

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

FÁBIO PEGORARO

**UM *FRAMEWORK* DE SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO NA
REDUÇÃO DA SUPERLOTAÇÃO DE PACIENTES EM PRONTOS-
SOCORROS**

CURITIBA

2020

FÁBIO PEGORARO

**UM *FRAMEWORK* DE SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO NA
REDUÇÃO DA SUPERLOTAÇÃO DE PACIENTES EM PRONTOS-
SOCORROS**

Trabalho apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção e Sistemas.

Área de concentração: Modelagem, Controle e Automação de Sistemas.

Linha de pesquisa: Modelos de apoio à tomada de decisão.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Alves Portela Santos
Coorientador: Prof. Dr. Eduardo F. R. Loures

CURITIBA

2020

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central
Edilene de Oliveira dos Santos CRB-9/1636

P376f
2020 Pegoraro, Fábio
Um framework de suporte à tomada de decisão na redução da superlotação de pacientes em prontos-socorros / Fábio Pegoraro; orientador, Eduardo Alves Portela Santos; coorientador, Eduardo F. R. Loures. -- 2020
203 f.: il. ; 30 cm

Tese (doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2020
Inclui bibliografia

1. Engenharia da produção. 2. Mineração de dados (Computação). 3. Registros hospitalares. 4. Processo decisório por critério múltiplo. 5. Hospitais - Administração. I. Santos, Eduardo Alves Portela. II. Loures, Eduardo de Freitas Rocha. III. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. IV. Título

CDD. 20. ed. – 658.78



Pontifícia Universidade Católica do Paraná Escola Politécnica
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas

PUCPR

TERMO DE APROVAÇÃO

FÁBIO PEGORARO UM FRAMEWORK DE SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO NA GESTÃO DE UNIDADES DE PRONTOS- SOCORROS

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

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

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

Prof. Dr. Fernando Deschamps (Membro Interno)

Profª. Dra. Deborah Ribeiro Carvalho (Membro Externo)

Prof. Dr. José Roberto Frega (Membro Externo)

Prof. Dr. Marcell Mariano Corrêa Maceno (Membro Externo)

Curitiba, 27 de julho de 2020.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero agradecer a Deus por mais esta conquista em minha vida, sem ele, nada disto teria acontecido.

Aos meus pais, Flávio Pegoraro e Abegail Portela Pegoraro, que me deram a vida, souberam me educar e, principalmente, foram dois grandes incentivadores para a realização deste Doutorado.

Agradeço imensamente a minha esposa e médica Renata Oliveira Coelho, por estar presente literalmente em todos os momentos deste trabalho, me auxiliando no entendimento da problemática da gestão do atendimento e tratamento de pacientes em unidades de Pronto-Socorros.

Aos meus queridos orientadores Dr. Eduardo Alves Portela Santos e Dr. Eduardo de Freitas Rocha Loures, por estarem sempre presentes e não medirem esforços nas sábias orientações para o desenvolvimento deste trabalho e os artigos científicos publicados.

Aos meus tios Lauro Pegoraro, Elda Pecatti Pegoraro e Gema Pegoraro (*in memoriam*), que a todo instante não mediram esforços para me apoiar em minha jornada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação Araucária pelo auxílio financeiro, sem o qual, este trabalho seria difícil de ser realizado.

À grande amiga Denise da Mata Medeiros, pela paciência, incentivo e admiração.

Aos meus amigos, em especial, Victor, Ramon, Naylene (Nay), Matheus, Giuliano e Bernardo, pelos incentivos e conhecimentos compartilhados, e é claro, pelos cafés...

À todos os professores do PPGEPS e Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde (PPGTS), em especial, à professora Dra. Deborah Ribeiro Carvalho, que em momentos difíceis em minha vida, esteve sempre presente me apoiando com seus ensinamentos e palavras motivadoras.

Enfim, à todos que contribuíram de forma direta e indireta para realização deste estudo.

Dedico este trabalho aos pacientes das unidades de Prontos-Socorros que aguardam ansiosamente por um serviço eficiente e humanizado.

“A verdadeira capacidade de uma pessoa não se mede pela vezes que cai ao chão, mas pelas vezes que se levanta e segue em frente”

(Autor desconhecido)

RESUMO

O ambiente de gerenciamento do Pronto Socorro (PS) é complexo e a demanda altamente variável de atendimento em um determinado período leva seus gestores a tentarem ajustar seus recursos para atender à demanda. Os gestores geralmente são forçados a identificar estratégias e tomar decisões sem conhecimento efetivo do estado real dos processos ou do impacto de suas decisões. Neste sentido, o presente trabalho, com base em 7 Fases metodológicas, objetivou, conceber e aplicar um *Framework* para apoiar o processo de tomada de decisão na gestão do atendimento e tratamento de pacientes com vistas a redução da superlotação de pacientes em unidades de PS de hospitais da rede do Sistema Único de Saúde (SUS) e rede privada. O *Framework* foi aplicado em um PS de um Hospital Universitário localizado na cidade de Curitiba, Estado do Paraná e contempla a técnica de simulação apoiada pela Mineração de Processos, método *Decision Making Trial and Evaluation Laboratory* (DEMATEL) e métodos *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM). No que diz respeito às técnicas e métodos que contemplam o *Framework* é que a mineração de processos vem se mostrando como uma técnica eficiente para concepção do modelo conceitual e de simulação, já que a mesma é baseada nos dados dos pacientes armazenados no Sistema de Informação do Hospital. Acredita-se que isso pode deixar um modelo de simulação mais condizente com a realidade do processo de atendimento ao paciente no PS, já que os dados não são baseados apenas em suposições humanas para a construção do modelo. Por sua vez, o *Framework* proposto lança mão do conhecimento do método MCDM *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para formar a estrutura hierárquica de critérios/subcritérios para atender o problema do PS estudado. Por outro lado, o método DEMATEL vem se apresentando como um método racional para a concepção de ações de melhorias para serem testadas por meio de cenários simulados. Tal racionalidade é amparada no fato que os critérios/subcritérios influentes e importantes na rede de critérios/subcritérios merecem atenção quando da concepção das ações. Por sua vez, acredita-se que os PSs podem possuir recursos dispendiosos, fazendo com que as ações de melhorias sejam implementadas nos PSs por uma ordem de prioridade para atender ao problema definido. Desta forma, o método MCDM *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* (PROMETHEE II) vem se apresentando como um método satisfatório para priorizar as ações de melhorias concebidas por meio do método DEMATEL para serem implementadas no PS. Destaca-se que o *Framework* foi facilmente compreendido pelos gestores do PS devido à sua facilidade de uso, e a integração entre esses gestores necessária ao seu desenvolvimento e aplicação, enriqueceu a discussão do problema de superlotação enfrentado pelo PS. Por fim, considera-se que o *Framework* pode auxiliar a estabelecer uma sistemática para o processo de tomada de decisão e, por sua vez, suportar os gestores do PS na tomada de decisões complexas.

Palavras-chave: Simulação; Mineração de Processos; Pronto-Socorro; Processos Hospitalares; métodos MCDM; método DEMATEL.

ABSTRACT

The management environment of the Emergency Department (ED) is complex and the highly variable demand for care in a given period leads its managers to try to adjust their resources to meet demand. Managers are often forced to identify strategies and make decisions without effective knowledge of the real state of the processes or the impact of their decisions. In this sense, the present work, based on 7 Methodological Phases, aims to conceive and apply a Framework to support the decision-making in the management of patient care and treatment process with a view to reducing the overcrowding of patients in ED units in hospitals in the Single Healthcare System (Sistema Único de Saúde - SUS) and private network. The Framework was applied in a PS of a University Hospital located in the city of Curitiba, State of Paraná and includes the simulation technique supported by Process Mining, Decision Making Trial and Evaluation Laboratory method (DEMATEL) and Multiple Criteria Decision Making (MCDM) methods. With regard to the techniques and methods included in the Framework, Process Mining has been shown to be an efficient technique for designing the conceptual and simulation model, since it is based on patient data stored in the Information System of the Hospital. We believe that this can make a simulation model more consistent with the reality of the patient care process in the ED since the data are not based only on human assumptions for the construction of the model. In turn, the proposed Framework makes use of the knowledge of the MCDM Analytic Hierarchy Process (AHP) method to form the hierarchical structure of criteria/subcriteria to meet the problem of ED studied. On the other hand, the DEMATEL method has been presented as a rational method for designing improvement actions to be tested using simulated scenarios. Such rationality is supported by the fact that the influential and important criteria/sub-criteria in the network of criteria/sub-criteria deserve attention when designing the actions. In turn, it is believed that the EDs can have expensive resources, causing the improvement actions to be implemented in the EDs in order of priority to meet the defined problem. Thus, the MCDM Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE II) method has been presenting itself as a satisfactory method to prioritize the improvement actions conceived through the DEMATEL method to be implemented in the ED. It is noteworthy that the Framework was easily understood by ED managers due to its ease of use, and the integration between these managers necessary for its development and application enriched the discussion of the overcrowding problem faced by the ED. Finally, we believe that the Framework can help to establish a system for the decision-making process and, in turn, support the ED managers in making complex decisions.

Keywords: Simulation; Process Mining; Emergency Department; Healthcare Process; MCDM method; DEMATEL method.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Notação IDEF0.....	37
Figura 2. Atividades metodológicas da pesquisa.....	38
Figura 3. Fases das estratégias de pesquisa	39
Figura 4. Atividade metodológica A0	40
Figura 5. Atividade metodológica A1	41
Figura 6. Atividade metodológica A2	42
Figura 7. Atividade metodológica A3	46
Figura 8. Atividade metodológica A4	47
Figura 9. Atividade metodológica A5	48
Figura 10. Atividade metodológica A6	48
Figura 11. Atividade metodológica A7	49
Figura 12. Conceitos teóricos expostos na revisão de literatura.....	51
Figura 13. Fluxo de atividades em um PS	54
Figura 14. Posicionamento dos três tipos de mineração de processos	64
Figura 15. Etapas em um estudo de simulação.....	69
Figura 16. Estrutura lógica para a construção do objetivo, critérios, sub-critérios e alternativas para a tomada de decisão	84
Figura 17. Decomposição do problema pelo método AHP	85
Figura 18. Sistematização do método DEMATEL.....	99
Figura 19. Diagrama de relações causais entre 7 critérios de decisão.....	101
Figura 20. Abordagem para a criação de modelos de simulação por meio da mineração de processos.....	108
Figura 21. Intercessão entre métodos, técnicas e informações para concepção do <i>Framework</i>	115
Figura 22. <i>Framework</i> de suporte à tomada de decisão	118
Figura 23. Aquisição de dados quantitativos e aplicação da mineração de processos	119
Figura 24. Aquisição de dados qualitativos para o modelo de simulação.....	123
Figura 25. Hierarquização dos elementos de decisão.....	125
Figura 26. Etapa de aplicação do DEMATEL.....	126
Figura 27. Fase 2 do <i>Framework</i> proposto.....	128
Figura 28. Um exemplo do log de eventos contendo dados de pacientes	136

Figura 29. Exemplo do log de eventos na recepção e triagem de paciente no PS do hospital prontos para a mineração de processos.....	137
Figura 30. Modelo do processo descoberto	138
Figura 31. Modelo do processo real com as atividades mais comuns	139
Figura 32. Taxa média diária de chegada voluntária de pacientes no PS.....	141
Figura 33. Modelo conceitual preliminar de simulação	142
Figura 34. Modelo computacional de simulação.....	143
Figura 35. Pacientes encaminhados por UPAs	144
Figura 36. Pacientes pouco urgentes e não urgentes encaminhados pelas UPAs.....	145
Figura 37. Especialidade mais demandada pelos pacientes que procuram o PS	146
Figura 38. Demanda por outras especialidades médicas em conjunto com a ortopedia	146
Figura 39. Recorte do mapa de relações meio-fins ilustrando o cluster tempo de espera do paciente.....	147
Figura 40. Estrutura hierárquica de critérios e subcritérios de performance em PS	151
Figura 41. Mapa de influências entre os 8 critérios de performance de gestão em PS	157
Figura 42. Comparação em pares para o método AHP	168
Figura 43. Peso global do critérios com a abordagem DEMATEL × AHP	172

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Estrutura do presente trabalho	33
Quadro 2. Atividades para a revisão bibliográfica sistemática	42
Quadro 3. Principais trabalhos em mineração de processos com foco em departamento de emergência de hospitais.....	57
Quadro 4. Exemplo de um <i>log</i> de eventos em um PS	65
Quadro 5. Vantagens, desvantagens e causas para o insucesso da simulação.....	67
Quadro 6. Principais trabalhos envolvendo simulação na área de DEs.....	71
Quadro 7. Comparação entre os métodos MCDM	81
Quadro 8. Artigos que envolvem AHP nos departamentos de emergência.....	90
Quadro 9. Método PROMETHEE aplicado na gestão de PSs	95
Quadro 10. Aplicação do método DEMATEL em áreas correlatas ao tema deste trabalho. .	102
Quadro 11. Artigos que abordam a simulação com suporte da mineração de processos	108
Quadro 12. Artigos correlatos à proposta do presente trabalho	112
Quadro 13. Modelo de coleta de opinião do método DEMATEL.....	127
Quadro 14. Modelagem do questionário AHP	130
Quadro 15. Ações de melhorias propostas para o PS	164

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Escala fundamental de Saaty	85
Tabela 2. Matriz com os valores numéricos dos critérios	86
Tabela 3. Preferência numérica de alternativas em relação ao critério que está sendo analisado	86
Tabela 4. Valor do índice aleatório em relação à matriz de tamanho (n).....	88
Tabela 5. Informações nos <i>logs</i> de eventos para a mineração de processos	107
Tabela 6. Palavras-chave definidas para coleta de artigos	112
Tabela 7. <i>Strings</i> para identificação de estudos semelhantes à área deste trabalho	115
Tabela 8. Local (LW) and global weights (GW) of criteria and subcriteria with analytic hierarchy process-decision-making trial and evaluation laboratory	132
Tabela 9. Especialidades médicas mais demandadas no PS.....	134
Tabela 10. Cor da classificação de risco dos pacientes no PS do Hospital estudado.....	144
Tabela 11. Critérios e subcritérios quantitativos de performance de gestão em PS.....	148
Tabela 12. Critérios e subcritérios qualitativos de performance de gestão em PS.....	150
Tabela 13. Critérios quantitativos e qualitativos de performance de gestão em PS.....	152
Tabela 14. Matriz de relação média Z	154
Tabela 15. Matriz normalizada D	154
Tabela 16. Matriz de relação total T	154
Tabela 17. Valores de r_i e c_i	155
Tabela 18. Influências fornecidas e recebidas entre os 8 critérios da rede.....	155
Tabela 19. Calculo do $(r_i + c_i)$ e $(r_i - c_i)$	156
Tabela 20. Critérios e subcritérios influenciadores e influenciados na rede de relacionamentos	159
Tabela 21. Relações de influência entre os subcritérios no cluster C_1	160
Tabela 22. Relações de influência entre os subcritérios no cluster C_2	161
Tabela 23. Relações de influências entre os subcritérios no cluster C_3	161
Tabela 24. Relações de influência entre os subcritérios no cluster C_4	162
Tabela 25. Relações de influência entre os subcritérios no cluster C_5	162
Tabela 26. Relações de influência entre os subcritérios no cluster C_6	163
Tabela 27. Relações de influência entre os subcritérios no cluster C_7	163
Tabela 28. Relações de influência entre os subcritérios no cluster C_8	164
Tabela 29. Pesos locais (LW) e globais (GW) de critérios e subcritérios com AHP	168

Tabela 30. Razões de consistência para matrizes do AHP	169
Tabela 31. Pesos dos critérios DEMATEL × AHP normalizados.....	170
Tabela 32. Pesos globais e locais de critérios e subcritérios sob a abordagem AHP-DEMATEL	170

LISTAS DE SIGLAS

AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
ANS	Agência Nacional de Saúde Suplementar
ANVISA	Agencia Nacional de Vigilância Sanitária
BPMN	<i>Business Process Management and Notation</i>
BPMS	<i>Business Process Management System</i>
BSC	<i>Balanced Scorecard</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de nível superior
CFM	Conselho Federal de Medicina
CPN	<i>Coloured Petri Nets</i>
CRM	<i>Customer Relationship Management</i>
CSV	<i>Comma Separated Values</i>
CV	Valor Comparativo
DDS	<i>Decision Suport Systems</i>
DE	Departamento de Emergência
DEMATEL	<i>Decision Making Trial and Evaluation Laboratory</i>
DMD	Decisão Multicritério Discreta
ED	<i>Emergency Department</i>
ELECTRE	<i>Élimination Et Choix Traduisantla Réalité</i>
EPC	<i>Event-driven Process Chain</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
Fuzzy-DEVS	<i>Fuzzy Discrete Event System Specification</i>
GAIA	<i>Geometrical Analysis for Interactive Aid</i>
HIS	<i>Hospital Information Systems</i>
HPP	Hospital Pequeno Príncipe
HRPG	Hospital Regional Público de Gurupi
HTA	Health Technology Assessment
IA	Índice Aleatório
IC	Índice de Inconsistência
ID	Identificação
IVIF	Interval value Intuitionistic Fuzzy
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
MAHP	<i>Multiplicative AHP</i>

MCDM	<i>Multiple Criteria Decision Making</i>
MS	Ministério da Saúde
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
MTS	<i>Manchester Triage System</i>
PA	Pronto Atendimento
PO	Pesquisa Operacional
PDM	<i>Product Data Management</i>
PNH	Política Nacional de Humanização
PROMETHEE	<i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations</i>
PS	Pronto Socorro
PUCPR	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
RBS	Revisão Bibliográfica Sistemática
RC	Razão de Consistência
SAMU	Serviço de Atendimento Móvel de Urgência
SED	Simulação de Eventos Discretos
SIH	Sistema de Informação Hospitalar
SUS	Sistema Único de Saúde
TC	Taxa de Consistência
TOC	<i>Theory of Constraints</i>
TOPSIS	<i>The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution</i>
UBS	Unidade Básica de Saúde
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UPA	Unidade de Pronto Atendimento
VPP	Valor Percebido pelo Paciente
YAWL	<i>Yet Another Workflow Language</i>
WfM	<i>Workflow Management</i>
WoS™	<i>Web of Science</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
1.1 CONTEXTO	20
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA	26
1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA	28
1.4 JUSTIFICATIVA, RELEVÂNCIA E ORIGINALIDADE	29
1.5 PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS, TECNOLÓGICAS E SOCIAIS DA ABORDAGEM PROPOSTA	32
1.6 ESTRUTURA DO DOCUMENTO	33
2 METODOLOGIA.....	36
2.1 ESTRATÉGIAS DE PESQUISA.....	39
2.1.1 Fase de exploração.....	39
2.1.2 Fase de desenvolvimento	43
2.1.3 Fase de execução, avaliação, interpretação e conclusão.....	46
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	50
3.1 PRONTO SOCORRO	52
3.2 MINERAÇÃO DE PROCESSOS COM FOCO NA ÁREA DA SAÚDE.....	55
3.2.1 Log de eventos.....	64
3.3 LAÇÃO PARA SUPORTE NA TOMADA DE DECISÃO EM GESTÃO DE PRONTO-SOCORRO	65
3.4 ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO	77
3.4.1 Analytic Hierarchy Process (AHP)	83
3.4.2 O método PROMETHEE II	92
3.5 O MÉTODO DEMATEL	98
3.6 CONEXÃO ENTRE A SIMULAÇÃO, MINERAÇÃO DE PROCESSOS, MÉTODOS MCDM E DEMATEL	105
3.6.1 Mineração de processos para suporte à simulação.....	107
3.6.2 Simulação em PS com suporte dos métodos MCDM	112
3.6.3 Artigos científicos semelhantes à proposta do presente trabalho	114
4 FRAMEWORK PROPOSTO	116
4.1 FASE 1 DO <i>FRAMEWORK</i> PROPOSTO.....	119
4.1.1 Etapa de aquisição de dados quantitativos e aplicação da mineração de processos para suporte ao modelo de simulação do PS.....	119

4.1.2 Etapa de aquisição de dados qualitativos para o modelo de simulação	122
4.1.3 Confeção do modelo de simulação computacional.....	123
4.1.4 Etapa de inserção do método AHP para estruturação hierárquica de critérios e subcritérios	124
4.1.5 Etapa de aplicação do Método DEMATEL	125
4.2 FASE 2 DO <i>FRAMEWORK</i> PROPOSTO.....	128
4.2.1 Auxílio da tomada de decisão por meio do método PROMETHEE II	128
4.2.2 Idealização do modelo híbrido AHP-DEMATEL.....	129
5 APLICAÇÃO DO <i>FRAMEWORK</i>	133
5.1 ORGANIZAÇÃO ESTUDADA	134
5.2 APLICAÇÃO DA FASE 1 DO <i>FRAMEWORK</i> - COLETA E PROCESSAMENTO DO LOG DE EVENTOS.....	135
5.3 APLICAÇÃO DA FASE 1 DO <i>FRAMEWORK</i> - DESCOBERTA DO MODELO DO PROCESSO.....	137
5.4 APLICAÇÃO DA FASE 1 DO <i>FRAMEWORK</i> - CONCEPÇÃO DO MODELO CONCEITUAL DE SIMULAÇÃO A PARTIR DA MINERAÇÃO DE PROCESSOS.....	139
5.5 APLICAÇÃO DA FASE 1 DO <i>FRAMEWORK</i> - DADOS FACTÍVEIS CAPTURADOS PELA MINERAÇÃO DE PROCESSOS	143
5.6 APLICAÇÃO DA FASE 1 DO <i>FRAMEWORK</i> - CARACTERIZAÇÃO DE CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS DE PERFORMANCE EM GESTÃO DE PS.....	147
5.7 APLICAÇÃO DA FASE 1 DO <i>FRAMEWORK</i> - APLICAÇÃO DO MÉTODO DEMATEL A PARTIR DOS CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS DEFINIDOS	152
5.8 APLICAÇÃO DA FASE 1 DO <i>FRAMEWORK</i> - PROPOSTA DE AÇÕES DE MELHORIAS PARA O PS.....	164
5.9 APLICAÇÃO DA FASE 2 DO <i>FRAMEWORK</i> – DEFINIÇÃO DOS PESOS AHP-DEMATEL.....	167
5.10 RESULTADOS OBTIDOS COM A APLICAÇÃO DO <i>FRAMEWORK</i>	172
6 CONCLUSÕES.....	176
6.1 CONCLUSÕES GERAIS.....	176
6.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	178
6.3 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....	179
REFERÊNCIAS.....	180
APÊNDICE 1	195
APÊNDICE 2	196

ANEXO 1.....	200
ANEXO 2.....	201

1 INTRODUÇÃO

Um Departamento de Emergência (DE) ou Pronto Socorro (PS)¹ de um hospital desempenha um papel estratégico na recuperação da saúde dos pacientes. Configura-se como um componente importante de um sistema de saúde, sendo um dos principais pontos de entrada de um hospital, oferecendo serviços de saúde *non-stop* para pacientes com várias necessidades (VANBRABANT *et al.*, 2019).

Contudo, os gestores de um PS convivem com demandas aleatórias de complexidade de saúde de pacientes e a falta de uma estrutura de suporte à tomada de decisão pode derivar em uma baixa produtividade, atraso no tratamento ao paciente, tempo de espera por atendimento médico acima do recomendado por protocolos médicos, elevado tempo de permanência do paciente no PS, além de uma equipe sobrecarregada. Combinado com restrições orçamentárias, é cada vez mais comum a superlotação das unidades de emergência dos hospitais, sendo esta considerada como um grande problema internacional que afeta adversamente o atendimento e os resultados do paciente (ABO-HAMAD; ARISHA, 2013, AMARAL; COSTA, 2014, VANBRABANT *et al.*, 2019, WARNER *et al.*, 2015). Diante deste contexto, os gestores hospitalares estão se vendo cada vez mais pressionados pela melhoria da qualidade das suas decisões (ESKANDARI *et al.*, 2011).

O processo de tomada de decisão no contexto de um ambiente de emergência hospitalar com o objetivo de reduzir sua superlotação, pode assumir um grau elevado de complexidade. Complexidade esta, quando a decisão é formada por um juízo coletivo, possui numerosas alternativas sob a ótica de diversos critérios, e que o processo requer uma solução por meio do consenso dos decisores que, por sua vez, é gerada por meio do confronto de perspectivas (ABO-HAMAD; ARISHA, 2013, ASHOUR; OKUDAN, SMITH, 2010).

Além do mais, o sistema cognitivo humano opera em condições de racionalidade limitada, não sendo capaz de dar conta de uma infinidade de informações para agir em condições de racionalidade perfeita, tais como, total informação sobre o problema, os critérios que os representa, bem como as alternativas e suas consequências (FREGA, 2009). O domínio também é desafiado pela incerteza intrínseca das demandas e dos resultados dos sistemas de saúde, alto nível de envolvimento humano, orçamento e recursos físicos limitados, e o grande número de variáveis para serem administradas. Por exemplo, tempos entre as chegadas dos pacientes em um PS, Tempo de espera do paciente por atendimento médico, tempo de permanência do paciente no PS, agendamento de pacientes, número de leitos, etc. (ABO-

¹ Pela regularidade deste acrônimo (PS) no presente trabalho, o mesmo será reincidentemente utilizado.

HAMAD; ARISHA, 2013, GROOTHUIS; VAN MERODE; HASMAN, 2001, GUL; GUNERI, 2012).

Os gestores hospitalares estão frequentemente tomando decisões sobre a capacidade produtiva ou o gerenciamento de recursos de modo a contribuir com o atendimento ao paciente de maneira mais adequada para o restabelecimento da saúde (DIABY; CAMPBELL; GOEREE, 2013). Por exemplo, eles decidem quantos leitos devem estar disponíveis no futuro; qual a melhor distribuição das equipes de saúde para os diferentes departamentos hospitalares; que novos dispositivos biomédicos ou outros recursos materiais são necessários para manter o hospital competitivo; treinamento da equipe, Layout do PS etc (KOLB *et al.*, 2008). Desta forma, incluir as preferências dos gestores durante o processo de tomada de decisão pode ser essencial para empregar os recursos hospitalares de forma mais eficiente (THOKALA *et al.*, 2016).

Sendo assim, diante do contexto da complexidade do processo decisório, a avaliação das decisões no domínio da gestão do atendimento e tratamento de pacientes em unidades de PS (Gestão em PS) antes da sua implementação real é essencial. Para atender o domínio, pode-se fazer necessário a concepção de ferramentas formais de forma a garantir à qualidade dos serviços prestados aos pacientes e, por fim, reduzir a superlotação de pacientes. Neste sentido, essa tese de doutorado tem como objetivo conceber um *Framework* de suporte à tomada de decisão para auxílio na redução da superlotação de pacientes em unidade de PS de hospitais da rede do Sistema Único de Saúde (SUS) e da rede privada.

1.1 CONTEXTO

Conforme abordado, o processo de tomada de decisão na gestão de um PS é usualmente complexo e requer métodos e técnicas que possam auxiliar os tomadores de decisão em selecionar alternativas mais eficazes e que contemplem de forma mais eficiente o problema em que se está estudando. Sendo assim, a avaliação de uma intervenção na gestão de uma organização hospitalar, antes da sua implementação real é essencial (AROUA; ABDULNOUR, 2017).

Neste sentido, para contribuir com o processo decisório, o computador está proporcionando avanços em modelagem e simulação² de processos, pois *softwares* estão sendo desenvolvidos para facilitar a resolução dos problemas no contexto do domínio da

² No contexto do presente trabalho, a simulação é caracterizada como simulação computacional discreta.

gestão em saúde. A simulação facilita compreender, verificar e principalmente manipular o comportamento do sistema de forma segura e com custos bem menores (HARREL *et al.*, 2002, HOLLOCKS, 1992, ABO-HAMAD; ARISHA, 2013, ELDABI; IRANI; PAUL, 2002).

Os hospitais buscam auxílio na simulação para a tomada de decisão principalmente nas atividades mais complexas. Por exemplo, redução nos custos logísticos, configuração adequada de recursos humanos, físicos e financeiros para suprir um aumento de demanda em um departamento de emergência hospitalar (VANBRABANT *et al.*, 2019, GUL; GUNERI, 2012; ABO-HAMAD; ARISHA, 2013; KHADEM *et al.*, 2008, JOAQUIM; VIEIRA, 2009; AHMED; ALKHAMIS, 2009).

Diante deste contexto, os PS de hospitais estão aderindo à técnica de simulação discreta devido à capacidade de considerar o tipo de chegadas estocásticas por casos de complexidade de saúde crítica de pacientes. Pode-se, por exemplo, em um ambiente de PS, verificar se a inserção de mais recursos humanos e equipamentos irão contribuir significativamente para a redução do tempo de espera em fila para início do atendimento médico (PEGORARO, 2012). Assim sendo, a simulação permite que o tomador de decisão obtenha uma percepção do comportamento do sistema em relação a diferentes alternativas possíveis antes de comprometer recursos e esforços (BOCCIARELLI *et al.*, 2014, LAJOIE *et al.*, 2014).

Entretanto, cabe destacar que três premissas devem merecer atenção quando se quer obter respostas mais adequadas a um problema utilizando a simulação. A primeira diz respeito ao esforço de modelagem, a segunda refere-se à concepção de cenários (i.e., alternativas) para serem simulados, e a terceira premissa remete-se à escolha dos cenários mais adequados para atender o problema que se quer solução.

Posto isto, com relação à primeira premissa, a simulação requer esforços de modelagem e os resultados geralmente são baseados em dados estatísticos coletados manualmente por meio de formas tradicionais tais como: documentações, observações e entrevistas com especialistas que ajudam a entender o processo do mundo real. Sendo assim, somente utilizar essas técnicas para coleta de dados pode induzir a erros de modelagem, pois se baseiam na percepção humana, além de serem demoradas (ROZINAT *et al.*, 2009a).

Desta forma, para abordar a simulação, o conhecimento do processo é inevitável. E para os ambientes equipados com Sistemas de Informação Hospitalar (SIH), o *log* de eventos que são informações gravadas prontamente e disponíveis nesses sistemas de forma sequencial, pode contribuir por meio da mineração de processos para a construção de modelos de simulação com pouco ou nenhum esforço adicional de modelagem (ROZINAT *et al.*, 2009a). Por

tanto, a mineração de processo pode se tornar uma aliada na construção de modelos de simulação principalmente por que ela apresenta como o sistema está funcionando e não como o especialista ou gestor acredita que esteja funcionando (MANS; AALST; VANWERSCH, 2015; REIJERS; AALST, 1999; ROZINAT *et al.*, 2009a; ROVANI *et al.*, 2005; AALST, 2011; KHODYREV; POPOVA, 2014; ROZINAT *et al.*, 2008; WYNN *et al.*, 2007, ABO-HAMED; RAMY; ARISHA, 2017).

A mineração de processos, de forma individual, já é bastante utilizada na área da saúde conforme os trabalhos que estão referenciados na seção 3.2 da revisão da literatura, e seu suporte para a construção de modelos de simulação é um campo relativamente novo de acordo com (REIJERS; AALST, 1999; ROZINAT *et al.*, 2009b; KHODYREV; POPOVA, 2014; ROZINAT *et al.*, 2008; WYNN *et al.*, 2007, AUGUSTO *et al.*, 2016; NAKATUMBA; WESTERGAARD; VAN DER AALST *et al.*, 2013, PEGORARO *et al.*, 2019).

Já a segunda premissa, para que um projeto de simulação tenha êxito, há a necessidade da concepção de cenários para serem simulados. Sendo assim, a partir dos cenários, os gestores poderão observar o impacto das melhorias planejadas (DAVIES, 2007, CARSON, 2004, HARREL *et al.*, 2002).

A concepção de cenários para serem simulados se mostra como um aspecto preocupante para o sucesso da simulação, com alguns autores concatenando métodos científicos no intuito de contribuir com a concepção dos cenários. Sabbadini, Gonçalves e Oliveira (2006) aplicaram a Teoria das Restrições (TOC) com o objetivo de contribuir com a concepção de cenários para serem simulados a fim de atender a gestão do atendimento em um hospital em Rezende - RJ. Já Pegoraro (2012), a partir do modelo real simulado do PS de um hospital público no estado do Tocantins, aplicou os 5 passos da melhoria contínua da TOC para a concepção dos cenários para serem simulados com o objetivo de reduzir o tempo de espera por atendimento de urgência e emergência. Os autores Ahmed e Alkhamis (2009) utilizaram o conhecimento da otimização para a concepção de um cenário otimizado com o objetivo de minimizar o tempo de permanência do paciente na emergência. Cabrera *et al.*, (2011) se apoiaram na simulação baseada em agentes e utilizaram a otimização para configurar um cenário ideal em quantidade de médicos, enfermeiros de triagem e pessoal do departamento de admissão com o objetivo de minimizar o tempo de espera do paciente em um PS. Entretanto a abordagem por otimização pode introduzir uma excessiva rigidez nas decisões, não sendo muito adequada em ambientes com variáveis tão complexas em sua dinâmica estatística, como é o caso da área da saúde, podendo limitar uma observação mais clara dos elementos de decisão (SILVA *et al.*, 2016, AMARAL; COSTA, 2014).

No entanto, a concepção de cenários doravante do conhecimento tácito do especialista é o método predominante utilizado, conforme os estudos em simulação na área de PS que estão destacados na seção 3.3. Ou seja, com base ao modelo real simulado, o especialista inicia um processo de realização de inferências no modelo simulado, e a partir dessas inferências, os cenários são criados e os resultados avaliados, e por fim, se decide qual cenário será implementado.

Entretanto, para se atender à performance da gestão de um PS com o objetivo de reduzir a sua superlotação, o gestor pode se deparar com diversos critérios de decisão em diversos níveis hierárquicos e com relações de influências associadas ao problema que se quer solução. Neste sentido, para Shieh, Wu e Huang (2010), a falta de conhecimento acerca das relações de influências e causalidades, além do grau de importância entre critérios por meio dos pesos, pode comprometer a concepção de alternativas para atender um determinado problema. Desta forma, nos estudos que envolvem simulação, pode se fazer necessário a observação e avaliação das relações de dependências e influências à partir da opinião dos tomadores de decisão, pelos critérios que podem nortear os decisores na concepção de cenários para serem simulados. Isso de fato, pode remeter uma racionalidade pertinente para a concepção de alternativas que atendam de forma mais adequada os problemas de gestão do atendimento e tratamento de pacientes enfrentados pelos Prontos-Socorros (PSs).

Sendo assim, a inclusão do método *Decision Making Trial and Evaluation Laboratory* (DEMATEL) conforme os trabalhos de Shieh; Wu; Huang (2010), Efe e Efe (2016) para lidar com o grau de importância dos critérios que regem a gestão do atendimento e tratamento de pacientes por meio de pesos e apresentar as relações de causalidade entre os mesmos; revela-se como um método de apoio para que os gestores de PSs possam conceber alternativas que poderão ser testadas a partir de cenários simulados. Destaca-se que o DEMATEL além de considerar as relações de influência e interdependência entre os critérios que atendem um problema específico para o qual se deseja solução, prioriza os critérios mais importantes por meio de pesos. Isso pode ser útil para conceber ações de melhorias com maior racionalidade. Tal racionalidade é amparada no fato de que as ações de melhorias devem focar nos critérios que possuem influências e importância no conjunto de critérios definidos (SHIEH; WU; HUANG, 2010).

O método DEMATEL se fazer necessário no presente estudo, devido ao fato que os critérios raramente são independentes e sempre têm um grau de relações interativas, às vezes com efeitos de dependência (SHIEH; WU; HUANG, 2010, TZENG; CHIANG; LI, 2007). O DEMATEL é baseado na teoria dos grafos, o que remete uma melhor compreensão das

relações causais entre os critérios de decisão, que se caracterizam por serem complexas e em muitos casos, imperceptíveis (ORTIZ; FELIZZOLA; ISAZA, 2015).

Todavia, com relação à terceira premissa, para se atender a escolha dos melhores cenários concebidos e simulados, geralmente se leva em consideração apenas o conhecimento tácito dos tomadores de decisão, sem um método de apoio à decisão formalizado. No entanto, acredita-se que isso pode não ser adequado, já que os cenários poderão ser conflitantes entre si sob o ponto de vista dos diversos decisores que compõe o processo de tomada de decisão na gestão hospitalar. O processo de tomada de decisão se torna um problema complexo por causa dos conflitos de preferências entre os tomadores de decisão (ABO-HAMAD; ARISHA, 2013).

Para Frega (2009) é bastante provável que dois decisores encarem o mesmo problema de decisão de forma diferente, mesmo que esse problema já esteja adequadamente especificado em termos de alternativas e critérios pelos quais essas alternativas serão avaliadas. Dependendo da complexidade do problema, utilizar somente o conhecimento tácito dos tomadores de decisão, sem a utilização de um método adequado, testado e utilizado na prática corporativa, e que padroniza o processo de tomada de decisão, pode-se comprometer a qualidade das decisões tomadas (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2011).

Desta forma, utilizar métodos para auxiliar somente na concepção do modelo real de simulação e os respectivos cenários para serem simulados não é suficiente para atender a problemática do presente trabalho. A partir dos cenários concebidos e simulados, o decisor poderá se deparar com problemas de escolhas de qual ou quais cenários se encaixam mais adequadamente para solucionar um problema definido. Essa situação se agrava quando o processo de tomada de decisão envolve diversos decisores, situação essa, típica do ambiente da área da saúde (RIZ; SANTOS; LOURES, 2017). Neste caso, o apoio multicritério à tomada de decisão se torna adequado para tratar deste tipo de problema (VINCKE, 1992).

Sendo assim, a inclusão de Métodos de Tomada de Decisão Multicritério (*Multiple Criteria Decision Making* - MCDM) para lidar com a complexidade de escolhas de cenários simulados, revela-se como uma opção para que os gestores de PS possam ter mais confiança nas decisões tomadas (ABO-HAMAD; ARISHA, 2012, ASHOUR; OKUDAN, SMITH, 2010, ABO-HAMAD; ARISHA, 2012, 2013, ESKANDARI *et al.*, 2011, SILVA *et al.*, 2016).

Destaca-se que o MCDM é uma disciplina da pesquisa operacional (PO) que torna a preferência do tomador de decisão explícita considerando múltiplos critérios em ambientes de tomada de decisão onde se possui informações conflitantes. Diante disto, os métodos MCDM

são recomendados para ambientes com vários decisores, critérios e alternativas (AMARAL; COSTA, 2014).

De acordo com Diaby, Campbell e Goeree (2013) os métodos MCDM podem ser classificados em: Métodos de Mensuração de Valor que são entendidos como o grau que uma alternativa é preferível à outra e se baseiam na construção de um único valor global para cada alternativa, a fim de, estabelecer uma classificação de alternativas. E os métodos de Superação/ordenação que se baseiam no conceito de dominância, onde as alternativas são comparadas em partes pelo decisor em termos de cada critério (AMARAL; COSTA, 2014, LATEEF-UR-REHMAN, 2013). Os métodos de ordenação procuram evitar hipóteses matemáticas muito rígidas e questionamentos intrigantes ao tomador de decisão, facilitando a modelagem de problemas reais (VINCKE, 1992). Neste sentido, para Amaral e Costa (2014) os métodos de ordenação são aconselháveis para o contexto de tomada de decisão para reduzir a superlotação de PS.

Sendo assim, o *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* (PROMETHEE II) classifica-se como um método MCDM que adota a abordagem por superação conforme Araya, Gomes e Carignano (2011) e Amaral e Costa (2014), e neste caso, foi escolhido como o método para auxiliar os decisores na priorização da implementação dos cenários simulados que serão mais adequados para reduzir a superlotação de pacientes em (PS).

Porém, no método PROMETHEE II os tomadores de decisão precisam atribuir pesos para os diferentes critérios definidos que suportam as escolhas das alternativas (AMARAL; COSTA, 2014). Quantificar os pesos, apresenta-se como uma informação essencial no método PROMETHEE II, e que representam as preferências dos especialistas no contexto de decisão (AMARAL; COSTA, 2014). No entanto, o método PROMETHEE II não dispõe de nenhum suporte formal para estabelecimento de pesos para os critérios, sendo adequado introduzir uma abordagem que supra essa lacuna (LATEEF-UR-REHMAN, 2013, PEGORARO *et al.*, 2020b).

Neste sentido, é oportuno para o contexto da área da gestão em saúde, destacar a abordagem do método DEMATEL e *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para lidar com a complexidade da definição dos pesos dos critérios, que por sua vez, irão suportar o método PROMETHEE II para auxiliar o processo decisório. A vantagem do uso do DEMATEL como forma de fornecer pesos para os critérios se destaca pela melhor compreensão das influências a partir da análise das relações de causa e efeito entre os elementos de um sistema (SHIEH; WU; HUANG, 2010). Por sua vez, o AHP retrata as inconsistências entre as opiniões dos

decisores frente aos critérios definidos que orientam o processo decisório para a gestão na área da saúde (ORTIZ-BARRIOS *et al.*, 2017). Acredita-se que os modelos MCDM híbridos podem oferecer resultados mais robustos que métodos MCDM únicos (LIOU *et al.*, 2017, LIOU *et al.*, 2011, TZENG; CHIANG; LI, 2007). Isto pode estar justificado pelo fato de que os modelos híbridos abordam as limitações que os métodos únicos mantêm em suas estruturas.

Diante do contexto, a simulação suportada pela mineração de processo com a agregação de métodos MCDM e DEMATEL, podem contribuir no processo de tomada de decisão ao lidar explicitamente com as prioridades e as compensações entre os diferentes critérios de decisão em um ambiente de PS. Isto poderá tornar o processo decisório mais explícito, racional e eficiente. Essa integração pode resultar na concepção de um melhor entendimento sobre a estrutura do problema, as implicações de possíveis ações corretivas antes da efetiva implementação de uma solução e a seleção de decisões apropriadas de acordo com a abordagem do problema que se pretende resolver neste presente trabalho.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

O serviço médico emergencial dos sistemas hospitalares envolve processos de alto risco com custos relativamente altos e que são difíceis de gerir (VANBRABANT *et al.*, 2019). Sabe-se que a agilidade no tratamento dos pacientes que necessitam de serviços médicos emergenciais é fator crítico de sucesso para a redução de sequelas e restabelecimento da saúde. Porém os gestores desses serviços enfrentam dificuldades para à tomada de decisão com o objetivo de garantir uma gestão eficiente. Por exemplo, diante de um aumento inesperado na demanda do serviço emergencial, requer muitas vezes reconfigurar os processos para que possam atender os pacientes de forma apropriada e para tanto, necessitam de ferramentas formais para o suporte à tomada de decisão (ABO-HAMED; RAMY; ARISHA, 2017, ABO-HAMAD; ARISHA, 2013, GUL; GUNERI, 2012).

Para que as organizações de saúde atendam adequadamente os pacientes que procuram pelos serviços, a área da saúde no Brasil possui uma forte regulamentação e fiscalização e orientação do MS, a Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), secretarias estaduais e municipais de saúde (RIZ; SANTOS; LOURES 2016, SANTOS, 2016). Aliado a todas estas regulamentações, fiscalizações e orientações, faz com que os serviços de saúde se alterem de um patamar de apenas buscar a otimização dos recursos, para

um patamar de busca de equilíbrio entre o atendimento aos pacientes e a eficiência gerencial das organizações de saúde (BRAILSFORD; VISSERS, 2011).

No entanto, apesar das regulamentações e Documentos Médicos³ que regulamentam e orientam os serviços médicos emergenciais, o que ainda se percebe é a superlotação desses serviços, caracterizando essa situação também como uma crise internacional e que a afeta a integridade física do paciente (ABO-HAMAD; RAMY; ARISHA, 2017, ESKANDARI *et al.*, 2011). A superlotação de pacientes em unidades de PS pode estar correlacionada com o envelhecimento da população e a tendência em utilizar um PS para atendimento não emergencial (BERGS *et al.*, 2016). Isto faz com que, em muitos casos, os pacientes não sejam atendidos a tempo, afetando negativamente a qualidade do serviço prestado e principalmente a satisfação do paciente (ABO-HAMAD; ARISHA, 2013).

Para Graff (1999), a elevação da demanda por serviços médicos emergenciais ocasiona lotações nos PS ocorrendo tempos de esperas prolongados e tempo de tratamento do paciente acima do estabelecido por protocolos médicos. Neste sentido, reduzir o tempo de tratamento do paciente, tempo de espera para início do atendimento e tratamento médico e reduzir a superlotação, tornou-se um requisito crucial para a eficiência da gestão de um PS (ABO-HAMAD; ARISHA, 2013).

Entretanto, conforme mencionado, o processo de tomada de decisão para atender ao problema de superlotação de pacientes em unidades de PS não é uma tarefa trivial. Os gestores hospitalares estão se deparando com problemas de decisão com múltiplas perspectivas envolvidas, e em muitos casos, as decisões são tomadas sem considerar uma gama maior de critérios que orientam essas decisões. Em diversos casos, esses critérios podem estar em conflitos entre si, porque os tomadores de decisão tendem a ter opiniões diversas sobre suas preferências devido à informações e conhecimentos incompletos, ou conflitos inerentes entre vários departamentos (LIOU *et al.*, 2011).

Além do mais, pode ser que estes critérios de decisão possuem forte relação de causalidade, fazendo com que qualquer decisão tomada, sem o entendimento desta relação entre os critérios, pode desencadear benefícios ou malefícios em um sistema, comprometendo a eficiência da tomada de decisão (SHIEH; WU; HUANG, 2010). Por exemplo, considerando o critério Produtividade no PS, o gestor poderá ter a iniciativa de aumentar a utilização dos recursos humanos tais como médicos e enfermeiros. Dependendo do nível de utilização, essa

³ Documentos Médicos será utilizado no presente trabalho para representar: Protocolo de Manchester ou (*Manchester Triage System - MTS*), resolução n° 2077 de 24 de julho de 2014 do Conselho Federal de Medicina (CFM) conforme anexo 1 e portaria n° 2048 do Ministério da Saúde (MS) conforme anexo 2.

iniciativa poderá comprometer o critério Ambiente de Trabalho no PS, diminuindo o nível de satisfação dos recursos humanos por causa da carga de trabalho elevada conforme investigado por (THORWARTH; ARISHA; HARPER, 2009). Cada critério definido pode ter seus pesos correspondentes em escalas numéricas diferentes, ou seja, qual critério é mais importante para contribuir com uma decisão considerando as preferências dos decisores?

Isto, agravado pela complexidade de configurações de processos do ambiente de gestão de PS, os gestores, em muitos casos, são deparados com várias opções de configurações de recursos (humanos, físicos e tecnológicos) que poderão ser adotadas com o intuito de resolver um problema específico. Portanto, enfrentam um problema de avaliar as alternativas viáveis antes de escolherem as mais eficientes para atender a um problema definido (AMARAL; COSTA, 2014). Neste sentido, surge uma questão central que emerge da problemática caracterizada.

Como conceber um *Framework* para dar suporte ao processo de tomada de decisão com o objetivo de contribuir com a redução da superlotação de pacientes em unidades de PS de hospitais da rede do SUS e da rede privada?

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

Para resolver o presente problema de pesquisa, o trabalho tem como objetivo geral:

Conceber um *Framework* de apoio ao processo de tomada de decisão para auxílio na redução da superlotação de pacientes em unidades de PS de hospitais da rede do SUS e rede privada.

Para se alcançar o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- Estudar o problema de superlotação de pacientes em unidade de PS a luz da técnica de simulação e métodos multicritérios;
- Estudar como a mineração de processos pode ser útil para a concepção de modelos de simulação;
- Identificar as vantagens e limitações dos métodos de suporte a tomada de decisão para a redução da superlotação de pacientes em PS;
- Identificar um conjunto de critérios e subcritérios que governam a gestão do atendimento e tratamento de pacientes em unidades de PSs;
- Estudar como os métodos MCDM e técnicas de Mineração de Processos e Simulação podem se concatenar para contribuírem com o processo decisório de forma a auxiliar na redução da superlotação de pacientes em unidade de PSs;

- Construir o *Framework* integrando as técnicas de Mineração, Simulação e métodos MCDM e;
- Aplicar o *Framework* em um PS de um hospital da rede do SUS.

1.4 JUSTIFICATIVA, RELEVÂNCIA E ORIGINALIDADE

Um hospital é uma instituição de serviços com funções sociais e de diversas características técnicas, administrativas e econômicas (ZOBOLI, 2004). Neste sentido, entende-se que uma organização hospitalar necessita adotar técnicas e ferramentas que contribuam com o processo decisório e conseqüentemente a melhoria da sua performance administrativa. Além do mais, diante das regulamentações impostas nos últimos anos no cenário hospitalar brasileiro que focam principalmente no atendimento adequado aos pacientes, requerem dos gestores hospitalares, estratégias que, ao mesmo tempo, atendam adequadamente as regulamentações existentes e não onerem financeiramente as organizações hospitalares (RIZ; SANTOS; LOURES, 2017).

Apesar das políticas públicas estabelecidas pelo MS que fortalecem a atenção básica à comunidade como forma de promoção à saúde e prevenção de agravos, a falta de estrutura dos serviços básicos em saúde nos municípios enfraquece a assistência, tornando os PS as “portas de entrada” do sistema de saúde (LIMA NETO *et al.*, 2013).

Devido à natureza não planejada do atendimento ao paciente condigna a algumas características aleatórias, tais como: taxa de chegadas entre os pacientes, tempo de atendimento em uma triagem etc, o que ainda se percebe nos PS de hospitais principalmente da rede do SUS são: longas filas para início do atendimento médico, superlotação e longo tempo de permanência do paciente no PS, que em muitos casos, está acima do recomendado pelos Documentos Médicos (LIMA NETO *et al.*, 2013). Desta forma, os hospitais estão interessados em tomar decisões sobre alternativas que possam ao mesmo tempo, auxiliar para restabelecer a saúde do paciente, no entanto não onerem os custos. Por exemplo: pode-se dizer que a contratação de mais recursos humanos reduzirá o tempo de espera em fila de um paciente em um PS para realização da triagem. Porém o hospital está interessado em reduzir o tempo de espera em fila do paciente, mas de preferência sem a contratação de mais recursos humanos (PEGORARO *et al.*, 2018b). Sendo assim, a concepção de estruturas com o objetivo de suportar decisões mais adequadas, corretas, justificáveis e que ao mesmo tempo forneçam soluções efetivas, se faz necessário diante do contexto em que a área de PS vem enfrentando.

O que se percebe nos últimos anos, por meio dos estudos da Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) deste presente trabalho, é a preocupação de se desenvolver estruturas de suporte à tomada de decisão na área da saúde. No entanto, os estudos com temáticas relacionadas a este presente trabalho, ainda são incipientes, com poucos trabalhos que atendem uma área essencial que é a de PS (ABO-HAMAD; RAMY; ARISHA, 2017, ABO-HAMAD; ARISHA, 2013). Além do mais, os trabalhos estudados consideram no processo decisório, apenas critérios quantitativos, e também deixam de considerar as relações de influências e interdependências entre os mesmos. Desta forma, este presente trabalho pretende atender essa lacuna.

Neste sentido, justifica-se a construção de um *Framework* suporte à tomada de decisão em gestão de PS pelo fato que estão caracterizados os serviços médicos emergenciais que envolvem processos de alto risco e custos elevados (ESKANDARI *et al.*, 2011). Neste caso, a rapidez na avaliação e qualidade na tomada de decisões são bastante evidenciadas. Como o autor deste trabalho possui experiências em estudos de simulação em um PS de um hospital público no Estado do Tocantins, o mesmo acredita que a construção deste *Framework* possa interessar os gestores de PS do SUS e da rede privada ao seu uso. Na oportunidade, o autor deste trabalho teve a oportunidade de simular e implementar no PS do Hospital estudado o sistema de triagem de pacientes, bem como o departamento de ortopedia com funcionamento em regime de plantão 24 horas.

Diante da abordagem do contexto, conceitos, dimensões e problema de pesquisa apresentados até o momento, verifica-se que este estudo possui relevância em termos científicos e práticos que envolvem a gestão de PS. O estudo se mostra original e de relevância científica, pelo fato de que há carência na literatura sobre estudos que abordam o processo de tomada de decisão em cenários simulados para atender a gestão do atendimento e tratamento de pacientes em PS conforme descrito na seção 3.5 deste trabalho. Identifica-se até o momento, nenhum trabalho abordando em um mesmo *Framework* o domínio das técnicas e métodos referenciados (mineração de processos, simulação, MCDM e DEMATEL) para suporte no processo de tomada de decisão para atender a problemática do presente trabalho. Um detalhe relevante e não encontrado na literatura por meio do estudo da RBS é a utilização de métodos científicos para identificar a relação de causalidade e interdependência entre os critérios de decisão que norteiam a performance da gestão de PS e que podem auxiliar na concepção de cenários para serem simulados. De acordo com a atual conjuntura científica, esse trabalho é o pioneiro na aplicação do método DEMATEL para identificar a relação de causalidade e interdependência entre critérios que regem a performance da gestão em PS

concebidos à luz dos Documentos Médicos citados. Sendo assim, o conhecimento gerado pelo método DEMATEL poderá suportar a concepção de alternativas que representem melhor um problema que se quer solução e que poderão ser testadas via simulação computacional.

O *Framework* que se está propondo neste trabalho também pode auxiliar para se chegar mais rapidamente em um primeiro modelo de simulação e que poderá ser potencialmente modificado. Isso se diferencia da abordagem tradicional para construção de modelos de simulação, ao qual se despende de um tempo mais elevado, em muitos casos, desencorajando o uso da simulação (ROZINAT *et al.*, 2009a). Além do mais, é possível que o modelo de simulação confeccionado represente melhor a realidade do ambiente de atendimento e tratamento de pacientes no PS, uma vez que se baseia em informações reais do processo geradas por meio da mineração de processos.

Outro aspecto relevante do trabalho é não apenas responder questões de simulação e se? Por exemplo: e se o hospital contratar mais médicos clínicos gerais? Se fizer a aquisição de mais um aparelho para a realização de exame de tomografia computadorizada? Mas apoiar os tomadores de decisão na escolha de cenários simulados para a performance de gestão de PS a partir de um método MCDM. Essa abordagem torna o processo de tomada de decisão em estudos de simulação mais racional e confiável (ABO-HAMAD; ARISHA, 2012, 2013).

Desta forma, devido à atual conjuntura do processo de tomada de decisão em gestão de PS e a sua relevância, espera-se que com esse trabalho, mais pesquisas envolvendo à temática possam ser desenvolvidas. O presente trabalho apresenta componentes de inovação que contribuirão para o desenvolvimento de um dos setores com amplas possibilidades de pesquisas e aplicações práticas que é a área da saúde. As perspectivas científicas e práticas, caracterizam a relevância e motivação para este trabalho. Acredita-se que este presente trabalho possa contribuir com a construção do conhecimento do estado da arte e a disseminação da abordagem proposta.

Por fim, o *Framework* depois de aplicado e for constatado sua eficiência, o mesmo poderá ser implementado em outros serviços hospitalares além de PS, tais como: centros cirúrgicos para resolução de problemas de redução do tempo de espera em fila para cirurgias de emergência e eletivas, etc.

1.5 PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS, TECNOLÓGICAS E SOCIAIS DA ABORDAGEM PROPOSTA

A questão da modelagem, simulação de processos e sistemas de apoio a tomada de decisão tem se caracterizado como uma das preocupações dos estudos dos problemas abordados na área da saúde (ABO-HAMED; RAMY; ARISHA, 2017, BAHRANI *et al.*, 2013; AUGUSTO *et al.*, 2016). Portanto, a identificação de novas técnicas de implementação de ferramentas e metodologias de modelagem, simulação e suporte à tomada de decisão pode significar um incremento do conhecimento teórico e prático sobre questões relacionadas ao assunto. Sendo assim:

O proponente do presente trabalho espera obter os seguintes resultados gerais:

- Um *Framework* de referência para suporte à tomada decisão em gestão de atendimento e tratamento com foco na redução da superlotação de pacientes em PS, que possa ser utilizado pelos hospitais envolvidos, e também por outros hospitais no Brasil;
- Definição de indicadores de desempenho (critérios) de referência para processos de atendimento e tratamento de pacientes em PS. Espera-se que, tanto a rede pública quanto a rede privada no Brasil, possam se beneficiar desses indicadores;

O proponente do presente trabalho espera obter os seguintes resultados científicos:

- Uso de técnicas de modelagem, simulação e métodos MCDM para melhoria dos processos de atendimento aos pacientes;
- Uso da mineração de processos para o mapeamento, descoberta, avaliação e diagnóstico de processos de atendimento e tratamento de pacientes;
- Concepção de uma metodologia para a modelagem e simulação de atendimento hospitalar, que sirva de referência para a aplicação em outros hospitais conveniados ao SUS e rede particular;
- Proposição de armazenagem de dados nos SIH de forma a facilitar a aplicação do *Framework* periodicamente;
- Uma discussão sobre a adequação e conexão dos métodos MCDM, DEMATEL, técnicas de mineração de processos e simulação no contexto do suporte à tomada de decisão na gestão dos PS;
- Uma revisão sistematizada da literatura sobre os métodos e técnicas envolvidos, objetivando suportar à atualização do estado da arte deste tema de pesquisa.

- Concepção de uma metodologia que relaciona o uso integrado de ferramentas formais para suporte à tomada de decisão.

A partir do presente trabalho, podem ser concebidos os seguintes resultados econômicos:

- Redução dos custos no atendimento de pacientes por meio da correta utilização dos recursos;
- Melhor utilização dos recursos públicos utilizados nos processos de atendimento de pacientes.

A partir do presente trabalho, podem ser concebidos os seguintes resultados sociais:

- Redução no tempo de espera para início do atendimento e tratamento dos pacientes;
- Redução do tempo de permanência do paciente no PS;
- Melhor qualidade no atendimento aos pacientes;
- Satisfação do paciente em relação aos serviços hospitalares públicos e privados;
- Formação de mão de obra qualificada para atuação na gestão de operações e de processos na área de saúde.

1.6 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O presente trabalho está estruturado de acordo com o Quadro 1 em capítulos, seções e subseções, e que por sua vez, apresentam-se as descrições de cada capítulo.

Quadro 1. Estrutura do presente trabalho

Capítulos	Divisão	Descrição
1 Introdução	1.1 Contexto 1.2 Problema de pesquisa 1.3 Objetivo geral e específicos 1.4 Justificativa, relevância e originalidade 1.5 Principais contribuições científicas, tecnológicas e sociais da abordagem proposta.	Apresenta o contexto em que a pesquisa está inserida.
2 Metodologia	2.1 Estratégia de pesquisa 2.1.1 Fase de exploração 2.1.2 Fase de desenvolvimento 2.1.3 Fase de execução, avaliação, interpretação e conclusão	Descreve os métodos, estratégias e Fases metodológicas que serão empregados para atender os objetivos propostos na pesquisa.
3 Referencial teórico	3.1 Pronto socorro 3.2 Mineração de processos com foco na área da saúde 3.2.1 Log de eventos 3.3 Simulação para suporte na tomada de decisão em gestão de PS 3.4 Análise Multicritério para suporte à tomada	Dar embasamento científico ao domínio do trabalho proposto.

Capítulos	Divisão	Descrição
	de decisão 3.4.1 <i>Analytic Hierarchi Process (AHP)</i> 3.4.2 O método PROMETHEE II 3.5 O método DEMATEL 3.6 Conexão entre simulação, mineração de processos, métodos MCDM e DEMATEL	
4 Abordagem Proposta	4.1 Fase 1 do <i>Framework</i> proposto 4.1.1 Etapa de aquisição de dados quantitativos e aplicação da mineração de processos para suporte ao modelo de simulação 4.1.2 Etapa de aquisição de dados qualitativos para o modelo de simulação 4.1.3 Confeção do modelo de simulação computacional 4.1.4 Etapa de aplicação do método DEMATEL para suportar a concepção de cenários de simulação 4.2 Fase 2 do <i>Framework</i> proposto 4.2.1 Concepção do modelo híbrido AHP-DEMATEL 4.2.2 Etapa de concepção do modelo multicritério PROMETHEE II	Apresentar as premissas que compõe o <i>Framework</i> para atender o processo de tomada de decisão na performance de Gestão de PS da rede do SUS.
5 Aplicação do <i>Framework</i>	5.1 Organização estudada 5.2 Aplicação da fase 1 do <i>Framework</i> - coleta e processamento do <i>log</i> de eventos 5.3 Aplicação da fase 1 do <i>Framework</i> - descoberta do modelo do processo 5.4 Aplicação da fase 1 do <i>Framework</i> - concepção do modelo conceitual de simulação a partir da mineração de processos 5.5 Aplicação da fase 1 do <i>Framework</i> - dados factíveis capturados pela mineração de processos 5.6 Aplicação da fase 1 do <i>Framework</i> - caracterização de critérios e subcritérios de performance em gestão de ps 5.7 Aplicação da fase 1 do <i>Framework</i> - aplicação do método dematel a partir dos critérios e subcritérios definidos 5.8 Aplicação da fase 1 do <i>Framework</i> - proposta de ações de melhorias para o PS 5.9 Aplicação da fase 2 do <i>Framework</i> – definição dos pesos AHP-DEMATEL 5.10 Resultados obtidos com a aplicação do <i>Framework</i>	Apresentar a aplicação do <i>Framework</i> para atender o objetivo da pesquisa.
6 Conclusões	6.1 Conclusões Gerais 6.2 Limitações 6.3 Sugestões de estudos futuros	Apresentar as contribuições do <i>Framework</i> para a gestão do processo de atendimento e tratamento de pacientes em PS com foco na redução da superlotação. Discutir as limitações do presente estudo, bem como apresentar sugestões para estudos futuros a partir dos resultados alcançados com essa presente pesquisa.
Referências	Sem divisão	Apresenta as referências utilizadas neste presente trabalho.
Apêndices	Apêndice 1	Apresenta os artigos científicos publicados resultantes desta presente

Capítulos	Divisão	Descrição
		pesquisa.
	Apêndice 2	Roteiro de entrevista para orientação da descoberta do processo de atendimento e tratamento de pacientes no PS; Folha de Tarefa 1; Folha de Tarefa 2; Folha de Tarefa 3.
Anexos	Anexo 1	Resolução n° 2077 do CFM
	Anexo 2	Portaria n° 2048 do MS

Fonte: O autor (2020)

2 METODOLOGIA

O objetivo deste capítulo é apresentar os procedimentos metodológicos adotados no desenvolvimento deste trabalho. Expõe quanto à sua finalidade e abordagem metodológica, a natureza, as fontes de coleta de dados e as estratégias de pesquisa que estão desdobradas em atividades metodológicas ou estágios do processo de pesquisa conforme (MIGUEL, 2004).

A metodologia empregada possibilitou a concepção e aplicação do *Framework* para suportar o processo decisório no que diz respeito a performance da gestão do processo de atendimento e tratamento de pacientes em unidades de PS com foco na redução da superlotação. Pois de acordo com Cervo e Bervian (2002, p. 25), “A função da metodologia é descobrir a realidade dos fatos, que toda investigação nasce de algum problema observado”.

Quanto à sua finalidade e abordagem metodológica, esta pesquisa se apresenta como:

Exploratória e qualitativa, já que conforme Triviños (1995, p. 109), os estudos exploratórios “permitem ao investigador aumentar sua experiência em torno de determinado problema”. Sendo assim, a pesquisa se baseou em entrevistas semiestruturadas com especialistas do processo para mapeamento do processo de atendimento e tratamento dos pacientes no PS, explorar e avaliar documentos (RBS para identificar conceitos, *gaps* de pesquisa), documentos médicos (Protocolo de Manchester ou *Manchester Triage Systems* (MTS) / resolução do CFM e portaria do MS). O estudo dos documentos médicos e RBS também foram necessários com o objetivo de identificar os critérios e subcritérios que regem a gestão de PS.

Este trabalho também se trata de uma pesquisa descritiva e quantitativa, pois conforme Gil (1999), objetiva descrever as características de determinado fenômeno ou estabelecimento de relações entre variáveis, envolvendo o uso de técnicas de coleta de dados de forma estruturada. O presente trabalho também se enquadra como de natureza aplicada, dado que se pretende gerar conhecimentos passíveis de utilização imediata por meio do *Framework* proposto.

Com relação às fontes de coletas de dados, as mesmas são de natureza primária e secundária. Os dados primários são coletados junto aos profissionais do PS do Hospital em estudo por meio dos questionários estruturados dos métodos MCDM e DEMATEL, como também por intermédio do SIH para a obtenção do *log* de eventos. Entrevistas semiestruturadas com os gestores do PS conforme apêndice 2, também dão suporte à coleta de dados primários. Já os dados secundários, são obtidos a partir dos documentos médicos e de referenciais teóricos.

