

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

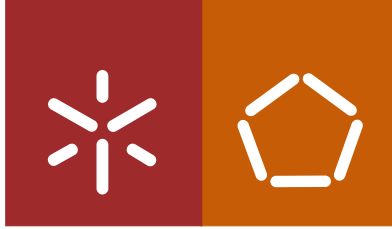
Eliana Sofia Cunha Pereira

**Apoio à Decisão em Ginecologia e
Obstetrícia**

Eliana Sofia Cunha Pereira **Apoio à Decisão em Ginecologia e Obstetrícia**

UMinho | 2014

outubro de 2014



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Eliana Sofia Cunha Pereira

Apoio à Decisão em Ginecologia e Obstetrícia

Dissertação de Mestrado
Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica
Ramo em Informática Médica

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor António Carlos da Silva Abelha
e do
Doutor Carlos Filipe da Silva Portela

outubro de 2014

Declaração

Nome: Eliana Sofia Cunha Pereira

Endereço eletrónico: eliana_sanche@hotmail.com

Cartão de Cidadão: 13772894

Título da Dissertação: Apoio à Decisão em Ginecologia e Obstetrícia

Orientador: Professor Doutor António Carlos da Silva Abelha

Co-orientador: Doutor Carlos Filipe da Silva Portela

Ano de conclusão: 2014

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica

Área de Especialização: Ramo de Informática Médica

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, ___ / ___ / ___

Assinatura: _____

Agradecimentos

Finalizada, agora, esta tão ansiada etapa da minha vida é chegado o momento de agradecer a todos os que tornaram este projeto possível. Assim, gostaria de agradecer, de uma forma totalmente sincera, a todas as pessoas que, das formas mais variadas, me apoiaram em todo este processo.

Ao professor doutor António Abelha, orientador deste projeto, agradeço a transmissão de conhecimentos fundamentais e disponibilidade demonstrada.

Ao doutor Filipe Portela, coorientador do presente trabalho, agradeço por toda a sua competência profissional, por todos os ensinamentos, porque esteve presente nos momentos de maior indecisão e porque, nesses mesmos momentos, me mostrou qual a peça em falta que me impedia de seguir em frente. Por toda a disponibilidade, paciência, generosidade e conversas que, em muito, me ajudaram a crescer e evoluir. Por todo o incentivo, por todas as partilhas de informação e de conhecimentos extremamente úteis.

Ao professor doutor José Machado, pela disponibilidade e atenção demonstrada ao longo do desenvolvimento desta dissertação.

Aos profissionais de saúde e de sistemas de informação presentes no Centro Hospitalar do Porto que auxiliaram com os seus conhecimentos, médicos, científicos e técnicos no desenvolvimento deste projeto.

Às minhas colegas Eva Silva e Andreia Brandão agradeço todo o companheirismo e a troca de conhecimento preciosos para a concretização destes trabalhos.

Às minhas colegas e amigas do curso de Engenharia Biomédica que estiveram comigo ao longo do meu percurso universitário. Em particular deixo um muito obrigado à Márcia Andrade, Cláudia Coelho e Ana Sofia Pereira.

À Gatuna - Tuna Feminina Universitária do Minho por todas as experiências proporcionadas durante todo o meu percurso universitária.

Por último, mas não menos importante, agradeço à minha família, em especial ao meu pai, que por ironia do destino foi "obrigado" a emigrar e por ter estado sempre presente mesmo distante. À minha mãe, por toda a paciência, carinho e amor demonstrados ao longo da minha vida e à minha irmã por ser quem é.

Resumo

Hoje em dia, a tomada de decisões de forma rápida e eficaz é essencial nas organizações de saúde. Neste sentido, surgem os Sistemas de Apoio à Decisão, as plataformas de *Business Intelligence* e os Sistemas de Recomendação. De forma a apoiar a decisão no âmbito da ginecologia e obstetrícia, no Centro Materno Infantil do Porto para além de existir o Processo Clínico Eletrónico, encontra-se também implementado um sistema de pré-triagem que permite distinguir as utentes em dois níveis (Urgência e Consulta). No âmbito desta dissertação e tendo por base os sistemas existentes, foi realizado um projeto com o objetivo de extrair conhecimento de uma forma automática e em tempo real e desenvolver um sistema de prioridades para a triagem obstétrica. Este projeto seguiu a metodologia de investigação *Design Research*, cujo objetivo é orientar e validar a construção de artefactos. Neste sentido, foi desenvolvida e implementada uma plataforma de *Business Intelligence* e elaborada uma proposta de um sistema prioridades de triagem obstétrica. No primeiro caso, a plataforma desenvolvida permite obter indicadores em duas vertentes: indicadores de monitorização do sistema de pré-triagem existente e indicadores obstétricos. No total, foram produzidos cerca de 50 indicadores. A nível técnico foi seguida a metodologia de *Kimball* e foi utilizado o *Pentaho Community Edition* como ferramenta *Open Source* de *Business Intelligence*, que lhe conferiu várias características, entre elas, o *Pervasive*. Em relação ao segundo artefacto, inicialmente, procedeu-se à exploração, validação e divulgação do sistema de pré-triagem para a comunidade médica e científica. Numa fase posterior foram desenvolvidos modelos de *Data Mining*, que permitiram aferir se o sistema de pré-triagem estava calibrado para triar utentes em dois níveis (acuidades superiores a 81,75%). Foi também desenvolvido um algoritmo de simulação que permitiu aferir se seria necessário e viável o sistema de pré-triagem evoluir para um sistema de triagem de prioridades com triagem de 5 níveis. Por último, foi desenvolvida e apresentada uma proposta de um sistema de triagem prioridades obstétrica. Após validação dos artefactos produzidos com as equipas clínica, verificou-se que este trabalho contribui para o apoio à decisão nas áreas abordadas.

Abstract

Nowadays, making decisions quickly and effectively it is essential in healthcare organizations. In this sense, arise Decision Support Systems, Business Intelligence platforms and Recommender Systems. In order to support clinical and management decisions in gynaecology and obstetrics in Centro Materno Infantil do Norte beyond the existence of the Electronic Health Record, it was also implemented the pre-triage system allowing health professionals to distinguish between two levels (Emergency and Output Patients). Within the scope of this thesis and based on the existing systems it was carried out a project with the goal to extract knowledge in an automated way and in real time and develop a priority triage system for obstetric. This project followed the research Design Research methodology, whose purpose is to guide and validate the construction of artefacts. In this sense, it was developed and implemented a platform for Business Intelligence and elaborated a proposal of a obstetric triage priorities system. In the first case, the platform allows obtaining indicators in two areas: indicators for monitoring the existing pre-triage system and obstetric indicators. In total they were produced about 50 indicators. In the technical level it was followed the Kimball methodology and it was used the Pentaho Community Edition as Open Source Business Intelligence tool, which gave to the platform several characteristics (e.g Pervasive). On the second artefact, initially it was conducted the exploration, validation and dissemination of pre-triage system for the medical and scientific community. At a later stage, they were induced data mining models, which allowing to conclude that the pre-triage system is calibrated to triage patients on two levels (higher than 81.75 %) but it was also found that this system needs some improvements. In this way, it was developed a simulation algorithm, that allowed to assess and analyse the viability of the pre-triage system be improved to a five leaves priority system. Finally, it was developed and presented a proposal for a obstetric triage priorities system. The artefacts produced ware validate with the clinical teams, where they assess the work quality and proved that this work contributes to decision support in the areas addressed.

Conteúdo

Resumo	v
<i>Abstract</i>	vii
Acrónimos	xxiii
1 Introdução	1
1.1 Contextualização	1
1.2 Problemática e Motivação	4
1.3 Objetivos	5
1.4 Estrutura	7
2 Estado da Arte	9
2.1 Sistemas de Apoio à Decisão na Saúde	9
2.2 <i>Business Intelligence</i>	11
2.2.1 O Processo de <i>Extract, Transform, Load</i>	12
2.2.2 <i>Data Warehouse</i>	13
2.2.3 Visualização dos Dados	14
2.3 Ferramentas de <i>Business Intelligence Open Source</i>	20
2.3.1 Análise das Ferramentas de <i>Business Intelligence Open Source</i>	20
2.3.2 Comparação Entre Ferramentas de <i>Business Intelligence</i>	22
2.3.3 <i>Pentaho Community Edition</i>	23
2.4 Exemplo de Aplicações Obstétrica	25

2.4.1	Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica e Clínica	25
2.4.2	<i>VCOBSGYN</i>	26
2.5	Sistemas de Triagem	27
2.5.1	<i>Manchester Triage System</i>	27
2.5.2	<i>Obstetrical Triage Acuity Scale</i>	29
3	Metodologias	31
3.1	Metodologia de Investigação	31
3.1.1	<i>Design Research</i>	32
3.2	Metodologias Técnicas	33
3.2.1	A Metodologia de <i>Ralph Kimball</i>	33
3.2.2	<i>CRoss Industry Standard Process for Data Mining</i>	36
3.3	Aplicação Prática	40
4	Plataforma de <i>Business Intelligence</i>	43
4.1	Caso de Estudos: Plataforma de <i>Business Intelligence</i>	44
4.1.1	Definição do Problema	44
4.1.2	Definição dos Requisitos de Negócio	45
4.1.3	Projeto Técnico da Arquitetura	49
4.1.4	Seleção e Instalação de Produtos	50
4.1.5	Modelo Dimensional	51
4.1.6	Projeto Físico	54
4.1.7	Projeto e Desenvolvimento do Sistema de ETL	54
4.1.8	Especificação das Aplicações de BI	56
4.1.9	Desenvolvimento das Aplicações de BI (Apresentação dos Resultados)	56
4.1.10	Manutenção e Crescimento	69
4.2	Apreciação Global da Plataforma	69
5	Estudo, Análise e Divulgação do Sistema de Pré-Triagem	71
5.1	Decisão em Tempo Real	72
5.1.1	A Utente Não Está grávida ("Não")	78
5.1.2	A Utente Talvez Esteja Grávida ("Talvez")	80

5.1.3	Utentes Para Interrupção da Gravidez Opcional ("Para IGO")	80
5.1.4	Utente Para Cardiotocografia ("Para CTG")	82
5.1.5	Resumo do Sistema de Pré-triagem	83
5.2	Análise Estatística do Desempenho do Sistema de Pré-triagem	84
5.3	Apreciação Global do Sistema de Pré-triagem	86
6	Validação e Evolução do Sistema de Pré-triagem	89
6.1	Aplicação de <i>Data Mining</i>	90
6.1.1	Calibração do Sistema de Pré-triagem	90
6.1.2	Análise SWOT ao Sistema de Pré-triagem	96
6.1.3	Discussão	97
6.2	Desenvolvimento e Aplicação de um Algoritmo de Simulação .	99
6.2.1	Descrição do Sistema de Triagem de Prioridades a Validar	100
6.2.2	Requisitos e Variáveis Utilizadas no Sistema de Simulação	100
6.2.3	Processo de Simulação	102
6.2.4	Resultados	103
6.2.5	Discussão	106
6.3	Apreciação Global	108
7	Proposta do Sistema de Triagem Obstétrica	109
7.1	Requisitos à Implementação de um Sistema de Triagem	109
7.2	Metodologia de Desenvolvimento	111
7.3	Modelo de Triagem Obstétrico	112
7.3.1	Nomenclatura	113
7.3.2	Modelo de Triagem: Grávidas	113
7.3.3	Adaptações Gerais	118
7.4	Potencialidades do Modelo Apresentado	121
7.5	Apreciação Global do Modelo de Triagem	123
8	Conclusão	125
8.1	Contribuições	125
8.2	Análise Global do Projeto	128

8.3 Trabalho Futuro	129
Bibliografia	137
Apêndices	137
A Anexos	139
B Publicações	143
B.1 <i>Business Intelligence in Maternity Care</i>	143
B.2 <i>Pre-Triage Decision Support Improvement in Maternity Care by means of Data Mining</i>	144
B.3 <i>Improving Quality of Services in Maternity Care Triage System</i>	145
B.4 <i>Simulating A Multi-Level Priority Triage System For Mater- nity Emergency</i>	146
B.5 <i>Managing Voluntary Interruption of Pregnancy using Data Mining</i>	147
B.6 <i>Real-Time Business Intelligence Platform to Maternity Care</i> .	149
B.7 <i>Real-Time Business Intelligence Platform to support the Ge- necology and Obstetrics decision</i>	150
B.8 <i>Predicting Risk Pregnancy in Maternity Care Using Data Mining</i>	151
B.9 <i>Application of Business Intelligence Tools in Healthcare Envi- ronment</i>	152
C Glossário	153

Lista de Figuras

2.1	Representação do processo de <i>Extract Transform Load</i> (ETL)	13
2.2	Representação de um Cubo <i>On-line Analytical Processing</i> (OLAP)	17
2.3	Etapas do processo de Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados (DCBD)	18
3.1	Ciclo de vida da metodologia de <i>Kimball</i>	34
3.2	O processo de <i>CRoss Industry Standard Process for Data Mining</i>	37
4.1	Arquitetura do sistema segundo <i>Kimball</i> devidamente adaptada ao contexto da plataforma de <i>Business Intelligence</i> (BI) do Centro Materno Infantil do Norte (CMIN)	49
4.2	Conjunto de entidades da <i>Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica (AIDA)-Processo Clínico Eletrónico (PCE)</i> selecionadas para a modulação dimensional.	51
4.3	Esquema em estrela do modelo dimensional seguindo o método a <i>Bus Architecture Data Warehouse</i> para a construção do <i>Data Warehouse</i> (DW).	53
4.4	<i>Dashboard</i> intitulada de <i>Caracterização das utentes que passam pelo processo de pré-triagem</i> .	57
4.5	Cubo OLAP <i>Triagem-Morada</i> .	58
4.6	Número de utentes pré-triadas por classe de utente e cidade.	59
4.7	Cubo OLAP <i>Resultado-triagem</i> .	60
4.8	Número de utentes pré-triadas por resultado de pré-triagem.	60
4.9	Exemplo de <i>slice</i> (número de utentes pré-triadas no ano de 2013).	61
4.10	Descrição das utentes que passam pelo processo de pré-triagem.	62

4.11	Caracterização do tempo de espera pós-triagem por evolução horária, resultado de pré-triagem e classe de utente.	63
4.12	Valores estatísticas tempo de total de espera.	64
4.13	Conjunto de indicadores referentes ao parto e às suas complicações (representação em tabela).	65
4.14	Principais indicadores obstétricos. Resultados apresentados em valores absolutos e percentagens (representação em Tabela).	66
4.15	Número de nascimentos por ano e após seleção do ano específica o número de nascimento pelos meses do ano selecionado.	67
4.16	Informação adicional por data.	67
4.17	Informação adicional para o mês de janeiro de 2014 (2014-01).	68
5.1	Fluxograma completo do sistema de pré-triagem	72
5.2	Fluxograma das questões da página intitulada de <i>Triagem de Grávidas</i>	74
5.3	Fluxograma das questões da página intitulada de <i>Grávida, Motivo da Visita</i>	74
5.4	Fluxograma das questões da página intitulada de <i>Registo de Triagem</i>	75
5.5	Fluxograma das questões da página intitulada de <i>Escala da Dor</i>	76
5.6	Fluxograma das questões da página intitulada de <i>Registo de Triagem</i>	77
5.7	Fluxograma das questões da página intitulada de <i>Triagem de Puérpera, Motivo da Visita</i>	79
5.8	Fluxograma das questões da página intitulada de <i>Triagem Geral</i>	80
5.9	Fluxograma das questões da página intitulada de <i>Triagem para Interrupção da Gravidez Opcional (IGO)</i>	81
5.10	Escala da Dor para o caso de IGO	81
5.11	Fluxograma das questões da página intitulada de <i>Triagem de Grávida por Cardiotocografia (CTG)</i>	82
6.1	Distribuição do número de utentes pela variável alvo, pelos diferentes cenário e para cada fluxograma.	93

6.2	Resultados do sistema de pré-triagem e do sistema simulado agrupados por número de utentes, por tempo máximo de espera e por tempo médio de espera	105
7.1	Fluxograma em esquema do modelo para o sistema de prioridades obstétrica para as grávidas ("Sim").	118
7.2	Proposta do sistema de triagem de prioridades obstétrica. . . .	119

Lista de Tabelas

2.1	Estudo comparativo entre ferramentas de BI <i>Open Source</i> (OS).	22
2.2	Nomenclatura do <i>Manchester Triage System</i> (MTS)	28
2.3	Nomenclatura do <i>Obstetrical Triage Acuity Scale</i> (OTAS)	29
3.1	Expressões que definem as medidas estatísticas	40
5.1	Quadro resumo dos discriminadores avaliados no sistema de pré-triagem implementado no CMIN	84
5.2	Avaliação estatística relativamente ao sistema de pré-triagem em 2014	85
5.3	Avaliação estatística do sistema de pré-triagem relativamente ao ano de 2010	86
5.4	Comparação entre os valores da média das Tabelas 5.2 e 5.2)	86
6.1	Números e percentagens de casos onde se verifica que o resultado de pré-triagem é forçado.	93
6.2	Avaliação do fluxograma das grávidas ("Sim"). Os resultados apresentados variam entre 0.0 e 1.0 (0 e 100 %) (adaptado de [1]).	95
6.3	Número de casos para o melhor resultado por técnica de <i>Data Mining</i> (DM) (tDM) em termos de Corretos (C), Incorretos(I) e Percentagem de Corretos (%C) para cada um dos cenários definidos, e por classe de utente	98
6.4	Definição do sistema de prioridades do CMIN.	100
6.5	Distribuição das Variáveis prênchidas e que são utilizadas no processo de simulação	101

6.6	Resultados da aplicação do algoritmo de simulação ao repositório do sistema de pré-triagem do CMIN	104
6.7	Resultados da aplicação do sistema de pré-triagem do CMIN .	104
7.1	Modelo de triagem obstétrica para as utentes grávidas ("Sim").	114
A.1	Avaliação do fluxograma Puérperas ("Não", "Sim") (adaptado de [1]).	140
A.2	Avaliação do fluxograma Não Puérperas ("Não", "Não") (adaptado de [1]).	141
A.3	Avaliação do fluxograma Grávidas Talvez ("Talvez") (adaptado de [1]).	141
A.4	Avaliação do fluxograma "Para IGO"(adaptado de [1])	142
A.5	Avaliação do fluxograma "Para CTG"(adaptado de [1])	142

Acrónimos

AIDA Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica. xiii, 5, 6, 8, 23, 24, 52, 62, 88, 90, 93, 105, 109, 115, 116, 125, 155, 163

ARGO Consulta urgente. xiii, xv, 4, 9, 49, 56, 70, 72, 93–101, 103–105, 107, 109, 111, 113, 115–124, 131–133, 135–137, 152, 161, 176–178

BI *Business Intelligence*. xiii, xvii, 1–4, 6–8, 11, 13, 14, 16, 17, 29–33, 39, 41, 42, 47, 48, 51–54, 56, 59–63, 67, 69, 88–90, 109, 121, 142, 158–160, 162, 164, 165, 179, 180, 186, 188, 189

BT-PAIN Escala da dor. 104, 119, 127, 128

CDE *Community Dashboard Editor*. 33, 69, 73, 75, 85, 89

CE *Community Edition*. 31–35, 48, 61, 69, 73, 89, 90, 160

CHP Centro Hospitalar do Porto. 4–6, 23, 30, 52, 53, 59, 61–63, 79, 88, 89, 109, 116, 160, 163

CMIN Centro Materno Infantil do Norte. xiii, xvii, xviii, 4–7, 9, 24, 39, 44, 47–55, 57, 59–62, 64, 67, 68, 70, 72, 74, 75, 77, 80, 87–95, 101–104, 106, 107, 109, 110, 112–115, 121, 122, 124–127, 132–137, 143, 145, 147, 149, 151–158, 160, 162–165

CNSMCA Comissão Nacional da Saúde Materna, da Criança e do Adolescente. 27, 141, 142, 154

CRISP-DM *CRoss Industry Standard Process for Data Mining*. xiii, 39, 40, 43, 114, 115, 185

CTAS *Canadian Triage and Acuity Scale*. 4, 27, 28

CTG Cardiotocografia. xv, xviii, 71, 94, 103, 104, 108, 110, 116, 119, 123, 124, 145, 153, 154, 175, 178

DCBD Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados. xiii, 14, 20–22, 39, 40, 43

DGS Direção Geral de Saúde. 5–7, 49, 57, 109, 112, 113, 137, 161–163

DM *Data Mining*. xvii, 3, 9, 13, 14, 17, 20–22, 33, 39, 40, 43–45, 49, 113–116, 118–123, 137, 142, 143, 158, 161, 163, 165, 175, 182

DSA Data Staging Area. 14

DT *Decision Trees*. 45, 118–120, 123, 175–178

DUM Data da Última Menstruação?. 95, 102, 103

DUM02 Data da última menstruação (Grávidas Talvez)?. 101

DW *Data Warehouse*. 14–17, 30–32, 39, 41–43, 45, 54, 55, 67

EC Extração do Conhecimento. 3–5, 20, 21

ECG Escala de Coma de Glasgow. 97, 98, 145, 148

EMERG Emergente. xiii, 56, 70, 72, 105, 116, 122

ESTGERA19 Estado Geral da paciente?. 97, 104, 119, 127, 128

ETL *Extract Transform Load*. xiii, 14–16, 30–33, 42, 54, 55, 67

FN Falso Negativo. 46, 47

FP Falso Positivo. 46, 47

GLM *General Linear Mode*. 45, 118–120, 123, 175–178

GO Ginecologia e Obstetrícia. xiv, xv, 1, 4–10, 23–26, 28, 47–49, 52, 55, 63, 64, 90, 91, 93, 94, 108–110, 112–114, 121, 125–127, 133–137, 139–144, 149, 153–164, 184

GRAVREF Grávida Referenciada de Outras Instituições?. 95

HMP Hospital Maria Pia. 4

HOLAP *Hybrid On Line Analytical Processing*. 18

HSA Hospital de Santo António. 4, 87, 136

IGO Interrupção da Gravidez Opcional. xv, xviii, 71, 93, 102, 103, 108, 110, 116, 119, 123, 124, 145, 149, 153, 154, 175, 177

KPIs *Key Performance Indicators*. 22, 33

LHSC *London Health Sciences Centre*. 26

LLLM03 Lóquios Fétidos?. 101, 104, 119

MDX *Multidimensional Expressions*. 34, 61

MJD Maternidade Júlio Dinis. 4, 5, 49, 74, 77, 91, 107, 109, 110, 113, 127, 156, 160

MOLAP *Multidimensional On Line Analytical Processing*. 18

MTS *Manchester Triage System*. xvii, 4, 8, 11, 26, 27, 91, 108–110, 121, 125–127, 136, 142–144, 147, 150, 154, 155, 160, 164

MVIST0 Motivo da visita (Grávidas Talvez)?. 101

NB *Naïve Bayes*. 45, 118–120, 123, 175–178

OLAP *On-line Analytical Processing*. xiii, xiv, 17–19, 22, 30–34, 60, 61, 69, 72–74, 77–79, 85, 87

OLTP *Online Transaction Processing*. 14, 15, 17, 60, 61, 67

OS *Open Source*. xvii, 7, 8, 11, 29–35, 48, 59, 61, 73, 74, 89, 189

OTAS *Obstetrical Triage Acuity Scale*. xvii, 8, 11, 26–29, 108, 121, 125–127, 135, 140, 142–144, 146–150, 154, 155, 160, 164

PCE Processo Clínico Eletrónico. xiii, 2, 3, 5, 6, 24, 51–53, 62, 88, 165

PRRRRM06 Mastite?. 101, 104

PRRRRM09 Penso Repassado. 101, 104, 119

RESP20 Resposta Ocular?. 97

RESP21 Resposta Verbal?. 97

RESP22 Resposta Motora?. 97

RESP25 Registo da Febre?. 99, 119, 127, 128

RESP26 Sintomas Urinários?. 99, 119, 127, 128

RESP27 Hemorragia?. 100, 119, 127, 128

RESP28 Convulsões?. 99, 119, 127

RESP29 Lipotímia?. 99, 119, 127, 128

RESP30 Registo da pressão arterial?. 99, 102, 103, 128

RESP31 Combur?. 99, 102, 103

ROLAP *Relational On Line Analytical Processing*. 17

ROOM07 Outro Motivo patológico?. 101

Rot Resultado da Triagem. 119, 127

RRRRM04 Remover Sutura. 101, 104, 119

SAD Sistemas de Apoio à Decisão. 2, 12–14, 41, 121, 162, 164

SADC Sistemas de Apoio à Decisão Clínica. 2, 3, 5, 8, 12, 53, 159, 162, 179

SAM Sistema de Apoio ao Médico. 24, 27, 109, 155, 156

SAPE Sistema de Apoio à Prática de Enfermagem. 24, 109, 156

SEMGRAVID Semanas de gravidez?. 95, 102, 103, 127

SGBD Sistemas de Gestão de Bases de Dados. 3, 54, 61, 67

SNS Sistema Nacional de Saúde. 142, 155, 156

SONHO Sistema de Gestão de Doentes Hospitalares. 24

SQL *Structured Query Language*. 61

SVM *Support Vector Machine*. 45, 119, 120, 123, 175–178

SWOT *Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats*. 114, 121, 125

TI Tecnologias de Informação. 1–3, 12, 34, 51, 59

TIC Tecnologias de Informação e Comunicação. 1

TNPMV09 Cefaleias?. 95, 104, 119, 127, 128

TNPMV10 Alterações visuais?. 95, 104, 119, 127, 128

TNPMV11 Referência de subida tensional?. 96, 104, 119, 127, 128

TNPMV12 Dor epigástrica/hipocôndrio direito?. 96, 104, 119, 127, 128

TNPMV13 Náuseas/vômitos?. 96, 104, 119, 127, 128

TNPMV14 Alterações da coloração da pele/mucosas?. 96, 104, 119, 127, 128

TNPMV140 Metrorragias?. 96, 104, 119, 127, 128

TNPMV15 Diminuição dos movimentos fetais?. 96, 104, 119, 127, 128

TNPMV16 Perda de líquido amniótico?. 96, 104, 119, 127, 128

TNPMV17 Datar a gravidez. 96

TNPMV1720 Sem Dor. 98, 104, 127, 128

TNPMV176 Contrações Uterinas. 98, 104, 127, 128

TNPMV177 Dor Hipogástrico. 98, 104, 127, 128

TNPMV178 Dor Epigástrica. 98, 104, 127

TNPMV179 Dor Fossa Ilíaca. 98, 104, 127, 128

TNPMV18 Outro motivo patológico?. 96, 104, 119, 127, 128

TNPMV180 Dor Lombar. 99, 128
TNPMV181 Outra Dor. 99, 104, 127, 128
TNPMV182 Dor superior 1 semana. 99, 104, 127, 128
TNPTG16 Trauma na grávida?. 96, 104, 119, 127, 128
TTTM02 Tumefação Mamária?. 101, 104, 119

URG Urgente. xiii, xv, 5, 9, 49, 56, 70, 72, 93, 95–101, 103–105, 107, 109, 111, 113, 115–125, 131–133, 135–137, 152, 161, 176–178

VIGIAG Já Iniciou a Vigilância Pré-natal?. 95
VN Verdadeiro Negativo. 46, 47
VP Verdadeiro Positivo. 46, 47

XML *eXtensible Markup Language*. 62, 68, 116

Capítulo 1

Introdução

Esta dissertação aborda o trabalho desenvolvido ao longo do quinto ano do Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica no ramo de Informática Médica. Durante este ano, foram desenvolvidos dois projetos distintos: uma solução de *Business Intelligence* (BI) e uma proposta de um sistema de triagem de prioridades obstétrica.

Este capítulo encontra-se dividido em 4 secções. Na primeira (1.1) é apresentada uma breve contextualização do projeto. Na segunda secção (1.2) são abordadas as principais problemáticas e motivações. Na terceira secção (1.3) são definidos os objetivos da dissertação e as questões de investigação. Conclui-se o capítulo com a apresentação da estrutura deste documento.

1.1 Contextualização

A constante evolução tecnológica nos sistemas informáticos, quer na parte de *hardware*, como na de *software*, tem vindo a revolucionar a forma como o ser humano realiza muitas das suas atividades diárias. Desde a sistematização de tarefas repetitivas, passando pela forma como a informação é organizada e acedida, até à remodelada interação entre as próprias pessoas, os avanços dos sistemas informáticos têm sido fulcrais para melhorar a qualidade de vida das pessoas em vários níveis. A área da saúde é sem dúvida uma das

mais afetadas, uma vez que apresenta grande potencial a nível da informática e dos sistemas de informação [2, 3]. Verifica-se diariamente, uma crescente quantidade de informação o que implica uma gestão imperativa e eficiente do conhecimento por parte das instituições de saúde com vista à diminuição dos custos associados e ao erro médico inerente [2]. Dada a impossibilidade do ser humano conseguir explorar e reconhecer padrões nessas informações, bem como ser crucial a tomada de decisões de forma rápida e com base no melhor conhecimento possível surgem os *Sistemas de Apoio à Decisão (SAD)*. Um *SAD* consiste num sistema informático que suporta as atividades de tomada de decisão numa empresa ou organização. Por isso, devem ser sistemas interativos em que facilmente possam ser integradas as diferentes fontes de informação que influenciam a tomada de decisões [4]. Mais concretamente, na área da saúde surgem os *Sistemas de Apoio à Decisão Clínica (SADC)* como uma aplicação que, através de análises inteligentes aos dados, permite ajudar os profissionais de saúde a tomar decisões clínicas. Por outro lado, o *Business Intelligence* também pode ser considerado uma área dos *SAD* (neste caso concreto dos *SADC*) e pode ser definido como um processo de recolher, organizar, analisar e apresentar dados de forma a suportar o processo de tomada de decisão [2, 5–8]. Este conceito tem atraído enorme atenção entre os profissionais de saúde e profissionais de *Tecnologias de Informação (TI)* quanto à sua aplicabilidade no *Processo Clínico Eletrónico (PCE)* [2]. O *PCE* consiste num registo eletrónico longitudinal que reúne informação clínica individual (sobre os utentes) relativa aos atos praticados numa instituição de saúde [2, 9]. No caso das organizações de saúde, a maioria dos dados clínicos que documentam a sua atividade diária são armazenados em *Sistemas de Gestão de Bases de Dados (SGBD)*. Este consiste num conjunto de programas de computador (*softwares*) responsáveis pela manipulação de uma base de dados (inserir, eliminar, alterar e consultar dados) [10]. Devido à extensa quantidade de informações, esta é armazenada de diferentes formas e conseqüentemente bastante heterogêneas entre si. Por outro lado, com esta crescente quantidade de informação existe também uma necessidade correspondente para aplicar tecnologias de *Data Mining (DM)*. Segundo *Fayyad et al.* [11], o processo de *Data Mining* pode ser definido com um processo não

trivial, iterativo, interativo e com múltiplos estágios que manipula e transforma os dados com o intuito de descobrir padrões relevantes. Ou seja, o DM geralmente é utilizado para realizar análises preditivas [12]. Porém, a maioria dos dados clínicos não estão estruturadas e as técnicas de DM apenas funcionam bem com dados estruturados. Daqui infere-se mais uma vantagem para a utilização de BI como tecnologia de suporte à decisão, já que esta permite a conjugação de dados estruturados e não estruturados [2, 12]. Para além disto, *Hocevar e Jaklic* [13] concluíram que os utilizadores da tecnologia de BI identificam benefícios muito específicos, incluindo a facilidade de utilização, economia de tempo, o maior apoio à decisão, flexibilidade, e em geral as reações positivas dos utilizadores devido à rápida resposta do sistema. Estas propriedades da tecnologia de BI tornam-na atraente para muitos profissionais de saúde e profissionais de TI.

Em termos gerais, os SADC podem ser aplicados em várias vertentes, como por exemplo num processo de *Extração do Conhecimento (EC)*, através da utilização de sistemas de BI como abordado anteriormente, ou então na construção de Sistemas de Recomendação, neste caso na área da saúde. Um Sistema de Recomendação combina várias técnicas computacionais para selecionar itens personalizados com base nos interesses dos utilizadores e conforme o contexto no qual estão inseridos [14]. Um exemplo de Sistema de Recomendação são os sistemas de triagem, para auxiliar os profissionais de saúde na decisão de priorização e/ou encaminhamento de utentes num serviço de urgência [15, 16]. Em ambiente hospitalar, são utilizados vários tipos de sistemas de triagem, como por exemplo o *Manchester Triage System (MTS)* e a *Canadian Triage and Acuity Scale (CTAS)* [15, 17].

Este projeto de dissertação foi realizado em parceria com o Centro Hospitalar do Porto (CHP), mais propriamente com o Centro Materno Infantil do Norte (CMIN). O CMIN foi inaugurado no presente ano (2014) e cobre as necessidades associadas aos cuidados de pediatria, neonatologia, ginecologia e obstetrícia. O CMIN é responsável pelas unidades de internamento, de cuidados intensivos e intermédios de neonatologia e de reprodução medicamente assistida, áreas de diagnóstico, hospital de dia, bloco de partos e outros blocos cirúrgicos e o serviço de urgência de Ginecologia e Obstetrícia (GO) [18].

Anteriormente, estes serviços eram assegurados pela [Maternidade Júlio Dinis \(MJD\)](#) e pelo [Hospital Maria Pia \(HMP\)](#). Por outro lado, quando em 2007 o serviço de urgência de [GO](#) foi transferido para a [MJD](#), verificou-se que o sistema [MTS](#) não era o mais adequado para os casos de triagem obstétrica. Isto deve-se à generalidade dos discriminadores utilizados pelo [MTS](#). Desta forma, em 2010, foi desenvolvido e implementado na [MJD](#) um sistema de pré-triagem. Este é caracterizado por um questionário específico para a urgência obstétrica e permite triar as utentes em dois níveis: [Consulta urgente \(ARGO\)](#), sendo marcada uma consulta urgente e [Urgente \(URG\)](#), sendo a utente direcionada para o serviço de urgência e atendida por ordem de chegada ao mesmo. Para além disso, este sistema é também caracterizado por 6 fluxogramas específicos ([Grávida \("Sim"\)](#)); [Puérperas \("Não", "Sim"\)](#); [Não Puérperas \("Não", Não\)](#); [Grávidas Talvez \("Talvez"\)](#); [Interrupção da Gravidez Opcional \(IGO\) \("Para IGO"\)](#); [Cardiotocografia \(CTG\) \("Para CTG"\)](#)). De uma forma geral, este sistema permitiu diminuir significativamente o número de utentes no serviço de urgência de [GO](#) como pode ser comprovado no artigo *Knowledge Acquisition Process for Intelligent Decision Support in Critical Health Care* [17]. Por outro lado, em meados de 2013, foi recomendada pela [Direção Geral de Saúde \(DGS\)](#) a implementação de um sistema prioridades de triagem obstétrica [19]. O sistema de pré-triagem, apesar de específico para [GO](#), não se encontra apto para realizar uma triagem de prioridades, já que não foi construído com esse fim.

1.2 Problemática e Motivação

Tendo em conta os aspetos referidos anteriormente, no [CMIN](#) foram identificadas duas áreas onde é necessário o apoio à decisão. A primeira área identificada está relacionado com a obtenção de indicadores clínicos e de gestão. De facto verificou-se que no [CMIN/MJD](#) está implementado o sistema de pré-sistema desde 2010 e em 4 anos de existência o volume de dados tem aumentado, sendo por isso difícil extrair e explorar os dados para efeitos de monitorização do sistema. Por outro lado, existe uma necessidade de obten-

ção de indicadores no âmbito da obstetrícia, como o objetivo de monitorização deste serviço e também de apresentações semestrais destes indicadores ao Ministério da Saúde [20]. No CHP encontra-se implementada a [Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica \(AIDA\)](#), responsável pelo processo de pré-triagem e pelo PCE e por guardar os registos deles resultantes no [AIDA -PCE](#). No entanto, não existe nenhuma plataforma capaz de extrair indicadores neste âmbito de forma automática. Neste sentido, a construção de uma plataforma de BI permitirá utilizar os dados existentes nas bases de dados da [AIDA-PCE](#) e conseqüentemente a obtenção de indicadores de forma automática, sendo esta a principal razão que motiva a realização do protótipo de BI.

Relativamente à segunda área identificada, verificou-se que o sistema de pré-triagem apenas realiza uma triagem de encaminhamento entre a urgência ([URG](#)) e a consulta ([ARGO](#)). No entanto as utentes que são identificadas como urgentes ([URG](#)) não são sujeitas a mais nenhum sistema para priorizar o seu atendimento. Por outro lado, atualmente é sugerida pela [DGS](#) a implementação de um sistema de prioridades obstétrica nas urgências que contemplam as especialidades de [GO](#) [19]. Por isso, a possível transformação do sistema de pré-triagem num sistema de prioridades é uma solução que permite responder a este requisito. Assim, avaliar esta possibilidade é a principal razão que motiva o trabalho neste âmbito.

Por último, e de uma forma geral, tendo em conta a existência destas problemáticas, a possibilidade de criar novo conhecimento e contribuir para uma melhoria das condições das utentes são as principais motivações para a realização deste trabalho.

