUISSIATTO,2017) a estrutura ANP resultante e resultados são apresentados em maiores detalhes.

#### 6.4.5 Método PROMETHEE Maturidade

O método Promethee têm como objetivo construir uma relação de sobreclassificação, considerando como informações as relações entre as alternativas e os critérios para apoiar a decisão. Os métodos de sobreclassificação utilizam a premissa que, nem sempre, pequenas diferenças entre as avaliações das alternativas são significativas na análise. Assim, é preciso compreender as funções de preferência para uma eficiente análise do decisor. As alternativas são comparadas entre si pelas

relações binárias que indicam o desempenho de cada uma para determinado critério (BRANS, MARESCHAL, 2005).

O método Promethee foi utilizado para modelagem de dois espaços de avaliação distintos e complementares. O primeiro, objeto deste item (Atividades A12, A13 e A14 da Figura 29), refere-se à estruturação de uma matriz de avaliação que considera os mesmos atributos (subcritérios) utilizados no modelo AHP/ANP (Figura 22) e os pesos obtidos (AHP/ANP) para inferência do nível de maturidade sobre o potencial de interoperabilidade da organização (alternativas). O desempenho de cada alternativa em cada subcritério (atributo) na matriz de avaliação representa o nível de capacidade de cada atributo. O segundo espaço de avaliação objetiva diagnosticar quais setores da entidade hospitalar que apresentam maior potencial de interoperação no suporte aos processos de oncologia. Este modelo Promethee representa as atividades A15, A16 e A17 (Figura 29) e objeto de item subsequente. Assim, seguiram-se as seguintes etapas procedurais para construção e utilização do modelo Promethee: *i) identificação do objetivo; ii) definição e alocação dos critérios; iii) especificação dos grupos de critérios; iv) definição das alternativas; v) avaliação relacional entre os critérios e os atributos (matriz de avaliação); vi) análise dos resultados*. Como plataforma de implementação foi utilizada a plataforma Visual Promethee (VP, SOLUTIONS, 2018).

Conforme ilustra a Figura 29, a etapa A12 recebe do método ANP (ou mesmo AHP) as ponderações obtidas nesta etapa diagnóstica de avaliação – cada vetor de priorização obtido da estrutura AHP/ANP fornece pesos que são consumidos pela matriz de avaliação Promethee. Esta matriz considera todo o conjunto de subcritérios que caracterizam os atributos de cada categoria (modelados pelo AHP/ANP) sob os referidos pesos.



Figura 31 - Modelagem Promethee Maturidade

Health Care	Conselho de ...	Liderança co...	Planejament...	Relacioname...	Solicitação-l...	Acompanha...	Controle de ...	Monitoramen...	Prescrição, ...	Protocolos e ...	Recepção/C...	Coordenaçã...	Meios de con...	Orientação a...	Orientação a...	
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
Cluster/Group	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
<b>Preferences</b>																
Min/Max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	
Weight	3,86	1,84	2,46	1,19	1,23	1,42	0,72	2,69	6,68	2,05	0,58	8,50	1,70	5,14	5,14	
Preference Fn.	Linear	Linear	Linear	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	absolute	absolute	absolute	
-Q: Indifference	0,130	0,255	0,095	0,223	0,238	0,131	0,221	0,131	0,288	0,133	0,294	0,280	0,135	0,111	0,111	
-P: Preference	0,442	0,685	0,337	0,597	0,662	0,497	0,617	0,497	0,744	0,481	0,763	0,723	0,510	0,426	0,426	
-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	n/a	n/a	n/a	
<b>Statistics</b>																
Minimum	0,128	0,094	0,135	0,126	0,091	0,066	0,106	0,066	0,088	0,092	0,081	0,096	0,063	0,097	0,097	
Maximum	0,595	0,739	0,498	0,687	0,727	0,615	0,700	0,615	0,773	0,615	0,784	0,760	0,625	0,570	0,570	
Average	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	
Standard Dev.	0,195	0,289	0,150	0,252	0,281	0,224	0,262	0,224	0,312	0,215	0,319	0,302	0,230	0,193	0,193	
<b>Evaluations</b>																
Nível Básico	■	0,128	0,166	0,367	0,186	0,091	0,319	0,193	0,319	0,139	0,292	0,135	0,144	0,625	0,097	0,097
Nível Intermediário	■	0,595	0,739	0,498	0,687	0,727	0,615	0,700	0,615	0,773	0,615	0,784	0,760	0,313	0,333	0,333
Nível Avançado	■	0,276	0,094	0,135	0,126	0,182	0,066	0,106	0,066	0,088	0,092	0,081	0,096	0,063	0,570	0,570

Procediment...	Recursos tec...	Desenvolvim...	Liderança co...	Pesquisa e D...	Prescrição, ...	Suporte técn...	Coordenaçã...	Coordenaçã...	Orientação a...	Prescrição, ...	Recepção/C...	Desenvolvim...	Prontuário El...	Recursos tec...	Sistemas sim...
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
2,71	3,87	1,42	8,82	4,79	3,85	2,44	0,75	1,68	2,48	4,68	0,75	0,70	0,56	1,26	2,70
Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear
absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
0,187	0,133	0,122	0,142	0,158	0,099	0,104	0,125	0,170	0,141	0,267	0,120	0,125	0,133	0,111	0,209
0,471	0,482	0,466	0,473	0,430	0,350	0,395	0,458	0,568	0,502	0,735	0,448	0,471	0,481	0,426	0,623
n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
0,056	0,092	0,075	0,117	0,078	0,163	0,122	0,100	0,073	0,086	0,068	0,075	0,082	0,092	0,097	0,084
0,481	0,615	0,592	0,614	0,487	0,540	0,558	0,600	0,671	0,628	0,770	0,567	0,602	0,615	0,570	0,705
0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
0,196	0,215	0,211	0,208	0,182	0,156	0,178	0,205	0,250	0,224	0,311	0,202	0,213	0,215	0,193	0,268
0,481	0,615	0,592	0,117	0,435	0,163	0,558	0,300	0,256	0,086	0,068	0,075	0,315	0,092	0,333	0,084
0,462	0,292	0,333	0,614	0,487	0,540	0,320	0,600	0,671	0,628	0,770	0,357	0,602	0,615	0,570	0,705
0,056	0,092	0,075	0,268	0,078	0,297	0,122	0,100	0,073	0,285	0,162	0,567	0,082	0,292	0,097	0,211

**Legenda**

- Atributos
- Pesos
- Avaliação

A Figura 31 ilustra o modelo Promethee obtido (etapa A13) e seus componentes principais: critérios identificados (atributos) (Fig. 31 – A) em suas categorias (perspectivas da interoperabilidade), seus pesos (Fig. 31 – B), alternativas (níveis de potencial de interoperabilidade) (Fig. 31 – C) e parametrizações (função de preferência, fatores Q e P). A aplicação do modelo (etapa A14) é realizada pelos avaliadores que fornecem (na matriz de avaliação) o desempenho de cada alternativa em cada um dos critérios. Os valores representam a percepção diagnóstica sobre o nível de capacidade de cada critério sob a ótica de interoperabilidade. Como resultado, o método Promethee infere sobre qual nível de potencial de interoperabilidade a entidade hospitalar se encontra, estendendo a visão diagnóstica obtida com os métodos AHP/ANP.

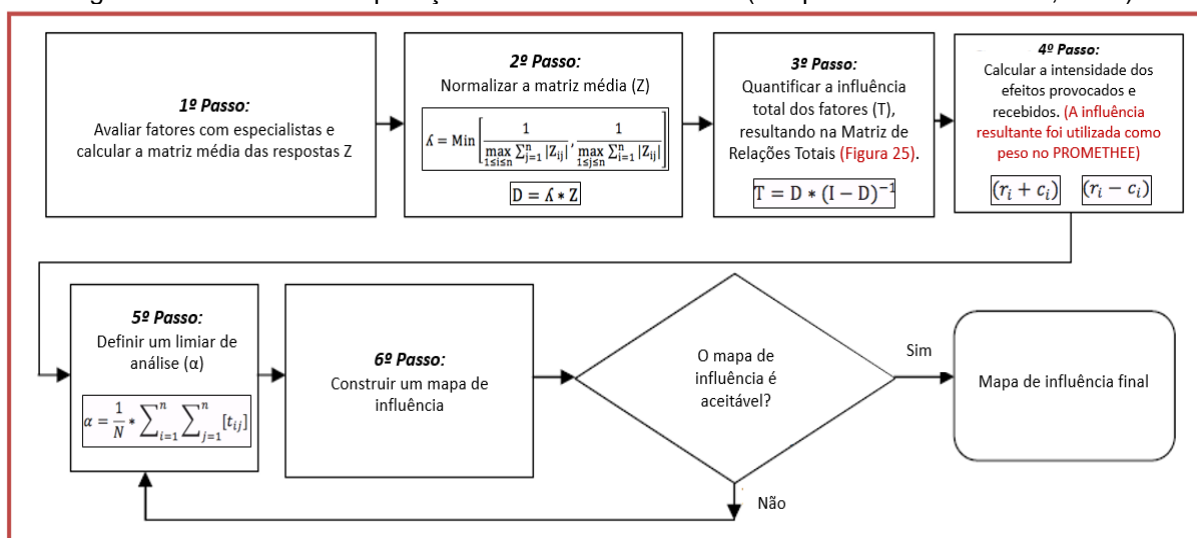
#### **6.4.6 Estrutura – Método DEMATEL**

O método DEMATEL é amplamente aceito como uma das melhores ferramentas para resolver a relação de causa e efeito entre os critérios de avaliação [SUMRIT et al., 2013]. Este propósito torna o DEMATEL muito apropriado para análise diagnóstica do complexo espaço de avaliação envolvido, caracterizando suporte à modelagem e análise em três dimensões: (i) opção mais robusta ao mapeamento de influências entre atributos realizado pela estrutura IIMH (anteriormente concebido à luz da estrutura relacional QFD) e, assim, alimentação de nova estrutura ANP revisitada; (ii) identificação intrínseca das variáveis (atributos) de maior relevância – que mais influencia e mais influenciada, permitindo a percepção e inferência sobre os elementos de criticidade, fragilidades e barreiras a um maior nível de interoperação nos processos de organizacionais de tratamento de câncer; (iii) os pesos obtidos na análise da dimensão (ii) são consumidos pela matriz de avaliação Promethee na avaliação setorial (item subsequente), ou seja, o modelo Promethee adota os pesos oriundos da identificação de variáveis de relevância na capacidade de interoperação da entidade hospitalar (setores). A dimensão (i) não foi objeto do presente trabalho.

Diferentemente do mecanismo adotado previamente pela estrutura IIMH (base QDF), o DEMATEL permite portanto observar quais atributos exercem maior influência sobre os outros, assim como, os atributos que são mais influenciados. A bidirecionalidade envolvida (variável influenciada – influenciadora) não era possível com a ferramenta QFD, pois esta somente ponderava que havia uma relação de

influência entre os atributos, mas não apontava qual atributo exercia ou recebia influência. Esta característica fragilizava a estrutura ANP. A aplicação do método DEMATEL é representada pelas atividades A5 e A6 da Figura 21. Na Figura 24 está representado um fluxograma do processo de aplicação do método.

Figura 32 - Processo de aplicação do método DEMATEL (Adaptado: SUMRIT et al., 2013).



Para a utilização do método DEMATEL, os especialistas avaliaram as influências dos 25 atributos levantados no âmbito de *healthcare* (atributos obtidos nas atividades anteriores (A3, A4...), cumprindo-se o primeiro passo do processo de aplicação do mecanismo. Os devidos cálculos do segundo e terceiro passo foram realizados, resultando a matriz de relações totais (T), representada na Figura 33. Por meio da matriz (T), aplicando-se os cálculos do quarto passo, foi possível identificar as influências resultantes de cada atributo, sendo estas posteriormente utilizadas como pesos para o método PROMETHEE. Para construir os mapas de influência foi necessário executar o (5º) quinto passo e o (6º) sexto passo. Devido à grande quantidade de atributos, optou-se por criar cinco mapas de influência, cada um representando os principais atributos influenciadores. Essa adaptação foi necessária para facilitar a visualização das relações entre os fatores. A Figura 33, ilustra a matriz de relações totais (T) com a influência resultante de cada atributo.

O mapa de relações totais DEMATEL permitiu a identificação da influência resultante de cada atributo, sendo estes valores (**vermelho** na Figura 33) considerados para alimentação da matriz de avaliação Promethee .

Figura 33 - Matriz de relações totais (T) com a influência resultante de cada atributo do Método DEMATEL.