Para se atender aos objetivos, o presente trabalho conta Atividades Metodológicas de acordo com a Figura 1 e que são realizadas por meio da notação do IDEF0⁴. Para Bourque e Fairley (2014) o IDEF0 permite uma visão granular por meio do encadeamento das atividades, decisões e ações de um sistema potencial ou existente.

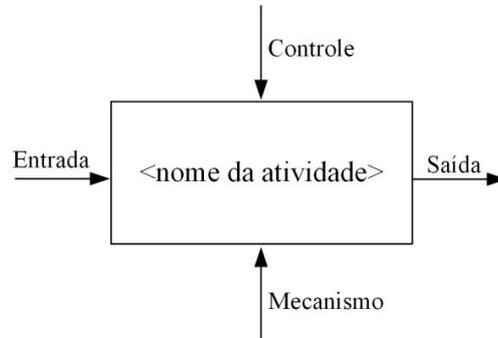


Figura 1. Notação IDEF0
Fonte: O autor (2018)

De acordo com a Figura 1, em cada atividade, têm-se as etapas de entradas, tais como informações disponíveis. A etapa dos mecanismos (recursos informativos, humanos e tecnológicos (tais como ferramentas computacionais, etc). Etapa de controle (métodos, procedimentos, materiais técnicos), bem como a etapa de saída do modelo como sendo o produto gerado pela atividade.

⁴ Icam Definition for Function Modeling, onde 'ICAM' é um acrônimo para *Integrated Computer Aided Manufacturing*.

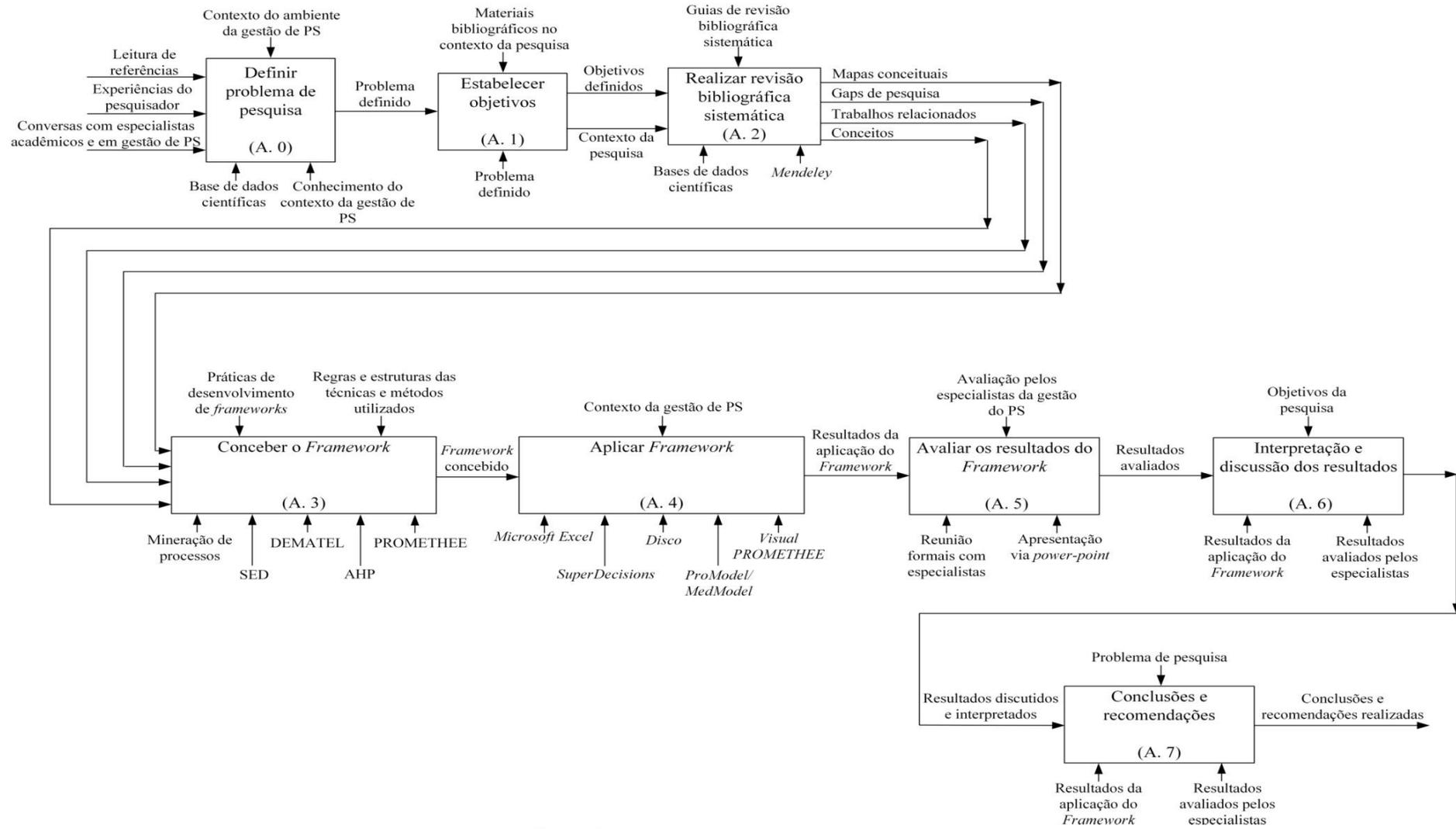


Figura 2. Atividades metodológicas da pesquisa
 Fonte: O autor (2018)

No entanto para auxiliar na decomposição das Atividades Metodológicas de acordo com a Figura 2 e facilitar o alcance dos objetivos propostos, a seção 2.1 apresenta as estratégias de pesquisa. Essas estratégias permitem a caracterização de um ciclo de vida (conforme Figura 3) de suporte à exploração, desenvolvimento, execução e avaliação de um *Framework* de suporte à tomada de decisão. As estratégias de pesquisa também permitem realizar as interpretações e análise dos resultados, conclusões e recomendações desta tese.

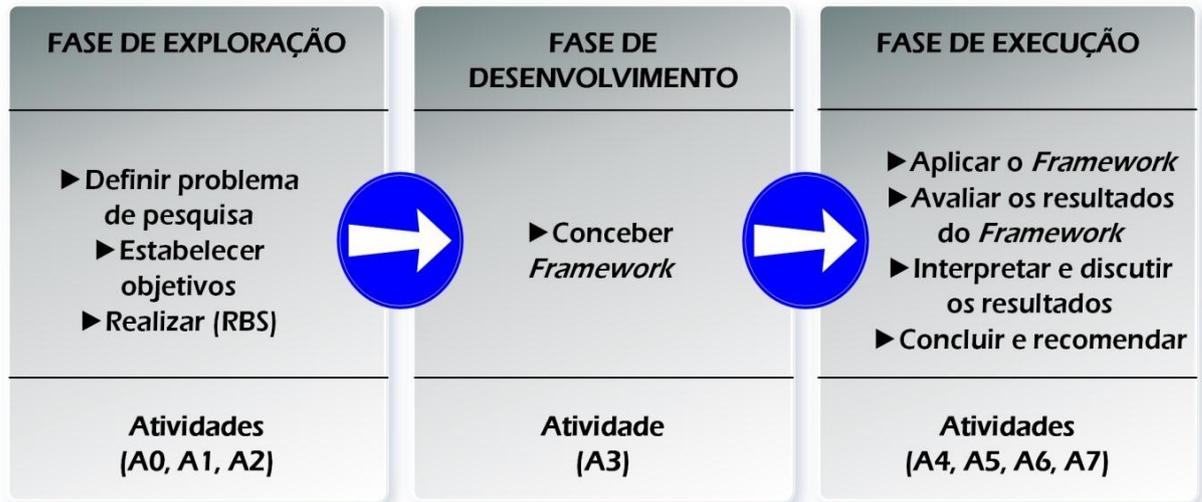


Figura 3. Fases das estratégias de pesquisa
Fonte: O autor (2019)

2.1 ESTRATÉGIAS DE PESQUISA

O ciclo de vida é concebido sob a ótica da engenharia organizacional apresentado por DESCHAMPS (2013). Sendo assim, Bordini, (2015) apresenta esquematicamente uma Fase de identificação do domínio do conhecimento envolvido (**exploração**), para por sua vez, suportar a Fase de concepção do *Framework* (**desenvolvimento**) e por fim, uma Fase de implementação, avaliação e diagnóstico por meio do *Framework* (**execução**). Considera-se o aprimoramento do *Framework* em ciclo de realimentação. Apresenta-se também os resultados alcançados por cada uma das Atividades metodológicas de acordo com a Figura 2, com base nos objetivos de cada Fase.

2.1.1 Fase de exploração

Esta Fase do respectivo trabalho compreende ao aspecto racional para aquisição do conhecimento. As Atividades (A0), (A1) e (A2) descritas na Figura 2, caracterizam-se por

etapas básicas na construção do conhecimento que dão suporte à concepção do *Framework* proposto.

A Atividade Metodológica (A0) inicia-se com a definição do problema de pesquisa conforme Figura 4. As fontes de entrada para se identificar a problemática do presente trabalho se dão por meio da experiência do pesquisador (autor do trabalho) com o contexto de simulação e gestão de PS de um hospital da rede do SUS no Estado do Tocantins. O mesmo desenvolveu sua dissertação de mestrado na área e que por meio dela, usando os cinco passos da melhoria contínua da TOC e simulação, identificou e propôs alternativas para a redução do tempo por atendimento de urgência e emergência. Também mediante a leitura de artigos científicos na área do contexto da presente pesquisa e, que apresentam problemática semelhante (ABO-HAMED; RAMY; ARISHA, 2017, GUL; GUNERI, 2012, ABO-HAMED; ARISHA, 2013).

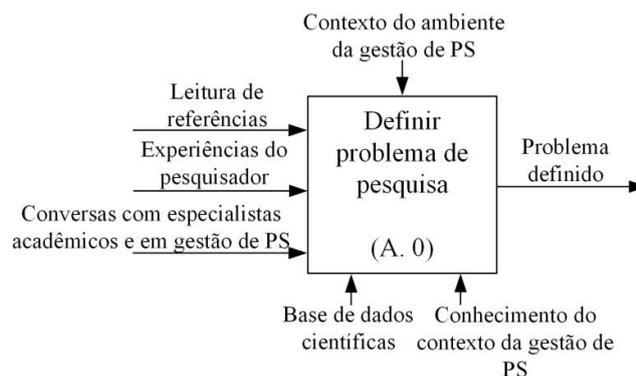


Figura 4. Atividade metodológica A0
Fonte: O Autor (2018)

O problema de pesquisa também foi sendo construído por meio de visitas técnicas para realizar reuniões e conversas informais com os especialistas do processo de gestão do PS do hospital estudado, bem como as orientações e experiência dos professores orientadores no contexto deste estudo. Como mecanismo para se identificar os trabalhos científicos correlatos ao presente estudo, utiliza-se as bases de dados científicas *Scopus*, *Web of Science (WoSTM)* e *Science Direct* com a combinação das palavras-chave: "*management and emergency department/emergency room and decision making*", "*simulation and healthcare*", "*simulation and emergency department or emergency room*", "*process mining in healthcare*", "*simulation and multiple criteria decision making or MCDM or multiple criteria decision analysis or MCDA*", "*process mining and emergency room or emergency department*".

A Atividade metodológica (A1) conforme a Figura 5, compreende estabelecer os objetivos da presente pesquisa. Para tanto, como fonte de entrada, utiliza-se do norteamento

do problema de pesquisa definido. Já a etapa de controle diz respeito aos materiais bibliográficos e os materiais técnicos, tais como os documentos médicos que orientam e regulamentam o processo de gestão de PS. Por sua vez, como mecanismo, utiliza-se do norteamento do problema de pesquisa definido. Como produto de saída, tem-se os objetivos definidos e o contexto da pesquisa.

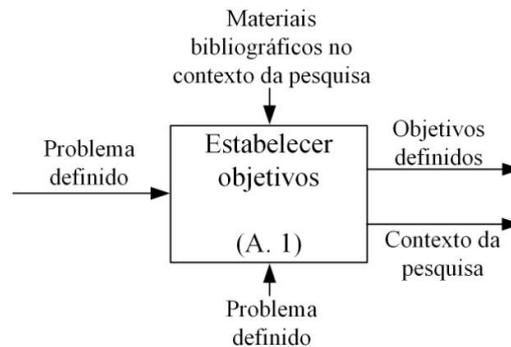


Figura 5. Atividade metodológica A1
Fonte: O autor (2018)

A Atividade metodológica (A2) conforme a Figura 6 é caracterizada pela etapa metodológica da RBS, onde consiste em identificar o estado da arte e da aplicação prática em relação aos temas que são abordados neste presente trabalho. A etapa compreende como atividades de entrada, o contexto da pesquisa, bem como seus objetivos. Já as atividades de controle, têm-se os guias de RBS. Como mecanismo para administrar a RBS, tem-se as bases de dados científicas e o *Mendeley*. Para Moher *et al.*, (2009) as revisões sistemáticas e bibliometria de modo avaliar as pesquisas realizadas pelas comunidades científicas tanto qualitativamente quanto quantitativamente, estão se tornando cada vez mais importantes, principalmente no campo da saúde. As mesmas fornecem um relatório estruturado de principais referências de literatura para que profissionais e pesquisadores possam aprofundar seus conhecimentos e identificar novos *gaps* de pesquisa.

Uma RBS tem como propósito avaliar e interpretar, extrapolando o conhecimento das pesquisas sobre determinada problemática, área ou fenômenos de interesse (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007). Desta forma, visam apresentar uma análise de uma área de pesquisa por meio de uma metodologia confiável, rígida e auditável.

No entanto, para uma condução adequada de RBS e que possa apresentar qualidade de conteúdo (material bibliográfico, *gaps* de pesquisa e mapas conceituais) necessita das seguintes razões de acordo com (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007, LEVY; ELLIS, 2006).

- a) Identificar *gaps* de pesquisa e orientar pesquisadores em áreas que possam ser alvo de novas pesquisas;

- b) Condensar evidências de pesquisas existentes em relação um método, tecnologia ou tratamento e;
- c) Deve fornecer uma estrutura ou fundamentos que posicionem novas atividades de pesquisa.

Desta forma, tem-se como produto de saída da Atividade metodológica (A2), mapas conceituais no domínio da área do presente trabalho, *gaps* de pesquisa, conceitos teóricos e os trabalhos que se relacionam com este presente estudo, no intuito de orientar a concepção do *Framework*.

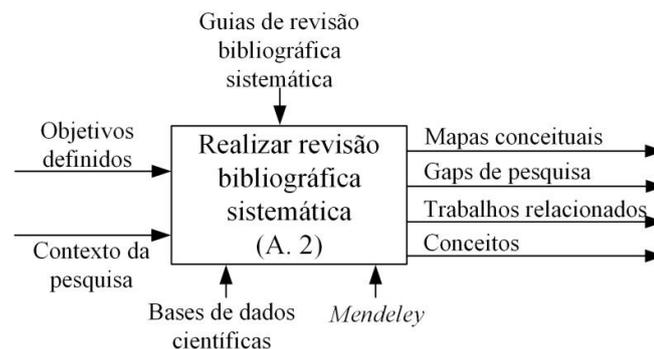


Figura 6. Atividade metodológica A2
Fonte: O autor (2018).

Para que a presente RBS apresente qualidade necessária para atender o presente trabalho, a mesma se orienta conforme as etapas definidas por (KITCHENHAN; CHARTERS, 2007, LEVY; ELLIS, 2006). Esses autores propõem as atividades de (RBS) para pesquisas que possuem foco na área de engenharia de *software* e sistemas de informação, respectivamente. Desta forma, orientam adequadamente para a realização da RBS do presente estudo. As atividades a serem seguidas estão caracterizadas no Quadro 2.

Quadro 2. Atividades para a revisão bibliográfica sistemática

Atividade	Planejamento da RBS
1 Desenvolver um protocolo	O protocolo de RBS seguiu as seguintes etapas: 1.1 Problema: de acordo com o problema de pesquisa definido no presente trabalho, define-se combinar os temas de simulação, mineração de processos, métodos MCDM aliados ao método DEMATEL e verificar a contribuição desses para tratar dos problemas em gestão de PS. 1.2 Fontes primárias: as fontes primárias constituíram-se dos artigos, nas bases de dados e periódicos que foram úteis para a definição de palavras-chaves para a coleta dos artigos que abordam temática semelhante. E identificação dos principais autores e trabalhos científicos relevantes que fazem parte da revisão sistemática bibliográfica do presente trabalho. 1.3 Critérios de seleção dos artigos: Optou-se por artigos publicados em <i>journals</i> e <i>conference paper</i> publicados na língua inglesa pelo fato de que os estudos mais relevantes na área da temática do presente trabalho são publicados em inglês.
2 Definir as perguntas de pesquisa	Para melhorar as buscas dos artigos nas bases de dados é interessante que o pesquisador tenha definido as questões de pesquisa. Por tanto, seguiu-se a questão de pesquisa definida na situação problemática do presente estudo.

Atividade	Planejamento da RBS
3 Definir a estratégia para a coleta de artigos	<p>Definir as <i>Strings</i> para buscas de artigos científicos: As <i>strings</i> de busca foram definidas a partir do conhecimento das palavras-chave utilizadas nos artigos de fontes primárias analisadas. Também se utilizou do conhecimento dos professores orientadores e autor deste trabalho, bem como especialistas do processo de atendimento e tratamento de pacientes no PS.</p> <p>As <i>strings</i> definidas para a coleta dos artigos científicos foram inseridas nas seguintes bases de dados: (WoSTM), <i>Scopus</i> e <i>Science Direct</i>. Escolheu-se essas bases de dados pelo fato que são bastante conhecidas no mundo científico e acadêmico.</p> <p>Para cada área que desejou-se obter o conhecimento, realizou-se a busca dos documentos científicos por meio das <i>Strings</i>: Para a área de mineração de processos: "<i>process mining</i>" and ("<i>emergency</i>" or "<i>emergency room</i>" or "<i>hospital</i>" or "<i>emergency department</i>").</p> <p>("process mining" and "healthcare")</p> <p>Para a área de simulação: "<i>simulation</i>" and ("<i>emergency</i>" or "<i>emergency room</i>" or "<i>hospital</i>" or "<i>emergency department</i>")</p> <p>Para a área de AHP: "<i>Analytic Hierarchi Process</i>" or "<i>AHP</i>" and ("<i>emergency</i>" or "<i>emergency room</i>" or "<i>hospital</i>" or "<i>emergency department</i>")</p> <p>Para a área de Prométhée: "<i>Prométhée</i>" or "<i>promethee</i>" or "<i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations</i>" and ("<i>emergency</i>" or "<i>emergency room</i>" or "<i>hospital</i>" or "<i>emergency department</i>").</p> <p>Para a área de Dematel: "<i>Dematel</i>" or "<i>decision-making trial and evaluation laboratory</i>" and ("<i>emergency</i>" or "<i>emergency room</i>" or "<i>hospital</i>" or "<i>emergency department</i>").</p> <p>O conhecimento entre as áreas deste presente trabalho, também foi absorvido por meio do estudo de artigos que apresentam conexões das áreas. Tais como a simulação com suporte da mineração de processos e o auxílio dos métodos MCDM para suporte à tomada de decisão, bem como o método DEMATEL aplicado a área da saúde. Os detalhes desta conexão onde é apresentado o potencial de cada área e como elas se conectam para auxiliar na busca de novos conhecimentos para a performance da gestão de PS se encontram na seção 3.6 deste trabalho.</p>
4 Critérios de inclusão, exclusão e qualificação dos artigos	<p>Os artigos possuem uma estrutura clara e se enquadram nos objetivos de pesquisa. Os títulos dos artigos bem como os resumos foram avaliados na primeira etapa de inclusão e exclusão de artigos;</p> <p>Os artigos também são bem vistos pela comunidade acadêmica por meio das quantidades em que eles foram citados nas bases de dados pesquisadas;</p> <p>Os artigos possuem conclusões e apresentam propostas de trabalhos futuros aderentes ao tema de pesquisa deste presente trabalho;</p> <p>Os artigos apresentam referências com qualidade e quantidades relevantes.</p>
5 Métodos e ferramentas	<p>Métodos e ferramentas para extrair e administrar dados dos artigos: título do artigo, autores, <i>journal e conference</i> onde o artigo foi publicado, palavras-chave e ano da publicação. Para esse propósito utilizou-se a ferramenta <i>Mendelay</i>.</p>
6 Síntese dos dados dos artigos	<p>Os artigos definidos para representar a RBS são lidos de forma integral com o propósito de se avaliar os resultados e contribuições de cada artigo com base na problemática definida neste presente trabalho. Para tanto, quadros apresentando dados e informações dos artigos publicados e escolhidos para a RBS deste trabalho são confeccionados.</p>

Fonte: O autor (2018).

2.1.2 Fase de desenvolvimento

Todo o aspecto racional desenvolvido nas Atividades (A0), (A1) e (A2) que está caracterizado na Figura 2 tem como propósito gerar conhecimento acerca dos problemas encarados pela área de gestão de PS, subsidiando a concepção do *Framework* que apresenta a

coerência do processo decisório para contribuir com a performance da gestão do atendimento e tratamento de pacientes em unidades de PS com foco na redução da superlotação.

De acordo com Odeh e Kamm (2003) os *Frameworks* objetivam facilitar o entendimento de um problema, suportar o processo decisório e gerar comunicação entre os participantes de uma situação que possam ter perspectivas distintas. Também são utilizados como uma forma de traduzir temas complexos em formas que possam ser estudadas e analisadas (LIMA; LEZANA, 2005). Por tanto, os *Frameworks* são empregados onde os conceitos possuem finalidades em comum para resolver um problema de um domínio específico.

Destaca-se de acordo com Shehabuddeen *et al.*, (2000) que os *Frameworks* são empregados quando:

- Se pretende representar um problema para um propósito definido;
- Realizar ligações entre vários elementos para mostrar os relacionamentos;
- Permitir uma visão holística de uma situação a ser capturada;
- Se quer fornecer uma abordagem estruturada para lidar com um problema específico e;
- Apresentar uma situação ou fornecer uma base para resolver um problema.

A abordagem do presente *Framework* é estruturalista conforme Lima e Lezana (2005), ou seja, trabalham-se os elementos que definem a estrutura necessária ao seu desenvolvimento, que por sua vez, possam auxiliar no processo de gestão de um PS. O *Framework* que foi concebido e proposto no presente trabalho foi inspirado a partir dos trabalhos de (ABO-HAMAD; ARISHA, 2012, 2013, ESKANDARI *et al.*, 2011) identificados por meio da RBS. Estes autores apresentam um *Framework* para que planejadores e gestores da área da saúde tenham mais racionalidade no processo de tomada de decisão para gerenciar um PS de um hospital na Irlanda e Irã, respectivamente.

Entretanto, os trabalhos citados anteriormente deixam de levar em consideração aspectos sobre as relações de influências e interdependência entre os critérios que regem a performance de um PS. E isso se faz necessário devido ao fato que os critérios podem possuir relações de interdependências entre os mesmos, além de graus de influências distintos, ou seja, em um par de critérios, um critério poderá ter maior grau de influência que o seu par quando da resolução de um problema. Sendo assim, entender as relações de influências e interdependências entre critérios de performance de gestão em PS, podem ser úteis para a concepção de estratégias mais racionais atendendo mais adequadamente os problemas enfrentados pelo domínio. Essa racionalidade é amparada no fato de que as estratégias devem

focar nos critérios que possuem influências e importância no conjunto de critérios definidos (SHIEH; WU; HUANG, 2010, EFE; EFE, 2016).

Seguindo a estrutura metodológica, na Atividade (A3) de acordo com a Figura 7, apresentam-se as etapas sistematizadas para o desenvolvimento do *Framework* proposto. A Atividade possui como etapas de entrada o conhecimento absorvido por meio da RBS, *gaps* de pesquisa e conceitos ligados à problemática que se está estudando; bem como os mapas mentais que envolvem a compreensão e soluções de problemas ligados ao processo de tomada de decisão em áreas correlatas ao presente estudo. Também fazem parte desta etapa, o estudo dos documentos médicos que orientam e regulamentam o processo de gestão do atendimento e tratamento de pacientes em unidades de PS.

Já na Fase de controle, têm-se as boas práticas de desenvolvimento e aplicação de *Frameworks* na área da saúde motivado a partir de (ABO-HAMAD; ARISHA, 2012, 2013, ESKANDARI *et al.*, 2011). Essa etapa também é necessária com a finalidade de se criar o mapa mental e sistemático de concepção do *Framework* e como o mesmo poderá contribuir com o processo decisório com o propósito de subsidiar a performance da gestão de PS. Consiste também nesta etapa toda a preparação das atividades no local onde será aplicado o *Framework* tais como reuniões, entrevistas com os especialistas do processo e observações preliminares.

Como mecanismos para a concepção do *Framework* tem-se a mineração de processos como suporte à construção do modelo de simulação do PS. Já para a concepção dos cenários para serem simulados, tem-se o conhecimento gerado por meio do método DEMATEL acerca das relações causais e níveis de influências entre os critérios que governam a gestão do atendimento e tratamento de pacientes em unidades de PSs. Também como mecanismo do *Framework* para suportar a tomada de decisão nas escolhas dos cenários simulados/ações de melhorias para serem implementados no PS, tem-se as regras e estruturas necessárias para a execução do método PROMETHEE II. Como já citado anteriormente, o método PROMETHEE II não dispõe de método formalizado para obtenção de pesos para os critérios (LATEEF-UR-REHMAN, 2013). Sendo assim, para suprir esse viés, faz-se uso do método DEMATEL, bem como as regras e estruturas para a execução do método AHP, tais como, a construção da árvore hierárquica de decisão e tratar as inconsistências nas opiniões dos especialistas da gestão do PS. Os detalhes dos métodos e técnicas utilizados na composição do *Framework* estão descritos no capítulo 4 deste presente trabalho.

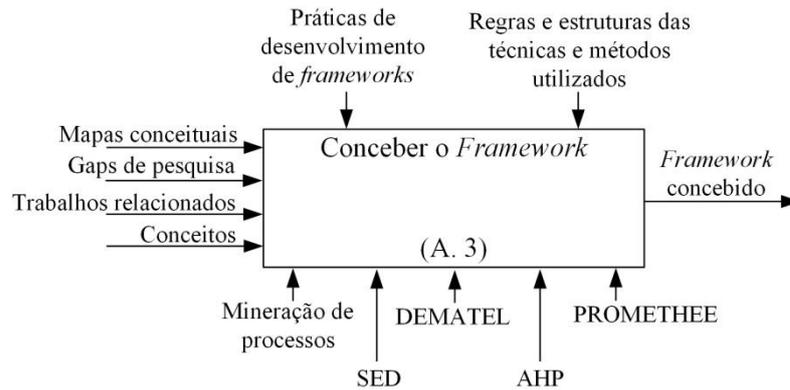


Figura 7. Atividade metodológica A3
Fonte: O Autor (2018).

2.1.3 Fase de execução, avaliação, interpretação e conclusão

De acordo com a Atividade metodológica (A4) conforme a Figura 8, o *Framework* concebido é aplicado em um PS de um hospital que atende pacientes da rede do SUS, pois é onde se apresentam as maiores problemáticas no processo de atendimento e tratamento de pacientes o que pode contribuir para a superlotação (AMARAL; COSTA, 2014). No entanto acredita-se que a abordagem do presente *Framework* permite à aplicação em PS de hospitais da rede privada, já que parte do conhecimento para desenvolvimento do *Framework* é adquirido também a partir de documentos médicos que orientam o processo de gestão de PS públicos e particulares.

Com relação à etapa de entrada, tem-se o conhecimento gerado a partir do *Framework* construído. Já o cenário real do PS, (i.e. o contexto do PS e dados associados) é encarado como a etapa de controle, que por sua vez, permitirá por meio das técnicas e métodos que compõe o *Framework* construído, orientar os gestores hospitalares na gestão do processo de atendimento e tratamento de pacientes com foco na redução da superlotação de pacientes no PS.

Como mecanismos para aplicar o *Framework*, têm-se as ferramentas tecnológicas que suportam os métodos e técnicas definidos. Utiliza-se planilhas eletrônicas do *software Microsoft Excel* para organização do *log* de eventos com os dados dos pacientes do PS. O Excel também é útil para dar suporte ao método DEMATEL acerca do cálculo das causalidades e relações de influências entre os critérios. Por sua vez, para a mineração de processos utiliza-se o *software DISCO* no qual é possível descobrir o modelo de processo real, que neste caso, servirá como suporte à concepção do modelo conceitual de simulação. Os dados históricos dos tempos entre as chegadas dos pacientes no PS, tempo para realização de

triagem do paciente etc. Como ferramenta para realizar a simulação do PS, utiliza-se o software ProModel / MedModel. Para suportar o método AHP, utiliza-se o software *SuperDecision* versão 2.8.0. Para a ordenação dos cenários simulados/ações de melhorias a serem implementadas no PS por meio do método PROMETHEE II, usufrui-se da ferramenta Visual PROMETHEE versão 1.4.0.0 e planilhas eletrônicas do *Microsoft Excel*. Esta etapa de mecanismos também compreende todas as atividades intrínsecas do *Framework*, tais como: observações preliminares e reuniões com gestores e especialistas do processo de atendimento e tratamento de pacientes no PS e questionários estruturados para atender os métodos MCDM. Vale destacar que todas as entrevistas e questionários que serão concebidos para a coleta de dados, passarão por uma Fase de pré-teste por meio da entrevista com especialistas da gestão em PS e acadêmicos, a fim de, identificar ruídos ou falhas de comunicação. Desta forma, os instrumentos de coleta de dados possam ser ajustados previamente.

Particularmente no presente trabalho, o *Framework* é utilizado para explorar a partir do ponto de vista teórico e prático, como a abordagem integrada entre as técnicas e métodos estudados, podem ser combinados para suportar à tomada de decisão com o objetivo de atender a performance da gestão de PS. No contexto deste presente trabalho, o estudo conduzido também se classifica como teste de teoria, visto que será testada no PS de um hospital que atende pacientes conveniados com a rede do SUS a abordagem proposta.

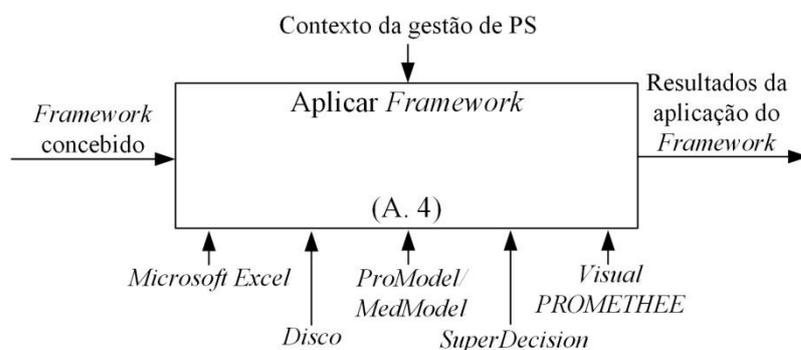


Figura 8. Atividade metodológica A4
Fonte: O autor (2018)

A Atividade metodológica (A5) conforme a Figura 9, representa a avaliação pelos especialistas do processo sobre o *Framework* proposto, e se os resultados alcançados pelo mesmo, contribuem com a performance da gestão do PS estudado. As avaliações pelos especialistas são realizadas mediante reuniões formais e apresentação do *Framework* via Microsoft® *Power point*.

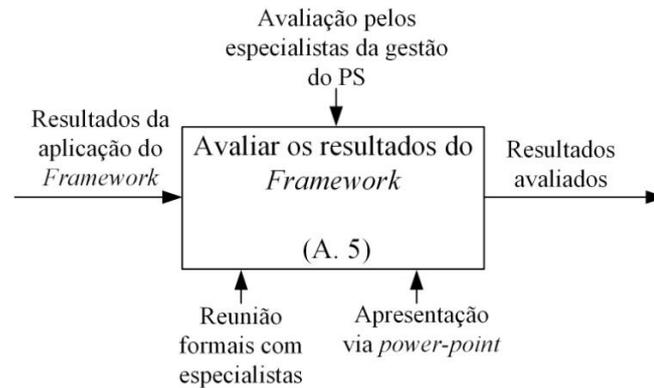


Figura 9. Atividade metodológica A5
Fonte: O autor (2018).

A Atividade metodológica (A6) conforme Figura 10, tem como objetivo, interpretar e discutir os resultados alcançados com a aplicação do *Framework*. Pretende-se por meio desta atividade, verificar se os objetivos definidos foram devidamente alcançados. Como entrada, tem-se os resultados com a aplicação do *Framework* e que também compreende a avaliação pelos especialistas do processo. Já a etapa de controle que orienta a atividade (A6) é caracterizada pelos objetivos (geral e específicos) da pesquisa. Como saída, tem-se os resultados interpretados e discutidos sob a luz dos objetivos definidos. Como mecanismo para orientar a atividade de interpretar e discutir os resultados, tem-se os resultados da aplicação do *Framework* bem como os resultados avaliados pelos especialistas da gestão do processo de atendimento e tratamento de pacientes no PS.

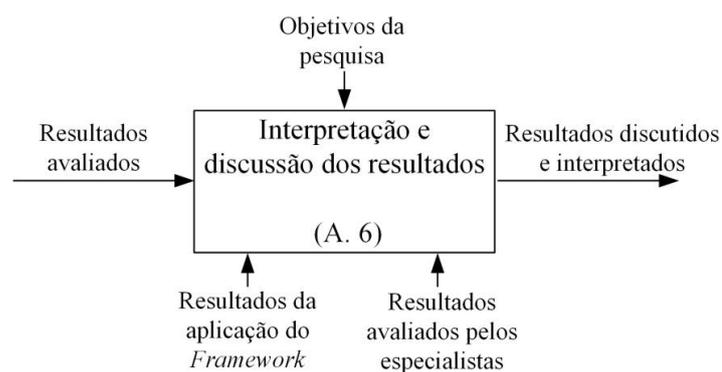


Figura 10. Atividade metodológica A6
Fonte: O autor (2018)

Já a Atividade metodológica (A7) caracterizada conforme a Figura 11 representa a conclusão do estudo, avaliando se o problema de pesquisa foi devidamente tratado pela condução da pesquisa. De acordo com a Figura 11, tem-se como entrada a interpretação e discussão dos resultados do estudo. Já a etapa de controle, diz respeito ao problema de

pesquisa. Como mecanismo para orientar as conclusões do estudo e recomendação de novas pesquisas que poderão ser desenvolvidas por meio desta tese, tem-se os resultados auferidos pela aplicação do *Framework* bem como as avaliações pelos especialistas da gestão do PS. Como saída, tem-se a conclusão e recomendações da tese sob a ótica do problema de pesquisa definido.

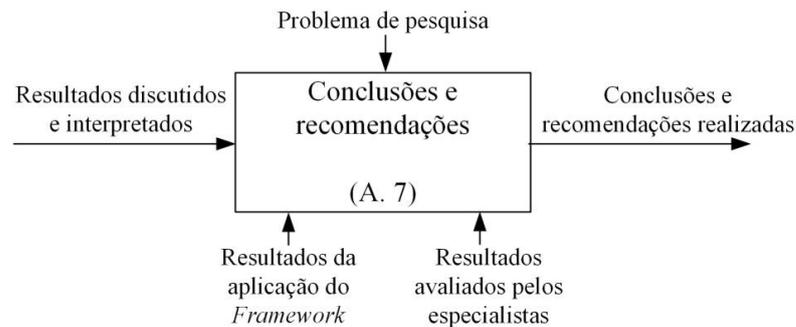


Figura 11. Atividade metodológica A7
Fonte: O autor (2018)

O presente capítulo objetivou apresentar os procedimentos metodológicos adotados no desenvolvimento deste trabalho de pesquisa. O capítulo expos quanto à finalidade e abordagem metodológica, a natureza da pesquisa, as fontes de coleta de dados bem como as estratégias de pesquisa que estão desdobradas em atividades metodológicas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo são apresentados os principais conceitos teóricos com o propósito de fundamentar a pesquisa. Esse capítulo apresenta as principais ideias, abordagens e as problemáticas enfrentadas pelos PS. Também conceitua as técnicas de mineração de processos, simulação, métodos MCDM e DEMATEL, e como essas técnicas e métodos se conectam para formar o conhecimento com o propósito de suportar um *Framework* de apoio à tomada de decisões com o objetivo de auxiliar na performance da gestão do atendimento e tratamento de pacientes em unidades de PS com foco na redução da superlotação. De forma geral, a Figura 12 apresenta os conceitos teóricos que formam a revisão de literatura do presente trabalho.

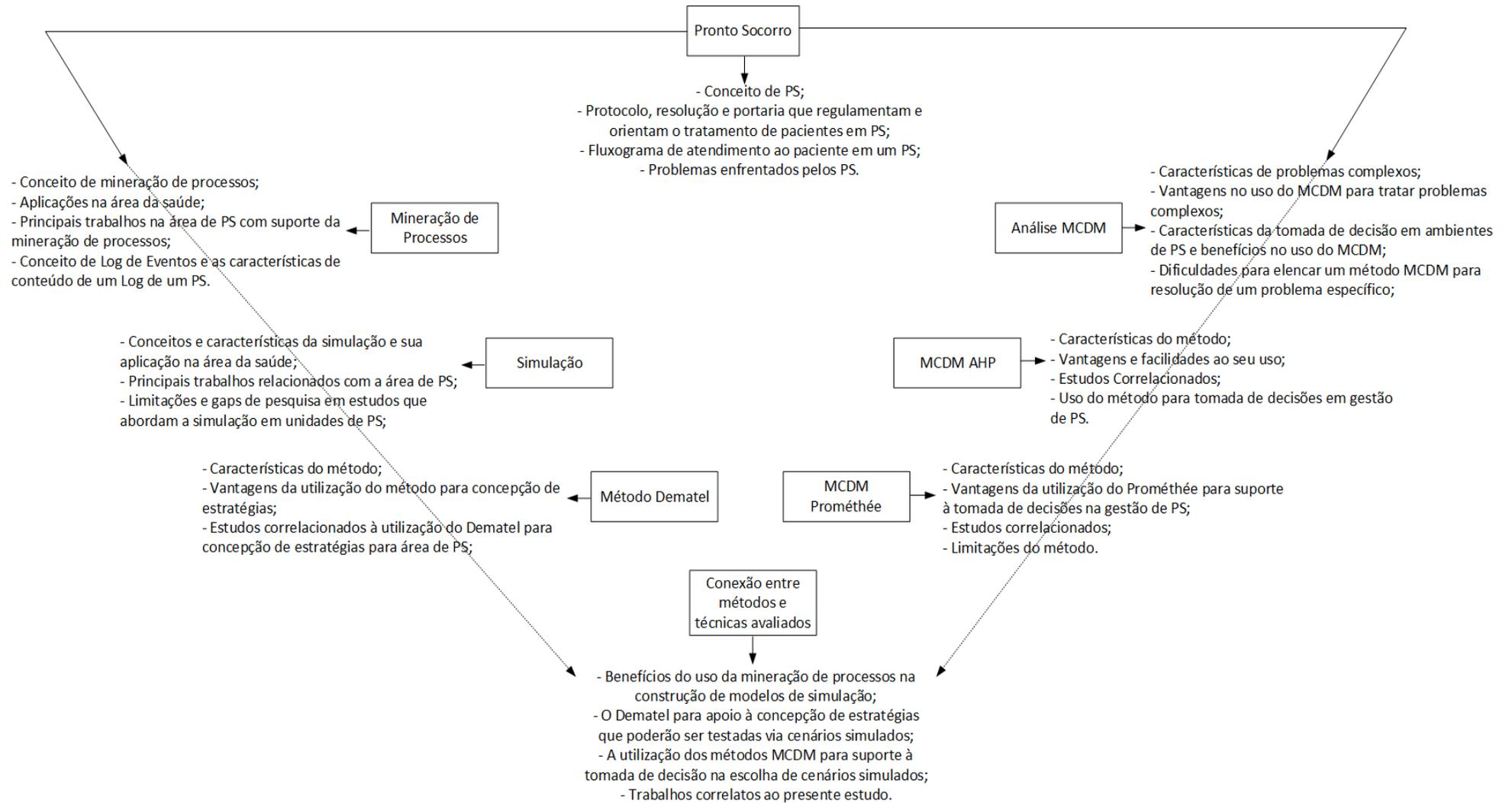


Figura 12. Conceitos teóricos expostos na revisão de literatura
 Fonte: O autor (2019)

3.1 PRONTO SOCORRO

Para o Colégio Americano de Médicos de Emergência, a medicina de emergência é a especialidade médica que se dedica ao diagnóstico e o tratamento de doenças e lesões imprevistas. Inclui-se a avaliação inicial do paciente para verificar a complexidade de sua saúde, diagnóstico, tratamento, coordenação de cuidados entre vários provedores a disposição de qualquer paciente que necessite de cuidados médicos cirúrgicos ou não, de forma rápida (ALVAREZ *et al.*, 2018).

Um PS é considerado o coração de um hospital e, que em muitos casos, a única fonte de assistência médica em muitas cidades ao redor do mundo, bem como em países em desenvolvimento (YEN; GORELICK, 2007). Assegurar a disponibilidade e o uso racional dos recursos é fundamental para evitar a superlotação de pacientes nos serviços de PS (CLANCY, 2007).

Caracteriza-se como os provedores de cuidados em um PS: os médicos, enfermeiros, técnicos de enfermagem, recursos administrativos tais como equipamentos e pessoal administrativo, e também profissionais de saúde (gestores) em geral, que trabalham com o objetivo de recuperar a saúde dos pacientes que são admitidos no PS (ALVAREZ *et al.*, 2018).

O conceito de PS no Brasil não se diferencia do colégio citado. Caracteriza-se, de acordo com de Lima Neto *et al.*, (2013) o PS como sendo uma unidade destinada a assistência à pacientes com ou sem risco de morte, cujos agravos a saúde oportuna a necessidade de atendimento imediato. Sua estrutura deve estar adequada para prestar assistência em situações de urgência (pacientes que necessitam de cuidados rápidos, porém não correm risco de morte imediato) e emergência (existe um risco de morte iminente) (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

Em 2003, foi instituída a Política Nacional de Humanização (PNH) do SUS que busca oferecer acolhimento humanizado por meio de critérios de avaliação de riscos, garantindo acesso ao paciente nos serviços de PS de forma adequada (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004). Para tanto, os serviços de urgência e emergência de hospitais gerais e especializados, Pronto Atendimento (PA) da rede do SUS e particulares estão aderindo ao MTS como forma de orientação para o atendimento e tratamento do paciente que procura o PS (MAFRA, 2005). O MTS trabalha com algoritmos e discriminadores chave associados a tempos de esperas simbolizados por cores e apresentam claramente os níveis e os tempos de espera limite para

atendimento médico (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009, JÚNIOR; TORRES; RAUSCH, 2014).

-  Nível 1 - Vermelho (Emergente), risco imediato à vida, ressuscitação: avaliação médica imediata;
-  Nível 2 - Laranja (Muito urgente), risco iminente à vida, emergência: avaliação médica em até 10 minutos;
-  Nível 3 - Amarelo (Urgente), potencial ameaça à vida: Avaliação médica em até 60 minutos;
-  Nível 4 - Verde (Pouco Urgente), situação de potencial urgência ou de complicação: Avaliação médica em até 120 minutos;
-  Nível 5 - Azul (Não urgente), menos urgente ou problemas clínico-administrativos: avaliação médica em até 240 minutos.

Com isso, o objetivo do MTS é a organização da fila para atendimento de urgência e emergência, assegurando que os pacientes não esperem mais do que o tempo necessário e seguro para o primeiro atendimento médico (JÚNIOR; TORRES; RAUSCH, 2014). Sendo assim, o sistema de classificação de risco na urgência e emergência surgiu de uma necessidade mundial na tentativa de minimizar o problema da superlotação e dos elevados tempo de espera por atendimento, permitindo cuidados imediatos para os pacientes mais graves. Assim sendo, esse sistema de classificação foi introduzido para minimizar os problemas gerados pela precária avaliação primária dos pacientes (CAVALCANTE *et al.*, 2013). Não é mais admissível que seja mantido os atendimentos dos serviços de urgência e emergência por ordem de chegada, colocando em risco de morte, indivíduos em real necessidade de atendimento imediato, enquanto se presta assistência a outros pacientes que deveriam estar na atenção básica (CAVALCANTE *et al.*, 2013). Diante deste contexto, a resolução n° 2077 de 24 de julho de 2014 do Conselho Federal de Medicina (CFM) conforme anexo 1 e portaria n° 2048 do Ministério da Saúde (MS) conforme anexo 2, também orientam e regulamentam as formas de gestão do atendimento e tratamento de pacientes em unidades de PS.

Sendo assim, a Figura 13 tem como objetivo, orientar o fluxo de atividades dentro de um PS. O primeiro contato do paciente em um PS é com a recepção, que após registrar o paciente no hospital, encaminha-o para a equipe de enfermagem para realizar a classificação de risco, ou seja, verificar qual o grau da complexidade de saúde do paciente priorizando os

pacientes com sintomas mais graves. Para tanto, a equipe de enfermagem realiza os procedimentos de principais queixas, os antecedentes clínicos e verifica os sinais vitais do paciente tais como: pressão arterial, temperatura, saturação do oxigênio no sangue, frequência cardíaca e o escore de dor que o paciente está sentindo. Com a definição da classificação de risco, o enfermeiro encaminha o paciente para o médico da emergência.

O médico de emergência faz a avaliação, solicita exames se necessário para realizar o diagnóstico, determina o tratamento e posteriormente o paciente deixa o PS. A resolução do CFM citada neste trabalho, estabelece que o paciente não deve permanecer mais de 24 horas contados desde a sua admissão até a sua saída do PS. Nesse período o paciente deve ser internado ou receber alta. Essa orientação na resolução é para que não haja superlotação dentro dos PSs.

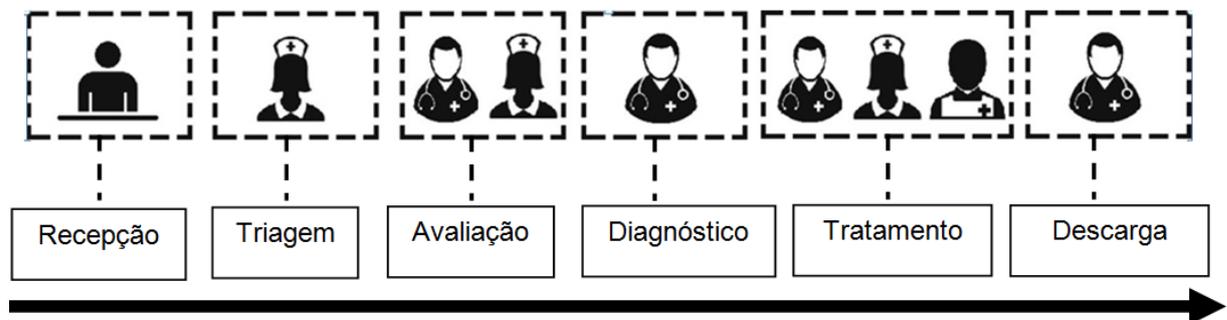


Figura 13. Fluxo de atividades em um PS
Fonte: Adaptado de Alvarez *et al.*, (2018).

De acordo com a resolução do CFM citada e no regulamento técnico dos sistemas estaduais de urgência e emergência aprovado pela portaria MS n. 2.048, determinam que todo paciente que procura os serviços de urgência e emergência tem direito a receber atendimento médico, desta forma, os PS necessitam administrar os recursos e fluxos de atividades de forma adequada para garantir os serviços de qualidade aos pacientes (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002).

Sendo assim, a preocupação com a superlotação é quando há situações em que há mais pacientes do que recursos (leitos, equipamentos, médicos, medicamentos, pessoal de enfermagem, etc.), quando 100% dos leitos do PS estão sendo utilizados ou em casos em que o tamanho da fila (pacientes aguardando atendimento) é superior a 50% do número de leitos no PS é evidente (GUL; GUNERI, 2012). Essa preocupação aliada aos anseios com os altos custos e os longos períodos de espera podem estar correlacionados ao uso ineficiente de recursos nos PS (AMARAL; COSTA, 2014). Essas preocupações citadas, foram descritas como as principais causas de gargalos nos hospitais (WIJEWICKRAMA; TAKAKUWA, 2006, HORNG *et al.*, 2012).

Entretanto, apesar de toda a preocupação imposta pelos protocolos médicos, resoluções e portarias, o que se percebe ainda nos PS principalmente do SUS são longas filas de espera antes que o usuário consiga atendimento, e tempo de permanência do paciente no PS acima do recomendado pelos protocolos médicos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009). Geralmente, os profissionais estão muito atarefados e os serviços de urgências e emergências não conseguem distinguir riscos por causa da fila de espera (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

Neste sentido, o atendimento de urgência e emergência é uma tarefa complexa que inclui a ordenação dos recursos humanos, materiais, tecnológicos e financeiros de um processo de atenção à saúde (GILBOY *et al.*, 2005). Em outras palavras, é necessária a integralidade de vários critérios que podem influenciar a prestação do serviço. Desta forma, tomar decisões sobre o gerenciamento de recursos nos PS não é uma atividade trivial, sendo assim, a ineficiência na tomada de decisão pode trazer sérias consequências na qualidade dos serviços prestados aos pacientes (AMARAL; COSTA, 2014).

3.2 MINERAÇÃO DE PROCESSOS COM FOCO NA ÁREA DA SAÚDE

A Mineração de Processos (*Process Mining*) surgiu há pouco mais de uma década e é uma disciplina localizada entre a inteligência computacional, a modelagem de processos e análise. Possui uma estreita relação com o conceito clássico de mineração de dados, pois para Han, Kamber e Pei (2012) a mineração de dados refere-se à extração de conhecimento de grandes quantidades de dados por meio automático ou semiautomático, a fim de, descobrir padrões e regras significativos. Já a mineração de processos, concentra-se na extração de padrões e nas relações de sequência e concorrência entre eventos (VAN DER AALST, 2011).

A mineração de dados dedica-se em evidenciar tendências e padrões nos dados, enquanto a mineração de processos busca entender como é realizado um determinado processo, baseando-se em uma análise de cada instância do processo (CRUZ, 2010). Por exemplo, enquanto a mineração de dados irá arquivar dados de um paciente em um PS, onde o analista poderá observar quais as especialidades mais demandadas, idade, sexo, etc; a mineração de processo está mais preocupada em capturar todo o processo de atendimento do paciente, considerando-se desde a admissão do paciente no PS até a sua saída, seja por internação, alta ou óbito. A mineração de processo também captura os dados (*timestamps*) que acompanha cada instância de processo. Por meio disso, pode-se identificar distribuições estatísticas de determinada atividade em um PS, por exemplo, tempo de atendimento na

recepção, tempo para realização de uma triagem, etc (ABO-HAMAD; RAMY; ARISHA, 2017).

Um dos elementos-chave da técnica de mineração de processos é a ênfase no estabelecimento de uma relação entre um modelo de processo e a realidade, capturada sob a forma de registros de *logs* de eventos. Com isso, esta técnica busca descobrir, monitorar e otimizar processos por meio dos dados extraídos dos sistemas de informação atuais (VAN DER AALST, 2011). Esses *logs* podem ser originários de diferentes tipos de sistemas, tais como sistemas de informação genéricos das empresas, bem como de SIH (HIS - *Hospital Information Systems*). Normalmente, os *logs* de eventos contêm informações sobre o início/conclusão de tarefas do processo, juntamente com dados de contexto relacionados, tais como atores e recursos e *timestamps* (ROVANI *et al.*, 2015).

A mineração de processos tem provado ser capaz de proporcionar um olhar profundo sobre os problemas relacionados com os processos que as organizações enfrentam, incluindo as organizações hospitalares (GUPTA, 2007). Por meio da aplicação da mineração de processos, as organizações hospitalares equipadas com sistemas de informação, podem descobrir como os processos são conduzidos na realidade, verificar se certas diretrizes clínicas e protocolos médicos foram realmente seguidos e obter *insights* sobre gargalos, utilização de recursos e outros aspectos dos processos relacionados com o desempenho (ROVANI *et al.*, 2015).

Mourão (2017) e Rojas *et al.* (2016) realizaram um levantamento dos principais trabalhos envolvendo a mineração de processos na área da saúde. Entretanto, para ampliar o conhecimento da aplicação da mineração de processos para suporte às problemáticas enfrentadas pela área da saúde, com foco em PS, um levantamento dos principais trabalhos científicos foi realizado. Para tanto, uma análise dos principais trabalhos publicados em *journals* e *conference proceedings* foi conduzida de acordo como Quadro 3, combinando as palavras-chave para a construção de *strings* de buscas de artigos nas bases de dados que estão caracterizadas na seção da metodologia.

Quadro 3. Principais trabalhos em mineração de processos com foco em departamento de emergência de hospitais

Autores	Título	Ano	Publicado em	Conteúdo do Artigo
Alvarez, C., Rojas, E., Arias, M., Muñoz-Gama, J., Sepúlveda, M., Herskovic, V., & Capurro, D.	Discovering role interaction models in the Emergency Room using Process Mining	2018	Journal of biomedical informatics	O estudo permitiu a descoberta de modelos de interação de funções e profissionais em um DE de um hospital universitário no Chile, por meio do uso de dados clínicos registrados no sistema de informação do hospital e técnicas de mineração de processos. Os resultados mostram uma maneira útil de fornecer insights relevantes sobre como os profissionais de saúde colaboram, revelando oportunidades de melhoria de processos.
Basole, R. C., Braunstein, M. L., Kumar, V., Park, H., Kahng, M., Chau, D. H., & Lesnick, B. Burton	Understanding variations in pediatric asthma care processes in the emergency department using visual analytics.	2015	Journal of the American Medical Association	Os processos de prestação de cuidados de saúde consistem em sequências de atividades complexas que abrangem os limites organizacionais, espaciais e temporais. O cuidado é direcionado ao ser humano, portanto, esses processos podem ter grandes variações de custo, qualidade e resultado, tornando a análise do processo, o teste de conformidade e o aprimoramento da melhoria de forma sistêmica. Os autores projetaram e desenvolveram uma ferramenta de exploração e descoberta de processos analíticos visuais interativos e a utilizaram para explorar dados clínicos de 5784 pacientes do departamento de emergência de asma pediátrica.
Kim, E., Kim, S., Song, M., Kim, S., Yoo, D., Hwang, H., & Yoo, S.	Discovery of Outpatient Care Process of a Tertiary University Hospital Using Process Mining	2013	Health care informatics research	Os autores utilizaram a mineração de processos para identificar o processo de atendimento de pacientes ambulatoriais em um hospital universitário tercerizado, e em seguida o modelo descoberto pela mineração de processos foi comparado com um modelo de processo orientado pelos especialistas do processo de atendimento de pacientes. Os autores identificaram que a taxa de aderência entre o processo descoberto pela mineração de processos e o processo orientado pelos especialistas corresponde a 89,01%. Os autores também identificaram pela mineração de processos, o processo de tratamento mais comum entre pacientes. Os autores esperam que o conhecimento do processo que ocorre com mais frequência no hospital, seja útil para as atribuições de recursos hospitalares.

Autores	Título	Ano	Publicado em	Conteúdo do Artigo
Rojas, E., Sepúlveda, M., Munoz-Gama, J., Capurro, D., Traver, V., Fernandez-Llatas, C.	Question-Driven Methodology for Analyzing Emergency Room Processes Using Process Mining	2017	Applied Sciences	O artigo propõe uma classificação das perguntas frequentes sobre os processos nos DEs em um modelo de referência de dados para orientar a extração de dados dos sistemas de informação que suportam esses processos.
Fernandez-Llatas, C., Lizondo, A., Monton, E., Bendi, J. M., Traver, V.	Process Mining Methodology for Health Process Tracking Using Real-Time Indoor Location Systems	2015	Sensors	O artigo apresenta uma ferramenta e uma metodologia baseada em mineração de processos que, usando sistemas de localização indoor, permite que a equipe de saúde não apenas represente o processo, mas também conheça informações precisas sobre a implantação do processo de maneira discreta e transparente. Testou-se com sucesso esta ferramenta em uma área cirúrgica real com 3613 pacientes durante fevereiro, março e abril de 2015.
Huang, Z., Lu, X., Duan, H.	On mining clinical pathway patterns from medical behaviors	2012	Artificial intelligence in medicine	Este estudo adota a mineração de processo para analisar os caminhos clínicos por meio de conjuntos de dados do mundo real, extraídos do Hospital Central da China, Zhejiang Huzhou, com relação a seis doenças específicas. A principal contribuição do documento é desenvolver uma nova abordagem de mineração de processos para encontrar um conjunto de padrões de trajetórias clínicas, dados um registro de fluxo de trabalho clínico específico e um limite mínimo de suporte. A abordagem proposta não apenas descobre quais comportamentos médicos críticos são realizados e em que ordem, mas também fornece um conhecimento abrangente sobre ordens temporais quantificadas de comportamentos médicos em vias clínicas. Os resultados experimentais indicam a aplicabilidade da abordagem proposta, com base na qual é possível descobrir padrões de vias clínicas que podem abranger os comportamentos médicos mais frequentes encontrados na prática clínica.
Partington, A., Wynn, M., Suriadi, S., Ouyang, C., Karnon, J.	Process Mining for Clinical Processes: A Comparative Analysis of Four Australian Hospitals	2015	ACM Transactions on Management Information Systems (TMIS)	O estudo aplica técnicas de mineração de processos a dados administrativos e clínicos para pacientes que apresentam sintomas de dor torácica em um dos quatro hospitais públicos no sul da Austrália. Como resultado o estudo apresenta uma abordagem que fornece informações detalhadas sobre as pressões

Autores	Título	Ano	Publicado em	Conteúdo do Artigo
				clínicas (qualidade da saúde do paciente) e fiscal (orçamento hospitalar) na prestação de cuidados de saúde.
Funkner, A. A., Yakovlev, A. N., Kovalchuk, S. V.	Towards evolutionary discovery of typical clinical pathways in electronic health records.	2017	Procedia Computer Science	As vias clínicas representam formas típicas de tratamento e indicam seu impacto nos recursos hospitalares. Neste trabalho, os autores propõem três abordagens para descobrir e agrupar vias clínicas usando o método <i>k-means</i> , algoritmos genéticos e mineração de processos. Um conjunto de dados de 3434 prontuários eletrônicos de pacientes com síndrome coronariana aguda é usado para testar abordagens propostas. As abordagens são em comparação com cinco métricas de <i>clustering</i> . A melhor abordagem mostra os melhores valores para quatro das cinco métricas.
Garcia, A. O., Ramirez, Y. E. P., Larrea, O. U. A.	Process mining in healthcare: analysis and modeling of processes in the emergency area	2015	IEEE Latin America Transactions	O artigo teve como objetivo gerar modelos de processos por meio da ferramenta ProM para obter visualizações detalhadas, realísticas e facilmente analisáveis, a partir de registros armazenados em (SIH). Os autores observaram uma desestruturação dos processos programados em relação aos processos identificados pela mineração de processos, até pelo fato de que os SIH não registram o <i>log</i> de forma adequada. Desta forma, os autores propõem uma reestruturação dos registros dos dados pelos SIH a partir de um enfoque baseado em processo, permitindo que por meio das ferramentas de mineração de processos, pesquisadores e gestores em saúde possam capturar modelos de processos de melhor qualidade.
Rebuge, Á., Ferreira, D.R.	Business process analysis in healthcare environments: A methodology based on process mining	2012	Information systems	Os autores introduziram uma metodologia para a aplicação de técnicas de mineração de processo que leva à identificação de comportamento regular, variantes de processo e casos médicos excepcionais. A abordagem é demonstrada em um estudo de caso realizado em um serviço de emergência hospitalar. Para tanto, implementaram a metodologia em uma ferramenta que integra as principais etapas da análise de processos. A ferramenta é específica para o estudo de caso, mas a mesma metodologia pode ser usada em outros ambientes de assistência

Autores	Título	Ano	Publicado em	Conteúdo do Artigo
				médica.
Mans, R. S., Schonenberg, M. H., Song, M., van der Aalst, W. M., Bakker, P. J	Application of Pro- cess Mining in Healthcare – A Case Study in a Dutch Hospital	2008	International joint conference on biomedical engineering sys- tems and tech- nologies	O artigo demonstra a aplicabilidade da mineração de processo usando um caso real de um processo de oncologia ginecológica em um hospital holandês. Usando uma variedade de técnicas de mineração de processo, os autores analisaram o processo de saúde sob três perspectivas diferentes: (1) a perspectiva de fluxo de controle, (2) a perspectiva organizacional e (3) a perspectiva de desempenho.
Abo-hamad, W., Ramy, A., Arisha, A.	A hybrid process- mining approach for simulation modeling	2017	Simulation Con- ference (WSC), 2017 Winter. IEEE	O artigo integrou técnicas de mineração de processo na Fase de modelagem conceitual para suportar o desenvolvimento de modelos de simulação que sejam imparciais e reflitam a realidade. A abordagem híbrida supera as armadilhas da modelagem conceitual tradicional usando técnicas de mineração de processo para descobrir conhecimento do processo a partir da análise de <i>logs</i> de eventos. A estrutura híbrida proposta foi aplicada a um DE para identificar gargalos de desempenho. Um grande número de fluxos de processo únicos (isto é, vias do paciente) dentro do DE foram descobertos e os desvios dos processos às diretrizes médicas foram identificados com precisão. Os resultados mostram que o desbloqueio dos fluxos de emergência tem um impacto significativo no tempo de permanência dos pacientes (mais de 80% de melhora), em vez de aumentar a capacidade física do DE.
Abo-hamad, W.	Patient Pathways Discovery and Anal- ysis Using Process Mining Techniques: An Emergency De- partment Case Study	2017	International Conference on Health Care Systems Engi- neering	Com base na mineração de processos, este artigo apresenta uma metodologia para analisar a complexidade do fluxo de pacientes dentro de um DE. Por meio do registro de eventos do paciente, técnicas de mineração de processos são usadas neste trabalho para descobrir as rotas reais do paciente, compreender a alta variância nas vias do paciente tomadas por diversos grupos de pacientes, e obter <i>insights</i> sobre gargalos e utilização de recursos.
Duma, d., Aringhieri, R.	Mining the Patient Flow Through an Emergency Depart- ment to Deal with	2017	International Conference on Health Care Systems Engi-	A gestão do DE apresenta uma complexidade muito alta devido às internações de pacientes com uma grande variedade de doenças e ur-

Autores	Título	Ano	Publicado em	Conteúdo do Artigo
	Overcrowding		neering	gências diversas, que exigem a execução de diferentes atividades envolvendo recursos humanos e médicos. Isso tem um impacto na superlotação da DE que pode afetar a qualidade e o acesso aos cuidados de saúde. Neste artigo, aplicamos as técnicas de mineração de processos a um estudo de caso real a partir do banco de dados do DE, as técnicas de descoberta identificam os possíveis caminhos de um paciente com base nas informações disponíveis na triagem. O objetivo é obter modelos de processos precisos para replicar e prever os caminhos do paciente.
Riz, G., Santos, E. A. P., Loures, E. F. R.	Interoperability Assessment in Health Systems Based on Process Mining and MCDA Methods	2017	World Conference on Information Systems and Technologies	O artigo teve como objetivo propor o uso conjunto de métodos de mineração de processos e análise de decisão multicritério (MCDM) na análise e identificação de níveis de desempenho organizacional em um processo hospitalar particular. Para tanto, foi realizado um estudo de caso por meio do uso de registros de dados de tratamento de pacientes de quimioterapia venosa no Hospital Erasto Gaertner, localizado em Curitiba - PR, uma referência local em tratamentos oncológicos.

Fonte: O Autor (2018)

A partir da análise dos trabalhos referenciados no Quadro 3, verifica-se uma ampla gama da utilização da mineração de processos na área da saúde. Destaca-se 7 trabalhos que envolvem a aplicação da mineração de processos nos PSs. Por meio dos estudos, observa-se que a mineração de processos se enquadra como uma técnica adequada para identificar os processos reais de tratamento de pacientes nos hospitais ou nos PS. Sua utilização vem ganhando espaço em estudos científicos para se verificar conformidades no processo de tratamento de doenças e descoberta de caminhos clínicos em um PS. Seu uso também remete a descoberta de modelos de interação de funções que descrevem a colaboração entre profissionais de departamento de emergência hospitalar.