1.3 Objetivos

Tendo por base os aspetos referidos anteriormente, nas subsecções 1.1 e 1.2, os objetivos principais deste projeto passam por conseguir cruzar e combinar a grande quantidade de informação proveniente das mais diversas fontes heterogêneas e desenvolver uma plataforma de BI. Por outro lado,

pretende-se desenhar um modelo para um sistema de triagem obstétrica com 5 níveis de prioridade. Os objetivos traçados no âmbito desta dissertação foram estruturados em gerais e específicos:

1. Desenvolver uma plataforma de BI no âmbito de GO:
 - Realizar um levantamento dos indicadores que seriam importantes obter no final do processo;
 - Aplicar a tecnologia de BI, escolhendo a metodologia técnica e a ferramenta de BI *Open Source* (OS) mais adequadas, de forma a dar resposta aos indicadores pretendidos e às necessidades demonstradas. Esta aplicação deve ter a característica de *Pervasive*;
 - Realizar testes no CMIN e eventuais alterações necessárias na aplicação;
 - Validação da aplicação pelos profissionais de saúde (médicos e enfermeiros) especialistas em GO.
2. Estudar, validar e divulgar o sistema de pré-triagem existente no CMIN:
 - Divulgar o sistema de pré-triagem existente no CMIN a nível internacional, através de estudos aprofundados ao mesmo e a escrita de artigos científicos de forma a divulgar esses resultados;
 - Encontrar pontos de melhoria no sistema de pré-triagem, tendo por base novos objetivos (estipulados pela DGS [19]);
3. Projetar um modelo de triagem de prioridades para GO:
 - Desenvolver uma metodologia de um sistema de triagem obstétrica com 5 níveis de prioridades;
 - Envolver os profissionais de saúde no desenvolvimento da proposta.

Tendo por base os objetivos estipulados foi possível formular duas questões de investigação que serão respondidas ao longo desta dissertação e constatadas na conclusão deste documento (capítulo 8):

- **Questão 1.** De que forma o BI pode suportar os processos de tomada de decisão na área de GO? Será respondida pela concretização do objetivo 1.
- **Questão 2.** Qual a viabilidade/utilidade do desenvolvimento de um sistema de triagem de prioridades para a Maternidade? Será respondida pela concretização dos objetivos 2 e 3.

1.4 Estrutura

Este documento de dissertação de mestrado está estruturado em oito capítulos. Além deste primeiro capítulo introdutório que enquadra o leitor no contexto deste estudo, onde são expostas as problemáticas, as motivações e os objetivos, seguem-se os seguintes capítulos e apêndices:

Capítulo 2: neste capítulo são apresentados os conceitos e tecnologias utilizadas para a realização deste projeto, ou seja, o Estado da Arte. São abordadas temáticas como os SADC, o BI, as ferramentas de BIOS, aplicações utilizadas na saúde (o VCOBSGYN e a AIDA) e os sistemas de triagem (*Obstetrical Triage Acuity Scale* (OTAS) e MTS);

Capítulo 3: são expostas a metodologia de investigação e as metodologias técnicas utilizadas ao longo deste projeto, assim como, a respetiva razão da escolha das mesmas;

Capítulo 4: são abordados os aspetos relacionados com a implementação de uma plataforma de BI seguindo a metodologia técnica de *Kimball*. Como resultado é apresentada a plataforma desenvolvida que permite a apresentação de indicadores em duas vertentes (*Pré-triagem* e *Indicadores Obstétricos*);

Capítulo 5: os próximos 3 capítulos (5, 6 e 7) são dedicados à transformação do sistema de pré-triagem num sistema de prioridades para GO. Assim, no capítulo 5 foi realizado um estudo aprofundado do funcionamento do sistema de pré-triagem de forma a analisar, explorar e divulgar para a comunidade médica e científica;

Capítulo 6: neste capítulo são expostos dois estudos. O primeiro estudo, onde foram utilizadas técnicas de **DM**, teve como objetivos verificar se o sistema de pré-triagem se encontra ou não calibrado para a triagem /encaminhamento de utentes em dois níveis (**URG** e **ARGO**) e encontrar possíveis pontos de evolução. Já o segundo estudo teve como objetivo validar o ponto de evolução encontrado, através do desenvolvimento e aplicação de um algoritmo de simulação, cuja a valência é a triagem das utentes em 5 níveis;

Capítulo 7: na sequencia do capítulo 6, neste capítulo é apresentado um modelo de transformação do sistema de pré-triagem num sistema de triagem de obstétrica com 5 níveis de prioridades. Este modelo foi validado com o auxílio dos profissionais de saúde especialistas em **GO**;

Capítulo 8: no último capítulo que compõe esta dissertação, encontram-se resumidas as principais contribuições. É dada resposta às duas questões de investigação propostas na secção 1.3 e é realizada uma análise global do projeto desenvolvido. Encontram-se também propostas que podem ser aplicadas neste projeto no futuro;

Apêndices:

A: são apresentadas parte dos resultados do processo de **DM** descrito na secção 6.1;

B: são expostos os trabalhos científicos elaborados em paralelo com este projeto. São apresentadas as informações básicas e é também referida a ligação existente entre cada trabalho e esta dissertação;

C: diz respeito ao glossário que contempla as definição dos discriminadores avaliados no sistema de pré-triagem.

Capítulo 2

Estado da Arte

Neste capítulo é apresentada a revisão da literatura e o estado da arte dos termos e metodologias que serão utilizados ao longo do desenvolvimento desta dissertação. Pretende-se que as metodologias estudadas sejam o suporte científico dos métodos e procedimentos utilizados ao longo da realização do projeto.

Este capítulo encontra-se dividido em 5 secções. Na primeira secção (2.1) são abordados os sistemas de apoio à decisão na saúde. Na segunda (2.2) é explorado o *Business Intelligence* (BI) e as diferentes fases intente a este. Na terceira (2.3) são abordadas as ferramentas de *BI Open Source* (OS). Na quarta secção (2.4) secção são abordadas as diferentes aplicações na saúde relativas ao apoio à decisão obstétrica. Na quinta e última secção (2.5) são abordados os sistemas de triagem (*Obstetrical Triage Acuity Scale* (OTAS) e *Manchester Triage System* (MTS)).

2.1 Sistemas de Apoio à Decisão na Saúde

O sector da saúde está altamente dependente da informação e há uma constante necessidade de tomada de decisões com vista a oferecer bem-estar ao utente. Por sua vez, a tomada de decisão está intrinsecamente dependente

da qualidade da informação disponível, que por conseguinte depende do conhecimento adquirido por parte dos profissionais de saúde. Por outro lado, a insuficiência de comunicação e a falta de informação encontram-se entre os principais fatores que contribuem para eventos adversos na saúde. Os eventos adversos na saúde podem-se definir como complicações indesejadas decorrentes dos cuidados prestados aos utentes, não atribuídas à evolução natural da doença de base [21]. Grande parte do trabalho dos profissionais de saúde é afetado e sobrecarregado por tarefas organizacionais, como por exemplo, planear e preparar os procedimentos médicos, agendar consultas de diversas especialidades e serviços de marcação de visitas médicas, transmissão e avaliação de relatórios. Como consequência, ocorrem muitos erros e eventos adversos que podem traduzir num aumento de custos para a instituição ou na perda de vidas humanas. O suporte das **Tecnologias de Informação (TI)** nas instituições de saúde tem o potencial de reduzir significativamente a taxa de eventos adversos e inesperados, permitindo que uma grande quantidade de informações seja introduzida em diferentes bases de dados. Extrair, analisar e apresentar essas informações em tempo útil, muitas vezes, quase em tempo real pode ajudar a melhorar a qualidade, segurança, e eficiência da prestação de cuidados de saúde. Neste contexto, surgem os **Sistemas de Apoio à Decisão (SAD)**, mais precisamente os **Sistemas de Apoio à Decisão Clínica (SADC)** que incorporados neste tipo de ambientes permitem reduzir a incidência de erros médicos e melhorar a qualidade dos serviços de saúde prestados aos utentes, conduzindo a uma redução significativa dos custos, permitindo desta forma uma prática clínica baseada em evidências. O sucesso de um **SAD** é em grande parte dependente da qualidade do conhecimento clínico a partir do qual foi construído [22].

Em contrapartida, ainda existe uma discrepância entre o potencial das **TI** e a sua real utilização na saúde, uma vez que, o aumento de conhecimento clínico é notório mas a aceitação do mesmo para suportar a prática clínica ainda é muito lenta. Os profissionais de saúde apresentam alguma dificuldade em localizar a informação clínica e avaliar a sua relevância e credibilidade para tomarem decisões baseadas na mesma. Neste sentido, os profissionais de sistemas de informação e os profissionais de saúde têm-se aliado no sentido

de melhorar a qualidade destes sistemas [21]. Como exemplos de SAD surgem os sistemas de BI, para extrair conhecimento útil e intrínseco nas bases de dados e o disponibilizar em tempo real, a utilização de técnicas de *Data Mining* (DM), para a realização de análises preditivas ou mesmo a utilização de Sistemas de Recomendação como, por exemplo, os sistemas de triagem nas urgências hospitalares para auxiliar na priorização dos utentes.

2.2 *Business Intelligence*

Hoje em dia, a informação e o conhecimento representam a riqueza fundamental de uma organização. As empresas tentam utilizar essa riqueza para ganhar vantagem competitiva na tomada de decisões importantes [6]. Para tal existe a necessidade de se obter informações detalhadas de maneira a que as organizações possam cruzar essa mesma informação, e assim, realizarem uma gestão eficaz da sua informação. Neste contexto, faz sentido falar em *Business Intelligence*, um conceito que remonta às décadas de 60 e 70 (Era pré-BI). Porém, o conceito de BI é relativamente recente, tendo sido introduzido por *Howard Dresner* e *Gartner Group*, em 1989, para descrever um sistema integrado ou conjunto de conceitos e métodos para melhorar a tomada de decisão baseada na recolha, organização, análise e apresentação dos dados, de tal maneira a apoiar uma melhor decisão [2, 7]. O BI é um método que permite agrupar as informações de modo a que seja possível tomar uma decisão mais fundamentada. Inclui um conjunto de conceitos, métodos e processos para melhorar as decisões de negócio, utilizando informações de várias fontes e aplicação de experiências passadas para desenvolver uma compreensão exata da dinâmica do negócio [23]. É um processo que junta a análise de dados e ferramentas de análise de decisão para disponibilizar as informações certas para as pessoas certas em toda a organização, com o objetivo de melhorar a tomada de decisões estratégicas e táticas [24]. O BI tornou-se um importante produto na indústria dos SAD devido à falta de ferramentas de DM eficientes para suportar conjuntos de dados não estruturados. As ferramentas tradicionais de DM são facilmente aplicáveis a conjuntos de dados

estruturados, mas têm limitações com conjuntos de dados não estruturados. Por outro lado, o BI funciona muito bem com conjuntos de dados estruturados e não estruturados [2]. O BI transforma a informação em conhecimento e tem a capacidade de colocar a informação correta nas mãos do utilizador certo e na hora certa para apoiar o processo de tomada de decisão [25]. O processo de BI é compreendido por uma sequência de etapas: o processo de *Extract Transform Load* (ETL), o *Data Warehouse* (DW) e por último a visualização dos dados.

2.2.1 O Processo de *Extract, Transform, Load*

No contexto de BI é frequente falar-se no processo de ETL. Este é responsável pela extração, transformação e limpeza dos dados provenientes dos diversos sistemas organizacionais (sistemas *Online Transaction Processing* (OLTP)) e o seu carregamento, geralmente, para um DW ou *Data Mart*. O processo de ETL é o mais lento e crítico no processo de construção de um DW devido à grande quantidade de dados a serem processados. Além disso, há uma complexa combinação de processos e tecnologias que consomem uma parcela significativa do tempo inerente a estas etapas [26].

O processo de ETL é composto por três etapas. A primeira, *Extração*, pode ser entendida como a fase onde os dados são extraídos dos sistemas de aquisição, bases de dados e OLTP e conduzidos para a *Data Staging Area* (DSA) (área de transição ou área temporária), onde são convertidos num único formato. A conversão é necessária devido à heterogeneidade verificada nas diversas informações. Após a extração, a próxima etapa é a *Transformação*. Nesta fase são corrigidos, padronizados e tratados os desvios e as inconsistências, transformando os dados de acordo com as regras do negócio. A terceira e última etapa é o *Carregamento* e consiste no carregamento dos dados tratados para a estrutura multidimensional (o DW) [27].

De forma geral, o processo de ETL, encontra-se esquematizado na Figura 2.1.

O ETL é fundamental para qualquer processo de construção de um DW, devendo por isso ser corretamente planeado, de modo a não comprometer

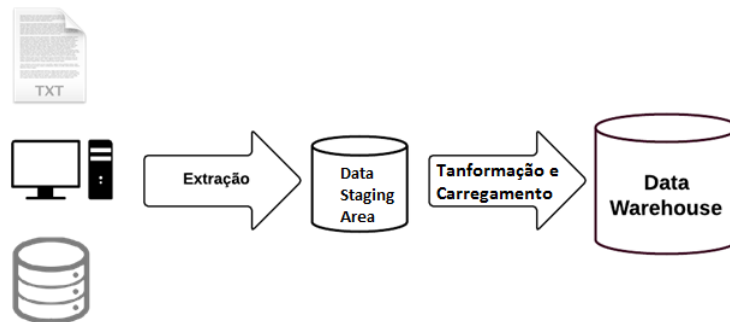


Figura 2.1: Representação do processo de ETL (adaptada de [26]).

os sistemas transacionais (OLTP). Aspectos como escolha das ferramentas de ETL e periodicidade de execução das tarefas de ETL devem ser tidas em conta para o sucesso da aplicação. [6, 26].

2.2.2 Data Warehouse

Os dados resultantes do processo de ETL normalmente são carregados em estruturas multidimensionais denominadas de DW. Estas são estruturas orientado por temas, onde os dados relativos a diferentes assuntos são armazenados numa ou mais tabelas. O DW é conhecido pelas características de ser integrado (os dados são padronizados e uniformizados); variável no tempo (cada entrada corresponde a um determinado momento específico no tempo); e não volátil (os dados armazenados não são removidos). Por outras palavras, após a procura de informações úteis em grandes bases de dados, provenientes de diferentes aplicações, quer internas ou externas, elas são estruturadas e armazenadas num repositório central, o DW [28]. Ou podem ser armazenados numa etapa intermédia, em *Data Marts*, que consolidam pequenas partes de informações relacionadas entre si. Isto é, em cada *Data Mart* há informação relativa a uma área específica. Seguidamente, há interligação dos *Data Marts* e é criado um DW com a informação relevante para um problema específico [6].

A arquitetura de armazenamento de dados, em DW permite uma análise de dados sob as mais variadas perspetivas e fornece um maior poder aos uti-

lizadores, ao nível da tomada de decisão. Desta forma, um DW disponibiliza informação consistente, integrada e histórica, pronta para uma análise num sistema de BI e para ser usada nos processos de tomada de decisões de uma organização. Ao armazenar dados históricos, o DW pode permitir a obtenção de informações sobre esses dados num determinado período. Note-se que esta informação não é modificada como acontece nos sistemas transacionais, sendo sim incrementada [29, 30]. Existem várias abordagens de metodologias a seguir para a construção de um DW e com aplicabilidades diferentes. Grandes autores do universo do DW, como *Bill Inmon* e *Kimball Ralph*, divergem quanto à melhor estratégia de implementação. *Inmon* é defensor da abordagem *top-down* e *Kimball* da *bottom-up*. Na arquitetura *bottom-up* os *Data Marts* são derivados do DW. Já na *top-down*, o DW é derivado dos *Data Marts*. O *top-down* possui uma visão geral que vai do alto nível ao mais detalhado, ao passo que, o *bottom-up* vai do menor ao maior nível. Existe ainda uma terceira abordagem denominada de abordagem híbrida, que constitui uma junção das duas metodologias anteriores [31, 32]. Estas metodologias serão abordadas com maior detalhe na secção 3.2.1

2.2.3 Visualização dos Dados

Após os dados serem moldados ao DW, existem várias ferramentas de BI de exploração e visualização de dados que permitem obter e apresentar as informações que estão armazenadas no DW. Neste sentido, surgem a tecnologia *On-line Analytical Processing* (OLAP), a descoberta de conhecimento e DM e os *dashboards*. Estas tecnologias serão abordadas em seguida em maior detalhe.

Tecnologia *On-line Analytical Processing*

Os dados que são armazenados em bases de dados OLTP do ponto de vista operacional são de enorme importância, porém, a forma como estão dispostos não ajuda na tomada de decisões. Neste sentido, surge a tecnologia OLAP para atender à necessidade de obtenção de informações que apoiem o processo de tomada de decisão. A tecnologia OLAP permite aos utilizado-

res acedem a dados organizados, agrupando subconjuntos de dados numa estrutura multidimensional que pode responder a consultas específicas. Ou seja, esta tecnologia baseia-se na análise multidimensional dos dados e permite ao utilizador ter uma visão mais rápida e interativa dos mesmos. A grande vantagem das ferramentas OLAP é a comunicação entre a grande quantidade dos dados, permitindo ao utilizador final ter uma visão analítica deles como um todo [30].

Numa aplicação OLAP, os dados não estão necessariamente padronizados como no OLTP, e a base de dados não contém um grande número de tabelas. No entanto, estas são muito mais extensas. Isto porque numa base de dados OLAP a operação mais comum é o *insert*, enquanto que o *delete* e *update* não são tão frequentes, sendo apenas utilizados quando ocorre algum erro no processo de carregamento dos dados. De acordo com a base de dados na qual os dados são armazenados, estes sistemas podem ser classificados como [30]:

- *Relational On Line Analytical Processing* (ROLAP): armazena dados numa base de dados relacional;
- *Multidimensional On Line Analytical Processing* (MOLAP): armazena dados em formatos multidimensionais;
- *Hybrid On Line Analytical Processing* (HOLAP): consiste num sistema híbrido que combina os dois sistemas anteriores.

As bases de dados OLAP contêm dois tipos básicos de dados: as medidas, que consistem nos dados numéricos utilizados para tomar decisões, e as dimensões, que são as categorias usadas para organizar essas medidas. As bases de dados OLAP ajudam a organizar os dados por vários níveis de detalhe. De seguida são descritas cada um desses componentes com maior detalhe [30]:

- *Cubo*: consiste numa estrutura de dados que agrega as medidas por níveis e hierarquias de cada uma das dimensões que se pretende analisar;
- *Medidas*: consiste num conjunto de valores de um cubo que se baseiam numa coluna na tabela de factos (abordada mais à frente) e normal-

mente são valores numéricos. Consistem nos valores centrais do cubo que são pré-processados, agregados e analisados;

- *Membro*: representa um item numa hierarquia de uma ou mais ocorrências de dados;
- *Dimensões*: representa o conjunto de uma, ou mais, hierarquias de níveis organizados num cubo que o utilizador compreende e utiliza como base para a análise de dados. Por exemplo, uma dimensão Tempo pode incluir uma hierarquia com níveis para ano, trimestre, mês e dia e outras só com o Ano e Mês. Num relatório de tabela dinâmica ou relatório de gráfico dinâmico, cada hierarquia torna-se um conjunto de campos que podem ser expandidos e recolhidos para revelar níveis mais baixos ou mais altos da hierarquia;
- *Hierarquia*: consistente na estrutura de árvore lógica que organiza os membros de uma dimensão, de modo que, cada membro tenha um membro "pai" e zero ou mais membros "filho". O membro "filho" é um membro no próximo nível inferior numa hierarquia que está diretamente relacionada com o membro atual. Por exemplo, o Ano e o Semestre estão relacionados;
- *Nível*: dentro de uma hierarquia, os dados podem ser organizados em níveis mais baixos e mais altos de detalhes. Os níveis Ano, Trimestre, Mês e Dia pertencem à hierarquia de Tempo.

Alguns destes componentes descritos anteriormente encontram-se representados na Figura 2.2.

Por outro lado, as operações permitidas com o OLAP são [30]:

- *Roll up*: aumenta o nível de agregação dos dados, ou seja consiste na soma de dados do cubo que podem resultar na subida de um nível superior da hierarquia de um dado tamanho ou seleção de uma dimensão de análise do cubo;

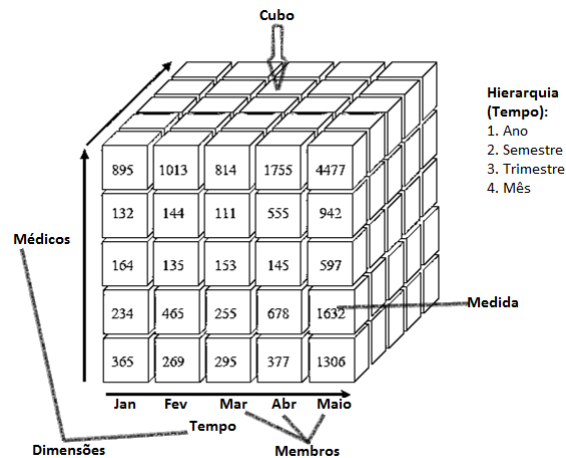


Figura 2.2: Representação de um Cubo OLAP (adaptada de [22]).

- *Drill down*: diminui o nível de detalhe de agregação ou aumenta o detalhe ao longo de, uma ou mais, hierarquias dimensionais. É o inverso da operação de *roll up*;
- *Slice and Dice*: seleção e projeção, em duas ou mais, dimensões, ou seja, consiste numa operação que cria um cubo mais específico, através da redução da dimensionalidade dos mesmos. O *slice* realiza uma seleção numa única dimensão, ao passo que *dice* efetua uma seleção em duas ou mais dimensões.
- *Pivot*: permite a rotação do eixo de dados, com o objetivo de proporcionar uma representação alternativa da mesma.

Descoberta de Conhecimento e *Data Mining*

O processo de [Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados](#) consiste no processo de transformação de dados em conhecimento útil. É utilizado para descrever todo o processo de [Extração do Conhecimento \(EC\)](#) útil dos dados, e é constituído por várias etapas interligadas entre si, enquanto o *Data Mining* refere-se à aplicação de algoritmos para induzir modelos de dados e obter novo conhecimento útil/padrões de informação. Até 1995,

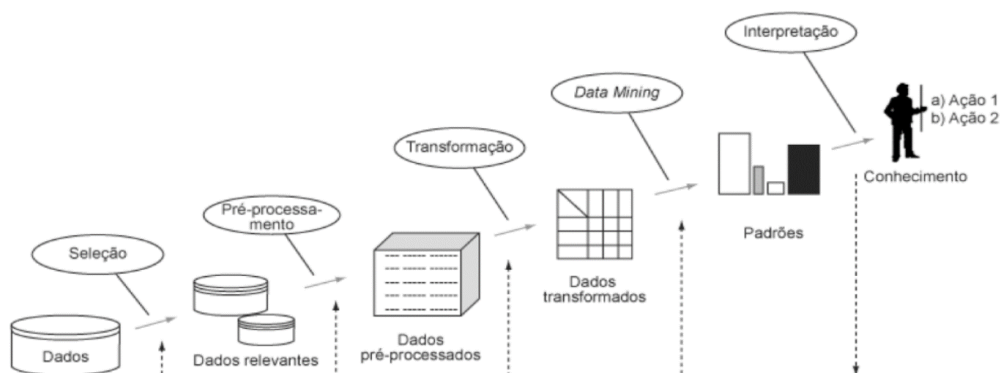


Figura 2.3: Etapas do processo de DCBD (adaptado de [11]).

os termos *Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados (DCBD)* e *DM* eram considerados sinónimos. Agora o *DM* representa uma fase do processo de *DCBD*. Assim, o *DCBD* é um processo que envolve todo o processo desde a preparação da base de dados até à apresentação do conhecimento deles extraído pelas técnicas de *DM*.

A definição do termo *Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados* foi introduzida por *Fayyad et al.* como parte de um processo ainda mais amplo de *DM*. Assim, é definido por estes como *um processo não trivial, repetitivo, interativo e com múltiplos estágios que manipula e transforma os dados com o intuito de descobrir padrões relevantes* [11].

Como representado na Figura 2.3, *Fayyad et al.* identificaram cinco etapas do processo de *DCBD* [11]. De forma sucinta, na primeira etapa *seleção dos dados*, são seleccionados os dados para resolver o problema formulado. Posteriormente, segue-se a etapa de *pré-processamento* responsável pela realização de procedimentos de limpeza e tratamento dos dados, tornando-os consistentes. Por sua vez, a etapa de *transformação* refere-se a tarefas manipulação dos dados de modo a torná-los aptos à aplicação de algoritmos de *DM* na fase seguinte intitulada de *Data Mining*. Por último, na etapa de *avaliação* é realizada uma interpretação e avaliação dos resultados obtidos na etapa de anterior, bem como na sua aplicação na tomada de decisão.

Todo este processo é dinâmico, interativo e iterativo, uma vez que, aplicados os algoritmos de *DM*, é gerado um *dataset* que revela padrões e, caso

esses padrões sejam válidos e satisfaçam o utilizador, é atingido conhecimento, senão uma ou mais etapas serão repetidas tantas vezes quantas forem necessárias para que se chegue a um resultado satisfatório.

Fazendo a ponte entre a tecnologia OLAP e o processo de DCBD é de referir que, enquanto as consultas utilizando a tecnologia OLAP exigem interação humana na procura de relações entre os dados, o DM possibilitam a derivação de muitas dessas relações de forma automática, através da análise e "aprendizagem" dos dados contidos nas bases de dados [30].

Dashboards

Esta ferramenta possibilita a demonstração de indicadores e a publicação de relatórios interativos. Existem dois tipos de *dashboards* [29]:

- *Analítico*: permitem obter, a partir de DM, relatórios e indicadores chave de desempenho (*Key Performance Indicators* (KPIs)), análise de áreas de negócios não relacionadas entre si. Na prática, é uma ferramenta de consulta que visa a obtenção e apresentação de indicadores de gestão.
- *Integrais*: são desenvolvidos estrategicamente ao nível de toda a organização. Permitem aos diferentes níveis de gestão e liderança da organização ter uma uma visão estratégica dos indicadores, uma vez que, cobrem toda a organização.

Através das diferentes ferramentas de representação e visualização (OLAP, DM e *dashboards*), o utilizador final tem acesso ao conhecimento obtido e, com base nas informações disponibilizadas, poderá proceder a uma tomada de decisão baseada em evidências [2].

2.3 Ferramentas de *Business Intelligence Open Source*

Cada vez mais, no setor saúde são procuradas aplicações informáticas de forma a suportar a atividade clínica diária dos profissionais de saúde, uma vez que, permitem um progresso viável na construção de aplicações nesta área. Por outro lado, os *softwares OS* consistem em modelos de desenvolvimento no qual o código fonte está inteiramente disponível aos utilizadores para visualização, leitura, modificação e redistribuição sem as restrições de direito de propriedade do produto. O *software OS* difere do não *OS* fundamentalmente nos processos de desenvolvimento e nas licenças do produto. Todas as aplicações de código aberto encontram-se licenciadas por uma licença *OS* que proporciona ao utilizador o direito de utilização do *software*, acesso e modificação do seu código fonte e a redistribuição desse mesmo [33,34].

2.3.1 Análise das Ferramentas de *Business Intelligence Open Source*

De forma a perceber qual a ferramenta de *BI OS* que melhor se enquadrava no âmbito da saúde foi realizada uma revisão da literatura sobre qual seria a melhor ferramenta *OS* que se aplicaria na saúde segundo alguns requisitos específicos. Nas organizações de saúde, os requisitos para implementação de um sistema de *BI* passam essencialmente por obter informação que ajude na tomada de decisão a um nível estratégico, com implicações a um nível tático, operacional, utilizando dados históricos e atuais, e visualizando-os através de relatórios ou gráficos, entre outros. Assim, de uma forma prática e específica em termos de dados clínicos, as aplicações *OS* devem responder a um conjunto de requisitos (estipulados no Centro Hospitalar do Porto (CHP)) de forma dar a resposta às necessidades dos profissionais de saúde e profissionais administrativos. Os requisitos tidos em conta para esta análise foram:

- *Visualização dos dados interativa:* avalia se a ferramenta permite a ocorrência de interatividade entre o utilizador e as *dashboards*, relatórios

e gráficos. Esta característica é muito importante na área da saúde, uma vez que permite uma melhor compreensão da informação apresentada;

- *Consultas ad hoc OLAP*: o *OLAP* é uma técnica que permite aos utilizadores realizar análises *ad hoc* aos dados, considerando múltiplas dimensões. Esta permite a análise de dados históricos, a utilização de operações como o *roll up*, o *drill-down*, o *slice e dice* e o *pivot*. Neste sentido, este requisito avalia se a ferramenta de *BI*, se encontra adaptada ou não para este fim;
- *Pervasive*: avalia se a versão gratuita da ferramenta disponibiliza o próprio servidor, permitindo a visualização/abertura no *browser*. Caso se verifique esta característica, então não é necessária a sua instalação em todos os dispositivos destinados à visualização da aplicação. Neste sentido, apenas é necessária a sua instalação num servidor e todos os dispositivos conectados por rede conseguem aceder à aplicação;
- *ETL*: característica que no caso do *BI*, se aplica à opção de integrar o processo de extrair os dados, transformar os dados e carregamento dos dados, para a estruturas multidimensional *DW*, através da criação de procedimentos incorporados na ferramenta;
- *Conexão à base de dados*: existem ferramentas que a única forma de ligação às fontes de dados é via *ETL*, existem outras onde a ligação pode ser via *ETL*, ou então por *data visualization* e em último caso só *ETL*, sendo por isso uma ferramenta integrada de *BI*. Em ambiente hospitalar verifica-se que as fontes de dados são bastante heterogéneas entre si. Desta forma, para facilitar a construção do modelo de *DW*, muitas vezes, opta-se por construir o *DW* numa ferramenta próprio e posteriormente, utilizam-se ferramentas de *BI*, na construção do cubo *OLAP* e a visualização de indicadores. Assim, será avaliada a ligação via *ETL* (Conexão (Visualização)) e a ligação via *data Visualization* (Conexão *ETL*).
- *Integração o modelo dimensional*: avalia se a ferramenta de *BI* permite a integração do modelo dimensional;

- *Open Source*: avalia se a ferramenta apresenta uma versão do *software* que, além de ser gratuito tem o código totalmente disponível para ser utilizado pelos utilizadores, na medida que é permitido a sua visualização, modificação e redistribuição sem restrições do proprietário do produto.

As características analisadas encontra-se representadas na tabela 2.1. Os *softwares* OS avaliados e testados foram: *QlikView* [35]; *Jedox* [36]; *Jaspersoft* [36, 37]; *Tableau Public* [35]; *SpagoBI* [38]; *Pentaho Community Edition (CE)* [37].

Tabela 2.1: Estudo comparativo entre ferramentas de BI OS.

	Ferramenta de BI OS					
	Jaspersoft	Jedox	Pentaho CE	QlikView	SpagoBI	Tableau Public
Visualização dos dados interativa	x	x	x	x	x	x
Consultas <i>ad hoc</i> OLAP	x	x	x	x	x	x
<i>Pervasive</i>	x	x	x	-	x	x
ETL	x	x	x	x	x	-
Conexão (Visualização)	x	-	x	x	x	-
Conexão (ETL)	-	x	x	x	x	-
Integração do modelo do DW	-	-	-	x	x	x
<i>Open Source</i>	x	x	x	-	x	x

2.3.2 Comparação Entre Ferramentas de *Business Intelligence*

Todas as ferramentas de BI anteriormente apresentadas são muito semelhantes em termos das funcionalidades disponibilizadas. De uma forma geral, e observando a tabela 2.1, tendo em conta as características avaliadas e importantes no âmbito deste projeto, as ferramentas *Pentaho CE* e *SpagoBI* são as mais completas. De facto, e observando a tabela anterior o *SpagoBI*, é a mais completa [36]. Porém, após análise das ferramentas selecionadas

e instalação das mesmas, constatou-se que a ferramenta *SpagoBI*, apesar de ser muito completa e totalmente gratuita, é de difícil instalação. Neste sentido, inferiu-se que o *Pentaho CE*, seria uma boa opção para a construção da plataforma de BI. Esta é de fácil instalação e utilização, permitindo realizar com sucesso muitas das tarefas de BI que atualmente uma organização de saúde necessita e concretamente permite realizar muitos dos requisitos impostos neste projeto como definido na secção 4.1.2. Neste sentido, na próxima secção será abordado o *Pentaho CE*, de forma a avaliar e a analisar mais especificamente a ferramenta em questão.

2.3.3 *Pentaho Community Edition*

O *software* foi desenvolvido pela *Pentaho Corporation*, em 2001, na linguagem Java, sendo a primeira plataforma de BI OS a ser lançada no mercado. A *Pentaho* disponibiliza dois tipos de licenças, a *Community Edition*, que corresponde à versão OS e o *Enterprise Edition*, a versão comercial. O projeto *Pentaho BI Suite* consiste num conjunto de produtos: plataforma de BI (servidor), elaboração de relatórios, análises OLAP, integração de dados (ETL), *dashboards* e DM. Permite a ligação às seguintes bases de dados de JDBC, IBM DB2, Microsoft SQL Server, MySQL, Oracle, PostgreSQL, Firebird e tipos NCR Teradata [39].

Também é importante citar que esta ferramenta é constituída por um conjunto de módulos:

- *Pentaho BI Platform (Bi-server)*: disponibiliza vários serviços para os utilizadores finais, tais como subscrições de agendamento, notificações e integração de ferramentas dos utilizadores finais, entre outros;
- *Pentaho Reporting*: é possível desenvolver um relatório com facilidade, permitindo às organizações o acesso, a formação e a distribuição das informações.
- *Pentaho Analysis*: permite análise OLAP, ajudando os utilizadores no processo de tomada de decisões.

- *Pentaho Data Integration*: é uma poderosa ferramenta para o processo de ETL, orientada a metadados;
- *Pentaho Weka Data Mining*: é possível melhorar o desempenho futuro do negócio e/ou processos através da análise preditiva;
- *Community Dashboard Editor*: dispõe de um ambiente gráfico que permite aos utilizadores terem acesso a informações críticas, essenciais ao entendimento e otimização do desempenho organizacional. É possível a completa integração de indicadores obtidos no *Pentaho Reporting*: o *Pentaho Analysis*, assim como, de outros *plug-in* que são instalados no *Pentaho CE*. Como é o caso dos *plug-ins* *OpenI*, *Saiku Analytics* e *Saiku Chart Plus* descritos de seguida.
- *OpenI*: consiste num *plug-in* desenvolvido para integrar o *Pentaho CE*, que permite o desenvolvimento de novas funcionalidades na camada superior do *Pentaho CE* (visualização dos dados). Possibilita uma visualização simples e clara dos dados que se encontram armazenadas nos servidores OLAP. É possível escolher um cubo OLAP e a sua visualização em tabelas dinâmicas, onde as funcionalidades de *drill down* e *roll up* se encontram presentes [40];
- *Saiku Analytics*: foi fundado em 2008 por Tom Barber e Paul Stoellberger e inicialmente foi chamado *Pentaho Analysis Tool*. Em 2010 foi renomeado de *Saiku*. Este consiste numa solução de fácil utilização, baseada na *web analytics*. Permite aos utilizadores realizar de forma simples, rápida e em tempo real a visualização dos dados armazenados em servidos OLAP [41].
- *Saiku Chart Plus*: consiste num projeto OS criado pela empresa *it4biz* que permite aos utilizadores do *Pentaho CE* criar outros tipos de gráficos e mapas baseados no projeto *Saiku*, *Highcharts* e no *Google Maps*. A diferença entre o *Saiku* e o *Saiku Chart Plus* é que este último é uma mais-valia para o projeto *Saiku*. Permite também a integração de gráficos do tipo *Sunburst* e *Treemap*, onde é possível realizar análises gráficas por *drill down* [42].

Quanto à análise OLAP, esta é suportada pelo servidor *Mondrian* (servidor OLAP), desenvolvido em Java por *Julian Hyde*. Este servidor permite a realização de consultas (*queries*) *Multidimensional Expressions* (MDX). O MDX consiste numa linguagem de consulta para servidores OLAP criada pela *Microsoft* em 1997.

2.4 Exemplo de Aplicações Obstétrica

Nesta subsecção serão apresentadas algumas aplicações e sistemas existentes atualmente no mercado, inerentes ao apoio à decisão na área de Ginecologia e Obstetrícia (GO). Serão apresentados a *Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica (AIDA)* e o *VCOBSSYN*.

2.4.1 Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica e Clínica

A *aida* é uma plataforma baseada em sistema multi-agente. O principal objetivo é superar as dificuldades apresentadas pela uniformidade de sistemas clínicos e pela complexidade dos dados médicos e administrativos recolhidos por diferentes fontes de informação hospitalar. A *AIDA* foi criada por um grupo de investigadores da Universidade do Minho, o Grupo de Inteligência Artificial, e atualmente está implementada em hospitais como o *CHP*, Centro Hospitalar do Alto Ave, Unidade Local de Saúde do Norte Alentejano e Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa. Esta plataforma apresenta um comportamento pró-ativo e combina um conjunto de funções e recursos como a comunicação entre sistemas heterogêneos, a gestão e armazenamento de informações do hospital e o envio e receção de informações de diferentes fontes hospitalares (relatórios médicos, imagens, receitas, etc.) [43].

Devido às características intrínsecas da *AIDA* é permitida a interoperabilidade entre os subsistemas do hospital, proporcionando um fácil acesso à informação. A interoperabilidade é atingida por várias fontes: todos os sistemas de informação médica; Sistema de Informação Administrativa; Sistema

de Informação Médica; e Sistema de Informação de Enfermagem [43, 44]. Posto isto, a *AIDA* deve possuir um elevado nível de disponibilidade e um funcionamento eficiente 24 horas por dia. Se existir um pequeno período de paragem, poderá trazer graves consequências para a qualidade dos serviços prestados. Neste sentido, esta plataforma contempla mecanismos de recuperação e tolerância de falhas, contudo devido à sua elevada importância, é preciso agir antes da ocorrência das falhas, através de processos de associados processos de monitorização e prevenção de falhas [44].