MATRIZ DE RELAÇÕES TOTAS (T)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	INFLUÊNCIA FORNECIDA	INFLUÊNCIA RESULTANTE
		Solicitação / Li	Orientação ao	Recepção / Cad	Prescrição, Med	Prontuário Eletr	Controle de Arq	Relacionamento	Conselho de G	Liderança Com	Coordenação e	Recursos Tecnol	Comunicação I	Sistemas Simples	Suporte Técnico	Desenvolvimento	Planejamento	Protocolos Eletr	Protocolos e Pro	Monitoramento	Acompanhame	Procedimentos	Coordenação e	Meios de Cont	Informações Dis	Pesquisa e Des		
ATRIBUTOS																												
1	Solicitação / Liberação de APAC	0,022	0,022	0,046	0,036	0,083	0,043	0,073	0,069	0,054	0,068	0,097	0,062	0,030	0,049	0,066	0,033	0,030	0,030	0,011	0,010	0,056	0,047	0,036	0,064	0,080	1,220	0,300
2	Orientação ao Paciente	0,019	0,031	0,065	0,035	0,052	0,023	0,016	0,050	0,109	0,107	0,073	0,030	0,034	0,024	0,026	0,016	0,011	0,011	0,009	0,007	0,042	0,064	0,096	0,104	0,115	1,167	0,192
3	Recepção / Cadastro do Paciente	0,030	0,036	0,020	0,046	0,040	0,033	0,013	0,036	0,025	0,044	0,066	0,019	0,029	0,036	0,019	0,008	0,027	0,027	0,024	0,006	0,026	0,039	0,068	0,041	0,030	0,787	-0,320
4	Prescrição, Manipulação e Aplicação de Medicamentos	0,062	0,104	0,054	0,025	0,063	0,030	0,042	0,045	0,103	0,118	0,108	0,038	0,039	0,037	0,036	0,020	0,049	0,049	0,029	0,028	0,070	0,093	0,068	0,112	0,130	1,552	0,786
5	Prontuário Eletrônico do Paciente	0,038	0,039	0,094	0,037	0,031	0,091	0,037	0,030	0,067	0,049	0,109	0,025	0,012	0,046	0,064	0,031	0,030	0,030	0,011	0,010	0,056	0,046	0,022	0,080	0,078	1,165	-0,159
6	Controle de Arquivos e Registros Físicos	0,037	0,017	0,038	0,032	0,059	0,022	0,035	0,025	0,025	0,042	0,053	0,056	0,010	0,026	0,057	0,010	0,045	0,045	0,008	0,025	0,099	0,027	0,013	0,055	0,050	0,914	-0,104
7	Relacionamento Hospital e Entidades Externas	0,048	0,014	0,049	0,046	0,020	0,031	0,014	0,092	0,058	0,039	0,058	0,034	0,007	0,015	0,016	0,028	0,007	0,007	0,006	0,005	0,039	0,017	0,014	0,035	0,044	0,743	-0,174
8	Conselho de Gestão com Autoridades Definidas e Docu	0,006	0,007	0,008	0,005	0,026	0,025	0,024	0,012	0,046	0,028	0,012	0,026	0,003	0,007	0,007	0,023	0,003	0,003	0,003	0,003	0,012	0,007	0,022	0,010	0,013	0,343	-1,132
9	Liderança Composta por Administradores e Médicos	0,012	0,048	0,014	0,026	0,016	0,012	0,029	0,091	0,026	0,040	0,020	0,033	0,007	0,015	0,015	0,062	0,005	0,005	0,006	0,006	0,039	0,016	0,032	0,035	0,076	0,685	-0,843
10	Coordenação e Comunicação Intersetorial	0,067	0,048	0,072	0,043	0,098	0,089	0,049	0,117	0,101	0,049	0,128	0,109	0,052	0,076	0,061	0,040	0,019	0,019	0,033	0,032	0,121	0,078	0,030	0,092	0,099	1,723	0,182
11	Recursos Tecnológicos de Apoio aos Serviços	0,037	0,017	0,036	0,032	0,057	0,037	0,052	0,045	0,062	0,042	0,034	0,022	0,008	0,077	0,078	0,030	0,011	0,011	0,027	0,011	0,064	0,044	0,015	0,040	0,106	0,995	-0,972
12	Comunicação Interorganizacional Via Sistema	0,044	0,041	0,064	0,038	0,087	0,048	0,043	0,092	0,076	0,089	0,122	0,032	0,031	0,109	0,092	0,036	0,032	0,032	0,032	0,015	0,077	0,055	0,022	0,051	0,106	1,467	0,252
13	Sistemas Simples e de Fácil Acesso à Informação	0,017	0,035	0,057	0,015	0,044	0,054	0,017	0,061	0,046	0,045	0,093	0,057	0,011	0,069	0,101	0,012	0,048	0,048	0,011	0,010	0,034	0,044	0,050	0,024	0,091	1,093	0,405
14	Suporte Técnico e Funcional ao Manuseio / Correção d	0,015	0,012	0,014	0,011	0,021	0,030	0,015	0,037	0,022	0,037	0,081	0,035	0,008	0,026	0,091	0,009	0,011	0,011	0,044	0,044	0,027	0,059	0,012	0,034	0,066	0,772	-0,588
15	Desenvolvimento / Aperfeiçoamento dos Sistemas de	0,037	0,015	0,033	0,015	0,025	0,018	0,036	0,028	0,042	0,025	0,089	0,040	0,010	0,100	0,031	0,012	0,045	0,045	0,029	0,045	0,065	0,080	0,015	0,020	0,104	1,006	-0,272
16	Planejamento e Cumprimento dos Objetivos Estratégic	0,045	0,024	0,026	0,020	0,033	0,029	0,078	0,114	0,108	0,089	0,080	0,070	0,014	0,085	0,066	0,020	0,013	0,013	0,048	0,048	0,112	0,055	0,055	0,048	0,084	1,378	0,783
17	Protocolos Eletrônicos de Atendimento Comuns à Todo	0,017	0,031	0,035	0,030	0,038	0,036	0,033	0,058	0,041	0,040	0,101	0,037	0,025	0,093	0,060	0,011	0,009	0,009	0,010	0,010	0,059	0,041	0,013	0,020	0,035	0,889	0,281
18	Protocolos e Procedimentos Atualizados com Nomes V	0,016	0,012	0,015	0,028	0,036	0,035	0,032	0,056	0,038	0,037	0,099	0,036	0,024	0,092	0,059	0,010	0,009	0,009	0,010	0,009	0,058	0,039	0,010	0,017	0,032	0,619	0,210
19	Monitoramento da Conformidade Entre Práticas e Pad	0,040	0,041	0,027	0,037	0,053	0,042	0,057	0,073	0,072	0,073	0,102	0,050	0,050	0,104	0,038	0,016	0,049	0,049	0,013	0,029	0,041	0,102	0,041	0,050	0,083	1,331	0,647
20	Acompanhamento e Atualização Contínua dos Padrões	0,048	0,043	0,030	0,039	0,056	0,048	0,062	0,077	0,059	0,077	0,105	0,055	0,034	0,074	0,054	0,035	0,050	0,050	0,048	0,014	0,115	0,109	0,042	0,051	0,087	1,464	1,012
21	Procedimentos de Atendimento Acessíveis (PROCS)	0,092	0,035	0,040	0,034	0,050	0,090	0,056	0,065	0,029	0,050	0,039	0,080	0,012	0,024	0,026	0,031	0,014	0,014	0,009	0,026	0,035	0,093	0,020	0,028	0,053	1,046	-0,598
22	Coordenação do Fluxo de Informações e Cuidados Clíni	0,082	0,068	0,059	0,042	0,115	0,037	0,046	0,064	0,068	0,103	0,099	0,109	0,038	0,059	0,058	0,037	0,035	0,035	0,032	0,030	0,105	0,044	0,097	0,079	0,097	1,641	0,258
23	Meios de Contato Entre Hospital e Paciente	0,028	0,101	0,106	0,024	0,077	0,050	0,021	0,041	0,079	0,114	0,086	0,071	0,054	0,033	0,033	0,017	0,031	0,031	0,011	0,010	0,115	0,073	0,032	0,108	0,089	1,434	0,404
24	Informações Disponíveis ao Paciente (tratamento e du	0,030	0,105	0,093	0,042	0,112	0,053	0,024	0,061	0,118	0,118	0,089	0,073	0,054	0,034	0,037	0,021	0,016	0,016	0,012	0,011	0,119	0,076	0,101	0,047	0,129	1,591	0,314
25	Pesquisa e Desenvolvimento de Novas Tecnologias e Ti	0,030	0,030	0,013	0,026	0,032	0,012	0,012	0,035	0,053	0,018	0,023	0,016	0,006	0,051	0,085	0,026	0,008	0,008	0,007	0,009	0,054	0,037	0,012	0,032	0,027	0,662	-1,242
INFLUÊNCIA RECEBIDA		0,920	0,976	1,107	0,766	1,324	1,018	0,918	1,475	1,529	1,541	1,967	1,215	0,599	1,360	1,277	0,595	0,609	0,609	0,483	0,452	1,644	1,384	0,940	1,277	1,905		



#### **6.4.7 Estrutura – Método PROMETHEE (Avaliação Setorial)**

Com finalidade de aprimorar o espaço de avaliação proporcionado pelos métodos Promethee e AHP/ANP apresentados, na análise de maturidade, os resultados do DEMATEL foram utilizados na parametrização de um novo modelo Promethee que consome estes resultados visando uma análise prognóstica – identificação de setores com maior capacidade de interoperação organizacional sobre os processos de tratamento de câncer.

Como abordado na seção 6.4.5 o DEMATEL tem como um dos seus principais outputs a influência resultante de cada atributo avaliado. Os valores positivos representam os atributos que exercem influência e os valores negativos os que são influenciados. Tais valores obtidos foram afinados e adotados como pesos no método PROMETHEE. Como isso, o método priorizou os fatores que exerciam maior influência, suportando a análise.

Os parâmetros exigidos pela matriz de avaliação Promethee também foram definidos. Posto que, todos os critérios possuem escala ascendente, os campos “Min/Max” foram assinalados como “Max” (maximização). Para a determinação das funções de preferência e os níveis de preferência e indiferença (P e Q) de cada atributo foi adotada as sugestões do próprio software (Visual Promethee), sendo todas as funções sugeridas como “lineares”. O modelo completo e propriamente estruturado no software está posto na Figura 34.

Figura 34 - Modelagem Promethee Setorial

Scenario1	Solicitação / ...	Orientação a...	Recepção / ...	Prescrição, ...	Prontuário El...	Controle de ...	Relacioname...	Conselho de ...	Liderança Co...	Coordenaçã...	Recursos Te...	Comunicaçã...	Sistemas Sim...	Suporte Téc...
Unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit
Cluster/Group	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
<b>Preferences</b>														
Min/Max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Weight	4,92	4,59	3,02	6,42	3,51	3,68	3,46	0,52	1,41	4,56	1,01	4,77	5,52	2,19
Preference Fn.	Linear	Linear	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	absolute	absolute
- Q: Indifference	0,239	0,211	0,132	0,239	0,134	0,250	0,189	0,123	0,232	0,198	0,089	0,256	0,201	0,217
- P: Preference	0,565	0,633	0,412	0,671	0,427	0,585	0,533	0,390	0,571	0,506	0,278	0,619	0,579	0,553
- 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	n/a	n/a
<b>Statistics</b>														
Minimum	0,091	0,086	0,075	0,068	0,092	0,058	0,126	0,128	0,094	0,073	0,098	0,298	0,084	0,032
Maximum	0,727	0,798	0,567	0,770	0,615	0,700	0,687	0,595	0,739	0,671	0,436	0,994	0,705	0,680
Average	0,307	0,463	0,299	0,427	0,370	0,264	0,392	0,369	0,316	0,299	0,250	0,535	0,404	0,439
Standard Dev.	0,247	0,289	0,189	0,302	0,197	0,256	0,240	0,180	0,252	0,224	0,128	0,272	0,262	0,245
<b>Evaluations</b>														
<input checked="" type="checkbox"/> Recepção Geral	0,091	0,682	0,567	0,068	0,092	0,193	0,186	0,128	0,166	0,256	0,098	0,381	0,084	0,032
<input checked="" type="checkbox"/> Sec. Oncodínica	0,727	0,086	0,379	0,192	0,481	0,700	0,568	0,595	0,739	0,671	0,292	0,994	0,705	0,558
<input checked="" type="checkbox"/> Enfermagem	0,182	0,285	0,176	0,770	0,292	0,106	0,126	0,276	0,266	0,073	0,172	0,298	0,211	0,680
<input checked="" type="checkbox"/> Consultório Onco	0,228	0,798	0,075	0,680	0,615	0,058	0,687	0,478	0,094	0,198	0,436	0,466	0,615	0,486

Legenda

Atributos

Pesos

Avaliação

Como resultado desta matriz de avaliação foi possível posicionar os setores do hospital quanto ao seu nível potencial de interoperabilidade organizacional (ranking), através de uma visão diagnóstica sobre a performance de cada atributo em cada setor.

#### **6.4.8 Nível de Maturidade na Avaliação da Interoperabilidade Organizacional**

Para definir os níveis de avaliação da interoperabilidade, que representam as alternativas finais das estruturas AHP/ANP e da estrutura Promethee apresentadas, foram realizados levantamentos bibliográficos com o objetivo de encontrar níveis de avaliação apropriados e devidamente fundados. A escala relacionada encontrada e considerada pertinente ao contexto foi adaptada com base em estudos realizados por Salmon (Salmon, 2011), e abordou três níveis.

O Nível *Básico* caracteriza uma grande variação nos processos e práticas aplicadas, com uma dependência significativa de sistemas manuais, complexos e demorados. No Nível *Intermediário*, as instituições procuram alcançar uma gama variada de objetivos organizacionais, incluindo a redução da variabilidade de processos e maior integração dos departamentos. São redes caracterizadas por sistemas e processos complexos, mas sob a coordenação de um conselho ou agência central. No Nível *Avançado*, as redes apresentam uma estrutura completamente desenvolvida, com políticas e recursos estrategicamente definidas para entregar os objetivos organizacionais da rede. Desenvolvem processos consistentes e eficazes visando obter resultados satisfatórios nos pontos de prestação de serviços. Essas instituições estão continuamente expandindo sua assistência oncológica, com iniciativas inovadoras e estabelecendo parcerias com grupos de interesse externos à rede, como o Instituto Nacional de Saúde (Salmon, 2011).

### **6.5 APLICAÇÃO DE CASO E RESULTADOS**

A avaliação de interoperabilidade através dos métodos apresentados foi conduzida em um Hospital de referência em tratamento de Câncer no sul do Brasil que atende mais de mil pacientes por dia. Devido à complexidade e tamanho do hospital no tocante à quantidade de informações trafegadas em seus atores e sistemas, deu-se uma visão aos processos de tratamento de câncer identificando o

caminho crítico através dos setores de avaliação envolvidos. O setor de oncologia apresenta relevância ao desempenho organizacional do hospital, sendo considerado por sua criticidade. Objetivou-se, portanto, através dos métodos apresentados (AHP/ANP, *Promethee Maturidade* e *Promethee Setorial*), uma investigação diagnóstica sobre os diferentes níveis de capacidade da entidade sob a ótica da interoperabilidade, identificando de forma granular as fragilidades barreiras existentes ao melhor desempenho organizacional no tratamento de câncer. Ao final é inferido um posicionamento do Hospital quanto ao seu nível potencial de interoperabilidade, além dos setores mais críticos na capacidade de interoperação.

### 6.5.1 Aplicação e Resultado AHP

O processo de avaliação do método AHP foi efetivada com o auxílio de especialistas (gestores, médicos e enfermeiros) - as comparações de importância entre os pares de critérios com relação ao objetivo principal e, em seguida, dos subcritérios com relação ao critério superior a eles conectados. De posse destes dados, foi possível a obtenção dos pesos (ou significância) de cada um dos atributos considerados através dos vetores de priorização de cada cluster da estrutura AHP. Ao final da avaliação, efetiva-se a comparação entre alternativas (níveis de interoperabilidade potencial) com relação a cada subcritério (atributos), sendo possível a obtenção do percentual de enquadramento dos atributos em cada um dos níveis considerados. Ao identificar um nível de estabelecimento de interoperabilidade, pode-se afirmar quanto o hospital não está aderente a um desempenho organizacional mais adequado com vista a sua capacidade de interoperação, e onde pode e deve ser melhorado para um avanço significativo.

Como resultados obtidos através do método, os percentuais do nível potencial de interoperabilidade da entidade hospitalar no tratamento de câncer foram: 18,10% no nível *avançado*, 21,92% no nível *Básico* e 59,97% no nível *Intermediário*. Isso significa que a maior parte dos atributos levantados e analisados de acordo com os profissionais e de acordo com as melhores práticas, o nível *intermediário* foi dominante, sugerindo uma integração maior nos setores.

O hospital deve trabalhar para uma evolução dos requisitos avaliados no nível *básico* e trabalhar com o gerenciamento estratégico para evolução do nível *intermediário* para o *avançado*. Ao enquadrar a maior parte dos atributos em



*intermediário*, podemos observar que há um modelo ideal a ser alcançado, que seria uma evolução dos atributos do nível *intermediário* para o *avançado*, trabalhando em um modelo de evolução dos requisitos e atributos com maior importância e maior impacto dentro do processo hospitalar. Esta visão é obtida através de análise de sensibilidade ou diretamente através da visão estendida diagnóstica que o DEMATEL permite.

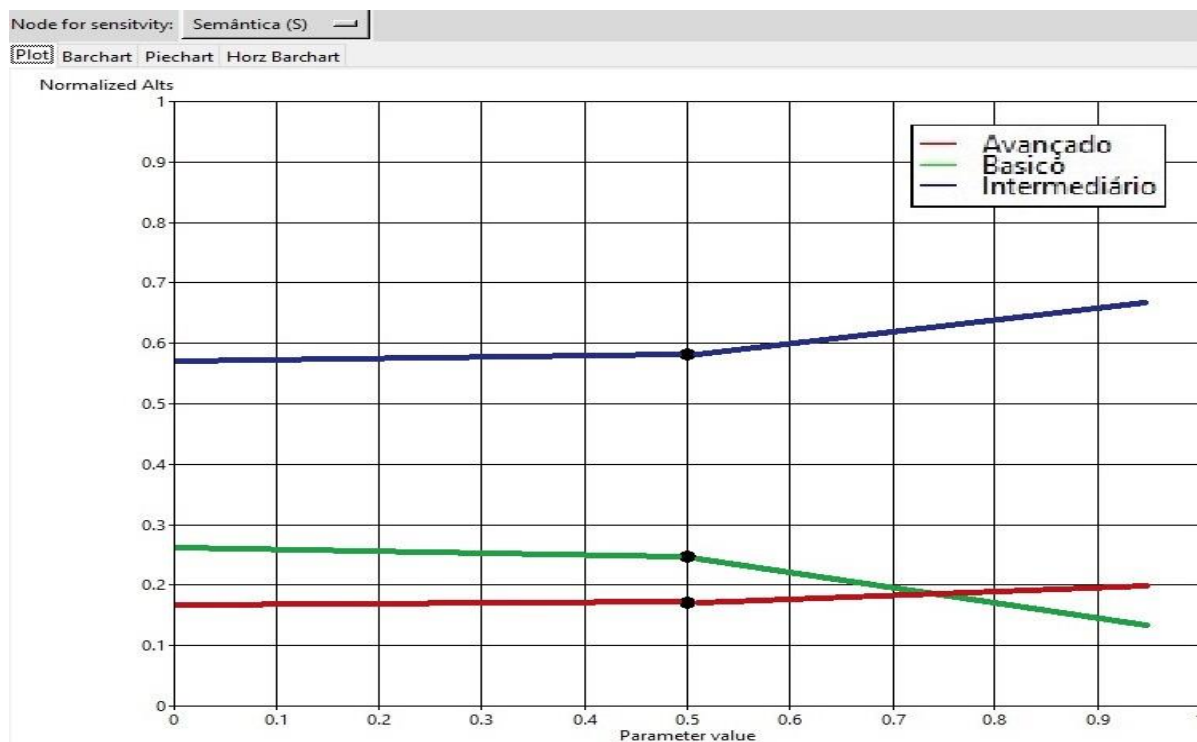
A avaliação de *sensibilidade* no AHP permite a verificação da variação na ponderação final do potencial de interoperabilidade através da variação no peso de uma das perspectivas ou atributos considerados. Assim, o atributo com maior relevância organizacional foi “Orientação ao Paciente” relativo a perspectiva “Process Management” – que sofre uma variação em sua ponderação sinalizando uma expressiva influência no deslocamento percentual do nível potencial da entidade hospitalar em direção ao nível “*avançado*” e redução dos níveis “*intermediário*” e “*básico*”. Este atributo torna-se, portanto, candidato para esforços de melhoria organizacional reduzindo, desta forma, barreiras de interoperabilidade na dimensão de processos.