Percebeu-se também que a mineração de processos pode se tornar uma aliada na construção de modelos conceituais de simulação ligados à área da saúde, para posteriormente serem implementados em um modelo computacional. A abordagem de conceber os modelos conceituais de simulação por meio da mineração de processos, pode representar melhor a

realidade do que se quer simular, pois a mineração de processos, capta com fidelidade como o processo está sendo executado na prática. Para Abo-Hamad, Ramy e Arisha (2017) e Abo-Hamad (2017) essa abordagem supera as armadilhas da modelagem conceitual tradicional, pois se utiliza técnicas de mineração de processo para descobrir conhecimento do processo a partir da análise de *logs* de eventos.

Os artigos avaliados também suportam o entendimento das perspectivas do controle de fluxo das atividades do processo, nas organizacionais e nas temporais. Essas perspectivas podem se caracterizar como importantes parâmetros para auxiliar na construção de modelos de simulação (VAN DER AALST, 2016; ROZINAT *et al.*, 2009a).

Destaca-se também a implementação da mineração de processos na área da saúde como um campo relativamente novo e seu uso pode auxiliar no processo de tomada de decisão, redução de custos, identificação dos fluxos seguidos por pacientes com determinadas doenças, correlação entre os tratamentos administrados, chances de cura, complicações, qualidade dos tratamentos, entre outros (MEDEIROS; GIMENES; TOLEDO, 2008, REBUGE; FERREIRA, 2012). A Figura 14 adaptada de van der Aalst (2011) afirma que a mineração de processos estabelece ligações com os processos reais e seus dados, e também com os modelos de processo. A mineração de processos sempre inicia com um conjunto de *logs* de eventos. Tais registros de *logs* são produzidos por praticamente qualquer sistema de informação (KAYMAK *et al.*, 2012). Sistemas clássicos como *Workflow Management (WfM)*, *Business Process Management System (BPMS)*, *Enterprise Resource Planning (ERP)*, *Product Data Management (PDM)*, *Customer Relationship Management (CRM)*, *Middleware*, *HIS* e *Chipsoft (Hospital Information Systems)*, fornecem conhecimentos detalhados sobre as atividades que foram executadas. Na maioria dos casos, um *log* registra o início e/ou conclusão de eventos, além do momento de execução (*timestamp*). Em alguns sistemas, o responsável pela execução da atividade e outros dados adicionais também são registrados (VAN DER AALST, 2011; MANS; VAN DER AALST; VANWERSCH, 2015). Os registros de eventos podem ser usados para realizar três tipos de mineração de processos (VAN DER AALST, 2011):

- **Descoberta do modelo do processo:** Não existe um modelo formal do processo definido *à priori*. O modelo pode ser extraído dos próprios dados produzidos durante a execução do processo, ou seja, esse tipo de mineração consiste em descobrir o modelo baseado no comportamento registrado nos *logs* de eventos. As técnicas relacionadas à descoberta utilizam como entrada um *log* de evento para produzir um modelo, que tipicamente é representado por um modelo de processo, como por exemplo, *Business Process*

Management and Notation (BPMN), *Event-driven Process Chain* (EPC), *Unified Modeling Language* (UML) entre outros. As técnicas de mineração de processos buscam identificar diferentes tipos de modelos de processos para distintas perspectivas (VAN DER AALST, 2016). Dentre as quais, destaca-se as perspectivas organizacionais (quem?) que irão se concentrar em informações sobre os recursos e como eles se relacionam durante a execução do processo de atendimento e tratamento de pacientes no PS. As perspectivas temporais (o que?) que irão se concentrar em analisar o processo do ponto de vista dos tempos de execução das atividades do processo (*timestamps*), como por exemplo, o tempo para realização de uma triagem, um exame de raio-x etc. E a perspectiva do processo (como?) que se concentra no fluxo de controle e foca em administrar as atividades do processo. A forma como os modelos de processo são gerados depende da perspectiva utilizada (SONG; VAN DER AALST, 2008).

- **Conformidade:** A descoberta de processos é apenas o ponto de partida para uma análise mais profunda. Na análise de conformidade, o comportamento modelado e o comportamento observado são comparados, a fim de, determinar até que ponto o processo está sendo realizado como descrito no modelo existente. A análise de conformidade pode ser utilizada para detectar desvios do processo, auxiliar a entender suas causas e medir e explicar a severidade de tais desvios entre o modelo à priori e o modelo real. Por exemplo, o processo de atendimento de um hospital para pacientes em estado de emergência está obedecendo às diretrizes ou protocolos médicos estabelecidos? Pode-se verificar nesse caso a não conformidade, ou seja, determinado paciente ou grupos de pacientes não receberam o tratamento de acordo com o que reza uma diretriz clínica e/ou protocolos médicos.
- **Extensão/Melhoria:** O objetivo é enriquecer e/ou melhorar um modelo pré-existente a partir da análise dos dados de execução. Por exemplo, mostrar estrangulamentos em um modelo de processos ao analisar o *log* de eventos. O processo será melhorado a partir da análise de não conformidade, onde o profissional de gestão de processos poderá verificar uma melhor configuração, afim de, atender a determinado caso específico. Para van der Aalst *et al.*, (2011) é possível complementar o modelo do processo usando referências temporais dos registros dos eventos, para que os tempos de execução de uma determinada tarefa e distribuições estatísticas sejam considerados.

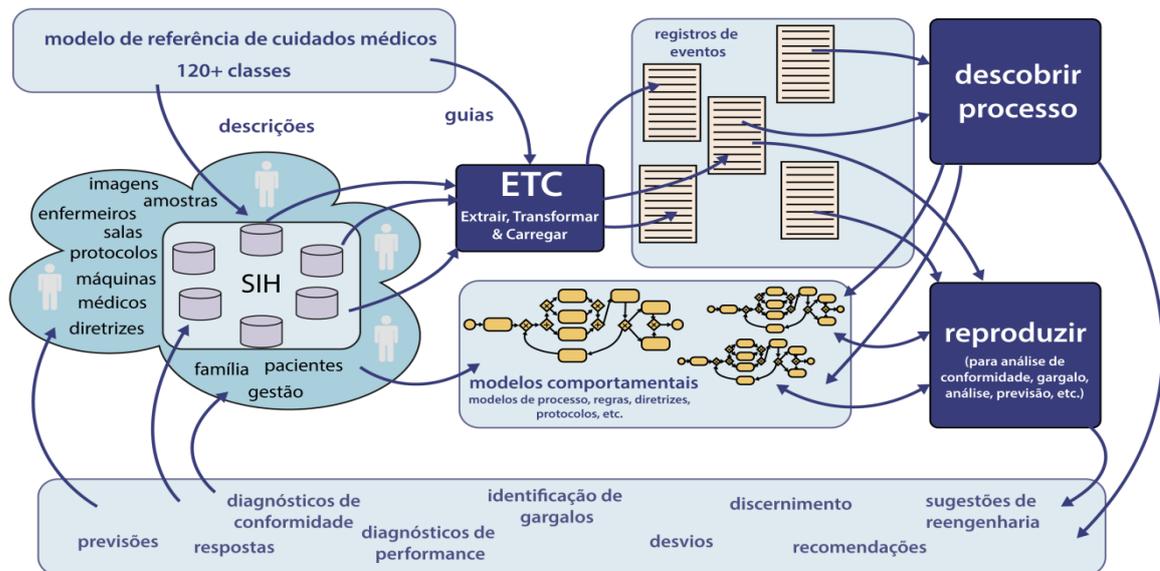


Figura 14. Posicionamento dos três tipos de mineração de processos
 Fonte: Adaptado de van der Aalst (2011)

Conforme mencionado neste trabalho, as organizações hospitalares estão sob pressão por resultados satisfatórios que atendam as diretrizes clínicas/protocolos médicos, resoluções, portarias e agências reguladoras para atender de forma adequada o paciente. Neste sentido, para melhorar os processos principalmente ligados à gestão hospitalar é importante compreender o que realmente está acontecendo (descoberta do processo) e analisar desvios do modelo de processo esperado ou normativo (análise de conformidade). Além do mais, usando os registros de tempo dos eventos, é possível identificar e diagnosticar gargalos e outras ineficiências e propor melhorias para um modelo pré-existente (extensão) (MANS; VAN DER AALST; VANWERSCH, 2015).

3.2.1 Log de eventos

O conceito fundamental na mineração de processos é o chamado *log* de eventos. Todas as técnicas de mineração de processos assumem que é possível gravar sequencialmente a ocorrência de eventos, ou seja, um passo bem definido no processo em uma instância particular (um paciente) (VAN DER AALST, 2011). Em nosso contexto, o *log* de eventos contém dados relacionados ao processo de atendimento e tratamento de um paciente no PS, portanto, todos os eventos no *log* podem estar relacionados a esse processo. Contudo, cada evento no *log* refere-se a uma única instância de processo (um paciente). Além disso, todos os eventos têm um carimbo de data / hora (*timestamps* da ocorrência). Os eventos podem estar relacionados a recursos, ou seja, as pessoas (ou dispositivos/equipamentos) executando ou

responsáveis por tais eventos. Por exemplo, uma enfermeira pode ser responsável por verificar as condições/sinais vitais do paciente (realizar triagem) ou um neurologista pode ser responsável por analisar uma tomografia. Os atributos também podem estar associados a eventos. Por exemplo, um custo de um exame, uma informação do paciente (idade, sexo, nível de oxigenação do sangue). O Quadro 4 apresenta o conteúdo de um *log* de eventos em um PS.

Quadro 4. Exemplo de um *log* de eventos em um PS

Tipo de Informação	Informação registrada no log
<i>Informação do paciente</i>	<i>Identificação (case ID), nome, endereço, data de nascimento</i>
<i>Hospital</i>	<i>Nome do Hospital</i>
<i>Eventos</i>	<i>Sintomas, chegada no hospital, transporte, triagem, exame, alta, óbito.</i>
<i>Timestamp</i>	<i>Data e hora de início e fim de cada evento no log ex: início 10/05/2017 10:00hs, fim 10/05/2017 10:35hs</i>
<i>Transporte</i>	<i>Ônibus, SAMU / corpo de bombeiro, ambulância particular, veículo próprio, outros.</i>
<i>Recursos</i>	<i>Enfermeiros, médicos, cirurgiões, gestores</i>
<i>Condições do paciente</i>	<i>Pressão, temperatura, nível de oxigenação no sangue</i>
<i>Histórico do paciente</i>	<i>Tabagismo, alcoolismo etc</i>
<i>Cor da triagem/complexidade de tratamento</i>	<i>Vermelho, laranja, amarelo, verde, azul</i>

Fonte: Adaptado de Alvarez *et al.*, (2018)

Diante deste contexto, em um PS equipado com SIH, pode-se por meio da mineração de processo, verificar o fluxo de atividades que estão ocorrendo no tratamento de pacientes, bem como os tempos para a realização dos eventos. Por exemplo, o instante da chegada dos pacientes, início do atendimento, tempo para realização de um exame, e principalmente identificar o tempo de permanência de um paciente no PS. Desta forma, a mineração de processo é uma ferramenta que pode contribuir com a construção de modelos de simulação por meio das informações sobre conhecimento do fluxo de atividades do modelo causal (modelo do processo) fornecido como também as distribuições estatísticas dos eventos que estão registradas no *log* de eventos. Isso facilita para que o analista em simulação não necessite coletar essas informações de forma manual, ou seja, apenas baseando-se em suposições ou percepções humanas (ROZINAT *et al.*, 2008).

3.3 LAÇÃO PARA SUPORTE NA TOMADA DE DECISÃO EM GESTÃO DE PRONTO-SOCORRO

A simulação é uma abordagem especial para estudar modelos fundamentalmente experienciais e experimentais. É parecida com testes de campo, exceto que o sistema de

interesse no estudo é substituído por um modelo físico ou computacional (WHITE JR.; INGALLS, 2009). A simulação é muito útil quando se quer modelar um sistema complexo e que não possui representação analítica, ou seja, não é possível encontrar respostas matemáticas bem definidas que relacionem as variáveis do problema, fato este, característico na área da saúde (DAVIES, 2007).

Neste caso, com o auxílio de um computador, a simulação cria um comportamento que imita o funcionamento do sistema real. Ela consiste em um processo de experimentação como um modelo detalhado de um sistema real para determinar as diferentes maneiras que o sistema responde à mudança em sua estrutura em relação ao ambiente e as condições de contorno (CHWIF; MEDINA, 2007). Facilita compreender, verificar e principalmente manipular o comportamento do sistema de forma segura e com custos bem menores (HARREL *et al.*, 2002; HOLLOCKS, 1992).

Neste caso, a simulação torna-se uma ferramenta valiosa na obtenção de uma resposta para um problema particular complexo, que vão desde a modelagem e simulação de um setor de produção de uma fábrica, tratamento de pacientes em um PS, até o movimento de papéis em um escritório. Tudo que pode ser descrito pode ser modelado e simulado (PRADO, 2009, ALVES; MENEZES, 2010).

A simulação auxilia os gestores na tomada de decisão, já que por meio dela, pode-se realizar experimentos e comparar alternativas para a gestão de uma organização antes de implementá-las na prática, contribuindo para que os experimentos que forem realizados não interfiram na operação diária de uma organização (SHANNON, 1992; VACCARO, 1999, TURBAN; SHARDA; DELEN, 2005). Por exemplo, gestores de um hospital podem testar e verificar as configurações de recursos humanos e físicos para a redução do tempo para início de uma triagem médica em um PS, redução do tempo de permanência do paciente em um PS, redução do tempo de espera em fila por uma cirurgia etc. Essas configurações poderão ser experimentadas sem a interrupção do sistema de atendimento hospitalar (DAVIES, 2007, AHMED; ALKHAMIS, 2009, ABO-HAMAD; CROWE; ARISHA, 2012).

A simulação vem sendo aplicada há mais de duas décadas para tratar problemas na área da saúde nos Estados Unidos e Reino Unido (MENG; SPEDDING, 2008). Geralmente os estudos focam em testar cenários com a inserção de mais recursos, tais como médicos, enfermeiros, equipamentos. Também usado na reengenharia de processos, tais como, modificando um *layout*, inserindo triagem de pacientes e, verificar a partir disto, a redução do tempo de espera em fila pelos pacientes, redução do tempo de permanência do paciente no PS, entre outros (VANBRABANT *et al.*, 2019, ESKANDARI *et al.*, 2011).

A principal vantagem da simulação para a gestão de um PS é que um grande nível de detalhes pode ser levado em consideração como, características dos pacientes, tipos de exames oferecidos por um PS, etc. o que torna as premissas necessárias menos restritivas (VANBRABANT *et al.*, 2019). Além do que, auxilia os gestores hospitalares a testarem alternativas de melhorias sem interrupção do atendimento ao paciente.

No entanto, o Quadro 5 apresenta algumas vantagens, desvantagens e causas para o insucesso da simulação e, que o profissional em simulação, deve levar em consideração (BRESSAN, 2002; CHWIF; MEDINA, 2007; HARREL *et al.*, 2002; DA SILVA, 2005, CARSON, 2004, CARSON; MARIA, 1997).

Quadro 5. Vantagens, desvantagens e causas para o insucesso da simulação

Vantagens	Desvantagens	Causas para o insucesso
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Pode ser usada para modelar sistemas reais que possuem alguma complexidade matemática para o qual é difícil encontrar uma representação analítica; ▶ Permite estimar o desempenho do sistema, sob a condição de um aumento na demanda, como por exemplo, um aumento na chegada de pacientes em um hospital; ▶ Facilita o controle sob as condições dos experimentos, que em muitos casos não é possível no sistema real; ▶ Permite avaliar o sistema por meio de um longo período de tempo de simulação; ▶ Pode adicionar criatividade ao processo de resolução de problemas; ▶ Pode prever resultados; ▶ Leva em conta as variâncias do sistema; ▶ Promove soluções totais; 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Em geral um modelo de simulação é caro e consome tempo para realizá-lo; ▶ Pode levar a uma confiança equivocada, principalmente nos modelos complexos e cheio de gráficos e tabelas. Para a validação do modelo o projetista deve verificar se ele se comporta de acordo com os eventos reais; ▶ Para construção do modelo, é necessário treinamento; ▶ Uso indevido em problemas, onde possui solução analítica. Neste caso a modelagem matemática possui vantagens; ▶ Maiores dificuldades para analisar os resultados; ▶ Necessidade de recursos computacionais adequados; ▶ Grau de precisão requerido, necessário para satisfazerem os objetivos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Nível de detalhes, ou seja, pouco ou muito detalhe, não atentando ao objetivo da simulação; ▶ Falta de definição de objetivos da simulação; ▶ Falta de comunicação entre os interessados na simulação; ▶ Interpretações equivocadas por parte da equipe da simulação da operação do sistema a ser simulado; ▶ Falta de compreensão da simulação por parte da gerência; ▶ Falha em montar uma equipe com conhecimentos técnicos a cerca da simulação; ▶ Falha na obtenção de dados representativos do comportamento do sistema; ▶ <i>Software</i> de simulação inadequado e complexo; ▶ Acreditar que o conhecimento apenas no software de simulação será suficiente para uma simulação bem sucedida, negligenciando a teoria da simulação; ▶ Criar um modelo de simulação bem mais complexo que o sistema real; e ▶ Falta de planejamento.

Fonte: (BRESSAN, 2002, CHWIF e MEDINA, 2007, HARREL *et al.*, 2002, DA SILVA, 2005)

De forma geral, o *software* de simulação não se integra como a parte principal de um projeto de simulação. No entanto, dependendo do objetivo do projeto de simulação, alguns pacotes são mais atrativos, com interfaces gráficas e linguagem de simulação que se enquadram melhor ao objetivo da simulação (ROBINSON; PIDD, 1998; BANKS; GIBSON, 1997; CHWIF; MEDINA, 2007). Como no caso do presente trabalho, optou-se por um

software de simulação que contemple características mais familiares ao domínio da área da saúde.

Destaca-se que, antes de iniciar a simulação, é necessário construir o projeto, ou seja, o esqueleto da simulação (DA SILVA, 2005, ELDABI; IRANI; PAUL, 2002). Para a maioria das pessoas é inconcebível construir uma casa sem uma planta ou escrever um livro, sem antes um rascunho. Se o projetista quiser ter êxito com a simulação, não pode negligenciar as etapas para a construção do modelo de simulação (HARREL *et al.*, 2002). A definição dos passos a serem seguidos para a construção de modelos de simulação visando obter bons resultados varia muito de acordo com cada projeto. Porém, algumas etapas para o estudo do problema a ser simulado são sempre as mesmas de acordo com a Figura 15. (PROMODEL USER'S GUIDE, 2002, LAW; MCCOMAS, 1991, LAW, 2003, LAW; KELTON, 2000).

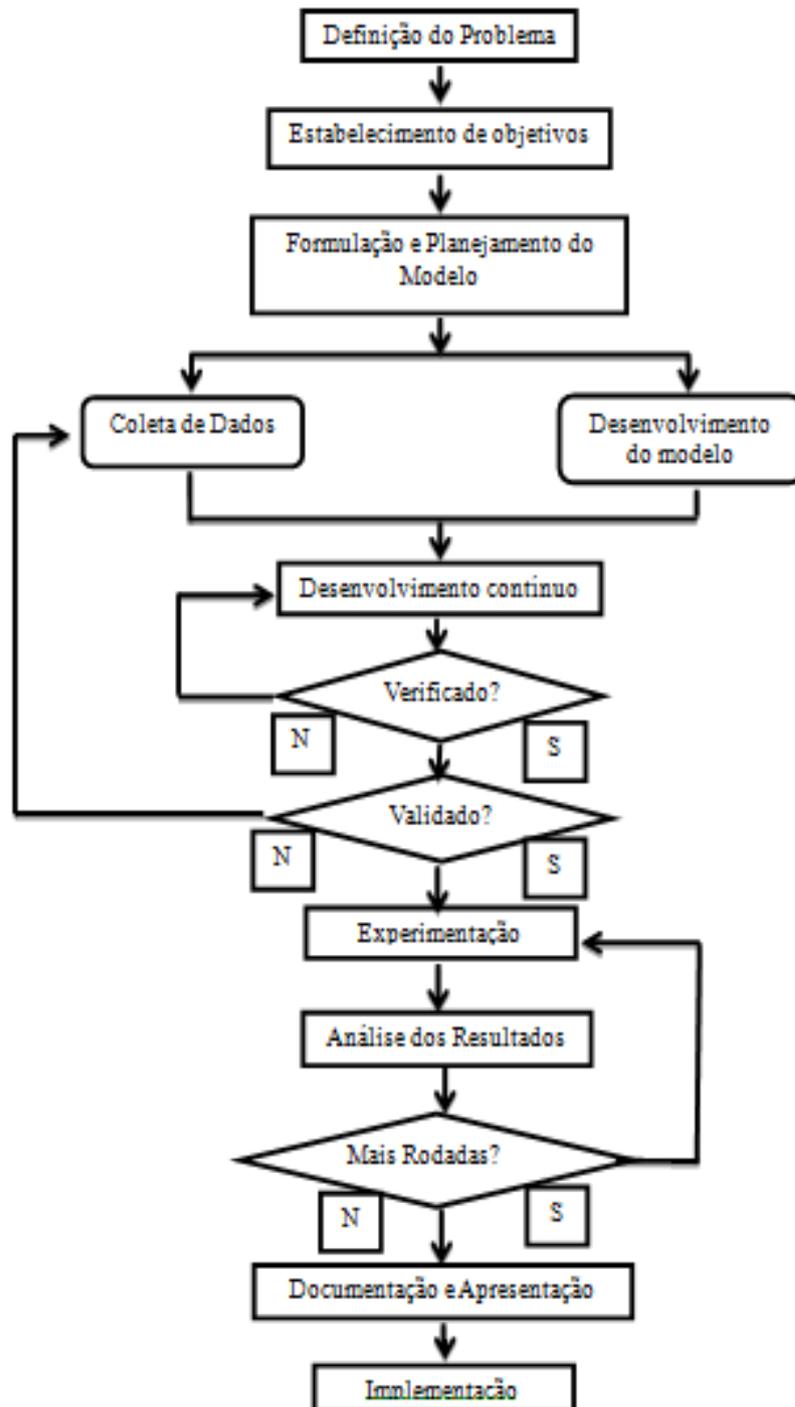


Figura 15. Etapas em um estudo de simulação
 Fonte: Adaptado de Harrel *et al.*, (2002), Law e Kelton (2000)

As etapas que vão desde a definição do problema até a etapa do desenvolvimento do modelo determinam amplamente o sucesso da simulação. Estas etapas definem claramente os problemas que serão estudados e como esses problemas serão investigados (LAW; KELTON, 2000, LAW, 2006, BELGE, 2008). Em se tratando da área da saúde, isto é essencial, pois há muitos elementos interativos (GUL; GUNERI, 2012).

Por sua vez, para que um modelo de simulação seja útil e finalmente utilizado, o modelo deve ser válido. Especialmente na área da saúde onde os processos são complexos, o modelo de simulação deve representar o modelo real do sistema (validação conceitual) e apresentar credibilidade para as partes interessadas (*stakeholders*) (ELDABI; IRANI; PAUL, 2002). Desta forma, é importante em todas as etapas do processo de construção, validação e implementação do modelo de simulação, a participação das partes interessadas. Eldabi, Irani e Paul (2002) destacam que o modelo deve ser "**vendido**" para as partes interessadas, independente da área em que o profissional atua, tais como médicos, enfermeiros, demais profissionais na área da saúde e gestores. Em suma, na simulação aplicada à área da saúde, é essencial que o modelador trabalhe com uma equipe de "especialistas do domínio" para que os modelos construídos sejam relevantes e úteis (ELDABI; IRANI; PAUL, 2002, MAHAPATRA *et al.*, 2003).

Conforme os benefícios da simulação apresentados, a mesma vem se destacando em ambientes hospitalares e gestão de PS. As técnicas de Simulação de Eventos Discretos (SED) e simulação não terminal (veja Chwif e Medina, 2007) que são as técnicas de simulação utilizadas neste presente trabalho, estão sendo usadas para modelar as operações nos PS (GROOTHUIS; VAN MERODE; HASMAN, 2001, ZEINALI; MAHOOTCHI; SEPEHRI, 2015, ABO-HAMAD; ARISHA, 2013). Por exemplo, avaliar o fluxo de pacientes, tempo de tratamento do paciente na emergência, taxa de transferência, ou seja, a quantidade de pacientes que deixam o PS e vão para a internação, tempo de espera em fila para início do atendimento médico, tempo de permanência do paciente no PS, produtividade dos recursos (médicos, enfermeiros, técnicos de enfermagem, equipamentos), análise de *layout*, etc. (MOHAPATRA *et al.*, 2003, TAKAKUWA; SHIOZAKI, 2004, SAMAHA; ARMEL; STARKS, 2003, GROOTHUIS; VAN MERODE; HASMAN, 2001, GOLÇALVES *et al.*, 2005, ABO-HAMAD; ARISHA, 2013).

Neste sentido, buscando compreender o aspecto da simulação aplicada para a resolução de problemas na área da saúde, o Quadro 6 apresenta alguns dos principais estudos ligados a temática deste trabalho, considerando as bases de dados e as *strings* de busca de artigos que estão caracterizadas na metodologia deste estudo.

Quadro 6. Principais trabalhos envolvendo simulação na área de DEs

Autor	Ano	Título	Publicado em	Conteúdo do artigo
Mcguire, F.	1994	Using simulation to reduce length of stay in emergency departments.	Simulation Conference Proceedings, 1994. Winter	O estudo foca em cenários simulados para reduzir a espera para início do atendimento no (DE) utilizando o <i>software</i> de simulação <i>MedModel</i> [®] . Por meio do estudo, apresentou-se propostas de redução do tempo de permanência do paciente na emergência de 157 minutos para 107 minutos.
Sabbadini, F.S., Gonçalves, A.A., De Oliveira, M. J.F.	2006	A aplicação da TOC e da simulação na gestão da capacidade de atendimento em hospital de emergência	Revista Produção Online	O trabalho utiliza a simulação e verifica que a restrição esta no diagnóstico de pacientes. Por falta de uma triagem especializada, a área de diagnóstico fica comprometida com pacientes em estado ambulatorial e de urgência competindo em uma mesma fila. O problema é resolvido com a inclusão de mais enfermeiras no processo de triagem com uma, duas, e até três enfermeiras. Os autores observam que o tempo médio de espera na fila por um paciente em estado de urgência é de 44,28 minutos, e com a inserção de uma enfermeira, esse tempo diminuiu para 28,86 minutos. Com duas enfermeiras o tempo reduziu para 22,08 minutos e com três enfermeiras 16,28 minutos. Esse trabalho evidencia o auxílio da simulação para testar cenários antes de tomar a decisão em qual será implementado.
Joaquim, É.D., Vieira, G.E.	2009	Modelagem e análise de um novo centro cirúrgico para um hospital em crescimento: uma abordagem baseada em simulação	Produção	O trabalho analisou um novo centro cirúrgico para um hospital em crescimento. Utilizou-se da simulação computacional para testar cenários com melhores configurações para o novo centro cirúrgico do Hospital Universitário da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). As configurações contemplam alguns fatores de desempenho, dentre eles, o mais importante é a redução do tempo de espera em fila para cirurgias de emergência. Foram simulados e analisados quatro novos cenários, os quais incluíam reestruturação de atividades de atendimento e ampliação do número de salas de cirurgias. O melhor cenário a ser implantado deve ter duas novas salas de cirurgia e uma reestruturação das atividades internas do centro cirúrgico. O trabalho também considerou fatores de custos frente um aumento na demanda por cirurgias.
Khadem, M., Bashir, H. A., Al-Lawati, Y., Al-Azri, F.	2008	Evaluating the layout of the emergency department of a public hospital using comput-	Industrial Engineering and Engineering Management, 2008.	Apresenta-se por meio da simulação, um novo <i>layout</i> para o DE de um hospital público. Os autores selecionaram a ferramenta de simulação <i>MedModel</i> [®]

Autor	Ano	Título	Publicado em	Conteúdo do artigo
		er simulation modeling: A case study	IEEM 2008. IEEE International Conference on. IEEE, 2008	para modelar o novo <i>layout</i> . Cenários foram testados para melhorar a satisfação do paciente, minimizando os tempos de espera e aumentando a capacidade do DE.
Ahmed, M.A.,Alkhamis, T.M.	2009	Simulation optimization for an emergency department healthcare unit in Kuwait	European journal of operational research	Os autores integraram a simulação com otimização para projetar uma ferramenta de suporte à decisão para uma unidade de emergência em um hospital governamental do Kuwait. Os autores definiram por meio da simulação o número ideal de médicos, enfermeiros, técnicos de laboratório e recepcionistas para maximizar a satisfação do paciente e minimizar o tempo de permanência do paciente na emergência, com base nas restrições de orçamento do governo de Kuwait.
Gul, M., Guneri, A. F.	2012	A computer simulation model to reduce patient length of stay and to improve resource utilization rate in an emergency department service system.	International Journal of Industrial Engineering,	O estudo propôs por meio da simulação, reduzir o tempo médio de permanência do paciente na emergência e melhorar a taxa de transferência do paciente e a utilização de locais e recursos humanos (médicos, enfermeiros, recepcionistas). Alguns cenários alternativos na tentativa de determinar o nível ótimo de equipe foram avaliados. Essas abordagens alternativas ilustram que a melhoria vital no DE e a taxa de transferência dos pacientes podem ser obtidas por pequenas mudanças nas horas de turno e no número de recursos. Considerando as mudanças futuras na demanda do paciente, um cenário simulado apresenta informações para reduzir o tempo de permanência do paciente no DE.
Groothuis, S., Van Merode, G., Hasman, A.	2001	Simulation as decision tool for capacity planning.	Computer methods and programs in biomedicine	Utilizou-se da simulação para investigar formas alternativas (cenários) de otimizar o uso da sala de cateterismo. Três experimentos foram formulados, modelados e simulados. Aplicou-se duas estratégias de agendamento diferentes para a situação atual e as três situações experimentais. O número de pacientes que podem ser tratados e a duração de um dia útil foram determinadas como medidas de desempenho. Os resultados dessas experiências dão ao gerenciamento da sala de cateter informações valiosas como melhorar o uso desta sala.
Abo-Hamad, W.,Arisha, A.	2012	Multi-Criteria Framework for an Emergency Department in an Irish Hospital	Proceedings of the Winter Simulation Conference	O <i>Framework</i> proposto integra a simulação, o <i>Balanced Scorecard</i> (BSC) e a análise de decisão multicritério com o objetivo de fornecer um sistema de apoio à decisão para os gerentes do DE. As saídas de simulação são agregadas usando o AHP para fornecer desempenho marginal em relação à realização dos objetivos estratégicos, táticos e operacionais defi-

Autor	Ano	Título	Publicado em	Conteúdo do artigo
				nidos. A comunicação da significância das estratégias investigadas, incentivou os gerentes a implementarem as recomendações de estrutura no DE do hospital estudado.
Abo-Hamad, W., Arisha, A.	2013	Simulation-based Framework to improve patient experience in an emergency department.	European Journal of Operational Research	O trabalho apresenta um <i>Framework</i> de suporte à tomada de decisão baseada em simulação para a melhoria do processo em saúde de um DE de um hospital de ensino no norte de Dublin, na Irlanda. A complexidade e os diferentes níveis de variabilidade dentro do processo são incorporados para a modelagem do sistema. Isso é feito devido as preferencias dos decisores. O BSC é inserido para incorporar medidas de desempenho e assegurar a melhoria contínua. Um modelo MCDM é projetado considerando os indicadores chave de preferencia dos decisores. Os resultados mostraram que cenários simulados como o desbloqueamento das saídas de emergência por meio do gerenciamento de camas internas (leitos) é mais efetivo do que o cenário simulado de aumentar apenas a capacidade física do DE ou a força de trabalho no DE.
Uriarte, A. G., Zúñiga, E. R., Moris, M. U., Ng, A. H.	2017	How can decision makers be supported in the improvement of an emergency department? A simulation, optimization and data mining approach	Operations Research for Health Care	Este artigo apresenta uma nova abordagem em gestão em saúde, na qual as técnicas de Simulação, Otimização Multi-Objetivo Baseado em Simulação e Mineração de Dados são usadas em combinação. Esta metodologia foi aplicada para uma análise de melhoria do sistema de um DE sueco. Como resultado do projeto, os tomadores de decisão receberam uma série de soluções quase ideais e regras de projeto que reduzem consideravelmente o tempo de permanência e o tempo de espera dos pacientes no DE. Essas soluções incluem o número adequado de recursos e o nível necessário de melhoria nos principais processos.
Aroua, A., Abdunour, G.	2017	Optimization of the emergency department in hospitals using simulation and experimental design: Case study	Simulation Conference (WSC), 2017 Winter. IEEE	O artigo avalia o impacto de diferentes políticas de cenários criados por um comitê de especialistas do DE hospitalar, usando o método Delphi. O objetivo é reduzir o tempo de permanência do paciente no DE. Simulação e design de experimento foram utilizados. Os autores chegaram a uma conclusão por meio da simulação que o aumento no número de leitos no hospital pode reduzir significativamente o tempo de permanência do paciente no DE.
Eskandari, H., Riyahifard, M., Khosravi, S.,	2011	Improving the emergency department performance using simu-	Proceedings of the Winter Simulation Confer-	O <i>Framework</i> proposto integra o modelo de simulação do processo de fluxo de pacientes com os modelos de decisão do

Autor	Ano	Título	Publicado em	Conteúdo do artigo
Geiger, C. D.		lation and MCDM methods	ence	grupo AHP e The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), a fim de, avaliar e classificar os cenários com base nas medidas de desempenho desejadas. O modelo de decisão TOPSIS utiliza os pesos das medidas de desempenho do grupo AHP, e os valores das medidas de desempenho do modelo de simulação classifica os cenários de melhoria. A análise dos resultados indica que o tempo médio de espera de pacientes adotando novas políticas pode ser reduzido em 42,3%.
Abo-hamad, W., Crowe, J., Arisha, A.	2012	Towards leaner healthcare facility: application of simulation modelling and value stream mapping	Proceedings of the International Workshop on Innovative Simulation for Healthcare	O presente trabalho apresenta uma metodologia que integra ferramentas enxutas com simulação para melhorar a qualidade do atendimento ao paciente nas unidades de saúde. O mapeamento do fluxo de valor é usado para identificar atividades de valor agregado e sem valor agregado. Então, um modelo de simulação abrangente é desenvolvido para dar conta da variabilidade e complexidade dos processos de saúde e avaliar os ganhos das estratégias de melhoria propostas. Uma extensa análise de resultados é fornecida e apresentada aos gerentes para ilustrar os benefícios potenciais da adaptação de práticas enxutas.
Gibson, I. W.	2007	An approach to hospital planning and design using discrete event simulation	Proceedings of the 39th conference on Winter simulation	O investimento em construção hospitalar nos EUA oferece uma oportunidade para melhorar o serviço de saúde. No entanto, o planejamento e o design de hospitais geralmente usam benchmarks e experiência sem uma análise rigorosa dos processos, recursos e requisitos das instalações. Neste sentido, o presente artigo considera uma abordagem para o planejamento e projeto de hospitais usando a (SED) para permitir a melhoria na qualidade e produtividade dos serviços de saúde e um melhor ambiente de trabalho para os funcionários.
Zeinali, F., Mahootchi, M., Sepehri, M.M.	2015	Resource planning in the emergency departments: A simulation-based metamodelling approach.	Simulation Modelling Practice and Theory	O presente trabalho combinou um modelo de (SED) com meta modelos, com o objetivo de ser usado como um novo sistema de apoio à decisão para melhorar o fluxo de pacientes e aliviar o congestionamento, alterando o número de recursos do ED. Ou seja, o número de recepcionistas, enfermeiros, residentes e leitos. Resultados experimentais com o orçamento atual do ED verificam que após o uso da alocação de recursos obtida do modelo proposto, o tempo total de espera dos pacientes é reduzido em cerca de 48%.
Cabrera, E., Ta-	2011	Optimization of	Procedia compu-	O presente artigo apresenta um estudo

Autor	Ano	Título	Publicado em	Conteúdo do artigo
boada, M., Iglesias, M. L., Epelde, F., Luque, E.		healthcare emergency departments by agent-based simulation	ter science	sobre modelagem e simulação baseada em agentes e otimização, com o objetivo de projetar um sistema de suporte à tomada de decisão operacional em um ED. A otimização é realizada para encontrar a configuração ideal de médicos, enfermeiros de triagem e pessoal no departamento de admissão de pacientes, com o objetivo de minimizar o tempo de espera pelo paciente.
Nahas, A., Awaldi, A., Regelin, T	2017	Simulation and the Emergency Department Overcrowding Problem	Procedia Engineering	Um estudo de simulação é realizado para identificar aspectos críticos e propor possíveis cenários para configurar um centro de atendimento de urgência (CAU). O artigo apresenta uma combinação de recursos necessários tais como número de salas de procedimentos e exames, número de médicos, assistentes e enfermeiros com o objetivo de reduzir a quantidade de pacientes que deixam o CAU sem serem consultados e reduzir o custo com recursos humanos. Cinco cenários foram concebidos e simulados, sendo que o quinto cenário (denominado cenário solução) foi concebido a partir da combinação dos quatro diferentes cenários.
Osidach, V. Z., Fu, M. C	2003	Computer simulation of a mobile examination center	Proceedings of the 35th conference on Winter simulation: driving innovation	Os autores utilizaram a simulação computacional para definir ações de qual <i>layout</i> e composição da equipe de atendimento ao paciente. Essas ações simuladas apresentaram benefícios satisfatórios para redução de custos para uma central móvel de exames que atua no controle de doenças e saúde bucal nos Estados Unidos.
Vanbrabant, L., Braekers, K., Ramaekers, K., Van Nieuwenhuyse, I.	2019	Simulation of emergency department operations: A comprehensive review of KPIs and operational improvements	Computers & Industrial Engineering	A quantidade de pesquisas na área de simulação em PS continua se expandindo. A estruturação da literatura pode fornecer orientação para pesquisadores e profissionais ao decidir sobre os <i>Key Performance Indicators</i> (KPIs) e as opções de melhoria a serem consideradas. O estudo é o primeiro a analisar de maneira abrangente as relações entre os KPIs e as opções de melhoria, fornecendo informações sobre quais opções têm efeito (positivo ou negativo) sobre os KPIs, de acordo com a literatura atual. Por fim, a revisão de literatura revela áreas promissoras para futuras pesquisas sobre superlotação em PS.
Pegoraro, F., Santos, E.A.P., Loures, E.F.R.	2020	A Support framework for decision making in emergency department management	Computers & Industrial Engineering	O artigo apresenta um <i>Framework</i> baseado no método DEMATEL aliado a SED como suporte na elaboração de ações de melhoria com o objetivo de melhorar o desempenho gerencial de um PS que atende pacientes cobertos pelo SUS. Essa

Autor	Ano	Título	Publicado em	Conteúdo do artigo
				nova abordagem (<i>Framework DEMATEL-SED</i>) pode ajudar a estabelecer um sistema para o processo de tomada de decisão que, por sua vez, pode apoiar os gerentes de PSs na tomada de decisões complexas.

Fonte: O autor (2020)

Os estudos destacados no Quadro 6 apresentam que a simulação se torna uma aliada para resolver às problemáticas que cercam a área da saúde, principalmente nos PSs. Para Vanbrabant *et al.*, (2019) a técnica de simulação se mostra adequada para capturar a aleatoriedade e a complexidade do fluxo de pacientes no PS. Os estudos objetivam o teste de ações de melhorias por meio de cenários simulados para redução do tempo de espera por atendimento na triagem de pacientes e início do atendimento médico, redução do tempo de permanência do paciente no PS, configuração de recursos físicos e humanos em salas de cirurgias etc.

Por meio dos estudos analisados, o conhecimento tácito dos gestores é o método predominante utilizado para a decisão das escolhas dos melhores cenários simulados. Acredita-se que devido à complexidade do processo decisório em gestão de PS, os critérios de performance da gestão e os cenários simulados podem ser conflitantes por causa das preferências dos tomadores de decisão. Sentindo essa lacuna, alguns pesquisadores estão preocupados com o processo decisório quando se envolve a simulação para suportar uma decisão. Sendo assim, estão incluindo os métodos MCDM em estudos de simulação, deixando o processo decisório mais racional e confiável (ABO-HAMED; ARISHA, 2012, 2013, ESKANDARI *et al.*, 2011).

No entanto, ainda é incipiente os estudos na área de PS que levam em consideração as preferências dos gestores que fazem parte de um processo de tomada de decisão para escolhas de cenários simulados por meio de metodologias de avaliação multicritério (ABO-HAMED; ARISHA, 2012, 2013, ESKANDARI *et al.*, 2011). Percebe-se que os estudos em simulação na área de PS que empregam métodos MCDM para suporte nas escolhas dos cenários simulados ainda carecem em técnicas e métodos que empreguem o ponto de vista dos decisores. Os cenários são gerados a partir do conhecimento tácito do tomador de decisão, sem identificar de fato a importância dos critérios, a relação de causalidades e níveis de influência entre os mesmos.

Neste sentido, a inserção de um método que apresenta as relações de causalidade e interdependências entre os critérios de performance de gestão de PS, pode ser útil quando se busca racionalidade no processo de concepção dos cenários para serem simulados. Essa

racionalidade está amparada no sentido de que os cenários podem ser derivados a partir dos critérios influentes e importantes na rede de critérios definidos.

Outro fator, é que parte dos estudos focam na concepção de modelos de simulação com base apenas na coleta de dados de forma manual, ou seja, por meio de entrevistas com especialistas para modelar o processo, observação *in loco* do processo, cronometragem de tempos e questionários (PEGORARO, 2012). Desta forma, levando em consideração apenas estes métodos para criação de modelos de simulação, pode-se levar a resultados não tão condizentes com a realidade (ROZINAT *et al.*, 2009a). Neste sentido, conforme detalhado na seção 3.2, a integração de técnicas de mineração de processos com o propósito de suportar a construção de modelos de simulação, pode-se mostrar útil no contexto deste estudo.

3.4 ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO

Em diversas áreas do conhecimento, os problemas complexos de tomada de decisão existem e o homem tenta resolvê-los, apoiando-se em abstrações, heurísticas e raciocínios dedutivos para facilitar e principalmente guiar de forma racional suas decisões. Para Gomes; Araya e Carignano (2011 p. 1), os problemas complexos possuem pelo menos uma das características a seguir:

- Os critérios de resolução do problema são no mínimo dois que conflitam entre si;
- Tanto os critérios como as alternativas não estão claramente definidos, e as consequências da escolha de uma determinada alternativa, com relação a pelo menos um critério, não são devidamente compreendidas;
- Os critérios e as alternativas podem estar interligados, de forma que um dado critério parece refletir parcialmente outro critério, enquanto a eficácia em optar por uma alternativa específica depende de que uma outra não seja escolhida, no caso de alternativas não serem mutuamente excludentes;
- A solução para um problema depende de um conjunto de pessoas em que cada uma tem seu próprio ponto de vista e em muitos casos são conflitantes;
- As restrições do problema não estão bem definidas, existindo dúvidas entre o que é critério e o que é restrição;
- Alguns critérios que fazem parte do problema são quantificáveis, enquanto que outros são por meio de juízos de valor efetuados sobre uma escala;
- A escala sobre um determinado critério pode ser cardinal, verbal ou ordinal, dependendo dos dados disponíveis e da própria natureza dos critérios.

Sendo assim, nas organizações hospitalares, o processo de tomada de decisão é usualmente complexo e apresenta as características mencionadas. Vários critérios se tornam necessários para a decisão final entre diferentes alternativas de decisão. Isso exige o incremento e a aplicação de metodologias que permitam ao decisor ponderar com eficiência os diferentes critérios usados na tomada de decisão, contribuindo para facilitar suas atividades como tomador de decisão (GOMES, ARAYA; CARIGNANO, 2011, ABO-HAMAD; ARISHA, 2013). Por tanto, os métodos MCDM classificam-se como um conjunto de ferramentas que padronizam o processo de tomada de decisão por meio da modelagem matemática e que contribuem com um tomador de decisão ou especialista ao longo de um processo decisório em que existem critérios conflitantes (BRANS; MARESCHAL, 2005).

A seleção da melhor opção possível pelo tomador de decisão é uma das vantagens dos métodos MCDM pelo fato de que não existem decisões simultaneamente ótimas sob todos os pontos de análise (VINCKE, 1992). Desta forma, conforme Belton e Stewart (2002) o resultado ótimo "não existe" em uma estrutura multicritério. Muitas vezes, nenhuma das alternativas de suporte à decisão se encaixa perfeitamente para atingir o objetivo, sendo a alternativa que melhor se adéqua aos objetivos pode ser selecionada avaliando as diferentes alternativas em relação a um conjunto de critérios (MATEO, 2012).

Segundo Figueira, Greco e Ehrgott (2005), apesar da diversidade das abordagens dos métodos MCDM, o mesmo tem um conjunto muito simples de elementos básicos, tais como um conjunto finito ou infinito de alternativas, soluções e ações, ao menos dois critérios e uma tomada de decisão. Tendo em conta estes elementos básicos, os métodos MCDM podem contribuir na tomada de decisões, principalmente em termos de escolha, classificação ou ordenação das ações (RIZ; SANTOS; LOURES, 2017, AMARAL; COSTA, 2014, MORAIS; ALMEIDA, 2006).

De acordo com Frega (2009), a abordagem multicritério pode ser aplicada em problemas com infinitos critérios, analisando infinitas alternativas e não exige normalidade de dados. Ao contrário da estatística multivariada que parte da hipótese da normalidade dos dados, ou seja, “que as variáveis envolvidas sigam uma distribuição de probabilidades que não se afaste significativamente da distribuição normal” (FREGA, 2009, p. 60).

Diante do contexto da área da saúde, as decisões podem possuir um grau elevado de estruturação e também podem contar com múltiplos tomadores de decisão. Desta forma, fazem a opção pelo uso dos sistemas de suporte à decisão. Neste caso, os sistemas de suporte à decisão (*Decision Support Systems - DDS*) são sistemas baseado em interação com o computador que fornece auxílio aos tomadores de decisão a utilizar dados e modelos para resolver

problemas desestruturados (TURBAN; SHARDA; DERLEN, 2005, SABAEI; ERKOYUNCU; ROY, 2015, FÜLÖP, 2005).

No que diz respeito ao ramo da decisão multicritério, o presente trabalho se enquadra no ramo da Decisão Multicritério Discreta (DMD). A DMD avalia problemas nos quais o conjunto de alternativas de decisão é formado por um número finito e geralmente pequeno de variáveis (GOMES, ARAYA E CARIGNANO, 2011). Diante deste contexto, no presente trabalho considerou-se um conjunto de critérios e cenários simulados finitos para suporte à tomada de decisão com o objetivo de atender a gestão do atendimento e tratamento de pacientes no PS do hospital estudado com foco na redução da superlotação.

Destaca-se que os métodos MCDM vão além otimização clássica ou a programação matemática por não introduzirem uma excessiva rigidez nas decisões. Para Silva *et al.*, (2016) maior parte dos modelos de suporte à decisão em que envolve a PO possuem desvantagens significativas. Isso se dá pelo fato de que há tentativas de se encontrar soluções para problemas decisórios de modo a se considerar apenas uma análise de uma única dimensão, com propostas que avaliam um critério em particular.

Neste sentido, em um ambiente típico de problemas decisórios, possui um conjunto de parâmetros e fatores que devem ser levados em consideração antes de se encontrar uma solução e achar a decisão ideal. Desta forma, o decisor costuma utilizar vários critérios para avaliar as diferentes alternativas para tomar uma decisão, sendo que alguns critérios são difíceis de medir no que se refere a benefícios ou custos. Por exemplo, o impacto ambiental, a imagem de um produto, o impacto social, a qualidade, a segurança, o conforto etc. Ainda que pudessem ser incorporados a um modelo matemático de otimização clássica por intermédio de restrições, esses critérios ainda teriam a desvantagem de impedir toda a intervenção por parte do decisor, introduzindo uma elevada rigidez nas decisões. Neste caso, modelar o problema e suportar uma decisão a partir de métodos MCDM é mais aconselhável (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2011, SILVA *et al.*, 2016, MORAIS; ALMEIDA, 2006).

Na área da saúde os métodos MCDM estão adquirindo espaço como uma forma de facilitar e melhorar a qualidade da decisão tomada (BALTUSSEN *et al.*, 2019, PRAVEEN *et al.*, 2016, ABO-HAMAD; ARISHA, 2013, AMARAL; COSTA, 2014). Para tal, Marsh *et al.*, (2014) e Adunlin *et al.*, (2015) relatam o uso dos métodos MCDM na área. Esses autores concluíram que, mais de 56% das ferramentas de MCDM foram aplicadas na área de investimento em saúde, 12% suportavam decisões sobre autorizações, 22% estavam ligadas a tomada de decisão sobre prescrição de medicamento e 2% atendem a tomada de decisão em pesquisas. Já para Diaby, Campbell e Goeree (2013), que avaliaram bibliometricamente arti-

gos que relatam aplicações de MCDM na área da saúde publicados entre 1960 e 2011, concluíram que, as aplicações mostraram um aumento significativo e constante, sendo a alocação de recursos o tópico mais relevante da aplicação MCDM na área. No estudo recente de Baltussen *et al.*, (2019), avaliaram 36 estudos publicados entre o período de 1990 a 2018 que usufruíram do conhecimento do MCDM para apoiar as agências de (*Health Technology Assessment – HTA*) (Avaliação de Tecnologias em Saúde) na definição de prioridades de saúde. No entanto, sua implementação foi criticada por ser "totalmente mecanicista", e não seguindo as diretrizes de melhores práticas. Os autores concluíram que o MCDM possui um grande potencial para apoiar as agências de HTA na definição de prioridades de saúde, mas sua implementação precisa ser melhorada.

Apesar do desenvolvimento de um grande número de métodos de auxílio à tomada de decisão por múltiplos critérios, tais como AHP, PROMETHEE, *Élimination Et Choix Traduisant la Réalité* (ELECTRE); *Multiplicative AHP* (MAHP) entre outros, constata-se também que há dificuldades em elencar qual o melhor método a ser aplicado para a resolução de um problema específico.

Para Guglielmetti *et al.*, (2003) o ideal seria que o método fornecesse resultados que atendessem plenamente às necessidades do tomador de decisão. Quando o decisor deseja escolher exatamente entre diferentes alternativas discretas predeterminadas, o mesmo necessita apontar para uma ou outra alternativa, sem necessariamente atribuir um valor numérico a cada uma. No entanto, podem existir situações onde este valor numérico seja necessário. Esses detalhes são relevantes na hora da escolha do método (GUGLIELMETTI *et al.*, 2003).

Ainda não se sabe ao certo, porque um problema para ser resolvido apresenta diferentes resultados ao ser aplicado em diferentes métodos MCDM (ZANAKIS *et al.*, 1998). As soluções diferentes encontradas com a aplicação de dois ou mais métodos podem acontecer pelo fato que os métodos não foram aplicados corretamente ocasionando ruídos de dados e informações, ou pela diferença dos algoritmos existentes entre os métodos. Acredita-se também que um desses métodos testados não é adequado para a decisão tomada, sendo que cada método possui vantagens e desvantagens dependendo do problema que se quer solução (SALOMON; MONTEVECHI, 2001).

Guglielmetti *et al.*, (2003) realizou um estudo comparativo com o objetivo de auxiliar pesquisadores na escolha de um método mais adequado para a resolução de problemas. Primeiramente, devem-se avaliar as características que realmente interferem na decisão. Muitos tomadores de decisão preferem um método em relação a outro simplesmente por terem mais afinidade com o método, a tecnologia empregada, a facilidade de se encontrar material dispo-

nível etc. Ao se deparar com um problema, o tomador de decisão adapta o problema ao método e não o método ao problema e isso pode causar resultados imprecisos (SALOMON; MONTEVECHI, 2001).

De acordo com o Quadro 7 a partir de Guglielmetti *et al.*, (2003) compara-se os métodos AHP, MAHP e ELECTRE sob a ótica de duas abordagens: A Teórica e a pôr Simulação.

A primeira diz respeito aos estudos dos métodos, levando-se em conta o tipo de dados que podem ser usados, o custo, tempo para aplicação do método, disponibilidade de *softwares* no mercado, tipos de escalas que podem ser utilizados, dados quantitativos e qualitativos. Já a abordagem para comparação dos métodos por simulação, tem por objetivo, testar os algoritmos empregados pelos métodos, variando parâmetros e verificando o que acontece com os resultados. Por meio da simulação, pode-se testar a sensibilidade e verificar até que ponto pode-se aumentar um peso de um critério sem modificar os resultados das alternativas de decisão. Isso pode contribuir para se verificar quais são os critérios mais críticos em um processo de tomada de decisão na gestão de um PS, já que o mesmo apresenta cenários de decisões complexos e com informações imprecisas (ZANAKIS *et al.*, 1998).

Quadro 7. Comparação entre os métodos MCDM

	MÉTODOS		
	AHP	MAHP	ELECTRE
Entrada de dados			
Utilização em decisões com vários níveis	Sim	Sim	Não
Restrições quanto à quantidade de elementos em um nível	Sim	Não	Não
Quantidade de julgamentos em problemas com muitos critérios e alternativas	Alta	De média a alta	Baixa
Necessidade de processar os dados antes de serem usados	Não	Sim	Sim
Possibilidade de tratar dados qualitativos e quantitativos	Sim	Sim	Sim
Possibilidade de criar as escalas de julgamento de acordo com o contexto	Não	Sim	Não
Saída de Dados			
Problemas com alocação em conjuntos	Não	Não	Não
Problemas com a avaliação de desempenho	Sim	Sim	Não
Problemas com avaliação de desempenho em classes	Não	Não	Não
Proporciona ranking completo das alternativas	Sim	Sim	Não
Proporciona soluções muito refinadas	Sim	Sim	Não
Proporciona somente eliminação de algumas alternativas	Não	Não	Sim
Permite a avaliação da coerência dos julgamentos	Sim	Não	Não
Interface do tomador de decisão com o método			
Disponibilidade de <i>software</i> para <i>download</i> gratuito	Sim	Não	Não
Necessidade de um especialista no método utilizado	Média	Alta	Média

Utilização de tomada de decisões em grupo	Sim	Sim	Não
Facilidade para estruturar o problema	Alta	Média	N/A
Possibilita o aprendizado sobre a estrutura do problema	Sim	Sim	N/A
Nível de compreensão conceitual e detalhada do modelo e algoritmo	Alta	Média	Baixa
Nível de compreensão para o decisor referente à forma de trabalho	Alta	Alta	Baixa
Transparência no processamento e nos resultados	Alta	Baixa	Média
Quantidade de aplicações práticas	Alta	Baixa	Baixa
Número de publicações científicas	Alta	Baixa	Média

Fonte: Adaptado de Guglielmetti *et al.*, (2003).

Dependendo do problema que se deseja solução, alguns métodos podem ser mais adequados. Acredita-se que a identificação de qual e/ou quais métodos são mais adequados a um problema, deve ser realizada em resposta a: como os gerentes do hospital entendem o problema, como as alternativas serão geradas, a criação de critérios conflitantes (como resultado dos julgamentos dos gerentes)) etc.

No caso do presente trabalho, em primeiro momento, optou-se pelo método AHP para estruturar hierarquicamente por meio de critérios o problema decisório da gestão do processo de atendimento e tratamento de pacientes em unidades de PS. Para tanto, salienta-se alguns aspectos importantes conforme Quadro 7. Não há necessidade de processamentos dos dados para serem utilizados, basta apenas a coleta dos juízos dos critérios de decisão perante os tomadores de decisão e inserir esses juízos no *software* de cálculo, tais como o *SuperDecision*® que está disponível para *download* gratuito, sendo isso, um fator que facilita a aplicação do AHP.

O *software* com facilidade de uso, certamente contribuiu largamente para a aplicação do método. Incorpora interfaces gráficas intuitivas, cálculo automático de prioridades e inconsistências e várias maneiras de processar uma análise de sensibilidade. Outros fatores para o uso do AHP é a quantidade de aplicações práticas e alto número de publicações científicas, sendo esse método MCDM um dos mais utilizados no estudo do processo decisório (GUGLIELMETTI *et al.*, 2003).

Em particular, o AHP rompeu a comunidade acadêmica para ser amplamente utilizado pelos profissionais. Esse uso difundido é certamente devido à sua facilidade de aplicação e à estrutura do AHP que segue a maneira intuitiva como os gerentes resolvem problemas. A modelagem hierárquica do problema, a possibilidade de adoção de julgamentos verbais e a verificação da consistência são seus principais ativos e que são amplamente utilizados neste presente trabalho (ISHIZAKA; LABIB, 2009, HO, 2008).

Já no que refere à tomada de decisão nas escolhas dos cenários simulados/ações de melhorias para a gestão do processo de atendimento e tratamento de pacientes em unidades de PS com foco na redução da superlotação, adotou-se os métodos de Superação/Sobreclassificação. Esses métodos se baseiam no conceito de dominância, onde as alternativas são comparadas em partes pelo decisor em termos de cada critério (AMARAL; COSTA, 2014, LATEEF-UR-REHMAN, 2013). Os métodos de sobreclassificação procuram evitar hipóteses matemáticas muito rígidas e questionamentos intrigantes ao tomador de decisão, facilitando a modelagem de problemas reais (VINCKE, 1992). Neste sentido, para Amaral e Costa (2014) o método de sobreclassificação é aconselhável para o contexto de tomada de decisão para reduzir a superlotação de PS.

Sendo assim, o método PROMETHEE II classifica-se como um método MCDM que adota a abordagem por superação conforme Araya, Gomes e Carignano (2011) e Amaral e Costa (2014), e neste caso, foi escolhido como o método para auxiliar os decisores do PS na priorização da implementação dos cenários simulados/ações de melhorias que serão mais adequados para reduzir a superlotação de pacientes em PS. A seção 3.4.2 descreve o método PROMETHEE II bem como faz uma análise de trabalhos correlatos a este estudo.

3.4.1 Analytic Hierarchy Process (AHP)

O método AHP está estruturado para a tomada de decisão em ambientes complexos em que variáveis ou critérios são considerados para a seleção de alternativas. O AHP está ligado a PO, sendo uma vertente da matemática aplicada, em caráter interdisciplinar, utilizando-se da matemática, estatística e da lógica expressa em algoritmos como suporte à tomada de decisões. Isto propõe o tratamento de problemas de escolha complexos de forma simples utilizando avaliações hierárquicas de diversos atributos, possibilitando a realização de análises tanto qualitativas como quantitativas (COSTA; MOLL, 1999).

O AHP é um dos primeiros métodos desenvolvidos no ambiente das Decisões Multi-critério Discretas, sendo talvez o mais utilizado no mundo (GOMES, ARAYA E CARIGNANO, 2011). Esse método foi criado por Thomas L. Saaty na década de 80 e tem sido utilizado para a resolução de problemas complexos em que pessoas trabalham em conjunto para tomar decisões, sendo que as percepções humanas e julgamentos possuem repercussão de curto, médio e longo prazo, sendo isto encarado como típico da área de gestão de PS de hospitais (ESKANDARI *et al.*, 2011).

O método AHP possui uma série de vantagens em relação a outros métodos multicritérios, pelo fato que possui uma forte base teórica, flexibilidade, fácil uso e análise de consistência dos julgamentos realizados, sendo essas facilidades e vantagens permitem seu uso em diversas áreas do conhecimento (DOLAN, 2005). O método também apresenta uma estrutura lógica para apresentação do objetivo, critérios, subcritérios e alternativas para a tomada de decisão conforme a Figura 16.

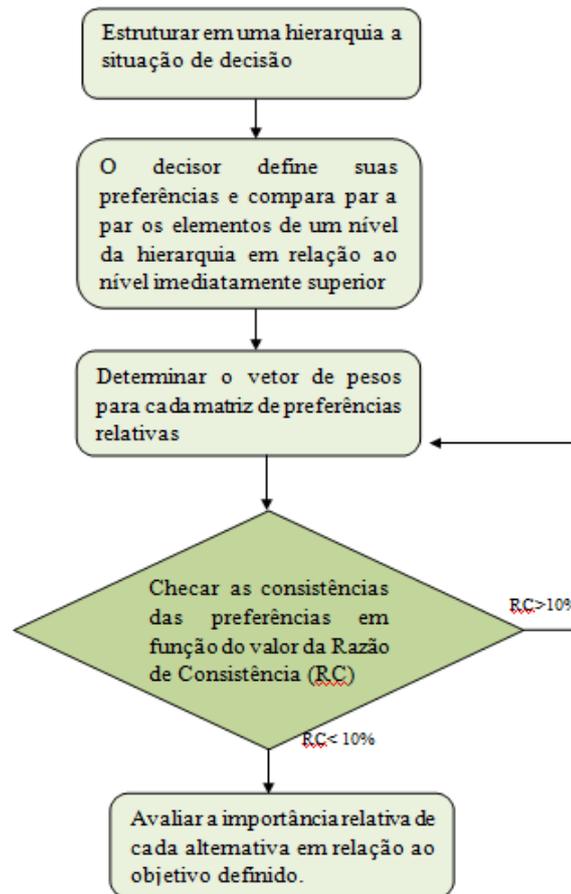


Figura 16. Estrutura lógica para a construção do objetivo, critérios, sub-critérios e alternativas para a tomada de decisão
Fonte: Loures (2016).

O método AHP se inicia pela decomposição do problema a ser resolvido em uma hierarquia de critérios que são mais facilmente analisáveis e comparáveis de modo independente conforme Figura 17.

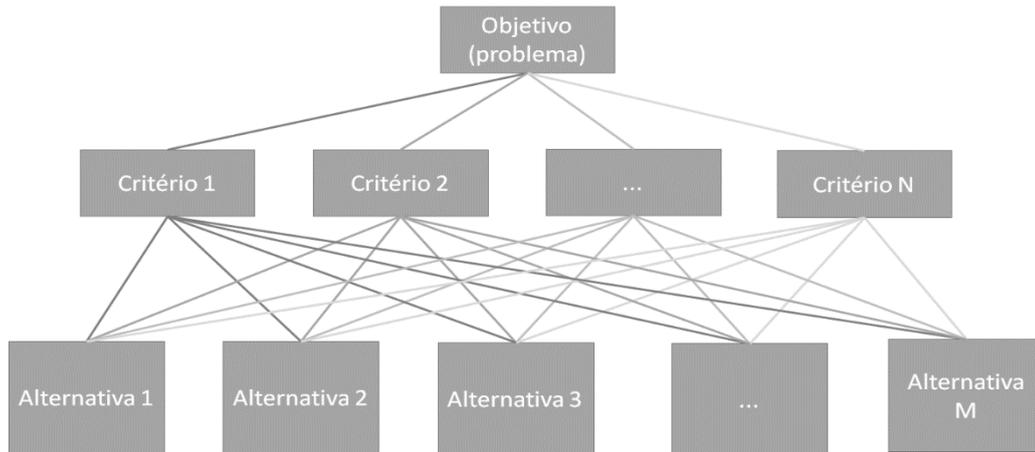


Figura 17. Decomposição do problema pelo método AHP
Fonte: (Saaty, 2008).

Após a construção da hierarquia conforme apresentado na Figura 17, cada decisor deve realizar a comparação par a par de cada um dos elementos no nível hierárquico dado, estabelecendo uma relação de preferência determinada pela escala fundamental de Saaty que é a mais amplamente utilizada conforme a Tabela 1 (SAATY, 2008). Para comparar dois ou mais elementos por meio do AHP, utiliza-se uma estrutura baseada em uma matriz de comparação onde é avaliada a importância de uma característica sobre a outra. Para a comparação, podem-se utilizar dados concretos das alternativas e critérios ou julgamento humano como fonte de informação (SAATY, 2008).