No *Centro Materno Infantil do Norte (CMIN)*, todas as informações estão interligadas através de *AIDA*. A *AIDA* permite aceder, por exemplo, a todos os registos clínicos armazenados pelo *Processo Clínico Eletrónico (PCE)*, pelo *Sistema de Gestão de Doentes Hospitalares (SONHO)* (plataforma focada na gestão de dados administrativos dos doentes), pelo *Sistema de Apoio ao Médico (SAM)* (plataforma orientado para a atividade do médico) e pelo *Sistema de Apoio à Prática de Enfermagem (SAPE)* (Plataforma focada na informatização dos registos de enfermagem efetuados). [45]. A *AIDA* também é responsável por questões relacionadas com o processo de pré-triagem atualmente implementado nas urgências de *GO* do *CMIN* [17].

2.4.2 *VCOBSGYN*

A aplicação *VCOBSGYN* consiste numa plataforma que permite o registo clínico eletrónico ginecológico e obstétrico. O sistema está pensado para ser utilizado por médicos obstetras, ginecologistas, anestesiólogos, enfermeiros e administrativos. São registadas admissões, altas, dados do parto e dos recém-nascidos, cirurgias, anestésias, consultas e registos de enfermagem, bem como intervenções ginecológicas. Possui uma interface com o utilizador bastante intuitiva, e permite a confidencialidade dos dados, bem como o tratamento estatístico dos dados. Está preparada para se ligar ao *SONHO* e importar os dados administrativos das utentes. Esta plataforma foi desenvolvida em parceria com o serviço de obstetrícia do Hospital de S. João do Porto, e encontra-se em funcionamento desde Outubro de 2002 na mesma instituição [20].

2.5 Sistemas de Triagem

De uma forma geral, os sistemas de triagem hospitalar usados na urgência geral permitiram uma melhoria significativa na qualidade da assistência nos serviços de urgência ao permitirem que as verdadeiras situações de urgência/emergência tenham um encaminhamento adequado relativamente ao tempo de espera [15, 16, 19]. Existem vários sistemas de triagem implementados atualmente nas unidades de saúde. Os mais conhecidos são o *MTS* e *Canadian Triage and Acuity Scale* (CTAS). No entanto, a limitação principal deste tipo de sistemas de triagem é a falta de flexibilidade, ou seja, estes não estão aptos para responder à urgências de especialidades específicas [16, 17]. Uma dessas situações, são as utentes que se inserem nas especialidades *GO* que são caracterizados por particularidades, sintomas e sinais específicos que não são avaliados pelos sistemas de triagem gerais existentes atualmente.

Foi realizada um levantamento bibliográfico acerca de sistemas de triagem existentes. De seguida será apresentado o *MTS*, que consiste num sistema de triagem de prioridades geral implementado na maioria das instituições portuguesas e europeias e o sistema de triagem *OTAS*, um sistema de triagem de prioridades obstétrico desenvolvido pelo *London Health Sciences Centre* (LHSC).

2.5.1 *Manchester Triage System*

O grupo de triagem de Manchester foi criado em 1994, em Manchester, com objetivo de estabelecer um consenso entre médicos e enfermeiros no que diz respeito a normas para a realização de atividades de triagem [46]. O sistema *MTS* foi introduzido no Reino Unido em 1996 e rapidamente foi difundido na Europa e em meados 2000 foi implementado nos Estados Unidos da América [17].

O Grupo de Manchester apoiou a formação de médicos e enfermeiros para que estes estejam preparados para trabalhar segundo as normas e critérios seguidos por este sistema de triagem [47]. Em Portugal, o *MTS*, já é considerado uma norma nacional para a prática de triagem devido ao facto de existir um número elevado de implementações bem-sucedidas em diferentes

hospitais e também pelas orientações a nível dos organismos que gerem o destino da saúde em Portugal [19,47].

Este sistema, tal como a maioria dos sistemas de triagem, tem como principal objetivo identificar de uma forma prática e sistematizada os critérios de gravidade que indicam a prioridade clínica com que o utente deve ser tratado, assim como, o respetivo tempo de espera máximo a que esses utentes devem estar sujeitos. Inclui um conjunto de 52 fluxogramas, sendo que cada um deles é constituído por um conjunto de discriminadores específicos que permitem aos profissionais de triagem direcionar o utente para uma determinada categoria de urgência, tal como pode ser observada na tabela 2.2.

Tabela 2.2: Nomenclatura do MTS (adaptado de [48]).

Número	Nome	Cor	Tempo alvo
1	Emergente	Vermelho	0
2	Muito urgente	Laranja	10
3	Urgente	Amarelo	60
4	Pouco urgente	Verde	120
5	Não urgente	Azul	240

A categoria que requer uma maior urgência no atendimento é a categoria vermelha, onde o utente deve ser atendido imediatamente. De seguida, a categoria laranja, em que, o tempo de espera não deve exceder os 10 minutos. A terceira categoria com a cor amarela, representa um tempo de espera de até 60 minutos. Os utentes que se inserem na categoria verde não devem esperar mais do que 120 minutos. Finalmente, a última categoria correspondente à cor azul, está associada a um tempo máximo de 240 minutos.

Segundo a Comissão Nacional da Saúde Materna, da Criança e do Adolescente (CNSMCA), avaliar as vantagens e desvantagem do MTS em relação à obstetrícia mostrou-se uma tarefa difícil. No entanto pode-se identificar que em relação à obstetrícia o fluxograma 34 ("Gravidez") é inadequado. Por outro lado, foram identificadas algumas vantagens como o facto de o MTS ser válido e aceite universalmente, agrupar os utentes em 5 níveis de prioridades clínicas, privilegiar a rapidez e a objetividade. O MTS possibilita também a monitorização da aplicação e de indicadores de qualidade e eficiência (tempo

de triagem, tempo de espera, gestão dos cuidados, relação das prioridades com as altas e com os internamentos, etc.). Não esquecendo o facto que este sistema ser o maioritariamente adotado em Portugal e que atualmente está articulado com o SAM [19].

2.5.2 *Obstetrical Triage Acuity Scale*

A *Obstetrical Triage Acuity Scale* foi moldado com base na CTAS, uma ferramenta que foi introduzida em 1999 e foi submetida a revisões nos anos de 2006 e 2008 [15]. A CTAS apresenta um grau elevado de confiabilidade e de validade, porém, esta inclui apenas um número limitado de parâmetros obstétricos o que, por sua vez, não refletem a diversidade de utentes que recorrem às unidades de triagem obstétrica. Assim, de forma a possibilitar a criação de uma ferramenta que englobasse a grande variedade de utentes que surgem nas unidades de triagem desta especialidade, desenvolveu-se a OTAS baseado na metodologia da CTAS. Os parâmetros avaliados pela OTAS encontram-se representados na figura Figura 2.3.

Tabela 2.3: Nomenclatura do OTAS (adaptado de [16]).

Número	Nome	Cor	Tempo alvo	Reavaliação
OTAS 1	Recursivo	Vermelho	0	Todos 10 min
OTAS 2	Emergente	Laranja	15	Todos os 15 min
OTAS 3	Urgente	Amarelo	30	Todos os 15 min
OTAS 4	Pouco urgente	Verde	60	Todos os 60 min
OTAS 5	Não urgente	Azul	120	Todos os 10 min

Posteriormente, foi desenvolvido um conjunto de discriminadores obstétricos, de forma a refletir a variedade de utentes que surgem numa unidade de urgência GO.

Assim, a OTAS passa a avaliar 5 parâmetros específicos das utentes grávidas: Trabalho de Parto e Fluídos, Hemorragia, Hipertensão, Avaliação Fetal, outros [16]. Neste seguimento foi formado um grupo de revisão especializado composto por médicos e enfermeiros e analisaram o sistema de classificação de forma a salvaguardar a exatidão e a integridade dos discriminadores

obstétricos definidos.

A **OTAS** é a primeira ferramenta abrangente de classificação obstétrica com acuidade que estabelece confiabilidade e validade em termos de triagem obstétrica. Consiste numa escala conceituada e já possui uma vasta aplicação em várias unidades de triagem obstétrica e em urgências gerais que disponibilizem cuidados a um número significativo de mulheres que se insiram na especialidade de obstetrícia [16].

De uma forma geral, este sistema possui a vantagem de considerar separadamente as avaliações materna e fetal e separa o trabalho de parto da patologia da gravidez. Este sistema também se encontra bem estruturado para obstetrícia, em definição de sinais e sintomas e em *timing* de atendimento. No entanto, este sistema não se encontra implementado em Portugal pelo que não é permitida uma avaliação prática, sendo assim desconhecida a compatibilidade do **OTAS** com os sistemas existentes no Serviço de Urgência em Portugal [19].

Capítulo 3

Metodologias

Este capítulo é composto por 3 secções e dedica-se a expor as metodologias utilizadas ao longo deste projeto. Na secção 3.1 é detalhada a metodologia de investigação e na secção 3.2 são abordadas as metodologias técnicas utilizadas ao longo desta dissertação, assim como a respetiva justificação da escolha das mesmas. Posteriormente, na secção 3.3 é efetuada uma síntese da aplicação das mesmas ao caso prático.

3.1 Metodologia de Investigação

O projeto apresentado ao longo desta dissertação foi desenvolvido tendo em conta a metodologia de investigação *Design Research*. Esta pressupõe a ação do investigador numa determinada realidade, na qual é permitido compreender um problema e mediante isso a construção de uma solução (artefacto) e o teste da mesma. Neste sentido, o investigador não é um mero observador, mas sim um indivíduo que age no contexto investigado, procurando compreender uma determinada realidade, utilizando o seu potencial criativo para criar soluções para problemas ou necessidades reais [49]. Fazendo a ponte entre os objetivos desta dissertação (secção 1.3) e os aspetos teóricos apresentados na subsecção 3.1.1, esta é a metodologia de investi-

gação que melhor se enquadra nos objetivos propostos e no âmbito desta dissertação.

3.1.1 *Design Research*

A metodologia *Design Research* encontra-se dividida em 5 passos: Consciencialização, Sugestão, Desenvolvimento, Avaliação e Conclusão. A nível teórico, pode-se afirmar que a etapa de **Consciencialização** diz respeito à compreensão da problemática envolvida [49]. Os principais resultados da **Consciencialização** são a definição e formalização do problema a ser solucionado e as suas fronteiras (ambiente externo). Relativamente à etapa de **Sugestão**, esta está vinculada às atividades de desenvolver uma, ou mais, alternativas de artefacto para a solução dos problemas [50]. Por consequência, o resultado desta etapa é o conjunto de possíveis artefactos e a escolha de um, ou mais, para serem desenvolvidos. Nesse sentido, nesta fase devem ser procuradas soluções suficientemente boas para os problemas onde a solução ótima seja inacessível ou de implementação inviável [51]. A terceira etapa, o **Desenvolvimento**, corresponde ao processo de construção do artefacto em si [50]. É neste momento que o investigador constrói o ambiente interno do artefacto. Essa construção pode utilizar diferentes abordagens, tais como: algoritmos, representações gráficas, protótipos, entre outros. Assim sendo, o principal resultado desta fase é um artefacto funcional. No entanto esta fase não corresponde única e exclusivamente ao desenvolvimento de produtos. A metodologia *Design Research* pode servir para este fim, no entanto apresenta um objetivo mais amplo: gerar conhecimento que seja aplicável e útil para a solução de problemas, melhoria de sistemas já existentes e, ainda, a criação de novas soluções e/ou artefactos [52]. Assim o conhecimento obtido embora aplicado pontualmente na solução de problemas específicos, deve ser generalizável e extensível a outros problemas semelhantes. A **Avaliação** é definida como o processo rigoroso de verificação do comportamento do artefacto no ambiente para o qual foi projetado. Assim, é necessário definir um conjunto de procedimentos para verificar o desempenho do artefacto. Por sua vez, a **Conclusão** consiste na formalização geral do processo e a sua comunicação

e divulgação à comunidade académica e científica.

3.2 Metodologias Técnicas

Nesta secção, serão abordadas duas metodologias técnicas (uma para a construção de um *Data Warehouse* (DW) e outra para o processo de *Data Mining* (DM)) necessárias à construção deste projeto.

Como referido na secção 2.2, existem várias metodologias técnicas e de desenvolvimento de um projeto de DW. As mais conhecidas são a abordagem de *Inmon* e a abordagem de *Kimball*. Como pode ser verificado, no capítulo 4 pretendeu-se a construção de um projeto de *Business Intelligence* (BI) para dois serviços do Centro Materno Infantil do Norte (CMIN). Neste sentido, a metodologia seguida foi a de *Kimball*. Os passos subjacentes a esta metodologia encontram-se presentes na subsecção 3.2.1.

No caso do processo de Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados (DCBD), a metodologia escolhida foi a *CRoss Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM), uma vez que esta é a mais utilizadas atualmente neste tipo de processos em grande parte devido as suas características [53,54]. Esta é independente da indústria (o mesmo processo pode ser aplicado para analisar dados comerciais, financeiros, dados da saúde, etc.), é independente da ferramenta de DM utilizada e, por último, tem uma relação próxima com os modelos do processos de DCBD 3.2.2.

Cruzando estas características com os objetivos estabelecidos relativamente à construção de modelos de DM, a metodologia CRISP-DM foi a que melhor se enquadrou. Esta metodologia encontra-se descrita na secção 3.2.2.

3.2.1 A Metodologia de *Ralph Kimball*

As fases desta metodologia são apresentadas na Figura 3.1 [27,31,55].

O ciclo de vida do desenvolvimento inicia-se com a fase de *Planeamento do Projeto* que segundo *Kimball* pode variar de empresa para empresa. É caracterizada por uma atividade mais crítica, pois a qualidade das informações recolhidas e definições gerais afetarão o projeto como um todo. Na fase de

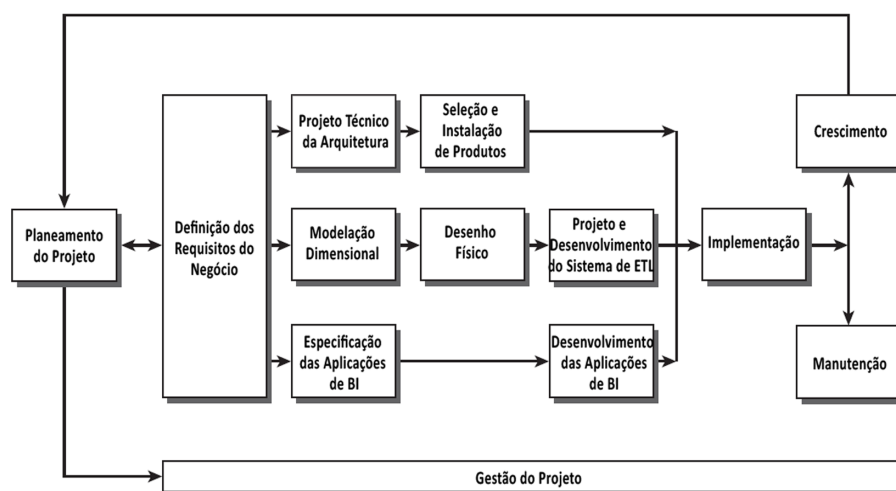


Figura 3.1: Ciclo de vida da metodologia de *Kimball* (adaptado de [31]).

Definição dos Requisitos do Negócio são definidos os fatores chave do projeto, imprescindíveis para as próximas etapas.

No diagrama da Figura 3.1 pode-se observar de seguida três sequências de tarefas que ocorrem em simultâneo. Estas estão focados na escolha da tecnologia, na modelação e no desenvolvimento da aplicação de BI. A fase:

- Tecnológica inclui:

1. *Projeto Técnico da Arquitetura*: segundo *Kimball*, esta fase é uma das mais importantes no projeto de DW. É definida uma arquitetura de alto nível (área interna e área externa) e a especificação da infraestrutura técnica e os respetivos componentes necessários para permitir a criação do DW.
2. *Seleção e Instalação dos Produtos*: por outro lado, esta fase consiste na realização de tarefas de investigação, estudo e seleção dos produtos relacionados para a construção de um DW. Deve também ser desenvolvido um protótipo para ser possível avaliar melhor as funcionalidades dos *softwares* e a sua aceitação destes pelo utilizador final.

- Modelação inclui:

1. *Modelação Dimensional*: consiste em agregar os dados levantados na fase de *Definição dos Requisitos do Negócio* para desenvolver um modelo dimensional. Existem várias abordagens de modelagem dimensional. As mais conhecidas são:
 - Esquema em estrela: o conceito de esquema estrela foi criado também por *Kimball* ao propor uma visão para a modelação de bases de dados para *Sistemas de Apoio à Decisão (SAD)*. A sua principal característica é a presença de dados altamente redundantes, melhorando o desempenho. Segundo este modelo, os dados são moldados em tabelas dimensionais ligadas a uma tabela de factos. As tabelas dimensionais contém as características de um evento. A tabela de factos armazena os factos ocorridos e as chaves para as características correspondentes nas tabelas dimensionais.
 - Esquema em floco de neve: o esquema em floco de neve consiste na tentativa de se normalizar as tabelas das dimensões. A normalização das dimensões tem um efeito negativo na velocidade de saída dos resultados e, acima de tudo, apresenta ao utilizador um conjunto complexo de tabelas relacionadas entre si de difícil compreensão e utilização [31].

De uma forma geral, o esquema em floco de neve é uma variação do esquema em estrela no qual todas as tabelas dimensão são normalizadas na terceira forma normal (3FN). O esquema em floco de neve reduz a redundância mas aumentam a complexidade do esquema e, conseqüentemente, a compreensão por parte dos utilizadores. Além disso, dificultam a implementações de ferramentas de visualização de dados.

2. *Projeto Físico*: a execução do projeto físico consiste na criação dos objetos da base de dados analítica e no desenvolvimento de um plano inicial de indexação e agregação.
3. *Projeto e Desenvolvimento do Sistema de Extract Transform Load (ETL)*: Esta fase diz respeito a atividades fundamentais a serem

realizadas no **DW**: a extração, transformação e carregamento dos dados.

- Desenvolvimento aplicacional compreende:
 1. *Especificação das Aplicações de BI*: nesta fase, deve-se procurar identificar as áreas prioritárias e a partir destas definir um conjunto padronizado de aplicações destinadas aos utilizadores finais, uma vez que não são todos os utilizadores que necessitam ter acesso *ad hoc* aos dados do **DW**.
 2. *Desenvolvimento de Aplicações de BI*: são desenvolvidas as aplicações necessárias de acordo com os levantamentos realizados na fase de especificações de aplicações de utilizador final. A seleção do ambiente de desenvolvimento dos relatórios e o desenvolvimento de procedimentos de manutenção e atualização das aplicações de utilizador final são atividades que compreendem esta fase.

A fase de *Manutenção e Crescimento* de **DW** é composta basicamente pelo contínuo suporte e treino dos utilizadores e manutenção da infraestrutura técnica, além da monitorização de consultas realizadas pelos utilizadores finais, desempenho da organização de dados e o contínuo sucesso do **DW**.

3.2.2 *CRoss Industry Standard Process for Data Mining*

Como referido anteriormente, o **DM** corresponde a uma fase do processo de **DCBD** e a metodologia que melhor se enquadrou neste âmbito foi a metodologia **CRISP-DM**. Esta divide o processo de **DM** em seis fases principais. Estas fases encontram-se representadas na Figura 3.2 [53, 54, 56]:

- *Compreensão do negócio*: a fase inicial de um projeto de **DM** concentra-se em compreender os objetivos e os requisitos do projeto. Quando tiver especificado o projeto a partir de uma perspetiva de negócios, é

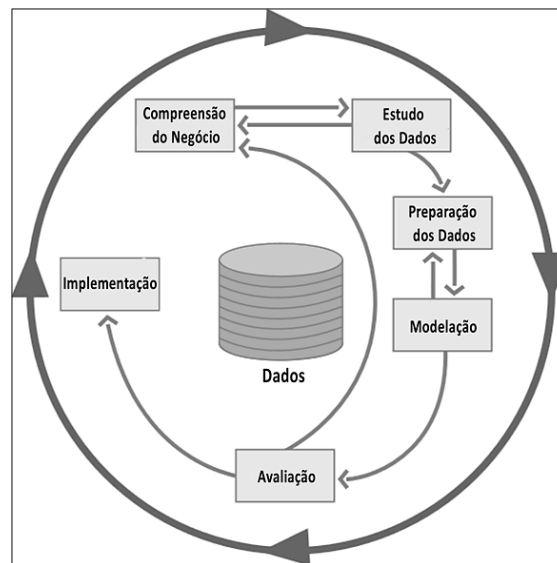


Figura 3.2: O processo de *CRoss Industry Standard Process for Data Mining* (adaptado de [56]).

possível formulá-lo como um problema de **DM** e desenvolver um plano de implementação preliminar.

- *Estudo dos dados*: a fase de compreensão dos dados envolve a recolha e exploração dos dados. Nesta fase são observados os dados de forma mais pormenorizada e é determinado o nível de abordagem para o problema de **DM** formulado. Neste sentido, pode-se optar por remover alguns dos dados ou adicionar novos dados. Nesta etapa também são identificados problemas de qualidade de dados, procura de padrões nos dados, entre outros.
- *Preparação de dados*: na fase de preparação de dados são contempladas todas as tarefas envolvidas na criação da fonte de informação estruturada que será usada para a construção dos modelos. Tarefas de preparação de dados são suscetíveis de serem realizadas várias vezes sem uma ordem específica. Nestas fase são realizadas tarefas como seleção de atributos, limpeza de dados e transformação. Além disso, é possível adicionar novos atributos calculados tendo por base os existentes. Nesta fase a informação que pode ser descoberta através de **DM**

pode ser significativamente melhorada.

- *Modelação*: nesta fase é identificado o tipo de modelos de supervisão que podem ser aplicados ao problema de DM: classificação, associação, regressão linear, redes neuronais, entre outras. Se o algoritmo requer a transformação de dados, será necessário voltar novamente à fase anterior para as implementar. Relativamente à identificação do problema em si, no âmbito deste projeto foi identificado que seria um problema de classificação, uma vez que se pretendia a previsão de variáveis não numéricas como é comprovado na secção 6.1. Por regra para este processo de classificação são utilizadas 4 técnicas [57]:
 - *Decision Trees (DT)*: gera automaticamente regras que são declarações condicionais que mostram a lógica usada para construir a árvore;
 - *Naïve Bayes (NB)*: usa o teorema de *Bayes* que consiste numa fórmula que calcula a probabilidade de contar a frequência de valores e combinações de valores;
 - *Support Vector Machine (SVM)*: é uma técnica estatística popular para a realização de modelos linear de classificação binária.
 - *General Linear Mode (GLM)*: é uma técnica poderosa de DM baseada em regressão linear e não-linear para a classificação binária e multi-classe.
- *Avaliação*: nesta fase são avaliados alguns parâmetros, como por exemplo se o modelo satisfaz ou não o objetivo de negócio originalmente indicado na fase de *Compreensão do negócio*. Esta avaliação pode ser realizada recorrendo a medidas estatísticas. Estas dependem das técnicas de DM utilizada para a construção do modelo.
- *Implementação*: A implementação consiste na utilização do modelo de DM em casos semelhantes aos utilizados para a construção do modelo. A implementação pode envolver *scoring* (aplicação de modelos em novos dados), a extração de detalhes do modelo (por exemplo, as regras

de uma árvore de decisão), ou a integração de modelos de **DM** em aplicações, infra-estrutura de **DW**, ou consulta e ferramentas de relatórios. Após a implementação dos modelos e execução dos mesmos é obtido novo conhecimento útil.

Como referido, a Figura 3.2 ilustra as fases de um projeto de **DM**. O fluxo do processo mostra que um projeto de **DM** não termina quando uma determinada solução é implementada, apresentando, por isso, uma natureza interativa. Os resultados do **DM** desencadeiam novas questões de negócios que, por sua vez, podem ser usadas para desenvolver modelos com maior exatidão e precisão.

Medidas Estatísticas

Como referido ao longo deste projeto são utilizados modelos de classificação e no caso dos algoritmos que envolvem tarefas de classificação, verifica-se que para uma variável alvo de duas classes é criada uma Matriz de Confusão M . Nesta é possível obter quatro tipos de resultados. Na célula $M(1,1)$ é obtido o resultado do **Verdadeiro Positivo (VP)**, que corresponde ao número dos exemplos positivos corretamente classificados. Na célula $M(2,1)$ é representado o **Falso Positivo (FP)**, que corresponde ao número dos exemplos positivos classificados como negativos (erro tipo I). Por outro lado, o valor representado na célula $M(2,2)$ diz respeito ao **Verdadeiro Negativo (VN)** e corresponde ao número dos exemplos negativos realmente classificadas como negativas e, finalmente, na célula células $M(1,2)$ é apresentado o resultado do **Falso Negativo (FN)**, que corresponde ao número dos exemplos negativos classificados como positivos (erro tipo II) [58]. A partir deste valores podem ser estimadas as seguintes métricas estatísticas:

- *Sensibilidade (Sen)*: corresponde à capacidade de detetar corretamente a ocorrência do procedimento;
- *Especificidade (Esp)*: corresponde à capacidade de identificar corretamente num modelo, a não ocorrência de um procedimento;

- *Acuidade (Acu)*: corresponde à percentagem total de relação entre os valores detetados corretamente e os valores reais.

Na Tabela 3.1 são apresentadas as expressões que caracterizam as medidas estatísticas descritas anteriormente, assim como, a Matriz de Confusão.

Tabela 3.1: Expressões que definem as medidas estatísticas

	Resultados positivos	Resultados negativos	Sen	Esp	Acu
Valores Positivos	VP	FN	$\frac{VP}{VP+FN}$	$\frac{VN}{VN+FP}$	$\frac{VP+VN}{VP+FP+VN+FN}$
Valores negativos	FP	VN			

É de referir que a Matriz de Confusão é a base do cálculo destas métricas. Deste modo, a Matriz de Confusão consiste numa hipótese que oferece uma medida efetiva do modelo de classificação, ao mostrar o número de classificações corretas *versus* as classificações preditivas para cada classe, sobre um conjunto de exemplos.

3.3 Aplicação Prática

Esta dissertação apesar de desenvolvida no mesmo contexto consiste em dois projetos com objetivos distintos. O desenvolvimento de uma plataforma de BI para os módulos de pré-triagem e módulo de indicadores obstétricos e a apresentação de uma proposta para um sistema de triagem de prioridades obstétrica. A metodologia de investigação *Design Research* enquadra-se nos dois projetos e durante esta secção é realizada a ponte entre a revisão bibliográfica e os projetos desenvolvidos.

Desenvolvimento de uma Aplicação de *Business Intelligence*

No primeiro projeto, na etapa de **Consciencialização** observou-se que CMIN existia a necessidade de obter indicadores gestão no módulo de *Pré-triagem*, para efeitos de monitorização deste sistema e no módulo de *Indi-*

cadores obstétricos, uma vez que atualmente no CMIN é requerida a apresentação de indicadores semestrais. Neste âmbito verificou-se que os registos já são armazenados eletronicamente, no entanto não existe nenhum processo automático para extrair conhecimento útil e o disponibilizar em tempo real aos utilizadores finais (profissionais de saúde). Na etapa de **Sugestão** foi sugerido o desenvolvimento de uma plataforma de BI com vários módulos, sendo que os primeiros dois módulos seriam os referidos anteriormente. Esta plataforma deveria ser compatível com os requisitos do CMIN referidos na sub-subsecção 4.1.2. Após várias sugestões e a elaboração de um relatório final da análise das ferramentas de BI existentes foi decidido, em consenso com os profissionais de saúde e profissionais de sistema de informação, que o *Pentaho Community Edition* (CE) seria a ferramenta mais adequada, assim como, também ficaram decididos e delineados os passos para o desenvolvimento do projeto. Na etapa de **Desenvolvimento** foi então desenvolvido o artefacto requerido pelo CMIN. Apesar da plataforma de BI apenas contemplar os dois módulos definidos anteriormente encontra-se preparada para integrar outros módulos de interesse. Neste sentido, a metodologia utilizada e exposta ao longo desta dissertação pode ser adotada por outras áreas da saúde, outras instituições, ou mesmo a outras áreas transversais à área da saúde. Quanto à fase de **Avaliação** a plataforma BI foi testada em ambiente real (utilizando dados reais) e posteriormente foram realizadas algumas reuniões com os profissionais de saúde envolvidos e utilizadores finais, de forma a avaliarem os resultados obtidos pela plataforma. Por último, na fase de **Conclusão**, após ter a plataforma funcional no CMIN, para além da escrita desta dissertação de mestrado, foram escritos artigos científicos ([59, 60] e o artigo submetido até à data para apreciação dos revisores e presente nos anexos B.7) onde é possível expor e divulgar o sistema desenvolvido para a comunidade científica e académica.

Proposta de um Sistema de Triagem de Prioridades Obstétrica

No caso do segundo projeto desenvolvido, na fase de **Consciencialização** detetou-se que atualmente em Portugal, na urgência obstétrica é aconselhado

pela Direção Geral de Saúde (DGS) a existência de um sistema de triagem obstétrica com 5 níveis de prioridades. Por outro lado, por necessidade da própria instituição, em 2010, na Maternidade Júlio Dinis (MJD) foi desenvolvido e implementado um sistema de pré-triagem obstétrica. No âmbito desta dissertação, observou-se que este sistema de pré-triagem era constituído por fluxogramas e discriminadores específicos para Ginecologia e Obstetrícia (GO). Posto isto, na fase de **Sugestão**, propôs-se a transformação do sistema de pré-triagem com 2 níveis, num sistema de triagem obstétrica com 5 níveis de prioridades. No entanto, é de referir que para chegar a esta conclusão e verificar se a mesma seria aceitável foram realizados modelos de DM. Este processo em primeiro lugar permitiu perceber se o sistema de pré-triagem estaria ou não calibrado para o processo de triagem de utentes em 2 níveis e em segundo lugar encontrar possíveis pontos de evolução. Encontrando esses pontos (transformação do sistema de pré-triagem num sistema de triagem de prioridades obstétrica) foi desenvolvido um algoritmo de simulação de forma a comprovar a viabilidade da solução. Na fase de **Desenvolvimento** foi desenvolvido um modelo de triagem obstétrica com base no sistema de pré-triagem existente. Apesar deste projeto ter sido desenvolvido para as urgências do CMIN este poderá ser adaptado a outras instituições de saúde de cariz semelhante. Em termos de **Avaliação** recorreu-se a profissionais de saúde especialistas em obstétrica (médicos e enfermeiros) responsáveis atualmente pelo processo de pré-triagem do CMIN. Neste caso, foi realizado um conjunto de três reuniões de forma a avaliar o modelo proposto a nível científico e médico. Posteriormente apresentou-se o modelo ao CMIN. Por fim, relativamente à **Conclusão** todos os estudos realizados no sistema de pré-triagem e posterior evolução do mesmo foram divulgados para a comunidade médica e científica, através da escrita de artigos científicos ([1, 61, 62]) e da escrita de um documento técnico intitulado de *Sistema Inteligente de Triagem de Prioridades em Maternidade*.

Capítulo 4

Plataforma de *Business Intelligence*

Nas últimas décadas, as tecnologias de *Business Intelligence* (BI) tem sido alvo de interesse para os profissionais de saúde e os profissionais de [Tecnologias de Informação \(TI\)](#) devido à sua aplicabilidade no [Processo Clínico Eletrónico \(PCE\)](#) [2]. O BI é um processo que engloba várias metodologias, aplicações e tecnologias para recolher, armazenar, manipular, analisar e permitir o acesso aos dados para ajudar os utilizadores no processo de tomada de decisão de uma forma rápida e eficiente. Este processo tem a capacidade de operacionalizar, otimizar e automatizar o conteúdo das bases de dados, apoiando por isso, uma prática clínica baseada em evidências [2, 7, 63]. Aliando os benefícios do BI especificados na secção 1.1 à necessidade de obter indicadores de gestão e clínicos no [Centro Materno Infantil do Norte \(CMIN\)](#) tornou-se possível a construção de uma plataforma de BI.

Este capítulo encontra-se dividido em 2 secções. Na primeira secção (4.1) é apresentada a plataforma de BI, assim como, a apresentação dos resultados finais obtidos no âmbito deste projeto. Na segunda secção (4.2) é apresentada uma discussão dos resultados obtidos na plataforma desenvolvida.

4.1 Caso de Estudos: Plataforma de *Business Intelligence*

A plataforma foi desenvolvida tendo em consideração a metodologia de *Kimball* para a implementação do sistema de BI descrita na secção 3.1. Tendo em conta cada fase desta metodologia, procedeu-se à aplicação dos conceitos teóricos anteriormente apresentados ao caso prático. As próximas subsecções resultam da apresentação do trabalho desenvolvido.

4.1.1 Definição do Problema

Na primeira fase da metodologia de *Kimball* definiu-se o âmbito do projeto como sendo o desenvolvimento de uma plataforma de BI que permitisse a obtenção de indicadores de gestão e clínicos nos módulos de *Pré-triagem* e *Indicadores Obstétricos*. Como referido na secção 1.2, no CMIN não existe nenhum *Sistemas de Apoio à Decisão Clínica (SADC)* capaz de utilizar os dados resultantes dos processos de pré-triagem e PCE e transformá-los em conhecimento útil. Observou-se que os registos armazenados não eram novamente utilizados, ou quando utilizados, os profissionais recorrem a técnicas rudimentares, demasiado demoradas e dispendiosas (por exemplo utilizando a Folha de Cálculo). Não esquecendo as questões como a qualidade da informação, pois têm implicações diretas no processo de uma tomada de decisão eficaz. Neste sentido a principal motivação passa pelo desenvolvimento de uma plataforma de BI capaz de permitir a obtenção de indicadores de monitorização do sistema de pré-triagem e indicadores obstétricos, automatizando assim todo o processo de obtenção de indicadores.

De acordo com os aspetos referidos anteriormente, definiram-se e planearam-se as atividades a executar ao longo de todo o projeto. Esse planeamento é apresentado em seguida de uma forma sucinta:

- *Análise das informações necessárias para o caso de estudo:* nesta etapa planearam-se a marcação de reuniões com profissionais inseridos no

CMIN com o objetivo de perceber quais os objetivos da plataforma, requisitos e quais os indicadores a obter no final.

- *Análise dos dados disponíveis*: nesta fase pretende-se definir estratégias para analisar a informação disponível;
- *Validação e importação dos dados para o Sistemas de Gestão de Bases de Dados (SGBD)*: nesta etapa devem ser tidas em conta as questões de *Extract Transform Load (ETL)* (subsecção 2.2.1);
- *Construção de mecanismos para automatizar o processo*: nesta etapa deve ser estudada a melhor forma para a importação dos dados de acordo com a periodicidade (diariamente, semanalmente, etc.) e deve ser automatizado o processo de *ETL*;
- *Criação dos cubos ou queries*: após o carregamento dos dados na estrutura multidimensional (*Data Warehouse (DW)*), devem ser criados os cubos e as *queries* necessárias para a criação dos indicadores pretendidos;
- *Configuração das permissões de acesso*: numa fase final devem ser criados grupos de utilizadores com diferentes permissões de acesso de acordo com os requisitos impostos pelos profissionais de saúde.
- *Treino dos utilizadores*: pretende-se que os profissionais de saúde acompanhem todo o processo, no entanto no final, serão marcar reuniões com estes, de forma a transmitir as instruções necessárias de utilização da plataforma.

4.1.2 Definição dos Requisitos de Negócio

Nesta fase realizou-se um levantamento acerca dos indicadores de desempenho a apresentar e os requisitos técnicos para a construção do plataforma de BI de forma segura, eficiente e ao menor custo possível.

Indicadores de Desempenho

Em reunião com os profissionais de saúde especialistas em *Ginecologia e Obstetrícia (GO)* e profissionais especialistas em sistemas de informação inseridos no *CMIN* ficou decidido que seria construída uma plataforma de *BI* que permitisse a visualização de indicadores em duas vertentes: o módulo de *Pré-triagem* e o módulo de *Indicadores Obstétricos*. Em seguida, serão apresentados alguns dos indicadores considerados em cada módulo e será apresentada uma breve descrição dos mesmos.

Módulo de Pré-triagem:

- *Atividade dos profissionais de saúde:* deve retornar o registo clínico das utentes que passaram pelo sistema de pré-triagem;
- *Distribuição das classes de utentes por semanas de gestação:* distribuição das classes de utentes especificadas no capítulo 5 relativamente às semanas de gestação;
- *Número de ocorrências por resultado de pré-triagem e classe de utentes:* distribuição entre o resultado de pré-triagem e a classe de utente atendidas no *CMIN*;
- *Distribuição do número de utentes por cidades:* distribuição entre o número de utentes a cidade de habitação;
- *Taxa ocorrências por resultado de pré-triagem:* distribuição por resultado de pré-triagem;
- *Taxa ocorrências por módulo:* distribuição por módulo de admissão;
- *Classe profissional que realiza o processo de pré-triagem:* podem ser médicos ou enfermeiros;
- *Desempenho dos profissionais na pré-triagem e na admissão:* monitorização dos profissionais que realizam as tarefas de pré-triagem e admissão;

- *Caracterização do número de utentes relativamente à monitorização do tempo de espera:* devem ser contemplados os tempos de espera de pré-triagem (data da triagem - data de receção); pós-triagem (data da admissão-data de triagem); tempo total de espera (data da admissão - data da receção). Segundo a [Direção Geral de Saúde \(DGS\)](#), a monitorização de todos os tempos é extremamente importante para o bom funcionamento e melhoramento do sistema de triagem existente.