Outro destaque é dado às perspectivas “Gerenciamento de Processos” e “Recursos Humanos” que apresentam menores ponderações com tendência maior ao nível básico. Há um entendimento consensual sobre este diagnóstico dos especialistas da entidade avaliada, onde percebe-se o elemento humano e a coordenação de processos como barreiras a um melhor desempenho organizacional.

Quando analisamos as barreiras e evolução de um nível para outro, chegamos a barreira de interoperabilidade “Semântica” onde o cenário de evolução foi maior, conforme Figura 35. Se atuado nesta barreira, onde o atributo “Orientação ao Paciente” tem mais impacto, percebemos a evolução dos níveis Avançado e Intermediário.

Após um gerenciamento estratégico para evolução nos atributos apontados, podemos indicar a evolução dos níveis de interoperabilidade no Hospital, onde: o nível *avançado* passou de 18,10% para 19,90%, ficando notável uma evolução também no nível *intermediário* de 59,97% para 66,80%, deixando o nível *básico* de 21,92% com 13,30%.

Figura 35 - AHP Barreiras – Semântica



### 6.5.2 Aplicação e Resultado ANP

A aplicação da avaliação utilizando o método ANP também contou com a participação dos especialistas, sendo realizada a partir das comparações adicionais entre os atributos que apresentaram forte influência em relação a outros dois mais pertencentes a outro cluster. Estas relações são indicadas na Figura 36 através de setas horizontais. Deste modo, foi possível observar alterações pouco expressivas nos resultados anteriormente apresentados (AHP), sinalizando que houve já uma indicação adequada para estrutura AHP via mecanismo IIMH. No método ANP foram acrescentadas para análise três comparações entre os atributos que apresentavam forte influência em relação a outros dois ou mais dentro de outro cluster. Como apresentados previamente, três correlações foram identificadas e aplicadas no software. Desta forma, foram verificadas algumas alterações nos resultados apresentados pelo método AHP. Os novos percentuais de enquadramento são: 17,15% no nível avançado; 24,67% no nível Básico e 58,17% no nível Intermediário.

Figura 36 - Estrutura AHP/ANP Sensibilidade

EVALUATION INTEROPERABILITY		
Business (B)	Policy and Procedures (P)	Human Resources (HR)
Manag. Council with defined aut. coordinated with other gov. struct	Monitoring and continuous updating of standards	Development / Improvement of IT Systems
Leadership council consisting of key administrative, physician and nursing leaders	Monitoring compliance between practices and standards	Leadership council consisting of key administrative, physician and nursing leaders
Research and development of new technologies and treatments	Control of physical files and records	Research and development of new technologies and treatments
Planning and meeting the organization's strategic objectives	Prescription, manipulation and application of medicines	Prescription, manipulation and application of medicines
Relationship between Hospital and External Entities	Protocols and procedures updated with current regulations	Technical and functional support for system handling / correction
APAC Application / Release	Patient Reception / Registration	
Process Management (PM)	Semantics (S)	Information Technology (IT)
Coordination of information flow in clinical care	Coordination of information flow in clinical care	Intraorganizational communication through the system
Means of contact between hospital and patients	Intersectoral coordination and communication	Technology resources to support services
Patient Orientation	Patient Orientation	Simple systems with easy access to information
Prescription, manipulation and application of medicines	Prescription, manipulation and application of medicines	Development / Improvement of IT Systems
Affordable care procedures (PROC's)	Patient Reception / Registration	Technical and functional support for system handling / correction
Technology resources to support services		Electronic Patient Record
ADVANCED   BASIC   INTERMEDIATE		

### 6.5.3 Aplicação e Resultado do Método Promethee (Maturidade)

O processo de avaliação do método Promethee, foi efetivada com o auxílio de especialistas (gestores, médicos e enfermeiros) que também atuaram como avaliadores dos atributos no método AHP/ANP. Os pesos foram retirados do método AHP (vetores de priorização) e transferidos para o método Promethee sob a fundamentação de que quanto maior o peso mais importante é o critério e sua ponderação sobre a seleção da alternativa em evidência (nível de maturidade). A estrutura de preferência do Promethee é baseada em comparações *pairwise*, de duas alternativas sobre determinado critério. Para pequenos desvios, o tomador de decisão atribuirá uma pequena preferência à melhor alternativa e até mesmo possivelmente nenhuma preferência se considerar que esse desvio é desprezível.

Para estabelecer os pesos dos atributos, recorreu-se, portanto, aos resultados das comparações finais do método AHP, utilizando os percentuais de enquadramento de cada atributo nos níveis. Todos os critérios possuem escala ascendente, os campos "Min/Max" foram assinalados como maximização ("Max"). As funções de preferência (P) e de indiferença (Q) seguiu a natureza das avaliações obtidas e inferido pela plataforma Visual Promethee como "lineares".

Para cada alternativa, dois índices são calculados a partir dos índices de preferências: o fluxo positivo ( $\Phi+$ ) representa o quanto uma dada alternativa é melhor que as outras e o fluxo negativo ( $\Phi-$ ), expressa o quanto uma alternativa é superada

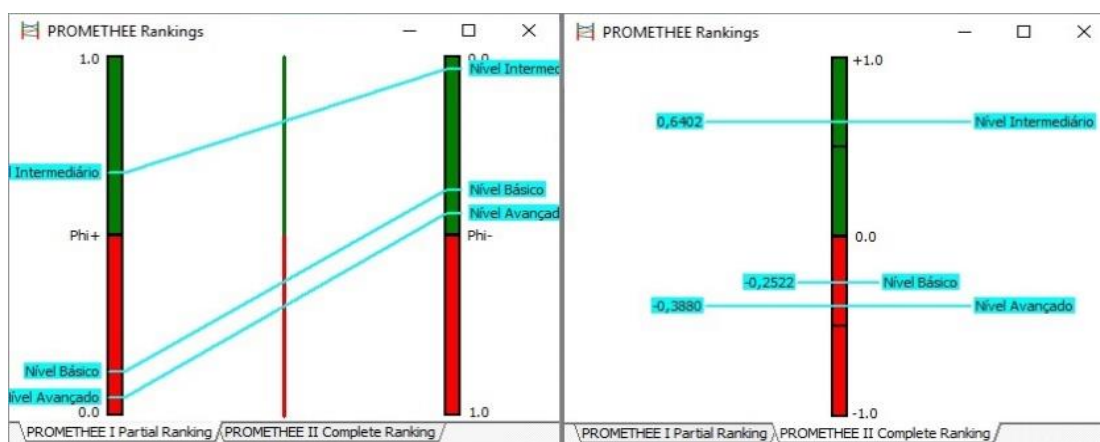
pelas demais, tendo como resultante o valor “Phi” sobre cada nível (alternativas), Os valores são indicados na Figura 37 e a respectiva representação gráfica na Figura 38.

Figura 37 - Fluxos de Preferência - Visual Promethee

	Phi+	Phi-	Phi
<b>Nível Básico</b>	0,1196	0,3718	-0,2522
<b>Nível Intermediário</b>	0,6745	0,0343	0,6402
<b>Nível Avançado</b>	0,0482	0,4362	-0,3880

Desta forma, identificou-se o maior fluxo resultante (Phi), indicando o nível Intermediário como inferência diagnóstica do nível potencial de interoperabilidade da entidade hospitalar. Os fluxos apresentados como negativos, ou seja, as alternativas superadas pelas do nível *intermediário*, ficaram no nível *Básico* e *Avançado* respectivamente. Estes valores corroboram os resultados obtidos com os métodos AHP/ANP.

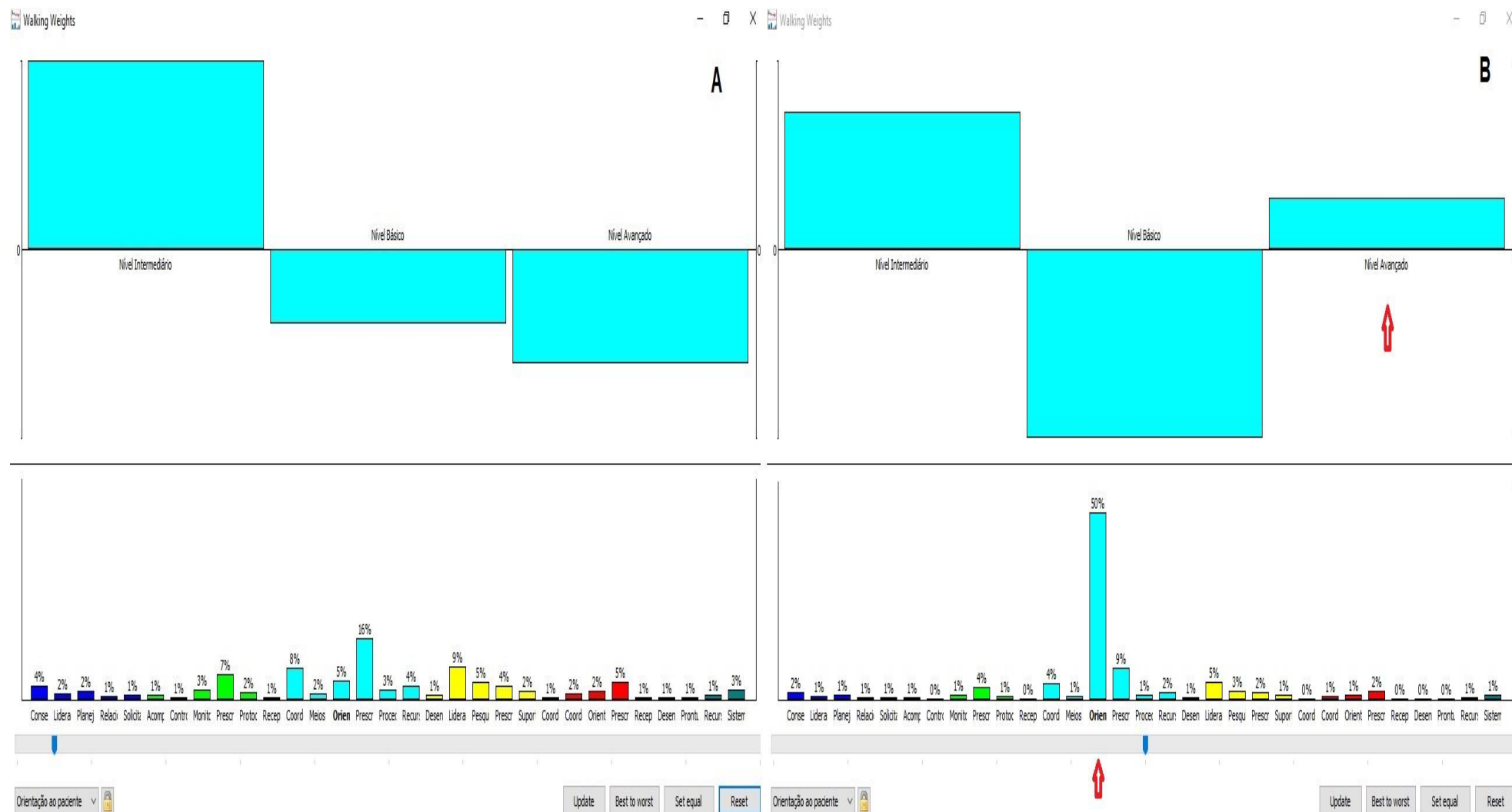
Figura 38 - Ranking - Visual Promethee



Conforme ilustra a Figura 39, na análise de sensibilidade, o atributo com maior relevância organizacional foi “Orientação ao Paciente” relativo a perspectiva “Process Management”, pois este sofre uma variação em sua ponderação sinalizando uma expressiva influência no deslocamento percentual do nível potencial da entidade hospitalar em direção ao nível *avançado* e redução dos níveis *intermediário* e *básico* conforme apresentado anteriormente. Ao aumentar o peso do atributo em dois

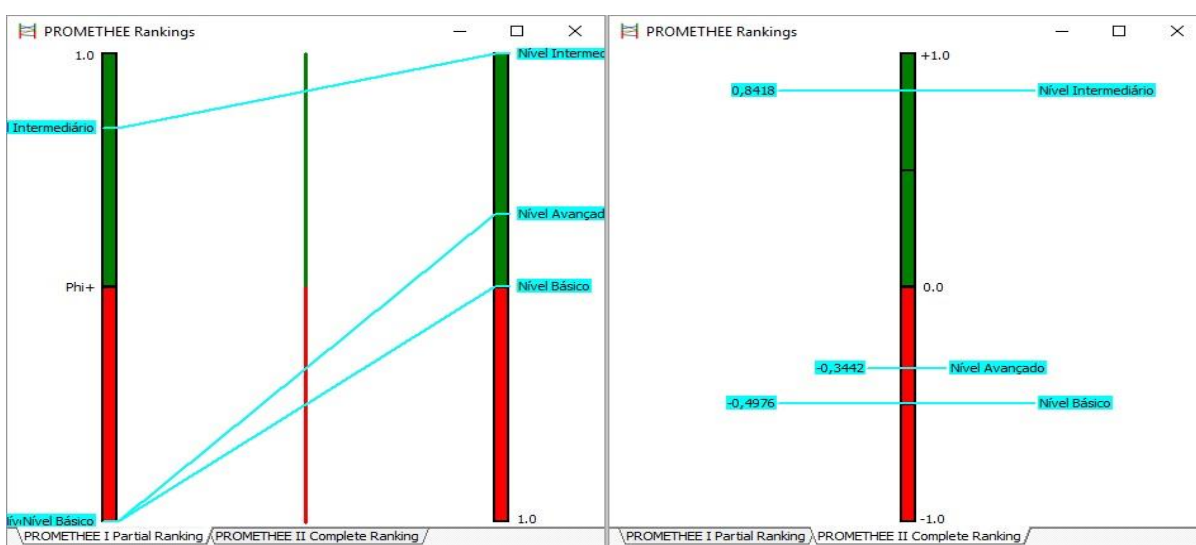
estágios investigatórios (A→B, Figura 39) a resposta foi, portanto, a evolução de nível em direção ao *Avançado*. Assim, atuando-se nesta barreira, consegue-se um indicativo de melhoria do desempenho organizacional. O resultado para esta ponderação sobre o atributo (cenário B) é o indicado na Figura 40, onde eleva-se o Phi resultante ao nível Intermediário, caracterizando o posicionamento da organização hospitalar em sua capacidade de interoperação.

Figura 39 - Peso Atributo “Orientação ao Paciente” –Visual Promethee.



De forma analisarmos outra ótica do hospital, de acordo com as avaliações apresentadas, a investigação agora através do método Promethee, a questão de retirar (igualar os pesos) a ponderação mais abstrata feita e respondida pelos avaliadores (gestores, médicos e enfermeiros), e privilegia-se retirando as ponderações a uma visão mais próxima a operação do Hospital. Sendo demonstrado na Figura 40, chegamos a um resultado que o nível que teve mais alteração foi o *Intermediário*, seguindo com uma evolução do nível *Avançado*. Podemos chegar a consideração de que o hospital manteria o mesmo nível avaliado pelos avaliadores.

Figura 40 - Classification Weightless – Visual Promethee.



#### 6.5.4 Aplicação Método DEMATEL

O método DEMATEL permite identificar a relação de causa e efeito entre as variáveis (atributos) que compõe o espaço de avaliação, permitindo verificar quais atributos exercem e quais recebem influência. Como resultado da aplicação do método, identificamos na Matriz de relações totais (T) os valores de influências resultantes de cada atributo, estes são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 6 - Influência resultante de cada atributo.