Tabela 1. Escala fundamental de Saaty

<i>Intensidade de Importância</i>	<i>Definição</i>	<i>Explicação</i>
1	<i>Igual Importância</i>	<i>Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo</i>
2	<i>Fraco ou leve</i>	<i>Entre Igual e moderado</i>
3	<i>Importância Moderada</i>	<i>Experiência e julgamento favorecem ligeiramente uma atividade sobre outra</i>
4	<i>Entre moderado e forte</i>	<i>Experiência e julgamento favorecem moderadamente uma atividade em relação a outra</i>
5	<i>Muito forte preferido</i>	<i>Experiência e julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra</i>
6	<i>Entre forte e muito forte</i>	<i>Uma atividade é favorecida forte ou muito forte em relação à outra</i>
7	<i>Muito fortemente preferido</i>	<i>Uma atividade é favorecida muito fortemente sobre outra; seu domínio demonstrou na prática.</i>
8	<i>Entre muito forte e extremo</i>	<i>A atividade é favorecida entre forte e extremo em relação à outra</i>
9	<i>Extrema importância</i>	<i>A evidência que favorece uma atividade sobre outra é a mais alta ordem possível de afirmação</i>
<i>Recíprocos acima</i>	<i>Se a atividade i tiver um dos números não-zero acima atribuídos a ele quando comparado com a atividade j, então j tem o valor recíproco quan-</i>	<i>Uma suposição razoável</i>

<i>Intensidade de Importância</i>	<i>Definição</i>	<i>Explicação</i>
1.1 - 1.9	do comparado com <i>i</i> Se as atividades estão muito próximas	Pode ser difícil atribuir o melhor valor, mas quando comparado com outras atividades contrastantes, o tamanho dos pequenos números não seria muito notável, mas ainda podem indicar a importância relativa das atividades.

Fonte: Adaptado de Saaty (2008)

A utilização desta escala pelo tomador de decisão conforme a Tabela 1, na avaliação de critérios de decisão, gera uma matriz com valores numéricos que está apresentada na Tabela 2. Nessa matriz, o tomador de decisão representará, a partir da escala, sua preferência entre os elementos comparados, sob o enfoque de um elemento do nível imediatamente superior (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2011).

Tabela 2. Matriz com os valores numéricos dos critérios

Critério 1...,N	Critério 1	Critério 2	.....	Critério N
Critério 1	1	$\frac{1}{a_{21}}$	.....	$\frac{1}{a_{N1}}$
Critério 2	a_{21}	1	.....	$\frac{1}{a_{N2}}$
.....
Critério N	a_{N1}	a_{N2}	.....	1

Fonte: Wollmann *et al.*, (2011)

Utiliza-se do mesmo procedimento para avaliação dos pares de alternativas sob a referência de cada critério. Ou seja, a preferência de alternativas em relação ao critério analisado conforme Tabela 3.

Tabela 3. Preferência numérica de alternativas em relação ao critério que está sendo analisado

Critério 1,....,N	Alternativa 1	Alternativa 2	.....	Alternativa M
Alternativa 1	1	$\frac{1}{a_{M1}}$	.....	$\frac{1}{a_{M2}}$
Alternativa 2	a_{21}	1	.....	$\frac{1}{a_{M2}}$
.....
Alternativa M	a_{M1}	a_{M2}	.....	1

Fonte: Wollmann *et al.*, (2011)

Qualquer regra para juízo em grupo deve satisfazer à propriedade recíproca, segundo a qual, a escala da média geométrica assume que para ser calculada não interessa que vota primeiro. Para Wollmann *et al.*, (2011) as avaliações com as respectivas atribuições de pesos devem ser realizadas por cada um dos k decisores que estão participando do processo de avaliação de alternativas. Sendo o valor da matriz da decisão final que estabelece um único conjunto de matrizes de critérios e alternativas por critério e que represente todo o processo de avaliação. A propriedade recíproca deve ser satisfeita para qualquer regra de juízo em grupo sendo definida pela média geométrica de acordo com a Equação 1:

$$a_{ij}^c = \sqrt[k]{\prod_1^k a_{ij}^k} \quad (1)$$

Após a construção das matrizes comparativas, acontece o processo de transformação dos valores absolutos das matrizes chamado de Normalização. Para Saaty (1980) a normalização da matriz é dada pela Equação 2:

$$a_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \text{ onde } j = 1,2,3, \dots, n \quad (2)$$

Onde se divide cada elemento da matriz pela somatória de sua coluna.

Posteriormente à consolidação e padronização da matriz dos critérios, calcula-se a matriz dos pesos relativos entre os critérios (autovetor). O peso é calculado por meio da média aritmética dos elementos das linhas correspondentes a eles, conforme Equação 3:

$$W_i = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij}}{n} \text{ onde } j = 1,2,3, \dots, n \quad (3)$$

A matriz dos pesos relativos representa o valor relativo dos elementos da matriz perante o total, por tanto, a soma dos elementos da matriz dos pesos relativos sempre tem que ser igual a 1 conforme Equação 4:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (4)$$

Posteriormente, tem-se o cálculo das inconsistências que visa verificar se todos aqueles que opinaram na tomada de decisão, foram coerentes em suas opiniões. A inconsistência de cada matriz comparativa deve apresentar uma incerteza menor que 10%, isso significa que as razões críticas são consideradas aceitáveis, caso contrário, ou seja, inconsistência maior que 10%, o modelo e julgamento devem ser revistos (SAATY, 1980). Para se calcular a inconsistência do modelo, primeiramente calcula-se a soma dos valores ponderados (W) por meio da multiplicação da matriz comparativa (A) e seu respectivo autovetor (W_i) conforme Equação 5:

$$W = A \times W_i \quad (5)$$

Após a realização da soma dos valores ponderados (W) é necessário calcular o valor da matriz obtida (λ_{max}) que é obtido pela média aritmética da divisão da soma dos valores ponderados (W) pelo seu autovetor (W_i) conforme Equação 6:

$$\lambda_{max} = \frac{W/W_i}{n} \quad (6)$$

Por fim, calcula-se o Índice de Inconsistência (IC) por meio da Equação 7:

$$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)} \quad (7)$$

Adicionalmente é definido a Razão de Inconsistência (RC) ou Taxa de Inconsistência (TC) conforme Equação 8:

$$TC = \frac{IC}{CV} \quad (8)$$

Onde o Valor Comparativo (CV) é obtido na Tabela 4 para matrizes quadradas. O Índice Aleatório (IA) é constante, sendo o índice de consistência médio de múltiplas simulações de comparações entre pares executados por Saaty em casos práticos.

Tabela 4. Valor do índice aleatório em relação à matriz de tamanho (n)

Tamanho da matriz (n)	Índice Aleatório (IA)
1	0
2	0
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49

Fonte: Saaty (2008)

Por fim, para se obter o resultado da análise para a tomada de decisão, determina-se o peso global de cada alternativa, calculando-se a média ponderada dos pesos de cada alterna-

tiva sob a visão dos critérios conforme Equação 9 (GOMES, ARAYA E CARIGNANO, 2011).

$$f(A_j) = \sum_{i=1}^m w(C_i) \times v_i(A_j) \quad j = 1, \dots, n \quad (9)$$

Conforme o estudo do método AHP, percebe-se que o mesmo contribui com o suporte a tomada de decisão por meio das suas características para a estruturação de problemas complexos e que possuem critérios conflitantes. Acredita-se que este método pode ser favorável para o suporte à tomada de decisão na Gestão de PSs, já que os PSs são caracterizados por possuírem critérios conflitantes que suportam à tomada de decisão pelos tomadores de decisão (AMARAL; COSTA, 2014). Neste sentido, pesquisadores estão identificando oportunidades para a inclusão do método AHP para suportar as decisões para resolução de problemas que envolvem a área de PSs conforme o Quadro 8.

Quadro 8. Artigos que envolvem AHP nos departamentos de emergência

Autor	Ano	Título	Publicado em	Conteúdo do artigo
Ashour, O. M., Okudan, G. E., Smith, C. A.	2010	An improved triage algorithm for emergency departments based on fuzzy AHP and utility theory	IIE Annual Conference. Proceedings.	Nas configurações do Departamento de Emergência (DE), melhorar a produtividade, reduzir o tempo de espera do paciente e aumentar a segurança do paciente são aspectos importantes. Neste artigo, apresenta-se um algoritmo para a triagem que utiliza o <i>Fuzzy AHP</i> juntamente com o <i>Multi-attribute Utility Theory</i> (MAUT) para ordenar os pacientes. O <i>Fuzzy</i> leva em conta a mudança da importância relativa dos sinais vitais com base na queixa primária assim, a pontuação do <i>status</i> reflete a gravidade devido à reclamação e aos níveis do sinal vital. Os autores aplicam a metodologia proposta usando um conjunto de dados clínicos com informações reais do paciente e apresentam melhorias na triagem de pacientes.
Eskandari, H., Riyahifard, M., Khosravi, S., Geiger, C. D.	2011	Improving the emergency department performance using simulation and MCDM methods	Proceedings of the Winter Simulation Conference	O <i>Framework</i> proposto integra o modelo de simulação do processo de fluxo de pacientes com os modelos de decisão do grupo AHP e TOPSIS, a fim de, avaliar e classificar os cenários com base nas medidas de desempenho desejadas. O modelo de decisão TOPSIS utiliza os pesos das medidas de desempenho do grupo AHP e os valores das medidas de desempenho do modelo de simulação e classifica os cenários de melhoria. A análise dos resultados indica que o tempo médio de espera de pacientes adotando novas políticas pode ser reduzido em 42,3%.
Abo-Hamad, W., Arisha, A.	2012	Multi-criteria Framework for emergency department in Irish hospital	Proceedings of the Winter Simulation Conference.	Os departamentos de emergência, em particular, em todo o mundo, enfrentam enormes desafios para atender aos objetivos cada vez mais conflitantes de oferecer ampla acessibilidade e eficiência, ao mesmo tempo em que oferece serviços de alta qualidade e agilidade. O <i>Framework</i> proposto pelos autores neste trabalho integra a modelagem de simulação, o BSC e a análise de decisão multicritério com o objetivo de fornecer um sistema de apoio à decisão para os gerentes do DE. As saídas de simulação são agregadas usando o AHP para fornecer desempenho marginal em relação à realização dos objetivos estratégicos, táticos e operacionais definidos.
Pegoraro, F. Santos, E.A.P. Loures, E.F.R. Dias, G.S	2018	<i>Framework</i> de suporte à tomada de decisão em gestão de pronto socorro	XVI Congresso Brasileiro de Informática em Saúde	Os autores modelaram um <i>Framework</i> de suporte à tomada de decisão na gestão de PS. O <i>Framework</i> integrou técnicas de simulação e o método MCDM AHP. Por meio da simulação, os autores simularam 5 cenários para redução do tempo de espera em fila para início do atendimento médico. E por meio do AHP, identificou-se o cenário mais satisfatório.

Fonte: O autor (2018)

Estudos a partir de métodos MCDM, já estão sendo realizados para suportar a tomada de decisão nas escolhas de cenários simulados. Percebe-se também a integração entre métodos MCDM com objetivo de melhorar o processo decisório, já que a integração entre os métodos elimina fraquezas intrínsecas existentes entre os mesmos quando atuam de forma isolada (ZAVADSKAS *et al.*, 2016).

No entanto, mesmo utilizando o método AHP aliado a outros métodos MCDM para suportar o processo decisório em estudos que envolvem a simulação, ainda se percebe que para a confecção de cenários para serem simulados, utiliza-se apenas o conhecimento tácito dos tomadores de decisão. Acredita-se que quando se trata de aspectos de tomada de decisão que envolvem o complexo processo de gestão em PS, utilizar um método para se obter a partir do conhecimento dos especialistas as relações de causalidades e influências entre os critérios de decisão, pode ser útil para construção de cenários para serem simulados. Ademais, nos estudos apresentados, considera-se apenas critérios de caráter quantitativo de gestão do atendimento e tratamento de pacientes nos PSs. Critérios de caráter qualitativo são negligenciados nos estudos e a falta de análise dos mesmos pode impactar nos resultados finais, comprometendo a eficiência da gestão de um PS. Por exemplo, os gestores poderão priorizar o aumento da utilização do recurso humano médico, no entanto por outro lado, o PS poderá perder produtividade por causa da excessiva carga de trabalho, ou gerar um ambiente de trabalho desconfortável, sendo assim, isso pode ser considerado em um modelo multicritério de tomada de decisão.

Outro fator relevante não identificado quando da utilização da simulação aliada aos métodos MCDM é, que para a concepção de modelos de simulação, ainda se utiliza técnicas tradicionais de modelagem, tais como: coleta de dados manual, observação, entrevista etc. Essas técnicas ainda são amplamente utilizadas, porém podem levar ao erro no desenvolvimento de um modelo de simulação, pois se baseiam apenas em suposições humanas. Neste caso, a mineração de processos pode suprir essa lacuna (ROZINAT *et al.*, 2009a).

Diante do contexto deste trabalho que recorre para as possíveis conexões entre os métodos MCDM para suportar as decisões na gestão de PS com foco na redução da superlotação de pacientes, a seção 3.4.2 a seguir, apresenta o método PROMETHEE II por meio de seus conceitos e aplicações no domínio do presente estudo.

3.4.2 O método PROMETHEE II

O método PROMETHEE II é reputado por construir uma relação de sobreclassificação agregando informações entre alternativas e critérios, aproveitando-se dessa relação o suporte à tomada de decisão (BRANS; VINCKE, 1985). O método PROMETHEE II admite situações de incomparabilidade entre as alternativas com a classificação “indiferença”, o que fora perdido com outros métodos MCDM. Neste estudo, usa-se o PROMETHEE II, que provê uma ordenação completa das alternativas ou das ações analisadas, limitação do PROMETHEE I, cuja ordenação é parcial (DULMIN; MININNO, 2003, CANEDO; ALMEIDA, 2008). Com o método, obtém-se uma pré-ordem, talvez parcial, das alternativas ou das ações analisadas (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2011).

Assim sendo, o método PROMETHEE II foi desenvolvido para tratar especificamente de problemas multicritérios discretos, onde o conjunto de alternativas para a tomada de decisão é finito. Além disto, método PROMETHEE II é hábil quando pretende-se equilibrar i ações com j critérios qualitativos e/ou quantitativos (CANEDO; ALMEIDA, 2008). Por exemplo, a partir do método, o gestor de um PS poderá comparar em um mesmo processo decisório, um critério quantitativo tais como a "Utilização de Médicos", com critérios qualitativos tais como "Satisfação no Ambiente de Trabalho".

Neste estudo, o método PROMETHEE II recebe uma abordagem dividida em 5 Fases conforme (ATHAWALE; CHAKRABORTY, 2010, AMARAL; COSTA, 2014).

Fase 1: Normalize a matriz de decisão usando a Equação 10.

$$\delta_{ij} = \frac{[x_{ij} - \min(x_{ij})]}{[\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})]} \quad (\text{Onde } i = 1, \dots, n \text{ e } j = 1, \dots, m) \quad (10)$$

δ_{ij} é a preferência da alternativa i em relação ao critério j pelo tomador de decisão.

Fase 2: Determinar como se situam duas alternativas em relação a cada critério.

Para tanto, é necessário calcular as diferenças δ_{ik} de preferências do tomador de decisão para cada par de alternativas considerando os critérios definidos, conforme Equação 11.

$$\delta_{ik} = |\mu_j(x_i) - \mu_j(x_k)| \quad (11)$$

δ_{ik} representa a diferença de desempenho da alternativa x_i com a alternativa x_k relativa ao critério j . Calcula-se a função de preferência relativa de cada critério j utilizando a Equação 12.

$$P_j(x_i, x_k) = P_j(|\mu_j(x_i) - \mu_j(x_k)|) = P_j(\delta_{ik}) \quad (12)$$

Na construção da função de preferência, podem ser adotados diferentes modelos com o objetivo de definir o poder discriminatório do critério. Considerando os critérios nos quais a alternativa x_i é preferível ou indiferente à alternativa x_k seis tipos de funções de preferências podem ser utilizadas (BRANS; VINCKE, 1985). Cada função de preferência varia entre 0 e 1 e fornece o grau de preferência para selecionar a alternativa x_i em relação à alternativa x_k a cada critério j (LATEEF-UR-REHMAN, 2013). A função de preferência tipo I é utilizada neste trabalho porque não é necessário definir parâmetros de preferência e indiferença. A função do tipo I é definida pelas Equações 13 e 14.

$$P_j(\delta_{ik}) = 0 \text{ se } \delta_{ij} \leq \delta_{ik} \quad (13)$$

$$P_j(\delta_{ik}) = 1 \text{ se } \delta_{ij} > \delta_{ik} \quad (14)$$

Fase 3: O cálculo do índice de preferência multicritério é denotado por $\pi(x_i, x_k) = \pi(\delta_{ik})$ de acordo com a Equação 15. $\pi(\delta_{ik})$ é calculado para cada par e está no intervalo entre [0 e 1] expressando a preferência da alternativa x_i sobre a alternativa x_k considerando todos os critérios.

$$\pi(\delta_{ik}) = \frac{\sum_{j=1}^k W_j P_j(\delta_{ik})}{\sum_j W_j} \quad (15)$$

Onde o W_j é o peso entre [0 e 1] associado a cada critério j , em que $j = 1, \dots, m$ (LATEEF-UR-REHMAN, 2013). No método PROMETHEE II os pesos constituem a informação adicional requisitada para o enriquecimento da estrutura de preferência entre os critérios (ALENCAR, 2006).

Fase 4: O método PROMETHEE II expressa por meio do índice de preferência com que grau uma alternativa é escolhida/preferida em relação à outra alternativa. Por sua vez, os fluxos de sobreclassificação são definidos com o propósito de observar como cada alternativa supera e, ao mesmo tempo, é superada pelas $(n - 1)$ alternativas definidas (ALENCAR, 2006). Para isto os fluxos abaixo são calculados.

Fluxo positivo que representa o quanto a alternativa x_i é melhor perante as outras alternativas por meio da Equação 16.

$$\phi^+(i) = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n \pi(\delta_{ik}) \quad (16)$$

Fluxo negativo que representa a intensidade da preferência de todas as outras alternativas em relação a alternativa x_i por meio da Equação 17:

$$\phi^-(i) = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n \pi(\delta_{ki}) \quad (17)$$

Fase 5: Estabeleça um fluxo de superação líquido $\phi(i)$.

O método PROMETHEE II introduz um fluxo líquido que é realizado de acordo com a Equação 18 e representa o balanço entre a força e a fraqueza da alternativa. Assim, pode-se realizar uma ordenação final das alternativas, da mais eficiente a menos eficiente, segundo uma ordem decrescente dos valores de $\phi(i)$ obtendo-se uma pré-ordem total. Quanto maior for o valor de $\phi(i)$ mais importante se mostrará a alternativa.

$$\phi(i) = \phi^+(i) - \phi^-(i) \quad (18)$$

Todas as alternativas são comparáveis conforme (LATEEF-UR-REHMAN, 2013) e tem-se:

$$\begin{aligned} iP^{II}k \text{ se } \phi(i) > \phi(k) & \quad \text{A alternativa } i \text{ é preferível em relação à alternativa } j \\ kP^{II}i \text{ se } \phi(i) < \phi(k) & \quad \text{A alternativa } j \text{ é preferível em relação à alternativa } i \end{aligned}$$

Para Alencar (2006, p. 55) “o fluxo líquido pode ser positivo ou negativo. Se for positivo a ação sobreclassifica mais as outras do que é sobreclassificada, expressando mais vantagem de uma alternativa em detrimento as outras. Caso contrário, o fluxo líquido será negativo”.

O método PROMETHEE ainda possui os limiares de indiferença e preferência (q e p) respectivamente (ALENCAR, 2006, GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2011) que:

Limiar de indiferença (q) apresentado nos critérios do tipo II, IV e V, representa a maior diferença entre critério j e critério k abaixo da qual o decisor considera que j e k são indiferentes.

Limiar de preferência (p) apresentado nos critérios do tipo III, IV e V, representa o menor valor dessa diferença acima do qual o decisor exprime uma preferência estrita em favor de uma das ações.

Já no critério do tipo VI (Gaussiano) a preferência do tomador de decisão por uma alternativa i em relação a uma alternativa k se comporta como uma distribuição estatística normal. Neste sentido, o limiar de preferência (p) poderá ser definido por meio do cálculo do desvio padrão para este tipo de distribuição estatística (MORAES; ALMEIDA, 2006).

Com esse procedimento, estabelecem-se a menor preferência para as pequenas diferenças e a maior preferência para as grandes diferenças. De modo que o grau de preferência é representado por um número real que varia entre 0 para representar a indiferença e 1 que representa a preferência estrita.

Além do mais, Moraes e Almeida (2006) evidenciam o PROMETHEE-GAIA (*Geometrical Analysis for Interactive Aid*) que apresenta uma extensão dos resultados do

PROMETHEE II por meio de um procedimento visual e interativo de um gráfico orientado, fornecendo uma informação gráfica sobre o critério conflitante e o impacto dos pesos na decisão final. O GAIA possui ferramentas de sensibilidade que enriquecem a visão que os decisores possuem sobre o problema definido, sendo possível apreciar claramente a qualidade das alternativas com relação aos diferentes critérios (BRANS; MARESCHAL, 2005).

Entretanto, no método PROMETHEE II os tomadores de decisão precisam atribuir pesos para os diferentes critérios definidos que suportam as escolhas das alternativas (AMARAL; COSTA, 2014). No entanto, o método PROMETHEE II não dispõe de nenhum suporte formal para estabelecimento de pesos para os critérios, sendo adequado introduzir uma abordagem que supra essa lacuna (LATEEF-UR-REHMAN, 2013, JLIASSI; EL MHAMED; CHABCHOUB, 2011). Sendo assim, para suportar essa característica do método PROMETHEE II, o presente trabalho, tem como proposta, o estabelecimento dos pesos para os critérios e subcritérios por meio de um modelo híbrido AHP-DEMATEL conforme é detalhado na seção 3.6 e capítulo 4.

Por meio das bases de dados científicas, identificou-se e avaliou-se trabalhos (veja Quadro 9) com a preocupação de suportar por meio do método PROMETHEE II à problemática da tomada de decisão para a performance de gestão em PS com foco na redução da superlotação.

Quadro 9. Método PROMETHEE aplicado na gestão de PSs

Autor	Ano	Título	Publicado em	Conteúdo do artigo
Silva, D. S., Broze, T. S., Facó, R. T., Yamashita, G. H., Sidrim, M. L., De Aguiar, R. B., Amaral, T. M.	2016	Aplicação de modelo multicritério para priorização de alternativas em um hospital de Petrolina/PE	Revista Espacios	O presente estudo objetivou desenvolver um método de análise de alternativas e aplicação de modelo multicritério onde ações de melhoria foram priorizadas em um hospital da cidade de Petrolina / PE. Por meio da mensuração do tempo e simulação para análise dos indicadores de desempenho, foi aplicada uma matriz de decisão, permitindo o estabelecimento de um ranking de alternativas a serem implementadas no hospital. Também foi possível gerar um resultado analítico a partir da análise de sensibilidade dos indicadores de performance.
Amaral, T. M., Costa, A. P. C.	2014	Improving decision-making and management of hospital resources: An application of the PROMETHEE II method in an Emergency Department	Operations Research for Health Care	Tomar decisões sobre o gerenciamento de recursos hospitalares não é uma atividade trivial e a tomada de decisão incorreta pode ter sérias consequências na qualidade dos serviços de saúde prestados à comunidade. O artigo descreve a aplicação do método PROMETHEE II para apoiar a tomada de decisões e o gerenciamento de recursos em um DE em um hospital público brasileiro. O PROMETHEE II foi escolhido para este estudo porque sua abordagem de superação é considerada apropriada para o contexto de decisão dos

Autor	Ano	Título	Publicado em	Conteúdo do artigo
				serviços hospitalares. O ranking mostrou as melhores alternativas a serem implementadas para melhorar o rendimento dos pacientes no "fila azul". Seis meses após a implementação das melhores alternativas, o tempo de espera durante os períodos de superlotação foi reduzido em cerca de 70%.
D'AVIGNON, GILLES; MARESCHAL, BERTRAND.	1989	Specialization of hospital services in Québec: an application of the PROMETHEE and GAIA methods.	Models and Methods in Multiple Criteria Decision Making.	A determinação de graus de especialização para hospitais foi considerada pelo Escritório de Coordenação de uma região administrativa em Québec, Canadá. Vários pontos de vista precisavam ser examinados e o uso de um método com vários critérios para auxiliar na tomada de decisões foi estudado para esse problema. Portanto, os autores utilizaram o método PROMETHEE e compararam seus resultados com a representação gráfica construída pelo método GAIA.
JLASSI, J.; EL MHAMED, A.; CHABCHOUB, H	2011	The improvement of the performance of the emergency department: Application of simulation model and multiple criteria decision method	Journal of industrial engineering international	Para aumentar o número de pacientes tratados e, assim, diminuir o tempo de ciclo dos pacientes, é importante adicionar um especialista ou um clínico geral treinado à equipe. Os pesquisadores usaram o método PROMETHEE difuso para determinar quem os gerentes deveriam adicionar à sala de emergência.
ARCANJO, C. F. D.; AMARAL, T. M.; DE SÁ, G. L. P.	2015	Aplicação e comparação dos métodos Electre II e Promethee II como ferramentas de auxílio à tomada de decisões hospitalares.	Exacta	Os autores compararam dois métodos de ordenação: PROMETHEE II e ELECTRE II, e os aplicou a um hospital de emergência para demonstrar suas vantagens e desvantagens. Ambos colocaram a alternativa "Disciplinar a equipe médica" em primeiro lugar. No entanto, os resultados mostraram que o algoritmo do método PROMETHEE II conseguiu evitar empate de preferências entre as alternativas.
SILAS, S.; RAJSINGH, E. B.	2016	Performance analysis on algorithms for selection of desired healthcare services.	Perspectives in Science	Os autores investigaram diferentes métodos com vários critérios, como o AHP, ELECTRE e PROMETHEE, para apoio à tomada de decisão na área da saúde. Os resultados experimentais comprovaram que o método PROMETHEE é o método mais adequado para solucionar problemas de tomada de decisão com vários critérios na escolha dos serviços de saúde desejados.
CHALGHAM, M., KHATROUCH, I., MASMOUDI, M., WALHA, O. C., DAMMAK, A.	2019	Inpatient admission management using multiple criteria decision-making methods	Operations Research for Health Care	Uma nova abordagem é proposta para melhorar o fluxo de pacientes usando métodos MCDM. O objetivo era fazer uma escolha racional do departamento apropriado ao qual o paciente deveria ser designado, mesmo que o departamento relacionado à sua patologia estivesse lotado naquele momento.
TUZKAYA, G., SENNAROGLU, B., KALENDER, Z. T., MUTLU,	2019	Hospital service quality evaluation with IVIF-PROMETHEE and a case	Socio-Economic Planning Sciences,	Os autores apresentaram uma metodologia a ser utilizada na avaliação da qualidade dos serviços de saúde. Em um estudo de caso da vida real de um hospital público em Istambul, o método Interval value Intuitionistic Fuzzy (IVIF) -

Autor	Ano	Título	Publicado em	Conteúdo do artigo
M.		study		PROMETHEE foi aplicado para avaliar a qualidade do serviço com base nas opiniões dos pacientes. Posteriormente, os resultados foram comparados com os do método IVIF-TOPSIS. A metodologia proposta pode ser uma ferramenta útil para a gestão hospitalar.
PEGORARO, F.; LAUS, F.W.; LOURES, E.F.R.; SANTOS, E.A.P.	2020	A hybrid model to support decision making in emergency department management	Knowledge-based systems	O estudo fornece um modelo híbrido que combina os métodos DEMATEL e PROMETHEE II para apoiar os gerentes de EDs a projetar ações de melhorias e tomar decisões que reduzam a superlotação. No modelo, o papel do método DEMATEL é gerar conhecimento para apoiar o projeto de ações de melhorias a partir das relações causais entre os critérios que governam o gerenciamento do processo de atendimento e tratamento do paciente nas unidades de EDs. No entanto, como os EDs têm recursos dispendiosos, as ações precisam ser priorizadas. Portanto, o método PROMETHEE II compõe o modelo para priorizar as ações de melhoria que reduzem a superlotação de DE a curto prazo.

Fonte: O autor (2020)

Com base nos estudos identificados e avaliados, percebe-se que o método PROMETHEE vem se tornando adequado para suportar o processo decisório na gestão do processo de atendimento e tratamento de pacientes em unidades de PSs. A característica do método PROMETHEE por relação de superação, pode ser considerada apropriada para solucionar problemas de tomada de decisão onde envolvem características de priorização/sobreclassificação de alternativas a serem implementadas no ambiente de serviços hospitalares (AMARAL; COSTA, 2014, SILAS; RAJSINGH, 2016).

No entanto, para o método PROMETHEE II, os especialistas do processo podem ser solicitados a atribuir pesos aos diferentes critérios definidos que suportam as escolhas das alternativas (AMARAL; COSTA, 2014). Desta forma, identifica-se como uma lacuna dos trabalhos apresentados uma característica peculiar do método PROMETHEE II que é a falta de uma metodologia para definir os pesos dos critérios, apoiando-se apenas na premissa de que o tomador de decisão já conhece o valor cardinal do peso. À medida que aumenta a quantidade de decisores, a tarefa de definição de pesos para os critérios pode se tornar uma atividade complexa. Desta forma, este presente trabalho, pretende suprir essa lacuna.

Em linhas gerais, a utilização do método PROMETHEE II apoiado por uma metodologia híbrida AHP-DEMATEL para lidar com a definição dos pesos dos critérios, pode apoiar a sistematizar o processo de tomada de decisão envolvendo a lógica oferecida pelos métodos MCDM utilizados, apoiando os gerentes de PSs na tomada de decisões

complexas diante do problema da superlotação de pacientes. Posto que os pesos dos critérios definidos vão considerar níveis de inconsistências dos tomadores de decisão e as relações de interdependências, causalidades e níveis de influências entre os critérios escolhidos para apoio à decisão.

3.5 O MÉTODO DEMATEL

O método DEMATEL foi originalmente desenvolvido entre 1972 e 1979 pelo Programa de Ciências e Assuntos Humanos do Battelle Memorial Institute de Genebra, com o objetivo de estudar o complexo e interligado problemas de decisão em grupo. Foi amplamente aceito como um dos melhores métodos para resolver, analisar e formar a relação de causa e efeito entre os critérios de decisão (CHIU *et al.*, 2006, YANG *et al.*, 2008). Criado com a convicção de que o uso pioneiro e apropriado de métodos de pesquisa científica poderiam melhorar a compreensão de um conjunto de problemas entrelaçados e ajudar a identificar soluções viáveis por meio de uma estrutura de rede. Este método é capaz de confirmar a interdependência entre critérios e restringir as relações que refletem características com tendências essenciais do sistema e do desenvolvimento (LIOU *et al.*, 2011).

O método DEMATEL melhora a compreensão de uma problemática específica e fornece racionalidade para a concepção de um conjunto de soluções viáveis por uma estrutura hierárquica. Com as técnicas de modelagem estrutural do DEMATEL, pode-se identificar a relação de causalidade entre os critérios de um sistema por meio de um diagrama causal (SHIEH; WU; HUANG, 2010). O diagrama causal usa dígrafos em vez de gráficos sem direção para retratar o conceito básico de relações causais e os pontos fortes de influência entre os critérios, sendo isso uma das vantagens do método DEMATEL (WU, 2008).

Em um sistema complexo, como a área da saúde, acredita-se que todos os critérios do sistema estejam direta ou indiretamente relacionados. Nesses intrincados sistemas, é muito difícil para um tomador de decisão atingir um objetivo específico se ele ou ela deseja evitar interferência do resto do sistema (LIOU *et al.*, 2011). Portanto, o método DEMATEL pode ser adotado para classificar os critérios que influenciam o gerenciamento de um PS e auxiliar seus gestores na identificação de ações de melhorias com foco na redução da sua superlotação (PEGORARO *et al.*, 2020b).

O Método DEMATEL segue uma sistematização em Fases conforme apresentada na Figura 18.

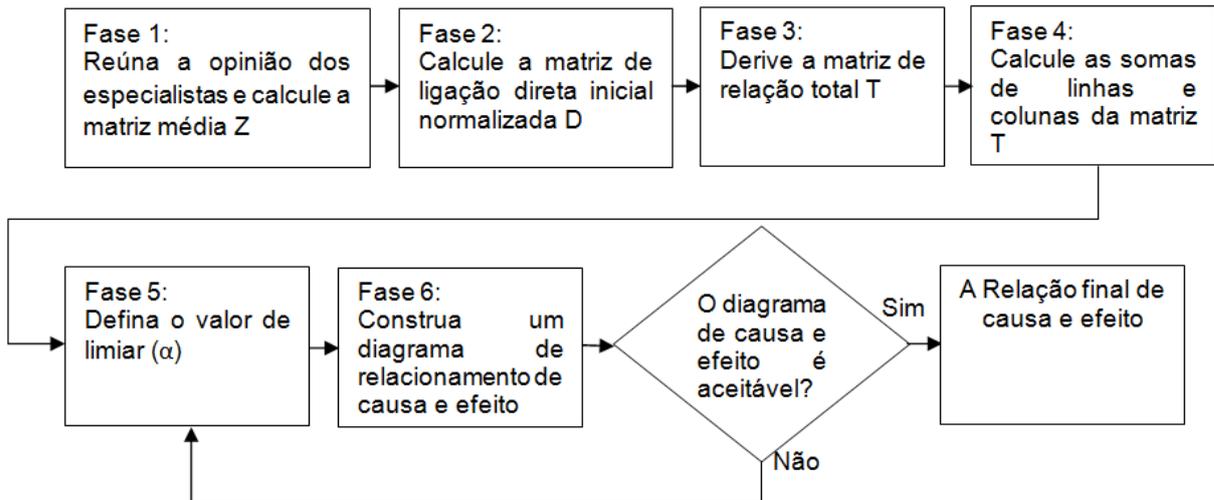


Figura 18. Sistematização do método DEMATEL
Fonte: Adaptado de Sumrit; Anuntavoranich (2013).

Fase 1: Reúna a opinião dos especialistas de calcule a matriz média Z

Um grupo de m especialistas e n critérios são usados nesta etapa. Cada especialista verifica o grau de influência direta entre dois ou mais critérios com base na comparação em pares. O grau em que o critério i afeta o critério j é denotado por x_{ij} . Os escores variam entre 0 (sem influência), 1 (baixa influência), 2 (média influência), 3 (alta influência), 4 (influência muito alta), respectivamente (QUEZADA et al. 2018, EFE; EFE, 2016, ORTIZ-BARRIOS et al. 2017). Para cada especialista, uma matriz não-negativa $n \times n$ é construída como $X^k = [x_{ij}^k]$ onde k é o número de especialistas que participam no processo de avaliação entre os pares de critérios com $1 \leq k \leq m$. Desta forma, $X^1, X^2, X^3, \dots, X^m$ é a quantidade de matrizes de m especialistas. Para agregar todos os julgamentos de m especialistas a matriz média $Z = [Z_{ij}]$ é apresentada de acordo com a Equação 19.

$$Z_{ij} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x_{ij}^k \quad (19)$$

Fase 2: Calcule a matriz de ligação direta inicial normalizada D

A matriz de relação direta inicial normalizada $D = [D_{ij}]$ é obtida do produto da matriz média original Z com uma constante k : A constante k é obtida pelo valor mínimo inverso do valor máximo, que é obtido pela soma das colunas ou linhas da matriz Z .

$$D = Z \times k \quad (20)$$

O valor de cada elemento na matriz D está variando entre $[0,1]$:

$$k = \min \left[\frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n |z_{ij}|}, \frac{1}{\max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n |z_{ij}|} \right] \quad (21)$$

Fase 3: Derive a matriz de relação total T

I é uma $n \times n$ matriz identidade e T é chamada de uma $n \times n$ matriz de relação total. Os elementos da matriz $T = [t_{ij}]_{n \times n}$, $i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$ representa os efeitos diretos e indiretos que o critério i tem no critério j . A matriz T consiste de todas as relações entre cada par de critérios. A matriz de relação total T é derivada pela Equação 22 (Li *et al.*, 2014; Quezada *et al.*, 2018; Song, Zhu e Zhao, 2020), dada a série geométrica de matrizes em que $|D| < 1$ (HUBBARD; HUBBARD, 2015).

$$T = \lim_{p \rightarrow \infty} (D + D^2 + D^3 \dots + D^p) = D(I - D)^{-1} \quad (22)$$

Fase 4: Calcule a intensidade dos efeitos provocados e recebidos pelos critérios

Na matriz de influência total T , a soma das linhas e colunas são representadas pelos valores r de acordo com a Equação 23 e c de acordo com a Equação 24 (SUMRIT; ANUNTAVORANICH, 2013).

$$r = [r_i]_{n \times 1} = \left(\sum_{j=1}^n t_{ij} \right)_{n \times 1} \quad (23)$$

$$c = [c_j]'_{1 \times n} = \left(\sum_{j=1}^n t_{ij} \right)'_{1 \times n} \quad (24)$$

Onde $[C_j]'$ é denotado como a matriz de transposição.

Seja r_i a soma da i -ésima fila na matriz T . O valor de r_i indica o total dado das influências fornecidas tanto diretamente como indiretamente. Seja c_j a soma da i -ésima coluna na matriz T . O valor de c_j indica o total da influência recebida tanto diretamente como indiretamente, que todos os outros critérios possuem no critério j . Se $j = i$, o valor de $(r_i + c_i)$ representa os efeitos totais dados e recebidos pelo critério i . Quanto maior for o valor de $(r_i + c_i)$ mais importante é o critério (SHIEH; WU; HUANG, 2010).

Especificamente, se $(r_i - c_i)$ for positivo, o critério i é uma causa líquida, influenciando outros critérios, enquanto que se $(r_i - c_i)$ for negativo, o critério i é um receptor líquido, e pode receber influência dos outros critérios da rede de critérios definidos (ALI; SOROOSHIAN; KIE, 2016).

Fase 5: Defina um valor de limiar α

O valor limiar deve ser definido para eliminar elementos de efeitos menores na matriz T . Esse valor serve para identificar as inter-relações significativas entre os critérios. Se o grau

de influência para um determinado critério na matriz T for maior que o valor limiar, esse critério será incluído no diagrama de causa e efeito; caso contrário, ele não será incluído no diagrama. Uma das maneiras de identificar o valor limite é calcular a média dos elementos da matriz, T , usando a Equação 25 (SHIEH, WU; HUANG, 2010).

$$\alpha = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [t_{ij}] \quad (25)$$

Onde N é o total de números de elementos na matriz T .

Fase 6: Construa um diagrama de causa e efeito

O último esforço do método DEMATEL é produzir um diagrama de causa e efeito conforme Figura 19. Por meio do mapeamento de todos os conjuntos de coordenadas de $(r_i + c_i, r_i - c_i)$ se visualiza a inter-relação complexa e apresentam-se informações sobre os critérios que estão influenciando e que podem ser mais importantes por causa dos seus pesos, e também os critérios receptores que estão sendo influenciados ou afetados. Os critérios que possuem t_{ij} maiores que α , são selecionados e apresentados no diagrama de causa e efeito (YANG *et al.*, 2008).

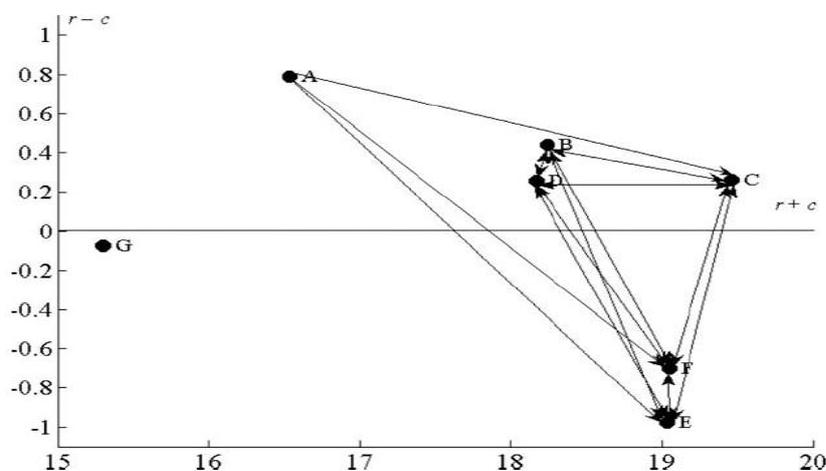


Figura 19. Diagrama de relações causais entre 7 critérios de decisão
Fonte: Shieh, Wu e Huang (2010)

De acordo com a Figura 19, o diagrama apresenta 7 critérios que vão de A a G respectivamente. Nota-se que o critério A não é afetado pelos outros, mas afeta C, E e F. No diagrama nota-se que qualquer par de critérios B, C, D, E e F são mutuamente influenciados um pelo outro pelo fato de que possui setas saindo e chegando entre esses critérios. Quando a seta sai de um critério quer dizer que ele está influenciando, já quando a seta chega em um critério quer dizer que ele está sendo influenciado.

Com relação ao critério G, o mesmo é mais independente em comparação com os outros critérios, ou seja, qualquer decisão tomada que envolve o critério G, não influenciará os outros critérios, assim como também o mesmo não é influenciado. Em resumo, deve-se prestar muita atenção nos quatro critérios de causa ou que estão influenciando (A, B, C e D) em vez de critérios receptores ou que estão só sofrendo influência (E, F e G) (SHIEH; WU; HUANG, 2010). Isso pode se tornar um importante parâmetro para a construção de cenários, (i.e. estratégias de melhorias para um sistema que se está analisando) em modelos de simulação, pois os cenários simulados poderão remeter-se aos critérios de decisão selecionados e vice e versa. O analista em simulação, pode ter uma melhor visão diagnóstica do problema e concentrar esforços para a construção de cenários com foco nos critérios que são importantes e que estão influenciando na rede de relacionamentos dos critérios, conforme apresentado no diagrama.

O método DEMATEL também vem sendo aplicado em estudos que envolvem o domínio da área da saúde com o propósito de oferecer suporte para a concepção de estratégias de melhorias para área, de acordo com os principais trabalhos analisados conforme Quadro 10.

Quadro 10. Aplicação do método DEMATEL em áreas correlatas ao tema deste trabalho.

Autor	Ano	Título	Publicado em	Conteúdo do artigo
Efe, B., Efe, Ö.F.	2016	An application of value analysis for lean healthcare management in an emergency department	International Journal of Computational Intelligence Systems	Este artigo investigou o conceito de valor do gerenciamento <i>lean</i> para melhorar o desempenho de um departamento de emergência (DE). Teve como objetivo analisar o Valor Percebido pelo Paciente (VPP) para aplicar os princípios da gestão enxuta no DE. O método DEMATEL foi sugerido para especificar o grau de influência desses valores no DE. Os resultados mostram que o valor de “disponibilidade de equipamentos” tem influência marcante sobre os demais valores.
Bahadori, M., Ravangard, R., Teymourzadeh, E.	2012	Development of Emergency Medical Services (EMS) in Iran: Components of Access	Int J Collaborat Res Intern Medi Public Health	O artigo apresenta um estudo por meio do DEMATEL e Delphi com especialistas Iranianos selecionados por meio da amostragem intencional, para identificar e relacionar os componentes que afetam o acesso ao serviço de emergência hospitalar.
Nasiripour, A. A., Bahadori, M., Tofighi, S., Gohari, M.	2010	Analysis of the relationships between the determinants Influential in performance of Pre-hospital Emergency system of Iran using the DEMATEL Approach	Health med	O objetivo deste estudo é por meio do DEMATEL identificar os determinantes influentes no desempenho do sistema de emergência pré-hospitalar do Irã e analisar as relações entre eles. Os determinantes mais importantes que influenciaram o desempenho do sistema de emergência pré-hospitalar do Irã incluem a “organização”, “transporte”, “comunicações”, “acessibilidade”, “modelo de assistência”, “combinação de mão de obra”, “regulamentos” e o “treinamento”.

Autor	Ano	Título	Publicado em	Conteúdo do artigo
Si, L. L., You, X. Y., Liu, H. C., Huang, J.	2017	Identifying key performance indicators for holistic hospital management with a modified DEMATEL approach	International Journal of Environmental Research and Public Health	Uma maneira viável para melhorar o desempenho da saúde de forma gradual é identificar os indicadores centrais e influentes. Para isto este artigo aborda o uso de uma abordagem híbrida de Multiple Criteria Decision Making (MCDM) e DEMATEL. Os resultados mostram que “acidentes / eventos adversos”, “infecção nosocomial”, “incidentes / erros”, “número de operações / procedimentos” são indicadores influentes significativos. Além disso, os indicadores de “tempo de permanência”, “ocupação de leito” e “medidas financeiras” desempenham papéis importantes na avaliação de desempenho da organização de saúde.
Ortiz-Barrios, M. A., Aleman-Romero, B. A., Rebolledo-Rudas, J., Maldonado-Mestre, H., Montesvilla, L., Felice, F. D., Petrillo, A.	2017	The analytic decision-making preference model to evaluate the disaster readiness in emergency departments: The ADT model.	Journal of Multi-Criteria Decision Analysis	O objetivo do artigo é propor um modelo híbrido chamado de “modelo analítico de preferência de tomada de decisões” baseado em AHP, DEMATEL e TOPSIS para avaliar a prontidão dos Departamentos de Emergência para uma situação de desastre. Dentre 3 hospitais públicos definidos, o modelo ADT aponta qual está mais preparado para atender situações de desastre.
Shieh, J.I., Wu, H.H., Huang, K. K.	2010	A DEMATEL method in identifying key success factors of hospital service quality	Knowledge-Based Systems	Por meio do método DEMATEL identificou-se sete critérios principais por meio dos pesos, no sentido de avaliar os serviços prestados pelo Show Chwan Memorial Hospital em Changhua City em Taiwan, sob o ponto de vista dos usuários dos serviços. O critério "pessoal médico confiável com competência profissional" é o critério mais importante. Também identificaram a relação de causalidade entre os critérios, ou seja, a melhoria de um critério contribui positivamente em um outro critério que possui relação de causalidade. Os autores sugeriram que fossem realizados treinamentos em habilidades de comunicação e habilidades para a resolução de problemas para a equipe médica, para que assim, a satisfação do usuário do serviço fosse aumentada.
Ortíz, M. A., Cómbita, J. P., Hoz, Á. L. A. D. L., Felice, F. D., Petrillo, A.	2016	An integrated approach of AHP-DEMATEL methods applied for the selection of allied hospitals in outpatient service	International Journal of Medical Engineering and Informatics,	Na área da saúde, é importante se obter uma decisão estratégica adequada. Quando o problema de tomada de decisão ocorre, normalmente há um número limitado de alternativas possíveis, mas um grande número de critérios, de acordo com os quais a solução ótima é selecionada. É importante usar uma abordagem apropriada. Este estudo apresenta uma abordagem metodológica híbrida baseada no método DEMATEL e AHP para definir o melhor hospital aliado para uma rede integrada de serviços ambulatoriais.
Delice, E. K., Zegerek, S.	2016	Ranking Occupational Risk Levels of Emergency Departments Us-	Appl. Math	No presente estudo, o novo modelo Fuzzy MCDM é proposto incorporando o Fuzzy DEMATEL e Fuzzy Gray Relational Analysis (GRA). O modelo proposto é usado para classificar os níveis de risco ocupacional das atividades que os profissionais que trabalham

Autor	Ano	Título	Publicado em	Conteúdo do artigo
		ing a New Fuzzy MCDM Model: A Case Study In Turkey		nos DEs de três hospitais da cidade de Erzurum na Turquia estão sujeitos. Este estudo fornece um modelo confiável e eficaz para obter os níveis de risco em DEs e determinar as precauções necessárias.
Ortiz, M. A., Felizzola, H. A., Isaza, S. N.	2015	A contrast between DEMATEL-ANP and ANP methods for six sigma project selection: a case study in healthcare industry	Medical Informatics and Decision making	O artigo apresenta uma comparação entre ANP e o DEMATEL-ANP para apoiarem efetivamente os processos de seleção de projetos Six Sigma, contribuindo para criar uma estrutura completa que garante a priorização de projetos que proporcionam o máximo de benefícios para as organizações de saúde. Como o DEMATEL-ANP teve um desempenho melhor, ele deve ser usado por profissionais envolvidos nas decisões relacionadas à implementação de programas seis sigma no setor de saúde, acompanhado pela identificação adequada dos critérios de avaliação que apóiam o modelo de tomada de decisão. Assim, este estudo comparativo contribuiu para a escolha de abordagens mais eficazes neste domínio.
Pegoraro, F., Santos, E.A.P., Loures, E.F.R.	2020	A Support framework for decision making in emergency departement management	Computers & Industrial Engineering	O artigo apresenta um <i>Framework</i> baseado no método DEMATEL aliado a SED como suporte na elaboração de ações de melhoria com o objetivo de melhorar o desempenho gerencial de um PS que atende pacientes cobertos pelo SUS. Essa nova abordagem (<i>Framework</i> DEMATEL-SED) pode ajudar a estabelecer um sistema para o processo de tomada de decisão que, por sua vez, pode apoiar os gerentes de PSs na tomada de decisões complexas.
Pegoraro, F; Laus, F.W; Loures, E.F.R; Santos, E.A.P.	2020	A hybrid model to support decision making in emergency department management	Knowledge-based systems	O estudo fornece um modelo híbrido que combina os métodos DEMATEL e PROMETHEE II para apoiar os gerentes de EDs a projetar ações de melhorias e tomar decisões que reduzam a superlotação. No modelo, o papel do método DEMATEL é gerar conhecimento para apoiar o projeto de ações de melhorias a partir das relações causais entre os critérios que governam o gerenciamento do processo de atendimento e tratamento do paciente nas unidades de EDs. No entanto, como os EDs têm recursos dispendiosos, as ações precisam ser priorizadas. Portanto, o método PROMETHEE II compõe o modelo para priorizar as ações de melhoria que reduzem a superlotação de EDs a curto prazo.

Fonte: O autor (2020)

Os autores conforme os estudos no Quadro 10 encontraram no método DEMATEL, por meio da sua aplicação de forma isolada ou em conjunta com métodos MCDM, oportunidades de melhorias na qualidade das decisões a serem tomadas em ambientes na área da saúde.

Percebe-se que, quando se constrói as relações de interdependências e causalidades entre os critérios de decisão, e verifica-se o nível de importância desses critérios por meio dos pesos, a concepção de estratégias para a área da saúde pode ser obtida de forma mais racional. Tal racionalidade amparada no fato de que as ações de melhorias devem focar nos critérios

que possuem influências e importância no conjunto de critérios definidos. Qualquer ação de melhoria que tenha foco em um critério influente pertencente a um conjunto de critérios, pode desencadear melhorias que atendem os critérios que estão sendo influenciados.

De forma ilustrativa, se em um conjunto de critérios definidos, o critério Layout do PS tiver influência sobre o critério Tempo de Espera do Paciente, qualquer ação destinada a melhorar o Layout, poderá ter impacto direto na redução do tempo de espera. Desta forma, as estratégias concebidas com o conhecimento gerado pelo método DEMATEL podem atender melhor um problema do que apenas quando se estuda um processo ou sistema e define-se estratégias somente a partir das abstrações do tomador de decisão, sem apoio de um método de avaliação.

Sendo assim, o método DEMATEL pode se tornar um importante aliado quando da racionalidade para a concepção de estratégias visando a performance em gestão de PS, e que poderão ser testadas por meio da simulação. Isso pode contribuir significativamente com a qualidade do processo decisório, suportando os gestores de um PS frente às decisões complexas que envolvem o domínio.

Entretanto, nos estudos abordados, nota-se uma lacuna quando da definição dos critérios para atender a performance da gestão dos PSs. Para definir os critérios, os autores se norteiam a partir do conhecimento tácito dos especialistas do processo, dos usuários do serviço dos PSs ou também a partir de alguma técnica já implementada em outras áreas e que foi adaptada para a área da saúde, como é o caso dos princípios da manufatura enxuta (*Lean Manufacturing*). Neste sentido, este presente trabalho pretende atender essa lacuna quando da definição de critérios para suportar a idealização de ações de melhorias para a área de PSs com foco na redução da superlotação de pacientes.

O presente trabalho se norteará para a definição dos critérios, além da revisão da literatura disponível, os Documentos Médicos citados que regulamentam e orientam a gestão do processo do atendimento e tratamento de pacientes nos PSs. Acredita-se que esse aspecto de definição dos critérios, pode representar de forma mais clara e objetiva os problemas enfrentados pelos PSs. Detalhes da definição dos critérios estão caracterizados no capítulo 4.

3.6 CONEXÃO ENTRE A SIMULAÇÃO, MINERAÇÃO DE PROCESSOS, MÉTODOS MCDM E DEMATEL

Acredita-se que a mineração de processos, simulação, métodos MCDM possam se conectar no intuito de apoiar o processo decisório em unidades de PS. A mineração de processos pode contribuir com a construção de modelos de simulação mais realistas. Os modelos poderão ser desenvolvidos a partir das informações que estão sendo registradas nos *logs* de eventos, e desta forma, apresentam como o processo real está sendo desenvolvido, bem como os dados que os acompanham. Por exemplo, os tempos entre as chegadas dos pacientes no PS poderão ser conhecidos por meio do SIH e identificado a sua distribuição estatística para alimentar um modelo de simulação. Isso evita a forma tradicional (manual) de coleta desses dados, ou seja, por meio da observação e cronometragem dos tempos entre as chegadas dos pacientes no PS.

A mineração de processos pode proporcionar para o analista em simulação mais confiança nos dados coletados, pois oportuniza a observação e geração de distribuições estatísticas com um maior volume e variedade de dados (MANS *et al.*, 2013). Ademais, a falta de um modelo abstrato/conceitual pode comprometer a validação do modelo de simulação pelos especialistas do processo quando da comparação ao modelo real. Nesse caso, a mineração de processo também pode ser útil para atender essa lacuna (PEGORARO *et al.*, 2018b).

Já, o conhecimento gerado pelo método DEMATEL, pode ser útil para a concepção de cenários de simulação/ações de melhorias de forma mais racional, o qual pode representar melhor o problema que está se estudando. Dependendo da complexidade da estrutura de critérios, o método pode confirmar a interdependência, apresentando os critérios que estão influenciando e sendo influenciados na rede de critérios. O método também apresenta a importância relativa de cada critério por meio dos pesos, sendo isso um importante parâmetro quando da concepção de estratégias para área da saúde (SHIEH; WU; HUANG, 2010).

Por sua vez, os cenários simulados poderão ser avaliados mediante a metodologia MCDM. Essa conexão pode fornecer uma visão diagnóstica mais robusta, podendo melhorar a qualidade da tomada de decisão na gestão de PS. Os métodos MCDM podem aumentar a coerência entre a avaliação do processo, objetivos definidos e o sistema de valores, a serviço dos quais o tomador de decisão se posiciona (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2011). Destaca-se que os métodos MCDM procuram fazer com que o processo de tomada de decisão seja o mais neutro, objetivo, válido e transparente possível, sem pretender indicar ao decisor uma solução única e verdadeira.

No intuito de justificar a conexão entre os métodos e técnicas propostos, a partir deste ponto, busca-se realizar uma avaliação do que cada técnica e método gera de conhecimento

para se complementem entre si. Uma avaliação de artigos científicos que já abordam a conexão entre os métodos e as técnicas referenciadas nesse trabalho é realizada com o propósito de dar embasamento científico que justifique essas conexões.

3.6.1 Mineração de processos para suporte à simulação

Os hospitais equipados com sistemas de informação, o processo de atendimento e tratamento dos pacientes ficam registrados nos *logs* de eventos. Isso pode contribuir para a construção mais rápida de modelos de simulação, além de deixar os modelos mais precisos, já que são baseados no que realmente está "acontecendo" e não como o gestor gostaria que "estivesse acontecendo". Por meio do conhecimento da mineração de processos, os modelos de simulação são baseados em dados reais e não sob suposições humanas (ROZINAT *et al.*, 2009a).

Conforme Rozinat *et al.*, (2008) informações fornecidas pela mineração de processos por meio dos *logs* eventos registrados nos sistemas de informações e que são cruciais para a construção de modelos de simulação estão inseridas na Tabela 5.

Tabela 5. Informações nos *logs* de eventos para a mineração de processos

<i>Informações do modelo do processo</i>	<i>Dados Históricos</i>	<i>Informação do estado atual</i>
<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Controle e fluxo de dados;</i> ● <i>Modelo organizacional (regras, recursos etc);</i> ● <i>Funções por tarefa.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Distribuição de probabilidade dos dados;</i> ● <i>Distribuição dos tempos de execução;</i> ● <i>Taxa de chegadas.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Estado do progresso dos casos;</i> ● <i>Valor dos dados para os casos em execução;</i> ● <i>Recursos ocupados etc.</i>

Fonte: Adaptado de Rozinat *et al.*, (2008)

Rozinat *et al.*, (2008) questionam-se porque construir modelos de simulação baseado apenas em observações e percepção humana, se os sistemas de informação fornecem uma gama de dados de forma mais confiável? Além disso, em modelos construídos apenas na forma tradicional, as etapas nos processos são muitas vezes esquecidas. Assim, os modelos de simulação geralmente são otimistas demais e podem descrever um comportamento bastante diferente da realidade. A Figura 20 apresenta uma abordagem para a construção de modelos de simulação com suporte da mineração de processos.

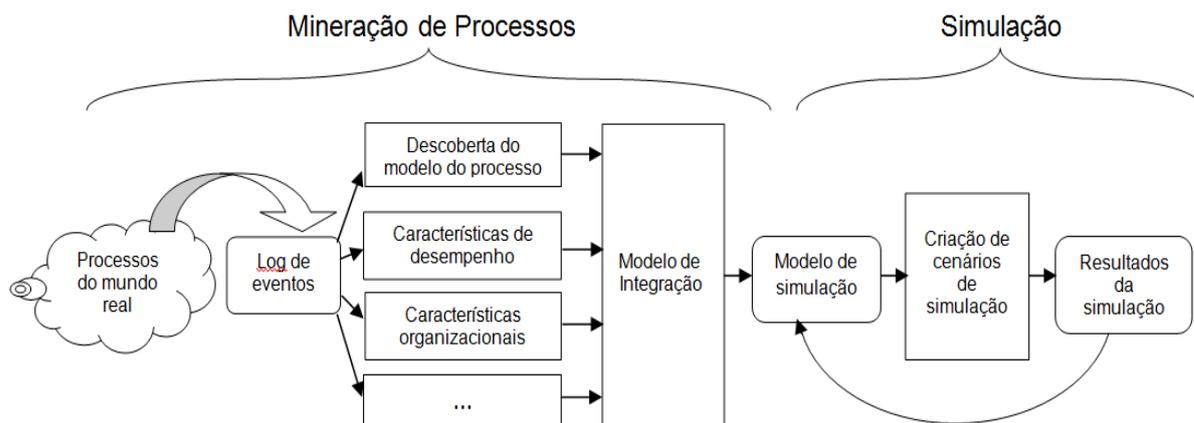


Figura 20. Abordagem para a criação de modelos de simulação por meio da mineração de processos
 Fonte: Adaptado de Rozinat *et al.*, (2008)

Os únicos requisitos para implementar a mineração de processos para suporte da simulação é que os hospitais precisam ser equipados com SIH que registram eventos tal que: (1) cada evento se refere a uma atividade (ou seja, uma etapa bem definida no processo, por exemplo, uma hospitalização para tratar uma doença), (2) cada evento se refere a um traço (por exemplo, um paciente), e (3) os eventos têm uma marca de horário (*timestamp*) (VAN DER AALST, 2011).

O Quadro 11 apresenta a análise dos artigos que abordam a simulação com suporte da mineração de processos que foram identificados pelas bases de dados, de acordo com a sistematização para a coleta de artigos que está destacada na metodologia deste trabalho.

Quadro 11. Artigos que abordam a simulação com suporte da mineração de processos

Autor	Ano	Título	Publicado em	Conteúdo do artigo
Reijers, H. A, van der Aalst, W. M. P.	1999	Short-Term Simulation: Bridging the Gap between Operational Control and Strategic Decision Making	In Proceedings of the IASTED International Conference on Modeling and Simulation	Aplicaram a técnica em uma grande empresa de segurança social na Holanda e apresentaram os benefícios para gerenciamento de recursos
Rozinat, A., Wynn, M., Van Der Aalst, W., Ter Hofstede, A., Fidge, C.	2008	Workflow simulation for operational decision support using design, historic and state information.	6th International Conference on Business Process Management, BPM 2008.	Descreve um sistema de simulação para suporte à decisão operacional no contexto do gerenciamento de trabalho.
Wynn, M. T., Dumas, M., Fidge, C. J., Ter Hofstede, A. H. M., Van Der Aalst, W. M. P.	2008	Business process simulation for operational decision support	Lecture Notes in Computer Science	Propuseram uma arquitetura usando o fluxo de trabalho YAWL e ferramentas de simulação CPN e conseguiram verificar o impacto das decisões em cenários simulados de 12 e 24 horas.

Autor	Ano	Título	Publicado em	Conteúdo do artigo
Mărușter, L., Van Beest, N. R. T. P..	2009	Redesigning business processes: A methodology based on simulation and process mining techniques.	Knowledge and Information Systems	Usou-se a metodologia de simulação baseada em mineração de processos e empregou-se na atividade de redesenho dos processos.
Rozinat, A., Wynn, M. T., van der Aalst, W. M. P., ter Hofstede, A. H. M., Fidge, C. J.	2009	Workflow simulation for operational decision support.	Data and Knowledge Engineering,	Aqui descrevemos um sistema de simulação para suporte a decisões operacionais no contexto do gerenciamento de fluxo de trabalho
Rozinat, A., Mans, R. S., Song, M., van der Aalst, W. M. P.	2009	Discovering simulation models.	Information Systems,	Usou-se uma combinação de técnicas de mineração de processos para descobrir perspectivas múltiplas do processo a partir de dados históricos, e integrou-se em um modelo de simulação.
Van Der Aalst, W. M. P.	2010	Business process simulation revisited.	Lecture Notes in Business Information Processing	Apresenta abordagens de simulação aproveitando avanços recentes na mineração de processos para tomada de decisões operacionais.
Liu, Y., Zhang, H., Li, C., Jiao, R. J.	2012	Workflow simulation for operational decision support using event graph through process mining.	Decision Support Systems	É proposto uma abordagem genérica de simulação de processos para suporte a decisões operacionais, usando gráficos de eventos por meio da mineração de processos dos <i>logs</i> de fluxo de trabalho.
Khodyrev, I., Popova, S.	2014	Discrete modeling and simulation of business processes using event logs.	Procedia Computer Science	Realizaram previsões de KPI de curto prazo, com base em registros de eventos.
Abo-Hamad, W., Ramy, A., Arisha, A.	2017	A hybrid process-mining approach for simulation modeling.	Simulation Conference (WSC), 2017 Winter. IEEE	Este artigo integrou técnicas de mineração de processo na Fase de modelagem conceitual para suportar o desenvolvimento de modelos de simulação. A estrutura proposta foi aplicada em um DE para identificar gargalos no desempenho.
Augusto, V., Xie, X., Prodel, M., Jouaneton, B., Lamarsalle, L.	2016	Evaluation of discovered clinical pathways using process mining and joint agent-based discrete-event simulation	Proceedings of the 2016 Winter Simulation Conference	Este artigo apresenta uma abordagem inovadora que extrai conhecimento de um banco de dados hospitalar existente, e por meio de simulação baseada em mineração de processos, permitindo o projeto e teste de novos cenários.
Szimanski, F., Ralha, C.G., Wagner, G., Ferreira, D.R.	2013	Improving Business Process Models with Agent-based Simulation and Process Mining	Enterprise, business-process and information systems modeling	O artigo apresenta a combinação de mineração de processos e simulação baseada em agentes para apoiar a melhoria do modelo do processo para que se torne uma melhor representação para o comportamento dos agentes no processo.
Nakatumba, J., Westergaard, M., van der Aalst, W. M. P	2012	Generating Event Logs with Workload-Dependent Speeds from Simulation	International Conference on Advanced Information Systems Engineering	O artigo apresenta como as velocidades de processamento dependentes da carga de trabalho podem ser incorporadas em um modelo de simulação e aprendidas a partir de <i>log</i> de eventos.