Módulo de Indicadores Obstétricos:

- *Número de nascimentos:* deve retornar o número de nascimentos;
- *Número de nados mortos:* deve retornar o número de nascimentos que após a expulsão ou extração do corpo da progenitora não manifesta sinais de vida;
- *Número de partos:* deve retornar o número de partos, o que nem sempre coincide com o número de nascimentos, pois existem partos gemelares (nascimento de gémeos, trigêmeos, etc.)
- *Número de partos auxiliados por fórceps:* o fórceps é um instrumento utilizado para auxiliar a saída de feto nos casos onde a contração natural não é suficiente. Só pode ser utilizada em partos cefálicos;
- *Número de partos auxiliados por ventosa:* a ventosa consiste numa campânula de plástico que é colocada sobre a cabeça bebé. Este método utiliza o vácuo e só pode ser utilizada em partos cefálicos;
- *Número de partos eutócicos:* corresponde ao parto normal efetuado sem intervenção instrumental (ventosa ou fórceps);
- *Número de partos por cesariana:* o parto por cesariana é caracterizado por um procedimento cirúrgico submetido às grávidas para a extração do feto;
- *Número de partos eutócicos e pélvicos:* o parto pélvico acontece quando o feto permanece sentado no momento do nascimento;

- *Número de partos vaginais onde não foram utilizadas analgesias*: deve retornar o número de partos vaginais, onde não foi utilizada qualquer tipo de analgesia;
- *Número de analgesias epidurais em partos vaginais*: deve retornar o número de partos vaginais onde foi necessário aplicar a epidural;
- *Número de partos por profissional*: podem ser médicos ou enfermeiros;
- *Taxa global de cesarianas*: deve avaliar a taxa global de cesarianas que ocorreram no CMIN;
- *Índice de apgar <7 ao 5º*: O índice de apgar consiste na avaliação de 5 sinais objetivos (frequência cardíaca, respiração, tônus muscular, irritabilidade reflexa e cor da pele) do recém-nascido no 1º, no 5º e no 10º minuto após o nascimento. A avaliação ao 5º minuto revelou ser importante para os profissionais de saúde;
- *Taxa global de partos instrumentados*: devem estar contemplados os partos distócicos instrumentados (ventosa e fórceps);
- *Percentagens de nascimentos pré-termo (<37)*: quando o nascimento ocorre antes das 37 semanas de gestação;
- *Percentagens de nascimentos em grande pré-termo (<32)*: quando o nascimento ocorre antes das 32 semanas de gestação;
- *Percentagem de analgesias no parto em partos vaginais*: indica se foi utilizada analgesia ou não em partos vaginais.

Requisitos Técnicos

Por outro lado, junto dos profissionais de TI presentes no Centro Hospitalar do Porto (CHP) e no CMIN, foi realizado um levantamento dos requisitos necessários para o desenvolvimento desta plataforma a nível técnico. Foram identificados como requisitos o facto de a plataforma ter a característica *Pervasive*. Esta plataforma deve ser acedida em qualquer momento

e em qualquer lugar desde que o utilizador em questão tenha privilégios de acesso. Um outro requisito imposto foi a utilização de uma ferramenta de *BI Open Source (OS)*, uma vez que a utilização deste tipo de *software* não requer licença (que em muitos casos é muito dispendiosa). Por outro lado, o facto de se tratar de uma ferramenta com código aberto permite que exista liberdade de desenvolver e integrar código fonte, permitindo assim, adaptar plataforma às necessidades finais do utilizador.

4.1.3 Projeto Técnico da Arquitetura

Depois de terem sido reunidos os requisitos da plataforma foi proposta a arquitetura do sistema devidamente adaptada ao contexto do projeto de *BI* desenvolvido no *CMIN*. Na Figura 4.1 está representada a arquitetura técnica que permite a transformação dos dados de *Online Transaction Processing (OLTP)* em *On-line Analytical Processing (OLAP)*.

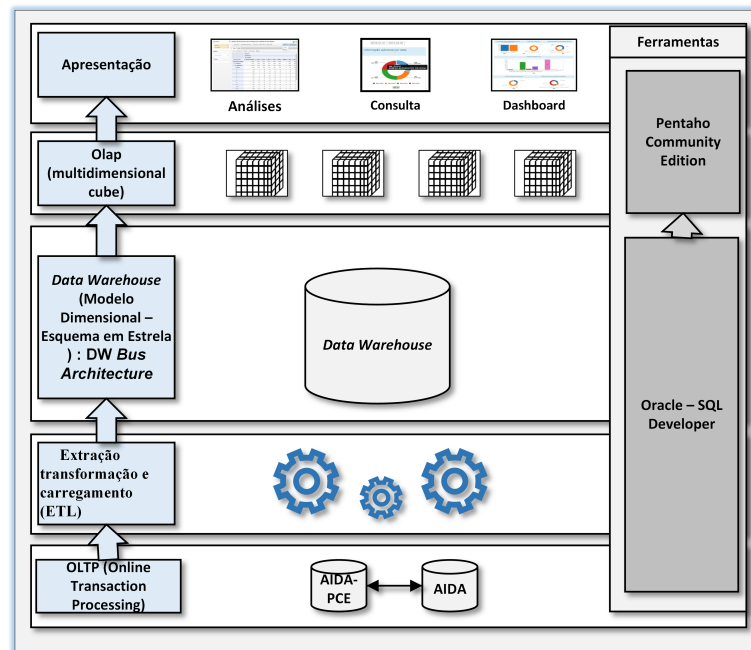


Figura 4.1: Arquitetura do sistema segundo *Kimball* devidamente adaptada ao contexto da plataforma de *BI* do *CMIN* (adaptado de [59]).

De uma forma geral e seguindo a metodologia de *Kimball*, os processos arquitetados e representados na Figura 4.1 serão apresentados nas fases seguintes.

4.1.4 Seleção e Instalação de Produtos

Esta etapa foi executada após a criação do *Projeto Técnico da Arquitetura*. Assim, procedeu-se à seleção, instalação e teste das ferramentas mais adequadas para a realização do projeto. Neste âmbito, optou-se por ferramentas que o *CHP* obtinha licença de utilizador, ou então, ferramentas *OS*. As ferramentas selecionadas foram:

- *Oracle SQL Developer* para a implementação do modelo dimensional e definição das tarefas de *ETL*, uma vez que esta ferramenta permite a manipulação do *SGBD Oracle*, sendo esta a base de dados que suporta os processos transacionais (*OLTP*) do *CMIN*;
- *Oracle Data Modeler* para ajudar no desenho físico do modelo dimensional do *DW*. Esta ferramenta encontra-se integrada no *Oracle SQL Developer*;
- *Pentaho Community Edition (CE)*: para a criação dos cubos *OLAP* (através do *Mondrian OLAP server*), criação dos indicadores de desempenho requeridos e desenvolvimento de toda a interface gráfica da plataforma. O *Pentaho CE* foi a ferramenta de *BI* utilizada, por ser a que melhor se enquadrava nos requisitos impostos pelos profissionais do *CMIN* e descritas na sub-subsecção 4.1.2. Para chegar a esta conclusão foi realizada uma investigação bibliográfica exaustiva e testes em ambiente real de várias ferramentas de *BI OS*. Esse estudo pode ser comprovado no artigo submetido para apreciação dos revisores à data da escrita deste documento e intitulado de *Application of Business Intelligence Tools in Healthcare Environment* (anexo B.9) e também na secção 2.3 do presente documento.

4.1.5 Modelo Dimensional

Como referido o módulo da Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica (AIDA) responsável por armazenar os registos resultantes do PCE e do sistema de pré-triagem é a *AIDA-PCE*.

Na Figura 4.2 encontram-se esquematizadas as entidades relevantes para o projeto de BI.

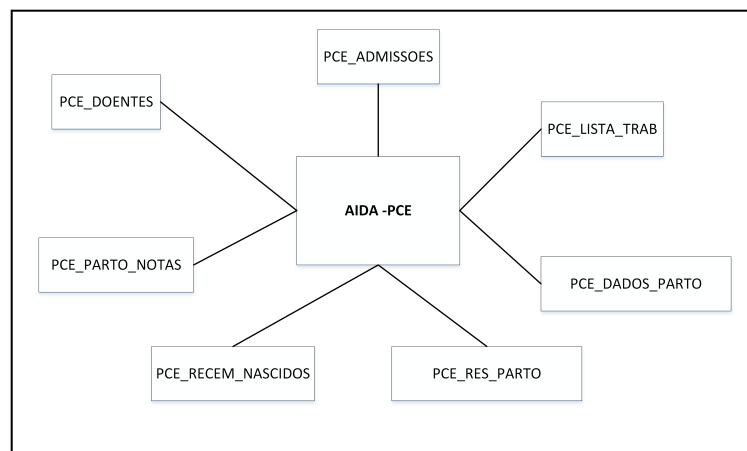


Figura 4.2: Conjunto de entidades da *AIDA-PCE* selecionadas para a modulação dimensional.

De seguida é apresentada uma breve descrição das entidades utilizadas:

- **PCE_LISTA_TRAB:** nesta entidade são armazenados os registos resultantes do processo de pré-triagem. O resultado do questionário de pré-triagem é armazenado em *eXtensible Markup Language (XML)* e as restantes informações resultantes deste processo (nome da utente, data nascimento, número sequencial, data de admissão, data de inicio da triagem, data da admissão, etc.) são armazenadas em colunas. Estes parâmetros são extremamente úteis para a monitorização do sistema de pré-triagem;
- **PCE_DOENTES:** esta entidade armazena toda a informação administrativa (nome, morada, data de nascimento, código postal, sexo, telefone, etc.) de todos os utentes que recorrem ao **CHP**. Neste caso apenas

são relevantes os dados dos utentes que se inserem na especialidade de GO (utentes da pré-triagem e utentes que entraram em trabalho de parto) e de neonatologia (recém-nascidos);

- PCE_ADMISSÕES: esta entidade contém os episódios que são admitidos no CHP, mas no âmbito deste projeto apenas são relevantes os episódios que se inserem nas especialidades obstétricas. Foram selecionados os atributos episódio de internamento e o número sequencial da utente;
- PCE_RECEM_NASCIDOS: nesta entidade são armazenados todos os registos recolhidos quando existe um parto. No âmbito deste projeto foram utilizados os atributos número sequencial do filho, o episódio da mãe, a data e hora do nascimento;
- PCE_PARTO_NOTAS: nesta entidade são armazenadas as informações as recolhidas no âmbito da enfermagem, como por exemplo o peso, o índice de apgar ao 1º, 5º, 10º minutos, entre outros parâmetros. Neste projeto foi utilizado o valor do índice de apgar ao 5º minuto e o peso.
- PCE_RES_PARTO: nesta entidade é armazenada a informação do profissional de saúde que realizou o parto. Neste caso a informação utilizada é o episódio de internamento e o responsável (médico ou enfermeiro).
- PCE_DADOS_PARTO: nesta entidade é armazenada a informação da realização do parto propriamente dito. Neste caso as informações relevantes para este projeto são o episódio, as semanas de gestação e o tipo de analgesia.

Posteriormente os dados foram organizados numa estrutura multidimensional de acordo com o esquema em estrela, com base em dois conceitos: a dimensão e o fato. Paralelamente, *Kimball* defende o método *Bus Architecture Data Warehouse*. Esta metodologia consiste num conjunto de *data marts* fortemente integrados e que podem partilhar uma ou mais dimensões conformadas (*conformed dimension*). Uma dimensão conformada consiste

numa dimensão que apenas é implementada uma vez e pode ser partilhada por várias tabelas de factos. Para *Kimball* cada uma dessas tabelas de facto constitui um *Data Mart* [64]. Neste sentido, e como representado na Figura 4.3, de forma a moldar os dados foi necessária a implementação de dois *Data Marts*.

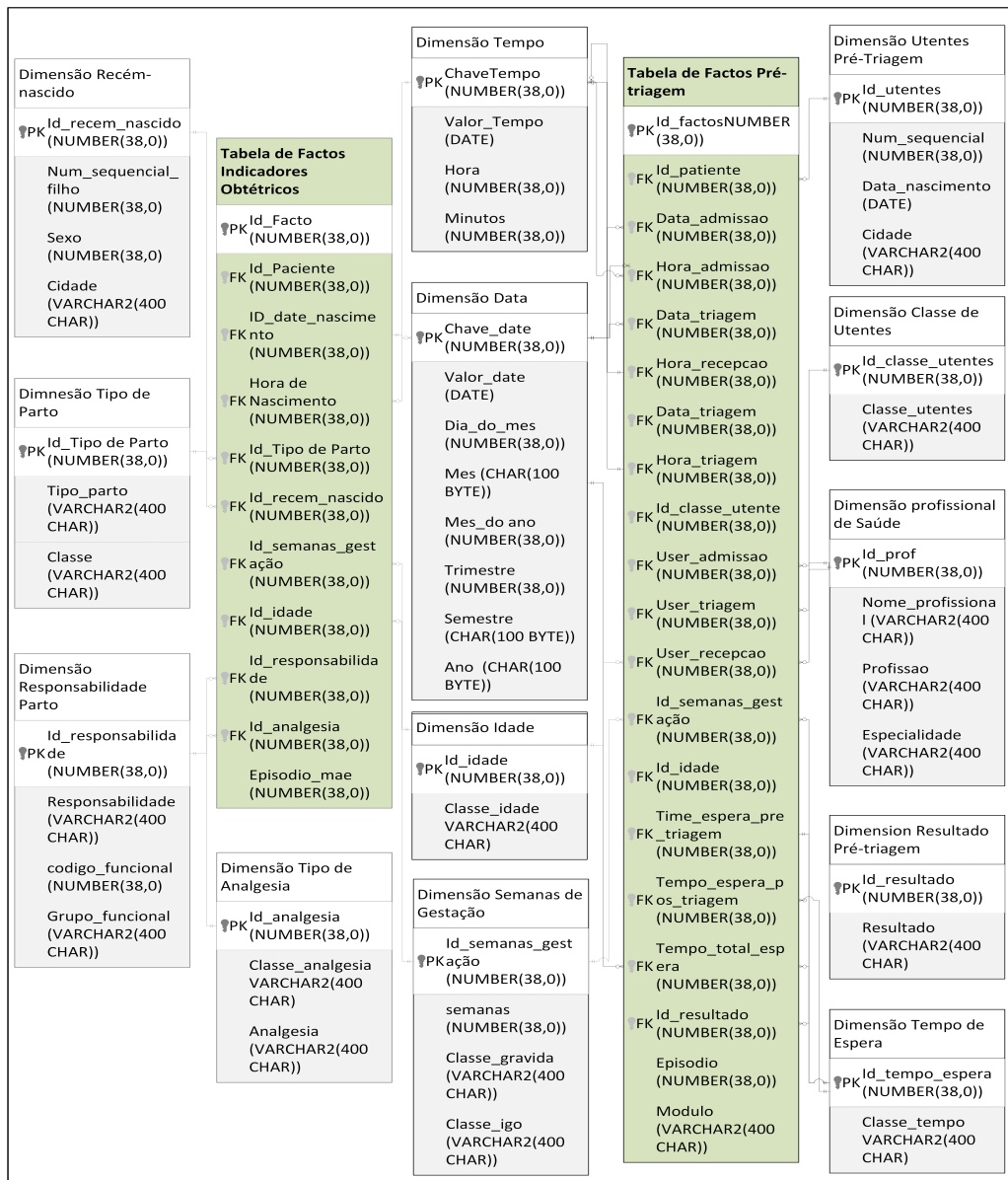


Figura 4.3: Esquema em estrela do modelo dimensional seguindo o método a *Bus Architecture Data Warehouse* para a construção do DW.

Como se pode observar na Figura 4.3, foram implementadas duas tabelas de factos. A tabela de factos intitulada de *Tabela de Factos Indicadores Obstétricos* que suporta a obtenção de indicadores no módulo de *Indicadores Obstétricos* e a tabela de factos intitulada de *Tabela de factos Pré-triagem* que suporta a obtenção de indicadores no módulo de *Pré-triagem*. As duas tabelas de facto partilham as *Dimensão Data*, *Dimensão Tempo*, *Dimensão semanas de Gestação* e *Dimensão Idade*.

4.1.6 Projeto Físico

Para organizar os dados são necessários novos métodos de armazenamento e novas tecnologias para gerar e recuperar essas informações. Neste sentido, o modelo dimensional projetado anteriormente (subsecção 4.3) foi desenhado e criado no *SGBD Oracle*, utilizando as ferramentas *Oracle Data Modelar* e *Oracle SQL Developer*, respetivamente.

4.1.7 Projeto e Desenvolvimento do Sistema de ETL

Criado o modelo físico na base de dados, o próximo passo consistiu na execução do processo de ETL. Para isso utilizou-se a ferramenta *Oracle SQL Developer* para implementar os procedimentos de ETL criados na base de dados *Oracle*. Neste foram executadas as seguintes tarefas:

- *Extração*: foram criados procedimentos para extrair as entidades selecionadas (Figura 4.2) para a base de dados *Oracle* escolhida para a construção do projeto de DW.
- *Transformação*: após uma análise dos dados verificou-se que algumas tabelas continham dados que não se encontravam estruturados e aptos para serem carregados no modelo dimensional diretamente. De uma forma geral, os principais problemas detetados foram:
 - *Existência de dados repetidos*: verificou-se a existência de dados repetidos nas entidade PCE_LISTA_TRAB. Este problema foi

- solucionado através da criação de um procedimento, cuja a função é eliminar os registos repetidos. Neste caso o filtro aplicado foi pelo número episódio (número atribuído a cada nova admissão no CMIN) e pelo módulo (serviço no qual a utente é admitida);
- *Existência de Nulos*: em algumas entidades verificou-se a existência de atributos com valor nulo. Neste caso procedeu-se à sua transformação e substituiu-se o valor nulo pelo valor "0" (ausência de informação relativa ao parâmetro avaliado);
 - *Valores do tipo Number que se encontravam inseridos em string*: este caso foi detetado em duas entidades PCE_LISTA_TRAB (registos do processo de pré-triagem guardado numa variável XML) e PCE_PARTO_NOTAS (várias informações armazenadas numa única *string*). Tanto num caso como noutro foram criados procedimentos, com o objetivo de extrair a informação relevante e a coloca-la no devido formato.
- *Carregamento*: nesta fase também foram criados procedimentos para a atualização das dimensões (caso ocorram dados novos) e para o carregamento das tabelas de factos. No caso da atualização das dimensões e por exemplo, no caso da dimensão *Dimensão Utentes Pré-triagem* representada na Figura 4.3, foi criado o procedimento *cvd_paciente_triagem* cujo o objetivo é inserir nesta dimensão os dados das utentes sempre que é triada uma nova utente que nunca tinha recorrido ao serviço de urgência do CMIN. À semelhança desta dimensão, para as restantes dimensões foram criados procedimentos para a atualização das mesmas. No caso do carregamento das tabelas de facto, foram criados dois procedimentos para carregar as tabelas de facto *Pré-triagem* e *Indicadores Obstétricos*. Para um correto carregamento da estrutura multidimensional, em primeiro lugar, são executados os procedimentos de atualização das dimensões e em seguida os procedimentos de carregamentos das tabelas de facto. Estes procedimentos criados estão otimizados para operarem em tempo real, sempre que chegarem novos dados.

4.1.8 Especificação das Aplicações de BI

Nesta etapa foi determinado quem seriam os utilizadores e a que informações teriam acesso ao consultarem os indicadores gerados pela plataforma de BI. Também ficou definido que tipo de informação os profissionais poderiam manipular na plataforma de BI aquando da construção dos próprios indicadores. Como será possível verificar em seguida (ponto 4.1.9), serão implementadas análises OLAP com diferentes opções de construção e manipulação de indicadores por parte dos utilizadores, ou seja, a possibilidade de realizarem consultas *ad hoc*.

4.1.9 Desenvolvimento das Aplicações de BI (Apresentação dos Resultados)

Esta subsecção tem como objetivo apresentar a aplicação de BI desenvolvida, tendo em conta os requisitos apresentados na secção 4.1.2. O *layout* da aplicação desenvolvida encontra-se organizado em *dashboards*, sendo que cada um pode ser composto por uma ou mais páginas e, cada página é constituída por um conjunto de análise OLAP e consultas de dados para gerar indicadores. As informações relevantes são apresentadas em forma de gráficos ou tabelas.

Para desenvolver a plataforma recorreu-se ao componente *Community Dashboard Editor* (CDE) da ferramenta *Pentaho CE* (secção 2.3.3), uma vez que esta permite desenvolver de uma forma fácil e prática *dashboards* bastante interativos. Para além de permitir navegar pelas várias páginas que compõem os *dashboards* através de botões, permite também a integração de indicadores construídos através dos *plug-ins OpenI* e *Saiku* (subsecção 2.3.3). Esta facilidade de integração permite a construção de um *dashboards* bastante mais diversificado e contextualizado relativamente aos indicadores a analisar.

A plataforma é constituída pelos dois módulos projetados que são apresentados em seguida de forma sucinta. Neste serão apresentados alguns resultados mais relevantes acompanhados por uma breve explicação acerca da

sua construção, manipulação e interpretação dos resultados obtidos.

Módulo de Pré-triagem

No módulo de *Módulo de Pré-triagem* foram desenvolvidos cinco *dashboards*, que agrupam vários indicadores com semelhanças entre si.

A primeira *dashboard* intitulada de *Caracterização das utentes que passam pelo processo de pré-triagem* é constituída pelos indicadores *Distribuição do tipo de utentes por resultado de pré-triagem (Emergente (EMERG), Urgente (URG) e Consulta urgente (ARGO) e Distribuição das Grávidas ("Sim"), "Para IGO" e "Para CTG" por semanas de gestação*, como representado na Figura 4.4.

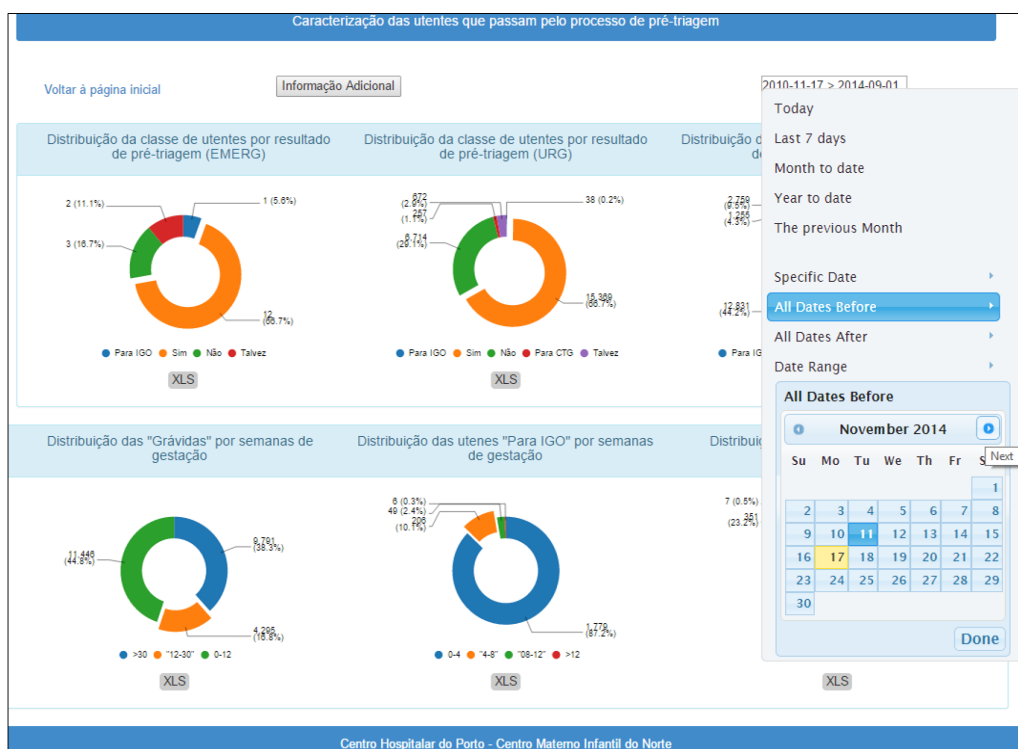


Figura 4.4: *Dashboard* intitulada de *Caracterização das utentes que passam pelo processo de pré-triagem*.

A Figura 4.4 constitui um exemplo do *layout* dos *dashboards* construídos para a visualização dos indicadores. Nesta, para além dos indicadores obtidos é possível observar que cada indicador está associado a um intervalo

especificado pelo utilizador final. Para este fim, o utilizador pode contar com um conjunto de opções suportadas por um calendário. Por outro lado, a plataforma também é suportada por *links* que permitem a ligação entre os *dashboard* e páginas que constituem a plataforma. Exemplos disso é o *link Voltar à página inicial* e o Botão intitulado de *Informação Adicional*.

Relativamente à construção dos gráficos apresentados, estes são criados através de *queries Structured Query Language (SQL)* executadas sobre os *data marts*, sendo que os seus dados podem ser exportados para a Folha de Cálculo, através do botão intitulado de *XLS*.

Como observado na página 4.4, esta *dashboard* encontra-se ligada, através de um Botão *Informação Adicional* a uma outra página. Nesta, os indicadores são construídas análises históricas recorrendo a *OLAP* já não estão dependente da data especificada pelo utilizador, uma vez que são realizadas análises *OLAP*. A implementação de um *DW* segundo a técnica de modelação dimensional possibilita a realização de análises *OLAP*, o que pode retornar inúmeras vantagens relativamente à análise efetuada aos dados. São permitidas operações como o *drill-down*, *slice and dice*, bem como análise rápida, interativa e em tempo real, segundo as diferentes dimensões especificadas aquando da construção do cubo.

Neste sentido nesta página são apresentados dois indicadores: *Número de utentes pré-triadas por classe de utente e top 10 das moradas* e *Número de utentes pré-triadas por resultado de pré-triagem*. No caso do primeiro indicador, foi implemento o cubo *OLAP* intitulado de *Triagem-Moradas* (Figura 4.5) através do servidor *OLAP Mondrian*.

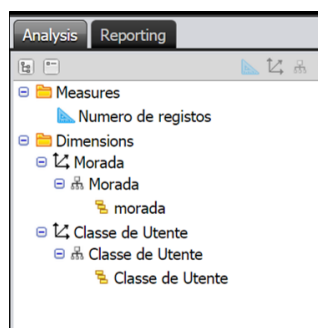


Figura 4.5: Cubo *OLAP Triagem-Morada*.

Como observado na Figura 4.5, este cubo OLAP é constituído por duas dimensões ("Morada", "Classe de utentes") e uma medida ("Número de registos").

Para visualizar a informação armazenada por este cubo, recorreu-se ao *plug-in Saiku Chart Plus* e ao tipo de gráfico *Sunburst* deste *plug-in* e foi possível obter os gráficos representados na Figura 4.6.

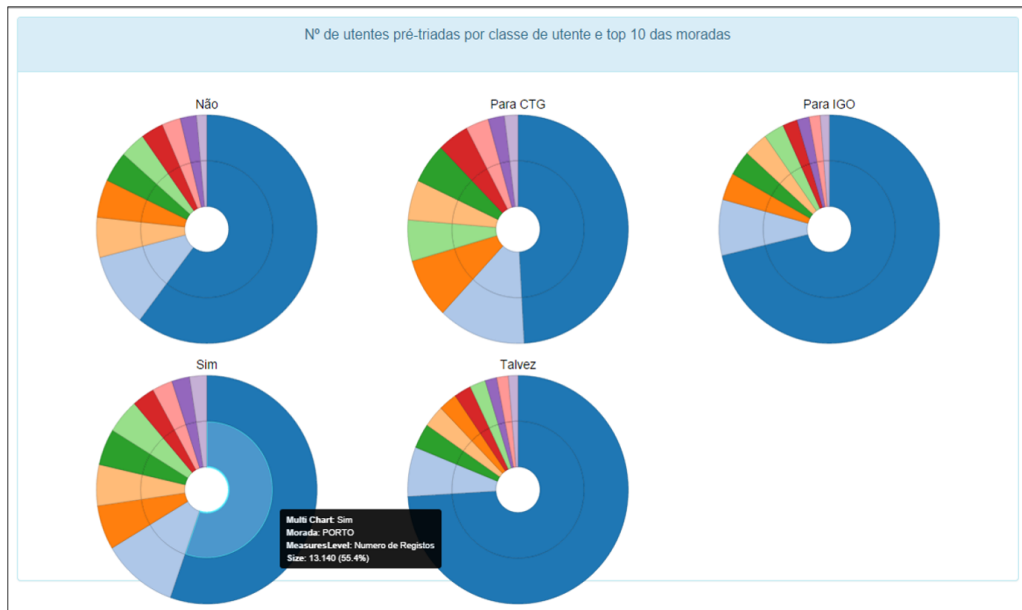


Figura 4.6: Número de utentes pré-triadas por classe de utente e cidade.

Quanto ao resultado obtido, foi realizada uma comparação gráfica entre o número de utentes que recorrem aos serviços de *Maternidade Júlio Dinis (MJD)/ CMIN*, tendo em conta a classe de utente e cidade das mesmas. Neste caso, optou-se pelo top 10 das cidades por classe de utente, sendo que o Porto é a cidade que apresenta maior número de utentes.

Por outro lado, nesta mesma página também está presente o indicador intitulado de *Número de utentes pré-triadas por resultado de pré-triagem*. De igual modo, no servidor OLAP *Mondrian* implementou-se o cubo OLAP intitulado de *Resultado-triagem* e representado na Figura 4.7.

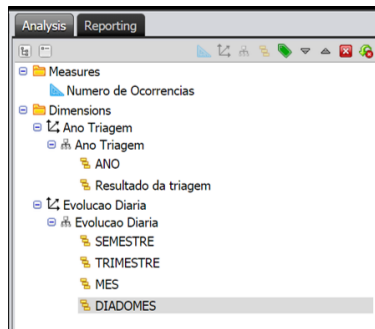


Figura 4.7: Cubo OLAP *Resultado-triagem*.

Este cubo OLAP é constituído por duas dimensões ("Ano Triagem", "Evolução Horária") e uma medida ("Número de Ocorrências"). Neste caso, as dimensões encontram-se representadas de forma hierárquica. A dimensão "Ano Triagem" é constituída por dois níveis hierárquicos: o número de registos por ano ("Ano") e por cada ano é especificado o número de registos ocorridos por resultado de pré-triagem ("Resultado de triagem"). Já no caso da dimensão "Evolução diária" os níveis hierárquicos são: "Semestre"; "Trimestre"; "Mês"; "Dia do Mês". Para a visualização desta funcionalidade recorreu-se ao *plug-in openI OS* e os resultados desta abordagem encontram-se representados na Figura 4.8.

Evolucao Diaria	Ano Triagem								
	All Ano Triagem	2010	2011	2012	2013	ARGO	EMERG	URG	201
All Evolucao Diarias	67666	17780	17247	11942	16630	9994	3	6633	406
1º Semestre	32712	8685	8803	3073	8084	4921	3	3160	406
1º Trimestre	17613	4282	4423	1356	3973	2421	0	1552	377
Janeiro	6819	1310	1528	1272	1412	875	0	537	129
1	98	0	30	24	25	19	0	6	1
2	190	0	32	48	59	39	0	20	5
3	234	0	58	59	68	45	0	23	4
4	173	0	48	43	49	31	0	18	3
5	178	0	57	55	36	21	0	15	3
6	218	38	57	38	33	17	0	16	5
7	267	61	47	44	60	39	0	21	5
8	209	55	32	32	43	20	0	23	4
9	265	44	35	62	62	32	0	30	6
10	265	43	65	47	50	16	0	34	6
11	268	81	56	51	52	35	0	17	2

Figura 4.8: Número de utentes pré-triadas por resultado de pré-triagem.

Esta ferramenta permite a construção de tabelas dinâmicas tendo por trás a implementação de um cubo OLAP. É permitida a realização de operações como *drill down* e *roll up* pelos vários níveis hierárquicos pré-estabelecidos. A escolha da disposição de informação como apresentada na Figura 4.8 rege-se pelo facto de ser possível realizar uma comparação em termos anuais e resultado da pré-triagem. Por outro lado, para além destas funcionalidades, é permitido também ao utilizador realização de operações de *Slice and Dice*. Na Figura 4.9 encontra-se apresentado um exemplo de *slice*, ou seja, foi criado um novo cubo com menos uma dimensão (apenas é avaliado o indicadores relativamente ao ano de 2013). Neste sentido, o utilizador tem várias oportunidades de realizar consultas *ad hoc*.

Nº de utentes pré-triadas por resultado de pré-triagem				
Número de Ocorrências de Pré-triagem por resultado de Pré-triagem				
Measures				
Ocorrências				
Ano Triagem				
Evolução Diária	2013	ARGO	EMERG	URG
All Evolucao Diarias	16630	9994	3	6633
1º Semestre	8084	4921	3	3160
2º Semestre	8546	5073	0	3473

Figura 4.9: Exemplo de *slice* (número de utentes pré-triadas no ano de 2013).

Com este *plug-in* também é permitida a visualização gráfica apresentada na Tabela da Figura 4.9, e a exportação dessa informação para a Folha de Calculo ou para PDF. Por último, à semelhança do resultado do indicador anterior, o resultado deste *plug-in* também foi integrado no módulo CDE, permitindo assim apresentação da informação de uma forma contextualizada.

Relativamente ao segundo *dashboard* construído e intitulado de *Atividade de pré-triagem entre um determinado intervalo de tempo*, tem por objetivo apresentar as principais características das utentes que recorrem ao CMIN e passam pelo processo de pré-triagem num determinado intervalo de tempo (especificado pelo utilizador). Como observado na Figura 4.10 é dado enfase as características individuais das utentes.

Atividade de pré-triagem entre um determinado intervalo de tempo

Voltar à página inicial 2014-01-01 > 2014-10-07

Descrição das utentes que passam pelo processo de pré-triagem

Show 10 entries Search:

Nome	Data Pré-triagem	Hora Pré-triagem	Sexo	Modulo	Resultado	Classe de Utenes	Semanas de Gestação	Número Sequencial	Data de Nascimento	Idade	Profissional Pré-triagem	Profissional Admissão	Tempo Pós-Triagem	Tempo Pré-Triagem	Tempo (Admissão-Recessão)
Sandra Ribeiro	2014-07-22	14:06	Feminino	CON	ARGO	Não	Desconhecido	311150	1990-06-20	24	30766	3447	7	7	13
Paula Rodrigues Pereira	2014-02-27	15:12	Feminino	CON	ARGO	Talvez	Desconhecido	515049	1994-01-26	20	6029	3445	4	11	15
Mónica Borges	2014-06-11	10:10	Feminino	CON	ARGO	Sim	10	515049	1994-01-26	20	30765	3451	2	11	13
Sandrina Bernardette Silva	2014-05-05	16:41	Feminino	CON	ARGO	Talvez	Desconhecido	515049	1994-01-26	20	6890	3439	2	6	8
Regina Maio	2014-02-25	11:41	Feminino	CON	ARGO	Sim	Desconhecido	875388	1994-04-30	19	30616	3451	1	22	23
Ana Ferreira Barbosa	2014-04-10	20:08	Feminino	URG	URG	Sim	21	875388	1994-04-30	19	30493	3433	2	13	15

Figura 4.10: Descrição das utentes que passam pelo processo de pré-triagem.

Além de permitir expressar as características das utentes que passam pelo processo de pré-triagem de uma forma individualizada, permite também avaliar os tempos de espera desde a chegada até ao atendimento, permitindo desta forma a monitorização do sistema de pré-triagem.

Quanto ao terceiro *dashboard* construído e intitulado de *Caracterização do número de ocorrências por tempo de pós-triagem*, permite a monitorização do tempo de espera pós-triagem do sistema de pré-triagem. Em qualquer sistema de urgência o tempo de espera para o atendimento é um ponto crucial ao bem-estar das utentes. Neste âmbito será apresentada a relação de várias variáveis com o tempo de espera pós-triagem. São permitidas análise durante um espaço de tempo especificado pelo utilizador, ou análises recorrendo à visualização de cubos OLAP. No primeiro caso os indicadores apresentados são:

- *Taxa de distribuição de utentes pré-triadas por classe de utente*: o indicador é apresentado de forma semelhante aos gráficos da Figura 4.4 e demonstrada a relação entre o número de utentes e a classe de utentes;
- *Distribuição do número utentes por resultado de pré-triagem*: também se recorreu à apresentação gráfica de forma semelhante aos gráficos da

Figura 4.4 e apresentada a relação entre o número de utentes e resultado de pré-triagem;

- *Caracterização do número de utentes por classe de tempo de espera e por classe de utente:* neste caso os dados são apresentados em tabela (semelhante à Figura 4.10), sendo que é expressa a relação entre o número de utentes distribuídos pela classe utente e classe de tempo.

Relativamente à análise histórica, de forma semelhante à anterior, foi criado um cubo *OLAP* que conta com várias dimensões constituídas por várias hierarquias ("Ano", "Tempo de espera", "Grávida", "Ano Mês", "Pré-triagem") e uma medida ("Ocorrências"). A visualização da informação disponível no cubo *OLAP* criado encontra-se apresentada na Figura 4.11.



Figura 4.11: Caracterização do tempo de espera pós-triagem por evolução horária, resultado de pré-triagem e classe de utente.

Optou-se por esta distribuição em termos de dimensões e hierarquias do cubo *OLAP*, de forma a permitir ao utilizador realizar uma análise quase completa relativamente ao tempo de espera pós-triagem. Este tem a oportunidade de relacionar o tempo de espera pós-triagem com a classe de utente, o resultado de pré-triagem e a evolução horária. Neste sentido, é possível realizar consultas *ad hoc*, assim como escolher as dimensões utilizadas na análise.

No quarto *dashboard*, intitulado de *Caracterização do número de ocorrências por tempo total de espera (Receção-Admissão)* foram construídos dois indicadores. O indicador *Valores estatísticas dos tempos de espera do sistema de pré-triagem* onde é realizada uma avaliação estatística diária dos tempos de espera num intervalo de tempo especificado pelo utilizador, como observado na Figura 4.12.