	ATRIBUTOS	INFLUÊNCIA RESULTANTE
1	Solicitação / Liberação da APAC	0,299714947
2	Orientação ao Paciente	0,191898637
3	Recepção / Cadastro do Paciente	-0,319684748
4	Prescrição, Manipulação e Aplicação de Medicamentos	0,785565448
5	Prontuário Eletrônico do Paciente	-0,159391115
6	Controle de Arquivos e Registros Físicos	-0,103941853
7	Relacionamento Hospital e Entidades Externas	-0,174177121
8	Conselho de Gestão com Autoridades Definidas e Documentada	-1,13185307
9	Liderança Composta por Administradores e Médicos	-0,843373411
10	Coordenação e Comunicação Intersetorial	0,181769689
11	Recursos Tecnológicos de Apoio aos Serviços	-0,971926983
12	Comunicação Interorganizacional Via Sistema	0,251809241
13	Sistemas Simples e de Fácil Acesso à Informação	0,494793263
14	Suporte Técnico e Funcional ao Manuseio / Correção do Sistema	-0,588236764
15	Desenvolvimento / Aperfeiçoamento dos Sistemas de TI	-0,271604746
16	Planejamento e Cumprimento dos Objetivos Estratégicos da Orga	0,783039457
17	Protocolos Eletrônicos de Atendimento Comuns à Todo o Sistema	0,280657268
18	Protocolos e Procedimentos Atualizados com Nomes Vigentes	0,210044248
19	Monitoramento da Conformidade Entre Práticas e Padrões	0,847447769
20	Acompanhamento e Atualização Contínua dos Padrões	1,011947052
21	Procedimentos de Atendimento Acessíveis (PROCS)	-0,598015023
22	Coordenação do Fluxo de Informações e Cuidados Clínicos	0,257808302
23	Meios de Contato Entre Hospital e Paciente	0,493817293
24	Informações Disponíveis ao Paciente (tratamento e dúvidas)	0,314213167
25	Pesquisa e Desenvolvimento de Novas Tecnologias e Tratament	-1,242320947

Verificou-se que os critérios que mais fornecem influência são: “Acompanhamento e Atualização Contínua dos Padrões”, seguido por “Monitoramento da Conformidade Entre Práticas e Padrões”, “Prescrição, Manipulação e Aplicação de Medicamentos”, “Planejamento e Cumprimento dos Objetivos Estratégicos da Organização” e “Sistemas Simples e de Fácil Acesso à Informação”. Nota-se que os três primeiros critérios estão alocados na mesma categoria (Políticas e Procedimentos), o quarto atributo está na perspectiva de Negócios e o quinto na categoria de Tecnologia da Informação.

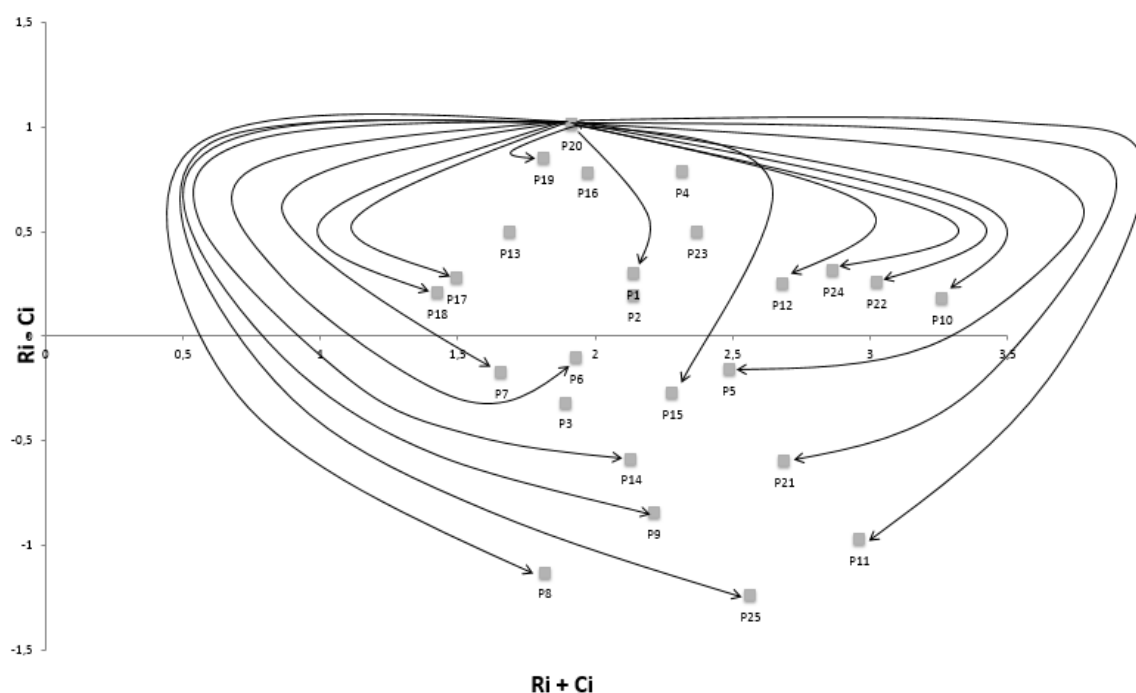
Já os que mais recebem influência são: “Pesquisa e Desenvolvimento de Novas Tecnologias e Tratamentos” seguido por “Conselho de Gestão com Autoridades Definidas e Documentadas”, “Recursos Tecnológicos de Apoio aos Serviços”, “Liderança Composta por Administradores e Médicos” e “Procedimentos de



Atendimento Acessíveis (PROCS)”. Verifica-se que tais atributos estão alocados dentro de uma das seguintes categorias: Recursos Humanos, Negócios, Sistemas de Informação e Gerenciamento de Processos. Os mapas de influência elaborados estão representados nas Figuras 41, 42, 43 e 44.

Nota-se nos gráficos que os pontos plotados na parte superior do eixo Y ( $R_i - C_i$ ) são os atributos que exercem influência, e os posicionados na parte inferior do gráfico são os que recebem influência. Para identificar a intensidade de cada influência recorreu-se a matriz de relações totais (Figura 41). O ponto 20 que representa o atributo “Acompanhamento e Atualização Contínua dos Padrões” exerce maior influência respectivamente sobre os atributos 21, 22, 11, 25 e 8, sendo o 25 (*Pesquisa e Desenvolvimento de Novas Tecnologias e Tratamento*) com maior influência recebida. Com isso, entende-se que as alterações realizadas no ponto 20 irão desencadear maiores mudanças nos pontos que este exerce mais influência.

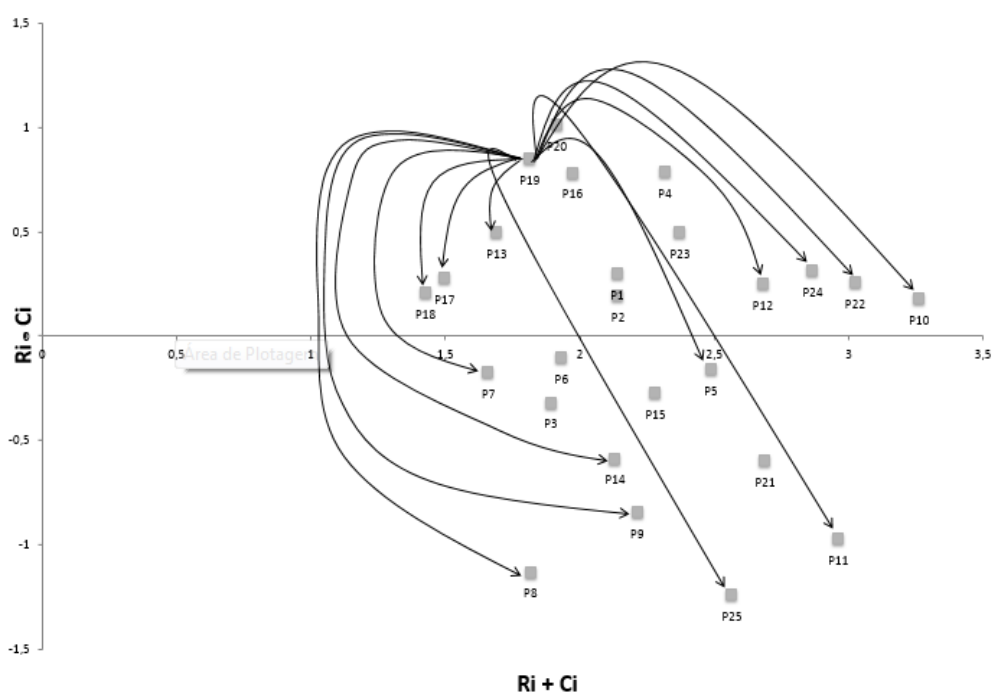
Figura 41 - Mapa de Influência do Atributo 20 (Acompanhamento e Atualização Contínua dos Padrões).



Já o ponto 19 que representa o atributo “*Monitoramento da Conformidade Entre Práticas e Padrões*” realiza maior influência respectivamente sobre os atributos 14, 11, 22, 25 e 8, sendo o 8 (*Conselho de Gestão com Autoridades Definidas e Documentadas*) tendo maior impacto, ou seja, o monitoramento da conformidade entre práticas e padrões tem influência diretamente sobre o Conselho de Gestão com Autoridades Definidas e Documentadas, apresentado na Figura 42.

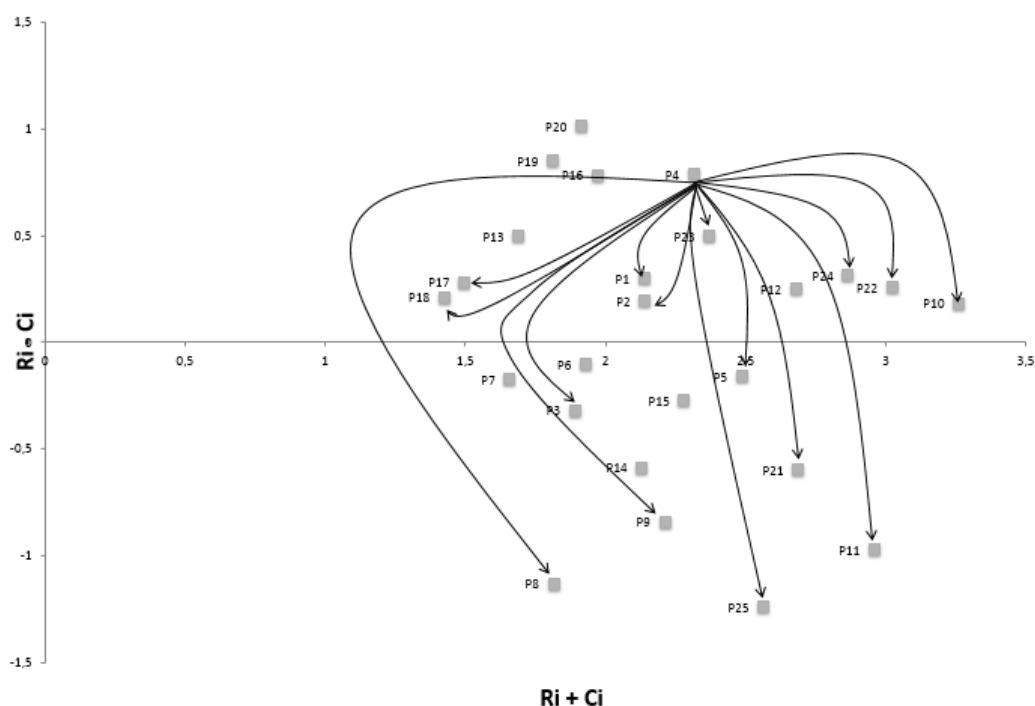
Portanto estes atributos serão mais afetados caso ocorra qualquer modificação ou alteração do critério representado pelo ponto 19.

Figura 42 - Mapa de Influência do Atributo 19 (Monitoramento da Conformidade Entre Práticas e Padrões).



O ponto 4 que representa o atributo “*Prescrição, Manipulação e Aplicação de Medicamentos*” exerce mais influência respectivamente sobre os atributos 25, 10, 24, 11 e 2, apresentado na Figura 43, ou seja, (Orientação ao Paciente) é diretamente influenciado pela (Prescrição, Manipulação e Aplicação de Medicamentos), caso ocorra prescrição errônea ao paciente, no contexto hospital ele está sendo impactado negativamente perante aos outros atributos. Dito isso, caso aplicada algum tipo de melhoria ao critério do ponto 4, automaticamente vão impactar intensamente os atributos mais influenciados.

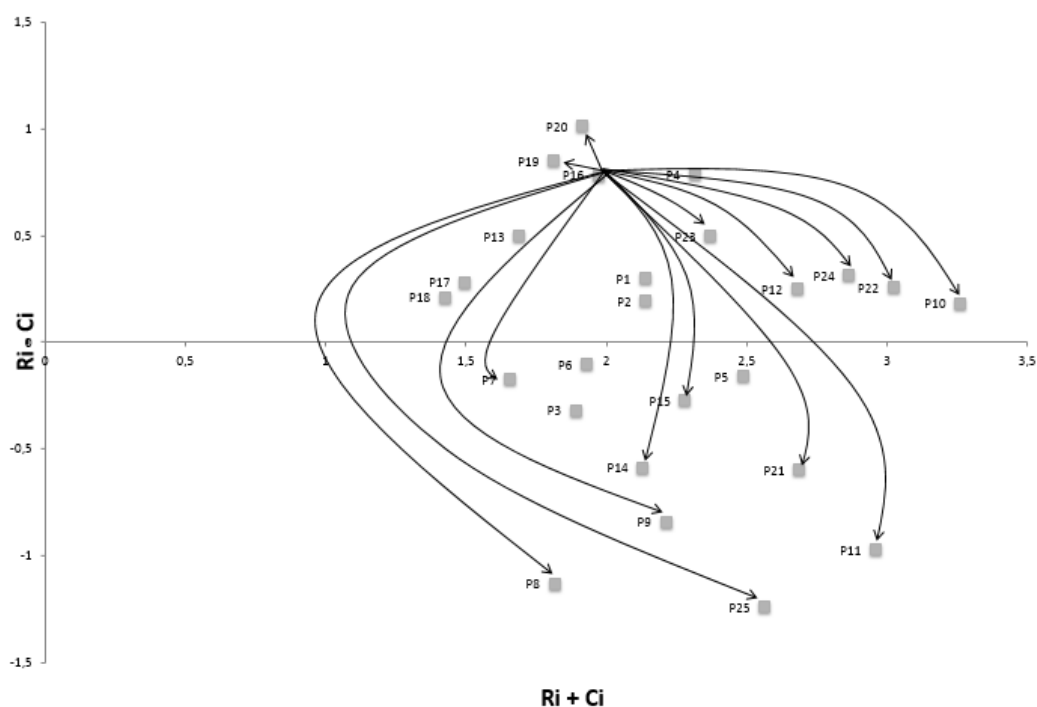
Figura 43 - Mapa de Influência do Atributo 4 (Prescrição, Manipulação e Aplicação de Medicamentos).



O ponto 16 que retrata o atributo “*Planejamento e Cumprimento dos Objetivos Estratégicos da Organização*” realiza maior influência respectivamente sobre os atributos 8, 21, 9, 10 e 14, apresentado na Figura 44. Dessa forma as ações aplicadas ao ponto 16 irão impactar diretamente os atributos mais influenciados, atribuindo

alterações nos pontos de maior recepção de influência. Ou seja, o atributo 14 (Suporte Técnico e Funcional ao Manuseio / Correção do Sistema), recebe a influência referente ao atributo Planejamento e Cumprimento dos Objetivos Estratégicos da Organização, caso deixe de influenciar terá um impacto negativo perante a organização, deixando de atender, e efetivar correções de acordo com os objetivos estabelecidos pela organização.