Autor	Ano	Título	Publicado em	Conteúdo do artigo
		Models		Os autores defendem o uso de técnicas de simulação e mineração de processos para melhor compreender, modelar e melhorar os processos de negócios da vida real por meio de testes de cenários simulados.
Stefanini, A., Aloini, D., Benevento, E., Dulmin, R., Mininno, V.	2018	Performance analysis in emergency departments: a data-driven approach.	Measuring Business Excellence.	O artigo explora a mineração de processos, com objetivo investigar os desempenhos de processo em departamentos de emergência, permitindo descobrir todo o fluxo de tratamento de pacientes. Por meio da simulação, implementar os desempenhos em termos de tempo e recursos nas atividades.
Zhou, Z., Wang, Y., Li, L.	2014	Process mining based modeling and analysis of workflows in clinical care-a case study in a Chicago outpatient clinic	In Networking, Sensing and Control (ICNSC), 2014 IEEE 11th International Conference on	Neste artigo, um ambulatório em Chicago, Illinois, EUA, é usado como um estudo de caso para ilustrar um método baseado em mineração de processo para gerenciamento e melhoria de processos de saúde. Com base nos resultados da mineração de processos, um modelo de simulação de eventos discretos é proposto para analisar quantitativamente o centro clínico.
Wang, Y., Zacharewicz, G., Traoré, M. K., Chen, D.	2018	An integrative approach to simulation model discovery: Combining system theory, process mining and fuzzy logic.	Journal of Intelligent & Fuzzy Systems	Um estudo de caso é apresentado no qual o modelo Fuzzy Discrete Event System Specification (Fuzzy-DEVS) é inferido a partir de dados da vida real por meio da mineração de processos, e a ferramenta <i>SimStudio</i> é usada para sua simulação.
Andersen, S. N., Broberg, O.	2017	A Framework of knowledge creation processes in participatory simulation of hospital work systems	Ergonomics	O objetivo deste estudo foi desenvolver um Framework descrevendo o processo de como o conhecimento ergonômico é criado no ED.
Martin, N., Depaire, B., Caris	2015	Using event logs to model interarrival times in business process simulation	International Conference on Business Process Management	Este artigo enfoca a modelagem do tempo entre chegadas de entidades. A esse respeito, a análise de <i>logs</i> de eventos pode ser útil dado o suporte de mineração de processo limitado para essa tarefa de modelagem de <i>Business process simulation</i>
Dunkl, R., Fröschl, K. A., Grossmann, W., Rinderle-Ma, S.	2011	Assessing medical treatment compliance based on formal process modeling.	Symposium of the Austrian HCI and Usability Engineering Group	A metodologia combina ideias de modelagem <i>workflow</i> , simulação de processos, mineração de processos e métodos estatísticos de medicina baseada em evidências. A aplicabilidade da abordagem é ilustrada com base no caso de Melanoma Cutâneo.
Mans, R., Reijers, H., Wismeijer, D., Van Genuchten, M.	2013	A Process-oriented Methodology for Evaluating the Impact of IT: a Proposal and an Appli-	Information Systems	Com base nos dados armazenados automaticamente, a mineração de processo permite obter conhecimento detalhado sobre um processo de negócios. Usando a simulação de

Autor	Ano	Título	Publicado em	Conteúdo do artigo
		cation in Healthcare.		eventos discretos, um modelo pode ser construído, que imita com precisão o processo descoberto e que, posteriormente, pode ser usado para explorar e avaliar vários redesenhos do mesmo processo.

Fonte: O autor (2018)

Os artigos advogam que a mineração de processos extrai informações registradas nos *logs* de eventos dos sistemas de informações que por sua vez facilitam a construção de modelos de simulação. A mineração de processos extrai dados muito mais detalhados e dinâmicos do que se fosse apenas de forma manual, ou seja, apenas pela suposição humana, conforme destaca (ROZINAT *et al.*, 2008). No entanto a aplicação da mineração de processos para suporte a simulação em estudos que envolvem a área da saúde ainda está incipiente.

Destaca-se que nos estudos apresentados no Quadro 11, muitas vezes o analista em simulação ou tomador de decisão se depara com vários critérios de decisão para a resolução de um problema na área de gestão em saúde. Neste sentido, o mesmo encontra dificuldades de elencar cenários para serem simulados que satisfaçam de forma mais eficiente esses critérios e conseqüentemente o problema que se quer solução. Desta forma, acredita-se que utilizando apenas o conhecimento tácito de um tomador de decisão ou analista em simulação para a construção de cenários em simulação sem um método com comprovação científica não é muito adequado, já que alguns critérios importantes para a resolução do problema podem ser negligenciados. Neste caso, o método DEMATEL pode se tornar uma referência quando se quer desenvolver um conjunto de cenários para serem simulados e que remetem com mais racionalidade um conjunto de critérios de decisão. Essa racionalidade deve ser requerida quando se trata do processo de tomada de decisão na área de gestão em saúde, já que os recursos são escassos e de alto custo, implicando qualidade no processo decisório (SHIEH; WU; HUANG, 2010).

Outra dificuldade encontrada nos estudos em simulação com suporte da mineração de processos é, dentre os cenários simulados, elencar qual cenário é mais favorável para se resolver um problema. Isso se torna uma agravante pelo fato que os tomadores de decisão podem ter objetivos conflitantes. Além do mais, os critérios e cenários/alternativas podem estar se interagindo simultaneamente, influenciando-se mutuamente em uma rede de relacionamento complexo (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2011). Sendo assim, é neste ponto em diante que a inserção de métodos MCDM para escolha de cenários simulados podem ser úteis

para a tomada de decisões mais favoráveis para resolução de problemas em estudos que envolvem a simulação (ABO-HAMAD; ARISHA, 2013, LATEEF-UR-REHMAN, 2013).

3.6.2 Simulação em PS com suporte dos métodos MCDM

Esta seção apresenta uma avaliação dos artigos científicos que estão caracterizados no Quadro 12. Usando as bases de dados *Scopus*, *Science Direct* e *Web of Science* a partir da junção de palavras-chave que formaram as *strings* de busca para a coleta de artigos, de acordo com a Tabela 6, identificou-se uma quantidade de 8 artigos científicos que utilizam os métodos MCDM para suporte à escolha de cenários em estudo de simulação na área de PS.

Tabela 6. Palavras-chave definidas para coleta de artigos

Keywords	Keywords	Keywords	Database	Database	Database	Total		
Eixo 1	Operador Boleano	Eixo 2	Operador Boleano	Eixo 3	Scopus	Web of Science	Science Direct	
		"Multiple Criteria Decision Making" or "MCDM"		"Emergency department" or "Emergency Room"	2	1	1	4
"simulation"	and		and					
		"Multiple Criteria Decision Analysis" or "MCDA"		"Emergency department" or "Emergency Room"	2	1	1	4
Total								8

Fonte: O autor (2018)

A partir da avaliação dos títulos, caracterizou-se que 3 artigos estão repetidos. Desta forma, restaram-se apenas 5 artigos para serem avaliados por completo, de acordo com o Quadro 12.

Quadro 12. Artigos correlatos à proposta do presente trabalho

Autor	Ano	Título	Publicado em	Conteúdo do artigo
Abo-Hamad, W., Arisha, A.	2013	Simulation-based Framework to improve patient experience in an emergency department.	European Journal of Operational Research	O trabalho apresenta uma estrutura de suporte à tomada de decisão e um DE de um hospital adulto no norte de Dublin, na Irlanda. Incorpora o BSC a simulação e a estrutura MCDM.
Abo-Hamad, W., Arisha, A.	2012	Multi-criteria Framework for emergency department in Irish hospital	Proceedings of the Winter Simulation Conference.	O artigo apresenta um <i>Framework</i> que integra a simulação o BSC e o AHP para fornecer desempenho marginal em relação à realização dos objetivos estratégicos e operacionais definidos em um DE.

Autor	Ano	Título	Publicado em	Conteúdo do artigo
Eskandari, H., Riyahifard, M., Khosravi, S., Geiger, C. D.	2011	Improving the emergency department performance using simulation and MCDM methods	Proceedings of the Winter Simulation Conference	O <i>Framework</i> proposto integra o modelo de simulação do processo de fluxo de pacientes com os modelos de decisão do grupo AHP e TOPSIS, a fim de, avaliar e classificar os cenários com base nas medidas de desempenho desejadas. Os resultados indicam que o tempo médio de espera de pacientes adotando novas políticas pode ser reduzido em 42,3%.
Silva, D. S., Broze, T. S., Facó, R. T., Yamashita, G. H., Sidrim, M. L., De Aguiar, R. B., Amaral, T. M.	2016	Aplicação de modelo multicritério para priorização de alternativas em um hospital de Petrolina/PE	Revista Espacios	O artigo apresenta um método de análise de alternativas por meio da aplicação de modelo multicritério com suporte da simulação onde ações de melhoria foram priorizadas em um hospital da cidade de Petrolina - PE, Brasil.
Gul, M., Celik, E., Gumus, A. T., Guneri, A. F.	2016	Emergency department performance evaluation by an integrated simulation and interval type-2 fuzzy MCDM-based scenario analysis	European Journal of Industrial Engineering	O conceito de tomada de decisão de múltiplos critérios MCDM é aplicável por simulação computacional para análise de decisão e avaliação de desempenho de um ED. Este estudo propõe uma integração de simulação computacional, métodos MCDM do processo hierárquico analítico <i>fuzzy</i> do intervalo tipo 2 (IT2FAHP), e ELECTRE para um sistema ED em um hospital universitário. Devido à alta incerteza em operações de ED, conjuntos <i>fuzzy</i> do intervalo tipo 2 (IT2FSs) são usados no processo MCDM. Consequentemente, o método integrado pode ser usado como uma ferramenta útil para avaliar o desempenho do ED e selecionar o melhor cenário considerando diferentes números de enfermeiros e médicos por três turnos.

Fonte: O autor (2018)

Percebe-se nos estudos apresentados no Quadro 12 a preocupação dos autores quanto à utilização de métodos para suporte à tomada de decisão aliado aos modelos de simulação para uma melhor avaliação diagnóstica do problema e, como resultado, uma tomada de decisão mais racional.

No entanto, os estudos correlatos na área do presente trabalho, ainda são incipientes. Os trabalhos avaliados que utilizam os métodos MCDM para suporte à tomada de decisão de escolhas de cenários simulados mais favoráveis, ainda se empregam técnicas tradicionais para construção de modelos de simulação. Os HIS dos hospitais são utilizados apenas para identificar estatísticas dos fenômenos aleatórios que fazem parte do processo de atendimento e tratamento dos pacientes como é o caso dos trabalhos de (ABO-HAMAD; ARISHA, 2012 e 2013). No entanto, o HIS ainda não é utilizado para a idealização de modelos conceituais de simulação.

Acredita-se que os HIS por meio do *log* de eventos podem ser mais bem aproveitados quando também se utiliza as técnicas de mineração de processos para descobrir, além de dados estatísticos, um modelo do processo, fluxos de atividade, entre outros, para suportar um modelo de simulação. No caso em simulação, caracterizar um modelo conceitual de atendimento e tratamento de pacientes em um PS por meio da mineração de processos pode ser mais eficiente do que apenas com a abordagem tradicional. Por meio da mineração de processos, o modelo conceitual irá refletir de forma fidedigna o modelo real de atendimento e tratamento de pacientes no PS, fato este, crítico de sucesso em abordagens de simulação na área da saúde (ELDABI; IRANI; PAUL, 2002).

Entretanto, há trabalhos expostos no Quadro 11, que vão um pouco além do uso das técnicas tradicionais para construção de modelos de simulação para atender a problemática dos DE/PS. Nesses trabalhos, os autores utilizam a mineração de processos para dar suporte na construção dos modelos de simulação. No entanto, nesses estudos, os métodos MCDM não são utilizados para suportar a escolha dos cenários simulados.

Outro fator percebido por meio dos estudos que envolvem a simulação na área da gestão dos PS, é que os cenários são gerados a partir do conhecimento abstrato dos tomadores de decisão. Não se utiliza métodos que possam melhorar o processo de concepção de cenários com base nas interdependências e níveis de importância entre os critérios que contemplem um problema definido. Desta forma, escolher um método científico testado e comprovado como é o caso do método DEMATEL quando se pretende conceber estratégias de melhorias para a área da saúde, e que estas estratégias poderão ser testadas a partir de cenários simulados, é aconselhável no caso do presente trabalho. A problemática que envolve a gestão de PS é complexa e necessita lançar mão de um método robusto e com eficácia comprovada, para que assim, os especialistas do processo derivem com mais racionalidade os cenários/ações de melhorias.

3.6.3 Artigos científicos semelhantes à proposta do presente trabalho

Por fim, com o propósito de identificar a existência de artigos científicos semelhantes à proposta deste trabalho, uma varredura de artigos nas bases de dados científicas foi realizada a partir das *strings* de busca de artigos de acordo com a Tabela 7.

Tabela 7. *Strings* para identificação de estudos semelhantes à área deste trabalho

Strings para coleta de artigos	Data Base		
	Scopus	Web of Science	Science Direct
"Simulation" and "Multiple criteria decision making" or "MCDM" and "emergency department" or "emergency room" and "process mining"	0	0	0
"Simulation" and "Multiple criteria decision analysis" or "MCDA" and "emergency Department" or "emergency room" and "process mining"	0	0	0

Fonte: O autor (2018).

Percebe-se por meio da Tabela 7, a inexistência de trabalhos científicos que possuem em seus conteúdos as palavras-chave definidas utilizadas nas *strings*. Por tanto, diante do contexto dos *gaps* encontrados nos trabalhos estudados que se relacionam com este presente estudo, entende-se conforme a Figura 21 que a intercessão dos métodos e técnicas que foram apresentados, seja capaz, em um mesmo *Framework*, contribuir com o processo decisório. Neste sentido, a proposta deste trabalho pode-se tornar inovadora para contribuir com a melhoria da performance da gestão de PS, pois por meio do *Framework* a complexidade que envolve a problemática da gestão de PS possa ser melhor compreendida e analisada.

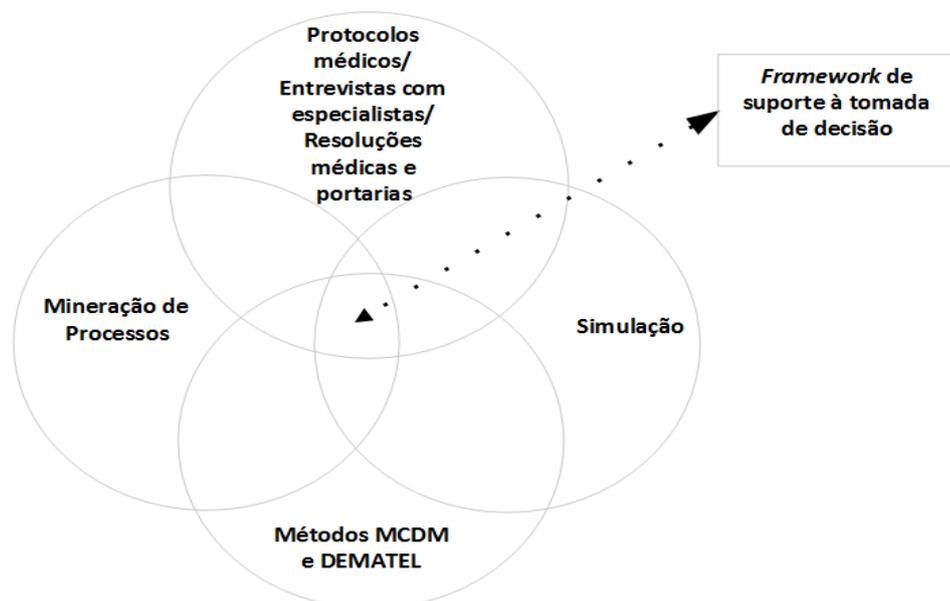


Figura 21. Intercessão entre métodos, técnicas e informações para concepção do *Framework*

Fonte: O autor (2018)

No capítulo 4 do presente trabalho, é apresentando a descrição do *Framework* a partir dos métodos e técnicas estudados de forma a suportar o processo de tomada de decisão para a performance da gestão do atendimento e tratamento de pacientes em unidades de PS.

4 FRAMEWORK PROPOSTO

O presente capítulo tem como objetivo, demonstrar o desenvolvimento do *Framework* de suporte à tomada de decisão com o propósito de subsidiar a gestão de PSs com foco na redução da superlotação de pacientes. Para isto, uma sistematização do conhecimento foi desenvolvida a partir das Atividades metodológicas empregadas e que estão apresentadas nas Figuras 4, 5 e 6 no capítulo 2. Desta forma, é demonstrado como os métodos, técnicas e ferramentas estudadas são adaptados para compor o *Framework* proposto.

De forma geral, na Fase 1, o *Framework* lança mão do uso de técnicas de mineração de processos para gerar o conhecimento quantitativo e qualitativo do processo de atendimento e tratamento dos pacientes no PS, que por sua vez, suportará a concepção do modelo conceitual e computacional de simulação. Por seu lado, o conhecimento dos Documentos Médicos, RBS e as entrevistas com os especialistas do domínio conforme apêndice 2, darão suporte ao conhecimento qualitativo para auxiliar na concepção do modelo conceitual e computacional de simulação. A avaliação dos Documentos Médicos e RBS também serão necessárias para gerar conhecimento acerca dos critérios e subcritérios que regem a performance de gestão em PS.

As reuniões formais e as entrevistas com os especialistas de acordo com o apêndice 2 também servirão como base para que o modelo de simulação que represente as características reais de atendimento e tratamento de pacientes pelo PS seja validado. Todo o conhecimento quantitativo e qualitativo irá suportar um modelo de simulação que atenda o processo de atendimento e tratamento de pacientes no PS.

Por sua vez, por meio do conhecimento proporcionado pelo método AHP, a hierarquia dos elementos que compõe o processo de tomada de decisão pode ser definida. O AHP se espelha no funcionamento de como a mente de um ser humano se estrutura para tomar decisões. Desta forma, o problema complexo e composto por vários elementos de tomada de decisão na gestão de um PS pode ser decomposto em níveis hierárquicos, facilitando assim, sua compreensão e avaliação.

Já o método DEMATEL é inserido ao *Framework* com o propósito de se identificar dentre os critérios e subcritérios definidos, quais são os importantes por meio dos seus pesos, bem como também as relações de causa e efeito entre cada critério/subcritério na rede de relacionamentos. Esse conhecimento gerado por meio do método DEMATEL tem o propósito de auxiliar os tomadores de decisão na concepção de cenários/ações de melhorias para a redução da superlotação no PS. Destaca-se também que, discussões com especialistas acerca

dos problemas de gestão do atendimento e tratamento de pacientes no PS também serão satisfeitas para concepção de cenários/ações de melhorias.

Por fim, na Fase 2, o método PROMETHEE II será utilizado para auxiliar os gestores que, baseado nos critérios/subcritérios definidos e na identificação dos cenários/ações de melhorias mais favoráveis em ordem de prioridade, suportar o processo decisório para auxiliar na redução da superlotação de pacientes no PS que será estudado. O método PROMETHEE II justifica-se no caso do presente trabalho que, apesar de estar sujeito à subjetividade, são mais resistentes a variações de parâmetros, sendo capaz de ordenar alternativas que são complexas e difíceis de comparar.

Entretanto, uma limitação do método PROMETHEE II é não fornecer quaisquer orientações formais para a pesagem dos critérios (PEGORARO *et al.*, 2020b). Desta forma, para definir os pesos dos critérios/subcritérios que serão consumidos pelo método PROMETHEE II, um modelo híbrido unindo-se os métodos AHP e DEMATEL será utilizado no presente estudo.

Salienta-se que não há de fato uma ordem cronológica para a aplicação das técnicas e métodos que estão contidos na Fase 1 do *Framework*, sendo permitido passar de um método para outro à medida que avança a reflexão do decisor. No entanto, devem-se seguir de maneira racional as Fases que o compõe, com o intuito de que cada Fase forneça a informação adequada aos tomadores de decisão. Ou seja, primeiramente, deve-se se realizar a Fase 1 e posteriormente à Fase 2, já que o objetivo da Fase 1 está caracterizado na concepção do modelo de simulação e dos cenários/ações de melhorias. Por sua vez, o objetivo da Fase 2 é auxiliar os gestores do PS, por meio de um modelo de tomada de decisão multicritério (método PROMETHEE II) implementar por uma ordem de importância os cenários/ações de melhorias para contribuir na redução da superlotação de pacientes.

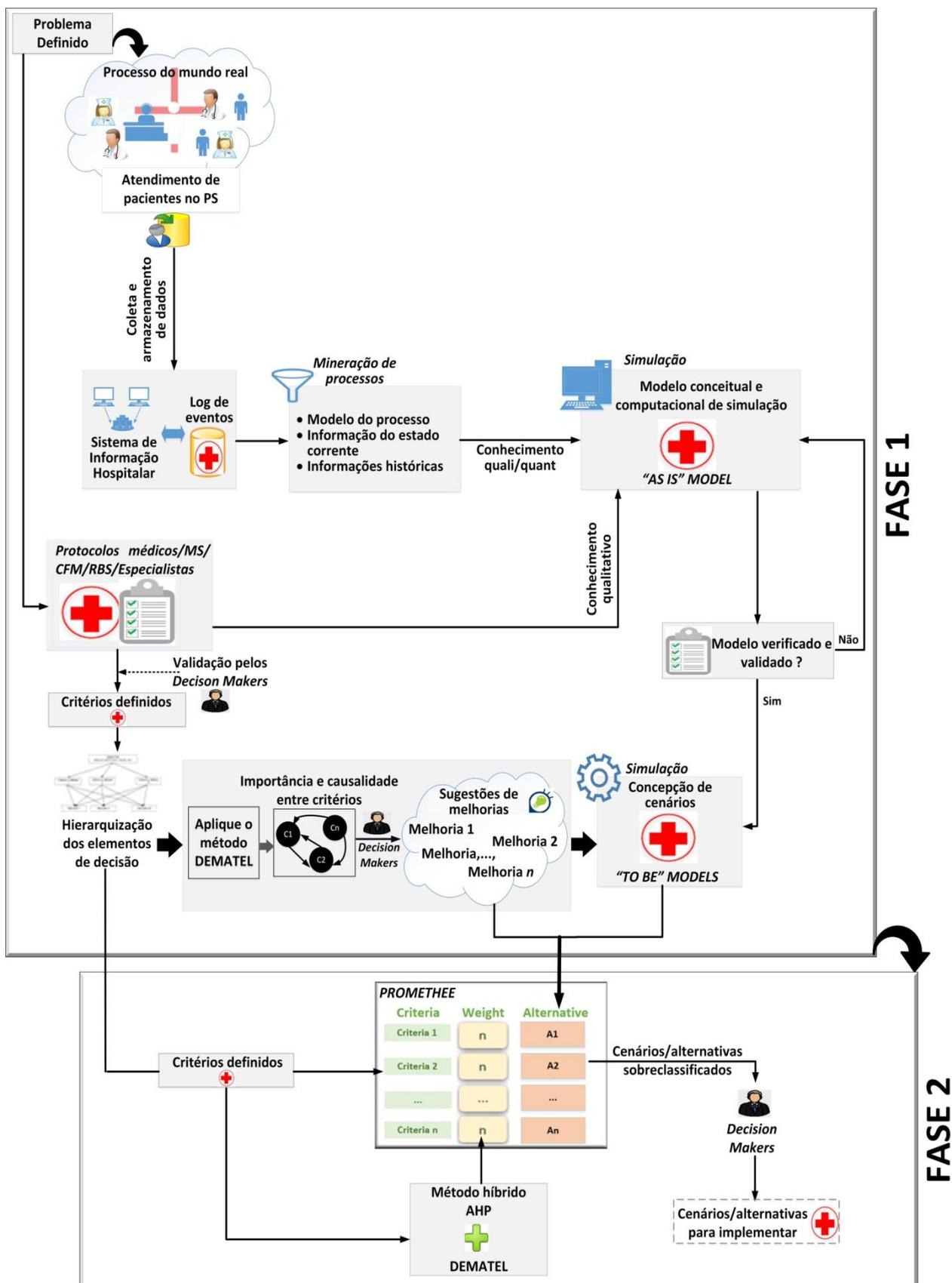


Figura 22. Framework de suporte à tomada de decisão

Fonte: O autor (2019)

4.1 FASE 1 DO *FRAMEWORK* PROPOSTO

O *Framework* se inicia com a Fase 1 conforme a Figura 22, compreendendo a coleta de dados quantitativos e qualitativos com o propósito de idealizar um modelo de simulação que represente o processo de atendimento e tratamento de pacientes no PS. Posteriormente, por meio do conhecimento do método DEMATEL acerca das causalidades e importâncias dos critérios/subcritérios que regem a gestão do processo de atendimento e tratamento de pacientes em PSs, conceber os cenários/ações de melhorias.

4.1.1 Etapa de aquisição de dados quantitativos e aplicação da mineração de processos para suporte ao modelo de simulação do PS

Esta etapa do *Framework* conforme a Figura 23, compreende-se: (a) coleta de dados quantitativos por meio da extração de dados dos bancos de dados dos SIH do hospital que será estudado; (b) Construir o *log* de eventos; (c) Aplicar técnicas e ferramentas de mineração de processos.

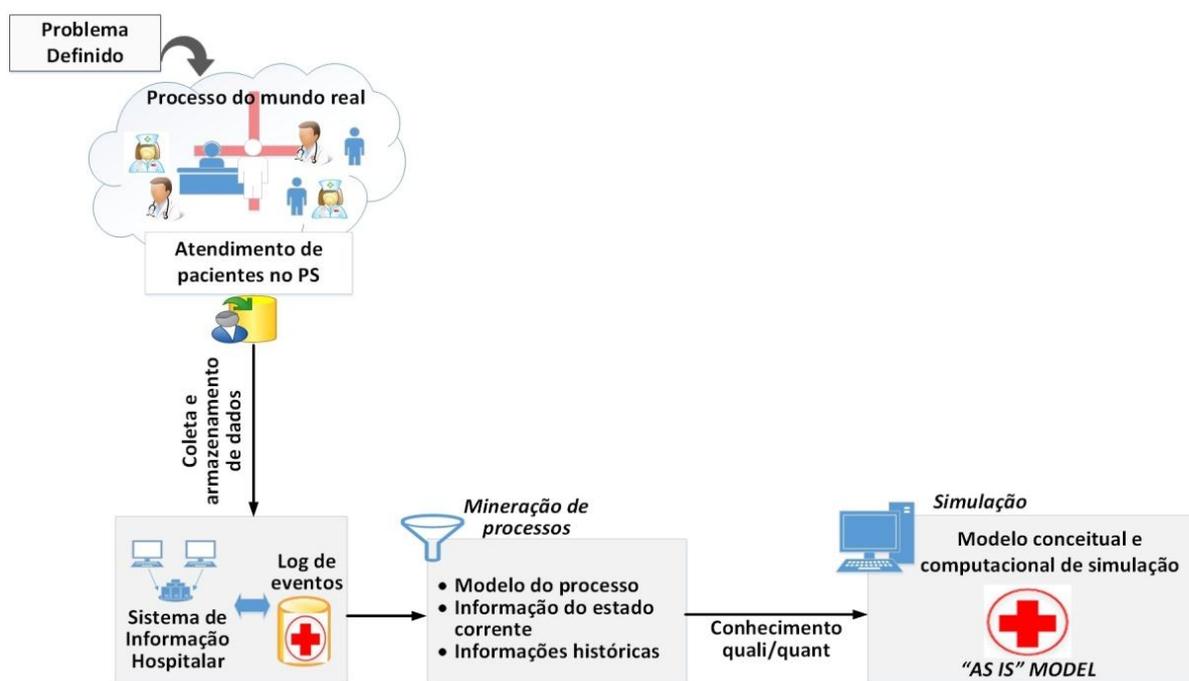


Figura 23. Aquisição de dados quantitativos e aplicação da mineração de processos
Fonte: Autor (2019)

(a) Coleta de dados: Para que se possa analisar um processo de saúde, os dados que estão inseridos nos SIH necessitam ser extraídos. Os dados extraídos necessitam ter informações sobre os pacientes (instância do processo), tais como: diagnóstico, tratamento,

medicamentos prescritos, complexidade da saúde, as atividades do processo de atendimento etc.

(b) Criar o log de eventos: Os dados que serão extraídos dos SIH são considerados como dados brutos principalmente pela falta de agrupamentos dos mesmos. A mineração de processo requer pelos menos que um *log* de eventos tenha um case ID (instância do processo), as atividades que estão sendo executadas e um *timestamp*, embora informações possam ser adicionadas ao *log*. Por exemplo, um recurso que está iniciando ou executando uma atividade (VAN DER AALST, 2016). A ações desta etapa compreende em agrupar os dados brutos e criar o *log* de eventos de forma que se mantenha a consistência dos dados originais.

No caso do presente trabalho, requer que o *log* de eventos contenha o *case id* (número do prontuário do paciente/instância), as atividades executadas, um recurso (originador) e sua função, um registro de data e hora (*timestamp*) para entender a ordem de ocorrência dos eventos. Além do mais, os dados devem conter a complexidade da saúde do paciente (classificação de risco) e outros atributos tais como a realização de exames etc. Os dados serão armazenados em tabelas como um arquivo formato *Comma Separated Values* (CSV) para fácil acesso e manipulação e que se tornará o *log* de eventos.

(c) A Mineração de Processos: a Fase da Mineração de Processos incluirá duas etapas necessárias. A primeira é caracterizada pelo uso de ferramentas de filtragem de processos, para verificar a qualidade dos dados, eliminando ruídos e casos de tratamento incompletos, ou seja, aquele paciente que foi admitido no PS, porém por alguma razão própria deixou o PS sem a conclusão do atendimento/tratamento. Neste caso, utiliza-se apenas os *case id* (instâncias) com processo de tratamento/atendimento completo, para que se possa ter um melhor entendimento do processo capturado pela mineração de processos.

Já a segunda etapa, está caracterizada pelo uso de algoritmos de mineração de processos no *log* de eventos que receberá os filtros necessários, a fim de, que se possa obter uma rede causal do processo (perspectiva do fluxo de controle das atividades) de atendimento e tratamento de pacientes no PS. Isto será necessário para explorar dados e remover casos que não correspondem a um processo completo de atendimento e tratamento de pacientes no PS. O algoritmo *Fuzzy Miner* será utilizado para se obter o modelo causal do processo de atendimento no PS. Outros algoritmos de descoberta do fluxo de controle tais como: *Heuristics Miner*, *Trace Clustering*, *Alpha Algorithm* que podem trazer resultados de indicadores de performance tais como: *arrival rate*, *waiting time*, *execution time* que indica o tempo médio que cada atividade demora para ser executada, poderão ser utilizados no presente trabalho (ROJAS *et al.*, 2016, RIZ, 2017, GÜNTHER; AALST, 2007). Isso poderá

contribuir com a modelagem dos tempos das atividades no PS para alimentar modelos de simulação. Por exemplo, o tempo em que o enfermeiro leva para realizar uma triagem poderá ser identificado pelos algoritmos citados e distribuições estatísticas poderão ser identificadas para representar esse fenômeno aleatório e por sua vez, alimentar o modelo de simulação do PS.

Na prática, os processos de negócios podem começar com diferentes atividades ou terminar com diferentes atividades. Por exemplo, no caso do PS, o processo pode se iniciar com a atividade "admissão no PS" e pode terminar com as atividades "óbito" "alta" ou "internação". Pode ser que o processo não tenha um evento de início e final fixo. Entretanto com as ferramentas de mineração de processos isso é resolvido fornecendo construções como *StartTask* e *EndTask* (MĂRUȘTER; VAN BEEST, 2009).

Como a mineração de processos irá suportar a concepção do modelo de simulação do PS, há a necessidade de se atender as perspectivas da mineração de processos do ponto de vista do controle de fluxo das atividades. Esta perspectiva se concentra na descoberta do processo (rede causal do processo para construção do modelo conceitual de simulação) conforme o trabalho de (ABO-HAMAD; RAMY; ARISHA, 2017). Já a perspectiva organizacional irá se concentrar em informações sobre os recursos do processo de atendimento do PS, tais como a quantidade de médicos, enfermeiros, técnicos entre outros, e em que momento do processo cada recurso atua, e ainda descobrir se há colaboração entre eles. Isso em simulação é importante, pois pode ser que aconteça de dois recursos estarem trabalhando em uma atividade ao mesmo tempo.

Sob o ponto de vista temporal em simulação, a perspectiva temporal da mineração de processos fornece informações dos tempos de realização das atividades. Por exemplo, o processo de triagem da instância n° 12345 que neste caso é o prontuário do paciente, levou-se 15 minutos e assim por diante. Na simulação, essa perspectiva pode fornecer distribuições estatísticas que modelam os fenômenos aleatórios do processo de atendimento e tratamento no PS.

Já o nível de granularidade encara-se como um importante aspecto que deve ser considerado para modelar um processo de atendimento e tratamento do PS. O nível de granularidade depende muito do que se quer modelar e os resultados exigidos. Acredita-se que o nível de granularidade entre a mineração de processos e simulação devem ser homogêneos para facilitar as modelagens das distribuições estatísticas dos tempos das atividades realizadas (MĂRUȘTER; VAN BEEST, 2009).

Recomenda-se iniciar um modelo de simulação com um nível de granularidade mais alto e se alterar gradualmente para um nível mais baixo (MĂRUȘTER; VAN BEEST, 2009). Para permitir adaptações nos modelos, os processos de alto nível devem ser modelados como transições hierárquicas. Desta forma, os detalhes podem ser alterados, evitando que a estrutura de alto nível seja afetada (MĂRUȘTER; VAN BEEST, 2009).

Já com relação ao modelo causal (fluxo de atividades) do processo de atendimento dos pacientes do PS gerado pela mineração de processos, deverá ser validado por especialistas do processo como sendo uma boa representação do processo de atendimento do PS. De acordo com Alvarez *et al.*, (2018), recomenda-se realizar a validação com pelo menos um especialista que entenda do processo de atendimento dos pacientes no PS, da infraestrutura do PS, etc. Entrevistas (questionamentos conforme apêndice 2) serão realizadas para se obter a visão do especialista do modelo do processo executado no PS com o propósito de validar o processo de atendimento e tratamento de pacientes no PS gerado pela mineração de processos (ALVAREZ *et al.*, 2018, ROJAS *et al.*, 2017).

4.1.2 Etapa de aquisição de dados qualitativos para o modelo de simulação

Seguindo as Fases que compõe o *Framework*, ainda na Fase 1, para contribuir no suporte à construção do modelo conceitual de simulação e por sua vez o modelo computacional; os dados qualitativos que representam o processo de atendimento e tratamento dos pacientes no PS serão adquiridos por meio de um (Roteiro de Entrevista e Folhas de Tarefas) com os especialistas do processo, conforme apêndice 2. Os dados qualitativos também serão identificados por meio da avaliação dos Documentos Médicos citados e trabalhos científicos na área do domínio. Esses dados qualitativos também darão aporte na identificação e definição dos critérios e subcritérios de performance de gestão em PS. A Figura 24 apresenta a aquisição de dados qualitativos para dar suporte ao modelo de simulação que irá representar o processo de atendimento e tratamento de pacientes no PS.

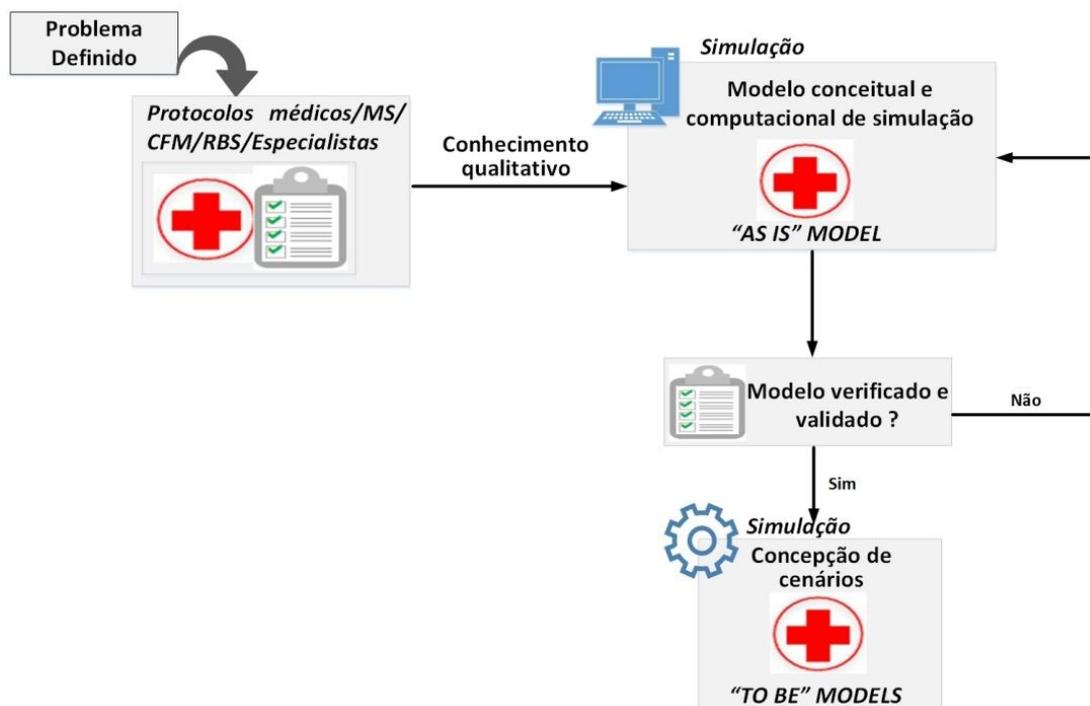


Figura 24. Aquisição de dados qualitativos para o modelo de simulação
 Fonte: O autor (2018).

Nesses documentos e trabalhos científicos, encontram-se critérios e subcritérios de performance de gestão de PS tais como: tempo recomendado de espera em fila para início do atendimento de acordo com o grau de complexidade da saúde, tempo de permanência do paciente no PS, quantidade de recursos humanos e físicos necessários para atendimento aos pacientes solicitantes dos serviços no PS, treinamento da equipe, materiais, ambiente de trabalho no PS, etc. As discussões por meio de reuniões formais com os especialistas da gestão do processo de atendimento e tratamento dos pacientes no PS, também serão necessárias nesta etapa de modo a auxiliar na orientação para a definição dos critérios.

4.1.3 Confecção do modelo de simulação computacional

Ainda na Fase 1 do *Framework*, compreende-se a confecção do modelo de simulação de fato. O modelo de simulação que integra o *Framework* será validado, considerando as avaliações dos especialistas para afirmarem que o modelo de simulação construído é uma boa representação do processo real de atendimento e tratamento dos pacientes no PS. Neste caso, uma apresentação formal do modelo de simulação para os especialistas do processo será realizada para a atividade de validação do modelo de simulação. A comparação de dados gerados pela simulação com dados do ambiente real do PS por meio dos aspectos da

mineração de processos também será realizada. Por exemplo, compara-se a rede causal gerada pela mineração de processos e que representa o processo real de atendimento e tratamento dos pacientes no PS, com o modelo conceitual do processo desenvolvido a partir do conhecimento dos especialistas do processo (ABO-HAMAD, RAMY, ARISHA, 2017).

Outra alternativa que pode ser utilizada para validar o modelo de simulação, é comparar o tempo de espera em fila real com o simulado ou tempo de permanência do paciente no PS (AUGUSTO *et al.*, 2016). Detalhes da verificação e validação do modelo de simulação poderão ser vistos conforme o trabalho de Pegoraro *et al.*, (2020, p.18) no apêndice 1.

The conceptual model conceived shown in Figure 4 was validated as being suitable to represent the ED patient care and treatment process. For this activity, a document containing the conceptual model was circulated among the ED management staff. The conceptual model facilitated the process of verifying the computational model, based on the visual tracking of patients, using user-friendly animation from the ProModel® software. Through the software deployed, it was possible to explore the computational models step-by-step and visualize events that are happening, as well as the values for the model variables. This way, together with specialists, the logic of the computational model was verified to guarantee that patients follow the correct service path as expected in the conceptual model.

Com o modelo de simulação verificado e validado, inicia-se, por meio do método DEMATEL, a idealização dos cenários/ações de melhorias para atender o domínio da performance da gestão em PS com foco na redução da superlotação de pacientes.

4.1.4 Etapa de inserção do método AHP para estruturação hierárquica de critérios e subcritérios

A utilização de uma hierarquia é a busca da resolução de um problema de tomada de decisão por meio das interações entre os diversos níveis hierárquicos, não somente entre os elementos do mesmo nível (KE *et al.*, 2012). A etapa de estruturação do problema é de extrema importância, já que uma estrutura não adequada pode apresentar resultados inapropriados para o problema que se quer solução (BRUGHA, 2004). Desta forma, o decisor, ou grupo designado por ele, deverá efetuar a estruturação do problema em estudo, combinando os critérios e subcritérios segundo os diversos níveis hierárquicos necessários, para que se obtenha, enfim, uma representação do problema que seja a mais fiel possível (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2011).

No primeiro nível hierárquico se define o objetivo ou problema que se quer solução. Já em um segundo nível, tem-se os critérios de decisão definidos, e por sua vez, no terceiro

nível, tem-se os subcritérios de decisão que remetem aos critérios de decisão e que também servem como mecanismo de julgamento quando se quer respostas a respeito de um objetivo. Por fim, no quarto nível da estrutura, tem-se as alternativas definidas que atendem aos subcritérios e critérios definidos, que por sua vez, atendem ao objetivo ou problema estabelecido (SAATY, 1991).

Neste sentido, o *Framework* proposto lança mão do conhecimento do método AHP para formar a estrutura hierárquica do problema de gestão de PSs com foco na redução da superlotação de pacientes. Desta forma, uma reunião formal com especialistas do processo deverá ser realizada para que, por meio do conhecimento do AHP, a estrutura hierárquica do problema seja concebida. Entretanto, neste estudo, a estrutura hierárquica se dará apenas no nível de objetivo, critérios e subcritérios conforme Figura 25.

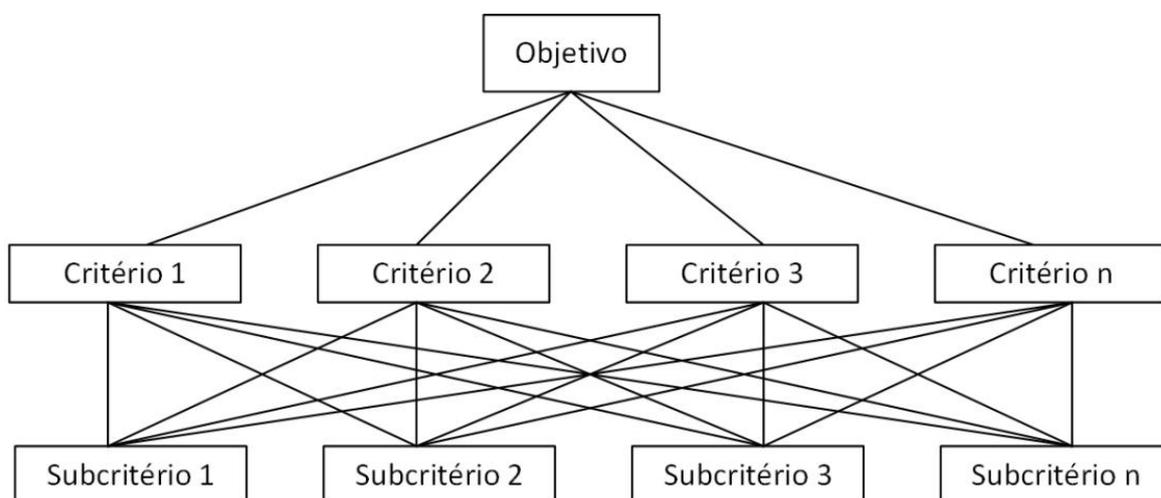


Figura 25. Hierarquização dos elementos de decisão
Fonte: O autor (2020)

Com a estrutura hierárquica definida, os questionários para atender os métodos AHP e DEMATEL serão confeccionados e posteriormente validados por meio da realização de um pré-teste com especialistas acadêmicos, com o propósito de eliminar ruídos de comunicação que possam comprometer a coleta de dados.

4.1.5 Etapa de aplicação do Método DEMATEL

Ainda na Fase 1 do *Framework* conforme a Figura 26, com os critérios e subcritérios definidos, aplica-se o método DEMATEL para identificar as relações de causalidade e grau de importância entre os critérios e subcritérios por meio de pesos. Isto se faz necessário para que os especialistas do domínio juntamente com o autor desse trabalho, empreguem racionalidade

para concepção de cenários/ações de melhorias para a gestão do processo de atendimento e tratamento ao paciente com foco na redução da superlotação de PSs. Essa racionalidade amparada no sentido de que as ações de melhorias foram definidas por meio do conhecimento das relações de influências e níveis de importância relativa entre os critérios de decisão, conforme proposto por (SHIEH, WU; HUANG, 2010).

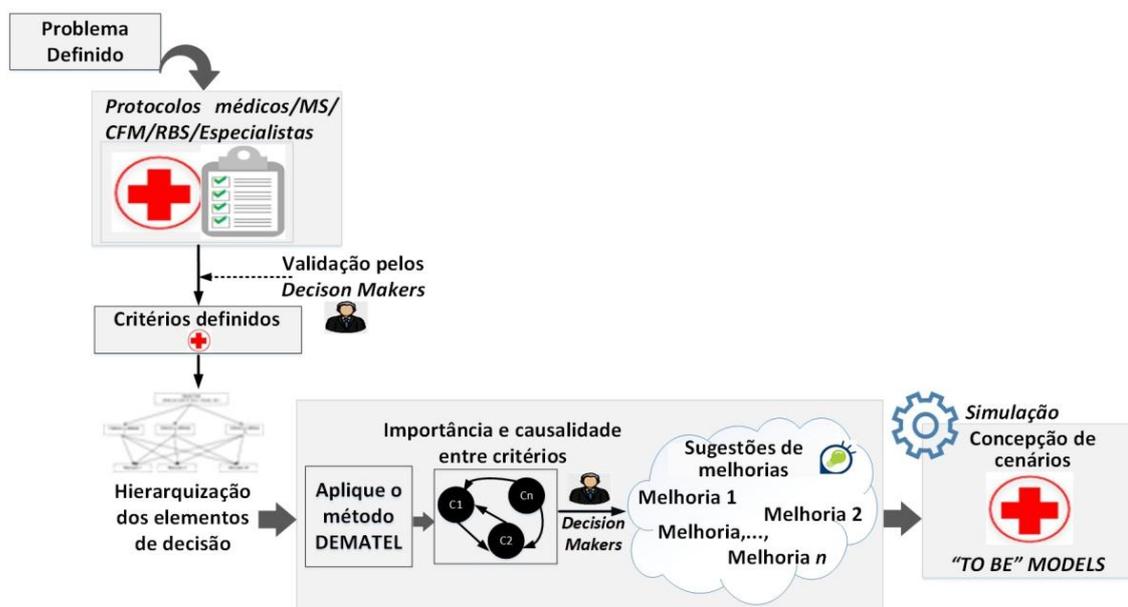


Figura 26. Etapa de aplicação do DEMATEL
Fonte: O autor (2019)

O propósito da utilização do método DEMATEL no presente trabalho é porque o seu domínio é caracterizado por definir as relações de causalidades e interdependências entre critérios e subcritérios de decisão por meio dos juízos de valores de especialistas do domínio envolvido. Além de identificar os critérios e subcritérios mais importantes por meio de pesos, o método DEMATEL também fornece aos tomadores de decisão, informações essenciais sobre os critérios e subcritérios que estão influenciando e sendo influenciados na rede de relacionamentos. Essa relação poderá ser melhor visualizada por meio de um diagrama (SHIEH; WU; HUANG, 2010).

O produto final do método DEMATEL é uma representação visual que um tomador de decisão pode usar para organizar suas próprias ações no mundo (LIOU; TZENG; CHANG, 2007). O conhecimento gerado pelo método DEMATEL poderá ampliar o olhar da visão diagnóstica do problema em que a gestão de PS está inserida, corroborando com os tomadores de decisão para a construção de alternativas mais viáveis, pois as mesmas podem representar soluções mais adequadas frente ao problema definido (EFE; EFE, 2016).

Para Shieh, Wu e Huang (2010), o método DEMATEL melhora a compreensão de um problema específico, contribuindo com o tomador de decisão para se encontrar alternativas de decisão mais racionais. Neste caso, qualquer estratégia de melhoria adotada para atender um critério que possui influência em um outro critério, poderá desencadear melhorias que atendam este critério que está sendo influenciado (SHIEH; WU; HUANG, 2010). Por exemplo, considerando que um critério tenha um grau de importância elevado por meio do seu peso e que o mesmo seja um critério que está influenciando os demais critérios identificados, o mesmo poderá merecer uma atenção especial quando da concepção de cenários para serem simulados.

Por tanto, para o presente trabalho que visa a concepção de ações de melhorias com o objetivo de dar suporte na performance de gestão de PS com foco na redução da superlotação de pacientes, acredita-se que o método DEMATEL pode se tornar um método adequado. Pois o mesmo vem se enquadrando como um método satisfatório para gerar alternativas para resolução de problemas na área (EFE; EFE, 2016, SHIEH; WU; HUANG, 2010, PEGORARO *et al.*, 2020).

O método DEMATEL requer que os decisores façam comparações entre os critérios com o objetivo de medir as relações de influências e importâncias. Para isso, os especialistas do processo com base em sua experiência profissional, apontam em que grau de influência o critério *i* exerce sobre o critério *j* usando uma escala de comparação que varia de 0 (sem influência) a 4 (influência muito alta), respectivamente. Essas relações apontadas pelos especialistas serão coletadas mediante um questionário conforme exemplo no Quadro 13.

Devido à extensão do questionário para atender o método DEMATEL o mesmo não se encontra neste trabalho, sendo destacado no Quadro 13, um exemplo da relação entre 2 critérios, contemplando o questionário. O processo de acordo com o Quadro 13 deve ser repetido até que todas as comparações entre os critérios e subcritérios sejam satisfeitas.

Quadro 13. Modelo de coleta de opinião do método DEMATEL

De acordo com o seu conhecimento, quanto cada critério à esquerda influencia em relação com o critério à direita?								
Utilização de recursos	tem	Não-existe (0)	Baixa (1)	Média (2)	Alta (3)	Muito alta (4)	Influência em	Eficiência do layout
Eficiência do layout	tem	Não-existe (0)	Baixa (1)	Média (2)	Alta (3)	Muito alta (4)	Influência em	Utilização de recursos

Fonte: Adaptado de (ORTIZ; FELIZZOLA; ISAZA, 2015, QUEZADA *et al.*, 2018)

4.2 FASE 2 DO *FRAMEWORK* PROPOSTO

A Fase 2 do *Framework* conforme a Figura 27 compreende idealizar o método híbrido (AHP-DEMATEL) para a definição dos pesos dos critérios e subcritérios que regem a performance de gestão dos PS. Esse modelo híbrido foi necessário para dar suporte na definição dos pesos para serem consumidos pelo método PROMETHEE II. Sendo assim, a Fase também compreende por meio método PROMETHEE II, suportar o processo decisório, para que, por meio de uma ordem de importância, os cenários simulados/ações de melhorias serão implementados, com intuito de reduzir a superlotação de pacientes no PS que será estudado.

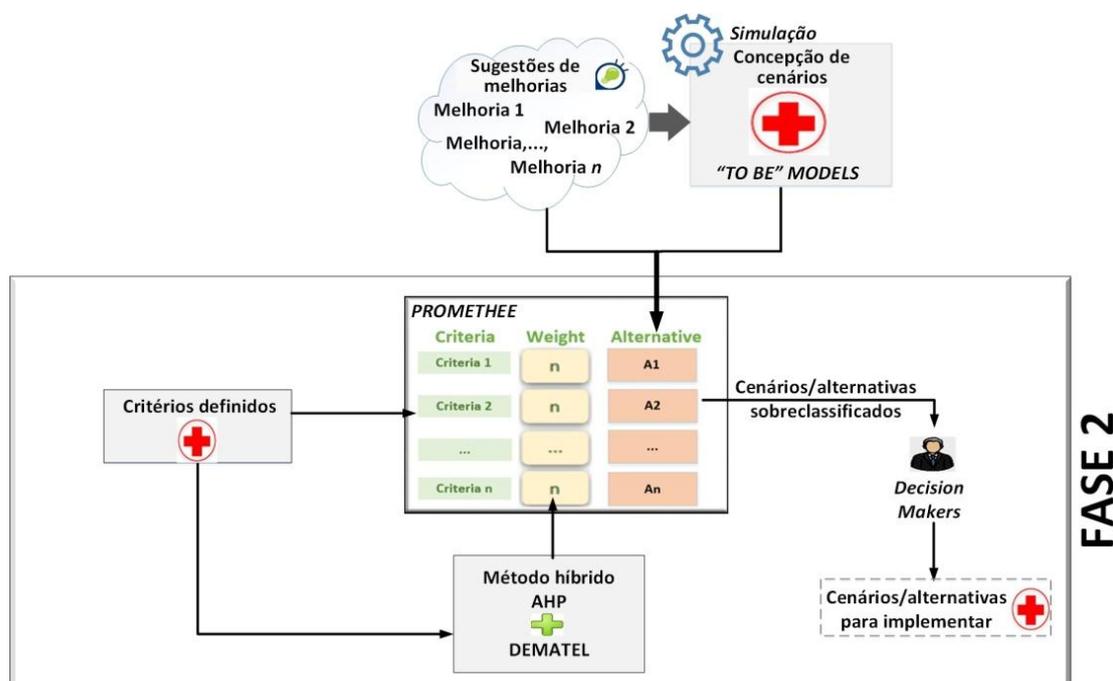


Figura 27. Fase 2 do *Framework* proposto
Fonte: O autor (2019)

4.2.1 Auxílio da tomada de decisão por meio do método PROMETHEE II

Quando se trata de ações para resolver problemas de superlotação de pacientes no PS em um curto período de tempo, os tomadores de decisão podem decidir por implementar as ações de melhorias por uma ordem de importância que poderão gerar impactos mais satisfatórios na gestão do processo de atendimento e tratamento de pacientes no PS, e por sua vez, a redução da superlotação.

Desta forma, o método MCDM PROMETHEE II foi incorporado ao *Framework*, para que, por meio da sua abordagem por superação/sobreclassificação, permita-se identificar os

desempenhos dos cenários simulados/ações de melhorias frente à problemática da superlotação de pacientes (veja Figura 27). O método PROMETHEE II foi escolhido como método de suporte à avaliação dos cenários/ações de melhorias pelo fato que o mesmo permite uma análise mais aprofundada principalmente por meio dos critérios que estão impactando mais ou menos o resultado final (RIZ; SANTOS; LOURES, 2017; AMARAL; COSTA, 2014). Neste caso, a abordagem por superação do método PROMETHEE II pode ser considerada apropriada para resolver problemas de tomada de decisão que envolvem vários critérios no contexto de decisão de serviços hospitalares (AMARAL; COSTA, 2014, SILAS; RAJSINGH, 2016).

Por sua vez, o método PROMETHEE II por meio do gráfico GAIA, auxilia o tomador de decisão na determinação do vetor de pesos dos critérios que melhor expresse suas preferências, admitindo a análise do grau do problema estudado. Esse gráfico permite verificar a maior ou menor influência dos pesos dos critérios nos resultados finais (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2011). Neste sentido, os tomadores de decisão do PS poderão verificar quão as influências dos pesos dos critérios de performance de gestão podem impactar na ordem de prioridade dos cenários simulados/ações de melhorias.

No entanto, como o método PROMETHEE II não dispõe de uma metodologia/formalidade para a obtenção dos pesos dos critérios que compõe o processo decisório, decidiu-se adotar uma abordagem que supra essa lacuna (LATEEF-UR-REHMAN, 2013, JLASSI; EL MHAMED; CHABCHOUB, 2011). Para tanto, um modelo híbrido AHP-DEMATEL foi concebido para essa finalidade.

4.2.2 Idealização do modelo híbrido AHP-DEMATEL

A definição dos pesos dos critérios que orientam as decisões para a gestão do processo de atendimento e tratamento de pacientes em unidades de PSs com vistas a redução da superlotação não é uma tarefa trivial (ABO-HAMAD; ARISHA, 2013). Para tanto, o método AHP pode ser utilizado para determinar os pesos iniciais dos critérios e subcritérios de performance de gestão de PS conforme o trabalho de (ORTIZ-BARRIOS *et al.*, 2017). No presente trabalho, o AHP foi selecionado porque é um método bastante conhecido e usado para a definição de prioridades (ORTIZ-BARRIOS *et al.*, 2017). O AHP auxilia os tomadores de decisão a enfrentarem problemas complexos com múltiplos critérios conflitantes e subjetivos, e por estabelecer o método do autovetor direito, permitindo estimar o vetor de prioridades com bastante consistência (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2011).

Neste caso, o AHP será utilizado devido à facilidade de aplicação e a sua estrutura que segue de maneira intuitiva como os gestores resolvem problemas de tomada de decisão. Também pela possibilidade de adoção de julgamentos verbais e a verificação da consistência dos juízos dos especialistas do processo (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2011). O Quadro 14 apresenta um modelo de questionário para a aplicação do método AHP.

Quadro 14. Modelagem do questionário AHP

De acordo com seu conhecimento, o quão importante é cada critério da esquerda em relação ao critério da direita?																		
Tempo de espera do paciente	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Utilização dos recursos

Fonte: Adaptado de (ORTIZ; FELIZZOLA; ISAZA, 2015, ORTIZ-BARRIOS *et al.*, 2017).

Entretanto, utilizar apenas o AHP no presente trabalho para o cálculo de pesos de critérios não é suficiente, pois o AHP considera apenas a dependência linear entre elementos de decisão de diferentes níveis de hierarquia e não pondera *feedback* e interdependência (Saaty, 2008, ORTIZ-BARRIOS *et al.*, 2017). Os critérios raramente são independentes e geralmente envolvem níveis de relações causais, às vezes com efeitos de dependência (TZENG; CHIANG; LI, 2007, LIOU *et al.*, 2011, LIOU *et al.*, 2017). Neste sentido, os gerentes de um PS podem se deparar com vários critérios conflitantes e com diferentes prioridades e influências que orientam estabelecimento dos pesos dos critérios.

Desta forma, para lidar com a complexidade da definição dos pesos dos critérios e subcritérios, o método DEMATEL também foi escolhido para compor o modelo híbrido. Segundo Shieh, Wu e Huang (2013), por meio da abordagem do método DEMATEL, é possível definir o valor dos efeitos diretos e indiretos causados e recebidos pelo critério; quanto maior esse valor, maior o peso e o grau de importância do critério no conjunto de critérios definidos. Considera-se que a vantagem do uso do método DEMATEL se dá pela compreensão das análises de influências que relacionam as causas e efeitos entre os elementos de um sistema (Shieh, Wu & Huang, 2010).

A hibridização de métodos MCDM pode oferecer resultados mais satisfatórios que métodos MCDM únicos (TZENG; CHIANG; LI, 2007, LIOU *et al.*, 2011, LIOU *et al.*, 2017). Acredita-se que obter resultados mais satisfatórios com a hibridização está justificado pelo fato de que os métodos híbridos abordam as limitações que os métodos únicos mantêm em suas estruturas (ZAVADSKAS *et al.*, 2016, GÖLCÜK; BAYKASOĞLU, 2016).

A este respeito, a lógica para calcular a contribuição relativa do modelo híbrido (AHP-DEMATEL) de critérios e subcritérios com base na interdependência é necessário multiplicar

a matriz de ligação direta inicial normalizada do método DEMATEL com os pesos iniciais de critérios e subcritérios procedente do método AHP conforme Equações 26 e 27 (ORTIZ-BARRIOS *et al.*, 2017, ORTIZ, FELIZZOLA; ISAZA, 2015). Ao utilizar essa lógica, é possível estabelecer o cálculo de pesos de critérios e subcritérios sem incorporar o viés no processo de tomada de decisão (ORTIZ-BARRIOS *et al.*, 2017, ORTIZ, FELIZZOLA; ISAZA, 2015).

$$LW = \begin{matrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \\ \vdots \\ E_y \end{matrix} \begin{bmatrix} S_1 & S_2 & \dots & S_z \\ r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1z} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2z} \\ r_{31} & r_{32} & \dots & r_{3z} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ r_{y1} & r_{y2} & \dots & r_{yz} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} LW^1 \\ LW^2 \\ LW^3 \\ \vdots \\ LW_i^m \end{bmatrix} \quad (26)$$

$$FW = \begin{matrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \\ \vdots \\ E_y \end{matrix} \begin{bmatrix} S_1 & S_2 & \dots & S_z \\ r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1z} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2z} \\ r_{31} & r_{32} & \dots & r_{3z} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ r_{y1} & r_{y2} & \dots & r_{yz} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} FW^1 \\ FW^2 \\ FW^3 \\ \vdots \\ FW^m \end{bmatrix} \quad (27)$$

Neste caso, devido à complexidade da obtenção das respostas nos questionários, será utilizado a clusterização conforme o trabalho de (ORTIZ-BARRIOS *et al.*, 2017). Ou seja, o cluster Tempo de espera do paciente tem como subcritérios (Tempo de espera para início da triagem, para início do atendimento médico e o tempo de permanência no PS). Sendo assim, a importância relativa de cada critério m em relação ao objetivo, é chamado peso dos critérios (FW^m). Já a importância relativa de cada subcritério i em comparação com cada um dos outros subcritérios no mesmo critério m é chamada de peso local (LW_i^m). Por fim, o peso relativo de cada subcritério i em relação ao objetivo é chamado de peso global (GW_i) de acordo com a Equação 28 (ORTIZ-BARRIOS *et al.*, 2017, ORTIZ, FELIZZOLA; ISAZA, 2015).

$$GW_i = FW^m * LW_i^m \quad (28)$$

Assim sendo, os pesos dos critérios e subcritérios de gestão do atendimento e tratamento de pacientes em unidades de PSs com base na interdependência e relações de influências se apresentarão baseado em (ORTIZ-BARRIOS *et al.*, 2017, ORTIZ; FELIZZOLA; ISAZA, 2015) conforme Tabela 8.

Tabela 8. Local (LW) and global weights (GW) of criteria and subcriteria with analytic hierarchy process-decision-making trial and evaluation laboratory

Cluster	GW	LW
Environment (C1)	0.1492	
State of infrastructure (S1)	0.0647	0.4338
General conditions of the workspace (S2)	0.0602	0.4039
Labour atmosphere (S3)	0.0240	0.1611

Fonte: (ORTIZ-BARRIOS *et al.*, 2017).

Vale destacar que devido à extensão dos questionários AHP e DEMATEL, os mesmos foram aplicados em 2 etapas, desta forma, os especialistas não serão sobrecarregados e a eficiência da coleta de dados por meio dos questionários poderá ser garantida (ORTIZ-BARRIOS *et al.*, 2017; ORTIZ; FELIZZOLA; ISAZA, 2015).

5 APLICAÇÃO DO *FRAMEWORK*

O presente capítulo expõe a Atividade metodológica A4 que denota a aplicação do *Framework* concebido. Os resultados destacados nesta seção, retratam a aplicação parcial do *Framework*, já que partes da Fase 1 e Fase 2 estão representadas em 2 artigos científicos publicados nos *Journals: Computer & Industrial Engineering* e *Knowledge-Based Systems* conforme Apêndice 1.

Os resultados da aplicação parcial do presente *Framework* denotam a união do método DEMATEL aliado a DES para testar as ações de melhorias por meio de cenários simulados. O estudo, publicado no artigo *A Support Framework for Decision Making in Emergency Department Management* no *journal Computer & Industrial Engineering* conforme Apêndice 1, pode contribuir para sistematizar o processo de tomada de decisão que, por sua vez, apoiar os gerentes de PSs na tomada de decisões complexas.

Já uma aplicação parcial da Fase 2 do presente *Framework* está contemplada no artigo *A Hybrid Model to Support Decision Making in Emergency Department Management* no apêndice 1 publicado no *journal Knowledge-Based Systems*. O artigo denota um modelo híbrido MCDM que combina o método DEMATEL para concepção de ações de melhorias com o propósito da redução da superlotação de pacientes no PS. Por sua vez, as ações de melhorias concebidas são priorizadas para serem implementadas no PS.

Seguindo a aplicação do *Framework*, a Fase 1 tem como proposta a orientação e a extração de critérios e subcritérios quantitativos e qualitativos. Para tanto, uma avaliação dos Documentos Médicos, RBS, bem como, reuniões formais com especialistas da gestão do processo de atendimento e tratamento de pacientes no PS foram satisfeitas para este propósito.

Concomitantemente, os dados de pacientes registrados no SIH do PS foram coletados com o propósito de construir o *log* de eventos para a aplicação das técnicas de mineração de processos, objetivando o auxílio na concepção do modelo de simulação. O *log* de eventos e a mineração de processos representam de forma parcial os dados e o processo de atendimento e tratamento de pacientes no PS. Compreendem-se apenas o processo de atendimento do paciente no departamento de acolhimento (pacientes que buscam atendimento de forma voluntária).

Posteriormente, realizou-se a aplicação do método DEMATEL promovendo o conhecimento à cerca das relações de causalidades, influências e níveis de importância entre os critérios/subcritérios que regem a performance da gestão do atendimento e tratamento dos pacientes no PS. Esse conhecimento foi útil para que os especialistas do PS concebessem, em

conjunto com o conhecimento concedido pela mineração de processos acerca do modelo do processo e dos dados que acompanham os pacientes atendidos no PS, cenários/ações de melhorias foram idealizados.