Data	Número de Episódio por dia	Máximo Pós-triagem (min)	Mínimo Pós-triagem (min)	Média Pós-triagem (min)	Máximo Pré-triagem (min)	Mínimo Pré-triagem (min)	Média Pré-triagem (min)	Máximo Total (min)	Mínimo Total (min)	Média Total (min)
2014-04-08	7	28	2	9	40	10	20	59	13	29
2014-04-07	38	8	0	2	29	2	15	34	5	17
2014-04-06	30	32	0	13	31	5	15	47	9	28
2014-04-05	37	27	0	4	43	3	14	44	7	18
2014-04-04	52	102	0	4	22	3	11	111	3	15
2014-04-03	48	19	0	2	46	4	19	49	5	21
2014-04-02	44	10	0	2	36	2	12	37	4	14
2014-04-01	32	5	0	2	51	6	19	52	6	20
2014-03-31	55	11	0	3	38	2	15	40	4	18
2014-03-30	31	23	0	13	38	5	14	61	6	26

Figura 4.12: Valores estatísticas tempo de total de espera.

No segundo caso é realizada uma análise histórica do tempo total de espera tendo em conta os mesmos parâmetros avaliados na Figura 4.11. Porém neste caso é avaliado o tempo total de espera (desde o momento em que a utente chega ao *CMIN* até ao momento em que a utente é admitida e atendida).

No quinto e último *dashboard* intitulado de *Análise do desempenho dos profissionais de saúde no processo de pré-triagem e admissão* são realizadas dois tipos de análise. A análise onde o profissional de saúde pode especificar o intervalo de tempo, à semelhança dos indicadores representados na Figura 4.4 e análises *OLAP*, à semelhança do indicador representado na Figura 4.8. No primeiro caso são apresentados os indicadores *Classe profissional que realiza o processo de pré-triagem* e *Taxa de ocorrência por módulo*. No segundo caso são apresentados os indicadores *Desempenho dos profissionais de pré-triagem* e *Desempenho dos Profissionais de Saúde na admissão e por módulo*.

Módulo de Indicadores Obstétricos

A construção da plataforma para este módulo foi realizada de forma muito semelhante ao módulo de *Pré-triagem*. Assim, foram desenvolvidos 4 *dashboards*.

O primeiro *dashboard* intitulado de *Quantificação dos partos e das suas complicações* contempla indicadores com representação gráfica e representação em tabela, encontrando-se os dois casos associados a um intervalo de tempo especificado pelo utilizador. Na Figura 4.13 encontra-se representados os indicadores em Tabela.

Indicador	Valor	Total	Percentagem
Nº de Nados	14635	14635	100
Nº de Nados Mortos	46	14635	0.31
Nº de Nados Vivos	14589	14635	99.69
Nº de Partos	14279	14635	97.57
Nº de Partos Auxiliados por Forceps	568	14279	3.98
Nº de Partos Auxiliados por Ventoso	2885	14279	14.6
Nº de Partos Eutóxicos	6582	14279	45.54
Nº de Partos por Cesarianas	5138	14279	35.98
Nº de Partos De partos Eutóxicos e Pélvicos	4	14279	0.03
Nº de Partos Distócio Auxiliado por Ventosa	2878	14279	14.55
Nº de Partos Distócio Auxiliado por Forceps Gemelar	18	14279	0.07
Nº de Partos Distócio Cesariana	4888	14279	34.23
Nº de Partos Distócio Cesariana Gemelar	250	14279	1.75
Nº de Partos Distócio FORCEPS	558	14279	3.91
Nº de Partos Eutóxicos	6422	14279	44.98
Nº de Partos Eutóxicos e Gemelares	76	14279	0.53
Nº de Partos Gemelares Distócio Auxiliado por Ventosa	7	14279	0.05
Nº de Partos Realizados por Médico Parteiro	6	14279	0.04
Nº de Partos Realizados por Enfermeiros Parteiros	3488	14279	24.43
Nº de Partos Realizados por Médico especialista	2136	14279	14.96
Nº de Partos Realizados por Médico Responsável	8678	14279	60.72
Nº de Partos Eutóxicos Realizados por Médico Parteiro	1	14279	0.01
Nº de Partos Eutóxicos Realizados por Enfermeiros Parteiros	3432	14279	24.04
Nº de Partos Eutóxicos Realizados por Médico Especialista	939	14279	6.58
Nº de Partos Eutóxicos Realizados por Médico Responsável	2141	14279	14.99
Nº de Cesarianas Urgentes	383	5138	5.9
Nº de Analgesias Epidurais em Partos Vaginais	2791	9147	30.51
Nº Parto Vaginais onde não foram utilizadas Analgesias	6343	9147	69.35
Nº de Analgesias Parentéricas em Partos Vaginais	13	9147	0.14

Figura 4.13: Conjunto de indicadores referentes ao parto e às suas complicações (representação em tabela).

Neste caso, é representado um conjunto de indicadores referentes ao parto e às suas complicadores, onde é referido o indicador que está a ser medido ("Indicador"), valor absoluto ("Valor"), o total ("Total") e a percentagem ("Percentagem") para o intervalo de tempo especificado pelo utilizador. Quanto à representação gráfica, foram agrupados os indicadores expressos na

Figura 4.13 e procedeu-se à sua representação gráfica de forma semelhante à representada na figura 4.4.

No segundo *dashboard* intitulado de *Principais indicadores obstétricos* serão realizadas consultas nas mesmas condições do *dashboard* anterior, optando-se de igual modo pela representação gráfica (semelhante à Figura 4.4) e em Tabela como representado na Figura 4.14.

Indicador	Valor	Total	Porcentagem
Taxa Global de Cesarianas	5138	14279	35.98
Índice de apgar<7 ao 5º minuto	348	3595	9.68
Taxa Global de Cesarianas em Urgência	303	14279	2.12
Taxa de Cesarianas em Urgência	303	5138	5.9
Taxa Global de Partos Instrumentados	2653	14279	18.58
Percentagens de Nascimento Pre-Termo (<37)	1747	14635	11.94
% de Analgesias no Parto Em Partos Vaginais	2804	9147	30.65
Percentagens de Nascimento Grande Pre-Termo (<32)	353	14635	2.41

Figura 4.14: Principais indicadores obstétricos. Resultados apresentados em valores absolutos e percentagens (representação em Tabela).

Nesta também são apresentados o "Valor unitário", o "Total" e a "Porcentagem" para cada indicador. A opção de apresentação dos indicadores em tabela, como representado nas Tabelas 4.13 e 4.14, rege-se por uma questão de representação definida pelo Ministério da Saúde para apresentação de relatórios periódicos.

Já no terceiro *dashboard*, intitulado de *Caracterização por número de nascimentos*, optou-se por avaliar o número de nascimentos em várias vertentes onde foi apresentada uma visualização de indicadores de uma forma mais interativos, como é o caso do indicador representado na Figura 4.15.

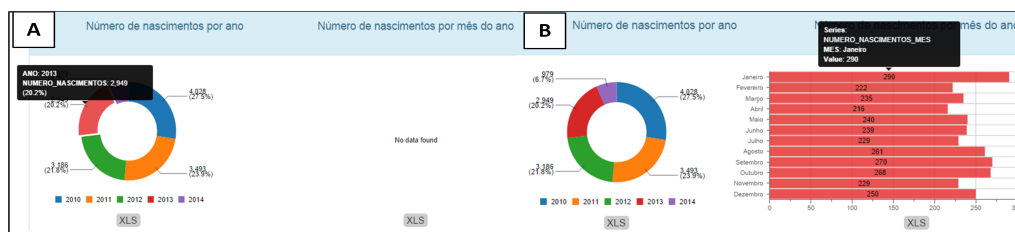


Figura 4.15: Número de nascimentos por ano e após seleção do ano específica o número de nascimento pelos meses do ano selecionado.

No casos do indicador representado na Figura 4.15 A, é permitido ao utilizador especificar a informação que pretende visualizar, ou seja, este escolhe o ano que pretende analisar e de seguida é apresentada a informação do número de nascimentos por meses do ano escolhido previamente (Figura 4.15 B).

De seguida foi construído o indicador intitulado de *Informação Adicional por Data*, represento na Figura 4.16.

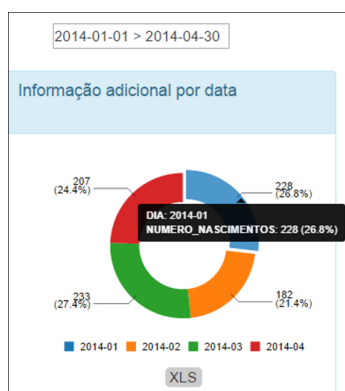


Figura 4.16: Informação adicional por data.

Neste caso, o utilizador tem a oportunidade de escolher um intervalo de tempo e, escolhida essa dada a informação é agrupada por mês, e consequentemente, escolhido um mês será possível visualizar os indicadores representados na Figura 4.17 relativamente ao mês escolhido.

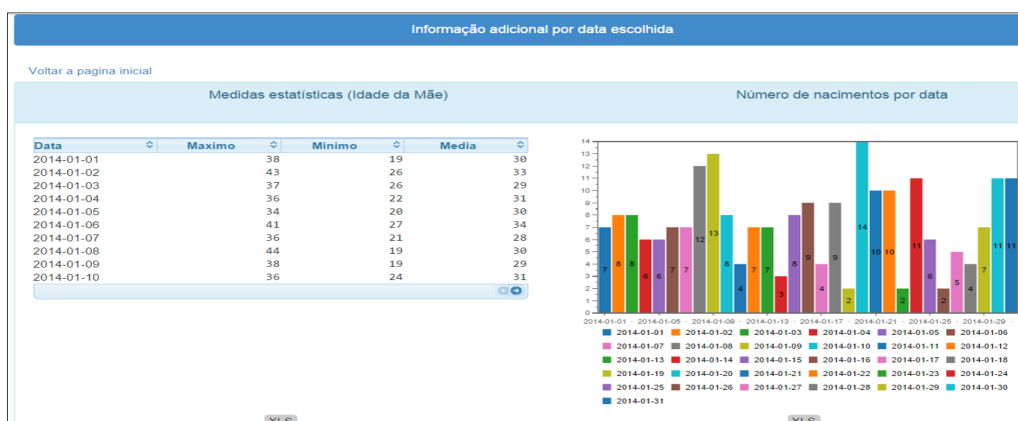


Figura 4.17: Informação adicional para o mês de janeiro de 2014 (2014-01).

Neste caso, a apresentação da informação adicional será apresentada numa outra página intitulada de *Informação por mês escolhido*.

Esta *dashboard* ainda pode contar com uma terceira página com informação adicional, intitulada de *Caracterização do número de nascimentos (Análise Histórica)*, onde são expostos 3 indicadores: *Caracterização de número nascimentos por data*, *Número de nascimentos por anos e por top 10 das cidades* e *Número de Nascimentos por evolução horária e por sexo*. Os dois primeiros indicadores foram construídos recorrendo ao *plug-in Saiku Chart Plus*, de forma semelhante ao indicador representado na Figura 4.6 e o terceiro indicador foi construído recorrendo ao *plug-in OpenI*, sendo por isso a sua forma de representação semelhante à Figura 4.8.

O quarto e último *dashboard* que compõe este Módulo e intitulado de *Caracterização do Grupo por Tipos de Partos* apresenta a mesma diversidade de indicadores apresentados no *dashboard* anterior (*Caracterização por número de nascimentos*). No entanto neste casos é realizada uma análise do número de utentes relativamente à tipologia do parto.

Testes e Implementação Final

De forma a testar a plataforma desenvolvida e anteriormente apresentada foram realizados vários testes no [CMIN](#), utilizando dados reais e atuais, assim como, reuniões com os profissionais de saúde envolvidos.. Conclui-se que a aplicação seria então uma mais-valia para a extração de conhecimento clínico nas duas vertentes apresentadas (*Pré-triagem* e *Indicadores Obstétricos*). A plataforma está preparada para ser acedida em toda a rede do [CHP](#) de duas formas: de forma independente, através de uma interface gráfica própria, ou através do [AIDA-BI](#), já que os *dashboards* foram integrados no módulo da [AIDA](#) responsável pela extração de conhecimento no [CHP](#).

4.1.10 Manutenção e Crescimento

No módulo de *Pré-triagem* foram gerados os indicadores requeridos pelo [CHP](#) para a monitorização do sistema. No entanto, não invalida que futuramente sejam requeridos novos indicadores ou mesmo o aperfeiçoamento dos

já existentes de forma a responder a novos objetivos que possam vir a ser estipulados no CMIN.

Relativamente ao desenvolvimento do módulo de *Indicadores Obstétricos*, este resultou da necessidade de apresentação de indicadores semestrais ao Ministério da Saúde [65]. No âmbito desta dissertação, foram gerados todos os indicadores requeridos para os quais até ao momento já existiam informações registadas no PCE. Isto é, tratando-se de um processo relativamente recente, nem todas as fontes de dados se encontram ainda disponíveis no PCE. No entanto já se encontra em curso a adaptação do PCE para disponibilizar as restantes fontes de informação.

Aliando os factos referidos anteriormente aos requisitos técnicos para a manutenção e crescimento da mesma, conclui-se que com os recursos disponíveis no CHP é possível assegurar uma contínua disponibilidade, desempenho e expansão da plataforma de BI. No entanto nesta fase inicial, pretende-se que a plataforma comece a ser utilizada pelos profissionais de saúde, de forma a avaliar o seu desempenho.

4.2 Apreciação Global da Plataforma

Com a realização deste projeto foi possível explorar a importância da integração da tecnologia de BI no CMIN. Esta pode proporcionar benefícios para a instituição de saúde em questão, na medida que permite uma maior autonomia e flexibilidade dos utilizadores relativamente à realização de análises mais rápidas e mais precisas, apoiando a tomada de decisão clínica e não clínica.

De uma forma específica e relativamente ao módulo de *Pré-triagem*, através da construção de indicadores de desempenho do sistema, é possível realizar uma monitorização do sistema de pré-triagem, condição que é praticamente exigida por qualquer sistema de triagem [19]. Por outro lado, no caso do módulo de *Indicadores Obstétricos*, também ficou provada a grande importância de apresentação de indicadores de desempenho nesta área médica [65].

A nível mais técnico e tendo em conta os requisitos impostos (subsecção 4.1.2), foi utilizada o Pentaho CE como ferramenta de BI OS, pois foi a que melhor se enquadrou no âmbito deste projeto por ser dotada das seguintes características: construção e a visualização de indicadores no *browser* e a integração de vários tipos de análise num só *dashboard*. A primeira característica é muito importante, pois permite o acesso à plataforma através de um servidor em toda a rede do CHP (computadores e dispositivos móveis), enquanto que a segunda característica permite uma maior contextualização dos indicadores apresentados e uma maior interação entre a plataforma e o utilizador. Assim, no mesmo *dashboard* estão integradas componentes do CDE, do *OpenI* e *Saiku*, o que para além de possibilitar ao utilizador visualizar e analisar a informação apresentada em vários contextos, permite também a realização de consultas *ad hoc*, como especificado na subsecção 4.1.9. Não esquecendo ainda, o facto que o *Pentaho CE* permitir a construção de *dashboards* com a característica de *bootstrap*, isto é o *dashboards* adapta-se ao monitor no qual está a ser visualizado (computadores tradicionais ou dispositivos móveis). Esta apresentação interativa perante o utilizador final e a possível adaptação do *layout* ao dispositivo no qual está a ser visualizada, poderá resultar num aumento do número de utilizadores desta plataforma.

Em termos globais, verifica-se que esta plataforma de BI é bastante inovadora, uma vez que, são escassas as plataformas existentes que utilizam tecnologia de BI aplicada na área de GO e com estas características de acessibilidade e disponibilidade.

Capítulo 5

Estudo, Análise e Divulgação do Sistema de Pré-Triagem

Nas urgências hospitalares são utilizados sistemas de triagem para suportar o apoio à decisão relativamente a um melhor atendimento do utente [19]. Como referido, em 2010, na [Maternidade Júlio Dinis \(MJD\)](#) foi desenvolvido e implementado um sistema de pré-triagem caracterizado por discriminadores específicos para [Ginecologia e Obstetrícia \(GO\)](#). É objetivo deste capítulo divulgar e disseminar a nível mundial o trabalho desenvolvido e o sistema em apreciação, de modo a que o mesmo possa ser explorado por comunidades científicas e instituições na área da urgência obstétrica. Como resultado deste capítulo foi escrito o artigo *Improving Quality of Services in Maternity Care Triage System* [61].

Este capítulo encontra-se dividido em 3 secções. Na primeira secção (5.1) é apresentado um estudo aprofundado do funcionamento do sistema de pré-triagem implementado no [Centro Materno Infantil do Norte \(CMIN\)](#), ou seja, é descrito o processo de decisão em tempo real quando uma mulher é admitida no [CMIN](#). Na segunda secção (5.2) é apresentado um estudo estatístico relativamente ao desempenho do sistema de pré-triagem e na terceira secção (5.3) são discutidos os resultados obtidos.

5.1 Decisão em Tempo Real

Quando uma utente é admitida no CMIN o tipo de transporte utilizado é muito importante. Se a utente for transportada de ambulância é assistida imediatamente, caso contrário é encaminhada para o serviço de triagem de GO. Na Figura 5.1 encontra-se descrito o fluxograma geral que mapeia o sistema de pré-triagem e consequentemente a decisão em tempo real.

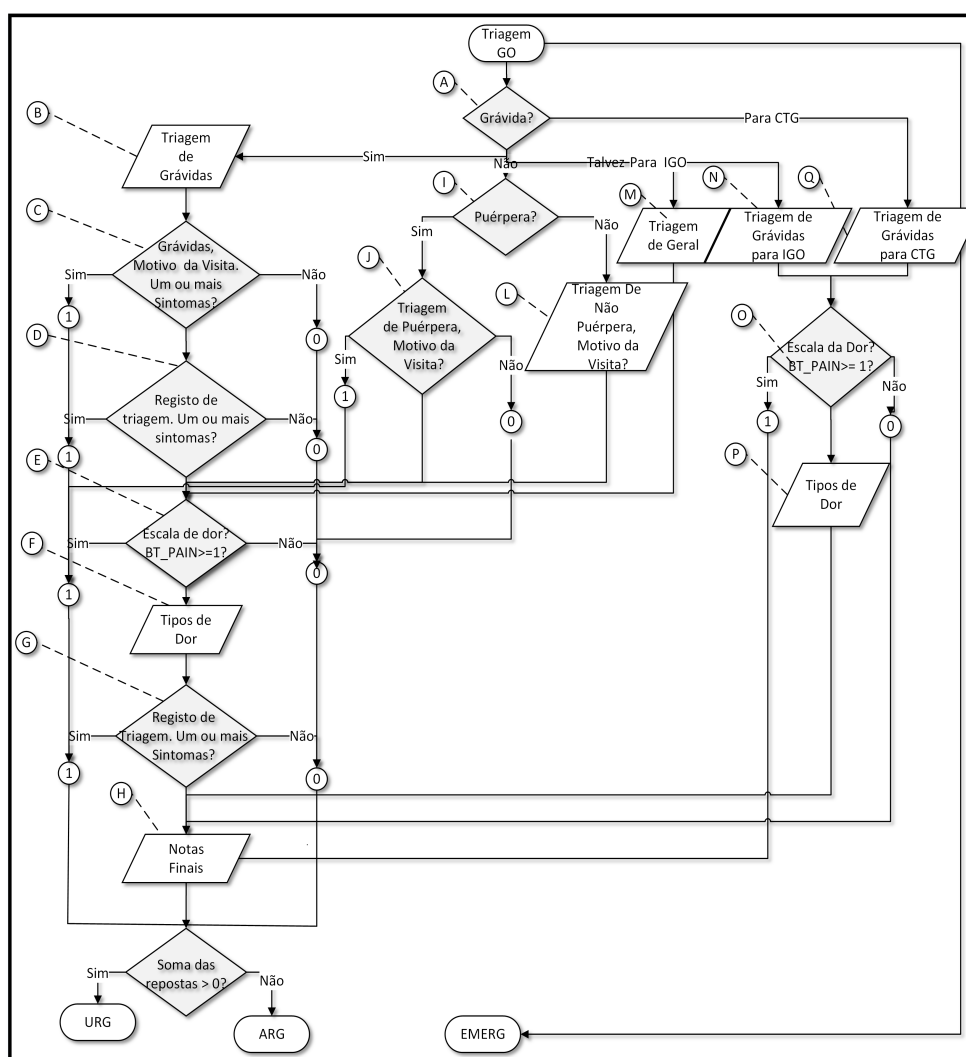


Figura 5.1: Fluxograma completo do sistema de pré-triagem (adaptado de [61]).

O sistema de pré-triagem rege-se por uma árvore de decisão. Assim que a utente chega ao serviço de pré-triagem é enquadrada numa das seguintes situações:

- (A.1) A utente está grávida ("Sim");
- (A.2) A utente não está grávida ("Não");
- (A.3) A utente talvez esteja grávida ("Talvez");
- (A.4) A utente vai ao CMIN fazer o processo de Interrupção da Gravidez Opcional (IGO) ("Para IGO");
- (A.5) A utente vai ao CMIN fazer o exame de Cardiotocografia (CTG) ("Para CTG");

Nesta fase inicial independentemente da resposta da utente, esta é identificada como **Consulta urgente (ARGO)**.

A Utente Está Grávida

Caso a utente seja identificada como grávida ("Sim"), o sistema é encaminhado para a página intitulada de *Triagem de grávidas* (Figura 5.2).

Nesta página como observado na Figura 5.2, são realizadas uma série de perguntas:

- B.1) Semanas de gravidez? (SEMGRAVID);
- B.2) Data da Última Menstruação? (DUM);
- B.3) Grávida Referenciada de Outras Instituições? (GRAVREF);
- B.4) Já Iniciou a Vigilância Pré-natal? (VIGIAG).

Se o número de SEMGRAVID for maior do que 20 semanas o estado da utente passa automaticamente de ARG0 para Urgente (URG), caso contrário mantém-se o ARG0. As restantes questões não são de resposta obrigatória, sendo por isso meramente informativas.

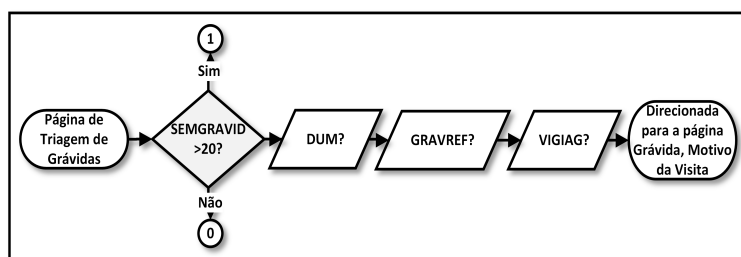


Figura 5.2: Fluxograma das questões da página intitulada de *Triagem de Grávidas* (adaptado de [61]).

Posteriormente, o questionário é encaminhado para a página intitulada de *Grávida, Motivo da Visita* (Figura 5.3).

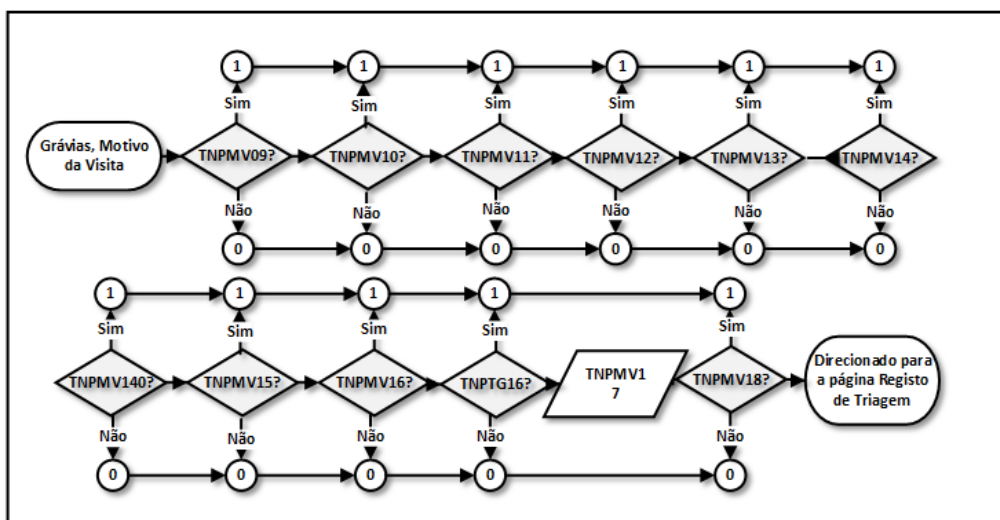


Figura 5.3: Fluxograma das questões da página intitulada de *Grávida, Motivo da Visita* (adaptado de [61]).

Nesta página são efetuadas uma série de questões com o objetivo de descobrir o porquê de grávida ter recorrido ao CMIN:

C.1 Cefaleias? (TNPMV09);

C.2 Alterações visuais? (TNPMV10);

C.3 Referência de subida tensional? (TNPMV11);

- C.4 Dor epigástrica/hipocôndrio direito? (TNPMV12);
- C.5 Náuseas/vômitos? (TNPMV13);
- C.6 Alterações da coloração da pele/mucosas? (TNPMV14);
- C.7 Metrorragias? (TNPMV140);
- C.8 Diminuição dos movimentos fetais? (TNPMV15);
- C.9 Perda de líquido amniótico? (TNPMV16);
- C.10 Trauma na grávida? (TNPTG16);
- C.11 Datar a gravidez (TNPMV17);
- C.12 Outro motivo patológico? (TNPMV18).

Exceto a questão TNPMV17, quando uma pergunta é respondida, o estado muda automaticamente de ARGO para URG.

De seguida, o questionário é enviado para a página intitulada de *Registo de triagem* como mostra a Figura 5.4.

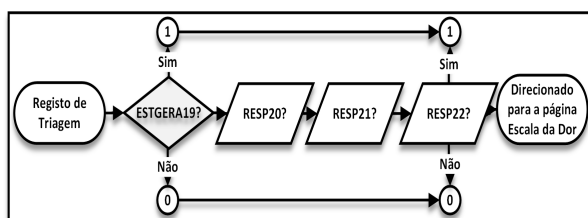


Figura 5.4: Fluxograma das questões da página intitulada de *Registo de Triagem* (adaptado de [61]).

Nesta etapa são realizadas algumas observações e avaliações por parte do/a enfermeiro/a responsável: Estado Geral da paciente? (ESTGERA19) (D.1) e Escala de Coma de Glasgow (ECG) (D.2, D.3, D.4). É avaliado:

- D.1) ESTGERA19: para esta categoria existem três possíveis situações: "Bom", "Razoáveis" ou "Mau". Se a resposta for "Mau", o estado muda imediatamente para URG, caso contrário mantém o estado ARGO.

- D.2) **Resposta Ocular? (RESP20)**: nesta secção é avaliada a resposta ocular da ECG. As opções avaliadas são: "Nenhuma"(1), "À dor"(2), "Estímulo Verbal"(3) ou "Espontânea"(4);
- D.3) **Resposta Verbal? (RESP21)**: nesta secção é avaliada a resposta verbal da ECG. As opções avaliadas são: "Nenhuma"(1), "Incompreensível"(2), "Inapropriada"(3), "Confusa"(4) ou "Orientada"(5);
- D.4) **Resposta Motora? (RESP22)**: nesta secção é avaliada a resposta motora da ECG. As opções avaliadas são: "Nenhuma"(1), "Extensão à dor"(2), "Flexão à dor"(3), "Reage à dor"(4), "Localizar a dor"(5) ou "Obedece às ordens"(6).

A **Escala de Coma de Glasgow** é uma escala neurológica com amplitude entre 3 e 15 pontos e permite medir/avaliar o nível de consciência. A utente que recebe pontuação mais baixa (3) sofre de graves danos cerebrais.

Após estas observações o sistema é encaminhado para a página intitulada de *Escala de Dor* (Figura 5.5).

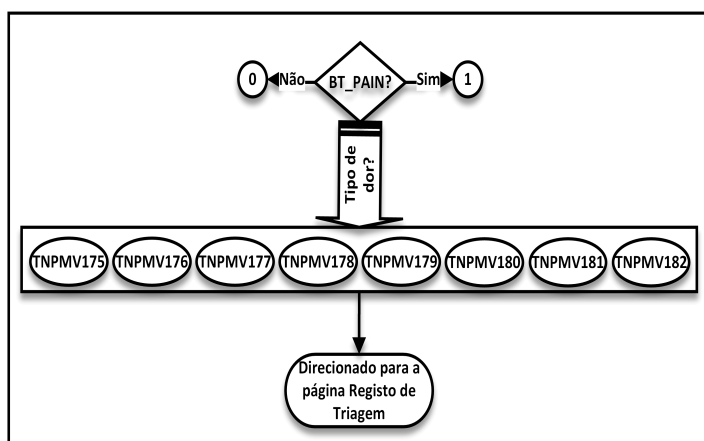


Figura 5.5: Fluxograma das questões da página intitulada de *Escala da Dor* (adaptado de [61]).

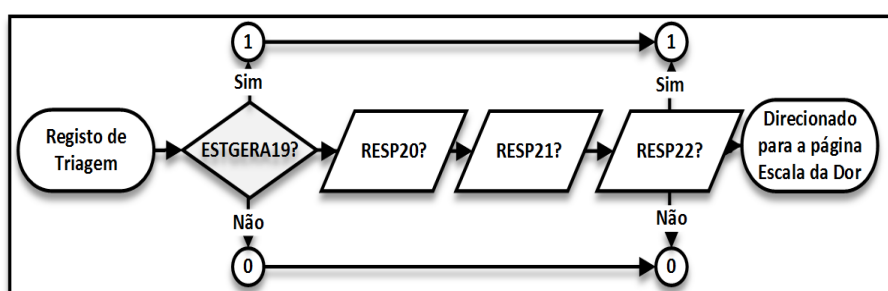
Dependendo dessa avaliação é atribuído um valor de dor entre 1 e 10, onde 0 representa a ausência de dor e 10 representa a dor máxima. Se o valor da dor for igual ou superior a 1, o estado é **URG**, caso contrário, mantém-se **ARGO** (módulo E).

Nesta secção também é avaliado o local e tipo de dor:

- F.1) Sem Dor (TNPMV1720);
- F.2) Contrações Uterinas (TNPMV176);
- F.3) Dor Hipogástrico (TNPMV177);
- F.4) Dor Epigástrica (TNPMV178);
- F.5) Dor Fossa Ilíaca (TNPMV179);
- F.6) Dor Lombar (TNPMV180);
- F.7) Outra Dor (TNPMV181);
- F.8) Dor superior 1 semana (TNPMV182).

Após avaliar a escala da dor, o profissional de saúde, se assim o entender, deve especificar o tipo de dor e o local da dor. Assim, a primeira pergunta é de cariz obrigatório (Escala da Dor) e a segunda pergunta (Tipo e Local de Dor) é opcional.

Posteriormente o questionário é enviado para a página intitulada de *Registo de triagem* como representado na Figura 5.6.



44

Figura 5.6: Fluxograma das questões da página intitulada de *Registo de Triagem* (adaptado de [61]).

Esta secção apresenta alguns registos sobre os sinais vitais da utente. A resposta possível pode ser:

- G.1) *Sim e Não e influência na categorização – Registo da Febre?* (RESP25), *Sintomas Urinários?* (RESP26), *Convulsões?* (RESP28) e *Lipotímia?* (RESP29). São perguntas de cariz obrigatório e a resposta deve ser afirmativa ou negativa. Se qualquer uma destas respostas é respondida afirmativamente é considerado um caso **URG**, caso contrário é **ARGO**.
- G.2) *Sim e Não e não influenciam na categorização - Registo da pressão arterial?* (RESP30) e *Combur?* (RESP31). Estes fatores são apenas de cariz informativo não influenciando, por isso, na categorização da utente.
- G.3) *Escolha Múltipla e influência na categorização - Hemorragia?* (RESP27). As opções de escolha podem ser: "Não tem", "Escassa", "Moderada" ou "Grave". Se este parâmetro for classificado como "Não tem" é considerada **ARGO**, caso contrário **URG**.

Posteriormente, o questionário é encaminhado para a página intitulada de *Notas Finais* (módulo H) onde o profissional responsável pela pré-triagem pode escrever algum texto livre relevante sobre o diagnóstico da utente.

No final do processo e como representado na Figura 5.1, o sistema de pré-triagem retorna **URG**, se existir um fator de alerta (soma ≥ 1), sendo a utente grávida atendida no serviço de urgência tão breve quanto possível ou **ARGO**, senão for identificado nenhum fator de alerta (soma = 0) e a utente é encaminhada para uma consulta urgente.

5.1.1 A Utente Não Está grávida ("Não")

Se a utente é identificada como não grávida, o questionário é dirigido para a página intitulada de *Triagem de não Grávidas* (Módulo I). De seguida a utente é questionada se é Puérpera e podem ocorrer as duas seguintes situações.

A Utente é Puérpera ("Não", "Sim")

No caso de ser Puérpera ("Não", "Sim"), o sistema é enviado para a página com o título de *Triagem de Puérpera, Motivo da Visita* (Figura 5.7)

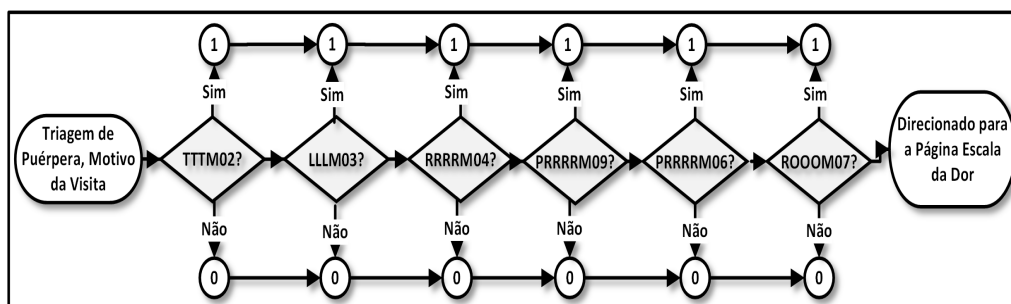


Figura 5.7: Fluxograma das questões da página intitulada de *Triagem de Puérpera, Motivo da Visita* (adaptado de [61]).

Nesta são realizadas uma série de questões com o objetivo de descobrir o motivo pela qual a utente recorreu ao CMIN:

J.1) Tumefação Mamária? (TTTM02);

J.2) Lóquios Fétidos? (LLLM03);

J.3) Remover Sutura (RRRRM04);

J.4) Penso Repassado (PRRRRM09);

J.5) Mastite? (PRRRRM06);

J.6) Outro Motivo patológico? (ROOOM07).

Se algum destes sintomas se verificar, a utente é classificada como **URG** caso contrário mantém o estado **ARGO**. Subsequentemente, o questionário é enviado para a página intitulada de *Escala de Dor*, representada no fluxograma da Figura 5.5, seguindo o curso normal do fluxo de pré-triagem como representado na Figura 5.1 para esta classe de utente.

A Utente é Não Puérpera ("Não", "Não")

Por outro lado, no caso de a utente ser identificada como Não Puérpera ("Não", "Não"), o sistema é enviado para a página intitulada de *Triagem de não Puérpera* (módulo G). Esta página é constituída apenas por uma pergunta de texto livre, onde o profissional de saúde responsável pela pré-triagem

tem a oportunidade de discriminar o motivo pelo qual a utente recorreu à maternidade. Posteriormente, o questionário é encaminhado também para a página *Escala da Dor* representado no fluxograma da Figura 5.5, seguindo de igual modo o fluxo normal como representado na Figura 5.1 para esta classe de utente.

5.1.2 A Utente Talvez Esteja Grávida ("Talvez")

Se a utente não sabe se está grávida ("Talvez"), o sistema é encaminhado para a página intitulada de *Triagem Geral* (Figura 5.8).

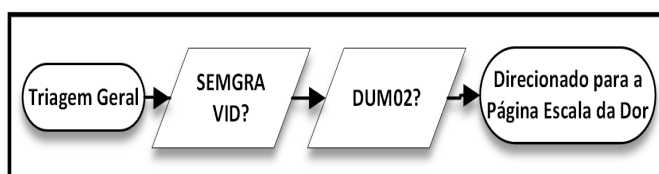


Figura 5.8: Fluxograma das questões da página intitulada de *Triagem Geral* (adaptado de [61]).

Nesta a utente é questionada sobre:

N.1) Data da última menstruação (Grávidas Talvez)? (DUM02);

N.2) Motivo da visita (Grávidas Talvez)? (MVIST0).

Estas perguntas são apenas para fins informativos. Em seguida o questionário é enviado para a página *Escala da Dor* representada na Figura 5.5, seguindo o curso normal do fluxograma como representado na Figura 5.1 para esta classe de utente.

5.1.3 Utentes Para Interrupção da Gravidez Opcional ("Para IGO")

Por outro lado, quando a utente recorre ao CMIN para realizar o processo de IGO, o questionário é enviado para a página intitulada de *Triagem para IGO* (Figura 5.9).

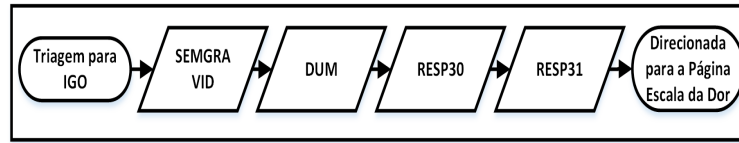


Figura 5.9: Fluxograma das questões da página intitulada de *Triagem para IGO* (adaptado de [61]).

Nesta fase são colocadas algumas questões à utente de forma a avaliar o estado clínico da utente:

N.1 Semanas de gravidez?;

N.2 Data da Última Menstruação?;

N.3 Registo da pressão arterial?;

N.4 Combur?.

Estas questões são apenas de carácter informativo. Posteriormente, o questionário é enviado para a página intitulada de *Escala da Dor*, representada na Figura 5.10. Se a utente apresentar um valor de dor igual ou superior a 1, esta é identificada como **URG**, caso contrário, como **ARGO**. De seguida, o questionário é enviado para a página final (módulo H), onde o profissional responsável pode apontar algumas notas finais.