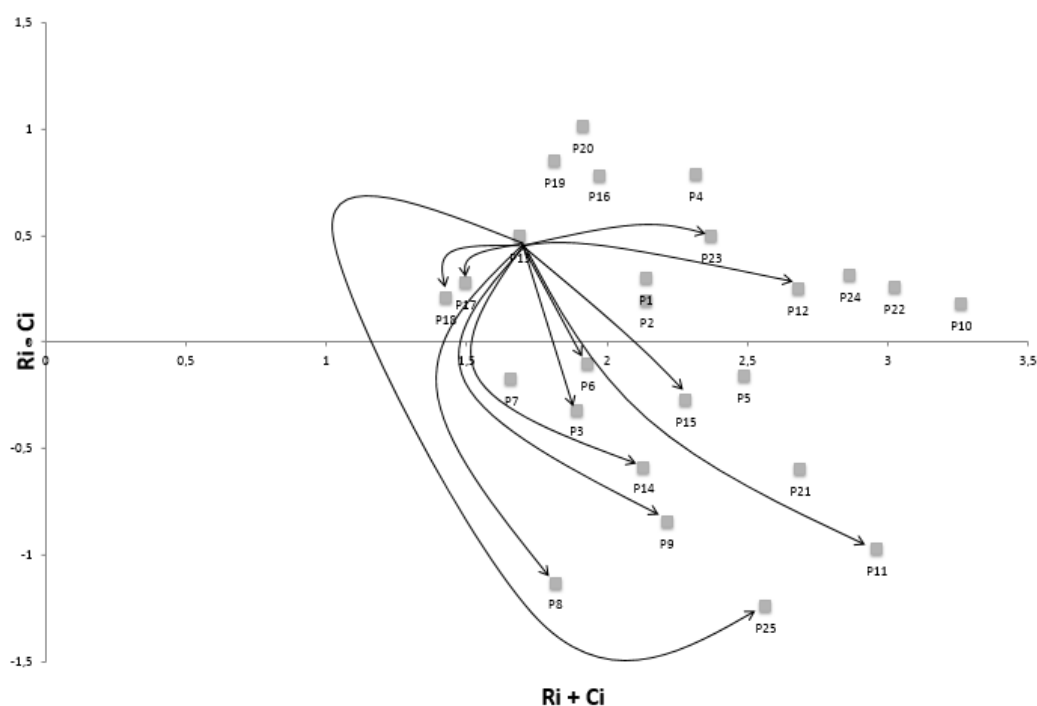
Figura 44 - Mapa de Influência do Atributo 16 (Planejamento e Cumprimento dos Objetivos Estratégicos da Organização).



Em seguida o ponto 13 que representa o atributo “Sistemas Simples e de Fácil Acesso à Informação” exerce maior influência respectivamente sobre os atributos 11, 15, 25, 14 e 8, apresentado na Figura 45. Dessarte as alterações aplicadas ao atributo “Sistemas Simples e de Fácil Acesso à Informação” poderão acarretar mudanças

significativas aos critérios que recebem maior influência. Ou seja, o ponto 14 Recursos Tecnológicos de Apoio aos Serviços recebe maior influência do ponto 13, tendo um impacto ao paciente caso deixe de ter apoio a informação com sistemas simplificados.

Figura 45 - Mapa de Influência do Atributo 13 (Sistemas Simples e de Fácil Acesso à Informação).



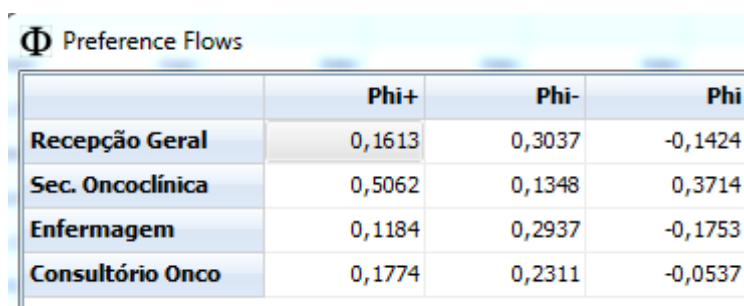
Os resultados obtidos sugerem que ações de melhorias devem ser implementadas nos cinco principais fatores que causam influência, pois dedicando-se esforços a estes pontos de maior relevância, refletirão positivamente sobre a capacidade de interoperação da entidade hospitalar. A riqueza diagnóstica suportada pelo DEMATEL permite caracterizá-lo como uma etapa preliminar na determinação de atributos de maior criticidade e a quantificação de seus pesos para alimentação de outros métodos MCDA como o Promethee. Este caminho caracterizou a formação da matriz de avaliação do método Promethee *Setorial* descrito a seguir. O mapeamento das relações de influência também fornece requisitos no design de estrutura ANP,

substituindo com maior robustez métodos relacionais como o QFD e podendo enriquecer o mecanismo IIMH utilizado no presente trabalho. Esta linha é objeto de trabalhos futuros.

### 6.5.5 Aplicação e Resultado Método PROMETHEE Setorial

Como resultado da aplicação do método PROMETHEE para uma análise setorial, foi possível posicionar (ranquear) os setores do Hospital quanto a maior capacidade de interoperação (maior nível de interoperabilidade potencial). Visto que, para cada alternativa, dois índices são calculados a partir dos índices de preferências: o fluxo positivo ( $\Phi+$ ) representa o quanto uma dada alternativa é melhor que as outras e o fluxo negativo ( $\Phi-$ ), expressa o quanto uma alternativa é superada pelas demais (SHEN, 2012). Com o emprego dos dados necessários os valores de “Phi” para cada nível foram gerados e apresentados na Figura 38 e graficamente na Figura 46. Os atributos (critérios) utilizados para composição da matriz de avaliação da estrutura Promethee e seus pesos são oriundos da matriz de relações totais (T) e das relações de influências obtidos pelo DEMATEL.

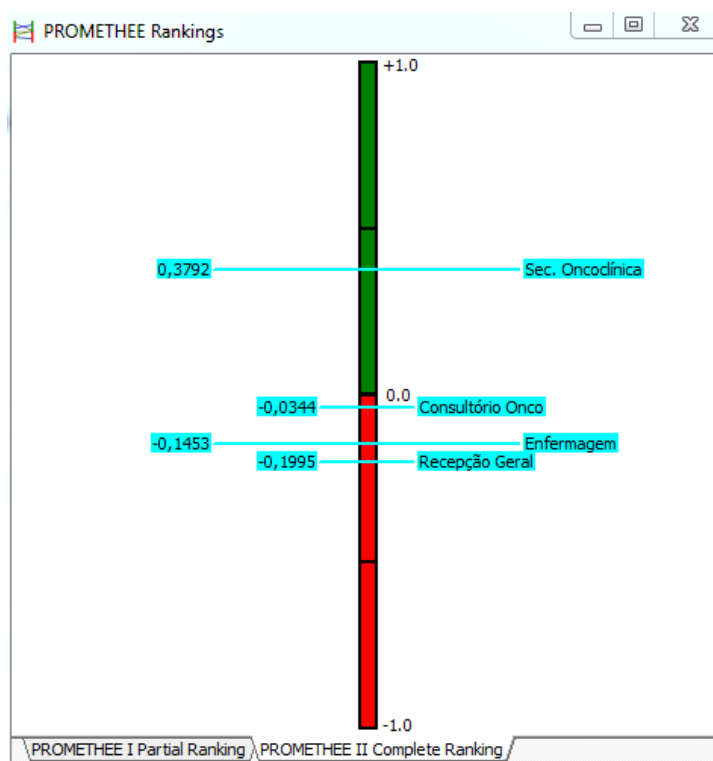
Figura 46 - Valores de “Phi” gerados pelo software Visual PROMETHEE.



	Phi+	Phi-	Phi
Recepção Geral	0,1613	0,3037	-0,1424
Sec. Oncoclínica	0,5062	0,1348	0,3714
Enfermagem	0,1184	0,2937	-0,1753
Consultório Onco	0,1774	0,2311	-0,0537

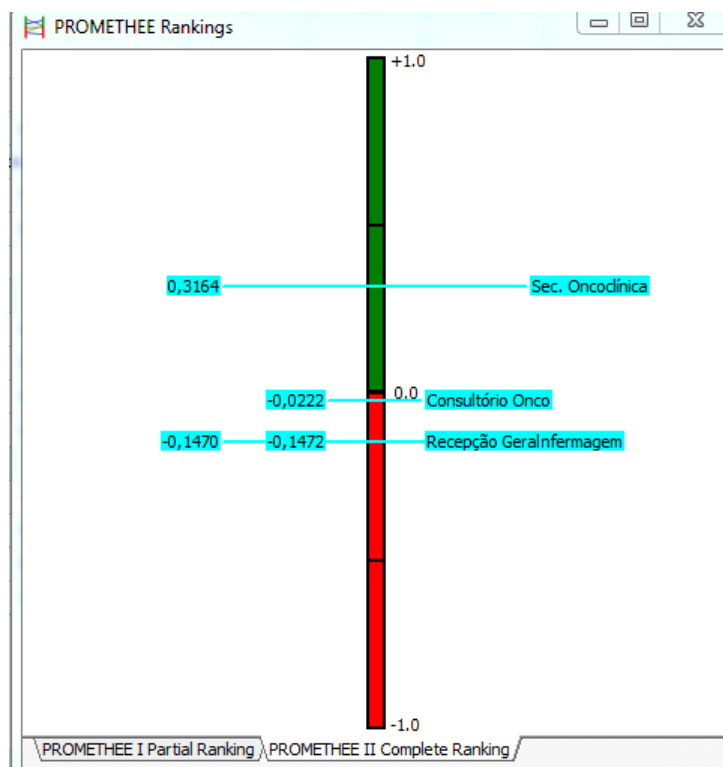
Identifica-se que o fluxo positivo a respeito do setor “Sec. Oncoclínica” equivale a 0,37 e os fluxos negativos dos setores “Consultório Onco”, “Recepção Geral” e “Enfermagem” foram respectivamente 0,05; 0,14 e 0,18. Conclui-se por meio destes resultados que o “Sec. Oncoclínica” apresenta maior capacidade interoperação e há pouca interoperabilidade organizacional nos setores posicionados no fluxo negativo, portanto é necessário implementar melhorias nestes setores para que haja uma melhora na interoperabilidade destes.

Figura 47 - Resultado gráfico gerado pelo software Visual PROMETHEE.



A fim de identificar uma possível melhoria nos resultados obtidos, uma análise de sensibilidade foi realizada. As notas das avaliações dos especialistas no PROMETHEE do atributo de maior influência indicada pelo DEMATEL (“Acompanhamento e Atualização Contínua dos Padrões”) foram aumentadas. Como este é o atributo que mais influencia os outros espera-se que com uma melhoria deste, os outros resultados também serão afetados positivamente, acarretando um melhor posicionamento dos setores. O resultado da Figura 48 mostra o resultado graficamente obtido pelo software depois da alteração das notas.

Figura 48 - Resultado gráfico da Primeira Análise gerado pelo Visual Promethee.

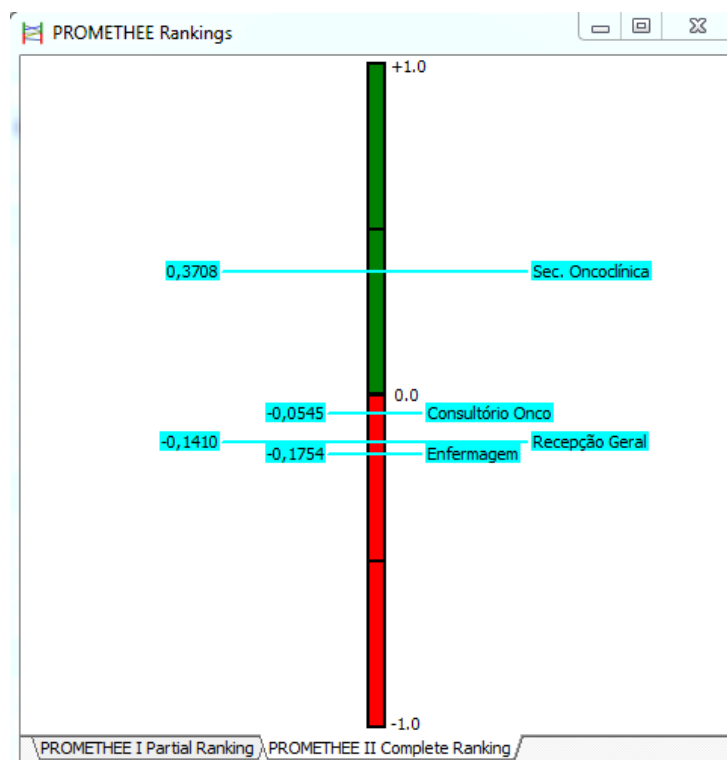


Nota-se que os resultados dos três setores localizados no fluxo negativo se aproximaram do fluxo positivo quando comparados com o resultado da Figura 21. O setor “Sec. Oncoclínica” obteve um resultado no fluxo positivo de 0,3164 e os setores “Consultório Onco”, “Recepção Geral” e “Enfermagem” obtiveram os seguintes resultados respectivamente no fluxo negativo: 0,0222; 0,1470 e 0,1472. Embora os setores não tenham migrado para o fluxo positivo foi possível verificar uma considerável mudança no ranking final.

A fim de validar este resultado, uma segunda análise foi executada. Foram atribuídas as mesmas notas das avaliações dos especialistas no atributo que mais recebe influência, sendo este “Pesquisa e Desenvolvimento de Novas Tecnologias e Tratamentos”. Entende-se que este atributo, mesmo com o aumento das notas, não causara mudanças significativas no resultado final, pois este é o atributo mais influenciado. Os resultados desta análise estão representados na Figura 49.



Figura 49 - Resultado gráfico da Segunda Análise gerado pelo Visual Promethee.



O gráfico mostra que mesmo aumentando as notas dos especialistas com relação ao atributo “Pesquisa e Desenvolvimento de Novas Tecnologias e Tratamentos” os resultados ‘finais’ não obtiveram mudanças significativas. O setor “Sec. Oncoclínica” obteve um resultado no fluxo positivo equivalente a 0,3708 e os setores “Consultório Onco”, “Recepção Geral” e “Enfermagem” obtiveram os seguintes resultados respectivamente no fluxo negativo: 0,0545; 0,1410 e 0,1754.

Com isso é possível concluir que as melhorias adotadas nos atributos que exercem maior influência causarão um efeito maior sobre o resultado final, melhorando a interoperabilidade dos setores e do hospital como um todo.

Outra análise foi realizada a fim enriquecer os resultados e as propostas de melhorias. Os dois atributos de maior peso (mais influenciadores) foram estudados. As notas baixas atribuídas a esses atributos foram majoradas com o objetivo de identificar um melhor posicionamento do setor. A Figura 50 ilustra as duas notas majoradas.

Figura 50 - Notas majoradas para a realização da análise de melhorias.