Já na Fase 2 do *Framework*, o modelo híbrido combinado os métodos AHP-DEMATEL foi aplicado com o propósito de gerar os pesos para os critérios/subcritérios, que por sua vez, irão alimentar o método PROMETHEE II. Neste sentido, o método PROMETHEE II com sua abordagem de superação, irá dispor as ações de melhorias/cenários simulados em ordem de prioridade para serem implementados no PS estudado.

5.1 ORGANIZAÇÃO ESTUDADA

A coleta de dados foi realizada entre os meses de julho do ano de 2018 a janeiro de 2020 no PS de um hospital universitário localizado na cidade de Curitiba, Estado do Paraná. O hospital é referência no atendimento às urgências e emergências médicas e atende exclusivamente aos pacientes do SUS. O SUS institui o incentivo para unidades hospitalares que possuem a natureza de pessoas jurídicas de direito privado sem fins lucrativos. Referência médica em ortopedia e cirurgia geral, o hospital realiza aproximadamente 4.500 atendimentos no PS mensalmente. Destaca-se na Tabela 9 as especialidades médicas mais demandadas no hospital.

Tabela 9. Especialidades médicas mais demandadas no PS

Especialidade	Demanda
Ortopedia	45,39%
Cirurgia Geral	25,21%
Oftalmologia	8,76%
Clínica Médica	12,00%
Outros	8,64%

Fonte: O autor (2019)

De acordo com os especialistas do hospital, o PS tem enfrentado problemas com superlotação, tempo de permanência do paciente no PS e longos tempos de espera, acima dos recomendados pelos Documentos Médicos. Esses problemas podem resultar da escassez de profissionais (médicos, enfermeiros etc.), infraestrutura que não suporta os níveis de demanda do paciente ou a escassez de um gerenciamento adequado comprometendo a qualidade do atendimento e tratamento do paciente e, por sua vez, a eficiência do PS. Diante dessa situação, os gestores enfrentam dificuldades em conceber ações de melhorias capazes de promover o

desempenho gerencial no processo de assistência e tratamento ao paciente. Por esse motivo, o presente *Framework* foi planejado e implementado.

5.2 APLICAÇÃO DA FASE 1 DO *FRAMEWORK* - COLETA E PROCESSAMENTO DO LOG DE EVENTOS

Seguindo o direcionamento do *Framework*, a seção descreve a construção do *log* de eventos e a aplicação da mineração de processos. Destaca-se que a mineração de processos foi capaz de capturar o modelo do processo real inicial de atendimento ao paciente, bem como dados dos pacientes que estão inseridos no contexto do processo. Isto serviu de suporte à concepção do modelo conceitual e o modelo *AS IS* de simulação, bem como, em conjunto com o conhecimento absorvido pela aplicação do DEMATEL, gerar alternativas/ações de melhorias que poderão ser simuladas.

No entanto, por se tratar de um modelo semiautomático, é necessário obter apoio dos especialistas do processo de atendimento e tratamento de pacientes por meio de entrevistas que dará suporte à construção e validação do modelo do processo (modelo conceitual) e ao modelo computacional de simulação.

Concomitante às entrevistas com especialistas de acordo com o instrumento de coleta de dados conforme apêndice 2, inicia-se de fato a mineração de processos. Os dados dos pacientes são registrados e armazenados no SIH e, a partir desses dados, um *log* de eventos é concebido, o qual precisa conter algumas informações descritas conforme Quadro 4 na seção 3.2.1.

Esta Fase do *Framework* remete a concepção de dados dos pacientes que estão armazenados no banco de dados do SIH do hospital. Desta forma, o *log* de eventos foi confeccionado com dados factíveis para suportar um modelo de simulação e, portanto, as técnicas de mineração de processos foram aplicadas a partir dos dados constituídos no *log*. Os dados coletados referem-se ao período de 01 de janeiro de 2019 a 31 de janeiro de 2019 e os mesmos foram disponibilizados pelo departamento de Triagem do hospital no formato *Comma Separated Values* (CSV) que podem ser lidos pelo Microsoft Excel®. Os dados coletados compreendem o atendimento ao paciente no departamento de recepção e triagem de pacientes, não compreendendo os dados do tratamento médico aos pacientes no PS, já que os mesmos estão dispostos em um arquivo CSV separado ao disponibilizado pela triagem.

Ao todo, foram avaliados 2701 pacientes que solicitaram atendimento no PS. Um exemplo do *log* de eventos utilizado até o momento neste presente trabalho está apresentado

na Figura 28, onde as linhas representam os pacientes (instâncias) que solicitaram o serviço no PS e as colunas representam as características relacionadas a estes pacientes tais como: cor da classificação da complexidade da saúde, profissional que o atendeu, especialidade, atividade etc.

	B	C	D	E	M	N	O	T
1	start	complete	COR DA CLASSIFICAÇÃO	PROCEDÊNCIA	PROFISSÃO	CONDUTA	ESPECIALIDADE	atividade
2	01/01/2019 00:11	01/01/2019 00:11	VERDE	PROCURA DIRETA	Atendente	ABERTO FICHA HUC	ORTOPEDIA	Senha para triagem
3	01/01/2019 00:51	01/01/2019 00:51	VERDE	PROCURA DIRETA	Atendente	ABERTO FICHA HUC	ORTOPEDIA	Senha para triagem
4	01/01/2019 01:20	01/01/2019 01:20	AMARELO	UPA BOA VISTA	Atendente	ABERTO FICHA HUC	CX GERAL;	Senha para triagem
5	01/01/2019 01:20	01/01/2019 01:20	AMARELO	UPA BOA VISTA	Atendente	ABERTO FICHA HUC	CX GERAL;	Senha para triagem
6	01/01/2019 02:41	01/01/2019 02:42	VERDE	UPA CAJURU	Atendente	ABERTO FICHA HUC	ORTOPEDIA	Senha para triagem
7	01/01/2019 03:09	01/01/2019 03:09	AMARELO	PROCURA DIRETA	Atendente	ABERTO FICHA HUC	NEUROCIÊNCIAS	Senha para triagem
8	01/01/2019 03:09	01/01/2019 03:09	VERDE	UPA BOA VISTA	Atendente	ABERTO FICHA HUC	ORTOPEDIA	Senha para triagem
9	01/01/2019 03:38	01/01/2019 03:40	AMARELO	PROCURA DIRETA	Atendente	ABERTO FICHA HUC	CX GERAL;	Senha para triagem
10	01/01/2019 03:38	01/01/2019 03:38	VERDE	UPA CAJURU	Atendente	ABERTO FICHA HUC	ORTOPEDIA	Senha para triagem
11	01/01/2019 03:43	01/01/2019 03:43	AMARELO	UPA BOA VISTA	Atendente	ABERTO FICHA HUC	CX GERAL;	Senha para triagem
12	01/01/2019 04:09	01/01/2019 04:09	AMARELO	UPA CAJURU	Atendente	ABERTO FICHA HUC	CX GERAL;	Senha para triagem
13	01/01/2019 05:58	01/01/2019 05:58	AZUL	ambulatorio	Atendente	ABERTO FICHA HUC	ORTOPEDIA	Senha para triagem
14	01/01/2019 06:24	01/01/2019 06:24	VERDE	PROCURA DIRETA	Atendente	ABERTO FICHA HUC	ORTOPEDIA	Senha para triagem
15	01/01/2019 09:02	01/01/2019 09:02	VERDE	UPA CAJURU	Atendente	ABERTO FICHA HUC	ORTOPEDIA	Senha para triagem
16	01/01/2019 09:28	01/01/2019 09:28	VERDE		Atendente	ABERTO FICHA HUC	ORTOPEDIA	Senha para triagem
17	01/01/2019 09:37	01/01/2019 09:37	VERDE	PROCURA DIRETA	Atendente	ABERTO FICHA HUC	CX GERAL	Senha para triagem
18	01/01/2019 09:38	01/01/2019 09:38	VERDE	PROCURA DIRETA	Atendente	ABERTO FICHA HUC	OFTALMOLOGIA	Senha para triagem
19	01/01/2019 09:40	01/01/2019 09:40	VERDE	UPA BOQUEIRÃO	Atendente	ABERTO FICHA HUC	OFTALMOLOGIA	Senha para triagem
20	01/01/2019 10:13	01/01/2019 10:13	VERDE		Atendente	ABERTO FICHA HUC	ORTOPEDIA	Senha para triagem
21	01/01/2019 10:27	01/01/2019 10:27	VERDE	PROCURA DIRETA	Atendente	ABERTO FICHA HUC	OFTALMOLOGIA	Senha para triagem
22	01/01/2019 10:28	01/01/2019 10:29	VERDE	PROCURA DIRETA	Atendente	ABERTO FICHA HUC	NEUROCIÊNCIAS	Senha para triagem
23	01/01/2019 10:40	01/01/2019 10:40	VERDE	PROCURA DIRETA	Atendente	ABERTO FICHA HUC	CX GERAL	Senha para triagem
24	01/01/2019 11:09	01/01/2019 11:09	VERDE	PROCURA DIRETA	Atendente	ABERTO FICHA HUC	CX GERAL;	Senha para triagem
25	01/01/2019 11:18	01/01/2019 11:18	VERDE	PROCURA DIRETA	Atendente	ABERTO FICHA HUC	CX GERAL;	Senha para triagem

Figura 28. Um exemplo do log de eventos contendo dados de pacientes

Fonte: O autor (2019)

Após a organização dos dados e confecção do *log* de eventos, o mesmo foi exportado para a ferramenta de software Disco® desenvolvida pela Fluxicom que foi utilizada para reconhecer os dados que estão armazenados em um arquivo com extensão CSV e realizar a mineração de processos. No entanto, a ferramenta exige-se que o *log* de eventos possua pelo menos um *case id*, as atividades executadas, um recurso (originador) e sua função e um registro de data e hora (*timestamp*) para entender a ordem de ocorrência dos eventos. Além do mais, podem ser contemplados na ferramenta, atributos que representam outras características do paciente.

Neste sentido, conforme a Figura 29, um exemplo é apresentado com o *log* de eventos preparado e já exportado para o Disco®. Foi informado no Disco® o *case id* que neste caso estabeleceu-se um número ao paciente pelo fato de que na recepção e triagem de pacientes, não é atribuído ao paciente o número do protocolo de atendimento, acontecendo isto, somente no momento em que o paciente é admitido no PS. Também foi informado ao Disco® as atividades realizadas com os pacientes (Senha para triagem, triagem, cadastro, entre outras), o recurso que originou e executou a atividade (enfermeiro (a), recepcionista e atendente) e o

registro de início e fim de cada atividade (*timestamp*). Atributos também foram contemplados no *log*, tais como, a complexidade da saúde do paciente (cor da classificação (Protocolo de Manchester)), procedência, motivos da procura, realização de exames, encaminhamento de outros hospitais, Unidade Básica de Saúde (UBS), Unidades de Pronto Atendimento (UPAs) etc.

Case ID	start	complete	COR DA CLASSIFICAÇÃO	PROCEDÊNCIA	FC	PA	T	SPO2	DOR	Col2	MOTIVO DA PROCURA
79	01/01/2019 00:51	01/01/2019 00:51	VERDE	PROCURA DIRETA	123		36,9	97	0		QUEDA DE BANDO (50 CM)
80	01/01/2019 01:20	01/01/2019 01:20	AMARELO	UPA BOA VISTA	86	132/71	36,9	98	0		TCE, TRAUMA EM COTOVELO
81	01/01/2019 01:20	01/01/2019 01:20	AMARELO	UPA BOA VISTA	99	115/66	36,9	97	0		QUEDA DE MESMO NIVEL C
82	01/01/2019 02:41	01/01/2019 02:42	VERDE	UPA CAJURU	86		36,6	98	0		ENTORSE DE TIZ ESCO
83	01/01/2019 03:09	01/01/2019 03:09	AMARELO	PROCURA DIRETA	136	141/89	36,9	94	0		RETORNA POR TONTURA
84	01/01/2019 03:09	01/01/2019 03:09	VERDE	UPA BOA VISTA	97		36,9	96	0		ENTORSE DE JOELHO ESCO
85	01/01/2019 03:38	01/01/2019 03:40	AMARELO	PROCURA DIRETA	79		36,9	91	0		FCC EM PUNHO DIR
86	01/01/2019 03:38	01/01/2019 03:38	VERDE	UPA CAJURU	73		36,9	97	0		TRAUMA EM 2º ODD
87	01/01/2019 03:43	01/01/2019 03:43	AMARELO	UPA BOA VISTA	91		36,9	96	0		FCC EM PE DIR
88	01/01/2019 04:09	01/01/2019 04:09	AMARELO	UPA CAJURU	71		36,8	95	0		QMN COM TCE, TRAUMA EM
89	01/01/2019 05:58	01/01/2019 05:58	AZUL	ambulatorio							retorno com a orto
90	01/01/2019 06:24	01/01/2019 06:24	VERDE	PROCURA DIRETA	65		36,6	97	0		retorna com persistência de
91	01/01/2019 09:02	01/01/2019 09:02	VERDE	UPA CAJURU	86	X	35,4	98	0		CONTUSAO NO BRAÇO E
92	01/01/2019 09:28	01/01/2019 09:28	VERDE								
93	01/01/2019 09:37	01/01/2019 09:37	VERDE	PROCURA DIRETA	63	132X90	36,4	98	0		RETORNA DEVIDO QUADR
94	01/01/2019 09:38	01/01/2019 09:38	VERDE	PROCURA DIRETA	72	129X89	36,4	99	0		RETORNO VIA OFTALMO
95	01/01/2019 09:40	01/01/2019 09:40	VERDE	UPA BOQUEIRÃO	73	127X88	36,4	94	0		ENCAMINHADA PARA OFTA
96	01/01/2019 10:13	01/01/2019 10:13	VERDE		73	X	35,4	98	0		QUEDA DE MESMO NIVEL C
97	01/01/2019 10:27	01/01/2019 10:27	VERDE	PROCURA DIRETA	82	129X98	36,4	99	0		TX DE CORNEA O VEEEM DE
98	01/01/2019 10:28	01/01/2019 10:29	VERDE	PROCURA DIRETA	68	132X90	36,4	98	0		QUEDA DE NIVEL COM TRA
99	01/01/2019 10:40	01/01/2019 10:40	VERDE	PROCURA DIRETA	86	129X90	36,4	98	0		RETORNO VIA ORL
100	01/01/2019 11:09	01/01/2019 11:09	VERDE	PROCURA DIRETA	X	X	X	X	0		QUEDA DE MESMO NIVEL C
101	01/01/2019 11:18	01/01/2019 11:18	VERDE	PROCURA DIRETA	72	129X98	35,5	99	0		CONTUSAO NA PERNAL E +
102	01/01/2019 11:23	01/01/2019 11:23	AMARELO	PROCURA DIRETA	99	X	6=35,4	98	0		CONTUSAO NA PERNAL E +
103	01/01/2019 11:29	01/01/2019 11:29	VERDE	PROCURA DIRETA	67	139X98	36,4	99	0		RETORNA HOJE DEVIDO Q
104	01/01/2019 11:35	01/01/2019 11:35	AMARELO	PROCURA DIRETA	65	132X94	35,4	96	0		MORDEDURA DE CAO PER

Figura 29. Exemplo do log de eventos na recepção e triagem de paciente no PS do hospital prontos para a mineração de processos
Fonte: O autor (2019)

A próxima seção, destaca a aplicação da mineração de processos a partir da organização do *log* de eventos que contém dados sobre as instâncias do processo (pacientes).

5.3 APLICAÇÃO DA FASE 1 DO *FRAMEWORK* - DESCOBERTA DO MODELO DO PROCESSO

Após a organização do *log* de eventos, com o algoritmo *Fuzzy Miner* de mineração de processos, o modelo do processo real de atendimento ao paciente foi descoberto de acordo com a Figura 30. Uma rede causal foi estabelecida, sintetizando as atividades e as relações entre elas e que representam o processo de atendimento aos pacientes no acolhimento do PS.

Os retângulos representam as atividades que são executadas e que representam o processo real no acolhimento no PS. O processo inicia-se com a atividade "*senha para triagem*". Essa atividade representa a chegada do paciente de forma voluntária, que ao chegar ao PS, solicita uma senha para ser atendido na Triagem de pacientes. Sendo assim, nota-se por

meio da Figura 30 que 2.701 pacientes solicitaram a senha para a triagem. Posteriormente, a próxima atividade executada no processo é a realização da "Triagem". Dos 2.701 pacientes que solicitaram a senha para triagem, 2.624 foram atendidos na triagem.

O processo principal (padrão mais comum) é representado pelas atividades que são ligadas pelos arcos evidenciado pelas setas mais grossas que consistem em: **Senha para triagem** → **Triagem (2.622)**, **Triagem** → **Cadastro (2.500)**.

Os números entre parênteses significam a quantidade de pacientes em transição de uma atividade para outra. O rótulo no arco com o valor 1 (um) na Figura 31 representa uma relação de dependência entre as atividades **Senha para triagem** → **Triagem** → **Cadastro**. Assim sendo, a atividade cadastro é realizada e o paciente é admitido ao PS.

Salienta-se também que, na Triagem, os pacientes podem ser direcionados para outras atividades sem ser o cadastro, tais como: "Orientado buscar a UPA ou UBS", "Orientada Mãe, procurar atendimento no HPP (Hospital Pequeno Príncipe)", "Atendimento de emergência (que neste caso, são os pacientes identificados na triagem que estão em estado de urgência e emergência)", "Orientado buscar hospital de origem" e "Orientado buscar hospital de referência". 77 pacientes também estão deixando o PS sem serem atendidos (**Senha para triagem** → **Fim (77)**)

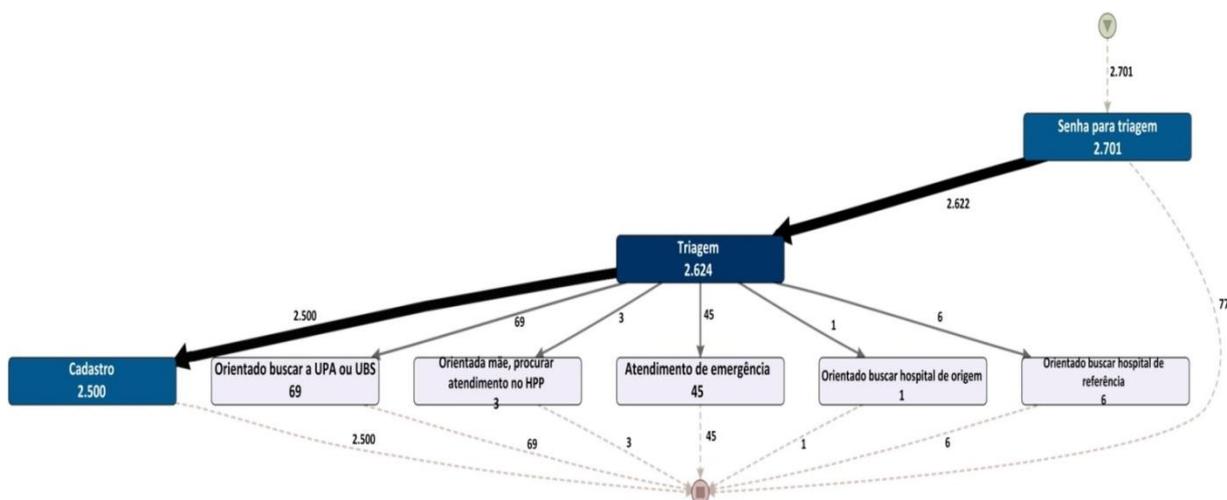


Figura 30. Modelo do processo descoberto
Fonte: O autor (2019)

Outros 2 (dois) padrões comuns conforme Figura 31 também consistem em: **Senha para triagem** → **Triagem (2.622)**, **Triagem** → **Orientado buscar UPA ou UBS (69)**

Senha para triagem → **Final (77)**. Esse padrão de processo significa que 77 pacientes retiraram a senha para triagem, porém, por alguma forma, deixaram o PS sem passarem pela atividade Triagem.

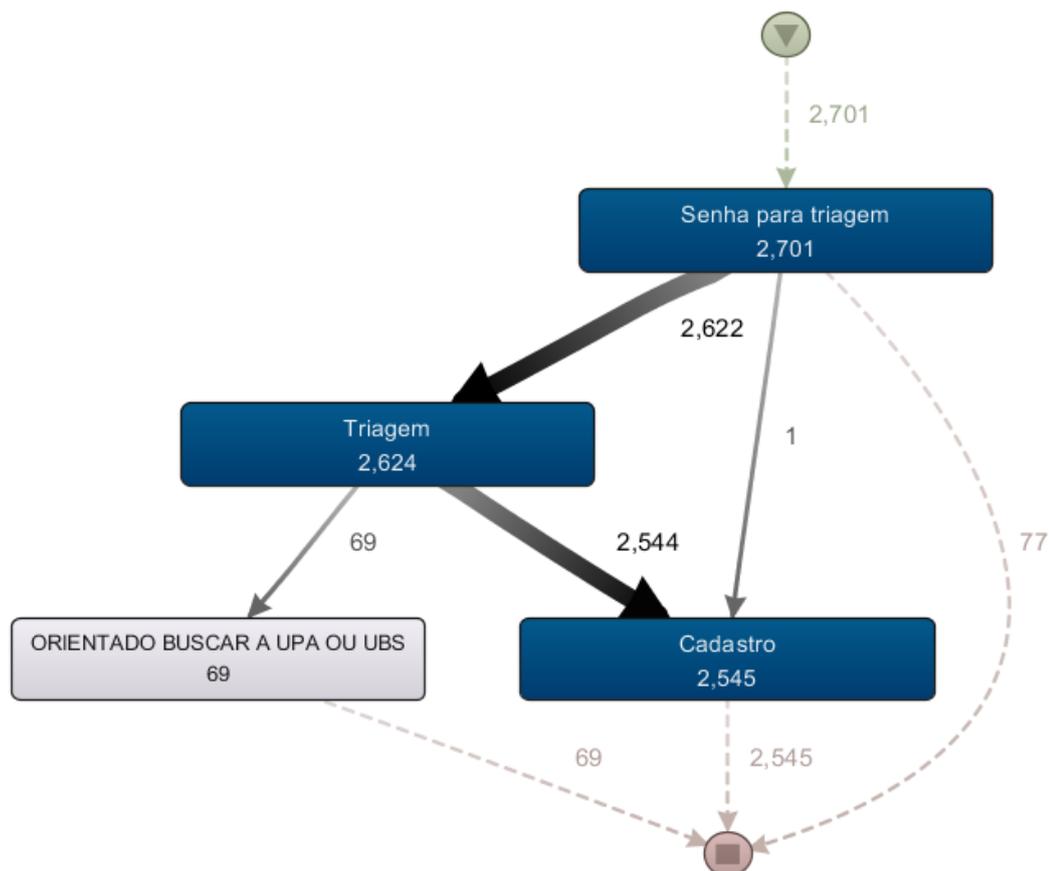


Figura 31. Modelo do processo real com as atividades mais comuns
Fonte: O autor (2019)

Posteriormente, uma reunião foi realizada com os gestores do departamento de Triagem do hospital e direção do PS e o modelo do processo descoberto pela mineração de processos foi validado como sendo adequado para representar o processo real executado. Sendo assim, a próxima seção, apresenta o modelo conceitual de simulação a partir do conhecimento gerado pela mineração de processos a respeito do processo real executado.

5.4 APLICAÇÃO DA FASE 1 DO *FRAMEWORK* - CONCEPÇÃO DO MODELO CONCEITUAL DE SIMULAÇÃO A PARTIR DA MINERAÇÃO DE PROCESSOS

Os estudos em simulação caracterizados no presente trabalho remetem há necessidade da concepção de modelos conceituais em simulação precedente ao modelo computacional. Destaca-se que antes de iniciar a simulação de fato, é necessário construir o projeto, ou seja, o "esqueleto da simulação" (DA SILVA, 2005, ELDABI; IRANI; PAUL, 2002). Se o analista em simulação quiser ter êxito com o modelo computacional, o modelo conceitual não pode ser negligenciado (HARREL *et al.*, 2002).

Quando se trata da área da saúde onde os processos são complexos, o modelo de simulação deve representar o modelo real do sistema (validação conceitual) e apresentar credibilidade para as partes interessadas (ELDABI; IRANI; PAUL, 2002). Neste sentido, quando se constrói um modelo conceitual de simulação de modo que esse modelo represente de forma adequada o processo real que se está estudando, a validação do modelo computacional poderá ser facilitada. Isso se dá pelo motivo que o analista poderá observar se de fato o modelo computacional está atendendo adequadamente o modelo conceitual (ELDABI; IRANI; PAUL, 2002).

Sendo assim, para o propósito de concepção do modelo conceitual de simulação, a mineração de processos se torna uma forte aliada para esse fim, já que a mesma consegue capturar de forma realista como o processo está sendo executado na prática e não como o gestor ou decisor gostaria que estivesse sendo executado. Desta forma, por meio da definição do processo real do atendimento ao paciente suportado pela mineração de processos, e por meio das entrevistas realizadas com os especialistas, foi possível se obter o modelo conceitual de simulação do PS. O modelo conceitual de simulação, representa a sequência das atividades dos pacientes que chegam de forma voluntária no PS conforme Figura 33.

O PS tem duas maneiras diferentes de admitir pacientes. Uma é para pacientes que já são considerados "pacientes de emergência" e chegam por meio de serviços de ambulância por terra ou por via aérea. A outra é para pacientes que chegam ao PS de forma voluntária, a qual foi tratada nesse estudo.

O processo de atendimento inicial no PS para os pacientes que chegam de forma voluntária ocorre da seguinte maneira: O paciente chega ao PS e se dirige para a retirada de uma senha e espera na recepção para ser atendido na Triage de pacientes. Após, o paciente é chamado por meio do número da senha e o mesmo se dirige até uma sala para realização da triagem. Neste momento, o Protocolo de Manchester (MTS) é realizado, a fim de, o enfermeiro responsável pela triagem, verificar a cor de classificação da complexidade da saúde do paciente. Neste momento, dados sobre a saúde do paciente são coletados tais como: pressão arterial, saturação de oxigênio etc. Outros dados sobre o paciente também são coletados, tais como foram destacados no *log* de eventos. Após a triagem, o enfermeiro define a cor da classificação de risco para o paciente e decide se o mesmo receberá tratamento médico pelo hospital ou orienta o paciente buscar uma UPA, UBS ou buscar outros locais para receber tratamento. Destaca-se que esse conhecimento foi adquirido a partir da mineração de processos e validado pelo gestor do PS.

Existe uma alta demanda de pacientes classificados de acordo com o MTS como baixa urgência (verde) e não urgente (azul) que buscam voluntariamente atendimento no PS (consulte a Tabela 10). Com a demanda iniciando-se a partir das 07h e se reduzindo a partir 22h, (veja Figura 32) e que realmente não necessitam de cuidados médicos de emergência. Essa situação também é típica relatada por (BERGS *et al.*, 2016; DOWNEY; ZUN, 2007).

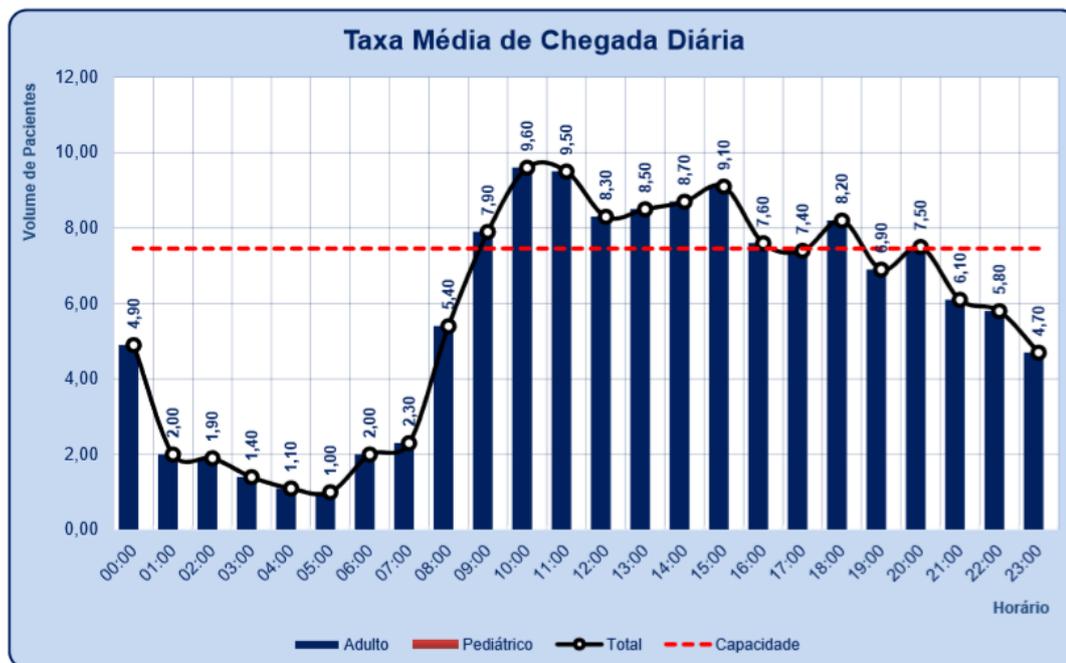


Figura 32. Taxa média diária de chegada voluntária de pacientes no PS
Fonte: O autor (2019).

Como resultado dessa alta demanda, o PS vem enfrentando superlotação. Essa situação provavelmente contribuiu para a baixa qualidade do atendimento a pacientes com emergências médicas reais. Assim, as ações de melhorias que serão projetadas com a aplicação do método DEMATEL e testadas via (SED) podem proporcionar uma assistência mais fluida e, assim, reduzir o volume de pacientes verdes e azuis no PS. Portanto, espera-se que, com essas ações, os problemas enfrentados pelo PS sejam reduzidos. A Figura 33 também contribuiu para a construção do modelo conceitual de atendimento ao paciente no PS, e que também serviu de base para a construção do modelo de simulação computacional.

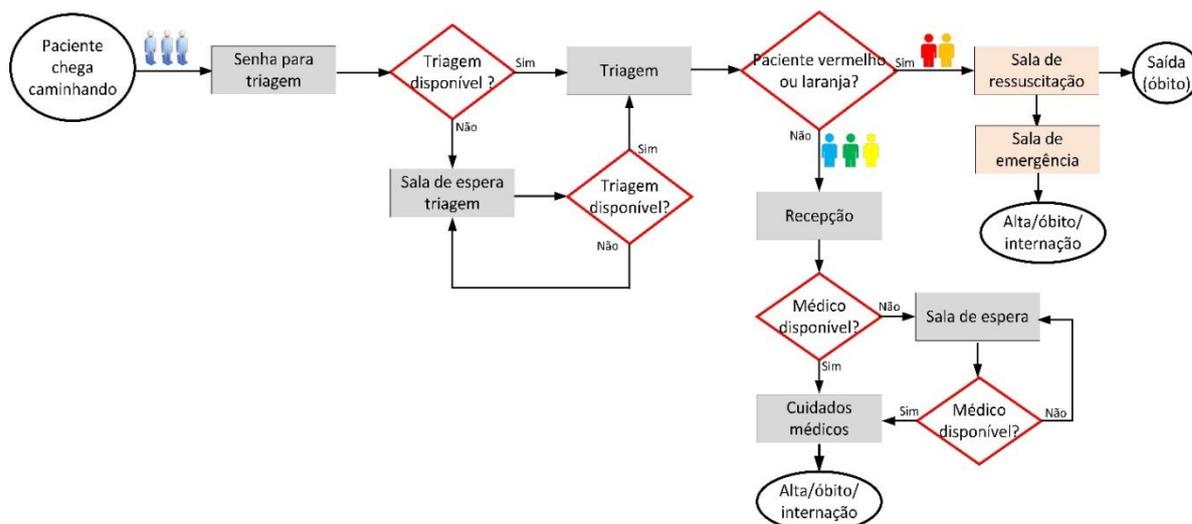


Figura 33. Modelo conceitual preliminar de simulação
Fonte: O autor (2019)

O modelo de simulação computacional foi construído usando o software ProModel® (Student versão 8.0.1.566) aplicando a biblioteca de gráficos MedModel que, de maneira amigável ao usuário, apresenta o ambiente da área de saúde conforme Figura 34. O modelo de simulação computacional empregado para testar as ações de melhoria são do tipo discreto devido à existência de horários específicos em determinadas situações no PS. A simulação computacional também é caracterizada como não terminante e estocástica porque o PS do hospital estudado opera 24 horas por dia, sete dias por semana, com o modelo de simulação recebendo dados aleatórios como entrada. O tempo de aquecimento da simulação foi de 24 horas, e esse também foi o período escolhido para simular o PS e poder comparar resultados simulados com resultados reais, como forma de validar o modelo. O modelo foi replicado 33 vezes para atingir um nível de confiança de 95%.

O modelo conceitual desenvolvido na Figura 33 foi validado como adequado para representar o processo de tratamento e assistência ao paciente no PS. Para esta atividade, um documento contendo o modelo conceitual foi distribuído entre a equipe de gerenciamento de ED. O modelo conceitual facilitou o processo de verificação do modelo computacional, com base no rastreamento visual dos pacientes, usando animação amigável do software ProModel®. Por meio do software implantado, foi possível explorar passo a passo os modelos computacionais e visualizar os eventos que estão acontecendo, bem como os valores para as variáveis do modelo. Dessa forma, juntamente com especialistas, a lógica do modelo computacional foi verificada para garantir que os pacientes sigam o caminho correto do serviço, conforme esperado no modelo conceitual.

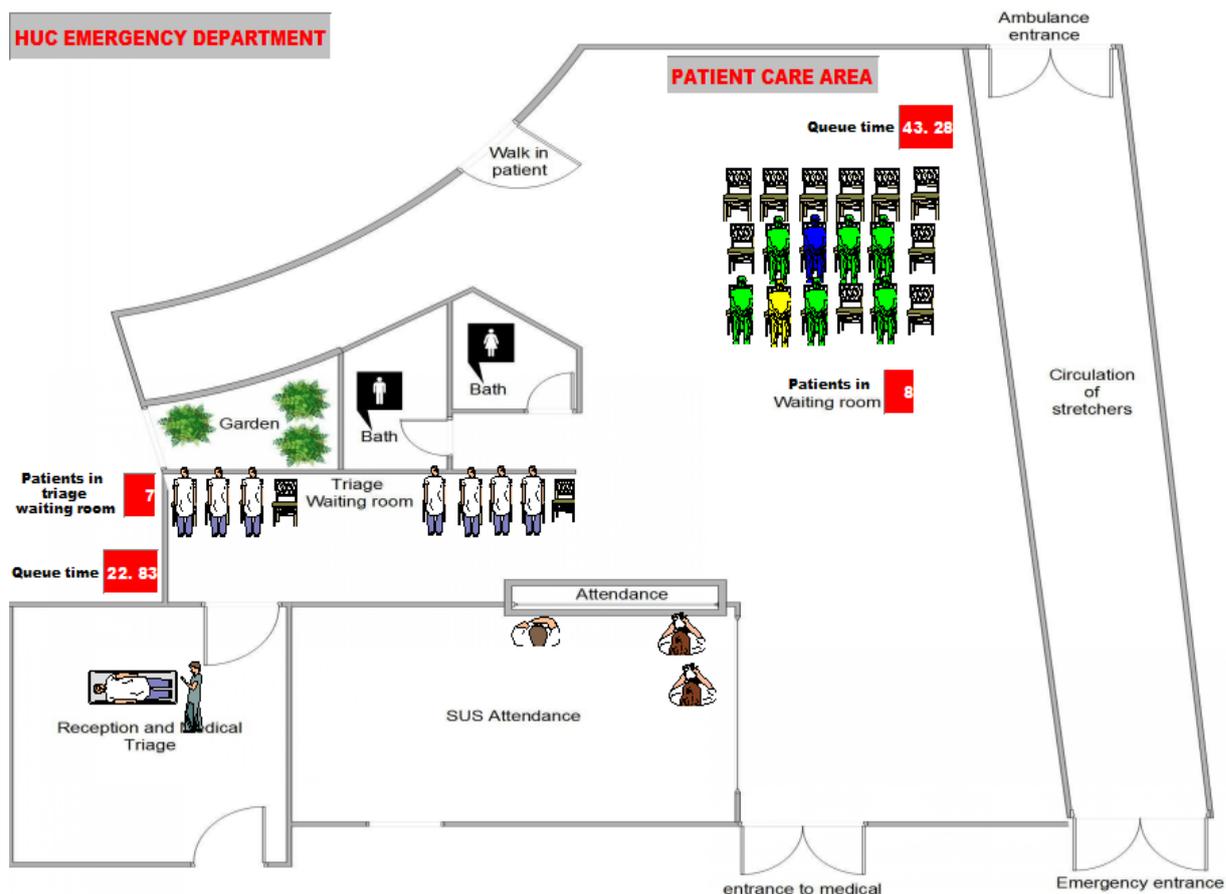


Figura 34. Modelo computacional de simulação
Fonte: O autor (2019)

A próxima seção destaca alguns dados factíveis capturados pela mineração de processos. Esses dados que, em conjunto com o conhecimento que será gerado a partir da aplicação do DEMATEL, poderá suportar ações de melhorias para serem simuladas com o objetivo de contribuir com a performance da gestão do atendimento e tratamento dos pacientes no PS com foco na redução da superlotação.

5.5 APLICAÇÃO DA FASE 1 DO *FRAMEWORK* - DADOS FACTÍVEIS CAPTURADOS PELA MINERAÇÃO DE PROCESSOS

A partir de uma análise do *log* de eventos que foi realizada doravante do conhecimento gerado pela mineração de processos, alguns dados referentes ao processo de atendimento inicial ao paciente no PS merecem atenção. Esses dados poderão, alicerçados à avaliação diagnóstica do DEMATEL a respeito das relações de interdependência e influência entre os critérios de performance da gestão do atendimento e tratamento de pacientes no PS, suportar ações de melhorias para serem simuladas.

Analisando a Tabela 10, percebe-se que possui uma grande quantidade de pacientes que, de acordo com o Protocolo de Manchester, são poucos urgentes (verde) e não urgentes (azul) com os 2 somando 75,46% dos atendimentos aos pacientes que chegam de forma voluntária ao PS.

Tabela 10. Cor da classificação de risco dos pacientes no PS do Hospital estudado

Classificação por cor	Porcentagem de pacientes atendidos	Tempos de espera estabelecidos pelo MTS
● Verde	63.87%	120 min
● Amarela	20.76%	60 min
● Azul	13.67%	240 min
● Laranja	1.66%	10 min
● Vermelha	0.04%	0 min
Total	100%	

Fonte: O autor (2019)

Outro detalhe que chamou a atenção foi quanto aos atendimentos no PS de pacientes que são encaminhados pelas UPAs. Sendo assim, o Disco® possui um recurso para filtragem de atividades, recursos e atributos chamado *endpoint* que permite que o analista consiga avaliar um processo de forma isolada. Neste sentido, após a realização de um filtro para os atributos UPAs, notou-se que uma quantidade significativa (12% cases) dos pacientes atendidos no PS foram encaminhados por UPAs conforme Figura 35.

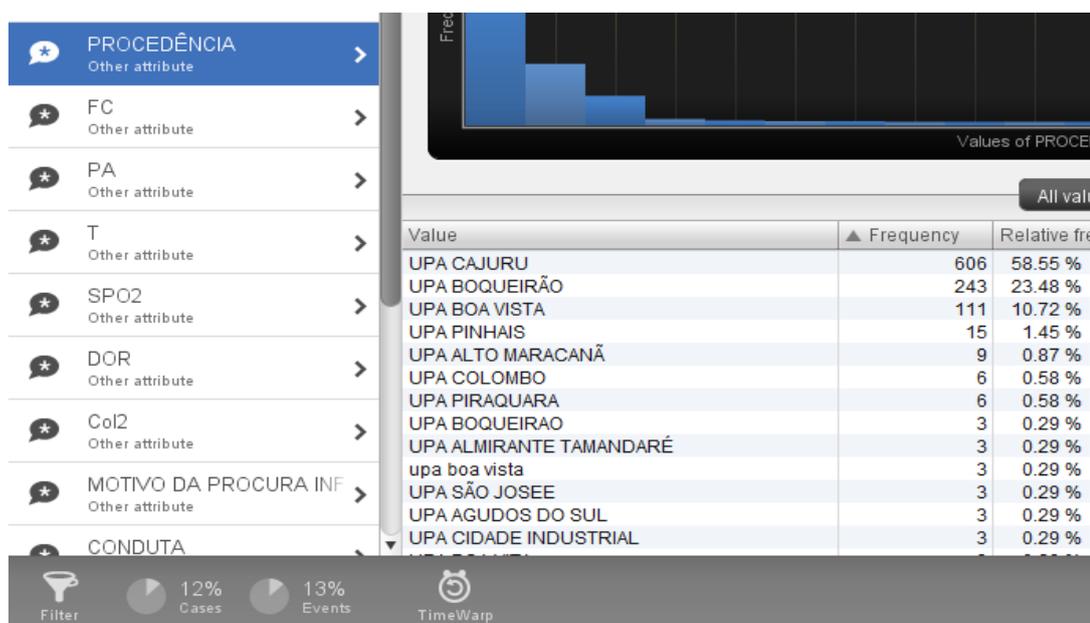


Figura 35. Pacientes encaminhados por UPAs

Fonte: o autor (2019)

Acredita-se que essa quantidade de pacientes que são encaminhados por UPAs é significativa e pode contribuir para uma superlotação em um PS. Sendo assim, mais uma vez o filtro *endpoint* foi realizado no Disco, a fim de, verificar os pacientes pouco urgentes e não urgentes que são encaminhados pelas UPAs para o PS. Desta forma, conforme Figura 36, verificou-se que 9% dos pacientes que são atendidos nas UPAs são encaminhados para serem atendidos no PS. Isso de fato pode contribuir com a superlotação do PS já que devido a pouca ou nenhuma urgência, o tratamento e o reestabelecimento da saúde desses pacientes deveriam ser realizados pelas UPAs.

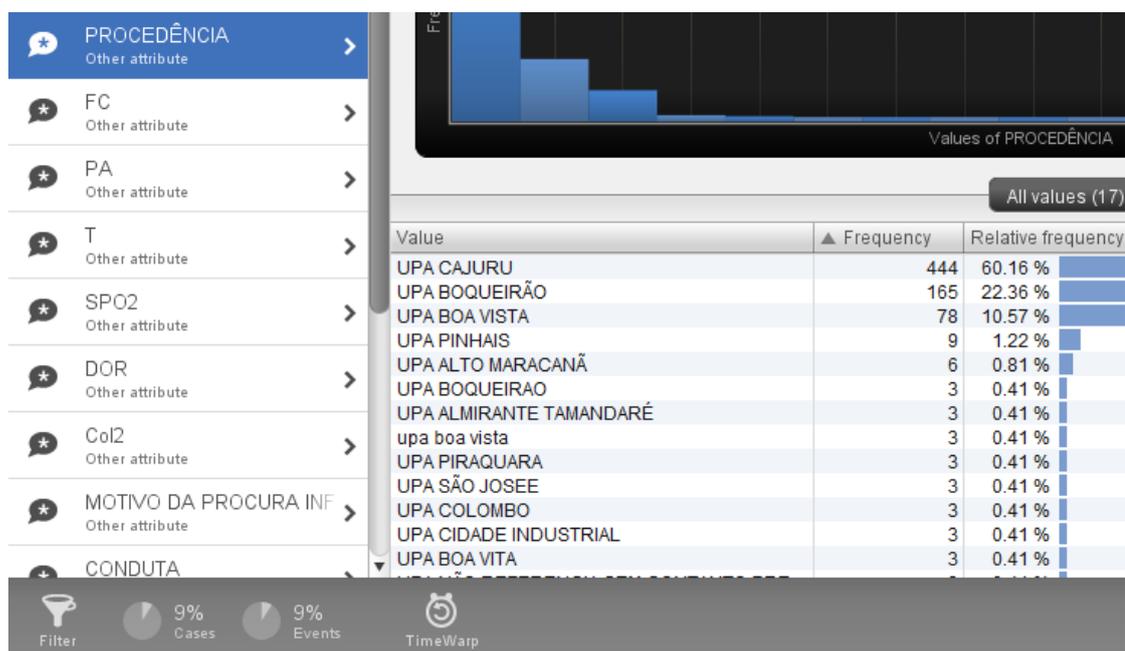


Figura 36. Pacientes pouco urgentes e não urgentes encaminhados pelas UPAs
Fonte: O autor (2019)

Considerando as especialidades mais demandadas pelos pacientes no PS do hospital estudado, a ortopedia representa quase a metade dos atendimentos, ou seja, 45,39% dos atendimentos são derivados de problemas ortopédicos que demandam essa especialidade médica, conforme Figura 37.

Value	▲ Frequency	Relative frequency
ORTOPEDIA	3,608	45.39 %
CX GERAL	1,203	15.13 %
CX GERAL; ORTOPEDIA	801	10.08 %
OFTALMOLOGIA	696	8.76 %
NEUROCIRURGIA	393	4.94 %
	327	4.11 %
CLINICA MÉDICA	279	3.51 %
CX GERAL; NEUROCIRURGIA; ORTOPEDIA	228	2.87 %
NEUROCIRURGIA; ORTOPEDIA	159	2 %
CX GERAL; NEUROCIRURGIA	138	1.74 %
OTORRINO	42	0.53 %
CLINICA MÉDICA; CX GERAL	21	0.26 %
CX GERAL; OFTALMOLOGIA	12	0.15 %

Figura 37. Especialidade mais demandada pelos pacientes que procuram o PS
Fonte: O autor (2019)

No entanto foi observado que no momento da triagem um paciente pode demandar mais de uma especialidade médica. Identificou-se que a especialidade ortopedia estava sendo demandada com outras especialidades médicas. Neste sentido um filtro *endpoint* foi realizado e verificou-se que a demanda pela especialidade médica ortopedia saltou de 45,39% para 59% conforme Figura 38.

Value	▲ Frequency	Relative frequency
ORTOPEDIA	3,606	74.89 %
CX GERAL; ORTOPEDIA	801	16.64 %
CX GERAL; NEUROCIRURGIA; ORTOPEDIA	228	4.74 %
NEUROCIRURGIA; ORTOPEDIA	159	3.3 %
CLINICA MÉDICA; CX GERAL; NEUROCIRURGI...	9	0.19 %
CLINICA MÉDICA; ORTOPEDIA	6	0.12 %
CX GERAL; NEUROCIRURGIA; OFTALMOLOGIA...	3	0.06 %
ORTOPEDIA; OTORRINO	3	0.06 %

Figura 38. Demanda por outras especialidades médicas em conjunto com a ortopedia
Fonte: O autor (2019)

Considerando ainda a Fase 1 da aplicação do *Framework*, para que o método DEMATEL possa ser aplicado, a próxima seção apresenta a caracterização dos critérios e subcritérios de gestão do processo de atendimento e tratamento de pacientes em PSs.

5.6 APLICAÇÃO DA FASE 1 DO *FRAMEWORK* - CARACTERIZAÇÃO DE CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS DE PERFORMANCE EM GESTÃO DE PS

A presente seção apresenta a identificação de critérios e subcritérios de performance de gestão em PS. Para identifica-los, recorreu-se a avaliação dos trabalhos científicos correlatos ao presente estudo por meio da RBS. Também foi estudado os Documentos Médicos que contemplam orientações e regulamentações para a gestão do atendimento e tratamento de pacientes em unidades de PSs.

Essa seção também visa a avaliação tentando as perspectivas de enquadramento (categorização) dos critério e subcritérios em quadrantes hierárquicos conforme as Tabelas 12 e 13. Salienta-se que os mapas construídos sob a ótica de métodos MCDM apresentam seus agrupamentos (*Clusters para critérios e subclusters para subcritérios*) ordenados em uma estrutura que facilita a visualização da hierarquia dos elementos que compõe a estrutura (LONGARAY; ENSSLIN, 2014). O mapa representa graficamente o que o pesquisador absorveu e descreve a representação discursiva sobre o problema narrado pelo tomador de decisão (ENSSLIN *et al.*, 2010). A título de ilustração, a Figura 39 expõe um recorte do mapa de relações meio-fins do contexto do estudo em que é delineado o *Cluster Tempo de Espera do Paciente* ou (*Patient Throughput*).

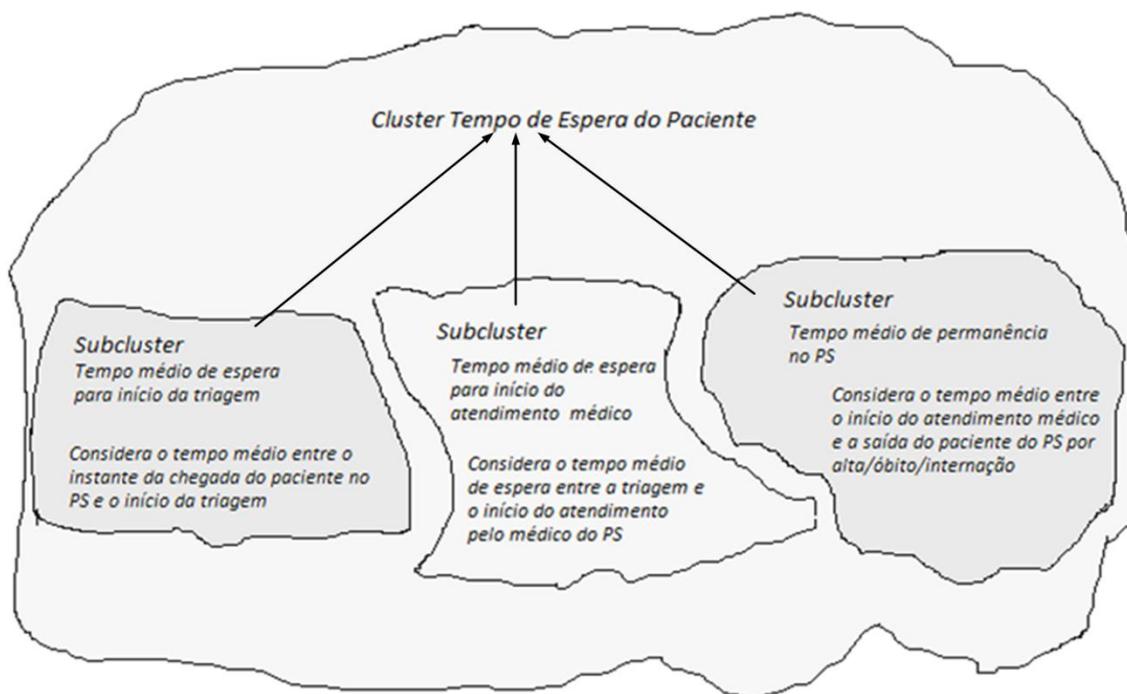


Figura 39. Recorte do mapa de relações meio-fins ilustrando o cluster tempo de espera do paciente
Fonte: O autor (2018)

Como se trata de uma estrutura de suporte à decisão, para que os decisores elejam algumas alternativas que fazem parte do conjunto de escolhas, o decisor deve possuir vários eixos de avaliação. Caracterizam-se como eixos de avaliação os elementos (critérios/subcritérios) que direcionam a análise do decisor e devem ser definidos com base na modelagem das consequências, de maneira que representem as dimensões relevantes de um problema, sendo possível por meio dos eixos, realizar comparações entre as alternativas (COMES; ARAYA; CARIGNANO, 2011).

Destaca-se que critérios são considerados como aquilo que serve de regra para julgar, decidir ou proceder (Bordini, 2015). Para Vincke (1992), um critério pode ser caracterizado como uma função g definida em um conjunto A , que toma seus valores em um conjunto totalmente ordenado, representando as preferências do decisor sob determinada perspectiva de observação e entendimento. Desta forma, é um tipo de condição subjetiva que permite o tomador de decisão optar, fazer uma escolha a cerca de um problema definido.

No caso do presente trabalho, os critérios de performance de gestão do atendimento e tratamento de pacientes em PS, são representados como requisitos que devem ser respeitados para alcançar o objetivo que é a própria performance da gestão do PS. Já os subcritérios estão hierarquicamente em um nível inferior aos critérios, porém os mesmos remetem aos critérios definidos, que por sua vez, também buscam dar condição ao tomador de decisão quanto da resolução do problema definido ou atingimento do objetivo (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2011).

Neste sentido, as Tabelas 11 e 12 apresentam 4 critérios quantitativos e 4 qualitativos de performance de gestão do atendimento e tratamento de pacientes em PS respectivamente, definidos em um enquadramento superior. Enquanto, 27 subcritérios quantitativos e qualitativos também apresentados nas Tabelas 11 e 12 são agrupados em torno dos critérios e que estão contidos em um quadrante inferior. Salienta-se que essa hierarquia estruturada entre critérios e subcritérios foi concebida a partir dos trabalhos científicos de (ABO-HAMED; ARISHA, 2012, 2013, ESKANDARI *et al.*, 2011, ORTIZ-BARRIOS *et al.*, 2017, ORTIZ; FELIZZOLA; ISAZA, 2015).

Tabela 11. Critérios e subcritérios quantitativos de performance de gestão em PS

CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	EXPLANAÇÃO	FONTE
1. Tempo de espera do paciente	1.1 Tempo médio de espera ao atendimento médico; 1.2 Tempo médio de espera para o início da	Tempo médio que o paciente aguarda para o primeiro atendimento pelo médico; Tempo médio que o	MTS; Resolução do CFM; Abo-Hamad e Arisha (2012, 2013); Eskandari <i>et al.</i> , (2011); Gul e Guneri (2012); Gul <i>et al.</i> , (2016); Ahmed e Alkhamis (2009); Groo-

CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	EXPLANAÇÃO	FONTE
	triagem; 1.3 Tempo médio de permanência no PS.	paciente aguarda para início da triagem; Tempo médio que o paciente permanece no PS, compreendendo desde a sua admissão até a sua saída do PS.	thuis, Van Merode e Hasman (2001); Sinreich e Jabali (2007); Abo-Hamad, Ramy e Arisha (2017); Uriarte <i>et al.</i> , 2017; McGuire (1994); Khadem <i>et al.</i> , (2008); Aroua e Abdunour (2017); Horng <i>et al.</i> , 2013; Wijewickrama e Takakuwa (2006); Sundaramoorthi <i>et al.</i> , (2009); Bahadori <i>et al.</i> , (2011); Rahman <i>et al.</i> , (2018); Ashour, Okudan, Smith (2010)
2. Utilização dos recursos	2.1 Utilização do médico; 2.2 Utilização de enfermeiro; 2.3 Utilização da área de reanimação; 2.4 Utilização dos leitos disponíveis; 2.5 Utilização da área de atendimento ambulatorial; 2.6 Utilização da área para realização de triagem.	Porcentagem de utilização do recurso humano médico; Porcentagem de utilização do recurso humano enfermeiro; Porcentagem da utilização do espaço para ressuscitação do paciente; Porcentagem de utilização dos leitos disponíveis para acomodar os pacientes; Porcentagem de utilização da área para atendimento ambulatorial dos pacientes; Salas para realização de triagens disponíveis;	Abo-Hamad e Arisha (2012, 2013); Resolução do CFM; MTS; Eskandari <i>et al.</i> , (2011); Gul e Guneri (2012); Gul <i>et al.</i> , (2016); Ahmed e Alkhamis (2009); Groothuis, Van Merode e Hasman (2001); Sinreich e Jabali (2007); Abo-Hamad, Ramy e Arisha (2017); Uriarte <i>et al.</i> , 2017; McGuire (1994); Aroua e Abdunour (2017), Gibson (2007); Sundaramoorthi <i>et al.</i> , (2009); Rahman <i>et al.</i> , (2018); Ashour, Okudan, Smith (2010)
3. Eficiência do layout	3.1 Distância média percorrida pelo médico(a); 3.2 Distância média percorrida pelo enfermeiro(a) 3.3 Distância média percorrida para acesso aos equipamentos	Distância que o médico se desloca dentro do PS para atender os pacientes; Distância média que o enfermeiro se desloca dentro do PS para atender os pacientes;	MTS; Abo-Hamad e Arisha (2012, 2013); Khadem <i>et al.</i> , (2008), Gibson (2007)
4. Produtividade do PS	4.1 Relação de pacientes tratados pelo médico; 4.2 Relação de pacientes tratados pelo enfermeiro; 4.3 Porcentagem total de pacientes tratados.	Porcentagem de pacientes que são tratados pelo médico; Porcentagem de pacientes que são tratados pelos enfermeiros; Porcentagem de pacientes tratados no PS.	Portaria do MS; Resolução do CFM; Abo-Hamad e Arisha (2012, 2013); Gul e Guneri (2012); Gul <i>et al.</i> , (2016); Ahmed e Alkhamis (2009); Sinreich e Jabali (2007); Abo-Hamad, Ramy e Arisha (2017); Uriarte <i>et al.</i> , (2017); Gibson (2007); Sundaramoorthi <i>et al.</i> , (2009)

Fonte: O autor (2018).

Tabela 12. Critérios e subcritérios qualitativos de performance de gestão em PS

CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	EXPLANAÇÃO	FONTE
1. Ambiente de trabalho no PS	1.1 Treinamentos para a equipe do PS; 1.2 Satisfação do paciente; 1.3 Motivação da equipe do PS; 1.4 Aderência às diretrizes clínicas e protocolos médicos que regem o PS	Treinamentos que as equipes do PS recebem; Satisfação dos pacientes com o atendimento do PS; Motivação da equipe; Os atendimentos atendem as diretrizes clínicas e protocolos médicos;	Ortiz-Barrios <i>et al.</i> , (2016); Amaral e Costa (2014); Shieh, Wu e Huang (2010); Resolução do CFM; MTS; Ortiz, Felizzola e Isaza (2015).
2. Materiais	2.1 Disponibilidade de suprimentos médicos 2.2 Disponibilidade de medicamentos.	Suprimentos médicos disponíveis para atendimentos dos pacientes; Medicamentos disponíveis para tratamento dos pacientes	Ortiz-Barrios <i>et al.</i> , (2016); Portaria MS
3. Tecnologia	3.1 Condição dos equipamentos médicos; 3.2 Disponibilidade dos equipamentos médicos 3.3 Disponibilidade dos sistemas de informação.	Condição de uso em que os equipamentos médicos se encontram; Equipamentos médicos disponíveis para o tratamento dos pacientes; Sistemas de informação disponíveis para suporte à gestão do PS	Ortiz-Barrios <i>et al.</i> , (2016); Portaria do MS; Resolução do CFM; Gibson (2007).
4. Segurança do paciente	4.1 Eventos adversos relacionados à administração de medicamentos; 4.2 Mortalidade durante a permanência no PS; 4.3 Mortalidade durante a admissão no PS.	Taxa de mortalidade durante a permanência no PS Taxa de mortalidade durante a admissão	Ortiz-Barrios <i>et al.</i> , (2016); Rahman <i>et al.</i> , (2018); Ashour, Okudan, Smith (2010).

Fonte: O autor (2018).

Neste sentido, de acordo com a Figura 40, no primeiro nível hierárquico se definiu o objetivo/problema que se quer a solução. Já em um segundo nível, tem-se os critérios de decisão definidos, e por sua vez, no terceiro nível, tem-se os subcritérios de decisão que remetem aos critérios de decisão e que também servem como mecanismo de julgamento quando se quer respostas a respeito de um objetivo. Esta estruturação hierárquica do problema é típica ao método AHP e que é utilizado no *Framework* de suporte à tomada de decisão para a gestão de PS deste trabalho.

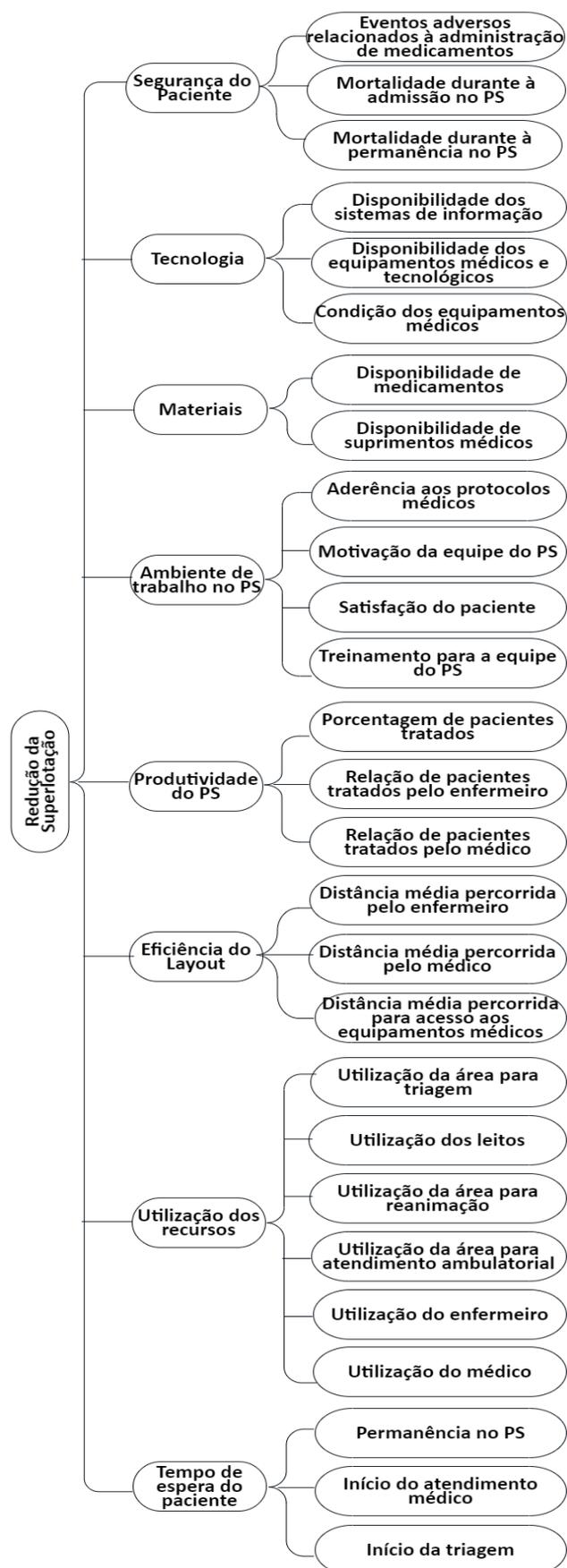


Figura 40. Estrutura hierárquica de critérios e subcritérios de performance em PS
Fonte: O autor (2019).

5.7 APLICAÇÃO DA FASE 1 DO *FRAMEWORK* - APLICAÇÃO DO MÉTODO DEMATEL A PARTIR DOS CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS DEFINIDOS

Reuniões com os especialistas da área do domínio da performance de gestão em PS foram satisfeitas com o propósito de se realizar um pré-teste dos questionários DEMATEL e AHP para evitar ruídos de comunicação quando da aplicação dos questionários junto aos especialistas do processo.

De posse dos critérios e subcritérios identificados e definidos, o questionário DEMATEL modelado a partir da ferramenta *Microsoft Excel*[®] foi aplicado com um conjunto de especialistas do processo de gestão do atendimento e tratamento de pacientes no PS de um hospital universitário localizado na cidade de Curitiba, Estado do Paraná. Portanto, as matrizes definidas por meio do método DEMATEL, baseiam-se nas opiniões desses especialistas.

Os profissionais que responderam os questionários são: 3 (três) enfermeiros responsáveis pelo processo de triagem de pacientes, 1 (um) enfermeiro diretor do PS, 3 (três) médicos sendo 2 (dois) que atuam no processo de atendimento e tratamento dos pacientes e 1 (um) médico diretor clínico do PS, e também o gerente administrativo do hospital, totalizando 8 questionários respondidos. Esta quantidade de especialistas ficou definida de acordo com o trabalho de Alexandre e Coluci (2011), onde os autores afirmam que entre 8 a 12 especialistas que possuem conhecimento do que se está investigando, são suficientes para suportar uma confiança adequada de respostas nos questionários.

Neste primeiro momento, foi aplicado o questionário DEMATEL referente aos critérios (C₁) utilização de recursos, (C₂) Eficiência do Layout, (C₃) Produtividade do PS, (C₄) Ambiente de trabalho no PS, (C₅) Materiais, (C₆) Tecnologia, (C₇) Segurança do paciente, (C₈) Tempo de espera do paciente conforme a Tabela 13.

Tabela 13. Critérios quantitativos e qualitativos de performance de gestão em PS.