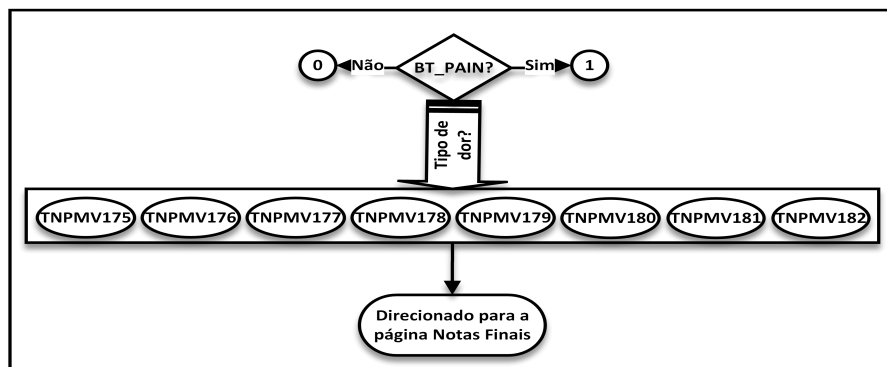


Figura 5.10: Escala da Dor para o caso de IGO (adaptado de [61]).

5.1.4 Utente Para Cardiocotografia ("Para CTG")

Quando a utente recorre ao CMIN para fazer o exame de CTG, o questionário é enviado para a página *Triagem de Grávida para CTG* (Figura 5.11), onde algumas perguntas/observações são realizadas:

1. Semanas de gravidez? (SEMGRAVID);
2. Data da Última Menstruação? (DUM);
3. Registo da pressão arterial? (RESP30);
4. Combur? (RESP31);

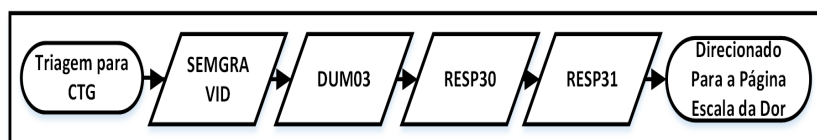


Figura 5.11: Fluxograma das questões da página intitulada de *Triagem de Grávida por CTG* (adaptado de [61]).

Estas questões também são de natureza informativa. Posteriormente o questionário é enviado para a página *Escala da dor* representada na Figura 5.10, seguindo o curso normal como identificado na Figura 5.1 para esta classe de utentes.

Imediatamente após o questionário ser concluído, o sistema irá prever o encaminhamento mais adequado para a utente. De acordo com este resultado, os profissionais de saúde vão decidir se o resultado retornado pelo sistema de pré-triagem reflete a gravidade clínica da utente. Existe duas possibilidades: o enfermeiro concorda com o resultado da triagem e se o resultado for **URG**, encaminha a utente para o serviço de urgência ou no caso de o resultado ser **ARGO**, encaminha a utente para uma consulta urgente. A outra possibilidade é o enfermeiro não concordar com o resultado da triagem e ter a possibilidade de forçar um nível de prioridade diferente. Se optar por esta solução, para além do nível **URG** ou **ARGO**, pode também optar pelo nível **Emergente (EMERG)**, sendo que a utente é atendida de

imediatamente. A opção de forçar um nível diferente do retornado pelo sistema é perfeitamente viável, uma vez que este sistema, como o próprio nome indica, apenas permite um apoio/suporte a uma triagem/encaminhamento mais eficaz para a utente. Neste sentido, a decisão final é sempre do profissional de saúde que realiza o processo de pré-triagem. Todo este processo é suportado pela Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica (AIDA) e os resultados obtidos são armazenados no módulo da AIDA denominado de AIDA-Processo Clínico Eletrónico (PCE) para posterior melhoria dos modelos de decisão.

5.1.5 Resumo do Sistema de Pré-triagem

A tabela 5.1 resume todas as questões/observações que são colocadas às utentes no sistema de pré-triagem. Nesta tabela são analisados cinco aspetos: a identificação do problema (Módulo), o tipo de resposta esperada (Tipo), os possíveis valores de resposta (Possíveis Valores), se a resposta esperada é de múltipla escolha ou escolha única (Tipo de escolha) e, por último, se a resposta tem influência ou não na categorização das utentes (URG ou ARGO) (Dt).

Neste sentido, para uma melhor compreensão, foram agrupados alguns grupos de questões de forma a normalizar a representação:

- **MC** - {TNPMV09 ; TNPMV10; TNPMV11; TNPMV12; TNPMV13; TNPMV14; TNPMV140 ; TNPMV15 ; TNPMV16; TNPTG16; TNPMV18 };
- **MF, MP** – {ESTGERA19; Escala da dor (BT-PAIN); TNPMV1720; TNPMV176; TNPMV177; TNPMV178; TNPMV179; TNPMV179; TNPMV181; TNPMV182};
- **MJ** - {TTTM02; LLLM03 ;RRRRM04; PRRRRM09; PRRRRM06};

Tabela 5.1: Quadro resumo dos discriminadores avaliados no sistema de pré-triagem implementado no CMIN (adaptado de [61]).

Módulo	Tipo	Valores possíveis	Tipo de escolha	DT
A	Carácter	{Sim; Não; Talvez; Para IGO; Para CTG}	-	Não
B.1	Texto	{0-50}	-	Sim
B.3, B.4 N.3	Inteiro	{Sim, Não}	Simple	Não
C	Carácter, Texto	MC	Múltipla	Sim
D.1	Carácter	{Bom, Razoável e Mau}	Simple	Sim
D.2	Carácter	{ Nenhuma; À dor; Estímulo Verbal; Espontânea }	Simple	Não
D.3	Carácter	{ Nenhuma; Incompre-ensível; Inapropriada; Confusa; Orientada }	Simple	Não
D.4	Carácter	{ Nenhuma; Extensão à dor; Flexão à dor; Reage à dor; Localiza a dor; Obedece a ordens }	-	Não
E, O	Intervalo	[1 - 10]	Múltipla	Sim
F,P	Carácter, Texto	MF, MP	Múltipla	Não
G.1	Carácter	{Sim, Não}	Simple	Sim
G.2	Carácter	{Sim, Não}	Simple	Não
G.3	Carácter	{Não tem; Escassa; Moderada; Grave}	Simple	Sim
H	Texto	Texto livre	-	Não
I	Inteiro	{Sim, Não}	Simple	Não
J	Carácter, Texto	{MJ}	Múltipla	Sim
L, M.2	Texto	Texto Livre	Simple	Não

5.2 Análise Estatística do Desempenho do Sistema de Pré-triagem

O sistema de pré-triagem está implementado desde 2010 no CMIN. Analisado o período compreendido entre janeiro de 2010 e dezembro de 2013 foram atendidos cerca de 66.730 utentes: 18.773 em 2010, 18.348 em 2011 e 7445 em 2012 e 17.164 utentes em 2013. Neste sentido, foi realizada uma

5.2. ANÁLISE ESTATÍSTICA DO DESEMPENHO DO SISTEMA DE PRÉ-TRIAGEM

análise estatística em relação ao sistema de pré-triagem em termos de tempo de espera. Para isso foi necessário considerar um intervalo de tempo compreendido entre 0 e 360 minutos (entre 00:00:00 e 06:00:00) de forma a filtrar os *outliers*: casos em que a triagem é realizada depois de admissão (situações em que o caso é tão urgente que a ficha de triagem é apenas realizada depois da admissão) e os casos de desistência (casos em que a utente passa pelo processo de triagem mas depois não é admitida, por desistência). Este estudo foi realizado em meados de 2012 no artigo *Knowledge Acquisition Process for Intelligent Decision Support in Critical Health Care* [17] e agora em 2014.

No caso da avaliação realizada em 2014 relativamente aos dados dos anos compreendidos entre 2010 e 2013 foram avaliados os parâmetros tempo médio, desvio padrão e tempo máximo de espera como representado na Figura 5.2.

Tabela 5.2: Avaliação estatística relativamente ao sistema de pré-triagem em 2014 (adaptado de [61]).

Pré-triagem	Classe de Utente	Número de Utentes	%	Média (Hora)	Desvio Padrão (Hora)	Máximo (Hora)
URG	Não	8606	13%	00:07:51	00:16:48	05:25:00
	Sim	19493	30%	00:06:25	00:16:41	05:55:00
	Talvez	1046	2%	00:07:25	00:24:12	05:34:59
	Para CTG	482	1%	00:06:50	00:13:43	04:21:00
	Para IGO	66	0%	00:08:10	00:24:31	03:24:00
Total		29693	46%	00:06:55	00:16:37	05:55:00
ARGO	Não	15324	24%	00:07:49	00:15:35	05:31:00
	Sim	12047	19%	00:06:41	00:15:34	05:48:00
	Talvez	3140	5%	00:07:15	00:16:28	05:19:00
	Para CTG	1901	3%	00:07:24	00:11:33	03:46:59
	Para IGO	2424	4%	00:07:29	00:17:40	04:06:00
Total		34836	54%	00:07:17	00:15:05	05:48:00

Nas mesmas condições dos resultados apresentados na tabela 5.2 foi realizado o mesmo estudo relativo ao ano de 2010 apenas. Este encontra-se representado na Tabela 5.3.

Tabela 5.3: Avaliação do sistema de pré-triagem relativamente ao ano de 2010 (adaptado de [17]).

Resultado pré-triagem	Número utentes	Média (hora)	Desvio Padrão (hora)	Mínimo (hora)	Máximo (hora)
URG	10146	0:24:40	0:21:06	0:00:15	5:39:45
ARGO	8265	0:24:23	0:21:20	0:00:24	5:17:38

5.3 Apreciação Global do Sistema de Pré-triagem

O sistema descrito ao longo deste capítulo foi implementado na MJD com a finalidade de distinguir as utentes urgentes das não urgentes. Como é possível verificar na tabela 5.2, em 4 anos de existência este sistema registou cerca de 46% dos casos como URG e 54 % como ARGO. Antes da implementação deste sistema de pré-triagem todas as utentes que recorriam à urgência de GO eram consideradas casos urgentes, o que levou a um elevado número de falsos positivos. Portanto, a construção deste sistema permitiu trazer um pouco de equilíbrio para a urgência da MJD, já que os casos não urgentes são filtrados e direcionados para uma consulta urgente.

Analisando os resultados das tabelas 5.3 e 5.2, verificou-se que nos últimos 4 anos houve uma diminuição do tempo médio de espera para os níveis de URG e ARGO como observado na Tabela 5.4.

Tabela 5.4: Comparação entre os valores da média das Tabelas 5.2 e 5.2) (adaptado de [61]).

Resultado de Pré-triagem	Média (Tabela 5.2-Tabela 5.3)
URG	00:17:45
ARGO	00:17:06

Conclui-se por observação da Tabela 5.4 que o tempo médio de espera para URG e ARGO diminuiu, em média, 17 minutos e 45 segundos e 17 minutos e 06 segundos, respetivamente.

Por outro lado, em 2010, verificou-se que o tempo médio de espera foi um pouco superior para o caso das utentes classificadas como URG (00:24:40),

quando comparado ao nível **ARGO** (00:24:23) (Tabela 5.3). Na análise dos últimos 4 anos tem-se verificado a situação oposta. O tempo médio de espera para o caso **ARGO** (00:07:17) é superior ao caso **URG** (00:06:55) (Tabela 5.2). Tendo em conta que o **URG** corresponde ao nível mais elevado de prioridade, pode-se concluir que este sistema de pré-triagem se encontra calibrado para realizar a triagem de utentes em dois níveis diferentes associados a tempos de espera concordantes com a urgência de atendimento.

Analisando este sistema de uma forma mais qualitativa e confrontado com o *Manchester Triage System* (**MTS**), infere-se que o **MTS** não está calibrado e não é adequado às urgências de **GO**, devido à generalidade dos discriminadores utilizados. Como especificado ao longo deste capítulo, o sistema de pré-triagem é constituído por um conjunto de discriminadores específicos e adequados à urgência obstétrica. Apesar de não ser considerado um sistema de prioridades como o **MTS**, o sistema de pré-triagem encontra-se apto para realizar uma triagem de encaminhamento.

De uma forma geral, conclui-se que este sistema de pré-triagem é um sistema com muitos recursos. Permite um processo de pré-triagem mais preciso e adequado à urgências obstétrica. Foi comprovada a sua viabilidade para realizar a triagem em dois níveis. Ainda se destaca a implementação de uma plataforma de *Business Intelligence* (**BI**) descrita no capítulo 4, na qual, através dos dados registados pelo sistema de pré-triagem é possível obter indicadores que reflitam o desempenho do sistema de pré-triagem, permitindo por isso a sua monitorização [59,60].

Por último, é importante referir que a divulgação e registo deste sistema de pré-triagem podem trazer vantagens significativas para a comunidade médica e científica, uma vez que, podem constituir um ponto de partida para a implementação de um sistema de triagem de prioridades específico para **GO**, em instituições de saúde públicas e privadas. Ou então, pode auxiliar na implementação de um sistema semelhante, uma vez que, ao longo deste capítulo foram divulgados os discriminadores medidos e a forma como eles se correlacionam entre si.

Capítulo 6

Validação e Evolução do Sistema de Pré-triagem

O sistema implementado no CMIN encontra-se em funcionamento desde 2010 e em 4 anos de existência já foi recolhida uma amostra significativa de registos reais. Posto isto, o objetivo deste capítulo é explorar os dados recolhidos e validar o sistema de pré-triagem. Posteriormente pretende-se encontrar pontos de possíveis melhorias.

O presente capítulo encontra-se dividido em 3 secções. Na primeira secção (6.1), utilizando técnicas de *Data Mining* (DM), pretendeu-se determinar se o sistema de pré-triagem implementado se encontra calibrado de acordo com o esperado (características que definem o atendimento Urgente (URG) *vs* características que definem a Consulta urgente (ARGO)) e numa fase posterior, identificar possíveis pontos de melhoria tendo em conta o novo objetivo estipulado pelo CMIN e pela Direção Geral de Saúde (DGS): a implementação de um sistema de triagem obstétrica com 5 níveis de prioridades. Neste sentido, foi desenvolvido um algoritmo de simulação, cujo o objetivo é simular uma triagem obstétrica com 5 níveis prioridades. Este estudo encontra-se descrito na secção 6.2. Por último, na secção 6.3 é analisado, de uma forma global, todo o processo de validação e comprovação da evolução do sistema de pré-triagem descrito ao longo do presente capítulo.

6.1 Aplicação de *Data Mining*

Esta secção é dedicada à utilização de técnicas de *Data Mining* (DM) e à utilização da análise *Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats* (SWOT) com o objetivo de comprovar se o sistema de pré-triagem se encontra calibrado e efetuar uma análise global do sistema, respetivamente. Desenvolvida pelo norte-americano *Albert Humphrey* entre as décadas de 1960 e 1970, a análise SWOT é um importante instrumento utilizado no planeamento estratégico. Consiste na recolha de dados importantes que caracterizam o ambiente interno (forças e fraquezas) e externo (oportunidades e ameaças) da empresa ou instituição. A análise SWOT é uma ferramenta utilizada para efetuar a análise ambiental, sendo que esta muitas vezes constitui a base da gestão e do planeamento estratégico numa empresa ou instituição. Graças à sua simplicidade pode ser utilizada para qualquer tipo de análise de cenário, desde o mais simples até ao mais complexo [66–68]. Neste sentido, de forma a avaliar as potencialidades do sistema de pré-triagem tornou-se pertinente a sua realização no âmbito desta dissertação.

6.1.1 Calibração do Sistema de Pré-triagem

De forma a validar o sistema de pré-triagem implementado no CMIN foram utilizadas técnicas de DM. Este estudo foi realizado para todos os fluxogramas que caracterizam os tipos de utentes que são atendidas no CMIN. Seguindo a metodologia de *CRoss Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM) descrita no capítulo 3.2.2 foi possível enquadrar este estudo nas seguintes etapas:

Compreensão do Negócio

No CMIN são atendidas 6 classes de utentes, sendo que, cada uma delas está associada a um conjunto de discriminadores específicos que permitem

determinar o grau de urgência da utente. Neste contexto, o problema pode ser formulado como "Qual a probabilidade de a resposta do sistema ser **URG** ou **ARGO** tendo em conta as características clínicas das utentes?". Por sua vez, este problema pode ser transformado num problema de **DM** como: "Qual a precisão com que a utente é distinguida como **URG** tendo em conta um conjunto de aspetos clínicos específicos?"

Estudo dos Dados

Posto isto, a próxima etapa consiste em recolher e entender os dados disponíveis para responder ao problema de **DM** formulado. No **CMIN** o processo de pré-triagem é suportado pela plataforma de interoperabilidade Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica (**AIDA**). Os registos referentes ao sistema de pré-triagem são armazenados pela **AIDA - PCE** em formato *eXtensible Markup Language* (**XML**). A amostra abrange o período compreendido entre "06/01/2010" e "2014/04/08" e foram extraídos cerca de 78.984 casos, sendo que, cerca de:

- 35.238 casos são de mulheres grávidas ("Sim");
- 4.050 casos de mulheres puérperas ("Não", "Sim");
- 24.547 casos são de mulheres não puérperas e não grávidas ("Não", "Não");
- 4754 casos são de mulheres que talvez estejam grávidas ("Talvez");
- 2.843 casos são de mulheres para **IGO** ("Para **IGO**");
- 2.511 casos são de mulheres para **CTG** ("Para **CTG**").

Quanto ao levantamento das variáveis utilizadas para o processo de **DM**, como explicado no capítulo 5, cada classe de utentes é caracterizada por um conjunto de discriminadores específicos. Neste estudo, apenas foram utilizados os discriminadores imprescindíveis para a decisão de pré-triagem, ou seja, as variáveis meramente informativas não foram selecionadas.

Preparação de Dados

Nesta fase, alguns estudos foram realizados com o objetivo de construir os cenários para alcançar os modelos desejados. Como referido no capítulo 5, este sistema de pré-triagem apenas está capacitado para suportar a decisão de uma pré-triagem e nunca ditar a decisão final, uma vez que esta é da responsabilidade do profissional que realiza o processo de pré-triagem. Deste modo, caso o profissional de saúde não concorde com o resultado de pré-triagem, este pode e deve forçar um resultado diferente (**URG**, **ARGO** ou **Emergente (EMERG)**). Relativamente aos casos marcados como **EMERG**, após exploração dos dados, verificou-se que estes eram sempre forçados pelos profissionais de saúde, uma vez que não apresentavam qualquer registo das respostas de triagem, razão pela qual foram retirados da amostra. Posto isto, foram considerados 4 cenários possíveis:

- *Todos os dados*: foram utilizados todos os registos presentes na base de dados entre o período de tempo definido para a realização dos modelos para cada classe de utentes;
- *Sem **ARGO***: foram usados todos os dados presentes na base de dados, exceto aqueles em que a variável alvo preenchida com **ARGO** não cumpria os requisitos como seria de esperar para cada classe de utente;
- *Sem **URG***: foram usados todos os dados presentes na base de dados, exceto aqueles em que a variável alvo preenchida com **URG** não cumpria os requisitos como seria de esperar para cada classe de utente;
- *Sem **URG** e **ARGO***: foram usados todos os dados, exceto aqueles em que a variável alvo preenchida com **ARGO** e **URG** não cumpria os requisitos como seria de esperar para cada classe de utentes.

Também é importante referir que, depois de uma análise preliminar dos dados, verificou-se que estes exibiam qualidade.

Na figura 6.1 encontra-se representado o número de ocorrências para cada variável alvo, para cada cenário e para cada fluxograma.

6.1. APLICAÇÃO DE *DATA MINING*

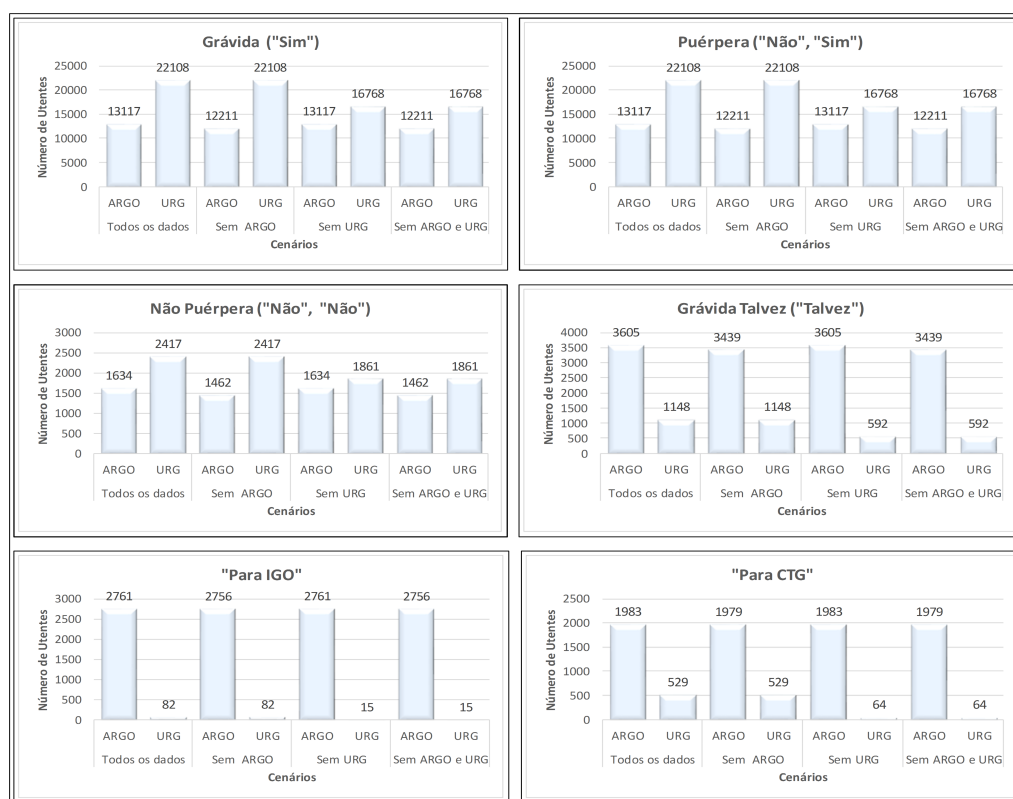


Figura 6.1: Distribuição do número de utentes pela variável alvo, pelos diferentes cenário e para cada fluxograma.

De acordo com o estudo apresentado na Figura 6.1 foi realizado um outro estudo representado na Tabela 6.1.

Tabela 6.1: Números e percentagens de casos onde se verifica que o resultado de pré-triagem é forçado.

Casos que são forçados pelos profissionais de saúde					
	Sem ARGO	ARGO	Sem URG	URG	Total
Nº de casos		2520		9021	11541
% de casos		3,4 %		12,2 %	15,6 %

Este estudo consistiu em observar a percentagem de casos onde o resultado final de pré-triagem forçados a um resultado diferente do esperado. Estas situações verificam-se pois os resultados retornados pelo sistema de pré-triagem não estão em acordo com a capacidade analítica dos profissionais de saúde. Neste caso, foram avaliadas duas variáveis. A variável "Sem ARGO

ARGO" corresponde à soma dos resultados ARGO que não eram esperados e a variável "Sem URG URG" corresponde à soma de todos os resultados URG que não eram esperados.

Modelação

Para realizar os modelos de classificação foram utilizadas quatro técnicas de classificação de DM: *Decision Trees* (DT), *Naïve Bayes* (NB), *General Linear Mode* (GLM), *Support Vector Machine* (SVM). Como ferramenta para a aplicação dos modelos foi utilizado o *software Oracle Data Miner*.

Nesta fase foi necessário voltar ao passo anterior e realizar a transformação da variável alvo em binário (URG = 1 e ARG0 = "0").

Os modelos desenvolvidos para cada fluxograma podem ser representados por:

$$M_n \equiv \langle A_f, V_i, TDM_y \rangle$$

O Modelo M_n pertence à abordagem (A) e é composto por várias variáveis (V) e uma técnica de DM (TDM):

$$A_f \in \{Classificação\} \quad TDM_y \in DT, NB, GLM, SVM$$

Por outro as variáveis utilizadas foram:

- Para o fluxograma das Grávidas ("Sim"): $V_i \in \{ \text{Resultado da Triagem (Rot); TNPMV09 ; TNPMV10; TNPMV11; TNPMV12; TNPMV13; TNPMV14; TNPMV140 ; TNPMV15 ; TNPMV16; TNPTG16 TNPMV18; ESTGERA19; BT-PAIN; RESP25; RESP26; RESP27; RESP28; RESP29} \}$
- Para o fluxograma das Puérperas ("Não", "Sim"): $V_i \in \{ \text{Rot; TTTM02; LLLM03; RRRRM04; PRRRRM09; BT-PAIN; RESP25; RESP26; RESP27; RESP28; RESP29} \}$
- Para os fluxogramas das Não Puérperas ("Não", "Não") e Grávida Talvez ("Talvez"): $V_i \in \{ \text{Rot; BT-PAIN; RESP25; RESP26; RESP27; RESP28; RESP29} \}$

- Para o fluxograma "Para IGO" e "Para CTG": $V_i \in \{ \text{Rot}; \text{BT-PAIN} \}$

Globalmente, foram realizados 96 modelos (4 cenários * 4 técnicas * 6 fluxogramas/classe de utente * 1 variável alvo).

Avaliação

Para avaliar os resultados alcançados pelos modelos de *DM*, foram utilizadas as métricas de avaliação descritas na secção 3.2.2. 60% dos dados foram utilizados para treino e 40% dos dados para testes. Para cada modelo e classe de utente foram calculados os valores da sensibilidade (Sen), especificidade (Esp) e acuidade (Acu) representados na Tabela 6.2, para o caso do fluxograma das grávidas ("Sim") em seguida e nas Tabelas A.1, A.2, A.3, A.4, A.5 dos anexos para os restantes fluxogramas.

Tabela 6.2: Avaliação do fluxograma das grávidas ("Sim"). Os resultados apresentados variam entre 0.0 e 1.0 (0 e 100 %) (adaptado de [1]).

Grávidas ("Sim")							
	SVM				NB		
	Sen	Esp	Acu		Sen	Esp	Acu
Todos os dados	0.953	0.660	0.800	Todos os dados	0.951	0.685	0.800
Sem URG	0.957	0.647	0.789	Sem URG	0.949	0.693	0.822
Sem ARGO	1.000	0.702	0.850	Sem ARGO	1.000	0.701	0.849
Sem URG e ARGO	1.000	1.000	1.000	Sem URG e ARGO	1.000	1.000	1.000
	GLM				DT		
	Sen	Esp	Acu		Sen	Esp	Ac
Todos os dados	0.951	0.685	0.818	Todos os dados	0.952	0.603	0.751
Sem URG	0.949	0.693	0.822	Sem URG	0.957	0.605	0.753
Sem ARGO	1.000	0.702	0.850	Sem ARGO	1.000	0.614	0.778
Sem URG e ARGO	1.000	1.000	1.000	Sem URG e ARGO	1.000	0.838	0.918

Desenvolvimento

Os modelos obtidos serão utilizados para melhorar o sistema de pré-triagem implementado no CMIN. Assim, como trabalho futuro pretende-se que estes modelos DM sejam integrados na plataforma de *Business Intelligence* (BI) apresentada no capítulo 4.

6.1.2 Análise SWOT ao Sistema de Pré-triagem

De forma a avaliar as potencialidades do sistema de pré-triagem e definir uma estratégia de ação foi realizada a análise SWOT onde foram identificados os:

- Pontos Fortes
 - Sistema calibrado para distinguir as utentes em dois níveis (URG e ARGO);
 - Sistema específico para GO;
 - Usabilidade;
 - Interoperabilidade;
 - A alta disponibilidade;
 - Os profissionais de saúde estão interessados nos benefícios do Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) implementado;
 - Alta colaboração entre clínicos (enfermeiros e médicos) e profissionais de sistemas de informação.
- Pontos Fracos
 - Possibilidade de erro no encaminhamento das utentes;
 - O sistema apenas permite a distinção entre dois níveis (URG e ARGO) e não realiza uma triagem de prioridades.
- Oportunidades
 - Sistema com uma grande possibilidade de evolução e crescimento;

- Evolução para um sistema de triagem de prioridades obstétrica semelhante ao *Obstetrical Triage Acuity Scale* (OTAS);
 - Utilização de técnicas de DM para melhorar o sistema de pré-triagem.
- Ameaças
 - Erro no resultado da pré-triagem;
 - Falhas do sistema;
 - Concorrência de outros sistemas similares;
 - Segurança do sistema.

6.1.3 Discussão

Na fase de preparação de dados, na Tabela 6.1, verificou-se que 12,2% dos casos classificados como URG, não possuem informação suficiente para serem classificados como tal. Por outro lado, verifica-se que 3,4 % são classificados como ARGO e possuem parâmetros que caracterizam o URG. Como referido, estas situações ocorrem pois os profissionais de saúde podem forçar um resultado diferente (URG, ARGO e EMERG) senão concordarem com o resultado do sistema de pré-triagem. Na globalidade esta situação verifica-se em 15,6% dos casos. Relativamente aos resultados da aplicação dos modelos de DM e para cada um dos quatro cenários propostos, os melhores resultados obtidos para cada um dos fluxogramas são apresentados na Tabela 6.3, onde o número de previsões corretas ou incorretas foi calculado com base em 40% (dados de teste) do total de dados para cada variável alvo e fluxograma.

Em geral, para todos os fluxogramas, o pior resultado obtido foi para o cenário *Todos os Dados*. Isto é explicado pela existência de registos que são forçados pelos profissionais de saúde. Para este cenário o pior desempenho foi detetado no fluxograma das grávidas ("Sim") com cerca de 81,78% de corretos. O melhor resultado para este modelo foi detetado no fluxograma "Para IGO" com uma percentagem de corretos igual a 97,70%. Para esta classe de

Tabela 6.3: Número de casos para o melhor resultado por técnica de DM (tDM) em termos de Corretos(C), Incorretos (I) e Percentagem de Corretos (%C) para cada um dos cenários definidos, e por classe de utente (adaptado de [1]).

Classe	Grávida ("Sim")				Puérpera ("Não", "Sim")			
Estudo	tDM	C	I	%C	tDM	C	I	%C
Todos os dados	NB	11527	2568	81.78	GLM, SVM	1351	291	82.28
Sem URG	NB	14544	3148	82.21	GLM, SVM	1331	75	94.67
Sem ARGO	GLM, SVM	14658	2596	84.95	SVM	1398	208	87.05
Sem URG e ARGO	GLM, SVM	11502	0	100.00	SVM	1311	0	100.00
Classe	Não Puérpera ("Não", "Não")				Grávida Talvez ("Talvez")			
Estudo	tDM	C	I	%C	tDM	C	I	%C
Todos os dados	SVM, NB, GLM	8597	1295	86.91	GLM	1592	278	85.13
Sem URG	GLM, SVM, NB	8566	527	94.21	GLM	1589	64	96.13
Sem ARGO	GLM, SVM, NB	8519	775	91.66	GLM	1650	227	87.91
Sem URG e sem ARGO	SVM, SVM, NB	8488	0	100.00	GLM, SVM	1519	0	100.00
Classe	"Para IGO"				"Para CTG"			
Estudo	tDM	C	I	%C	tDM	C	I	%C
Todos os dados	GLM, NB, DT	1105	26	97.70	GLM, NB, DT	801	167	82.74
Sem URG	Todos	1091	3	99.73	Todos	805	2	99.75
Sem ARGO	GLM, DT, NB	1066	25	97.71	GLM, DT, NB	788	175	81.83
Sem URG e ARGO	GLM, SVM	1102	0	100.00	Todos	802	0	100.00

utentes, este valor pode ser considerado um valor aceitável para o sistema de pré-triagem, porque, para todos os cenários, a percentagem de previsões corretas foram superiores a 97,70%. Os próximos dois cenários *sem URG* e

6.2. DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UM ALGORITMO DE SIMULAÇÃO

sem ARGO foram considerados na tentativa de avaliar se existiam pontos possíveis melhorias. Para o caso *sem URG* o pior resultado foi detetado nas grávidas ("Sim") com cerca de 82,21% previsões corretas, por outro lado, o melhor resultado foi detetado na classe de utentes "Para CTG" com 99,75% de corretos. Relativamente aos modelos *sem ARGO* o pior caso foi detetado para a classe de utentes "Para CTG" com 81,83% de corretos e o melhor caso foi detetado para a classe de utentes "Para IGO" com cerca de 97,71% de classificações corretas. Ao remover os casos *ARGO* e *URG* que não eram expectáveis em simultâneo, a percentagem de corretos aumenta significativamente (% de corretos muito próximo de 100% para todos os fluxogramas). Isto demonstra que quando o resultado não é forçado (cenário *sem URG e ARGO*) o sistema de pré-triagem é adequado. Somente nestes casos, o sistema funciona sem falhas. Assim, afere-se que os restantes cenários (*Todos os Dados, sem ARGO e sem URG*) comprovam que o sistema de pré-triagem pode ser melhorado. A análise *SWOT* realizada ao sistema de pré-triagem (subsecção 6.1.2) vem reforçar as ideias anteriormente apresentadas.

6.2 Desenvolvimento e Aplicação de um Algoritmo de Simulação

O processo de simulação consiste na utilização de um modelo como por exemplo emuladores, protótipos, simuladores e estimuladores de uma forma estática ou ao longo de um determinado período de tempo, com o objetivo de simular um sistema que será utilizado para a tomada de decisões negócio ou técnicas. Neste sentido, com a utilização de técnicas de simulação, é possível obter informações sobre como algo se vai comportar na realidade sem ser testado no mundo real [69]. Ao se utilizarem técnicas de simulação geralmente os custos associados são bem menores e é mais seguro do que a realização de experiências com um protótipo do produto final.

Neste sentido, aliando as vantagens do processo de simulação e tendo por base os sistemas de triagem anteriormente apresentados (o *MTS*, o sistema

de pré-triagem e o *Obstetrical Triage Acuity Scale* (OTAS)), os estudos realizados e apresentados na secção 6.1 e os novos objetivos propostos pelo CMIN e pela DGS, foi desenvolvido um modelo de simulação de um sistema de triagem de prioridades obstétrica. No âmbito desta dissertação apenas foi simulado o fluxograma das grávidas ("Sim") por existir uma maior amostra e maior diversidade de discriminadores.

6.2.1 Descrição do Sistema de Triagem de Prioridades a Validar

O modelo simulado conjuga duas características importantes no âmbito da triagem obstétrica. É suportado por um questionário específico para GO e é caracterizado pelo processo de triagem de utentes em 5 níveis de prioridades.

Deste modo, inicialmente atribui-se uma nomenclatura, onde a cada uma das novas categorias foi atribuído um número, um nome, uma cor, um tempo alvo para o atendimento e um tempo de reavaliação. Os parâmetros número e nome foram criados pela análise do sistema MTS, o tempo alvo e a reavaliação foram adaptados tendo em conta a OTAS como representado na Tabela 6.4.

Tabela 6.4: Definição do sistema de prioridades do CMIN.

Número	Nome	Cor	Tempo alvo (min)	Reavaliação (min)
1	Emergente	Vermelho	0	Imediata
2	Muito urgente	Laranja	15	Todos os 10
3	Urgente	Amarelo	10	Todos os 15
4	Pouco urgente	Verde	60	Todos os 15
5	Não urgente	Azul	120	Todos os 60

6.2.2 Requisitos e Variáveis Utilizadas no Sistema de Simulação

Neste processo utilizou-se o repositório do sistema de pré-triagem para o fluxograma das grávidas ("Sim") e apenas foram incluídas as variáveis medidas atualmente no sistema de pré-triagem e discriminadas no capítulo 5:

6.2. DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UM ALGORITMO DE SIMULAÇÃO

Variveis Seleccionadas \in { SEMGRAVID;Rot; TNPMV09 ; TNPMV10; TNPMV11; TNPMV12; TNPMV13; TNPMV14; TNPMV140 ; TNPMV15 ; TNPMV16; TNPTG16 TNPMV18; ESTGERA19; BT-PAIN; TNPMV1720; TNPMV176; TNPMV177; TNPMV178; TNPMV179; TNPMV179; TNPMV181; TNPMV182; RESP25; RESP26; RESP27; RESP28; RESP29 }

E na Tabela 6.5 é mostrada a distribuição das variáveis utilizadas. Na Tabela estão representados os sintomas (Discriminador), tipo de resposta (Res) e distribuição em percentagem (Dis).

Tabela 6.5: Distribuição das Variáveis prêchidas e que são utilizadas no processo de simulação (adaptado de [62]).

Discriminador	Res	Dist	Discriminador	Res	Dist
TNPMV09	Sim	2.74%	TNPMV1720	Sim	0.37%
	Não	97.26%		Não	99.63%
TNPMV10	Sim	0.77%	TNPMV176	Sim	8.53%
	Não	99.23%		Não	91.47%
TNPMV11	Sim	1.61%	TNPMV177	Sim	5.52%
	Não	98.39%		Não	94.48%
TNPMV12	Sim	1.14%	TNPMV179	Sim	0.28%
	Não	98.86%		Não	99.72%
TNPMV13	Sim	3.85%	TNPMV180	Sim	1.19%
	Não	96.15%		Não	98.81%
TNPMV14	Sim	0.18%	TNPMV181	Sim	1.82%
	Não	99.82%		Não	98.18%
TNPMV140	Sim	8.86%	TNPMV181	Sim	4.17%
	Não	91.14%		Não	95.83%
TNPMV15	Sim	5.08%	TNPMV182	Sim	0.11%
	Não	94.92%		Não	99.89%
TNPMV16	Sim	7.55%	RESP25	Sim	52.56%
	Não	92.45%		Não	47.44%
TNPTG16	Sim	0.46%	RESP30	Sim	44.49%
	Não	99.54%		Não	55.51%
TNPMV18	Sim	20.59%	RESP26	Sim	5.18%
	Não	79.41%		Não	94.82%
ESTGERA19	Sim	9.78%	RESP27	Sim	10.64%
	Não	90.22%		Não	89.36%
BT-PAIN	Sim	10.59%	RESP29	Sim	0.11%
	Não	89.41%		Não	99.89%

Ainda é de referir que previamente foi necessário realizar um mapeamento dos discriminadores utilizados atualmente no sistema de pré-triagem pelos cinco níveis de prioridades. Para isso, inicialmente foi realizado um ma-

peamento tendo por base as metodologias do [MTS](#) e [OTAS](#) e posteriormente recorreu-se aos profissionais de saúde (médicos e enfermeiros) especialistas na área para realizarem um validação minuciosa acerca da categorização dos sintomas já avaliados pelo sistema de pré-triagem no caso de [GO](#) para as utentes grávidas ("Sim").