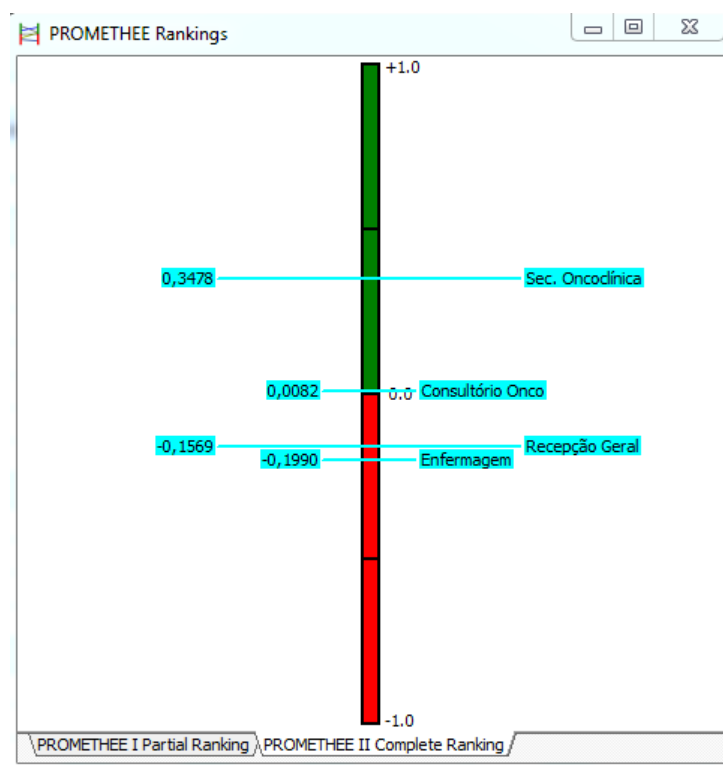
Visual PROMETHEE Academic - Promethee\_Health\_v5.vpg (saved)

File Edit Model Control PROMETHEE-GAIA GDSS GIS Custom Assistants Snapshots Options Help

Liderança Co...	Coordenaçã...	Recursos Te...	Comunicaçã...	Sistemas Sim...	Suporte Téc...	Desenvolvim...	Planejament...	Protocolos El...	Protocolos e ...	Monitoramen...	Acompanha...	Procediment...	Coordenaçã...	Meios de Co...	Informações...	Pesquisa e D...
unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit
max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
1,41	4,56	1,01	4,77	5,52	2,19	3,16	6,41	4,86	4,65	6,61	7,11	2,16	4,79	5,52	4,97	0,18
Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear
absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
0,232	0,198	0,089	0,256	0,201	0,217	0,173	0,116	0,221	0,170	0,110	0,186	0,192	0,207	0,164	0,207	0,122
0,571	0,506	0,278	0,619	0,579	0,553	0,473	0,332	0,554	0,481	0,338	0,525	0,462	0,593	0,445	0,653	0,350
n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
0,166	0,256	0,098	0,381	0,084	0,032	0,086	0,367	0,809	0,29	0,189	0,319	0,481	0,144	0,313	0,963	0,078
0,739	0,671	0,292	0,994	0,705	0,558	0,333	0,498	0,192	0,615	0,615	0,615	0,056	0,760	0,625	0,136	0,487
0,266	0,073	0,172	0,298	0,211	0,680	0,592	0,135	0,378	0,589	0,413	0,066	0,589	0,096	0,063	0,497	0,295
0,094	0,198	0,436	0,466	0,615	0,486	0,075	0,159	0,231	0,064	0,319	0,021	0,462	0,470	0,313	0,687	0,435

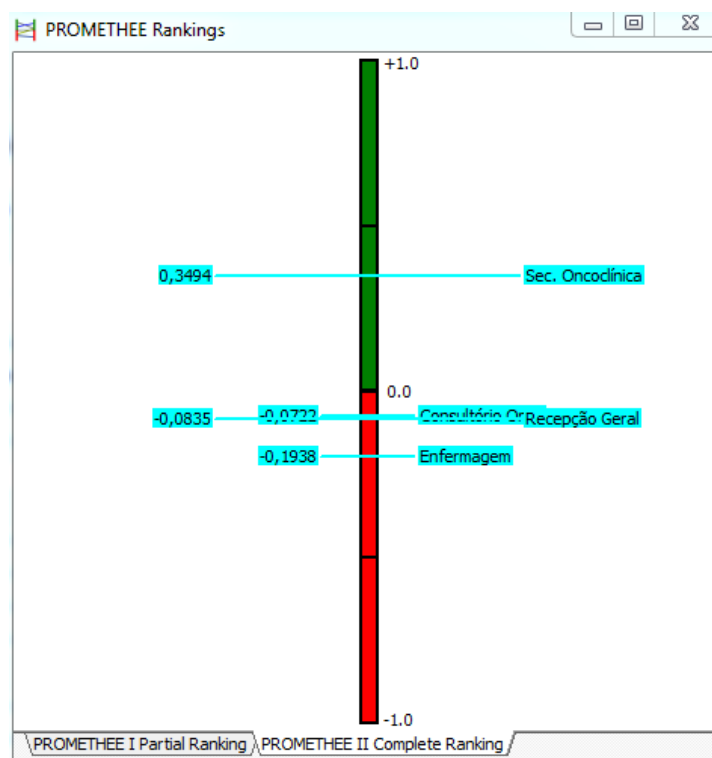
No primeiro cenário a nota do setor “Consultório Onco” do atributo “Acompanhamento e Atualização Contínua dos Padrões” foi melhorada. Com essa mudança o posicionamento do setor passou para o fluxo positivo com o valor de 0,0082, indicando uma melhoria significativa da interoperabilidade deste setor. A Figura 51 ilustra graficamente os resultados da análise do primeiro cenário.

Figura 51 - Resultado gráfico da análise do Primeiro Cenário gerado pelo Visual Promethee.



No segundo cenário a nota do setor “Recepção Geral” do atributo “Monitoramento da Conformidade Entre Práticas e Padrões” foi melhorada. Com isso notou-se uma melhora do ranking do setor, embora tenha permanecido no fluxo negativo, o valor obtido foi de 0,0835. Identifica-se uma melhoria significativa da interoperabilidade deste setor em comparação com o resultado obtido na Figura 39. A Figura 52 ilustra graficamente os resultados da análise do segundo cenário.

Figura 52 - Resultado gráfico da análise do Segundo Cenário gerado pelo Visual Promethee.



Com base nesta análise, é possível identificar que se melhorias forem implementadas nos pontos fracos dos atributos de maior influência, indicados em etapa preliminar pelo DEMATEL, estes acarretarão melhorias significativas tanto para a interoperabilidade dos setores como do hospital com um todo.

Isso significa que dentro da recepção deve-se gerar um plano de ação onde a monitoria da Conformidade dos padrões do hospital evolua, que este requisito seja atendido. Com esta análise podemos identificar que os padrões do Hospital sendo praticados no setor da recepção obtém-se uma melhora da interoperabilidade no setor, conseqüentemente uma evolução da recepção geral e conseqüentemente do hospital.

## 6.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo apresentado é resultado de uma profunda pesquisa na área de Health Care, modelos multicritério e Interoperabilidade. A compilação das informações relativas ao espaço de avaliação envolvido é considerada pelas características relacionais entre os atributos de avaliação e suas perspectivas de interoperabilidade. A partir do resultado desta combinação de elementos, foi possível definir um modelo de avaliação de interoperabilidade no contexto Health Care, utilizando como insumo a teoria da decisão com os métodos multicritério de apoio a decisão. Como elementos estruturais destes métodos, foram utilizados atributos validados com especialistas e participantes dos processos. Uma estrutura inicial AHP e ANP, permitiu a identificação do nível de interoperabilidade do Hospital. Posteriormente, com a utilização dos pesos resultantes do AHP/ANP, em estrutura Promethee ampliou-se o horizonte diagnóstico na análise de maturidade e capacidade. Em enriquecimento à estrutura IIMH, o Dematel contribuiu para uma análise estrutural de influências não quantitativas e com uma visão mais refinada diagnóstica. As influências resultantes levaram a relação aos pesos para serem utilizados no Promethee, gerando uma visão setorial identificando os setores com maior capacidade de interoperação. Este racional permite implementar avaliações sazonais com várias datas, emitindo uma possível evolução de maturidade entre entidades e setores, e ao mesmo tempo, permitindo que se estabeleça uma correlação entre estes setores e os atributos, denotando uma maior compatibilidade para interoperar.

## REFERÊNCIAS

CHEN, D.; DOUMEINGTS, G.; VERNADAT, F. Architectures for enterprise integration and interoperability: Past, present and future. **Computers in Industry**, v. 59, n. 7, p. 647–659, set. 2008.

IEEE., 2015, Guide for Smart Grid Interoperability of **Energy Technology and Information Technology Operation with the Electric Power System (EPS)**, End-Use Applications, and Loads Disponível em: <http://standards.ieee.org/findstds/standard/2030-2011.html>

GUEDRIA, Wided; LAMINE, Elyes; PINGAUD, Hervé. Health systems interoperability: analysis and comparison. In: **MOSIM 2014, 10 ème Conférence Francophone de Modélisation, Optimisation et Simulation**. 2014.

INTEROP (2007), **Enterprise Interoperability-Framework and knowledge corpus** - Final report, INTEROP NoE, FP6 – Contract n° 508011, Deliverable DI.3, May 21st 2007.

BEHZADIAN, Majid et al. **PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications**. European journal of Operational research, v. 200, n. 1, p. 198-215, 2010.

NEHTA 2.0 - **Interoperability Framework**, 2007 National E-Health Transition Authority.

CHEN, David; VALLESPIR, Bruno; DACLIN, Nicolas. An Approach for Enterprise Interoperability Measurement. In: **MoDISE-EUS**. 2008. p. 1-12.

ARULDOSS, M., Lakshmi, T. M., & Venkatesan, V. P. (2013). **A survey on multi criteria decision making methods and its applications**. American Journal of Information Systems, 1(1), 31-43.

VERNADAT, F. B. **Interoperable enterprise systems: architectures and methods**. IFAC Proceedings Volumes, v. 39, n. 3, p. 13-20, 2006.

MARSH, Kevin et al. **Assessing the value of healthcare interventions using multi-criteria decision analysis: a review of the literature**. Pharmacoeconomics, v. 32, n. 4, p. 345-365, 2014.

MEDJOU DJ, Rabah; AISSANI, Djamil; HAIM, Klaus Dieter. **Power customer satisfaction and profitability analysis using multi-criteria decision making methods**. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, v. 45, n. 1, p. 331-339, 2013.

GOMIDE, Fernando Antonio Campos; GUDWIN, Ricardo Ribeiro. **Modelagem, controle, sistemas e lógica fuzzy**. SBA Controle & Automação, v. 4, n. 3, p. 97-115, 1994.

VARGAS, Ricardo Viana; IPMA-B, **P. M. P. Utilizando a programação multicritério (Analytic Hierarchy Process-AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio**. In: PMI Global Congress. 2010. p. 31.

BRANS, Jean-Pierre; MARESCHAL, Bertrand. **PROMETHEE methods. Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys**, p. 163-186, 2005.

MARCA, David A. **IDEF0/SADT business process and enterprise modeling**. Electric Solutions, 1993.

MANOEL, Sergio da Silva. **Governança de Segurança da Informação: como criar oportunidades para seu negócio**. Rio de Janeiro: Brasport, 2014.

SALMON K. **Oncology networks: best practices – A study of governance, resources and clinical coordination**. 2011. [cited 2016 Apr 12]. Available at: <http://www.kurtsalmon.com/uploads/HC-Oncology-120203VFSP1.pdf>.

SAATY, Thomas L. **Decision making with the analytic hierarchy process. International journal of services sciences**, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008.

BRANS, Jean-Pierre; MARESCHAL, Bertrand. **PROMETHEE methods Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys** (pp. 163-186). 2005.

ROBINSON, Ray. **Limits to rationality: economics, economists and priority setting. Health Policy**, v. 49, n. 1, p. 13-26, 1999.

SAATY, Rozann W. et al. **Decision making in complex environments. Super Decisions**, 2003.

SHEN, Jung-Lu, YONG-MEI Liu e YI-LIN Tzeng. "O DEMATEL ponderado em cluster com método ANP para seleção de fornecedores na indústria de alimentos". **Journal of Advanced Computational Intelligence e Intelligent Informatics** 16.5 (2012): 567-575.

PELEG, Mor; TU, Samson W. Design patterns for clinical guidelines. **Artificial intelligence in medicine**, v. 47, n. 1, p. 1-24, 2009.

REZAEI, Reza et al. Interoperability evaluation models: A systematic review. **Computers in Industry**, v. 65, n. 1, p. 1-23, 2014.

CESTARI, José Marcelo Almeida Prado; LOURES, Eduardo de Freitas Rocha; SANTOS, Eduardo Alves Portela. **A Method to Diagnose Public Administration Interoperability Capability Levels Based on Multi-Criteria Decision-Making**. **International Journal of Information Technology & Decision Making**, v. 17, n. 01, p. 209-245, 2018.

LENZ, Richard; PELEG, Mor; REICHERT, Manfred. **Healthcare process support: achievements, challenges, current research**. **International Journal of Knowledge-Based Organizations (IJKBO)**, v. 2, n. 4, 2012.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca constante dos hospitais em responder as necessidades de pacientes de uma maneira mais rápida, eficiente e com qualidade, faz com que a capacidade de melhoria e inovação fique em sintonia com os processos executados. Os hospitais e demais entidades relacionadas a saúde fazem uso há décadas dos recursos tecnológicos disponíveis para a viabilização do combate a doenças e tratamentos, melhoria da qualidade no tratamento adequado aos cidadãos e na qualidade das informações geradas em exames e diagnósticos. Entretanto, de maneira geral este setor tem enfrentado um grande desafio na prestação do serviço ao paciente, pois atualmente a demanda de atendimento necessária não está sendo suprida. O uso de recursos tecnológicos e este aumento de demanda são elementos que, desprovidos de uma adequada gestão de processos e fluxo informacional, influenciam sobremaneira no desempenho operacional das entidades hospitalares envolvidas. Nesta gestão, pela heterogeneidade de sistemas (bases tecnológicas) e pessoas que devem atuar colaborativamente, os processos de saúde tornam-se complexos e exigem uma cooperação interdisciplinar de alto nível entre os diferentes especialistas e setores envolvidos.

Neste cenário de integração e colaboração, a identificação de barreiras ao bom desempenho organizacional encontra nas perspectivas da interoperabilidade uma importante ferramenta de avaliação. A interoperabilidade e sua avaliação está se tornando, portanto, uma porta de sucesso para entidades de saúde caracterizadas por ambientes com forte coordenação de processos, colaboração e gestão da informação. O presente trabalho apresentou um framework de avaliação de interoperabilidade organizacional no domínio hospitalar intitulado IAFH (Interoperability Assessment Framework for Healthcare domain), destinado ao diagnóstico da capacidade de interoperação do setor de tratamento de câncer, complexo em sua estrutura relacional no âmbito hospitalar.

Os fluxos de informação entre pessoas, entidades, setores, áreas e sistemas organizacionais apresentam possíveis riscos de interoperabilidade na execução dos processos no setor primário do atendimento ao paciente, bem como de não conformidade entre regras de negócios e não consumação de processos reais regulatórios obrigatórios do setor. Além dessa complexidade, a área de saúde



brasileira tem problemas bem conhecidos em seus sistemas de saúde pública e privada. Esses problemas são de natureza estrutural, organizacional e financeira, e refletem na não observância dos requisitos de interoperabilidade e avaliação de suas barreiras.

Referenciais regulatórios e clínicos, processos, serviços e informação são perspectivas não dissociáveis no domínio hospitalar, mas ainda fragilmente tratadas de forma integrada pelos modelos de avaliação de interoperabilidade encontrados na literatura. Os modelos atuais de maturidade apenas definem os níveis de incorporação de interoperabilidade e um conjunto de boas práticas, sem, contudo, dar enfoque a natureza da informação associada ao domínio hospitalar e especificidades clínicas, e seu uso (informação) na concepção de estruturas de avaliação. Em acréscimo, a maioria deles (modelos) trata da interoperabilidade direcionada à Tecnologia da Informação (TI), atendendo, sobretudo, aos aspectos de dados e serviços, com soluções às barreiras tecnológicas, havendo poucos voltados a uma visão mais ampla das dimensões organizacionais inerentes ao domínio hospitalar. Não se enfatiza, neste sentido, a perspectiva estratégica e de atendimento ao paciente através do fluxo informacional e de processos.

Este cenário motivou a elaboração de um framework de avaliação de interoperabilidade no domínio hospitalar, IAFH, dando-se ênfase aos processos de tratamento clínico que a entidade hospitalar abriga. Com base em desenho metodológico específico inspirado nos diferentes modelos e frameworks de interoperabilidade apresentados na literatura, modelos de maturidade e estruturas de avaliação multicritério, identificaram-se dimensões e aspectos relativos a avaliação da capacidade de interoperação hospitalar. Atributos que caracterizam este domínio organizacional (saúde-hospitalar), forneceram a base de observação na avaliação de interoperabilidade.

A reunião dos espaços de avaliação proporcionados por cada método permitiu inferir sobre o nível de maturidade intermediário do Hospital Erasto Gaertner, seus setores mais críticos e a identificação das diferentes barreiras a interoperação que atuam como barreiras para o bom desempenho dos processos de tratamento em oncologia. A modelagem do espaço problema através de diferentes métodos MCDA e sua integração, permitiu a obtenção de uma base diagnóstica em diferentes graus de abstração e modelagem, representando um desenho inovador ao contexto de estudo. Atingiu-se, com a experimentação e resultados obtidos, o objetivo da

dissertação na concepção de um modelo de avaliação da interoperabilidade hospitalar aplicado no setor de Câncer em um hospital de referência no sul do país.