CRITÉRIOS	CODIFICAÇÃO
Utilização dos recursos	C ₁
Eficiência do layout	C ₂
Produtividade do PS	C ₃
Ambiente de trabalho no ED	C ₄
Materiais	C ₅
Tecnologia	C ₆
Segurança do paciente	C ₇
Tempo de espera do paciente	C ₈

Fonte: O autor (2018).

Seguindo o procedimento do método DEMATEL, a Fase 1 compreende a construção de 8 matrizes 8×8 não negativas. Cada entrevistado (i.e., especialista do processo) foi convidado a avaliar a influência direta entre o par de critérios por meio de um escore inteiro que varia de 0 a 4, representando "nenhuma influência", "baixa influência", "influência média" e "alta influência" e "influência muito alta", respectivamente. A notação de X_{ij} indica o grau em que o entrevistado acredita que o critério i influencia o critério j . Para $i = j$, os elementos diagonais são definidos como 0 (zero). As matrizes, $X^1, X^2, X^3, \dots, X^m$ representam as matrizes de m respondentes.

$$\begin{aligned}
 X^1 &= \begin{bmatrix} 0 & 2 & 3 & 2 & 3 & 2 & 2 & 3 \\ 2 & 0 & 4 & 3 & 2 & 1 & 3 & 3 \\ 4 & 3 & 0 & 3 & 3 & 2 & 1 & 4 \\ 3 & 3 & 4 & 0 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 2 & 1 & 0 & 2 & 1 & 0 \\ 2 & 4 & 4 & 2 & 1 & 0 & 2 & 4 \\ 2 & 2 & 1 & 2 & 1 & 1 & 0 & 2 \\ 2 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 4 & 0 \end{bmatrix} & X^2 &= \begin{bmatrix} 0 & 3 & 3 & 2 & 3 & 3 & 3 & 3 \\ 3 & 0 & 3 & 2 & 2 & 3 & 3 & 3 \\ 3 & 3 & 0 & 3 & 3 & 3 & 4 & 4 \\ 2 & 2 & 3 & 0 & 3 & 3 & 4 & 4 \\ 2 & 2 & 3 & 2 & 0 & 3 & 3 & 3 \\ 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 0 & 3 & 3 \\ 2 & 2 & 3 & 2 & 2 & 3 & 0 & 3 \\ 3 & 2 & 3 & 3 & 3 & 3 & 4 & 0 \end{bmatrix} & X^3 &= \begin{bmatrix} 0 & 2 & 3 & 3 & 4 & 3 & 4 & 2 \\ 3 & 0 & 4 & 4 & 3 & 3 & 3 & 4 \\ 3 & 2 & 0 & 4 & 3 & 1 & 4 & 4 \\ 2 & 2 & 4 & 0 & 2 & 1 & 3 & 4 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 0 & 2 & 3 & 2 \\ 4 & 3 & 3 & 3 & 3 & 0 & 3 & 4 \\ 4 & 3 & 2 & 3 & 2 & 2 & 0 & 1 \\ 2 & 3 & 4 & 3 & 1 & 1 & 4 & 0 \end{bmatrix} \\
X^4 &= \begin{bmatrix} 0 & 4 & 4 & 3 & 3 & 4 & 3 & 4 \\ 2 & 0 & 3 & 4 & 2 & 4 & 3 & 4 \\ 3 & 3 & 0 & 2 & 3 & 3 & 3 & 4 \\ 3 & 3 & 4 & 0 & 2 & 3 & 3 & 3 \\ 2 & 4 & 3 & 3 & 0 & 3 & 3 & 4 \\ 3 & 3 & 4 & 4 & 3 & 0 & 4 & 4 \\ 3 & 4 & 4 & 3 & 4 & 3 & 0 & 3 \\ 3 & 3 & 2 & 2 & 3 & 4 & 4 & 0 \end{bmatrix} & X^5 &= \begin{bmatrix} 0 & 3 & 3 & 3 & 2 & 3 & 3 & 3 \\ 3 & 0 & 4 & 3 & 2 & 2 & 4 & 4 \\ 3 & 3 & 0 & 4 & 4 & 3 & 4 & 4 \\ 2 & 2 & 2 & 0 & 2 & 2 & 3 & 3 \\ 3 & 2 & 2 & 3 & 0 & 2 & 3 & 3 \\ 2 & 3 & 2 & 2 & 2 & 0 & 2 & 2 \\ 2 & 3 & 3 & 2 & 3 & 3 & 0 & 2 \\ 2 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 0 \end{bmatrix} & X^6 &= \begin{bmatrix} 0 & 3 & 3 & 3 & 3 & 4 & 4 & 4 \\ 3 & 0 & 4 & 3 & 3 & 4 & 3 & 3 \\ 3 & 3 & 0 & 3 & 3 & 4 & 4 & 4 \\ 3 & 3 & 3 & 0 & 3 & 4 & 4 & 3 \\ 4 & 2 & 4 & 2 & 0 & 4 & 4 & 3 \\ 3 & 3 & 4 & 2 & 3 & 0 & 4 & 3 \\ 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 4 & 0 & 3 \\ 3 & 3 & 2 & 2 & 3 & 4 & 4 & 0 \end{bmatrix} \\
X^7 &= \begin{bmatrix} 0 & 2 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 0 & 4 & 2 & 4 & 2 & 4 & 4 \\ 4 & 3 & 0 & 4 & 4 & 2 & 4 & 4 \\ 4 & 3 & 4 & 0 & 4 & 2 & 4 & 4 \\ 4 & 2 & 4 & 3 & 0 & 2 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 3 & 4 & 0 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 3 & 4 & 2 & 0 & 4 \\ 4 & 3 & 4 & 3 & 4 & 2 & 4 & 0 \end{bmatrix} & X^8 &= \begin{bmatrix} 0 & 3 & 3 & 1 & 3 & 2 & 2 & 2 \\ 3 & 0 & 4 & 4 & 2 & 2 & 3 & 2 \\ 4 & 1 & 0 & 4 & 3 & 2 & 3 & 3 \\ 1 & 1 & 2 & 0 & 2 & 1 & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 3 & 3 & 0 & 1 & 3 & 3 \\ 1 & 2 & 2 & 1 & 1 & 0 & 2 & 2 \\ 2 & 3 & 3 & 2 & 2 & 2 & 0 & 1 \\ 3 & 0 & 4 & 4 & 3 & 1 & 3 & 0 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Ainda na Fase 1 do DEMATEL o cálculo da matriz média Z é realizado de acordo com a Equação 19. Para incorporar todas as opiniões de m respondentes, a matriz média $Z = [a_{ij}]$ é construída e os resultados são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14. Matriz de relação média Z

CRITÉRIO	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
C ₁	0,0000	2,7500	3,2500	2,6250	3,1250	3,1250	3,1250	3,1250
C ₂	2,8750	0,0000	3,7500	3,1250	2,5000	2,6250	3,2500	3,3750
C ₃	3,3750	2,6250	0,0000	3,3750	3,2500	2,5000	3,3750	3,8750
C ₄	2,5000	2,3750	3,2500	0,0000	2,5000	2,2500	3,2500	3,1250
C ₅	2,6250	2,1250	2,8750	2,5000	0,0000	2,3750	3,0000	2,7500
C ₆	2,7500	3,1250	3,2500	2,5000	2,5000	0,0000	3,0000	3,2500
C ₇	2,7500	3,0000	2,8750	2,5000	2,6250	2,5000	0,0000	2,3750
C ₈	2,7500	2,3750	3,1250	2,8750	2,7500	2,3750	3,7500	0,0000

Fonte: O autor (2018)

Com relação à Fase 2 do método DEMATEL, calcula-se a matriz de ligação direta inicial normalizada D de acordo com a Equação 20. Os resultados da matriz normalizada D são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15. Matriz normalizada D

CRITÉRIO	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
C ₁	0,0000	0,1209	0,1429	0,1154	0,1374	0,1374	0,1374	0,1374
C ₂	0,1264	0,0000	0,1648	0,1374	0,1099	0,1154	0,1429	0,1484
C ₃	0,1484	0,1154	0,0000	0,1484	0,1429	0,1099	0,1484	0,1703
C ₄	0,1099	0,1044	0,1429	0,0000	0,1099	0,0989	0,1429	0,1374
C ₅	0,1154	0,0934	0,1264	0,1099	0,0000	0,1044	0,1319	0,1209
C ₆	0,1209	0,1374	0,1429	0,1099	0,1099	0,0000	0,1319	0,1429
C ₇	0,1209	0,1319	0,1264	0,1099	0,1154	0,1099	0,0000	0,1044
C ₈	0,1209	0,1044	0,1374	0,1264	0,1209	0,1044	0,1648	0,0000

Fonte: O autor (2018)

Já na Fase 3, derive a matriz de relação total T de acordo com a Equação 22. Os resultados da matriz de relação total T são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16. Matriz de relação total T

CRITÉRIO	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
C ₁	0,9008	0,9548	1,1306	0,9985	1,0071	0,9412	1,1475	1,1085
C ₂	1,0300	0,8626	1,1666	1,0333	1,0020	0,9387	1,1714	1,1359
C ₃	1,0740	0,9914	1,0548	1,0683	1,0550	0,9595	1,2071	1,1819
C ₄	0,9283	0,8740	1,0503	0,8241	0,9149	0,8448	1,0705	1,0297
C ₅	0,8930	0,8282	0,9933	0,8835	0,7770	0,8136	1,0166	0,9732
C ₆	0,9831	0,9439	1,1023	0,9691	0,9599	0,7969	1,1142	1,0850
C ₇	0,9150	0,8755	1,0136	0,9013	0,8974	0,8342	0,9198	0,9801
C ₈	0,9635	0,8995	1,0756	0,9624	0,9498	0,8738	1,1177	0,9375

Fonte: O autor (2018)

Na Fase 4 do método DEMATEL, calcula-se as somas das linhas e colunas da matriz de relação total T apresentando o r_i e c_i de cada critério de acordo com a Tabela 17. Na matriz

de relação total T o r_i é obtido por meio da soma da linha da matriz de acordo com a Equação 23, enquanto que o c_i é obtido por meio da soma da coluna da matriz de acordo com a Equação 24.

Tabela 17. Valores de r_i e c_i

CODIFICAÇÃO	CRITÉRIOS	r_i	c_i
C ₁	Utilização de Recursos	8,1890	7,6877
C ₂	Eficiência do Layout	8,3404	7,2298
C ₃	Produtividade do PS	8,5920	8,5870
C ₄	Ambiente de Trabalho no PS	7,5365	7,6406
C ₅	Materiais	7,1785	7,5631
C ₆	Tecnologia	7,9545	7,0027
C ₇	Segurança do Paciente	7,3370	8,7649
C ₈	Tempo de Espera do Paciente	7,7799	8,4319

Fonte: O autor (2018)

Os especialistas do PS, juntamente com os autores deste estudo, decidiram usar a média aritmética como valor limiar, conforme proposto por (SHIEH; WU; HUANG, 2010, QUEZADA *et al.*, 2018). O valor limiar é obtido de acordo com a Equação 25, representa o Passo 5 do método DEMATEL e deve ser definido para eliminar elementos de efeito menor na matriz de relação total T . Os valores da matriz de relação total T que são menores que o limiar α não são considerados na avaliação.

$$\alpha = \frac{62,9077}{64} = 0,9829$$

De acordo com o valor limiar definido, a Tabela 18 é construída apresentando as influências fornecidas e recebidas entre os critérios. Desta forma, estão presentes na Tabela 18, apenas os valores de $[t_{ij}]$ superiores ao valor limiar. Destaca-se o valor de $[t_{21}]$ que corresponde o valor da influência entre o critério C₂ e C₁ de $(1,0300) > \alpha$ (0,9829). Sendo assim, a seta no diagrama de causa e efeito dos 8 critérios de acordo com a Figura 41 foi traçada do critério C₂ para o critério C₁ apresentando a influência que C₂ possui em C₁.

Tabela 18. Influências fornecidas e recebidas entre os 8 critérios da rede

CRITÉRIOS	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
C ₁			1,1306	0,9985	1,0071		1,1475	1,1085
C ₂	1,0300		1,1666	1,0333	1,0020		1,1714	1,1359
C ₃	1,0740	0,9914		1,0548	1,0683	1,0550	1,2071	1,1819
C ₄			1,0503				1,0705	1,0297
C ₅			0,9933				1,0166	
C ₆	0,9831		1,1023				1,1142	1,0850

CRITÉRIOS	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
C ₇			1,0136					
C ₈			1,0756				1,1177	

Fonte: O autor (2018)

Com base na Tabela 19, a importância dos oito critérios pode ser priorizada como $C_3 > C_8 > C_7 > C_1 > C_2 > C_4 > C_6 > C_5$ com base nos valores $(r_i + c_i)$, onde a Produtividade do PS (C_3) é o critério mais importante com valor de 17,1790, enquanto que o critério Materiais (C_5) é o critério menos importante com valor de 14,7415.

Tabela 19. Cálculo do $(r_i + c_i)$ e $(r_i - c_i)$

CODIFICAÇÃO	CRITÉRIOS	$r_i + c_i$	$r_i - c_i$
C ₁	Utilização de Recursos	15,8767	0,5013
C ₂	Eficiência do Layout	15,5702	1,1105
C ₃	Produtividade do PS	17,1790	0,0049
C ₄	Ambiente de Trabalho no PS	15,1771	-0,1041
C ₅	Materiais	14,7415	-0,3846
C ₆	Tecnologia	14,9572	0,9518
C ₇	Segurança do Paciente	16,1018	-1,4279
C ₈	Tempo de Espera do Paciente	16,2117	-0,6520

Fonte: O autor (2018)

No entanto, nota-se que apesar do critério Produtividade no PS (C_3) ser o mais importante, ele tem um valor $(r_i - c_i)$ próximo de 0, sendo esse critério apresentando baixa influência para com os demais critérios. Entretanto, cenários para serem simulados poderão ser direcionados no intuito de atender esse critério tais como: a inserção de mais médicos e enfermeiros no processo de atendimento e tratamento dos pacientes no PS pode resultar em reduções significativas no critério Tempo de espera do paciente (C_8).

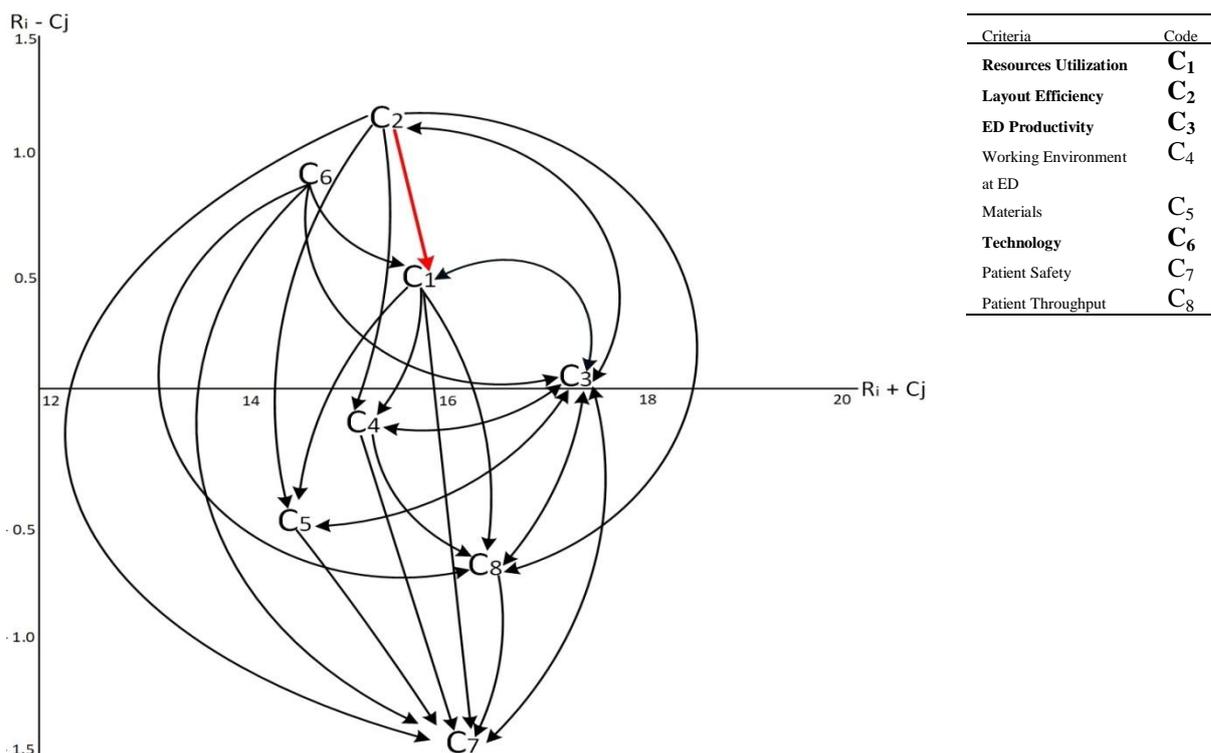


Figura 41. Mapa de influências entre os 8 critérios de performance de gestão em PS
Fonte: O autor (2018)

Em contraste com o nível de importância baseados nos valores de $(r_i - c_i)$, os critérios Utilização de recursos (C₁), Eficiência do Layout (C₂), Produtividade do ED (C₃) e Tecnologia (C₆) são causas líquidas, ou seja, fornecem influências. Enquanto que os critérios Ambiente de trabalho no ED (C₄), Materiais (C₅), Segurança do paciente (C₇), Tempo de Espera do Paciente (C₈) são receptores líquidos, ou seja, sofrem influências.

Contudo, percebe-se que o critério Eficiência do Layout (C₂) é o critério com o maior valor positivo de $(r_i - c_i)$. Isso significa que esse critério está fornecendo forte influência entre os critérios da rede. Cabe destacar que a implementação de estratégias de melhoria com foco neste critério, pode desencadear em melhorias para o PS que contemple os demais critérios que estão sendo influenciados. E.g., uma melhoria no layout, onde a equipe médica possa ter reduções em movimentações para atender e tratar pacientes pode ter reduções significativas no tempo de espera em fila pelo paciente (C₈). Acredita-se também que a melhoria no layout possa incrementar a produtividade no ED (C₃) por meio do aumento da quantidade de pacientes atendidos, como também deixar o ambiente de trabalho no ED (C₄) mais satisfatório para os profissionais.

Nota-se que os critérios Segurança do paciente (C₇), Tempo de espera do paciente (C₈) estão em 3º e 2º lugar em ordem de importância respectivamente, de acordo com a Tabela 19.

No entanto, esses 2 critérios estão recebendo influência na rede, pois as setas estão indo em suas direções conforme Figura 41, e os mesmos possuem $(r_i - c_i)$ negativos. Isso é fato, tais que como já citado, a melhoria no layout bem como o incremento na utilização dos recursos no PS, podem trazer ganhos positivos para esses 2 critérios. Como esses critérios são importantes de acordo com seu $(r_i + c_i)$, os analistas em simulação e tomadores de decisão devem considerar cenários que tenham impacto direto em critérios que influenciam estes critérios (C_7) e (C_8), de forma a melhorar os desempenhos destes. Por exemplo, capacitações para a equipe de trabalho pode contribuir para que os profissionais melhorem o rendimento e reduzam o tempo de atendimento ao paciente por meio de diagnósticos e tratamentos mais adequados as enfermidades dos pacientes. Isso também pode contribuir para o incremento do critério segurança do paciente (C_7), reduzindo prescrições de medicamentos e tratamentos incorretos.

De acordo com avaliação pelo DEMATEL, observou-se que o critério Tecnologia (C_6) apesar de ter um valor de $(r_i + c_i)$ abaixo dos demais critérios, o mesmo possui valor positivo de $(r_i - c_i)$, informando que o mesmo está influenciando na rede de critérios. Um PS equipado com tecnologias tais como SIH de forma a melhorar o atendimento pelos profissionais do PS aos pacientes, pode trazer benefícios positivos que atendam os demais critérios tais como: reduzir o tempo de espera do paciente (C_8), melhorar o ambiente de trabalho no PS (C_4), bem como também, melhorar a segurança do paciente (C_7), já que por meio de um HIS a equipe médica pode ter acesso às informações do paciente em tempo real, melhorando o processo de diagnóstico e prescrição de terapias.

Cabe destacar que os critérios Utilização de recursos (C_1), Eficiência do Layout (C_2), Produtividade do PS (C_3) e Tecnologia (C_6) merecem atenção especial quando da geração de cenários para melhorar a performance da gestão do PS, pois os mesmos são causas líquidas e exercerem influências nos critérios Ambiente de trabalho no PS (C_4), Materiais (C_5), Segurança do paciente (C_7), Tempo de Espera do Paciente (C_8) na rede de critérios de acordo com as direções das setas na Figura 41.

Tabela 20. Critérios e subcritérios influenciadores e influenciados na rede de relacionamentos

CLUSTER	$r_i + c_i$	$r_i - c_i$	INFLUENCIADOR	INFLUENCIADO
Utilização de Recursos (C₁)	15,8767	0,5013	X	
Utilização de médicos (C ₁₁)	8,7362	0,0560	X	
Utilização de enfermeiros (C ₁₂)	9,2584	-0,5830		X
Utilização da área de ressuscitação (C ₁₃)	8,0092	-0,2796		X
Utilização dos leitos disponíveis (C ₁₄)	8,5884	0,1623	X	
Utilização da área de atendimento ambulatorial (C ₁₅)	5,7343	0,0654	X	
Utilização da área para triagem (C ₁₆)	7,8430	0,5789	X	
Eficiência do Layout (C₂)	15,5702	1,1105	X	
Distância média percorrida por médicos (C ₂₁)	19,1549	-0,7139		X
Distância média percorrida por enfermeiros (C ₂₂)	20,1312	-0,6509		X
Distância média percorrida para acesso aos equipamentos médicos (C ₂₃)	19,1549	1,3648	X	
Produtividade do PS (C₃)	17,1790	0,0049	X	
Porcentagem de pacientes tratados por médicos (C ₃₁)	18,1136	0,8842	X	
Porcentagem de pacientes tratados por enfermeiros (C ₃₂)	17,4608	0,0234	X	
Porcentagem total de pacientes tratados (C ₃₃)	17,4504	-0,9076		X
Ambiente de Trabalho no PS (C₄)	15,1771	-0,1041		X
Treinamento da equipe do PS (C ₄₁)	14,4242	1,4977	X	
Satisfação do paciente (C ₄₂)	14,3087	-0,8013		X
Motivação da equipe do PS (C ₄₃)	14,8972	-0,0726		X
Aderência às diretrizes clínicas e protocolos médicos que regem o PS (C ₄₄)	14,0574	-0,6238		X
Materiais (C₅)	14,7415	-0,3846		X
Disponibilidade de suprimentos médicos (C ₅₁)	43,000	-1,000		X
Disponibilidade de medicamentos (C ₅₂)	43,000	1,000	X	
Tecnologia (C₆)	14,9572	0,9518	X	
Condição dos equipamentos médicos (C ₆₁)	34,1622	0,7379	X	
Disponibilidade dos equipamentos médicos (C ₆₂)	33,6917	-1,2654		X
Disponibilidade dos sistemas de informação (C ₆₃)	32,9324	0,5276	X	
Segurança do Paciente (C₇)	16,1018	-1,4279		X
Eventos adversos relacionados à administração de medicamentos (C ₇₁)	12,7249	1,2556	X	
Mortalidade durante a permanência no PS (C ₇₂)	13,1288	-0,2898		X
Mortalidade durante a admissão ao PS (C ₇₃)	11,8732	-0,9659		X
Tempo de Espera do Paciente (C₈)	16,2117	-0,6520		X
Início do atendimento médico (C ₈₁)	17,1703	-0,6563		X
Permanência do paciente no PS (C ₈₂)	18,1446	0,2856	X	
Início da triagem (C ₈₃)	15,9975	-0,3707		X

Fonte: O autor (2019).

As Tabelas 21 a 28 apresentam os subcritérios dos clusters (critério), as relações de influências entre os subcritérios ao avaliar a situação da gestão do processo de atendimento e tratamento de pacientes com vistas à redução da superlotação do PS do hospital estudado.

Essas informações são altamente relevantes para definir as ações de melhorias para o PS estudado.

Com base na Tabela 20, os subcritérios C_{11} , C_{14} , C_{15} e C_{16} são influenciadores, enquanto os subcritérios C_{12} e C_{13} são influenciados na rede de relacionamentos. A Tabela 21 apresenta o cluster Utilização de Recursos e as relações de influências entre os subcritérios. No entanto, o subcritério C_{15} apresenta baixo escore de influência (0,0654) e importância (5,7343) no conjunto de subcritérios, fazendo com que esse subcritério não exerça influência significativa para análises.

Cabe destacar que, os subcritérios C_{11} , C_{14} e C_{16} merecem atenção para a formulação de ações de melhorias, alcançando a contribuição máxima do critério Utilização de Recursos (C_1) para a redução da superlotação do PS. Pois os mesmos apresentam influências significativas no conjunto de subcritérios definidos, com destaque para os subcritérios C_{14} e C_{16} respectivamente.

Tabela 21. Relações de influência entre os subcritérios no cluster C_1

Subcritério	Subcritério					
	(C_{11})	(C_{12})	(C_{13})	(C_{14})	(C_{15})	(C_{16})
Utilização de médicos (C_{11})		0,9441	0,8282	0,8241		
Utilização de enfermeiros (C_{12})	0,7712	0,7354	0,7519	0,8016		0,7273
Utilização da área de ressuscitação (C_{13})	0,7382	0,8198		0,7130		
Utilização dos leitos disponíveis (C_{14})	0,8051	0,9087	0,7848			0,7372
Utilização da área de atendimento ambulatorial (C_{15})						
Utilização da área para triagem (C_{16})	0,7948	0,9114	0,7260	0,7327		

Fonte: O autor (2020)

De acordo com a Tabela 20, no cluster do critério Eficiência do Layout (C_2), o subcritério C_{23} exerce influências sobre os outros subcritérios do cluster. Neste sentido, os gestores do PS, com foco na redução da superlotação de pacientes, devem direcionar esforços no sentido de facilitar à equipe médica (médicos e enfermeiros) o acesso aos equipamentos médicos para atendimento e tratamento aos pacientes, conforme observa-se na Tabela 22.

Tabela 22. Relações de influência entre os subcritérios no cluster C2

Subcritério	Subcritério		
	(C ₂₁)	(C ₂₂)	(C ₂₃)
Distância média percorrida por médicos (C ₂₁)		3,3911	
Distância média percorrida por enfermeiros (C ₂₂)	3,4226		
Distância média percorrida para acesso aos equipamentos médicos (C ₂₃)	3,5774	3,7585	

Fonte: O autor (2020)

Observando a Tabela 21, percebe-se que no cluster Produtividade do PS (C₃), o subcritério C₃₁ exerce forte influências nos subcritérios C₃₂ e C₃₃. A Tabela 23 apresenta que, apesar do subcritério C₃₂ ter a maior influência dentro do cluster, o PS deve se concentrar no cluster Utilização de Recursos C₁ para que os subcritérios C₃₁ e C₃₂ sejam afetados, aumentando a porcentagem total de pacientes tratados C₃₃ e o problema de superlotação do PS seja reduzido.

Tabela 23. Relações de influências entre os subcritérios no cluster C₃

Subcritério	Subcritério		
	(C ₃₁)	(C ₃₂)	(C ₃₃)
Porcentagem de pacientes tratados por médicos (C ₃₁)		3,2300	3,3991
Porcentagem de pacientes tratados por enfermeiros (C ₃₂)	2,9518		3,1169
Porcentagem total de pacientes tratados (C ₃₃)			

Fonte: O autor (2020)

De acordo com a Tabela 20, no cluster do critério Ambiente de trabalho no PS (C₄), o subcritério C₄₁ é influenciador na rede de subcritérios, enquanto os subcritérios C₄₂, C₄₃ e C₄₄ são influenciados. Treinamentos para a equipe do PS (veja Tabela 24) desencadeiam em maior satisfação do paciente com os serviços prestados pelo PS, influenciando de forma positiva a motivação da equipe do PS e atendendo aos protocolos e diretrizes clínicas que regem o PS. Desta forma, o PS do hospital estudado deve se concentrar nesse subcritério (C₄₁) para alcançar a contribuição máxima do critério Ambiente de trabalho no PS (C₄) para satisfazer o atendimento e tratamento de pacientes e como consequência, reduzir a superlotação do PS.

Cabe destacar que, os gestores do PS também devem desenvolver ações de melhorias que foquem na motivação da equipe do PS (C₄₃). Uma equipe motivada poderá contribuir com uma maior satisfação do paciente pelos serviços prestados pelo PS, bem como, contribuir para

que os profissionais sigam com os atendimentos e tratamentos aderentes aos definidos pelos protocolos médicos e diretrizes clínicas que regem o PS.

Tabela 24. Relações de influência entre os subcritérios no cluster C₄

Subcritério	Subcritério			
	(C ₄₁)	(C ₄₂)	(C ₄₃)	(C ₄₄)
Treinamento da equipe do PS (C ₄₁)		2,1388	2,1212	2,0851
Satisfação do paciente (C ₄₂)			1,8188	
Motivação da equipe do PS (C ₄₃)		1,9959		1,9522
Aderência às diretrizes clínicas e protocolos médicos que regem o PS (C ₄₄)		1,8179	1,8030	

Fonte: O autor (2020)

É útil observar que, por meio da Tabela 20, a disponibilidade de medicamentos é o subcritério influenciador na rede, enquanto a disponibilidade de suprimentos médicos é o influenciado. De acordo com a Tabela 25, a Disponibilidade de medicamentos influencia a disponibilidade de suprimentos médicos. Portanto, o PS deve se concentrar em desenvolver ações de melhorias que vão ao encontro de satisfazer o subcritério Disponibilidade de medicamentos (C₅₂).

Tabela 25. Relações de influência entre os subcritérios no cluster C₅

Subcritério	Subcritério	
	(C ₅₁)	(C ₅₂)
Disponibilidade de suprimentos médicos (C ₅₁)		
Disponibilidade de medicamentos (C ₅₂)	11,5000	

Fonte: O autor (2020)

Por meio da Tabela 20, observa-se que, a condição dos equipamentos médicos (C₆₁) e a Disponibilidade dos sistemas de informação (C₆₃) são subcritérios influenciadores na rede, enquanto o subcritério disponibilidade dos equipamentos médicos (C₆₂) é influenciado. De acordo com a Tabela 26, pode-se inferir que, a condição dos equipamentos médicos afeta a disponibilidade dos equipamentos e dos sistemas de informação. Isso está relacionado à importância dos departamentos de manutenção para fornecer eficiência e tempo de suporte técnico ao PS.

O tempo de inatividade de equipamentos médicos tem sido uma preocupação crescente nos PSs nos últimos anos (ORTIZ, FELIZZOLA; ISAZA, 2015). Portanto, é necessário abordar a nova complexidade dos equipamentos médicos, devido à maior sofisticação e especialização, integração com redes eletrônicas, dependência de serviços de

terceirização para manutenção especializada e aumento dos requisitos de conformidade, segurança, confiabilidade e precisão. Uma baixa porcentagem de disponibilidade dos equipamentos pode reduzir a eficiência do tratamento e diagnóstico nos PSs e consequentemente, os pacientes podem ser colocados em risco.

Tabela 26. Relações de influência entre os subcritérios no cluster C₆

Subcritério	Subcritério		
	(C ₆₁)	(C ₆₂)	(C ₆₃)
Condição dos equipamentos médicos (C ₆₁)		6,1738	5,7104
Disponibilidade dos equipamentos médicos (C ₆₂)			
Disponibilidade dos sistemas de informação (C ₆₃)	5,6605	5,8957	

Fonte: O autor (2020)

De acordo com a Tabela 20, o subcritério eventos adversos relacionados à administração de medicamentos se destaca como influenciador na rede de relacionamentos, impactando diretamente na mortalidade de pacientes durante a permanência, bem como na admissão no PS, conforme detalhado na Tabela 27.

Tabela 27. Relações de influência entre os subcritérios no cluster C₇

Subcritério	Subcritério		
	(C ₇₁)	(C ₇₂)	(C ₇₃)
Eventos adversos relacionados à administração de medicamentos (C ₇₁)		2,6078	2,4585
Mortalidade durante a permanência no PS (C ₇₂)			2,2829
Mortalidade durante a admissão ao PS (C ₇₃)			

Fonte: O autor (2020)

Conforme a Tabela 20, percebe-se que o subcritério Permanência do paciente no PS (C₈₂) é o subcritério influenciador, enquanto o Início do atendimento médico (C₈₁) e Início da triagem (C₈₃) são influenciados. Pode-se inferir que, a permanência do paciente no PS impacta diretamente no início do atendimento médico e início da triagem de pacientes e vice-versa (veja Tabela 28). Desta forma, crê-se que, se não forem adotadas medidas para redução do tempo de permanência do paciente no PS tais como aumentar a frequência da presença de preceptores médicos para reduzir o tempo de avaliação do paciente, melhorar e treinar equipe médica no processo de alta, etc. o tempo de permanência do paciente pode-se prolongar, comprometendo o início do atendimento médico por causa da superlotação de pacientes no PS.

Tabela 28. Relações de influência entre os subcritérios no cluster C_8

Critério: Tempo de Espera do Paciente (C_8)			
Subcritério	Subcritério		
	(C_{81})	(C_{82})	(C_{83})
Início do atendimento médico (C_{81})		3,0647	
Permanência do paciente no PS (C_{82})	3,2713	2,9682	2,9756
Início da triagem (C_{83})	2,9878	2,8966	

Fonte: O autor (2020)

5.8 APLICAÇÃO DA FASE 1 DO *FRAMEWORK* - PROPOSTA DE AÇÕES DE MELHORIAS PARA O PS

Com base nos resultados gerados pelo método DEMATEL, a próxima etapa do *Framework* é projetar ações de melhorias. Assim, se focou nos quatro principais critérios com valor positivo ($r_i - c_i$) que são influenciadores na rede de relacionamento. O Quadro 15 apresenta ações de melhorias que podem contribuir com a redução da superlotação de pacientes no PS.

Quadro 15. Ações de melhorias propostas para o PS

Critérios	Subcritérios	Ações de melhorias propostas	Efeitos
Utilização de Recursos (C_1)	Utilização de médicos (C_{11}) Utilização de enfermeiros (C_{12}) Utilização da área de ressuscitação (C_{13}) Utilização dos leitos disponíveis (C_{14}) Utilização da área de atendimento ambulatorial (C_{15}) Utilização da área para triagem (C_{16})	<p>► Ação de melhoria 1 Considerando que, de acordo com o CFM, o tempo para o início da triagem do paciente tende a 0 (zero), a ação de melhoria 1 será testada, por meio de um cenário simulado, a inserção de mais um enfermeiro disponível para realizar triagem de pacientes no período de maior demanda de atendimento conforme destacado na Figura 32.</p> <p>► Ação de melhoria 2 Considerando que a maior demanda por atendimento está na área de ortopedia, conforme identificado na Tabela 9, a ação de melhoria 2 que, contempla a inserção de mais um médico ortopedista na escala de plantão do PS poderá ser testada por meio de um cenário simulado.</p> <p>► Ação de melhoria 3 Troca da equipe de anestesista do PS.</p> <p>► Ação de melhoria 4 Definir médico responsável (chefe) pelo plantão do PS.</p>	As ações planejadas podem ter efeito direto nos critérios Tempo de espera do paciente (C_8) e Produtividade do PS (C_3), tais como a redução do tempo de espera para início do atendimento médico e da triagem, redução do tempo de permanência do paciente no PS e aumento do número de pacientes atendidos. Essas ações também podem afetar indiretamente o critério Segurança do Paciente (C_7).
Eficiência do Layout (C_2)	Distância média percorrida por médicos (C_{21})	► Ação de melhoria 5 De acordo com o CFM, o tempo para o início da triagem do paciente tende a 0 (zero), desta forma, será testado por	As ações planejadas podem afetar a Produtividade do PS (C_3), a Utilização de recursos (C_1) e o Tempo de

Critérios	Subcritérios	Ações de melhorias propostas	Efeitos
	<p>Distância média percorrida por enfermeiros (C₂₂)</p> <p>Distância média percorrida para acesso aos equipamentos médicos (C₂₃)</p>	<p>meio de um cenário simulado, a inserção de mais uma sala disponível para triagem de pacientes em períodos do dia com maior demanda de atendimento aos pacientes no PS.</p> <p>► Ação de melhoria 6 Devido ao alto número de pacientes pouco urgentes (verdes) e não urgentes (azuis) destacados na Tabela 10, uma ação de melhoria será testada por meio de um cenário simulado que contempla no período das 07h às 23h a disponibilidade de um espaço no PS para atendimento (<i>fast-track</i>) por meio de um médico ortopedista e médicos residentes em ortopedia.</p> <p>► Ação de melhoria 7 Disponibilizar o painel de retirada de senha para início da triagem mais próximo da área de acolhimento de pacientes.</p> <p>► Ação de melhoria 8 Um cenário simulado testa a criação da área Satélite do laboratório no PS para agilidade na coleta de material para os exames.</p> <p>► Ação de melhoria 9 Recuar a parede da área de entrada no PS até onde inicia o corredor da classificação de risco.</p> <p>► Ação de melhoria 10 Posicionar as cadeiras para o corredor da classificação de risco.</p> <p>► Ação de melhoria 11 Retirar a divisão do consultório para sala de gesso, para que se torne um espaço único.</p> <p>Devido a existência de pacientes sem triagem na sala de politrauma, definiu-se fluxo interno da sala de politrauma para a chegada vertical (chegada de pacientes ao PS que necessitam passar pelo acolhimento (triagem)).</p> <p>► Ação de melhoria 12 Criar posto de Enfermagem centralizado no PS.</p>	<p>espera do paciente (C₈). Essas ações podem melhorar a adequação do uso de recursos, a proporção de pacientes atendidos pelos médicos, reduzir o tempo de espera para iniciar o atendimento médico e na triagem, bem como, reduzir o tempo de permanência no PS. As ações planejadas também podem afetar indiretamente o critério Segurança do paciente (C7).</p>
Produtividade do PS (C₃)	<p>Porcentagem de pacientes tratados por médicos (C₃₁)</p> <p>Porcentagem de pacientes tratados por enfermeiros (C₃₂)</p> <p>Porcentagem total de pacientes tratados (C₃₃)</p>	<p>► Ação de melhoria 13 Qualificação de enfermeiros para realizar a triagem de pacientes com base no Protocolo de Manchester.</p> <p>► Ação de melhoria 14 Treinar médicos e enfermeiros para o atendimento (<i>fast-track</i>) de pacientes.</p> <p>► Ação de melhoria 15 Realizar treinamento para o time da recepção, médicos e enfermeiros do PS no SIH atual.</p>	<p>As ações de melhoria com foco no critério Produtividade do PS podem impactar o critério Ambiente de Trabalho no PS (C₄), melhorando a satisfação da equipe médica (médicos e enfermeiros) no trabalho. Além de desenvolver conjuntos de habilidades e competências dos enfer-</p>

Critérios	Subcritérios	Ações de melhorias propostas	Efeitos
		<p>► Ação de melhoria 16 Criar gestão visual no espaço físico, pacientes aguardando exame e com exame realizado.</p> <p>► Ação de melhoria 17 Tratativa junto à secretaria municipal de saúde de Curitiba, realizada pela alta direção do Hospital devido à grande quantidade de pacientes encaminhados pelas UPAs e UBSs sem emergência médica. Desta forma, para ver o impacto da ação, um cenário poderá ser testado, eliminando do processo os pacientes (pouco urgente e não urgente) que são encaminhados pelas UPAs e UBSs para receberem atendimento no PS.</p> <p>► Ação de melhoria 18 Um cenário simulado irá contemplar a melhoria do processo de alta médica com vistas à redução do tempo de permanência do paciente no PS e, posteriormente, treinar o corpo clínico sobre o novo processo de alta.</p> <p>► Ação de melhoria 19 Devido à demora para a realização de exames de imagem, criar fluxo não concorrente ao paciente de urgência/emergência e testar a ação por meio de um cenário simulado.</p> <p>► Ação de melhoria 20 Devido a demora na avaliação de pacientes para alta ou internação, pretende-se por meio de um cenário simulado, testar o aumento da frequência da presença de preceptores médicos no PS para reduzir o tempo de início da avaliação de pacientes.</p>	<p>meios para a realização da triagem dos pacientes. Isso poderá impactar diretamente na redução do tempo de espera do paciente para o início da triagem e efeito no critério Segurança do paciente (C₇) por meio de uma triagem mais eficiente. As ações planejadas tais como: 17, 18, 19, 20 poderão impactar diretamente no tempo de espera pelo paciente por atendimento médico e triagem, bem como na redução do tempo de permanência do paciente no PS, afetando indiretamente na Segurança do paciente (C₇)</p>
Tecnologia (C₆)	<p>Condição dos equipamentos médicos (C₆₁)</p> <p>Disponibilidade dos equipamentos médicos (C₆₂)</p> <p>Disponibilidade dos sistemas de informação (C₆₃)</p>	<p>► Ação de melhoria 21 Adquira um novo SIH que cubra todas as etapas de admissão e tratamento de pacientes e de gerenciamento de PS e que seja interoperável com outros SIH.</p> <p>► Ação de melhoria 22 Considerando a demanda em ortopedia, uma ação de melhoria testará por meio de um cenário simulado a inserção de mais um equipamento de raio-X no PS e fornecer manutenção preditiva para evitar o tempo de inatividade não planejado do equipamento.</p> <p>► Ação de melhoria 23 Automatize a remoção de senha para triagem de pacientes.</p> <p>► Ação de melhoria 24 Criar interface entre o SIH e o E-Saúde.</p>	<p>As ações de melhorias concebidas podem afetar os critérios Segurança do paciente (C₇) e o Tempo de espera do paciente (C₈) por meio de diagnósticos mais rápidos e precisos, melhorando assim, as prescrições de terapias/tratamento. As ações também podem direcionar e aumentar o número de pacientes atendidos e, assim, abordar também o critério Produtividade do PS (C₃) e a Utilização de recursos (C₁).</p> <p>Por fim, as ações podem reduzir o tempo de espera para o início do atendimento médico e o tempo de permanência no paciente</p>

Critérios	Subcritérios	Ações de melhorias propostas	Efeitos
			no PS, melhorar o uso de profissionais para o atendimento ao paciente e com isso a Segurança do Paciente (C ₇) poderá ser aumentada.

Fonte: O autor (2020)

5.9 APLICAÇÃO DA FASE 2 DO FRAMEWORK – DEFINIÇÃO DOS PESOS AHP-DEMATEL

Esta referida fase do *Framework* compreende idealizar o método híbrido (AHP-DEMATEL) para a definição dos pesos dos critérios e subcritérios que regem a gestão do processo de atendimento e tratamento de pacientes em unidades de PSs com foco na redução da superlotação. O modelo híbrido concebido foi necessário para dar suporte na definição dos pesos para serem consumidos pelo método PROMETHEE II, já que conforme colocado, o método PROMETHEE II não dispõe de suporte formal para a pesagem dos critérios, ficando isso a cargo dos tomadores de decisão.

As comparações pareadas para o método AHP foram calculadas usando o software Superdecision® e a matriz limite foi estabelecida para determinar os pesos dos critérios e subcritérios (sem interdependência), conforme descrito na Tabela 29. Além do mais, nesta fase também são apresentados as Razões de Consistência (RCs) das matrizes de comparações AHP, com o objetivo de validar a confiabilidade da decisão conforme Tabela 30. Um exemplo de uma matriz de comparação em pares para o método AHP utilizando o software Superdecision® é descrito na Figura 42.

Figura 42. Comparação em pares para o método AHP

Fonte: O autor (2019).

Tabela 29. Pesos locais (LW) e globais (GW) de critérios e subcritérios com AHP

CLUSTER	AHP	
	Peso Critério	Peso Subcritério
Utilização de Recursos (C₁)	0,2481	
Utilização de médicos (C ₁₁)		0,3966
Utilização de enfermeiros (C ₁₂)		0,2312
Utilização da área de ressuscitação (C ₁₃)		0,0705
Utilização dos leitos disponíveis (C ₁₄)		0,0878
Utilização da área de atendimento ambulatorial (C ₁₅)		0,0374
Utilização da área para triagem (C ₁₆)		0,1765
Eficiência do Layout (C₂)	0,3386	
Distância média percorrida por médicos (C ₂₁)		0,1634
Distância média percorrida por enfermeiros (C ₂₂)		0,2970
Distância média percorrida para acesso aos equipamentos médicos (C ₂₃)		0,5396
Produtividade do PS (C₃)	0,1101	
Porcentagem de pacientes tratados por médicos (C ₃₁)		0,5816
Porcentagem de pacientes tratados por enfermeiros (C ₃₂)		0,3090
Porcentagem total de pacientes tratados (C ₃₃)		0,1095
Ambiente de Trabalho no PS (C₄)	0,1339	
Treinamento da equipe do PS (C ₄₁)		0,5576
Satisfação do paciente (C ₄₂)		0,1682
Motivação da equipe do PS (C ₄₃)		0,1798
Aderência às diretrizes clínicas e protocolos médicos que regem o PS (C ₄₄)		0,0945
Materiais (C₅)	0,0196	
Disponibilidade de suprimentos médicos (C ₅₁)		0,3333
Disponibilidade de medicamentos (C ₅₂)		0,6667
Tecnologia (C₆)	0,0272	
Condição dos equipamentos médicos (C ₆₁)		0,5396

CLUSTER	AHP	
	Peso Critério	Peso Subcritério
Disponibilidade dos equipamentos médicos (C ₆₂)		0,2970
Disponibilidade dos sistemas de informação (C ₆₃)		0,1634
Segurança do Paciente (C₇)	0,0479	
Eventos adversos relacionados à administração de medicamentos (C ₇₁)		0,2969
Mortalidade durante a permanência no PS (C ₇₂)		0,1634
Mortalidade durante a admissão ao PS (C ₇₃)		0,5396
Tempo de Espera do Paciente (C₈)	0,0747	
Início do atendimento médico (C ₈₁)		0,6267
Permanência do paciente no PS (C ₈₂)		0,0936
Início da triagem (C ₈₃)		0,2797

Fonte: O autor (2019).

Os resultados apresentados na Tabela 30, evidenciaram que todas as matrizes atingiram valores de consistência aceitáveis ($RC \leq 10\%$) que caracterizam um processo de coleta de dados bem-sucedidos. Hierarquias com RC aceitável podem fornecer um alto nível de confiança no processo decisório.

Tabela 30. Razões de consistência para matrizes do AHP

CRITÉRIO	RELAÇÃO DE CONSISTÊNCIA (RC)
Utilização de Recursos (C ₁)	0,05457
Eficiência do Layout (C ₂)	0,00885
Produtividade do PS (C ₃)	0,00355
Ambiente de Trabalho no PS (C ₄)	0,00791
Materiais (C ₅)	0,00000
Tecnologia (C ₆)	0,00885
Segurança do Paciente (C ₇)	0,00885
Tempo de Espera do Paciente (C ₈)	0,08247

Fonte: O autor (2019).

Conforme Tabela 31, combinou-se o método DEMATEL com o AHP para o cálculo de ponderações de critérios para alimentar o método PROMETHEE II que, dará o suporte na priorização das ações de melhorias para serem implementadas no PS.

Tabela 31. Pesos dos critérios DEMATEL \times AHP normalizados

CRITÉRIOS	DEMATEL ($r_i + c_i$)	AHP	DEMATEL \times AHP	PESOS NORMALIZADOS
				FW^m
Utilização de Recursos (C_1)	15,8767	0,24808	3,9387	0,2491
Eficiência do Layout (C_2)	15,5702	0,33860	5,2721	0,3334
Produtividade do PS (C_3)	17,1790	0,11008	1,8911	0,1196
Ambiente de Trabalho no PS (C_4)	15,1771	0,13390	2,0322	0,1285
Materiais (C_5)	14,7415	0,01955	0,2882	0,0182
Tecnologia (C_6)	14,9572	0,02717	0,4064	0,0257
Segurança do Paciente (C_7)	16,1018	0,04793	0,7718	0,0488
Tempo de Espera do Paciente (C_8)	16,2117	0,07470	1,2110	0,0766
			SOMA = 15,8114	SOMA = 1

Fonte: O autor (2020)

Aqui, os julgamentos aos pares fornecidos pelo método DEMATEL Fase 1 e método AHP Fase 2 são incorporados aos métodos de cálculo dos pesos globais e locais para critérios e subcritérios com base nas relações de influências, interdependências e a consistência dos tomadores de decisão, conforme Equações 26 e 27.

Nesse sentido, o peso local (LW_i^m) apresenta a importância relativa de cada subcritério i dentro de cada critério m , e o peso global (GW_i) denota a contribuição de cada subcritério i para atender o objetivo geral (redução da superlotação de pacientes no PS) conforme Equação 28. Os pesos locais e globais de critérios e subcritérios são apresentados na Tabela 32.

Tabela 32. Pesos globais e locais de critérios e subcritérios sob a abordagem AHP-DEMATEL

CLUSTER	AHP \times DEMATEL		
	FW^m	LW_i^m	GW_i
Utilização de Recursos	0,2491		
Utilização de médicos		0,4065	0,1013
Utilização de enfermeiros		0,2512	0,0626
Utilização da área de ressuscitação		0,0662	0,0165
Utilização dos leitos disponíveis		0,0885	0,0220
Utilização da área de atendimento ambulatorial		0,0252	0,0063
Utilização da área para triagem		0,1624	0,0405
Eficiência do Layout	0,3334		
Distância média percorrida por médicos		0,1610	0,0537
Distância média percorrida por enfermeiros		0,3074	0,1025
Distância média percorrida para acesso aos equipamentos médicos		0,5316	0,1772
Produtividade do PS	0,1196		
Porcentagem de pacientes tratados por médicos		0,5905	0,0706
Porcentagem de pacientes tratados por enfermeiros		0,3051	0,0365
Porcentagem total de pacientes tratados		0,1088	0,0130

CLUSTER	AHP × DEMATEL		
	FW^m	LW_i^m	GW_i
Ambiente de Trabalho no PS	0,1285		
Treinamento da equipe do PS		0,5564	0,0715
Satisfação do paciente		0,1665	0,0214
Motivação da equipe do PS		0,1852	0,0238
Aderência às diretrizes clínicas e protocolos médicos que regem o PS		0,0919	0,0118
Materiais	0,0182		
Disponibilidade de suprimentos médicos		0,3333	0,0061
Disponibilidade de medicamentos		0,6667	0,0122
Tecnologia	0,0257		
Condição dos equipamentos médicos		0,5451	0,0140
Disponibilidade dos equipamentos médicos		0,2958	0,0076
Disponibilidade dos sistemas de informação		0,1591	0,0041
Segurança do Paciente	0,0488		
Eventos adversos relacionados à administração de medicamentos		0,3064	0,0150
Mortalidade durante a permanência no PS		0,1740	0,0085
Mortalidade durante a admissão ao PS		0,5196	0,0254
Tempo de Espera do Paciente	0,0766		
Início do atendimento médico		0,6355	0,0487
Permanência do paciente no PS		0,1003	0,0077
Início da triagem		0,2642	0,0202

Fonte: O autor (2019).

De acordo com a abordagem híbrida (AHP-DEMATEL) o critério Eficiência do Layout (C_2) se apresenta como o critério de maior prioridade, seguido de Utilização de Recursos (C_1), Ambiente de trabalho no PS (C_4) e Produtividade do PS (C_3) respectivamente, conforme Figura 43.

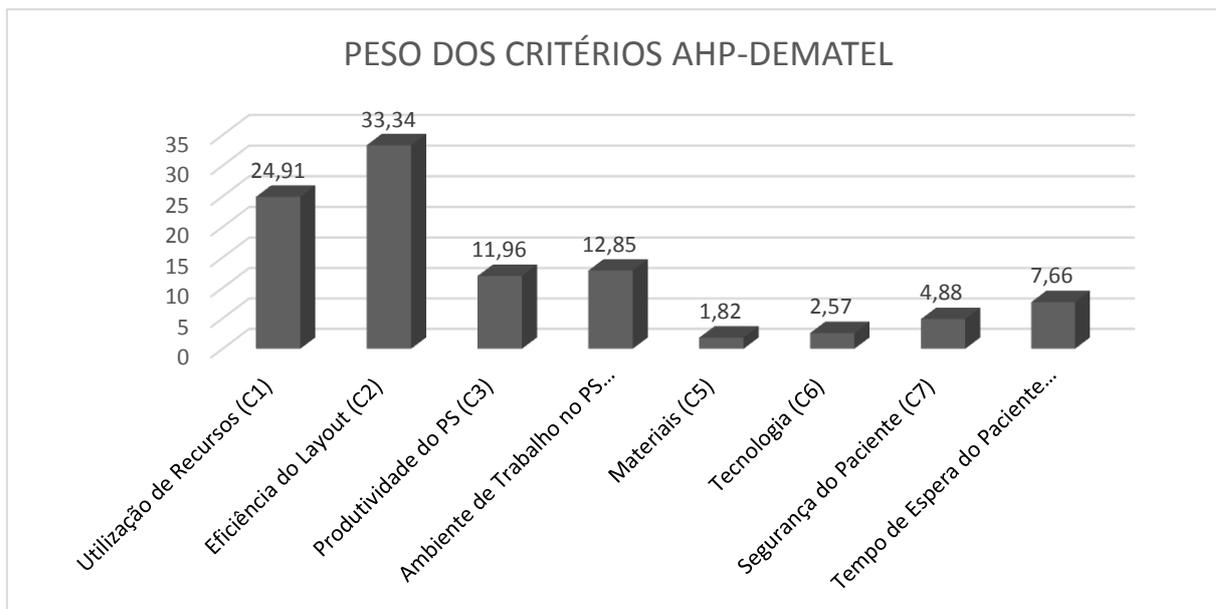


Figura 43. Peso global do critérios com a abordagem DEMATEL × AHP

Fonte: O autor (2020)

5.10 RESULTADOS OBTIDOS COM A APLICAÇÃO DO *FRAMEWORK*

Esta respectiva seção, apresenta paralelamente as Fases A5 e A6 da metodologia proposta neste presente estudo. As respectivas Fases suportam a avaliação e discussão dos resultados auferidos com a aplicação do *Framework* no PS.

Os serviços prestados pelos PSs desempenham um papel estratégico na saúde do paciente. No entanto, em muitos casos, os gestores hospitalares podem não identificar os problemas que causam a superlotação dos PSs devido à complexidade dos vários critérios conflitantes e interdependentes que governam o gerenciamento do processo de tratamento e tratamento do paciente nos PSs. Nesse contexto, é necessário o uso de ferramentas formais que forneçam aos especialistas uma melhor avaliação diagnóstica do processo. Isso pode permitir que sejam projetadas alternativas que possam ser mais eficazes na resolução de um problema.

Dessa forma, o método DEMATEL pode ajudar especialistas no gerenciamento do processo de atendimento e tratamento de pacientes em unidades de PSs a fazer melhorias apropriadas para resolver um problema. O método é baseado nas relações de *feedback*, interdependência e influências entre os critérios/subcritérios definidos que impulsionam as melhorias. Ao aplicar o método DEMATEL, a importância dos oito critérios e seus subcritérios que governam o gerenciamento do PS foi determinada por pesos, e as relações causais entre os critérios puderam ser construídas. Os resultados da aplicação do método

DEMATEL mostram que Utilização de Recursos (C_1), Eficiência de Layout (C_2), Produtividade ED (C_3) e Tecnologia (C_6) são os critérios influentes na rede de relacionamentos. Com esse conhecimento, os especialistas enriqueceram a discussão do problema de superlotação do PS e um conjunto de 24 (vinte e quatro) ações de melhorias puderam ser concebidas. Entretanto, em muitos casos, os gestores hospitalares desconhecem os efeitos gerados por essas ações de melhoria. Sendo assim, é a partir deste ponto que a SED é útil na abordagem utilizada em nosso estudo.

No entanto uma premissa da SED requer esforços de modelagem e os dados que alimentam um modelo de SED geralmente são baseados em dados estatísticos coletados manualmente por meio de formas tradicionais tais como: documentações, observações e entrevistas com especialistas que ajudam a entender o processo do mundo real. Sendo assim, somente utilizar essas técnicas para coleta de dados pode-se induzir a erros de modelagem, pois se baseiam na percepção humana, além de serem demoradas (ROZINAT *et al.*, 2009a).

Para o presente estudo, a mineração de processos se mostrou uma técnica satisfatória no apoio à construção do modelo de simulação, uma vez que a mesma capturou por meio das informações disponíveis no *log* de eventos, como o processo de atendimento e tratamento no PS está sendo executado. Por meio do entendimento da execução do processo, a concepção do modelo conceitual de simulação foi facilitada, com pouca intervenção dos especialistas do processo nesta etapa.

A partir dos dados dos pacientes registrados no HIS, a mineração de processos foi relevante para identificar as distribuições estatísticas dos fenômenos aleatórios reduzindo a coleta de forma manual, ou seja, por meio da cronometragem dos tempos entre as chegadas dos pacientes no PS, tempo despendido para realização da triagem etc. Assim sendo, facilitou a análise dos fenômenos aleatórios em distintos períodos do dia, o que deixou o modelo de simulação mais realista. Outro aspecto de relevância é que com o auxílio da mineração de processos, o modelo de simulação pôde ser concebido de maneira mais rápida e com pouca intervenção de especialistas na coleta dos dados. Considera-se que isso pode contribuir para encorajar o uso da simulação em ambientes da área da saúde.

Com a implantação da SED, os especialistas puderam testar duas ações de aprimoramento criadas a partir do conhecimento gerado pelo método DEMATEL e comparar os resultados alcançados.

Assim, a SED destaca, conforme o artigo publicado *A Support Framework for Decision Making in Emergency Department Management*, que as ações de melhoria focadas em critérios importantes e influentes na rede de critérios (C_1 e C_2) estão gerando melhorias

significativas nos critérios influenciados, tais como, Produtividade ED (C_3), Segurança do paciente (C_7), Taxa de transferência do paciente (C_8) que também são importantes na rede de critérios devido ao seu ($r_i + c_j$). Assim, aumentando o uso de recursos e melhorando a eficiência do layout o PS do hospital estudado se torna mais produtivo, com redução no tempo de espera para atendimento médico, assim como, o tempo de permanência do paciente no PS e, por sua vez, a segurança do paciente é aumentada por meio de uma prestação de serviços mais rápida. Finalmente, é alcançado um desempenho favorável na gestão do processo de atendimento e tratamento ao paciente no PS. Este estudo destaca que, com base na avaliação dos dados, notou-se que as demandas dos pacientes são variáveis em dois períodos diferentes de um determinado dia. Nesse caso, a implantação do DES facilitou a implementação de ações de melhoria no local e hora certos.

No entanto, como os recursos de um PS são escassos e de alto custo, os especialistas precisam tomar decisões assertivas para solucionar um problema identificado. Portanto, o método PROMETHEE II foi utilizado para contribuir com os especialistas à ordenar as ações de melhoria identificadas pelo método DEMATEL. Dada a classificação fornecida pelo método PROMETHEE II e pelo Plano GAIA, os especialistas identificaram as ações de melhorias mais favoráveis para reduzir a superlotação do PS.

A princípio, 7 (sete) ações de melhorias foram ordenadas pelo método PROMETHEE II para serem implementadas no PS, conforme publicado no artigo *A Hybrid Model to Support Decision Making in Emergency Department Management* no apêndice 1. Por tanto, pode-se concluir a partir do eixo de decisão do GAIA que as ações A_3 e A_2 têm resultados mais satisfatórios porque estão mais próximas do eixo.

No entanto, os especialistas decidiram implementar a ação de melhoria A_3 porque ela possui o maior fluxo líquido. Essa ação envolve a adição de um espaço no PS para que um médico ortopedista e médicos residentes em ortopedia atendam a alta demanda de pacientes com uma classificação de baixo risco. Baixo risco é indicado pelo MTS nas cores verde e azul, bem como no perfil de especialidade médica do PS. Com essa ação, os especialistas buscam obter melhores respostas para o problema enfrentado pelo PS. Após implementar a ação de melhoria A_3 , ações adicionais, como A_2 , serão implementadas de acordo com a priorização oferecida pelo método PROMETHEE II. Esses detalhes estão caracterizados no artigo *A Hybrid Model to Support Decision Making in Emergency Department Management*.

Conforme salientado que o método PROMETHEE II não possui formalidades para a pesagem (nível de importância) de critérios/subcritérios que integram um processo decisório, o modelo híbrido (AHP-DEMATEL) que compõe o *Framework*, foi desenvolvido para esta

finalidade. Por meio desse modelo, foi possível gerar pesos para os critérios/subcritérios com base nas relações de causalidades, interdependências e níveis de consistência nas opiniões dos especialistas da gestão do processo de atendimento e tratamento de pacientes no PS.

Entretanto, em primeiro momento, como metodologia para lidar com a complexidade da definição dos pesos dos critérios para o método PROMETHEE II, usamos a abordagem do método DEMATEL conforme o artigo científico *A Hybrid Model to Support Decision Making in Emergency Department Management* publicado no *journal Knowledge-Based Systems* (veja apêndice 1). Conforme Shieh, Wu, Huang (2010), por meio do método DEMATEL, é possível definir o valor dos efeitos diretos e indiretos causados e recebidos pelo critério; quanto maior esse valor, maior o peso e o grau de importância do critério no conjunto de critérios estabelecidos. Ao estabelecer relacionamentos de feedback, um critério pode ser considerado relevante na rede de relacionamentos devido às influências fornecidas e recebidas.

As seções circunjacentes, baseada na aplicação da Fase A7 da metodologia proposta, apresentam as conclusões, limitações da presente tese, bem como as recomendações para novos trabalhos que possam ser concebidos com base nos estudos desenvolvidos nesta presente tese de doutorado.

6 CONCLUSÕES

Este capítulo contempla as conclusões, as limitações do presente trabalho e as sugestões para estudos futuros.

6.1 CONCLUSÕES GERAIS

Diante do contexto que aborda o domínio estudado, as organizações em saúde veem cada vez mais a necessidade da construção de métodos e ferramentas para melhorar a eficiência na tomada de decisão e garantir a satisfação das necessidades dos pacientes.

No que se refere ao ambiente hospitalar, os PSs necessitam de uma gestão eficiente corroborando com a performance no atendimento aos pacientes. Aliado a isto, as organizações em saúde também estão sendo pressionadas pelo contexto de protocolos médicos, resoluções e portarias do MS que orientam e regulamentam o atendimento e tratamento de pacientes nos PS, desta forma, priorizando a integridade da saúde do paciente.

Neste sentido, o *Framework* concebido e apresentado neste presente trabalho, pode colaborar no processo decisório e subsidiar um incremento na performance da gestão do atendimento e tratamento de pacientes nos PSs da rede do SUS e também da rede privada, e por sua vez, contribuir para a redução da superlotação.

O método DEMATEL se apresentou como um método útil na obtenção do conhecimento racional nas relações de causa e efeito entre os critérios/subcritérios que regem a gestão do atendimento e tratamento de pacientes em unidades de PSs. Por sua vez, esse conhecimento forneceu suporte aos gestores hospitalares na concepção das ações de melhorias mais adequadas para resolver o problema do PS do hospital estudado. Isso se deu pelo fato de que as ações de melhoria foram concebidas com base nos critérios/subcritérios que têm efeito causal e são importantes dentro do conjunto de critérios/subcritérios definidos.

Ademais, com o emprego da simulação, os gestores do PS puderam testar ações de melhorias concebidas por meio do conhecimento disponibilizado pelo método DEMATEL. Neste sentido, a simulação permitiu aos gestores compreenderem, verificarem e principalmente manipularem o comportamento do sistema de atendimento e tratamento de pacientes de forma segura, sem interrupção desnecessária do processo de fornecimento de assistência médica aos pacientes.

Entretanto, utilizar apenas as técnicas tradicionais para concepção de modelos de simulação não é muito adequado devido à complexidade dos processos na área da saúde.

Sendo assim, para atender essa premissa, a abordagem de mineração de processo (Mans, Van der Aalst & Vanwersch, 2015) foi implementada para apoiar o modelo da SED. Como o PS do hospital estudado possui o SIH para gerenciamento de dados do paciente, o processo de atendimento e tratamento do paciente é registrado nos *logs* de eventos. Isso contribuiu para a construção mais adequada do modelo de simulação, com base no que está efetivamente “acontecendo” e não como os gerentes gostariam que “estivesse acontecendo”. Por meio do conhecimento da mineração de processos, o modelo de processo para representar o modelo de simulação conceitual do PS foi baseado em dados reais e não em suposições humanas. Além do mais, o modelo de simulação com aporte da mineração de processos pôde ser construído com mais rapidez e com pouca interação com os gestores do PS, sendo a maior interação na validação do modelo do processo de atendimento e tratamento dos pacientes capturado pela mineração de processos e validação do modelo conceitual de simulação.