6.2.3 Processo de Simulação

Após selecionadas as variáveis necessárias e realizado o devido mapeamento pelos 5 níveis prioritários, foi desenvolvido um algoritmo de simulação. No algoritmo 1 está representado o exemplo de avaliação do discriminador [Escala da dor \(BT-PAIN\)](#), no entanto, o mesmo raciocínio é aplicado a todos os discriminadores selecionados para o processo de simulação.

Algorithm 1 Simulação de Triagem Obstétrica

```
1: function TRIAGEM(Escala da Dor)
2:   if Dor = 10 then
3:     return Nível=1
4:     break
5:   else if Dor between 7 and 9 then
6:     return Nível=2
7:     break
8:   else if Dor between 4 and 6 then
9:     return Nível=3
10:    break
11:  else if Dor between 1 and 3 then
12:    return Nível=4
13:    break
14:  else
15:    return Nível=5
```

Nesta abordagem, em primeiro lugar são verificados os discriminadores determinantes dos casos emergentes (1), em seguida, casos muito urgentes (2), e assim sucessivamente. Se no decorrer do processo algum dos discriminadores prioritários se verificar, o questionário deve ser parado (condição *break*) e o nível de triagem deve ser devolvido de imediato. Como se pretende retornar uma prioridade e não estabelecer um diagnóstico, é viável que

quando encontrada uma prioridade o questionário termine se os restantes discriminadores a avaliar não retornem uma prioridade superior à já obtida. Com esta abordagem os casos mais urgentes perdem menos tempo com questões de triagem, já que, os sintomas prioritários são verificados em primeiro lugar.

6.2.4 Resultados

Após desenvolvido o algoritmo de simulação, procedeu-se à sua aplicação prática. A amostra é constituída por 24.802 registos de utentes grávidas ("Sim") reais recolhidos entre o período de janeiro de 2010 e dezembro de 2013, onde o tempo de espera está compreendido entre os 0 minutos e 240 minutos. Nas tabelas 6.6 e 6.7 são avaliados os seguintes parâmetros:

- *Nível*: corresponde ao valor de prioridade atribuída.
- *Descrição*: descreve a prioridade associada ao nível;
- *Número de Utentes (Núm. Ut.)*: corresponde ao número de utentes associado a cada nível;
- *Percentagem de utentes (% Ut.)*: percentagem de utentes associada a cada nível;
- *Mínimo Tempo de espera (Min.)*: tempo mínimo de espera associado a cada nível;
- *Máximo Tempo de espera (Max.)*: tempo máximo de espera associado a cada nível;
- *Tempo alvo de espera (Alvo)*: valor padrão definido inicialmente para o tempo máximo de espera (Tabela 6.4);
- *Tempo médio de espera (Méd.)*: tempo médio de espera associado a cada nível.

Resultados da aplicação do algoritmo de simulação de triagem de prioridades

Os resultados relativos à aplicação do algoritmo de simulação do sistema de triagem obstétrica são apresentados na Tabela 6.6.

Tabela 6.6: Resultados da aplicação do algoritmo de simulação ao repositório do sistema de pré-triagem do CMIN(adaptado de [62]).

Nível	Descrição	Núm. Ut.	% Ut.	Mín. (min)	Máx. (min)	Alvo (min)	Méd (min)
1	Emergente	28	0.11	0	29	0	5.32
2	Muito Urgente	116	0.47	0	33	15	6.37
3	Urgente	9304	37.51	0	208	30	6.35
4	Pouco Urgente	4576	18.45	0	211	60	6.82
5	Não Urgente	10778	43.46	0	219	120	6.95

Relativamente à interpretação dos resultados obtidos e focando-nos apenas nas utentes identificadas como "Muito urgente", verifica-se que de todo o repositório apenas 28 utentes foram enquadradas nesta categoria (*Núm. Ut.*) o que, por sua vez, corresponde a 0,11% dos utentes (*% de Ut.*), sendo que, o tempo mínimo de espera (*Mín.*) detetado foi de 0 minutos e o tempo máximo de espera detetado (*Máx.*) foi de 29 minutos. O tempo alvo (*Alvo*) padrão era de 0 minutos e o tempo médio de espera (*Méd.*) foi de 5,32 minutos. O mesmo raciocínio deve ser seguido para os restantes níveis representados na Tabela 6.6.

Resultados da aplicação do sistema de pré-triagem

Este estudo, foi realizado utilizando a mesma amostra do caso anterior e os resultados são apresentados na Tabela 6.7.

Tabela 6.7: Resultados da aplicação do sistema de pré-triagem do CMIN (adaptado de [62]).

Nível	Descrição	Núm. Ut.	% Ut.	Mín. (min)	Máx. (min)	Méd. (min)
URG	Urgência	14036	56.59	0	211	6.47
ARGO	Consulta	10766	43.41	0	219	6.98

6.2. DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UM ALGORITMO DE SIMULAÇÃO

Interpretando os resultados e centrando-nos apenas no nível **URG**, verifica-se que no período analisado foi detetado que cerca de 14036 utentes (*Núm. Ut.*), isto é, cerca de 56,59 % das utentes (*% Ut.*) eram encaminhadas para a urgência. Nesta categoria o tempo mínimo (*Mín.*) foi de 0 minutos, o tempo máximo (*Máx.*) foi de 211 minutos e o tempo médio (*Méd.*) foi de 6,47 minutos.

Comparação entre os dois sistemas

No gráfico 6.2 é realizada uma comparação entre os resultados apresentados nas tabelas 6.6 e 6.7. O mapeamento é realizado tendo em conta o resultado da pré-triagem (**URG** ou **ARGO**), os resultados da aplicação do sistema de prioridades específicas para **GO** (1, 2, 3, 4, ou 5), o tempo alvo (Tabela 6.4), o número de utentes que foram utilizados para o estudo, o tempo máximo de espera e o tempo médio de espera distribuídos por resultados de triagem (pré-triagem e sistema simulado).

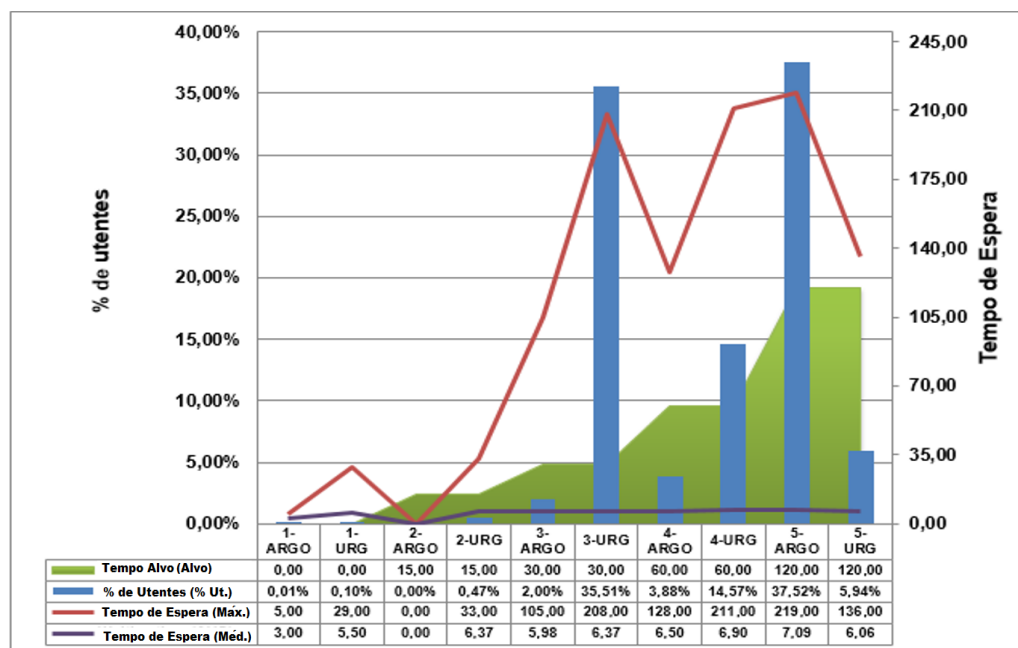


Figura 6.2: Resultados do sistema de pré-triagem e do sistema simulado agrupados por número de utentes, por tempo máximo de espera e por tempo médio de espera (adaptado de [62]).

Para melhor compreensão do gráfico da Figura 6.2 será apresentado um exemplo concreto de leitura do mesmo. Recorrendo às duas primeiras colunas intituladas de "1-ARGO" e "1-URG". O atributo "1-ARGO", significa que nesta coluna são avaliados o número de casos que com sistema simulado são classificados como 1 (Emergente) e com o sistema de pré-triagem são classificados como ARGO e consequentemente o atributo "1-URG", significa 1 (Emergente) e URG. Neste sentido para o atributo "1-ARGO", o tempo alvo estabelecido (*Alvo*) inicialmente era de 0 minutos, foi detetado que 0,01% das utentes % *Ut.* analisadas se enquadravam neste categoria e o tempo máximo (*Máx.* e médio *Méd.* para o atendimento são respetivamente 5,00 minutos e 3,00 minutos. O mesmo raciocínio deve ser aplicado para os restantes atributos.

6.2.5 Discussão

Após uma análise comparativa entre o sistema de pré-triagem e o sistema de prioridades simulado é necessário analisar alguns pontos cruciais. Em primeiro lugar, com a utilização de um sistema de triagem obstétrica é possível realizar uma distribuição mais específica tendo em conta as necessidades clínicas da utente e os serviços disponibilizados pelo CMIN. Mais especificamente e relativamente ao parâmetro % *Ut.* da Tabela 6.6 verifica-se que existe uma distribuição das utentes por todos os níveis. Para além disso, no caso dos resultados apresentados na Tabela 6.6, a % de Utentes para o caso do nível 5 (% *Ut.*=43.46%) é muito semelhante à % Utentes da Tabela 6.7 para o caso ARGO (% *Ut.*=43,41%), sendo por isso, os restantes 56,59% pertencentes ao URG (Tabela 6.7), distribuídos pelos restantes 4 níveis de prioridade da Tabela 6.6 (1- 0.11%; 2- 0.47%; 3-37.51%; 4- 18.45%). Isto significa que a maior parte das utentes que são distinguidas como URG no sistema de pré-triagem, na realidade podem ser inseridas em 4 níveis de prioridades bem distintos. Desta forma, um sistema de apoio à decisão de triagem obstétrica com 5 níveis de prioridades proporcionará ganhos em saúde relativamente ao atendimento das utentes de forma prioritária.

6.2. DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UM ALGORITMO DE SIMULAÇÃO

No caso do *Min.*, nos dois casos (Tabelas 6.6 e 6.7) é 0, para todos os níveis estabelecidos. Isto significa que tanto num sistema como noutro se o fluxo de utentes não for elevado, a utente independentemente do nível que lhe seja atribuído é atendida tão breve quanto possível. Este facto revela a autonomia e a rapidez em responder às necessidades clínicas das utentes no serviço da urgência obstétrica do CMIN.

Relativamente à variável *Máx.* e analisando em primeiro lugar essa variável na Tabela 6.6, de uma forma geral, verifica-se que as situações urgentes (*Nível 1*) são atendidas de uma forma mais eficaz e rápida (*Máx.* = 29 minutos) do que as não urgentes (*Nível 5*) (*Máx.* = 219 minutos).

Por outro lado, é importante citar que este algoritmo de simulação foi aplicado a um conjunto de dados que não foi submetido a este algoritmo de simulação, mas sim pelo sistema de pré-triagem, onde a distinção era realizada apenas em 2 níveis. O que de certa forma permite justificar o facto dos valores obtidos com o sistema de simulado (1 = 29 minutos; 2 = 33 minutos; 3 = 208 minutos; 4 = 211 minutos e 5 = 219 minutos) se encontrarem muito distantes dos valores esperados (Tabela 6.6 variável *Alvo*).

Relativamente à variável *Max.* da Tabela 6.7, verifica-se que o tempo máximo de espera é para o URG de 211 minutos e para o ARGO de 219 minutos. Estes valores encontram-se muito próximos entre si. Uma possível evolução do sistema de pré-triagem possibilitará o ajuste entre as características clínicas e rapidez da resposta clínica às necessidades das utentes (tempo máximo de espera). Esta inferência é tanto verificada na Tabela 6.6, onde é necessário um ajuste dos tempos de espera (aproximação do tempo *alvo* definido), como no caso da Tabela 6.7 onde se verifica que, em tempo real, o tempo máximo de espera entre os URG e ARGO é muito próximo.

Por último, avaliando o parâmetro Tempo Médio de Espera (*Méd.*) tanto num sistema como noutro verifica-se que a média é tanto maior quanto menor é a prioridade para os dois casos analisados.

Estas conclusões discutidas anteriormente também podem ser retiradas pela observação do gráfico 6.2, onde são relacionadas todas as variáveis analisadas ao longo desta discussão.

6.3 Apreciação Global

Neste capítulo foi avaliado o sistema de pré-triagem e a viabilidade da sua transformação num sistema de prioridades obstétrica. Na secção 6.1 foi comprovado pelo estudo *sem ARGO e URG* que este sistema se encontra calibrado para o processo de triagem de utentes em duas categorias (**URG** e **ARGO**). Por outro lado, quando aplicado os restantes estudos *sem URG*, *sem ARGO* e *Todos os dados* ficou demonstrado que os profissionais de saúde, por vezes, forçam um resultado diferente daquele que seria esperado. Além disso, observou-se que as utentes classificadas **URG** não são suportadas por mais nenhum parâmetro para as priorizar de acordo com as suas características clínicas e tempos máximos de espera para o atendimento. Com o desenvolvimento de um algoritmo de simulação de triagem obstétrica para o fluxograma grávidas ("Sim") simulou-se o futuro sistema de triagem e verificou-se que existiam utentes, cujas as características se inserem nos 5 níveis de prioridades estabelecidos (Tabela 6.6 e Gráfico da Figura 6.2). Posto isto, cientificamente, conclui-se que existe uma necessidade comprovada de transformação deste sistema de pré-triagem num sistema de triagem de prioridades obstétrica como atualmente é sugerido pela DGS [19].

Relativamente à utilização de técnicas de **DM** e à aplicação de técnicas de simulação foi possível tirar várias conclusões. De facto, ter a oportunidade de simular sistemas reais em ambientes virtuais é bastante mais acessível, mais seguro e mais preciso. Estas técnicas permitem obter informações do funcionamento do sistema muito próximo do real possibilitando, por isso, antecipadamente realizar melhorias no sistema a ser implementado.

Por último, como trabalho futuro deste capítulo foi desenvolvido um sistema de prioridades de triagem obstétrica e é apresentado no capítulo 7 desta dissertação.

Capítulo 7

Proposta do Sistema de Triagem Obstétrica

Ao longo deste capítulo é apresentado a proposta de modelo de transformação do sistema de pré-triagem num sistema de triagem de prioridades obstétrica. O presente capítulo é constituído por 5 secções. Na primeira secção (7.1) é exposto um breve enquadramento. Na segunda secção (7.2) é apresentada a metodologia adotada. Na terceira secção (7.3) é apresentado o modelo desenvolvido, assim como todos os passos inerentes à sua obtenção. Na quarta secção (7.4) são apontadas as potencialidades do modelo e por último, na secção 7.5 são retiradas as conclusões gerais.

7.1 Requisitos à Implementação de um Sistema de Triagem

Nas urgências hospitalares, geralmente, para que os utentes com maior grau de urgência e com maior risco de agravamento da doença sejam atendidos o mais rapidamente possível, são implementados sistemas de triagem. Estes têm como objetivo selecionar o tipo de utentes em termos de urgência clínica, priorizando a rapidez da resposta ao tratamento, o tipo de resposta

assistencial e os recursos ao nível de urgência [17, 19].

Em termos científicos, é consensual que um sistema de triagem deve ter 5 níveis de prioridade, sendo que cada nível deve estar associado a um tempo máximo de espera para o atendimento. Como já abordado, a nível mundial existe o *Manchester Triage System* (MTS), o *Canadian Triage and Acuity Scale* (CTAS), entre outros. No entanto, estes apesar de eficientes não respondem às necessidades de urgência específicas como é o caso da urgência obstétrica [17, 19]. Devido à falta de resposta dos sistemas gerais é necessária a implementação de sistemas específicos [19]. Segundo a Comissão Nacional da Saúde Materna, da Criança e do Adolescente (CNSMCA) [19] para o sucesso da implementação de um sistema de triagem de prioridades, e em particular para a urgência obstétrica devem ser seguidos alguns requisitos como:

- *Local de triagem:* deve ser de fácil acesso e deve estar colocado no sentido da urgência. Nesta fase, não devem ser estabelecidos diagnósticos mas sim atribuída uma prioridade. Deve demorar entre 2 a 3 minutos.
- *Perfil do triador:* a formação e experiência do triador são muito importantes para a fiabilidade do sistema de triagem. Por isso, o triador deve ser um profissional de saúde com experiência, com sensibilidade clínica, com capacidade de tomar decisões e que esteja apto para reconhecer rapidamente os verdadeiros utentes. Na especialidade de **Ginecologia e Obstetrícia (GO)** esta capacidade é conseguida com enfermeiros especialistas em saúde materna ou médicos especialista em **GO**;
- *Possibilidade de adaptação do sistema de triagem:* o sistema deve ser dinâmico. As urgências de **GO** são caracterizadas por várias particularidades, entre as quais, o facto de serem atendidas grávidas na situação fisiológica de parto ou de trabalho de parto ou o facto de que quando é atendida uma utente grávida é necessário definir e classificar a urgência clínica em função de dois utentes: a mãe e o feto. Neste sentido, os fluxogramas e os discriminadores deverão ser analisados e discutidos de forma a responderem às particularidades de **GO**;

- *Interligação com softwares informáticos do hospital:* é fundamental que o sistema de triagem tenha interoperabilidade com os sistema informático do hospital e do Sistema Nacional de Saúde (SNS).
- *Auditorias e avaliações periódicas:* o sistema de triagem deve permitir auditorias internas e externas de modo a possibilitar uma validação e uma melhoria contínua.

Posto isto, e na sequência das conclusões retiradas nos capítulos 5 e 6, o objetivo deste capítulo é apresentar uma proposta de evolução do sistema de pré-triagem para um sistema triagem de prioridades obstétrica.

7.2 Metodologia de Desenvolvimento

Para desenvolver uma proposta de evolução do sistema de pré-triagem num sistema de triagem obstétrica, foi realizado um conjunto de passos para avaliar tecnicamente e cientificamente a viabilidade da proposta apresentada na secção 7.3. Os procedimentos realizados são apresentados em seguida:

- *Revisão Bibliográfica:* Numa fase inicial foi realizado um levantamento dos sistemas de triagem existentes nos hospitais portugueses e mundiais. Foi possível concluir que o MTS é o mais utilizado na realidade portuguesa, sendo por isso, o mais adequado para analisar [19]. Em termos específicos, o sistema *Obstetrical Triage Acuity Scale* (OTAS) constitui uma referência mundial de triagem para GO [16].
- *Desenvolvimento da Proposta:* Em termos práticos avaliou-se a possibilidade de evolução do sistema de pré-triagem. Primeiramente no capítulo 5 são apresentados os fluxogramas e os discriminadores específicos para GO. Posteriormente o processo de evolução foi avaliado por intermédio de técnicas de *Data Mining* (DM) e simulação apresentadas no capítulo 6.

Comprovada a viabilidade de evolução recorreu-se:

- Ao sistema **OTAS** por já ser um sistema específico de triagem obstétrica [16].
 - Ao sistema **MTS** por ser um sistema de triagem padrão a nível mundial quanto à triagem em urgência geral.
 - Ao conhecimento empírico dos profissionais de saúde especialistas na área de **GO** que atualmente exercem, ou já exerceram atividades de pré-triagem.
- *Avaliação do Modelo:* No processo de avaliação e após ser desenhada a proposta do sistema de prioridades adaptada à realidade do **Centro Materno Infantil do Norte (CMIN)** foram realizadas 3 reuniões conjuntas com todos os profissionais envolvidos, com a seguinte ordem de trabalho:
 - Na primeira reunião foi dada a conhecer a todos os membros a escala desenhada.
 - Na segunda reunião e após todos os envolvidos estarem enquadrados no tema, realizou-se uma análise dos fluxogramas de forma proceder à sua avaliação médica e científica;
 - Na terceira reunião chegou-se a acordo relativamente à proposta apresentada.

Este processo foi demorado mas enriquecedor, uma vez que, da interação realizada entre profissionais de sistemas de informação e profissionais saúdes foi possível obter um produto final.

7.3 Modelo de Triagem Obstétrico

Nesta secção será apresentado o modelo de transformação do sistema pré-triagem num sistema de triagem de prioridades para **GO**. Inicialmente é apresentada a nomenclatura escolhida. De seguida é apresentado o modelo de transformação e por último são apontadas as adaptações gerais para a proposta ser funcional.

7.3.1 Nomenclatura

Uma análise da nomenclatura e definições atualmente em uso nos sistemas de triagem revelou que existem algumas semelhanças mas também algumas diferenças entre os sistemas atuais de triagem. Dois dos sistemas analisados foram os sistemas [MTS](#) e [OTAS](#) onde as nomenclaturas utilizadas encontrase representadas nas Tabelas [2.2](#) e [2.3](#) respetivamente. Da análise destes dois sistemas foi possível rapidamente chegar a um acordo sobre uma nova nomenclatura. Neste sentido, a cada uma das novas categorias do modelo do sistema de triagem foi atribuído um nível, um nome, uma cor, um tempo alvo (tempo de espera máximo para a admissão) e um tempo de reavaliação, como representada na Tabela [6.4](#). Esta nomenclatura também foi utilizada para a implementação do algoritmo de simulação, descrito na secção [6.2](#). Esta sofrerá alterações futuramente, nomeadamente no tempo alvo e no tempo de reavaliação.

7.3.2 Modelo de Triagem: Grávidas

Foram desenvolvidos 3 modelos diferentes tendo em conta a tipologia das utentes: Grávidas ("Sim"), Puérpera, ("Não", "Sim"), Não Puérperas ("Não", "Não") e Grávidas Talvez ("Talvez"), como descrito no capítulo [5](#). Devido às semelhanças entre as questões/discriminadores foi possível agrupar a informação em três fluxogramas diferentes, sendo que, os fluxogramas "[Para Interrupção da Gravidez Opcional \(IGO\)](#)" e "[Para Cardiotocografia \(CTG\)](#)" são extintos do sistema de triagem como explicado mais à frente.

No âmbito desta dissertação e devido a direitos de confidencialidade, apenas será apresentado o modelo de prioridades para o fluxograma das grávidas ("Sim"). Optou-se por expor este pois é o mais completo em termos de discriminadores e em termos de alteração do sistema de pré-triagem. Paralelamente foram também desenvolvidos os restantes dois modelos. Neste sentido, foi escrito um documento técnico de sustentabilidade de todo o modelo intitulado de *Sistema Inteligente de Triagem de Prioridades em Maternidade* onde os restantes modelos poderão ser consultados.

CAPÍTULO 7. PROPOSTA DO SISTEMA DE TRIAGEM OBSTÉTRICA

Posto isto, na Tabela 7.1, encontra-se representado o modelo desenvolvido para o fluxograma das utentes identificadas como grávidas (Sim).

Tabela 7.1: Modelo de triagem obstétrica para as utentes grávidas ("Sim").

Triagem GO (grávidas)	1 (Emergente)	2 (Muito urgente)	3 (Urgente)	4 (Pouco urgente)	5 (Não- urgente)
Tempo alvo	Atendimento imediato	<=15 min	<= 30 min	<= 60 min	<=120 min
Reavaliação	Continua em observação	Todos os 15 min	Todos os 15 min	Todos os 30 min	Todos os 60 min
Trabalho de parto/ fluidos	. Parto Eminente (Sensação de Puxo)?	.Perda de líquido amniótico e contrações uterinas rítmicas e dolorosas e Semana de gravidez <35?	. Perda de líquido amniótico e/ou Contrações uterinas rítmicas e dolorosas?		
Hemorragia vaginal	. Hemorragia (Grave)?	.Hemorragia (Moderada)?	.Hemorragia (escassa)?		
Tensão Arterial	. (Sistólica> 160 e Diastólica> 110) e / ou (Cefaleias, Alterações visuais, Dor epigástrica/ hipocôndrio direito)?		.Sistólica> 140 e Diastólica> 90) e (Cefaleias ou Alterações visuais ou Dor epigástrica /hipocôndrio direito)?	. Ref. Subida tensional? . Sistólica> 140 e Diastólica> 90?	
Avaliação Fetal			. Ausência dos movimentos fetais?	. Diminuição dos movimentos fetais?	
Glasgow	.Glasgow (3)?	.Glasgow (4-5)?	.Glasgow (6-8)?	. Glasgow (9-12)?	.Glasgow (13-15)?
Escala da dor (local, intensidade, duração)	.Dor (10) e (dor abdominal ou dor lombar ou dor na fossa ilíaca)?	. Dor (7-9) e (dor abdominal ou dor lombar ou dor na fossa ilíaca)?	. Dor (4-6) e (dor abdominal ou dor lombar ou dor na fossa ilíaca)?	. Dor (1-3) e (dor abdominal ou dor lombar ou dor na fossa ilíaca)?	. Dor (0)?
Febre		.>= 41,0 °C	. 38,5 – 40,9 °C	. 37,5 °C – 38,4 °C	.<37,4 °C?
Convulsões	. Convulsões?				
Prolapso do cordão umbilical	.Prolapso do cordão umbilical?				
Dispneia	.Dispneia?				
Lipotímia		. Lipotímia?			
Traumatismo em grávida		. Traumatismo em grávida			
Vómitos			.Vómitos incoercíveis?		
Dor e semanas de gestação			.Dor epigástrica/hipocôndrio direito e semanas de gestação> 20? .Dor superior a 1 semana?	.Dor epigástrica/hipocôndrio direito e semanas de gestação <20?	
Icterícia			.Icterícia e semanas de gestação> 20?	.Icterícia e semanas de gestação <20	
Sintomas urinários e febre			.Sintomas Urinários + febre?	.Sintomas Urinários?	
Estado geral			.Estado geral (Mau)?	.Estado geral (Razoável)?	.Estado geral (Bom)?
Outro tipo de Ute					.Para IGO ou Gravidez não Evolutiva
Outros			.Outro Motivo patológico?		. Combur? .Corrimto .Prurido .Outras situações (contacto com a varicela e a Rubéola)?

Neste sistema são avaliados alguns parâmetros relevantes para distinguir prioritariamente as grávidas tendo em conta as suas características clínicas

no momento da realização da triagem: trabalho de parto, hemorragia, hipertensão, avaliação fetal, [Escala de Coma de Glasgow \(ECG\)](#), escala da dor, febre entre outros, como se pode observar na Tabela 7.1.

De modo a proceder à referida transformação foi necessário realizar algumas adaptações relativamente às terminologias já utilizadas no sistema de pré-triagem. É de referir que estas adaptações foram realizadas após uma análise das respostas recolhidas no sistema de pré-triagem e com o consentimento dos profissionais de saúde. Estas adaptações são referentes aos seguintes parâmetros:

- *Trabalho de Parto e Fluídos*: no sistema [OTAS](#) é definido a “Rutura da membrana”, mas no sistema de pré-triagem é avaliado o discriminador “Perda de líquido amniótico”, o qual passou a ser utilizado neste modelo. No caso da descrição dos “Sinais de atividade de parto” do sistema [OTAS](#), no sistema de pré-triagem são avaliados estes sintomas de uma forma mais específica. Neste sentido, as adaptações realizadas foram para os seguintes sintomas: “Contrações uterinas rítmicas e dolorosas” e “semanas de gravidez” e o discriminador “Parto Iminente” é acrescentado;
- *Hemorragia*: neste parâmetro, no sistema [OTAS](#) é discriminada a associação de hemorragia à dor abdominal. Paralelamente no sistema de pré-triagem, a hemorragia é categorizada em três parâmetros (“Grave”, “Moderada” e “Escassa”). Em reunião com os profissionais de saúde optou-se por separar a avaliação dos discriminadores “Hemorragia” do “Tipo de Dor”;
- *Hipertensão*: no parâmetro da tensão arterial, o mapeamento entre o sistema [OTAS](#) e os discriminadores utilizados no sistema [MTS](#) são quase que lineares, sendo que, é acrescentado o parâmetro “Referência de Subida tensional” com a prioridade de Verde (4), uma vez que, este é medido no sistema de pré-triagem e normalmente são casos que carecem de uma certa atenção nas mulheres grávidas;
- *Avaliação fetal*: no sistema pré-triagem, apenas é avaliada a “Dimi-

nuição dos movimentos fetais”. Assim sendo, neste novo modelo será acrescentado mais uma opção para a "Ausência dos movimentos fetais" por sugestão dos profissionais de saúde e do sistema OTAS;

- *Escala de Coma de Glasgow*: este parâmetro não é avaliado pelo sistema OTAS mas é avaliado pelo sistema de pré-triagem. Assim recorrendo ao sistema de *Trauma Score* (escala que avalia a ECG, a frequência respiratória e a pressão arterial). Como se verifica em [70] a ECG encontra-se dividida em 5 níveis. Seguindo o mesmo raciocínio a divisão efetuada foi: Vermelho: Glasgow (3); Laranja: Glasgow (4-5); Amarelo: Glasgow (6-8); Verde: Glasgow (9-12); Azul: Glasgow (13-15);
- *Escala da Dor*: a Escala da Dor é um outro parâmetro que não é avaliado no sistema de triagem OTAS, mas é avaliada no sistema de pré-triagem. Porém baseado no parâmetro Régua da Dor foi possível chegar à seguinte adaptação: Vermelho: Dor (10); Laranja: Dor (7-8), Amarelo: Dor (3-6), Verde: Dor (1-5); Azul: (0). A intensidade da dor estará associada à tipologia e ao local. Em primeiro lugar, esta escala só será aplicada se a dor for de cariz obstétrico, ou seja se a localização/tipologia da dor for uma das seguintes opções: "Dor Abdominal" ("Dor Hipogástrica", "Dor Epigástrica"); "Dor Lombar"; "Dor na Fossa Ilíaca";
- *Avaliação da Febre*: este parâmetro também não consta no OTAS mas consta sistema de pré-triagem. Neste sentido a adaptação realizada foi: Laranja: $\geq 41,0$ °C, Amarelo: 40,9 – 38,9 °C, Verde: 37,5–38,4 °C ou Azul: $<37,4$ °C.

Alterações Específicas no Fluxograma das "Grávida"

De forma a implementar o modelo específico para a triagem obstétrica, o sistema de pré-triagem em funcionamento carece de algumas alterações:

- Alteração da nomenclatura:

1. Contrações uterinas > Contrações rítmicas e dolorosas;
 2. Náuseas/Vômitos > Vômitos incoercíveis;
 3. Alterações da coloração da pele/ mucosa > Icterícia;
- De uma forma geral, a categorização entre os restantes parâmetros avaliados na Tabela 7.1 foi trivial entre o sistema de pré-triagem e o OTAS à exceção dos novos discriminadores a acrescentar:
 1. Corrimento;
 2. Prurido;
 3. Outras situações (contacto com a Varicela e a Rubéola);
 4. Para IGO ou Gravidez não Evolutiva: as mulheres para IGO devem ser incluídas no tipo de utentes grávidas. Caso esta não esteja associada a uma patologia clínica deve ser inserida no nível menos urgente (5);
 5. Dispneia;
 6. Parto Eminente;
 - Alteração do tipo de variável:
 1. Os parâmetros “Semanas de Gravidez”, “Tensão Arterial”, e “Febre” devem passar a ser numéricos (permitir a escolha de um valor ou inserir um valores numéricos apenas).

Para a adaptação do esquema em tabela como apresentado na Tabela 7.1 recorreu-se à apresentação sugerida pelo OTAS. Por outro lado, os resultados do modelo também são apresentados em forma de árvore de decisão como apresentado na Figura 7.1. Esta estrutura foi desenvolvida após observação dos fluxogramas do sistema MTS. Deste modo são apresentadas duas possibilidades de apresentação para o mesmo sistema, onde o primeiro caso (Tabela 7.1) é direcionado para a leitura por parte dos profissionais de saúde e o segundo caso (Figura 7.1) é direcionada aos profissionais de Sistemas de Informação de modo a facilitar a implementação da proposta desenhada.

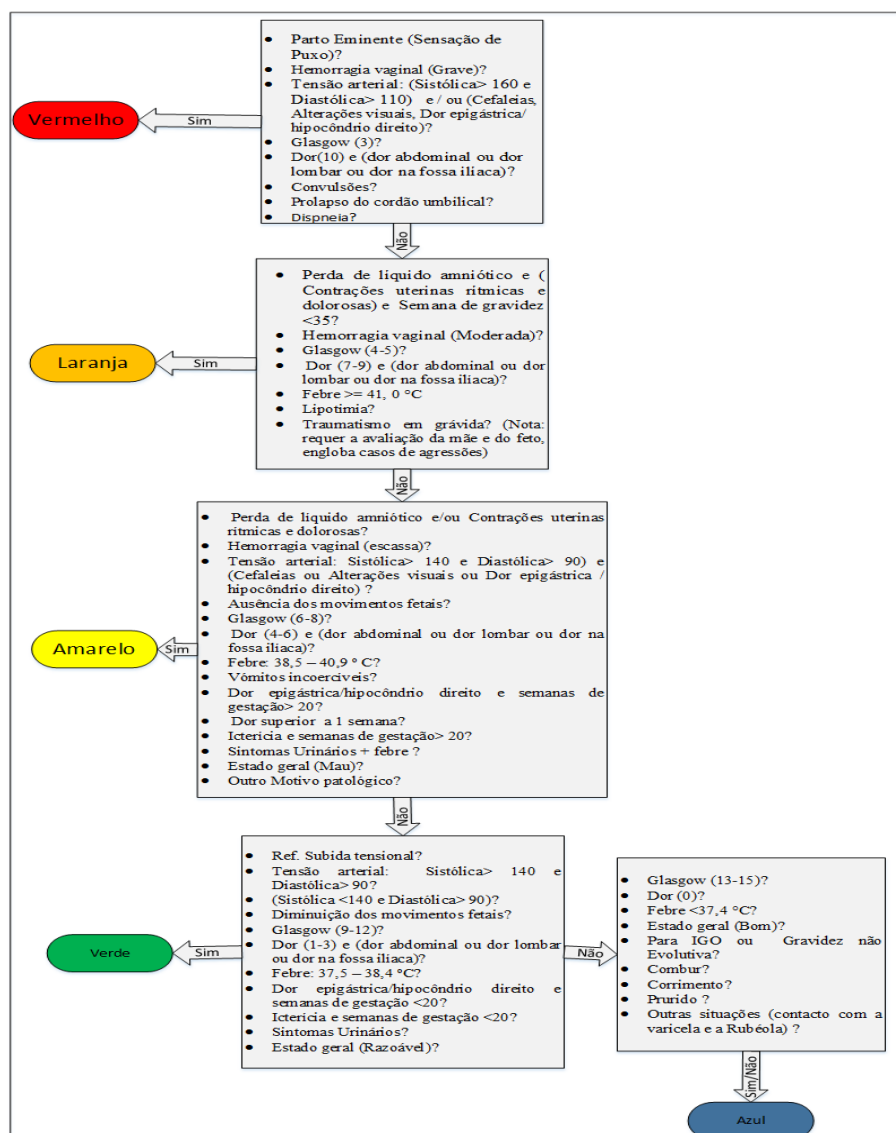


Figura 7.1: Fluxograma em esquema do modelo para o sistema de prioridades obstétrica para as grávidas ("Sim").

7.3.3 Adaptações Gerais

Após o desenvolvimento dos modelos foi identificado um conjunto de adaptações gerais que devem ser aplicadas aos três modelos propostos. Estas adaptações tem como finalidade tornar viável a implementação prática do sistema de prioridades apresentado neste documento.

A primeira adaptação apontada é relativa ao facto do fluxo de questões descritas na subsecção anterior (7.3.2) não ser realizado sequencialmente no sistema de pré-triagem. Desta forma, sugere-se que aquando da implementação deste modelo seja imposta uma condição que impeça o sistema regredir na prioridade, ou então, uma reformulação onde são questionados primeiro os discriminadores prioritários e assim sucessivamente, como pode ser observado na Figura 7.2.