Os modelos levaram em consideração normas e frameworks específicos para a interoperabilidade, assim como na identificação de atributos, definidos e consensuados junto ao copo técnico do setor de oncologia através das folhas de tarefas (FTs). A base informacional atestada e observada, unida com regras e boas práticas no contexto estudado, serviram como base informacional e de observação para estruturação dos métodos AHP, ANP, DEMATEL e PROMETHEE. Com base na avaliação, foi possível identificar pontos fortes e fracos e o posicionamento em qual nível de maturidade o hospital se encontra, assim como identificar a capacidade de interoperação dos setores envolvidos ao processo de tratamento de câncer.

O IAFH orientou a caracterização dos seguintes espaços de avaliação: (i) análise do caminho dos processos clínicos, onde foi possível fundamentar atributos de acordo com as preocupações de interoperabilidade, subsidiando a elaboração da matriz relacional IIMH e pesos a serem utilizados no AHP; (ii) avaliação de maturidade através de AHP|ANP, assim como ampliação diagnóstica (maturidade) pelo método Promethee que consumiu os pesos oriundos da avaliação (AHP/ANP); (iii) utilização do modelo DEMATEL para identificação e análise de influência entre atributos refinando o IIMH e enriquecimento das dimensões de diagnóstico; (iv) com base nas inferências de influência e ponderações do DEMATEL, através do método Promethee, avaliou-se a capacidade de interoperação dos setores do hospital.

O modelo de avaliação **AHP** apresentou resultados sobre as porcentagens do potencial nível de interoperabilidade para a entidade hospitalar no tratamento do câncer: 18,10% no nível *avançado*, 21,92% no nível *básico* e 59,97% no nível *intermediário*, posicionando o hospital em nível intermediário em relação ao potencial de interoperabilidade. O resultado do método **ANP**, incorporando relações de influência entre atributos apontadas pelo IIMH, apontou porcentuais pouco diferentes ao AHP: 17,72% no nível *avançado*, 22,26% no nível *básico* e 59,63% no nível *intermediário*. Ou seja, houve pouca variação em torno dos níveis de potenciais obtidos que, apesar de pouco significativo, podem se tornar relevantes nos casos em que há uma maior dispersão entre as avaliações realizadas para as diferentes categorias (clusters).

No método **Promehhee Maturidade**, os pesos resultantes do das comparações finais do método AHP foram utilizados, e os percentuais de enquadramento de cada atributo nos níveis. Os resultados em sua base Phi, apresentaram as seguintes indicações: o nível *Básico* Valor Phi ficou com -0,2522 de superação aos outros níveis, o nível *Intermediário* Valor Phi ficou com 0,6402 de superação aos outros níveis, e o nível *Avançado* Valor Phi ficou com -0,3880 de superação aos outros níveis, significando o nível *Intermediário* como inferência diagnóstica do nível potencial de interoperabilidade da entidade hospitalar, corroborando os resultados obtidos com os métodos AHP/ANP.

Com o método **DEMATEL**, investigou-se a relação de causa e efeito entre as variáveis (atributos) que compõe o espaço de avaliação, permitindo o entendimento dos atributos que exercem e quais recebem influência. Como resultado da aplicação do método, chegamos a Matriz de relações totais (T) os valores de influências resultantes de cada atributo. E como resultado do método identificaram-se os critérios que mais fornecem influência (influenciam): “Acompanhamento e Atualização Contínua dos Padrões”, seguido por “Monitoramento da Conformidade Entre Práticas e Padrões”, “Prescrição, Manipulação e Aplicação de Medicamentos”, “Planejamento e Cumprimento dos Objetivos Estratégicos da Organização” e “Sistemas Simples e de Fácil Acesso à Informação”. E como complemento de análise diagnóstica os que mais recebem influência são: “Pesquisa e Desenvolvimento de Novas Tecnologias e Tratamentos” seguido por “Conselho de Gestão com Autoridades Definidas e Documentadas”, “Recursos Tecnológicos de Apoio aos Serviços”, “Liderança Composta por Administradores e Médicos” e “Procedimentos de Atendimento Acessíveis (PROCS)”. Desta maneira, a identificação intrínseca destes atributos de maior relevância – que mais influencia e mais influenciado, depreende a percepção e inferência sobre os elementos de maior criticidade, fragilidade e sobre as barreiras a um maior nível de interoperação nos processos de organizacionais de tratamento de câncer.

O método **Promehhee Setorial**, foi elaborado com a finalidade de ampliar o espaço de avaliação proporcionado pelos métodos Promethee e AHP/ANP apresentados, na análise de maturidade. Com auxílio dos resultados (matriz de relações totais (T)) do DEMATEL, parametrizou-se um novo modelo Promethee visando uma análise prognóstica na identificação de setores com maior capacidade de interoperação organizacional sobre os processos de tratamento de câncer. Como

resultado desta matriz de avaliação foi possível posicionar os setores do hospital quanto ao seu nível potencial de interoperabilidade organizacional (ranking), através de uma visão diagnóstica sobre a performance de cada atributo em cada setor. Identificaram-se que o fluxo positivo a respeito do setor “Sec. Oncoclínica” equivale a 0,3714, e os fluxos negativos dos setores “Consultório Onco” com -0,0537, “Recepção Geral” com -0,1424 e “Enfermagem” com -0,1753. Por meio deste resultado a “Sec. Oncoclínica” apresenta maior capacidade interoperação de acordo com os atributos avaliados, e aos outros setores há pouca aderência interoperabilidade organizacional, os posicionando no fluxo negativo. Assim, é necessário um plano de melhorias nos setores avaliados e identificar quais atributos de maior influencia para uma evolução no setor de “Consultório Onco”, para posterior nova avaliação, e um avanço na interoperabilidade organizacional.

O escopo que o IAFH englobou em suas diferentes fases, desde a identificação e organização do espaço de observação à concepção de diferentes estruturas de avaliação através de métodos MCDA, abre um amplo campo de pesquisa em diferentes direções. Como perspectivas futuras de investigação apresentam-se, as seguintes direções com entendimento de importância e imediata continuação:

- Ampliação do universo de aplicação do framework em outros contextos hospitalares em seus diferentes processos clínicos;
- Evolução na perspectiva de integração entre a mineração de processos e métodos MCDA;
- Exploração de novos métodos MCDA adequados ao domínio de saúde
- Evolução da perspectiva de maturidade;
- Com base em histórico de aplicações em domínios clínicos diversos, formalização de um modelo de avaliação de interoperabilidade no domínio da saúde.

## REFERÊNCIAS

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

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;

ALLONES, J. L. et al. **SNOMED CT module-driven clinical archetype management**. Journal of biomedical informatics, v. 46, n. 3, p. 388-400, 2013.

ANVISA. PM-QUALISS, **Programa de Qualificação dos Prestadores de Serviços de Saúde**. In <http://www.ans.gov.br/prestadores/qualiss-programa-de-qualificacao-dosprestadores-de-servicos-de-saude>, nov, 2016;

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

ARULDOSS, M., Lakshmi, T. M., & Venkatesan, V. P. (2013). **A survey on multi criteria decision making methods and its applications**. American Journal of Information Systems, 1(1), 31-43.

ASIP Santé-PRAS. **Health Information Systems Interoperability Framework (HIS-IF)**, 2010.

ATHENA PROJECT (2005). Deliverable D.A1.4.1 – **framework for the establishment and management methodology**. <http://www.interop-vlab.eu/>

BEHZADIAN, Majid et al. **PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications**. European journal of Operational research, v. 200, n. 1, p. 198-215, 2010.

BENSON, Tim. **Principles of health interoperability HL7 and SNOMED**. London:: Springer, 2010.

BLANC, Severine; DUCQ, Yves; VALLESPER, Bruno. Evolution management towards interoperable supply chains using performance measurement. **Computers in Industry**, v. 58, n. 7, p. 720-732, 2007.

BORDINI, G. LOURES, E. R.; SANTOS, E. A. P. **Interoperability Assessment Model for Supply chain in the Automotive Industry**. In: Industrial & Systems Engineering Research Conference (ISERC), 2014, Montreal.

BRAILER, David J. **Interoperability: the key to the future health care system**. Health affairs, v. 24, p. W5, 2005.

BRANS, Jean-Pierre; MARESCHAL, Bertrand. **PROMETHEE methods. Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys**, Springer, New York, NY, p. 163-186, 2005.

BUYL, Ronald; NYSSSEN, Marc. **Structured electronic physiotherapy records**. international journal of medical informatics, v. 78, n. 7, p. 473-481, 2009.

CAMPOS, Cristina et al. **Maturity model for interoperability potential measurement**. **Information systems management**, v. 30, n. 3, p. 218-234, 2013.

CESTARI, J. M. A. P. et al. **A Method for eGovernment concepts Interoperability Assessment**. 2014a.

CESTARI, J. M. A. P. et al. **An overview of attributes characterization for interoperability assessment from the public administration perspective**. 2014b.

CESTARI, José Marcelo AP et al. An overview of attributes characterization for interoperability assessment from the public administration perspective. In: **OTM Confederated International Conferences" On the Move to Meaningful Internet Systems"**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2014. p. 329-338.

CESTARI, J. M. A. P. et al. **A Research Strategy for Public Administration Interoperability Assessment**. 2014c.

CESTARI, José Marcelo Almeida Prado; LOURES, Eduardo de Freitas Rocha; SANTOS, Eduardo Alves Portela. **A Method to Diagnose Public Administration Interoperability Capability Levels Based on Multi-Criteria Decision-Making.** *International Journal of Information Technology & Decision Making*, v. 17, n. 01, p. 209-245, 2018.

CHEN, David; DOUMEINGTS, Guy; VERNADAT, François. Architectures for enterprise integration and interoperability: Past, present and future. **Computers in industry**, v. 59, n. 7, p. 647-659, 2008.

CHEN, David; VALLESPIR, Bruno; DACLIN, Nicolas. An Approach for Enterprise Interoperability Measurement. In: **MoDISE-EUS**. 2008. p. 1-12.

CHEN, David et al. Framework for enterprise interoperability. In: *Proc. of IFAC Workshop EI2N*. sn, 2006. p. 77-88.

CURIA, Rosario; GALLUCCI, Lorenzo; RUFFOLO, Massimo. **Knowledge management in health care: an architectural framework for clinical process management systems.** In: **Database and Expert Systems Applications**, 2005. Proceedings. Sixteenth International Workshop on. IEEE, 2005. p. 393-397.

DESCHAMPS, F. LIMA, E.P.COSTA, S.E.G. SANTOS, E.A.P. AKEN, E.V. **Assessing the disaster response process of a healthcare organization.** 22nd International Conference on Production Research. Foz do Iguacu, 2012.

DETRO, Silvana Pereira et al. Enhancing semantic interoperability in healthcare using semantic process mining. In: **6th International Conference on Information Society and Technology**, ICIST 2016. 2016. p. 80-85.

DIAS, Luís C.; MOUSSEAU, Vincent. **IRIS: A DSS for multiple criteria sorting problems.** *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, v. 12, n. 4-5, p. 285-298, 2003.

DOLAN, JAMES G. **Patient priorities in colorectal cancer screening decisions.** In *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.

DYMOND, Kenneth M. **A guide to the CMM: Understanding the capability maturity model for software.** Process Inc US, 1995.

ESPADINHA-CRUZ, Pedro et al. Business interoperability: dyadic supply chain process decomposition using axiomatic design. In: **8th International Conference on Axiomatic Design (ICAD 2014)**. 2014. p. 93-99.

EUROPEAN COMMISSION. Towards interoperability for European public services. Annex 2: **European Interoperability Framework (EIF)** for European public services," COM (2010) 744 final, Dec. 2010.

EUROPEAN COMMISSION. Enabling smart integrated care: Recommendations for fostering greater interoperability of personal health systems. **Smart Personal Health publication** 2011, available at <http://sph.continuaalliance.org>.

EUROPEAN COMMISSION, Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology. **eHealth European Interoperability Framework**. ISBN: 978-92-79-30389-0, 2013.

EYSENBACH, Gunther; JADAD, Alejandro R. **Evidence-based patient choice and consumer health informatics in the Internet age**. Journal of medical Internet research, v. 3, n. 2, 2001.

FEOFILOFF, Paulo; KOHAYAKAWA, Yoshiharu; WAKABAYASHI, Yoshiko. **Uma introdução sucinta à teoria dos grafos**. 2011.

FILIP CARON, JAN VANTHIENEN, BART BAESEENS. **A Comprehensive Framework for the Application of Process Mining in Risk Management and Compliance Checking**. SSRN Electronic Journal, January 2012.

FIGUEIRA, José Rui et al. **Electre Tri-C, a multiple criteria decision aiding sorting model applied to assisted reproduction**. international journal of medical informatics, v. 80, n. 4, p. 262-273, 2011.

GERKE, K; CARDOSO, J; CLAUS, A. **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.

GOMIDE, Fernando Antonio Campos; GUDWIN, Ricardo Ribeiro. **Modelagem, controle, sistemas e lógica fuzzy**. SBA Controle & Automação, v. 4, n. 3, p. 97-115, 1994.

GUÉDRIA, W.; NAUDET, Y.; CHEN, D. **Interoperability Maturity Models–Survey and Comparison**–Springer, 2008 Disponível em: <[http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-88875-8\\_48](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-88875-8_48)>



GUEDRIA, Wided. **A contribution to enterprise interoperability maturity assessment**. 2012. Tese de Doutorado. Bordeaux 1.

GUEDRIA, Wided; LAMINE, Elyes; PINGAUD, Hervé. Health systems interoperability: analysis and comparison. In: **MOSIM 2014, 10 ème Conférence Francophone de Modélisation, Optimisation et Simulation**. 2014.

GUAZZI, D. M. **Utilização do QFD como uma ferramenta de melhoria contínua do grau de satisfação de clientes internos**. Uma aplicação em cooperativas agropecuárias. Tese de Doutorado PPGEF, UFSC, Florianópolis, 1999.

HAUBMANN, Paulo Roberto Moraes ; PAULA, Marco Antonio Buseti de ; SANTOS, Eduardo Alves Portela ; PINHEIRO DE LIMA, Edson . **Modelagem de processos em sistemas de produção: uma questão estratégica**. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 2008, Bauru. Anais - SIMPEP. Bauru: UNESP, 2008. v. 1. p. 1-11.

HOSPITAL ERASTO GAERTNER. **Hospital em números**, 2015. In [http://www.erastogaertner.com.br/arquivos/Abificc\\_Dados\\_HEG\\_2015.pdf](http://www.erastogaertner.com.br/arquivos/Abificc_Dados_HEG_2015.pdf), feb, 2016;

IEEE., 2015, Guide for Smart Grid Interoperability of **Energy Technology and Information Technology Operation with the Electric Power System (EPS)**, End-Use Applications, and Loads Disponível em: <http://standards.ieee.org/findstds/standard/2030-2011.html>

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries. **IEEE 1990**, 1990.

INTEROP (2007), **Enterprise Interoperability-Framework and knowledge corpus** - Final report, INTEROP NoE, FP6 – Contract n° 508011, Deliverable DI.3, May 21st 2007.

JAIN, Naveen; SINGH, A. R. AHP And QFD Methodology For Supplier Selection. **International Proceedings of Economics Development and Research**, v. 75, p. 106, 2014.

JAMES, B. **E-health: steps on the road to interoperability**. Health affairs (Project Hope), p. W5, 2005.

KASUNIC, Mark. **Measuring systems interoperability: Challenges and opportunities**. Carnegie-Mellon Univ Pittsburgh Pa Software Engineering Inst, 2001.

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.

KAHRAMAN, Cengiz (Ed.). Fuzzy multi-criteria decision making: theory and applications with recent developments. **Springer Science & Business Media**, 2008.

MALLEK, Sihem. **Contribution au développement de l'interopérabilité en entreprise: vers une approche anticipative de détection de problèmes d'interopérabilité dans des processus collaboratifs**. 2011. Tese de Doutorado. Ecole des Mines d'Alès.

MANOEL, Sergio da Silva. **Governança de Segurança da Informação: como criar oportunidades para seu negócio**. Rio de Janeiro: Brasport, 2014.

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;

MARCA, David A. IDEF0/SADT business process and enterprise modeling. **Electric Solutions**, 1993.

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 Pharmacoconomics, 32(4):345-65. doi: 10.1007/s40273-014-0135-0. 2014;

MEDJOUJ, Rabah; AISSANI, Djamil; HAIM, Klaus Dieter. **Power customer satisfaction and profitability analysis using multi-criteria decision making methods**. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, v. 45, n. 1, p. 331-339, 2013.