Por sua vez, adotar apenas a simulação como uma técnica de suporte à tomada de decisão diante do contexto complexo da gestão de PS, pode fazer com que especialistas no processo cheguem a uma decisão não tão eficiente. Pois a simulação por si só não apresenta as alternativas/cenários preferidos para suportar uma decisão. Sendo assim, o casamento entre a simulação e métodos MCDM estão se tornando dentro do domínio da área da saúde, uma alternativa viável quando se pretende obter respostas mais eficientes frente a um problema complexo.

Ficou evidenciado por meio dos estudos realizados no presente trabalho é que a simulação procura responder questões e se? Porém o analista em simulação poderá se deparar com diversos critérios conflitantes por causa das preferências dos tomadores de decisão. Neste caso, escolher qual critério será evidenciado para suportar a tomada de decisão nas escolhas/priorização de alternativas pode ser encarado como um problema de múltiplas escolhas. Destaca-se que, pela complexidade do processo decisório da gestão de PS, consiste em não apenas tomar uma decisão de qual/quais cenários simulados escolher e/ou priorizar utilizando apenas a abstração do decisor, mas abordar esse problema de escolha e/ou priorização baseado em um método MCDM.

Neste sentido, o presente trabalho apresenta por meio do estudo *A Hybrid Model to Support Decision Making in Emergency Department Management* conforme o apêndice 1 a combinação de um modelo híbrido MCDM (DEMATEL-PROMETHEE II). Acredita-se que o modelo híbrido contribuiu para sistematizar o processo de tomada de decisão envolvendo as racionalidades oferecidas pelos métodos formais MCDM - métodos formais usados como meios para apoiar os gerentes de PSs na tomada de decisões complexas em relação ao

problema de superlotação de pacientes. O modelo híbrido DEMATEL-PROMETHEE II foi útil para auxiliar especialistas durante a concepção e priorização de ações de melhoria para abordar a questão da superlotação no PS estudado. A integração dos dois modelos aprimorou as vantagens de cada método e minimizou suas fraquezas inerentes.

O *Framework* concebido foi facilmente compreendido pelos gestores do PS devido à sua simplicidade e usabilidade. A maneira como o mesmo foi desenvolvido e aplicado, incentivou a discussão e a obtenção das informações necessárias pelos gerentes para resolver o problema de superlotação enfrentado pelo PS. Além disso, o *Framework* se mostrou adequado para gerenciar a alocação de recursos por meio de um conjunto de ações de melhoria que foram ordenadas considerando a importância relativa dos diferentes critérios que governam o gerenciamento do atendimento ao paciente e o processo de tratamento. Pondera-se que o *Framework* desenvolvido pode contribuir para sistematizar o processo de tomada de decisão na gestão do atendimento e tratamento de pacientes e, por sua vez, apoiar os gestores de PSs na tomada de decisões complexas.

Por fim, acredita-se que a presente pesquisa pode contribuir com a temática da aplicação dos métodos MCDM para a gestão do processo de atendimento e tratamento de pacientes em unidades de PSs. O presente estudo também oferece *insights* sobre a definição dos critérios que governam o gerenciamento de PSs, além de fornecer suporte aos gerentes de saúde para que tomem decisões mais racionais frente aos problemas de superlotação enfrentados pelos PSs.

6.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Para se implementar com êxito o processo de tomada de decisão do *Framework*, também há a responsabilidade compartilhada e a integração da equipe de trabalho do PS. A falta de integração e comprometimento entre as equipes pode resultar em baixa participação (por exemplo, baixo interesse em responder aos questionários devido à extensão dos mesmos). No entanto, essa limitação foi superada por meio de reuniões formais entre os gerentes e autor deste estudo para discutir como os métodos que contemplam o *Framework* podem ser combinados para apoiar o processo de tomada de decisão no tratamento do problema de superlotação no PS.

Enfatizamos que pode se fazer necessário adaptar a abordagem do presente trabalho para diferentes locais, pois sabe-se que cada PS pode possuir características próprias (por exemplo, a região, infraestrutura disponível, treinamento de recursos humanos, restrições

orçamentárias devido ao alto custo medicamentos, equipamentos etc.). Portanto, a abordagem deve ser ajustada às necessidades específicas de cada local por meio do uso de táticas específicas, como reuniões formais com gerentes do PS. Isso permite a consideração de diferentes problemas, o que pode exigir o uso de diferentes critérios e abordagens para resolvê-los.

6.3 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Modelar e simular com suporte da mineração de processos, todo o processo de atendimento e tratamento aos pacientes no PS. Assim, outras ações de melhorias conforme Quadro 15, possam ser avaliadas por meio da simulação.

Por meio do modelo híbrido AHP-DEMATEL identificou-se os pesos dos critérios/subcritérios com base nas relações de influências, interdependências. Desta forma, os próximos passos dessa pesquisa, compreendem, por meio do método PROMETHEE II com suporte do modelo híbrido AHP-DEMATEL, classificar por uma ordem de importância as ações de melhorias definidas do Quadro 15 para serem implementadas no PS.

Finalmente, os especialistas do processo de atendimento e tratamento de pacientes do PS acreditam que o *Framework* também pode ser utilizado para projetar melhorias e tomar decisões na gestão do departamento de cirurgia eletiva. Esse departamento está enfrentando o problema de longos tempos de espera pelos pacientes que necessitam das cirurgias eletivas. Neste sentido, pesquisas futuras estão caminhando nessa direção.

Portanto, depois de confirmar a eficiência do *Framework* proposto por meio de uma análise em loco das ações de melhorias simuladas, as próximas fases deste estudo serão implementadas. Assim, espera-se eficiência na gestão do processo de atendimento e tratamento dos pacientes e, promover um melhor alinhamento, coordenação, alocação de recursos e melhor custo-benefício entre as unidades do hospital estudado.

REFERÊNCIAS

- ABO-HAMAD, W. Patient Pathways Discovery and Analysis Using Process Mining Techniques: An Emergency Department Case Study. In: **International Conference on Health Care Systems Engineering**. Springer, Cham, p. 209-219, 2017.
- ABO-HAMAD, W., ARISHA, A. Multi-criteria Framework for emergency department in Irish hospital. In: **Proceedings of the Winter Simulation Conference**. Winter Simulation Conference, p. 88, 2012.
- ABO-HAMAD, W., ARISHA, A. Simulation-based Framework to improve patient experience in an emergency department. **European Journal of Operational Research**, v. 224, n. 1, p. 154-166, 2013.
- ABO-HAMAD, W., RAMY, A., ARISHA, A. A hybrid process-mining approach for simulation modeling. In: **Simulation Conference (WSC), Winter**. IEEE, 2017. p. 1527-1538, 2017.
- ADUNLIN, G., DIABY, V., XIAO, H. Application of multicriteria decision analysis in health care: a systematic review and bibliometric analysis. **International journal of public participation in health care and health policy**, v. 18, Issue 6, 2015.
- AHMED, M.A., ALKHAMIS, T.M. Simulation optimization for an emergency department healthcare unit in Kuwait. **European journal of operational research**, v. 198, n. 3, p. 936-942, 2009.
- ALENCAR, L. H. **Modelo multicritério de decisão em grupo para seleção de fornecedores em gestão de projeto**. Tese de doutorado em engenharia de produção. UFPE, 2006.
- ALEXANDRE, N.M.C., COLUCI, M.Z.O. **Validade de conteúdo nos processos de construção e adaptação de instrumentos de medidas**. Ciência & Saúde Coletiva, 2011.
- ALI, S.A.M., SOROOSHIAN, S., KIE, C.J. Modelling for causal interrelationships by DEMATEL. **Contemporary Engineering Sciences**, v. 9, n. 9, p. 403-412, 2016.
- ALVAREZ, C., ROJAS, E., ARIAS, M., MUNOZ-GAMA, J., SEPÚLVEDA, M., HERSKOVIC, V., CAPURRO, D. Discovering role interaction models in the Emergency Room using Process Mining. **Journal of biomedical informatics**, 78, 60-77, 2018.
- ALVES, A. C. B., MENEZES, M. A. F. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 1 ed. Goiânia: PUC Goiás, 2010.
- AMARAL, T. M.; COSTA, A. P. C. Improving decision-making and management of hospital resources: An application of the PROMETHEE II method in an Emergency Department. **Operations Research for Health Care**, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2014.
- ARCANJO, Carlos Firmino Durães; AMARAL, Thiago Magalhães; DE SÁ, Gabriella Luiza Pereira. Aplicação e comparação dos métodos Electre II e Promethee II como ferramentas de auxílio à tomada de decisões hospitalares. **Exacta**, v. 13, n. 2, p. 177-186, 2015.

AROUA, A., ABDULNOUR, G. Optimization of the emergency department in hospitals using simulation and experimental design: Case study. In: **Simulation Conference (WSC), 2017 Winter**. IEEE: p.4511-4513, 2017.

ASHOUR, O.M., OKUDAN, G.E., SMITH, C.A. An improved triage algorithm for emergency departments based on fuzzy AHP and utility theory. In: **IIE Annual Conference. Proceedings**. Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE), p. 1, 2010.

ATHAWALE, V. M., CHAKRABORTY, S. Facility location selection using PROMETHEE II method. In: **Proceedings of the 2010 international conference on industrial engineering and operations management**. Bangladesh Dhaka, 2010. p. 9-10.

AUGUSTO, V., XIE, X., PRODEL, M., JOUANETON, B; LAMARSALLE, L. Evaluation of discovered clinical pathways using process mining and joint agent-based discrete-event simulation. In **Proceedings of the 2016 Winter Simulation Conference**. p.2135-2146, IEEE Press, 2016.

BAHADORI, M., RAVANGARD, R., TEYMOURZADEH, E. Development of Emergency Medical Services (EMS) in Iran: Components of Access. **International Journal of Collaborative Research on Internal Medicine & Public Health**, 4(4): 387, 2012.

BAHRANI, S., TCHEMEUBE, R. B., MOUTTHAM, A., AMYOT, D. Real-time simulations to support operational decision making in healthcare. In **Proceedings of the 2013 Summer Computer Simulation Conference**. p. 53, Society for Modeling & Simulation International, 2013.

BALTUSSEN, R., MARSH, K., THOKALA, P., DIABY, V., CASTRO, H., CLEEMPUT, I., ... & MOBINIZADEH, M. Multicriteria decision analysis to support health technology assessment agencies: benefits, limitations, and the way forward. **Value in health**, Elsevier, v. 22, n. 11, p. 1283-1288, 2019.

BANKS, J., GIBSON, R. R. "Simulation modeling: some programming required". **IIE solutions**, 1997.

BASOLE, R. C., BRAUNSTEIN, M. L., KUMAR, V., PARK, H., KAHNG, M., CHAU, D. H., LESNICK, B. Understanding variations in pediatric asthma care processes in the emergency department using visual analytics. **Journal of the American Medical Informatics Association**, 22(2), 318-323, 2015.

BELGE ENGENHARIA E SISTEMAS LTDA. **Curso Básico de Simulação Utilizando o Software PROMODEL**. São Paulo, 2008.

BELTON, V., STEWART, T. **Multiple criteria decision analysis: an integrated approach**. Springer Science & Business Media, 2002.

BERGS, J., VANDIJCK, D., HOOGMARTENS, O., HEERINCKX, P., VAN SASSENBROECK, D., DEPAIRE, B., ... VERELST, S. Emergency department crowding: Time to shift the paradigm from predicting and controlling to analysing and managing. **International Emergency Nursing**, 24, 74-77, 2016.

BOCCIARELLI, P., D'AMBROGIO, A., GIGLIO, A., PAGLIA, E. Simulation-Based Performance And Reliability Analysis Of Business Processes. **In: Proceedings Of The 2014 Winter Simulation Conference**: Piscataway, Nj, Usa. Ieee Press, p. 3012–3023, 2014.

BORDINI, G.A. **Contribuição para a formalização de um modelo de avaliação de interoperabilidade na cadeia de suprimentos do setor automotivo**. Tese (doutorado) – Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2015.

BOURQUE, P.; FAIRLEY, R. **Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK): Version 3.0**. IEEE Computer Society Press, 2014.

BRAILSFORD, S.; VISSERS, J. OR in healthcare: A European perspective. **European journal of operational research**, v. 212, n. 2, p. 223-234, 2011.

BRANS, J.P., VINCKE, P. Note – A Preference Ranking Organisation Method: (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision-Making). **Management science**, v. 31, n. 6, p. 647-656, 1985.

BRANS, J.P; MARESCHAL, B. PROMETHEE methods, in: **Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys**. Springer, New York, NY, 2005. p. 163-186.

BRESSAN, G. **Modelagem e Simulação de Sistemas Computacionais**. LARC, PCS/EPUSP, 2002.

BRUGHA, C.M. Structure of multi-criteria decision-making. **Journal of the Operational Research Society**, v. 55, n. 11, p. 1156-1168, 2004.

CABRERA, E., TABOADA, M., IGLESIAS, M. L., EPELDE, F., LUQUE, E. Optimization of healthcare emergency departments by agent-based simulation. **Procedia computer science**, v. 4, p. 1880-1889, 2011.

CANEDO, M.M.L., ALMEIDA, A.T de. Electronic government: a multi-criterion approach to prioritizing projects by integrating balanced scorecard methodology indicators. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, v. 5, n. 2, p. 49-72, 2008.

CARSON, J. S. “Introduction to Modeling and Simulation”. **Proceedings of the 2004 Winter Simulation Conference**, p. 12-23, 2004.

CARSON, Y., MARIA, A. Simulation Optimization: Methods and Applications. **Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference**, p. 118 – 126, 1997.

CAVALCANTE, R. B., RATES, H. F., DE CASTRO, L. T., DE MELLO, R. A., DAYRREL, K. M. B. Acolhimento com classificação de risco: proposta de humanização nos serviços de urgência. **Revista de Enfermagem do Centro-Oeste Mineiro**. 2013.

CERVO, A. L., BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Person Education, 2002.

CHIU, Y. J., CHEN, H. C., TZENG, G. H., SHYU, J. Z.. Marketing strategy based on customer behaviour for the LCD-TV. **International journal of management and decision making**, 7(2-3), 143-165.(2006).

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria & Aplicações**. 2 ed. rev. ed. do autor, 2007.

CLANCY, C. M. Emergency departments in crisis: opportunities for research. **Health services research**, v. 42, n. 1p1, p. xiii-xx, 2007.

COSTA, H., MOLL, R.N. Emprego do método de análise hierárquica (AHP) na seleção de variedades para o plantio de cana-de-açúcar Employment of the analytic hierarchy process (AHP) in the selection of sugar-cane varieties to cultivate. **Gestão & Produção**, v. 6, n. 3, p. 243-256, 1999.

CRUZ, J. I. B. da. **Contribuições na Avaliação de Conformidade de Processos de Desenvolvimento de Software por Mineração de Processos**. 2010. 86 p. Dissertação (Mestrado), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

DA SILVA, W. A. **Otimização de parâmetros da gestão baseada em atividades aplicada em uma célula de manufatura**. 2005. 175f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Itajubá, 2005.

DAVIES, R. "See and Treat" or "See" and "Treat" in an emergency department. **Proceedings of the 39th Conference on Winter Simulation: 40 years! The Best Is Yet to Come**, Washington, DC, IEEE Press, p. 1519-1522, 2007.

D'AVIGNON, GILLES; MARESCHAL, Bertrand. Specialization of hospital services in Québec: an application of the PROMETHEE and GAIA methods. In: **Models and Methods in Multiple Criteria Decision Making**. Pergamon, 1989. p. 1393-1400.

DE LIMA NETO, A. V., DE ARAÚJO, N. V. M., FERNANDES, R. L., BARBOSA, I. M. L., DE CARVALHO, G. R. P. Acolhimento e humanização da assistência em pronto-socorro adulto: percepções de enfermeiros. **Revista de Enfermagem da UFSM**, 3(2), 276-286, 2013.

DESCHAMPS, F. **Proposta de sistematização de contribuições em engenharia de organizações: Diretrizes para iniciativas de engenharia de organizações**. Tese de Doutorado. PPGEPS, PUCPR, Curitiba, 2013.

DIABY, V., CAMPBELL, K., GOEREE, R. Multi-criteria decision analysis (MCDA) in health care: a bibliometric analysis. **Operations Research for Health Care**, Elsevier, v. 2, n. 1-2, p. 20-24, 2013.

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

DOWNEY, L. V. A.; ZUN, L. S. Determinates of throughput times in the emergency department. **Journal of Health Management**, v. 9, n. 1, p. 51-58, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/097206340700900103>>

DULMIN, R., MININNO, V., Supplier selection using a multi-criteria decision aid method. **Journal of purchasing and supply management**, Elsevier, v. 9, n. 4, p. 177-187, 2003.

DUMA, D., ARINGHIERI, R. Mining the patient flow through an Emergency Department to deal with overcrowding. **In International Conference on Health Care Systems Engineering**. Springer, Cham, p. 49-59, 2017.

EFE, B., EFE, Ö.F. An application of value analysis for lean healthcare management in an emergency department. **International Journal of Computational Intelligence Systems**, v. 9, n. 4, p. 689-697, 2016.

ELDABI, T; IRANI, Z; PAUL, R. J. A proposed approach for modelling health-care systems for understanding. **Journal of Management in Medicine**, v. 16, n. 2/3, p. 170-187, 2002.

ENSSLIN, L., GIFFHORN, E., ENSSLIN, S. R., PETRI, S. M., VIANNA, W. B. Avaliação do desempenho de empresas terceirizadas com o uso da metodologia multicritério de apoio à decisão-constructivista. **Pesquisa Operacional**, v. 30, n.1, p. 125-152, 2010.

ESKANDARI, H., RIYAHIFARD, M., KHOSRAVI, S., GEIGER, C. D. Improving the emergency department performance using simulation and MCDM methods. **In Proceedings of the Winter Simulation Conference**. p. 1211-1222. Winter Simulation Conference. 2011.

FERNANDEZ-LLATAS, C., LIZONDO, A., MONTON, E., BENEDI, J. M., TRAVER, V. Process mining methodology for health process tracking using real-time indoor location systems. **Sensors**, 15(12), p.29821-29840, 2015.

FREGA, J.R. **Conflitos e Incertezas na Tomada de Decisão Coletiva: um novo olhar sobre a ampliação dos limites da racionalidade**. 2009. 210 p. 2009. Tese de Doutorado. Tese de Doutorado em Administração, Programa de Pós-Graduação em Administração da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba.

FÜLÖP, J. Introduction to decision making methods. In: **BDEI-3 workshop**, Washington. 2005.

FUNKNER, A. A., YAKOVLEV, A. N., KOVALCHUK, S. V. Towards evolutionary discovery of typical clinical pathways in electronic health records. **Procedia computer science**, 119, 234-244, 2017.

GARCIA, A. O., RAMÍREZ, Y. E. P., LARREA, O. U. A. Process Mining in Healthcare: Analysis and Modeling of Processes in the Emergency Area. **IEEE Latin America Transactions**, 13(5), 1612-1618, 2015.

GIBSON, I. W. An approach to hospital planning and design using discrete event simulation. In: **Proceedings of the 39 th conference on Winter simulation: 40 years! The best is yet to come**. IEEE Press, p. 1501-1509, 2007.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. – São Paulo: Atlas, 1999.

GILBOY, N., TANABE, P., TRAVERS, D.A., ROSENAU, A. M., EITEL, D. R. Emergency severity index, version 4: implementation handbook. Rockville,MD: **Agency for Healthcare Research and Quality**, 1–72, 2005.

GÖLCÜK, İ.; BAYKASOĞLU, A. An analysis of DEMATEL approaches for criteria interaction handling within ANP. **Expert Systems with Applications**, v. 46, p. 346-366, 2016.

GOMES, L.F.A.M., ARAYA, M.C.G., CARIGNANO, C. **Tomada de decisões em cenários complexos**: Introdução aos métodos discretos de apoio multicritério à decisão. Cengage Learning. São Paulo, Brasil, 2011.

GOMES, L.F.A.M.; GOMES, C.F.S.; ALMEIDA, A.T. **Tomada de decisão gerencial**: enfoque multicritério. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, A. A., ROCHA, S., A. S., OLIVEIRA, M. J. F., LEITÃO, A. R. Modelo de Simulação Aplicado na Gestão de Serviços de Saúde. In: **XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP**, Porto Alegre, RS, Brasil, 29 out. a 01 de nov. de 2005.

GRAFF, L. Overcrowding in the ED: an international symptom of health care system failure. **The American Journal of Emergency Medicine**, 17, 208-209, 1999.

GROOTHUIS, S., VAN MERODE, G., HASMAN, A. Simulation as decision tool for capacity planning. **Computer methods and programs in biomedicine**, 66(2-3), 139-151. 2001.

GUGLIELMETTI, F.R., MARINS, F.A.S., SALOMON, V.A.P. Comparação teórica entre métodos de auxílio à tomada de decisão por múltiplos critérios. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, v. 23, 2003.

GUL, M., GUNERI, A.F. A computer simulation model to reduce patient length of stay and to improve resource utilization rate in an emergency department service system. **International Journal of Industrial Engineering**, v. 19, n. 5, p. 221-231, 2012.

GÜNTHER, C.W., VAN DER AALST, W.M.P. Fuzzy mining—adaptive process simplification based on multi-perspective metrics. In: **International Conference on Business Process Management**. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 328-343, 2007.

GUPTA, S. **Workflow and Process Mining in Healthcare**. Tese de doutorado, Eindhoven University of Technology, 2007.

HAN, J., KAMBER, M., PEI, J. Classification: basic concepts. **Data mining Concepts and techniques**, Amsterdam: Elsevier, 2012.

HARREL, C. R., MOTT, J. R. A., BATEMAN, R. E., BOWDEN, R. G., GOGG, T. J. **Simulação**: Otimizando os Sistemas. Belge Engenharia e Sistemas Ltda., Instituto IMAM, São Paulo – SP, 2002.

HO, W. Integrated analytic hierarchy process and its applications—A literature review. **European Journal of operational research**, v. 186, n. 1, p. 211-228, 2008.

HOLLOCKS, B. A well-kept secret?. **Or Insight**, v. 5, n. 4, p. 12-17, 1992.

HOMAYOUNFAR, P. Process Mining Challenges in Hospital Information Systems. In: **Proc. of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems**, 1135-1140, 2012.

HORNG, S., PEZZELLA, L., TIBBLES, C. D., WOLFE, R. E., HURST, J. M., NATHANSON, L. A. Prospective evaluation of daily performance metrics to reduce emergency department length of stay for surgical consults. **The Journal of emergency medicine**, 44(2), 519-525, 2013.

HUANG, Z., LU, X., DUAN, H. On mining clinical pathway patterns from medical behaviors. **Artificial intelligence in medicine**, 56(1), p.35-50, 2012.

ISHIZAKA, A., LABIB, A. Analytic hierarchy process and expert choice: Benefits and limitations. **Or Insight**, v. 22, n. 4, p. 201-220, 2009.

JLASSI, J.; EL MHAMED, A.; CHABCHOUB, H. The improvement of the performance of the emergency department: Application of simulation model and multiple criteria decision method. *Journal of industrial engineering international*.2011.

JOAQUIM, É. D., VIEIRA, G. E. Modelagem e análise de um novo centro cirúrgico para um hospital em crescimento: uma abordagem baseada em simulação. **Produção**, v. 19, n. 2, p. 274-291, 2009.

JUNIOR, W. C., TORRES, B.L.B., RAUSCH, M. C. P. Sistema Manchester de classificação de risco: comparando modelos. **Grupo Brasileiro de Classificação de Risco**, p. 16, 2014.

KAYMAK, U., MANS, R., VAN de STEEG, T., DIERKS, M. On process mining in health care. In *Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, **IEEE International Conference on** p. 1859-1864, 2012.

KE, G. Y., LI, K., HIPEL, K. W. An integrated multiple criteria preference ranking approach to the Canadian west coast port congestion conflict. **Expert Systems with Applications**, 39(10), p. 9181-9190, 2012.

KHADEM, M; BASHIR, H.A; AL-LAWATI, Y; AL-AZRI, F. Evaluating the layout of the emergency department of a public hospital using computer simulation modeling: A case study. **International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**, p. 1709 – 1713, 2008.

KHODYREV, I., POPOVA, S. Discrete modeling and simulation of business processes using event logs. **Procedia Computer Science**, 29, p.322-331, 2014.

KIM, E., KIM, S., SONG, M., KIM, S., YOO, D., HWANG, H., YOO, S. Discovery of outpatient care process of a tertiary university hospital using process mining. **Healthcare informatics research**, 19(1), p.42-49, 2013.

KITCHENHAM, B., CHARTERS, S. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering version 2.3**. Kelle University and University of Durham, Technical Report EBSE-2007-01. 2007.

KOLB, E. M., SCHOENING, S., PECK, J., LEE, T. Reducing emergency department overcrowding: five patient buffer concepts in comparison. **In Proceedings of the 40th conference on winter simulation**, p. 1516-1525, 2008.

LAJOIE, P., GAUDREAU, J., LAVOIE, V., KENDALL, J. Using Simulation To Assess The Performance Of A Breakthrough Wood-Drying Technology. **In: Proceedings Of The 2014 Winter Simulation Conference**: Piscataway, Nj, Usa. Ieee Press, p. 4158–4159, 2014.

LATEEF-UR-REHMAN, A.U.R. Manufacturing conFiguration selection using multicriteria decision tool. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 65, p. 625-639, 2013.

LAW, A. M. How to build valid and credible simulation models. In: **2008 Winter Simulation Conference**. IEEE, 2008. p. 39-47.

LAW, A. M. How to Conduct a Successful Simulation Study”. **Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference**, 2003.

LAW, A. M., MCCOMAS, M. “Secrets of Successful Simulations Studies”. **Proceedings of the 1991 Winter Simulations Conference**, pp. 21-27, 1991.

LAW, A., KELTON, W. D. Building valid, credible, and appropriately detailed simulation models. **Simulation Modeling and Analysis**. 3rd ed. Singapore: McGraw-Hill, p. 264-291, 2000.

LEVY, Y. ELLIS, T.J. A Systems Approach to Conduct an Effective Literature Review in Support of Information Systems Research. **Informing Science Journal**. v. 9, p. 181-212, 2006.

LIMA, E. P., LEZANA, A. G. R. Desenvolvendo um Framework para estudar a ação organizacional: das competências ao modelo organizacional. **Gestão & Produção**, v. 12, n. 2, p.177-190, 2005.

LIU, J. H., TZENG, G. H., CHANG, H. C. A novel hybrid model for safety measurement of airlines. **Journal of Air Transport Management**, v. 13, n. 4, p. 243-249, 2007.

LIU, J. J., WANG, H. S., HSU, C. C., YIN, S. L. A hybrid model for selection of an outsourcing provider. **Applied mathematical modelling**, v. 35, n.10, p. 5121-5133, 2011.

LIU, J., LU, M. T., HU, S. K., CHENG, C. H., CHUANG, Y. C. A hybrid MCDM model for improving the electronic health record to better serve client needs. **Sustainability**, 9(10), 1819, 2017.

LONGARAY, A.A., ENSSLIN, L. Uso da MCDA na identificação e mensuração da performance dos critérios para a certificação dos hospitais de ensino no âmbito do SUS. **Production**, v. 24, n. 1, p. 41-56, 2014.

LOURES, E. F. R. **Tópicos em Interoperabilidade**. Métodos de apoio a decisão em Avaliação de Interoperabilidade e outros domínios relacionados. 2016. 63 slides. Apresentação em Power Point.

MAFRA, A. A. Protocolo acolhimento com classificação de risco nas portas entrada de urgências e emergências do Sistema Único de Saúde em Belo Horizonte. **Belo Horizonte: Secretaria Municipal de Saúde**, 2005.

MAHAPATRA, S., KOELLING, C.P., PATVIVATSIRI, L., FRATICELLI, B., EITEL, D., GROVE, L. Emergency departments II: Pairing Emergency Severity Index5-level triage data with computer aided system design to improve emergency department access and throughput. **Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference**, p.1917-1925, 2003.

MANS, R. S., SCHONENBERG, M. H., SONG, M., VAN DER AALST, W.M.P., BAKKER, P. J. Application of process mining in healthcare—a case study in a dutch hospital. In **International joint conference on biomedical engineering systems and technologies**. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 425-438, 2008.

MANS, R.S., REIJERS, H., WISMEIJER, D., VAN GENUCHTEN, M. A Process-oriented Methodology for Evaluating the Impact of IT: a Proposal and an Application in Healthcare. **Information Systems**, v. 38, n. 8, p. 1097-1115, 2013.

MANS, R.S., VAN DER AALST, W.M.P., VANWERSCH, R.JB. **Process mining in healthcare**: evaluating and exploiting operational healthcare processes. Heidelberg: Springer, 2015.

MANS, R.S., VAN DER AALST, W.M.P., VANWERSCH, R.JB., MOLEMAN, A.J. Process mining in healthcare: Data challenges when answering frequently posed questions. In: **Process Support and Knowledge Representation in Health Care**. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 140-153, 2013.

MANS, R.S., VAN DER AALST, W.M.P., VANWERSCH, R.JB. **Process Mining in Healthcare**: Evaluating and Exploiting Operational Healthcare Processes. Springer Briefs in Business Process Management, 2015.

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

MĂRUȘTER, L., VAN BEEST, N.R. Redesigning business processes: a methodology based on simulation and process mining techniques. **Knowledge and Information Systems**, v. 21, n. 3, p. 267, 2009.

MATEO, J.R.S.C. **Multi criteria analysis in the renewable energy industry**. Springer Science & Business Media, 2012.

MCGUIRE, F. Using simulation to reduce length of stay in emergency department. **Proceedings of the 1994 Winter Simulation Conference**, pp. 861-867, 1994.

MEDEIROS, A. K. A. de, GIMENES, I. M. de S., TOLEDO, M. B. F. de. Sistemas de Gestão de Processos de Negócios: Desafios e Oportunidades. Campinas: **Relatório Técnico ENEGEP 2007, 2008**. Disponível em: < <http://docplayer.com.br/531772-Instituto-de-computacao-universidade-estadual-de-campinas.html> > Acesso em: 02 mar. 2017.

MENG, L. Y., SPEDDING, T. Modelling patient arrivals when simulating an accident and emergency unit. In: **Proceedings of the 40th Conference on Winter Simulation**. Winter Simulation Conference, p. 1509-1515, 2008.

MIGUEL, P.A.C. An investigation of qualitative research in an industrial engineering post graduate program. **Anais do XI Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru, SP, Brasil. 2004.**

MINISTÉRIO DA SAÚDE (BR). Portaria GM/MS n. 2048, de 5 de novembro de 2002. **Aprova o Regulamento Técnico dos Sistemas Estaduais de Urgência e Emergência.** Diário Oficial da União, Brasília: MS, Seção 1, p. 32-54, 12 nov. 2002.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (BR). Secretaria de Atenção à Saúde. **Política Nacional de Humanização da Atenção e Gestão do SUS. Acolhimento e classificação de riscos nos serviços de urgência.** Brasília (DF):MS, 2009. 56p. (Série B - Textos Básicos de Saúde).

MINISTÉRIO DA SAÚDE (BR). Secretaria Executiva. **Núcleo Técnico da Política Nacional de Humanização. Humaniza SUS: acolhimento com avaliação e classificação de risco: um paradigma ético-estético no fazer em saúde.** Brasília (DF): MS, 2004.

MOHER, D., LIBERATI, A., TEZLAFF, J., ALTMAN, D. G., Prisma Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **PLoS medicine**, (2009).

MORAIS, D.C., ALMEIDA, A.T. de. Modelo de decisão em grupo para gerenciar perdas de água. **Pesquisa Operacional**, Scielo Brasil, v. 26, n. 3, p. 567-584, 2006.

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

NAHHAS, A., AWALDI, A., REGGELIN, T. Simulation and the Emergency Department Overcrowding Problem. **Procedia Engineering**, 178, 368-376, 2017.

NAKATUMBA, J., WESTERGAARD, M., VAN DER AALST, W.M.P. Generating event logs with workload-dependent speeds from simulation models. **In: International Conference on Advanced Information Systems Engineering.** Springer, Berlin, Heidelberg, p. 383-397, 2012.

ORTÍZ, M.A., FELIZZOLA, H.A., ISAZA, S.N. A contrast between DEMATEL-ANP and ANP methods for six sigma project selection: a case study in healthcare industry. **BMC medical informatics and decision making**, v. 15, n. 3, p. S3, 2015.

ORTIZ-BARRIOS, M. A., ALEMAN-ROMERO, B. A., REBOLLEDO-RUDAS, J., MALDONADO-MESTRE, H., MONTES-VILLA, L., DE FELICE, F., PETRILLO, A. The analytic decision-making preference model to evaluate the disaster readiness in emergency departments: The ADT model. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis.** 2017.

PARTINGTON, A., WYNN, M., SURIADI, S., OUYANG, C., KARNON, J. Process mining for clinical processes: a comparative analysis of four Australian hospitals. **ACM Transactions on Management Information Systems (TMIS)**, 5(4), 19, 2015.

PEGORARO, F. **Aplicação da Simulação Computacional e Teoria das Restrições (TOC) para a Redução do Tempo de Espera por Atendimento de Urgência e Emergência em um Hospital da Região Sul do Estado do Tocantins**. 2012, 174f. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2012.

PEGORARO, F., SANTOS, E.A.P., LOURES, E.F.R., AMARANTE, M.M. Um Framework de Apoio à Decisão na Gestão de Pronto Socorro. **XXVI Simpósio de Engenharia de Produção – SIMPEP**, 06 a 08 de novembro de 2019, Bauru – SP, Brasil.

PEGORARO, F., SANTOS, E.A.P., LOURES, E.F.R., DA SILVA, D.G., COELHO, R.O. Framework de suporte à tomada de decisão em gestão de pronto socorro. **Anais do XVI Congresso Brasileiro de Informática em Saúde – CBIS 2018a** [recursoeletrônico], 01 a 04 de outubro, 2018, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível em: <www.sbis.org.br/biblioteca_virtual/cbis/Anais_CBIS_2018_Artigos_Completos.pdf>

PEGORARO, F., SANTOS, E.A.P., LOURES, E.F.R., DA SILVA, D.G., DOS SANTOS, L.M., COELHO, R.O. Short-Term Simulation in Healthcare Management with Support of the Process Mining. **In World Conference on Information Systems and Technologies** (pp. 724-735). Springer, Cham. 2018b.

PEGORARO, F., SANTOS, E.A.P., LOURES, E.F.R. A support framework for decision making in emergency department management. **Computers & Industrial Engineering**, p. 106477, 2020a.

PEGORARO, SANTOS, E.A.P., LOURES, E.F.R., LAUS, F.W A hybrid model to support decision making in emergency department management. **Knowledge-Based Systems**, p. 106148, 2020b.

PRADO, D. S. do. **Teoria das Filas e da Simulação**. 4 ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2009.

PROMODEL USER’S GUIDE. **ProModel Corporation**, 2002.

RAHMAN, M.H, TUMPA T.J, ALI S.M, PAUL S.K. A grey approach to predicting healthcare performance. **Measurement**, 134:307-325, 2018.

REBUGE, A; FERREIRA, D. R. Business process analysis in healthcare environments: A methodology based on process mining. **Information System**, v. 37, n. 2, p. 99-116, 2012.

REIJERS, H. A; VAN DER AALST, W.M.P. Short-term simulation: bridging the gap between operational control and strategic decision making. **In Proceedings of the IASTED International Conference on Modelling and Simulation** (pp. 417-421), 1999.

RIZ, G. **Avaliação do desempenho organizacional em sistemas de saúde baseado em mineração de processos e análise multicritério**. 2017. 147f. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2017.

RIZ, G., SANTOS, E.A.P., LOURES, E.F.R. Process Mining to Knowledge Discovery in Healthcare Processes. In: **ISPE TE**. p. 1019-1028, 2016.

RIZ, G; SANTOS, E.A.P., LOURES, E.F.R. Interoperability Assessment in Health Systems Based on Process Mining and MCDA Methods. In: **World Conference on Information Systems and Technologies**. Springer, Cham, p. 436-445, 2017.

ROBINSON, S., PIDD, M. "Provider and Customer Expectations of Successful Simulation Projects. *Journal of the Operational Research Society*, v.49, n.3, 1998.

ROJAS, E., MUHOZ-GAMA, J., SEPÚLVEDA, M., CAPURRO, D. Process mining in healthcare: A literature review. **Journal of biomedical informatics**, 61: 224-236, 2016.

ROJAS, E., SEPÚLVEDA, M., MUHOZ-GAMA, J., CAPURRO, D., TRAVER, V., FERNANDEZ-LIATAS, C. Question-driven methodology for analyzing emergency room processes using process mining. **Applied Sciences**, 7(3), p.302, 2017.

ROZINAT, A., MANS, R. S., SONG, M., VAN DER AALST, W.M.P. Discovering simulation models. **Information systems**, 34(3), 305-327, 2009b.

ROZINAT, A., WYNN, M., VAN DER AALST, W.M.P., TER HOFSTEDE, A. H., FIDGE, C. J. Workflow simulation for operational decision support using design, historic and state information. In **International Conference on Business Process Management**. p. 196-211). Springer, Berlin, Heidelberg, 2008.

ROZINAT, A., WYNN, M.T., VAN DER AALST, W.M.P., TER HOFSTEDE, A. H., FIDGE, C. J. Workflow simulation for operational decision support. **Data & Knowledge Engineering**, 68(9), 834-850, 2009a.

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

SAATY, T.L. Response to Holder's comments on the analytic hierarchy process. **Journal of the Operational Research Society**, v. 42, n. 10, p. 909-914, 1991.

SAATY, T.L. The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resources allocation. **New York: McGraw**, v. 281, 1980.

SABAEI, D., ERKOYUNCU, J., ROY, R.A review of multi-criteria decision making methods for enhanced maintenance delivery. **Procedia CIRP**, v. 37, p. 30-35, 2015.

SABBADINI, F. S.; GONÇALVES, A. A.; OLIVEIRA, M. J. F. de. "A Aplicação da Teoria das Restrições (TOC) e da Simulação na Gestão da Capacidade de Atendimento em Hospital de Emergência". **Revista Produção On-Line**, vol 6, n. 3, UFSC, dezembro de 2006.

SALOMON, V.A., MONTEVECHI, J.A.B. A compilation of comparisons on the analytic hierarchy process and others multiple criteria decision making methods: some cases developed in Brazil. In: **6th International Symposium on the Analytic Hierarchy Process, Bern**. 2001.

SAMAHA, S., ARMEL, W.S., STARKS, D.W. The use of simulation to reduce the length of stay in an emergency department. **Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference**, p. 1907-1911, 2003.

SANTOS, L.E.B. dos. **Otimização do atendimento médico-hospitalar emergencial utilizando sistema a eventos discretos**. 110f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2016.

SHANNON, R. E. “Introduction to Simulation”. **Proceedings of the 1992 Winter Simulation Conference**, 1992.

SHIEH, J.I., WU, H.H., HUANG, K.K. A DEMATEL method in identifying key success factors of hospital service quality. **Knowledge-Based Systems**, v. 23, n. 3, p. 277-282, 2010.

SILAS, S., RAJSINGH, E. B. Performance analysis on algorithms for selection of desired healthcare services. **Perspectives in Science**, v. 8, p. 107-109, 2016.

SILVA, D. S., BROZE, T. S., Facó, R. T., YAMASHITA, G. H., SIDRIM, M. L., de AGUIAR, R. B., AMARAL, T. M. Aplicação de modelo multicritério para priorização de alternativas em um hospital de Petrolina/PE. **Revista ESPACIOS** Vol. 37 (Nº 28) Año 2016.

SINREICH, D., JABALI, O. Staggered Work Shifts: A Way to Downsize and Restructure an Emergency Department Workforce Yet Maintain Current Operational Performance. **Health Care Management Science**, 10:293-308, 2007.

SONG, M.; VAN DER AALST, W. M. P. van der. Towards Comprehensive Support for Organizational Mining. **Decision Support Systems**, v. 46, p. 300-317, 2008.

SUMRIT, D., ANUNTAVORANICH, P. 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.

SUNDARAMOORTHY, D., CHEN, V.C., ROSENBERGER, J.M., KIM, S.B., BUCKLEY-BEHAN, D.F. A data-integrated simulation model to evaluate nurse-patient assignments. **Health care management science**, 12(3):252, 2009.

TAKAKUWA, S., SHIOZAKI, H. Functional analysis for operating emergency department of a general hospital. In: **Simulation Conference, 2004. Proceedings of the 2004 Winter**. IEEE, p. 2003-2011, 2004.

Thokala, P., Devlin, N., Marsh, K., Baltussen, R., Boysen, M., Kalo, Z., ... & Ijzerman, M. (2016). 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*, 19(1), 1-13.

THOKALA, P., DEVLIN, N., MARSH, K., BALTUSSEN, R., BOYSEN, M., KALO, Z., ..., IJZERMAN, M. 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.

THORWARTH, M., ARISHA, A., HARPER, Paul. Modelo de simulação para investigar o gerenciamento flexível de carga de trabalho para o ambiente de serviços de saúde e servi-

ços. In: **Winter Simulation Conference**. Winter Simulation Conference, p. 1946-1956, 2009.

TRIVIÑOS, A. Introdução à pesquisa em ciências da saúde. **São Paulo: Atlas**, 1995.

TURBAN, E., SHARDA, R., DELEN, D. **Decision Support and Business Intelligence Systems**. 8 ed. Pearson Prentice Hall. 750 p, 2005.

TUZKAYA, Gülfem *et al.*, Hospital service quality evaluation with IVIF-PROMETHEE and a case study. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 68, p. 100705, 2019.

TZENG, Gwo-Hshiong; CHIANG, Cheng-Hsin; LI, Chung-Wei. Evaluating intertwined effects in e-learning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL. **Expert systems with Applications**, v. 32, n. 4, p. 1028-1044, 2007.

URIARTE, A.G., ZÚÑIGA, E.R., MORIS, M.U., NG, A.H. How can decision makers be supported in the improvement of an emergency department? A simulation, optimization and data mining approach. **Operations Research for Health Care**, 15:102-122, 2017.

VACCARO, G. L. **Modelagem e análise de dados em simulação**. Exame de qualificação PPGC–UFRGS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

VAN DER AALST, W. M. P. *et al.*, Process mining manifesto. In: **International Conference on Business Process Management**, p. 169–194. Springer, 2011.

VAN DER AALST, W.M.P. **Process Mining – discovery, conformance and enhancement of business processes**. Springer, 2011.

VAN DER AALST, W.M.P. Process mining: Overview and opportunities. **ACM Transactions on Management Information Systems (TMIS)**, v. 3, n. 2, p. 7, 2012.

VAN DER AALST, W.M.P. **Process mining: data science in action**. Springer, 2016.

VAN DONGEN, B. F., DE MEDEIROS, A. K. A., VERBEEK, H. M. W., WEIJTERS, A. J. M. M., VAN DER AALST, W. M. P. The ProM Framework : A new era in process mining tool support. In **International Conference on Application and Theory of Petri Nets**. p. 444-454. Springer, Berlin, Heidelberg. 2005.

VANBRABANT, L., BRAEKERS, K., RAMAEKERS, K., VAN NIEUWENHUYSE, I. Simulation of emergency department operations: a comprehensive review of KPIs and operational improvements. **Computers & Industrial Engineering**, Elsevier, 2019.

VINCKE, P. **Multicriteria decision-aid**. John Wiley & Sons, 1992.

WARNER, L. S. H., PINES, J. M., CHAMBERS, J. G., SCHUUR, J. D. The most crowded US hospital emergency departments did not adopt effective interventions to improve flow, 2007–10. **Health Affairs**, 34(12), 2151-2159, 2015.

WHITE JR, K. P.; INGALLS, R. G. “Introduction to Simulation”. **Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference**, pp. 12-23, 2009.

WIJEWICKRAMA, A.K., TAKAKUWA, S. Simulation analysis of an outpatient department of internal medicine in a university hospital. **In: Proceedings of the 38th conference on Winter simulation.** Winter Simulation Conference: p.425-432, 2006.

WOLLMANN, D., STEINER, M. T. A., VIEIRA, G. E., STEINER, P. A. Utilização da técnica AHP para análise da concorrência entre operadoras de planos de saúde. **Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, 6(4), 111, 2011.

WU, W.W. Choosing knowledge management strategies by using a combined ANP and DEMATEL approach. **Expert Systems with Applications**, v. 35, n. 3, p. 828-835, 2008.

WYNN, M. T; DUMAS, M; FIDGE, C. J; TER HOFSTEDDE, A. H; VAN DER AALST, W.M.P. Business process simulation for operational decision support. **In International Conference on Business Process Management** (pp. 66-77). Springer, Berlin, Heidelberg. 2007.

YANG, Y.P., SHIEH, H. M., LEU, J.D., TZENG, G.H. A novel hybrid MCDM model combined with DEMATEL and ANP with applications. **International Journal Operational Research**, 5(3), 160-168, 2008.

YEN, K., GORELICK, M. H. Strategies to improve flow in the pediatric emergency department. **Pediatric emergency care**, v. 23, n. 10, p. 745-749, 2007.

ZANAKIS, S. H., SOLOMON, A., WISHART, N., DUBLISH, S. Multi-attribute decision making: a simulation comparison of select methods. **European journal of operational research**, 107(3), 507-529, 1998.

ZAVADSKAS, E. K., GOVINDAN, K., ANTUCHEVICIENE, J., TURSKIS, Z. Hybrid multiple criteria decision-making methods: A review of applications for sustainability issues. **Economic research-Ekonomska istraživanja**, 29(1), 857-887, 2016.

ZOBOLI, E.L.C.P. **Ética e Administração Hospitalar**. 2 ed. São Paulo: Centro Universitário São Camilo e Edições Loyola, 2004.

APÊNDICE 1

PRODUÇÃO CIENTÍFICA DERIVADA DA PESQUISA

As pesquisas realizadas para a tese, derivaram trabalhos publicados em revistas internacionais (*Computers & Industrial Engineering e Knowledge-Based Systems*) e em anais de eventos nacionais e internacionais (*World Conference on Information Systems and Technologies – WorldCIST, Simpósio de Engenharia de Produção – SIMPEP e Congresso Brasileiro de Informática em Saúde*). Também resultaram em capítulo de livro (*Advances in Intelligent Systems and Computing*).

Título	Autores	Journal/Evento	Ano
<i>A support framework for decision making in emergency department management</i>	Pegoraro, F; Santos, E.A.P; Loures, E.F.R.	<i>Computers & Industrial Engineering</i>	2020
<i>A Hybrid Model to Support Decision Making in Emergency Department Management</i>	Pegoraro, F; Santos, E.A.P; Loures, E.F.R., Laus, F.W.	<i>Knowledge-Based Systems</i>	2020
<i>Short-Term Simulation in Healthcare Management with Support of the Process Mining</i>	Pegoraro, F; Santos, E.A.P; Loures, E.F.R; Dias, G.S; Santos, L.M.dos; Coelho, R.O	<i>World Conference on Information Systems and Technologies/ Advances in Intelligent Systems and Computing</i>	2018
Proposta de uma estrutura de simulação de curto prazo baseada em mineração de processos para suporte na gestão da saúde	Pegoraro, F; Santos, E.A.P; Santos, L.M.dos.	<i>XXIV Simpósio de Engenharia de Produção</i>	2017
Um framework de apoio à decisão na gestão de pronto-socorro	Pegoraro, F; Santos, E.A.P; Loures, E.F.R; Amarante, M.	<i>XXVI Simpósio de Engenharia de Produção</i>	2019
Framework de suporte à decisão na gestão de pronto-socorro	Pegoraro, F; Santos, E.A.P; Loures, E.F.R; Dias, G.S; Coelho, R.O	<i>Congresso Brasileiro de Informática em Saúde/ Suplemento Anais do Congresso no Journal of Health Informatics</i>	2018

APÊNDICE 2

(INSTRUMENTO DE ENTREVISTA, FOLHAS DE TAREFAS 1, 2, 3) INSTRUMENTO DE ORIENTAÇÃO DE ENTREVISTA PARA A DESCOBERTA DO MODELO DE PROCESSO DE ATENDIMENTO E TRATAMENTO DE PACIENTE NO PS.

- 1) Descreva o processo de atendimento e tratamento dos pacientes no PS por meio da sua experiência, quais são as atividades desenvolvidas, desde a chegada do paciente até sua saída do PS?

- 2) O hospital possui algum documento formal/protocolo que descreve e orienta os profissionais do PS sobre o processo de atendimento e tratamento no PS.
- 3) Existe ordem de prioridade de atendimento de pacientes no PS?

- 4) Quais mecanismos de transporte para as chegadas de pacientes no PS? Como os pacientes chegam no PS?

- 5) Quantos e quais são os profissionais envolvidos em cada atividade do processo, desde a recepção até a alta/óbito ou internação no hospital?

- 6) Quais são os tipos de exames realizados no PS?

- 7) Existe ordem de prioridades para realização de exames? se sim, quais são?

- 8) Quais são os recursos físicos e de exames existentes no PS?
() quantidade de leitos
() quantidade de equipamentos de raio-x
() quantidade de equipamentos de ultrassonografia
() quantidade de equipamentos de outros exames
Outros, quais? _____

FOLHA DE TAREFA: FT 1

FOLHA DE TAREFA	
1ª Entrevista: Definição do processo	DATA: ____/____/____
Nome do processo:	Pronto Socorro
Nome do subprocesso:	
Responsável:	Luciana de Carvalho Lourenço: Coordenadora do PS.
Entrevistador:	Fábio Pegoraro
Entrevistados	Luciana
Setor de origem do processo:	
Escopo/Descrição da atividade do setor:	
Objetivo:	
Condição de início do processo:	
Subprocesso/atividade do processo	
Fornecedores das entradas do processo:	
Saídas Fornecidas:	Clientes
Expectativa do Cliente/paciente:	
Fatores críticos de sucesso:	
Elementos de controle:	
Norma/regulamento:	
Sistemas (Tecnologias) envolvidos no processo	
Observações:	

FOLHA DE TAREFA: FT 2

FOLHA DE TAREFA	
1ª Entrevista: Definição do processo	DATA: ____/____/____
Nome do processo:	Urgência/Emergência
Nome do subprocesso:	
Responsável:	Cirurgião de Plantão
Entrevistador:	Fábio Pegoraro
Entrevistados	Renato
Setor de origem do processo:	
Escopo/Descrição da atividade do setor:	
Objetivo:	
Condição de início do processo:	
Subprocesso/atividade do processo	
Fornecedores das entradas do processo:	
Saídas Fornecidas:	
Expectativa do Cliente/paciente:	
Fatores críticos de sucesso:	
Elementos de controle:	
Norma/regulamento:	
Sistemas (Tecnologias) envolvidos no processo	
Observações:	

FOLHA DE TAREFA: FT 3

FOLHA DE TAREFA	
1ª Entrevista: Definição do processo	DATA: ____/____/____
Nome do processo:	Núcleo de Regulação
Nome do subprocesso:	
Responsável:	Alexandre
Entrevistador:	Fábio Pegoraro
Entrevistados	Alexandre
Setor de origem do processo:	
Escopo/Descrição da atividade do setor:	
Objetivo:	
Condição de início do processo:	
Subprocesso/atividade do processo	
Fornecedores das entradas do processo:	
Saídas Fornecidas:	
Expectativa do Cliente/paciente:	
Fatores críticos de sucesso:	
Elementos de controle:	
Norma/regulamento:	
Sistemas (Tecnologias) envolvidos no processo	
Observações:	

ANEXO 1

Resolução do CFM n.2077 de 24 de julho de 2014 que regulamenta o funcionamento dos Serviços Hospitalares de Urgência e Emergência e também o dimensionamento da equipe médica.

... Seguem alguns trechos importantes da Resolução CFM no 2077 de 24 de julho de 2014:

(...) Art. 1º esta resolução se aplica aos Serviços Hospitalares de Urgência e Emergência, públicos e privados, civis e militares, em todos os campos de especialidade.

Parágrafo único. Entende-se por Serviços Hospitalares de Urgência e Emergência os denominados prontos-socorros hospitalares, pronto-atendimentos hospitalares, emergências hospitalares, emergências de especialidades ou quaisquer outras denominações, excetuando-se os Serviços de Atenção às Urgências não Hospitalares, como as UPA e congêneres.

Art. 2º Tornar obrigatória a implantação do Acolhimento com Classificação de Risco para atendimento dos pacientes nos Serviços Hospitalares de Urgência e Emergência.

Parágrafo único. O tempo de acesso do paciente à Classificação de Risco deve ser imediato, sendo necessário dimensionar o número de classificadores para atingir este objetivo. (...)

(...) Art. 14º O tempo máximo de permanência dos pacientes nos Serviços Hospitalares de Urgência e Emergência será de até 24h, após o qual o mesmo deverá ter alta, ser internado ou transferido. (...)

(...) A classificação deve ser feita obrigatoriamente em local que assegure a privacidade e o sigilo do paciente, podendo este ter duas ou mais salas de classificação para os momentos de maior fluxo de atendimento, resguardadas as condições de privacidade. (...)

(...) o tempo de espera para ser classificado deverá tender a zero, com os tempos de espera diferenciais para acesso ao médico emergencista não ultrapassando, na categoria de menor urgência, 120 minutos. (...)

(...) O paciente não deverá ficar mais de 4 horas na sala de reanimação. (...)

(...) para as consultas aos pacientes com e sem potencial de gravidade, (...), utiliza-se como referência desejável o máximo de três pacientes por hora/médico. (...)

ANEXO 2

PORTARIA Nº 2048, DE 5 DE NOVEMBRO DE 2002

O Ministro de Estado da Saúde, no uso de suas atribuições legais,

Considerando que a área de Urgência e Emergência constitui-se em um importante componente da assistência à saúde;

Considerando o crescimento da demanda por serviços nesta área nos últimos anos, devido ao aumento do número de acidentes e da violência urbana e a insuficiente estruturação da rede assistencial, que têm contribuído decisivamente para a sobrecarga dos serviços de Urgência e Emergência disponibilizados para o atendimento da população;

Considerando as ações já desenvolvidas pelo Ministério da Saúde que, em parceria com as Secretarias de Saúde dos estados, do Distrito Federal e dos municípios, tem realizado grandes esforços no sentido de implantar um processo de aperfeiçoamento do atendimento às urgências e emergências no País, tanto pela criação de mecanismos para a implantação de Sistemas Estaduais de Referência Hospitalar em Atendimento às Urgências e Emergências como pela realização de investimentos relativos ao custeio e adequação física e de equipamentos dos serviços integrantes destas redes, na área de assistência pré-hospitalar, nas Centrais de Regulação, na capacitação de recursos humanos, na edição de normas específicas para a área e na efetiva organização e estruturação das redes assistenciais na área de urgência e emergência;

Considerando a necessidade de aprofundar o processo de consolidação dos Sistemas Estaduais de Urgência e Emergência, aperfeiçoar as normas já existentes e ampliar o seu escopo e ainda a necessidade de melhor definir uma ampla política nacional para esta área, com a organização de sistemas regionalizados, com referências previamente pactuadas e efetivadas sob regulação médica, com hierarquia resolutiva e responsabilização sanitária, universalidade de acesso, integralidade na atenção e equidade na alocação de recursos e ações do Sistema de acordo com as diretrizes gerais do Sistema Único de Saúde e a Norma Operacional da Assistência à Saúde - NOAS-SUS 01/2002;

Considerando a grande extensão territorial do País, que impõe distâncias significativas entre municípios de pequeno e médio porte e seus respectivos municípios de referência para a atenção hospitalar especializada e de alta complexidade, necessitando, portanto, de serviços intermediários em complexidade, capazes de garantir uma cadeia de reanimação e estabilização para os pacientes graves e uma cadeia de cuidados imediatos e resolutivos para os pacientes agudos não-graves;

Considerando a necessidade de ordenar o atendimento às Urgências e Emergências, garantindo acolhimento, primeira atenção qualificada e resolutiva para as pequenas e médias urgências, estabilização e referência adequada dos pacientes graves dentro do Sistema Único de Saúde, por meio do acionamento e intervenção das Centrais de Regulação Médica de Urgências;

Considerando a expansão de serviços públicos e privados de atendimento pré-hospitalar móvel e de transporte inter-hospitalar e a necessidade de integrar estes serviços à lógica dos sistemas de urgência, com regulação médica e presença de equipe de saúde qualificada para as especificidades deste atendimento e a obrigatoriedade da presença do médico nos casos que necessitem suporte avançado à vida, e

Considerando a necessidade de estimular a criação de estruturas capazes de problematizar a realidade dos serviços e estabelecer o nexo entre trabalho e educação, de forma a resgatar o processo de capacitação e educação continuada para o desenvolvimento dos serviços e geração de impacto em saúde dentro de cada nível de atenção e ainda de propor currículos mínimos de capacitação e habilitação para o atendimento às urgências, em face dos inúmeros

conteúdos programáticos e cargas horárias existentes no país e que não garantem a qualidade do aprendizado, resolve:

Art. 1º Aprovar, na forma do Anexo desta Portaria, o Regulamento Técnico dos Sistemas Estaduais de Urgência e Emergência.

§ 1º O Regulamento ora aprovado estabelece os princípios e diretrizes dos Sistemas Estaduais de Urgência e Emergência, as normas e critérios de funcionamento, classificação e cadastramento de serviços e envolve temas como a elaboração dos Planos Estaduais de Atendimento às Urgências e Emergências, Regulação Médica das Urgências e Emergências, atendimento pré-hospitalar, atendimento pré-hospitalar móvel, atendimento hospitalar, transporte inter-hospitalar e ainda a criação de Núcleos de Educação em Urgências e proposição de grades curriculares para capacitação de recursos humanos da área;

§ 2º Este Regulamento é de caráter nacional devendo ser utilizado pelas Secretarias de Saúde dos estados, do Distrito Federal e dos municípios na implantação dos Sistemas Estaduais de Urgência e Emergência, na avaliação, habilitação e cadastramento de serviços em todas as modalidades assistenciais, sendo extensivo ao setor privado que atue na área de urgência e emergência, com ou sem vínculo com a prestação de serviços aos usuários do Sistema Único de Saúde.

Art. 2º Determinar às Secretarias de Saúde dos estados, do Distrito Federal e dos municípios em Gestão Plena do Sistema Municipal de Saúde, de acordo com as respectivas condições de gestão e a divisão de responsabilidades definida na Norma Operacional de Assistência à Saúde – NOAS-SUUS 01/2002, a adoção das providências necessárias à implantação dos Sistemas Estaduais de Urgência e Emergência, à organização das redes assistenciais deles integrantes e à organização/habilitação e cadastramento dos serviços, em todas as modalidades assistenciais, que integrarão estas redes, tudo em conformidade com o estabelecido no Regulamento Técnico aprovado por esta Portaria, bem como a designação, em cada estado, do respectivo Coordenador do Sistema Estadual de Urgência e Emergência.

§ 1º As Secretarias de Saúde dos estados e do Distrito Federal devem estabelecer um planejamento de distribuição regional dos Serviços, em todas as modalidades assistenciais, de maneira a constituir o Plano Estadual de Atendimento às Urgências e Emergências conforme estabelecido no Capítulo I do Regulamento Técnico desta Portaria e adotar as providências necessárias à organização/habilitação e cadastramento dos serviços que integrarão o Sistema Estadual de Urgência e Emergência;

§ 2º A abertura de qualquer Serviço de Atendimento às Urgências e Emergências deverá ser precedida de consulta ao Gestor do SUS, de nível local ou estadual, sobre as normas vigentes, a necessidade de sua criação e a possibilidade de cadastramento do mesmo, sem a qual o SUS não se obriga ao cadastramento.

§ 3º Uma vez concluída a Fase de Planejamento/Distribuição de Serviços conforme estabelecido no § 1º, confirmada a necessidade do cadastramento e conduzido o processo de seleção de prestadores de serviço pelo Gestor do SUS, o processo de cadastramento deverá ser formalizado pela Secretaria de Saúde do estado, do Distrito Federal ou do município em Gestão Plena do Sistema Municipal, de acordo com as respectivas condições de gestão e a divisão de responsabilidades estabelecida na Norma Operacional de Assistência à Saúde – NOAS-SUS 01/2002.

§ 4º O Processo de Cadastramento deverá ser instruído com:

a - Documentação comprobatória do cumprimento das exigências estabelecidas no Regulamento Técnico aprovado por esta Portaria.

b - Relatório de Vistoria – a vistoria deverá ser realizada “in loco” pela Secretaria de Saúde responsável pela formalização do Processo de Cadastramento que avaliará as condições de funcionamento do Serviço para fins de cadastramento: área física, recursos humanos, responsabilidade técnica e demais exigências estabelecidas nesta Portaria;

c - Parecer Conclusivo do Gestor – manifestação expressa, firmada pelo Secretário da Saúde, em relação ao cadastramento. No caso de Processo formalizado por Secretaria Municipal de Saúde de município em Gestão Plena do Sistema Municipal de Saúde, deverá constar, além do parecer do gestor local, o parecer do gestor estadual do SUS, que será responsável pela integração do Centro à rede estadual e a definição dos fluxos de referência e contra-referência dos pacientes.

§ 5º Uma vez emitido o parecer a respeito do cadastramento pelo(s) Gestor(es) do SUS e se o mesmo for favorável, o Processo deverá ser encaminhado da seguinte forma:

a - Serviços de Atendimento Pré-Hospitalar, Pré-Hospitalar Móvel, e Hospitalar de Unidades Gerais de Tipo I ou II – o cadastramento deve ser efetivado pelo próprio gestor do SUS;

b - Unidades de Referência Hospitalar em Atendimento às Urgências e Emergências de Tipo I, II ou III – remeter o processo para análise ao Ministério da Saúde/SAS, que o avaliará e, uma vez aprovado o cadastramento, a Secretaria de Assistência à Saúde tomará as providências necessárias à sua publicação.

Art. 3º Alterar o Artigo 2º da Portaria GM/MS nº 479, de 15 de abril de 1999, que estabelece os critérios para a classificação e inclusão dos hospitais nos Sistemas Estaduais de Referência Hospitalar em Atendimento de Urgências e Emergência, que passa a ter a redação dada pelo contido no Capítulo V do Regulamento Técnico constante do Anexo desta Portaria no que diz respeito às Unidades Hospitalares de Referência em Atendimento às Urgências e Emergências de Tipo I, II e III.

§ 1º Ficam mantidos todos os demais Artigos e parágrafos da Portaria GM/MS nº 479, de 15 de abril de 1999;

§ 2º Ficam convalidados todos os atos que tenham sido praticados até a presente data relacionados com a classificação, cadastramento e inclusão de hospitais nos Sistemas Estaduais de Referência Hospitalar em Atendimento de Urgências e Emergências, com base no estabelecido na Portaria GM/MS nº 479, de 15 de abril de 1999;

§ 3º A partir da publicação da presente Portaria, a classificação, cadastramento e inclusão de novas Unidades Hospitalares de Referência em Atendimento às Urgências e Emergências de Tipo I, II ou III deverá se dar em cumprimento ao estabelecido no Capítulo V do Regulamento Técnico ora aprovado e no Artigo 2º desta Portaria.

Art. 4º Determinar à Secretaria de Assistência à Saúde, dentro de seus respectivos limites de competência, a adoção das providências necessárias à plena aplicação das recomendações contidas no texto ora aprovado.

Art. 5º Estabelecer o prazo de 2 (dois) anos para a adaptação dos serviços de atendimento às urgências e emergências já existentes e em funcionamento, em todas as modalidades assistenciais, às normas e critérios estabelecidos pelo Regulamento Técnico aprovado por esta Portaria.

§ 1º As Secretarias de Saúde dos estados, do Distrito Federal e dos municípios em Gestão Plena do Sistema Municipal, devem, dentro do prazo estabelecido, adotar as providências necessárias para dar pleno cumprimento ao disposto nesta Portaria e classificar, habilitar e cadastrar os serviços de atendimento às urgências e emergências já existentes e em funcionamento;

§ 2º Para a classificação, habilitação e cadastramento de novos serviços de atendimento às urgências e emergências, em qualquer modalidade assistencial, esta Portaria tem efeitos a contar de sua publicação.

Art. 6º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação, revogando a Portaria GM/MS nº 814, de 01 de junho de 2001.