MOUSSEAU, Vincent; SLOWINSKI, Roman. **Inferring an ELECTRE TRI model from assignment examples**. Journal of global optimization, v. 12, n. 2, p. 157-174, 1998.

MOUSSEAU, Vincent; SLOWINSKI, Roman; ZIELNIEWICZ, Piotr. **A user-oriented implementation of the ELECTRE-TRI method integrating preference elicitation support**. *Computers & operations research*, v. 27, n. 7-8, p. 757-777, 2000.

NEHTA 2.0 - **Interoperability Framework**, 2007 National E-Health Transition Authority.

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;

PELÁ, Vânia Rodrigues et al. **Estudo sobre o Processo de Seleção de Fornecedores em um segmento da Cadeia Automotiva**. 2010. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.

PELEG, Mor; TU, Samson W. Design patterns for clinical guidelines. **Artificial intelligence in medicine**, v. 47, n. 1, p. 1-24, 2009.

PINTO, Vitor Afonso. Supporting competitive intelligence with linked enterprise data. **Projetos e Dissertações em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento**, v. 3, n. 2, 2015.

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;

REZAEI, R., CHIEW, T. K., LEE, S. P., & ALIEE, Z. S. (2014). **Interoperability evaluation models: A systematic review**. *Computers in Industry*, 65(1), 1-23.

REZAEI, Reza et al. Interoperability evaluation models: A systematic review. **Computers in Industry**, v. 65, n. 1, p. 1-23, 2014.

RIZ, Gustavo, LOURES, E. R.; SANTOS, E. A. P. **Avaliação da Interoperabilidade Organizacional em Sistemas de Saúde Baseado em Mineração de Processos e Análise Multicritério**. (Dissertação em Engenharia da Produção e Sistemas) – PUC-PR. Curitiba, 2017.

ROBINSON, Ray. **Limits to rationality: economics, economists and priority setting**. *Health Policy*, v. 49, n. 1, p. 13-26, 1999.

ROCHA, Elyrose Sousa Brito et al. **Knowledge management in health: a systematic literature review**. Revista latino-americana de enfermagem, v. 20, n. 2, p. 392-400, 2012.

SAARIKOSKI, Heli et al. **Multi-criteria decision analysis (MCDA) in ecosystem service valuation**. In: **OpenNESS ecosystem services reference book/Potschin, M.**[edit.]; et al. 2016. p. 1-6.

SAATY, Rozann W. et al. **Decision making in complex environments**. **Super Decisions**, 2003.

SAATY, Thomas L., **Priorities and Hierarchies: Eigenvalue Structure**," working paper, University of Pennsylvania, 1972.

SAATY, Thomas L., **Decision making with the analytic hierarchy process**. **International journal of services sciences**, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008.

SALMON K. **Oncology networks: best practices – A study of governance, resources and clinical coordination**. 2011. [cited 2016 Apr 12]. Available at: <http://www.kurtsalmon.com/uploads/HC-Oncology-120203VFSP1.pdf>.

SCUISSIATTO, Victor; LOURES, Eduardo; SANTOS, Eduardo Alves Portela. **Abordagem de avaliação de interoperabilidade em câncer de saúde**. Em: ISPE TE. 2016. p. 348-357.

SCUISSIATTO, VICTOR; SANTOS, EDUARDO ALVES PORTELA; LOURES, EDUARDO ROCHA; BUENO, SARAH; SANTOS, VANESSA. **Interoperability Assessment in Healthcare Based on the AHP/ANP Methods**. In *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 1ed.: Springer International Publishing, 2017, p. 679-689.

SHEN, Jung-Lu, YONG-MEI Liu e YI-LIN Tzeng. "O DEMATEL ponderado em cluster com método ANP para seleção de fornecedores na indústria de alimentos". **Journal of Advanced Computational Intelligence e Intelligent Informatics** 16.5 (2012): 567-575.

SILVA, Letícia Krauss. **Technology assessment and cost-effectiveness analysis in health care: the adoption of technologies and the development of clinical guidelines for the Brazilian national system**. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 8, n. 2, p. 501-520, 2003.

SUMRIT, Detcharat; ANUNTAVORANICH, Pongpun. **Using DEMATEL method to analyze the causal relations on technological innovation capability evaluation factors in Thai technology-based firms.** International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies, v. 4, n. 2, p. 81-103, 2013.

TEKNOMO, Kardi. **Analytic hierarchy process (AHP) tutorial.** Revoledu. com, p. 1-20, 2006.

THOKALA, Praveen et al. Multiple criteria decision analysis for health care decision making—an introduction: report 1 of the ISPOR MCDA Emerging Good Practices Task Force. **Value in health**, v. 19, n. 1, p. 1-13, 2016

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

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;

VARGAS, Ricardo Viana; IPMA-B, P. M. P. **Utilizando a programação multicritério (Analytic Hierarchy Process-AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio.** In: PMI Global Congress. 2010. p. 31.

VP, SOLUTIONS, 2018 PROMETHEE-GAIA **software named Visual PROMETHEE is developed under the supervision of Bertrand Mareschal at VPSolutions.** <http://www.promethee-gaia.net/vpa.html>: Acesso em 04 de fevereiro de 2018.

VERNADAT, F. B. **Interoperable enterprise systems: architectures and methods.** IFAC Proceedings Volumes, v. 39, n. 3, p. 13-20, 2006.

WAN-SHIOU YANG, SAN-YIH HWANG. **A process mining framework for the detection of healthcare fraud and abuse.** Expert Systems with Applications 31(1):56-68. July 2006.

WILL M.P. VAN DER AALST, MINSEOK SONG. **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.

## APÊNDICE 1 – FOLHA DE TAREFA (FT06)

<b>FOLHA DE TAREFA</b> <b>1ª Entrevista: Definição do Processo</b>		Nº: <b>FT 06</b> Versão: 1.0	Data: 21/12/2015
Nome da Empresa: Hospital EG		Nome do Setor: Enfermagem	
<p><b>Descrição da Atividade do Setor:</b> Um dia antes do tratamento do paciente, a área médica deve (1) <b>prescrever</b> o medicamento que será utilizado pelos pacientes que farão o tratamento, a enfermeira então deve (2) <b>avaliar</b> * se os exames solicitados estão corretos e dentro dos padrões, se o que foi prescrito pelo médico está em conformidade com o que foi prescrito na primeira consulta e se as doses do medicamento estão de acordo com os protocolos de tratamento. Estando toda a documentação correta, a enfermeira deve (3) <b>carimbar</b> a prescrição e encaminhá-la para a farmácia manipular a medicação.</p> <p>Existem dois tipos de medicamentos: i) <u>de baixo custo</u>: é manipulado um dia antes do tratamento; e ii) <u>de alto custo</u>: a enfermeira deve (4) <b>signalizar</b> ** no Tasy que o medicamento é de alto custo, e somente quando o paciente chegar a recepção no dia do tratamento é que este medicamento será manipulado. Com isso, se pretende mitigar o risco de perda de medicamentos, em especial os de alto custo.</p> <p>Na data programada em que o paciente irá realizar a quimioterapia, a enfermeira deve (5) <b>acomodar</b> o paciente, (6) <b>aplicar</b> as pré-medicações com o intuito de diminuir os efeitos colaterais do tratamento e os seus sinais vitais são monitorados. Enquanto o paciente é preparado, um técnico de enfermagem deve ir até a farmácia (7) <b>retirar</b> o medicamento ao qual neste momento tem que estar pronto, e após, um enfermeiro deve (8) <b>infundir</b> este medicamento no paciente por via venal. O tratamento dura em média de 40 minutos a 10 horas por seção, variando de acordo com o tipo de protocolo de tratamento. Concluído o tratamento, o paciente pode: i) agendar uma (9) <b>nova consulta</b> com o médico da oncoclínica (sem passar pela triagem) para que seja feita a análise do tratamento e/ou a continuidade ou cancelamento do tratamento. Para este caso, é solicitado novamente os exames, de acordo com o tratamento do paciente, sendo que o exame padrão é o <b>HPC</b> (<b>hemograma, plaquetas e creatinina</b>); ou é (10) <b>agendada</b> uma nova seção de quimioterapia para o paciente. Se o médico avaliar que não é mais necessário continuar com o tratamento de quimioterapia, o tratamento é dado como encerrado, e o paciente é (11) <b>encaminhado</b> ao médico da especialidade de origem.</p> <p>(*)<u>Observação</u>: No processo somente 1 enfermeira é alocada full time a conferência da documentação pré-tratamento.</p> <p>(**) <u>Observação</u>: é possível identificar e mensurar a quantidade de medicamentos perdidos através da análise da log do Tasy.</p>			
1. Responsabilidade do Setor:		i. Cuidar dos procedimentos pré-tratamento; ii. Realizar a quimioterapia;	

	ii. Agendar uma nova consulta médica ou uma nova seção de quimioterapia.
2. Responsável:	Elaine (Supervisora)
3. Origem do Processo:	FT 05 – Orientação Enfermagem
4. Nome do Processo:	Tratamento de quimioterapia
5. Setor Origem do Processo:	Enfermagem
6. Cliente do Processo:	Paciente
7. Processo Principal do Setor:	(1) <b>prescrever</b> o medicamento a ser administrado no paciente; (2) <b>avaliar</b> os exames, o medicamento prescrito, a dosagem e o histórico do paciente; (3) <b>carimbar</b> a prescrição; (4) se o medicamento for de alto custo, <b>signalizar</b> no Tasy; (5) <b>acomodar</b> o paciente para a quimioterapia; (6) <b>aplicar</b> os pré-medicamentos; (7) <b>retirar</b> o medicamento na farmácia; (8) <b>infundir</b> o medicamento no paciente; (9) <b>agendar</b> uma nova consulta; e/ou (10) <b>agendar</b> uma nova seção de quimioterapia; e (11) <b>encaminhar</b> o paciente, ao final do tratamento, ao médico da especialidade de origem.
8. Final do processo:	Nova consulta agendada (ou) nova seção de quimioterapia agendada
9. Setores Envolvidos:	a. Negócios: Financeiro de Oncologia
	b. Processo Tratamento de quimioterapia
	c. Serviços: Enfermagem e farmácia
	d. Dados: Philips Tasy
10. Elementos de Controle:	<b>Prontuário, Ficha Médica Tasy</b>
11. Norma/Regulamento	<b>PORTARIA Nº 140, DE 27 DE FEVEREIRO DE 2014</b> <b>Ministério da Saúde Secretaria de Atenção à Saúde</b>
12. Pessoas Envolvidas no Processo	Paciente, enfermagem, farmácia e médico da oncoclínica
13. Sistemas (Tecnologia) Envolvidos no Processo	Philips Tasy
14. Material de Apoio ao Processo (Setor)	n/a
15. Utiliza o Philips Tasy?	( X ) SIM ( ) NÃO
16. Principais Telas do Philips Tasy Utilizadas ( <b>se aplicável, anexo</b> )	<b>Tela 1 Prontuário Eletrônico</b> <b>Tela 2 Histórico de Saúde</b>



**Prontuário Eletrônico Paciente - PEP**

Atendimento: 7529228 | Prontuário: 1035494 | Paciente: PACIENTE 2 | Sexo: M | Nascimento: 04/10/1956 | Idade: 56a 6m 3d | Leito: UC2305 | Data entrada: 20/03/2017 09:37:16 | PO: 21 | Int: 25

**SAE - Sistematização da assistência de enfermagem**

Data: 13/04/2017 14:31:24 | Atend.: 7529228

Profissional: 1802754 | ENFERMEIRO - SAE

Modelo: Processo de Enfermagem - SAE | Liberação:

1ª hora: 16:00 | Iniciar agora | Horas válidas: 24

Início validade: 13/04/2017 16:00:00 | Fim validade: 14/04/2017 15:59:59

Ativo | Prescrição:

**Intervenções de enfermagem**

Intervenção	Pontos	Seq imp	Clasaz	Código	Dispem	Intervalo	1ª hora	Horários	respons
▶ Avaliar dor junto ao paciente	2	1	Próprio		A	ATENÇÃO	16:00	ATENÇÃO	
Alívio de roupas	1	1	Próprio		A		00:00	00	
Atentar para sinais de convulsão	1	1	Próprio		A		00:00	00	
Atentar para sinais que possam estar causando infecção	1	1	Próprio		A		00:00	00	
Avaliação do Grupo da Dor	1	1	Próprio		A		00:00	00	
Avaliar a intensidade local e característica da dor	1	1	Próprio		A		00:00	00	
Avaliar integridade da pele	1	1	Próprio		A	1X ao dia	16:00	16	
Comunicar intercorências	1	1	Próprio		A	ATENÇÃO	16:00	ATENÇÃO	
Comunicar qualquer alteração	1	1	Próprio		A	ATENÇÃO	16:00	ATENÇÃO	
Controlar nível de consciência	1	1	Próprio		A	ATENÇÃO	16:00	ATENÇÃO	
Controlar sinais vitais	1	1	Próprio		A	6-6 h	16:00	16 22 04 10	
Estimular a ingestão hídrica, exceto quando em restrição hídrica	1	1	Próprio		A		00:00	00	
Instalar colchão penidral	1	1	Próprio		A	Cont	16:00	16	
Instalar contenção mecânica	1	1	Próprio		A	SN	16:00	SN	
Instituir medidas de resfriamento externo	1	1	Próprio		A		00:00	00	
Manter grades elevadas	1	1	Próprio		A	Manter	16:00	Manter	

Atividade: Pend assinatura | Inativa | Encerrado

Atividade: Anamnese/Exame físico | Intervenções | Itens associados | Evolução

SAE - Sistematização da Assistência de enfermagem

**Medicamentos em uso**

Philips Tasy - Localizar Medicamentos

Nome: omeprazol | Código: [ ] | Coincidiu Majusc./Minusc.: [ ] | Localização reduzida: [ ]

Referência: [ ] | Sistema anterior: [ ] | Sistema externo: [ ] | Anvisa: [ ] | Somente prescrição: [x] | Ignorar Acentuação: [ ] | Restringir Itens de Kit: [ ]

Trazer o comercial: [ ] | Trazer o genérico na consulta: [x] | Somente materiais com: [ ] | Localizar pelo princípio ativo: [ ] | Mostrar princípio ativo: [ ] | Mostrar cod. sistema ant.: [ ]

Fornec: [ ] | Padronizado: Ambos

Código	Descrição	Conc.	U. Med	Via Aplic	Padr	Presc	Disp	St	Clf	Est	Referência	Reg Anvisa
52971	ESOMEPRAZOL MAGNESIO COMPRIMIDO REVES	cp re	VO	N	S	S	A	S				
53544	ESOMEPRAZOL MAGNESIO COMPRIMIDO REVES	cp re	VO	N	S	S	A	S				
53122	ESOMEPRAZOL SODICO PO LIOFILO INJETAVEL 40.00mg/ml	FA	IV	N	S	S	A	S				
69219	OMEPRAZOL CAPSULA 10MG	cap d	VO	N	S	S	A	S				
51175	OMEPRAZOL CAPSULA 20MG	cap d	VO	S	S	S	A	S				
53186	OMEPRAZOL MAGNESIO COMPRIMIDO REVESTI	cp re	VO	N	S	S	A	S				
53095	OMEPRAZOL MAGNESIO COMPRIMIDO REVESTI	cp re	VO	N	S	S	A	S				
51176	OMEPRAZOL PO LIOFILO INJETAVEL 40MG-DILUI	FA	IV B	S	S	S	A	S				
63160	OMEPRAZOL SUSPENSAD 2MG/ML 20ML	ml	VO	S	S	S	A	S				

Inativo | Não padronizado | Não disp. mercado | Consignado

Localizar | Ok | Cancelar | Comercial | Recomendações

Grupo: 1 | MEDICAMENTOS | Tipo Material: Medicamentos

Subgrupo: 106 | SISTEMA DIGESTIVO, METABOLISMO, NUTRIENTES E ELETROLITOS | Materiais

Classe: 331 | ANTIACIDOS E ANTIULCEROSOS | Medicamento Comercial

Material: 51175 | OMEPRAZOL CAPSULA 20MG | Medicamento Genérico

Família: 4 | ANTIULCEROSOS: INIBIDORES DA BOMBA DE PROTONS | Todos

Regia Prescrição

Seleção: [ ] | Árvore | Opções: DCB | DCI | ATC