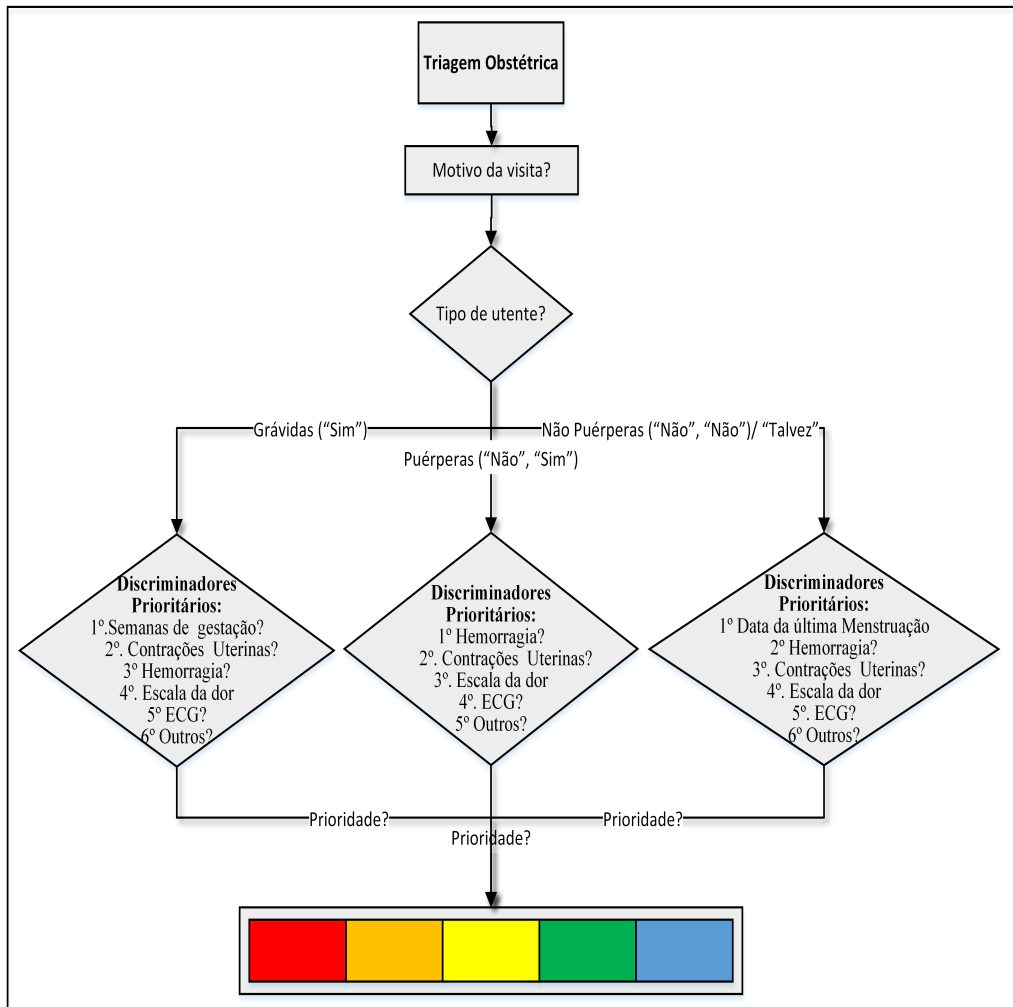


Figura 7.2: Proposta do sistema de triagem de prioridades obstétrica.

Na Figura 7.2 é definido um conjunto de perguntas prioritárias, ou seja, assim que uma utente é admitida no serviço de urgência deve-lhe ser questionado o motivo da visita. De seguida deve-se tentar perceber se é uma utente Grávida ("Sim"), Puérperas ("Sim", "Não") ou Não Puérperas ("Não", "Não") / Grávidas Talvez ("Talvez") de forma a direcionar para o fluxogramas de questões correspondente. Posto isto, deve ser realizado um conjunto de perguntas prioritárias em cada fluxograma e por fim é retornada a prioridade de atendimento.

A segunda adaptação a apontar dita que as utentes identificadas como **Consulta urgente (ARGO)** no sistema de pré-triagem, que representam as utentes menos urgentes, devem ser distinguidas com a prioridade Azul (5) e encaminhadas para uma consulta urgente. Por outro lado, as utentes às quais é atribuída a categoria **Urgente (URG)** devem ser distribuídas pelos restantes 4 níveis de prioridades propostos (Vermelho (1), Laranja (2), Amarelo (3) e Verde (4)) e consequentemente encaminhadas para o serviço de urgência. Com esta condição será então possível realizar uma distribuição associada à priorização clínica e aos respetivos tempos de espera para o atendimento, principalmente nas utentes encaminhadas para a urgência.

Uma outra valência a acrescentar será permitir diferenciar as utentes com risco biológico (hepatite, infeção, alergias, etc.) de forma subtil. Assim os profissionais de saúde, poderão proteger a utente, os profissionais e ao meio que a rodeia. Uma sugestão será uma pulseira de cor com uma marcação subtil para este tipo de utentes. O fator discriminatório deve ser tido em conta, ou seja, a utente não se pode aperceber da diferenciação a que está a ser sujeita. Deve ser adotado um código de comunicação interno não perceptível às restantes utentes que se encontram em comunicação com a utente afetada.

Por último as classes de utentes "Para **CTG**" e "Para **IGO**" serão retirados da urgências do **CMIN**. As utentes "Para **CTG**" não são consideradas urgentes, uma vez que, nas urgências obstétrica não é realizada a vigilância à grávida mas sim o atendimento à grávida em situações urgentes. Relativamente às utentes "Para **IGO**" também não são consideradas urgentes, salvo exceções em que a utente apresenta situações que inspirem cuidados urgentes (por exemplo Hemorragia Vaginal). Nestas situações devem ser inseridas no

tipo de utentes grávidas ("Sim").

7.4 Potencialidades do Modelo Apresentado

Seguindo as recomendações apresentadas pela CNSMCA [19] foram definidos e cumpridos alguns aspetos no âmbito deste projeto. Nesta secção é apresentado o balanço entre o trabalho desenvolvido e o sugerido pela CNSMCA para o sucesso da implementação da proposta exposta ao longo deste capítulo:

1. *Recolha de informação científica sobre os vários sistemas existentes:* para este processo foi realizado um levantamento científico acerca dos sistemas de triagem existentes atualmente a nível mundial. No capítulo 2 encontram-se descritos os aspetos teóricos do MTS e OTAS e no capítulo 5 encontra-se descrito o sistema de pré-triagem do CMIN.
2. *Conhecimento de critérios da realidade portuguesa através do contacto com sistemas em uso:* relativamente a este tópico, segundo o estudo realizado pela CNSMCA, onde foi realizado um inquérito a 38 instituições portuguesas acerca da triagem obstétrica, foram identificadas que 34 dessas instituições separavam a urgência obstétrica da urgência geral. Dessas, apenas 12 realizavam a triagem GO. Normalmente verifica-se a existência destes sistemas em hospitais onde o fluxo de utentes em GO é elevado. Também foi detetado que existe uma ampla variedade de *softwares* como adaptações efetuadas no softwares ALERT e que se baseiam no MTS, ou sistemas de triagem muito simplistas que apenas diferenciam as utentes entre urgente e não urgente [17, 19, 61].
3. *Definições de critérios para o sistema de triagem desenvolvido:*
 - a) O mais consensual cientificamente, com validade a nível internacional: neste contexto os dois sistemas que possuem validade a nível

internacional são: o OTAS e o MTS. O primeiro por ter sido desenvolvido para a triagem em urgência obstétrica e por ser caracterizado pelas vantagens referidas na subsecção 2.5.2. O segundo por ser reconhecido a nível internacional e ser o mais utilizado na realidade portuguesa. Depois também existe o sistema de pré-triagem que apesar de não ser um sistema aceite mundialmente, foi demonstrado nos capítulos 5 e 6 desta dissertação e nos seguintes artigos escritos (*Improving Quality of Services in Maternity Care Triage System* [61]; *Pre-Triage Decision Support Improvement in Maternity Care by means of Data Mining* [1] e *Simulating A Multi-Level Priority Triage System For Maternity Emergency* [62]) que é caracterizado por um conjunto de discriminadores adaptados à realidade do CMIN e à realidade de uma urgência obstétrica.

- b) Deve ser compatível com as aplicações informáticas do Ministério da Saúde, isto é, interligação ao *software* existente a nível dos hospitais: Tendo em conta que o ponto de partida é o sistema de pré-triagem e que este é suportado pela Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica (AIDA) que permite a interligação com os restantes sistemas SNS (Sistema de Apoio ao Médico (SAM), Sistema de Apoio à Prática de Enfermagem (SAPE), etc.), o novo sistema de prioridades futuramente também absorverá estas características.
- c) De fácil aprendizagem e o mais intuitivo possível: O sistema de pré-triagem já se encontrava implementado na Maternidade Júlio Dinis (MJD), desde 2010 e posteriormente foi transferido para o CMIN. Como este modelo de triagem obstétrica é uma adaptação do sistema de pré-triagem, certamente será de fácil adaptação por parte dos profissionais do CMIN.
- d) Adaptado ou com a capacidade de adaptação à especialidade de GO, isto é, com fluxogramas e discriminados específicos para GO: Como foi demonstrado no capítulo 5, o sistema de pré-triagem é caracterizado por discriminadores específicos para GO, consequentemente,

o modelo desenvolvido também terá essa valência. Para além dos discriminadores específicos utilizados atualmente no sistema de pré-triagem, este novo sistema conta com novos discriminadores. Tanto os discriminadores existentes, como os que foram acrescentados ao modelo passaram por um processo de discussão singular de forma a avaliar a sua viabilidade no modelo de triagem de prioridades apresentado.

4. *Definição dos critérios de quem faz o triagem em GO:* Normalmente este processo de triagem deve ser realizado por profissionais de saúde especialistas: Enfermeiro especialista em saúde materna e infantil ou médicos especialista em GO. Uma vez que, o processo de triagem atualmente é realizado por especialistas em GO, esta característica também estará presente no novo sistema de prioridades.

7.5 Apreciação Global do Modelo de Triagem

A possível implementação de um sistema de triagem obstétrica trará vantagens significativas junto do CMIN enquanto instituição de saúde, assim como junto das utentes que recorrem a esta instituição de saúde. Permitirá a categorização das utentes em 5 níveis prioridades de acordo com o nível de necessidades clínicas, de uma maneira semelhante aos sistemas de triagem utilizados nas urgências gerais. A cada cor estaria associado um limite de tempo de espera associado. A diferença apenas residiria nos fluxogramas e discriminadores, que neste caso são direcionados à urgência obstétrica.

Este projeto de transformação do sistema de pré-triagem é um projeto demorado e que carece o envolvimento de vários profissionais de diversas áreas e a aprovação por parte do CMIN enquanto instituição de saúde especializada em GO. Sendo este processo de aprovação demorado, no âmbito desta dissertação foi apenas objetivo apresentar uma proposta de evolução e as respetivas justificações comprovadas de tal necessidade de evolução para possível aprovação por parte das instituições envolvidas.

Com vista ao sucesso do projeto, como trabalho futuro sugere-se um conjunto de etapas sequenciais:

1. Apresentação da proposta elaborada aos responsáveis no CMIN de modo a discutir a sua possível implementação e testes;
2. Contacto com o Grupo Português de Triagem [71], instituição responsável pela implementação de sistemas de triagem em Portugal, de forma a aprovarem a proposta apresentada;
3. Caso aprovada por estas duas instituições deve-se proceder à implementação prática dos fluxogramas associados aos respetivos discriminadores e condições especificadas para a transformação abordadas no âmbito desta dissertação. Caso não seja aprovado o projeto, devem ser realizadas as devidas alterações tendo como fim a aprovação do projeto e novamente voltar ao ponto 1 desta sequência.
4. Elaboração de protocolos específicos e documentos de apoio à utilização do sistema de triagem implementado, como por exemplo, um manual de utilizador com as instruções de utilização do sistema e definição dos respetivos discriminadores;
5. Realizações de avaliações periódicas de forma a proceder a ajustes de tempo de espera e discriminadores de forma a otimizar a rapidez de atendimento das utentes em condições críticas. Uma das opções de metodologia a seguir e focada no capítulo 6, consiste na utilização de técnicas de DM de modo a obter modelos de previsão. Além disso, outro grande potencial é a implementação de uma plataforma de *Business Intelligence* (BI), descrita no capítulo 4.

A solução proposta teve como principal objetivo a sua discussão e sua possível implementação no CMIN, como fase de testes. No entanto o objetivo é que no futuro possa ser utilizado por outras instituições de saúde que contemplem o serviço de urgência obstétrica.

Capítulo 8

Conclusão

Este projeto enquadra-se numa importante temática da atualidade, os *Sistemas de Apoio à Decisão Clínica (SADC)*, que ao longo dos anos se têm tornado necessários nas instituições de saúde de forma a suportarem uma prática clínica baseada em evidências. Neste sentido, e seguindo a metodologia de investigação *Design Research*, foram desenvolvidos dois artefactos: uma plataforma de *Business Intelligence (BI)* que permite gerar indicadores em dois módulos (*Pré-triagem e Indicadores obstétricos*) e uma proposta de um sistema de triagem de prioridades obstétrica.

Este capítulo divide-se em 3 secções. Na primeira secção (8.1) será apresentada a ponte entre os objetivos/questões de investigação e os resultados atingidos em cada um. Na segunda secção (8.2) é exposto um resumo global do trabalho e a sua análise crítica e por fim, na última secção (8.3) é apontado o trabalho futuro.

8.1 Contribuições

O desenvolvimento desta dissertação teve como principal propósito responder a duas questões de investigação expostas na subsecção 1.3 e aos respetivos objetivos.

De forma a responder à primeira questão de investigação (Questão 1), foi construída e implementada no *Centro Materno Infantil do Norte (CMIN)*

uma plataforma de BI, como se pode comprovar no capítulo 4 e nos artigos intitulado de *Business Intelligence in Maternity Care* [59], *Real-Time Business Intelligence Platform to Maternity Care* [60] e *Real-Time Business Intelligence Platform to support the Gynecology and Obstetrics decision*. Relativamente ao **Objetivo 1**, subjacente a esta questão de investigação, constatou-se que seria necessária a obtenção de indicadores nos módulos de *Indicadores Obstétrica* e *Pré-triagem*. Relativamente à escolha da ferramenta de BI, como requerido na secção 4.1.2, a que melhor se enquadrou neste âmbito foi o *Pentaho Community Edition (CE)*. Neste sentido, aplicando a metodologia de *Kimball* e a ferramenta escolhida foi desenvolvida, implementada e testada a plataforma de BI utilizando dados reais do *Centro Hospitalar do Porto (CHP)/CMIN*. Posteriormente procedeu-se à validação por parte dos profissionais de saúde. Desta forma, e apesar de ainda não existirem dados estatísticos acerca da usabilidade da aplicação, pode-se concluir que numa fase inicial, o BI pode suportar o processo de tomada de decisão nos módulos em estudo.

Relativamente à segunda questão de investigação (**Questão 2**), no CMIN encontra-se implemento o sistema de pré-triagem. No âmbito desta dissertação e com o objetivo de responder à questão de investigação foram desenvolvidos um conjunto de estudos sequenciais de modo a responder a dois objetivos gerais.

No caso do **Objetivo 2** foi realizado um estudo aprofundado relativamente ao sistema de pré-triagem existente no CMIN, com o objetivo de o divulgar e disseminar para a comunidade médica e científica. Este estudo pode ser comprovado no capítulo 5 desta dissertação e no artigo intitulado de *Improving Quality of Services in Maternity Care Triage System* [61]. Como resultado deste estudo, constatou-se que o sistema de pré-triagem é constituído por fluxogramas específicos e caracterizados por discriminadores específicos para *Ginecologia e Obstetrícia (GO)*. Por outro lado, concluiu-se que o encaminhamento é realizado de uma forma equilibrada entre os dois níveis (**Urgente (URG)**=46% e **Consulta urgente (ARGO)**=54 %).

Posteriormente, com o objetivo de validar o sistema de pré-triagem foram induzidos modelos de *Data Mining (DM)* e concluí-se pela análise do cenário

sem ARGO e ARGO que o sistema de pré-triagem se encontra calibrado para triar utentes em dois níveis (apresenta uma percentagem de casos corretos de aproximadamente 100% para todos as classes de utentes deste cenário). Facto que comprova que o sistema é viável para a implementação noutras instituições que tenham como objetivo realizar uma triagem de encaminhamento (pré-triagem). No entanto, nos restantes cenários *Sem URG*, *Sem ARGO* e *Todos os dados* ficou comprovado que, por vezes, os profissionais de saúde forçam um resultado diferente do obtido pelo sistema. De uma forma global, isto acontece em 15,6 % dos casos (Tabela 6.1). Porém, o pior caso, com cerca 81,78% foi detetado para o Fluxograma Grávidas ("Sim"), o que mesmo assim o torna viável à realização de pré-triagem. Constata-se deste modo, que apesar de calibrado, o sistema de pré-triagem, não responde às capacidade analítica dos profissionais de saúde, uma vez que, estes verificam que a utente está num estado e deve ser conduzida para um módulo diferente do sugerido pelo sistema de pré-triagem. Estes resultados podem ser comprovados na secção 6.1 e no artigo intitulado de *Pre-Triage Decision Support Improvement in Maternity Care by means of Data Mining* [1].

Por outro lado, com já foi referido, a [Direção Geral de Saúde \(DGS\)](#) sugere a implementação de um sistema de triagem de prioridades obstétrica [19]. Aliando esta situação ao facto de o sistema de pré-triagem ser específico para casos de [GO](#), procedeu-se à comprovação desta hipótese, através do algoritmos de simulação desenvolvido e apresentado na secção 6.2 e no artigo intitulado de *Simulating a multi-level priority triage system for Maternity Emergency* [62]. Concluí-se que é possível enquadrar as utentes grávidas ("Sim") nos 5 níveis de prioridade pré-estabelecidos e associados a tempos máximos de espera para cada nível.

Relativamente ao [Objetivo 3](#), comprovada a necessidade e a viabilidade do projeto nos passos anteriores, foi desenvolvido um modelo de transformação do sistema de pré-triagem num sistema de triagem de prioridades obstétrica com 5 níveis de prioridade. Posteriormente foi realizado um conjunto de três reuniões com profissionais de saúde especialistas na área de [GO](#) e Sistemas de Informação, com o objetivo de avaliarem a proposta do modelo de triagem de prioridade específico para [GO](#) como referido e apresentado no capítulo 7.

Globalmente, como resposta à [Questão 2](#), foi possível inferir que é viável, útil e atualmente requerido pela [DGS \[19\]](#) a existência de um sistema de triagem de prioridade obstétrica do [CMIN](#), assim como, a primeira fase da implementação desse mesmo sistema já se encontra em utilização no [CMIN](#) (sistema de pré-triagem).

8.2 Análise Global do Projeto

Em termos analíticos e primeiramente, no caso do desenvolvimento da plataforma de [BI](#), seguindo a metodologia de *Kimball* procedeu-se à construção de um plataforma de [BI](#) capaz de extrair informação em tempo real nos módulos de *Indicadores Obstétricos* e *Pré-triagem*. Especificamente no módulo de *Pré-triagem*, esta plataforma constitui uma mais-valia, uma vez que permite a monitorização periódica do sistema de pré-triagem, através da apresentação de indicadores de desempenho relativos ao sistema de pré-triagem. Facto que contribuirá para uma maior acreditação em termos médicos e científicos do sistema de pré-triagem. Já no módulo de *Indicadores Obstétricos*, permite a monitorização da especialidade de obstetrícia, assim como disponibiliza os indicadores requeridos pelo Ministério da Saúde. Por outro lado, o facto desta plataforma estar associado à [Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica \(AIDA\)](#) e de ter as características de *Pervasive*, possibilitará o acesso à plataforma em qualquer lugar do [CHP](#) e por qualquer profissional de saúde desde que possua permissões de acesso. Para além disso, a plataforma é adaptável ao *layout* do dispositivo no qual está a ser visualizado e permite um elevado grau de interatividade com o utilizador final. Factos que contribuem para o aumento de utilizadores finais da aplicação.

Relativamente ao segundo projeto desenvolvido, no âmbito desta dissertação foi estudado, avaliado e disseminado o sistema de pré-triagem e constatou-se que este é constituído por fluxogramas específicos e caracterizados por discriminadores específicos para [GO](#). Posteriormente, utilizando técnicas de [DM](#), verificou-se que o sistema se encontrava calibrado para realizar uma triagem de encaminhamento em dois níveis. No entanto, este não

responde às necessidades atuais dos profissionais de saúde, assim como, não responde aos requisitos atualmente impostos pela DGS [19]. Aliando estes dois factos e aplicando o algoritmo de simulação desenvolvido ao repositório do sistema de pré-triagem, comprovou-se viabilidade da transformação dos sistema de pré-triagem num sistema de prioridades de triagem obstétrica. Posto isto, foi desenvolvido o modelo de transformação do sistema de pré-triagem num sistema de prioridades para GO com 5 níveis de prioridade. Metodologicamente falando, para a elaboração do modelo de triagem recorreu-se ao sistema de triagem *Obstetrical Triage Acuity Scale* (OTAS), à análise do sistema *Manchester Triage System* (MTS), sistema de pré-triagem e conhecimento científico e empírico dos profissionais de saúde especialistas na área.

Globalmente, o desenvolvimento deste projeto representa uma mais-valia para o CMIN, na medida que permite apoiar o processo de tomada de decisão nas áreas de GO. Cientificamente, tanto o desenvolvimento da plataforma de BI, como a proposta de um sistema triagem de prioridades obstétrica constituem algo inovador nesta área e um ponto de partida para instituições de saúde nacionais e internacionais semelhantes ao CMIN adotarem um *Sistemas de Apoio à Decisão* (SAD) como os apresentados no âmbito desta dissertação.

8.3 Trabalho Futuro

No caso da plataforma de BI, este projeto foi iniciado de raiz, por isso apesar de no âmbito desta dissertação terem sido cumpridos os objetivos inicialmente propostos, este projeto ainda tem muito para crescer em alguns aspetos, nomeadamente:

- Nesta fase inicial, e após o sistema ser utilizado pelos utilizadores finais, em termos práticos, devem ser realizados testes de usabilidade e recolhidas sugestões de melhorias;
- No módulo de *Pré-triagem* devem ser incluídos indicadores obtidos por meio de técnicas de DM apresentados no capítulo 6, de forma a realizar

uma monitorização periódica de previsão do sistema de pré-triagem;

- Ainda no módulo de *Pré-triagem*, e caso seja aprovada a evolução do sistema de pré-triagem para um sistema de triagem de prioridades obstétrica, como proposto no capítulo 7, a plataforma de BI deve ser transformada e otimizada à nova realidade do sistema de triagem;
- No módulo de *Indicadores Obstétricos* devem ser adicionados novos indicadores que atualmente não foram possíveis obter, uma vez que as fontes de informação não estavam ainda disponíveis;
- Por último, esta plataforma deve ser estendida para outros módulos, de forma a acompanhar a utentes desde o momento em que é admitida até que lhe é dada a alta clínica, nomeadamente, no caso das utentes que são admitidas na urgência do CMIN, uma vez que, em qualquer sistema de triagem devem ser monitorizados todos tempos de espera desde a receção até à alta [19]. Neste momento, apenas é realizada a monitorização dos tempos desde o momento da receção até à data de admissão.

Já no caso do sistema de prioridades, como trabalho futuro sugere-se:

- Aprovação do modelo de triagem apresentado pelas entidades envolvidas (CMIN e Grupo Português de Triagem [71], entre outros);
- Após a aprovação deve ser realizada a implementação prática do modelo de transformação apresentado no âmbito desta dissertação para os três fluxogramas propostos.
- Alargar o algoritmo de simulação desenvolvido e apresentado na secção 6.2 para os novos discriminadores acrescentados ao fluxograma grávidas ("Sim"). Isto permitirá de certa forma a realização de uma avaliação periódica do desempenho do sistema de triagem de prioridades e consequentemente a implementação de melhorias.

Bibliografia

- [1] E. Pereira, A. Brandão, M. Salazar, C. F. Portela, M. F. Santos, J. Machado, A. Abelha, and J. Braga, “Pre-triage decision support improvement in maternity care by means of data mining,” in *Integration of Data Mining in Business Intelligence Systems*, A. Azevedo and M. F. Santos, Eds. Hershey, PA, USA: IGI Global Book, 2014.
- [2] W. Bonney, “Applicability of Business Intelligence in Electronic Health Record,” *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 73, no. 0, pp. 257–262, 2013.
- [3] S. Khodambashi, “Business process re-engineering application in healthcare in a relation to health information systems,” *Procedia Technology*, vol. 9, no. 0, pp. 949–957, 2013.
- [4] J. B. de Vasconcelos, Á. R. Henriques, and A. Rocha, “Modelo para o desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão clínica para a prática da medicina baseada na evidência,” in *Anais do X Congresso Brasileiro de Informática em Saúde (CBIS 2006)*, Florianópolis, 2006, pp. 1162–1167.
- [5] L. M. Prevedello, K. P. Andriole, and R. Khorasani, “Business intelligence tools and performance improvement in your practice,” *Journal of the American College of Radiology*, vol. 5, no. 12, pp. 1210 – 1211, 2008.
- [6] J. Ferreira, M. Miranda, A. Abelha, and J. Machado, “O processo ETL em sistemas data warehouse,” in *INForum 2010 - actas do II Simpósio de Informática*, L. S. Barbosa and M. P. Correia, Eds. Braga, Portugal: Universidade do Minho, 2010, p. 757 – 765.
- [7] T. Mettler and V. Vimarlund, “Understanding business intelligence in the context of healthcare.” *Health Informatics Journal*, vol. 15, no. 3, pp. 254–264, 2009.
- [8] J. Glaser and J. Stone, “Effective use of business intelligence,” *Healthcare Finan Manage*, vol. 62, no. 2, pp. 68–72, 2008.
- [9] T. D. Gunter and N. P. Terry, “The emergence of national electronic health record architectures in the united states and australia: models, costs, and questions,” *Journal of Medical Internet Research*, vol. 7, no. 1, p. e3, 2005.

BIBLIOGRAFIA

- [10] R. Ramakrishnan and J. Gehrke, *Database Management Systems*, 3rd ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, Inc., 2003.
- [11] U. M. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, and P. Smyth, "From data mining to knowledge discovery: An overview," in *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*, U. M. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, P. Smyth, and R. Uthurusamy, Eds. Menlo Park, CA, USA: American Association for Artificial Intelligence, 1996, pp. 1–34.
- [12] F. Portela, M. Santos, J. Machado, A. Abelha, Á. Silva, and F. Rua, "Real-time decision support in intensive medicine: an intelligent approach for monitoring data quality," *Journal of Medical and Bioengineering*, vol. 2, no. 1, pp. 26–31, 2013.
- [13] B. Hocevar and J. Jaklic, "Assessing benefits of business intelligence systems - a case study. Management," *Journal of Contemporary Management Issues*, vol. 15, no. 1, pp. 87–119, 2010.
- [14] F. Ricci, L. Rokach, B. Shapira, and P. B. Kantor, *Recommender Systems Handbook*, 1st ed. New York, NY, USA: Springer-Verlag New York, Inc., 2010.
- [15] M. Murray, M. Bullard, E. Grafstein *et al.*, "Revisions to the canadian emergency department triage and acuity scale implementation guidelines," *Cjem*, vol. 6, no. 6, p. 421, 2004.
- [16] D. S. Smithson, R. Twohey, T. Rice, N. Watts, C. M. Fernandes, and R. J. Gratton, "Implementing an obstetric triage acuity scale: interrater reliability and patient flow analysis," *American journal of obstetrics and gynecology*, vol. 209, no. 4, pp. 287–293, 2013.
- [17] F. Portela, A. Cabral, A. Abelha, M. Salazar, C. Quintas, J. Machado, J. Neves, and M. F. Santos, "Knowledge Acquisition Process for Intelligent Decision Support in Critical Health Care," in *Information Systems and Technologies for Enhancing Health and Social Care*, J. V. a. R. Martinho, R. Rijo, M. Cruz-Cunha, Ed. IGI-Global BOOK, 2013, pp. 55–68.
- [18] A. R. de Saúde do Norte I.P.). (2014) Ars norte. [Online]. Available: <http://portal.arsnorte.min-saude.pt/portal/page/portal/ARSNorte/Conte%C3%BAAdos/GRP/CMIN>. [Accessed on Sept. 6, 2014].
- [19] Comissão Nacional de Saúde Materna e Infantil, "Triagem Obstétrica- Modelo de Triagem," Direção Geral de Saúde, Lisboa, Tech. Rep., 2013.
- [20] A. Barrote, Simões, M. João, and T. Ferreira. (2014) Avaliação do sistema obscare na preservação digital dos regis sem descrição. [Online]. Available: <http://prezi.com/vmfgjh8cla-n/avalicao-do-sistema-obscare-na-preservacao-digital-dos-regis/>. [Accessed on Oct. 11, 2014].

-
- [21] C. Vincent, “Understanding and responding to adverse events,” *N Engl J Med*, vol. 348, no. 11, pp. 1051–6, 2003.
- [22] Olívia Oliveira, “Extração de Conhecimento nas Listas de Espera para Consulta e Cirurgia,” Master’s thesis, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2012.
- [23] W. Yeoh and A. Koronios, “Critical success factors for business intelligence systems,” *Journal of computer information systems*, vol. 50, no. 3, pp. 23–32, 2010.
- [24] M. Bahrami, S. M. Arabzad, and M. Ghorbani, “Innovation in market management by utilizing business intelligence: Introducing proposed framework,” *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 41, no. 0, pp. 160–167, 2012.
- [25] J. Reinschmidt and A. Francoise, “Business intelligence certification guide,” *IBM International Technical Support Organisation*, 2000.
- [26] S. H. A. El-Sappagh, A. M. A. Hendawi, and A. H. El Bastawissy, “A proposed model for data warehouse etl processes,” *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, vol. 23, no. 2, pp. 91–104, 2011.
- [27] V. Santos and O. Belo, “Modeling etl data quality enforcement tasks using relational algebra operators,” *Procedia Technology*, vol. 9, no. 0, pp. 442 – 450, 2013.
- [28] S. T. March and A. R. Hevner, “Integrated decision support systems: A data warehousing perspective,” *Decision Support Systems*, vol. 43, no. 3, pp. 1031–1043, 2007.
- [29] S. Sharma, K.-M. Osei-Bryson, and G. M. Kasper, “Evaluation of an integrated knowledge discovery and data mining process model,” *Expert Systems with Applications*, vol. 39, no. 13, pp. 11 335–11 348, 2012.
- [30] T. Thalhammer, M. Schrefl, and M. Mohania, “Active data warehouses: complementing olap with analysis rules,” *Data & Knowledge Engineering*, vol. 39, no. 3, pp. 241 – 269, 2001.
- [31] R. Kimball, L. Reeves, W. Thornthwaite, M. Ross, and W. Thornwaite, *The Data Warehouse Lifecycle Toolkit: Expert Methods for Designing, Developing and Deploying Data Warehouses with CD Rom*, 1st ed. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc., 1998.
- [32] W. H. Inmon, *Building the Data Warehouse*, 3rd ed. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- [33] B. Janamanchi, E. Katsamakas, W. Raghupathi, and W. Gao, “The state and profile of open source software projects in health and medical informatics,” *International journal of medical informatics*, vol. 78, no. 7, pp. 457–72, 2009.

BIBLIOGRAFIA

- [34] T. Waring and P. Maddocks, “Open source software implementation in the uk public sector: Evidence from the field and implications for the future,” *Int. J. Inf. Manag.*, vol. 25, no. 5, pp. 411–428, 2005.
- [35] J. Bernardino, “Open Source Business Intelligence Platforms for Engineering Education,” in *1st World Engineering Flash Week*, Lisbon, 2011.
- [36] J. Lapa, J. Bernardino, and A. Figueiredo, “A comparative analysis of open source business intelligence platforms,” in *Proceedings of the International Conference on Information Systems and Design of Communication*, ser. ISDOC '14. Lisbon, Portugal: ACM, 2014, pp. 86–92, accessed on Aug. 15, 2014.
- [37] J. Bernardino, “Open Business Intelligence for Better Decision-Making,” *International Journal of Information Communication Technologies and Human Development*, vol. 5, no. 2, pp. 20–36, 2013.
- [38] Engeneering Group. (2014) Spagobi: the 100% open source, complete and flexible business intelligence suite. [Online]. Available: <http://www.spagoworld.org/spw-resources/Presentations/SpagoBI-ENG-May2014.pdf>. [Accessed on Sept. 2, 2014].
- [39] Pentaho. (2014) Pentaho. [Online]. Available: <http://www.pentaho.com/>. [Accessed on Sept. 16, 2014].
- [40] OpenI. (2014) OpenI 3.0.1 is here (pentaho plugin for olap data visualization). [Online]. Available: <http://openi.org/2012/openi-3-0-1-is-here-pentaho-plugin-for-olap-data-visualization/>. [Accessed on Aug. 31, 2014].
- [41] Saiku Enterprise Analitics. (2014) Saiku. [Online]. Available: <http://www.meteorite.bi/>. [Accessed on Oct. 20, 2014].
- [42] IT4biz. (2012) Saiku chart plus. [Online]. Available: <http://it4biz.github.io/SaikuChartPlus/>. [Accessed on Aug. 31, 2014].
- [43] H. Peixoto, M. Santos, A. Abelha, and J. Machado, “Intelligence in Interoperability with AIDA,” in *Foundations of Intelligent Systems SE - 31*, ser. Lecture Notes in Computer Science, L. Chen, A. Felfernig, J. Liu, and Z. Raś, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2012, vol. 7661, pp. 264–273.
- [44] L. Cardoso, F. Marins, F. Portela, M. Santos, A. Abelha, and J. Machado, “The next generation of interoperability agents in healthcare.” *International journal of environmental research and public health*, vol. 11, no. 5, pp. 5349–71, 2014.
- [45] P. Sousa, “Sistemas de Informação em Enfermagem: novos desafios, novas oportunidades.” *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, vol. 46, no. 0, pp. 1–2, 2012.

-
- [46] A. P. Santos, P. Freitas, and H. M. G. Martins, “Manchester triage system version ii and resource utilisation in the emergency department,” *Emergency Medicine Journal*, vol. 31, no. 2, pp. 148–152, 2014.
- [47] Ministério da Saúde, *Serviço de Urgência - Recomendações para a organização dos cuidados urgentes e emergentes*. Ministério da Saúde - Hospitais SA, 2006.
- [48] Grupo Português de Triagem, *Triagem no serviço de Urgência – Manual do Formador*, 2nd ed. Lisboa: BMJ Publishing Group, May 2002.
- [49] F. Wang and M. J. Hannafin, “Design-based research and technology-enhanced learning environments,” *Educational technology research and development*, vol. 53, no. 4, pp. 5–23, 2005.
- [50] N. Manson, “Is operations research really research?” *ORiON: The Journal of ORSSA*, vol. 22, no. 2, pp. 155–180, 2006.
- [51] H. A. Simon, *The sciences of the artificial*, 3rd ed. Cambridge: MIT press, 1969, vol. 136.
- [52] S. A. Carlsson, “Design science research in information systems: A critical realist approach,” in *Design Research in Information Systems*. Springer, 2010, pp. 209–233.
- [53] R. Wirth, “Crisp-dm: Towards a standard process model for data mining,” in *Proceedings of the Fourth International Conference on the Practical Application of Knowledge Discovery and Data Mining*, 2000, pp. 29–39.
- [54] P. Chapman, J. Clinton, R. Kerber, T. Khabaza, T. Reinartz, C. Shearer, and R. Wirth, “Crisp-dm 1.0 step-by-step data mining guide,” [Online]. Available: <http://www.crisp-dm.org/CRISPWP-0800.pdf>. [Accessed on Aug. 28, 2014], The CRISP-DM consortium, Tech. Rep., August 2000.
- [55] R. Kimball, *The Data Warehouse Toolkit: Practical Techniques for Building Dimensional Data Warehouses*, 1st ed. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc., 1996.
- [56] J. Gonçalves, F. Portela, M. F. Santos, I. Silva, J. . Machado, A. Abelha, and F. Rua, “Real-time Predictive Analytics for Sepsis Level and Therapeutic Plans in Intensive Care Medicine,” *IJHISI - International Journal of Healthcare Information Systems and Informatics*, 2014.
- [57] I. H. Witten, E. Frank, and M. A. Hall, *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*, 3rd ed. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2011.

BIBLIOGRAFIA

- [58] J. R. Hosking, E. P. Pednault, and M. Sudan, "A statistical perspective on data mining," *Future Generation Computer Systems*, vol. 13, no. 2, pp. 117–134, 1997.
- [59] E. Pereira, A. Brandão, C. F. Portela, M. F. Santos, J. Machado, and A. Abelha, "Business intelligence in maternity care," in *Proceedings of the 18th International Database Engineering & Applications Symposium*, ser. IDEAS '14. New York, NY, USA: ACM, 2014, pp. 352–355.
- [60] A. Brandão, E. Pereira, C. F. Portela, M. F. Santos, J. Machado, and A. Abelha, "Real-time business intelligence platform for maternity care," in *IECBES 2014 - 2014 IEEE Conference on Biomedical Engineering and Sciences*. Sarawak, Malaysia: IEEE, 2014 (accepted to be published).
- [61] A. Abelha, E. Pereira, A. Brandão, F. Portela, M. F. Santos, I. Silva, J. Machado, and J. Braga, "Improving quality of services in maternity care triage system," *International Journal of E-Health and Medical Communications (IJEHMC)*, 2014 (accepted to be published).
- [62] A. Abelha, E. Pereira, A. Brandão, C. F. Portela, M. F. Santos, and J. Machado, "Simulating a multi-level priority triage system for maternity emergency," in *ESM - 28th European Simulation and Modelling Conference*. Porto, Portugal: EUROSIS, 2014 (accepted to be published).
- [63] F. Portela, M. Vilas-Boas, M. F. Santos, A. Abelha, J. Machado, A. Cabral, and I. Aragão, "Electronic health records in the emergency room," in *Computer and Information Science (ICIS), 2010 IEEE/ACIS 9th International Conference on*. IEEE, Aug. 2010, pp. 195–200.
- [64] nModal Solutions Inc. (2014) datamartist. [Online]. Available: <http://www.datamartist.com/>. [Accessed on Sept. 25, 2014].
- [65] Virtualcare. (2014) virtualcare. [Online]. Available: <http://www.virtualcare.pt/index.php/pt/produtos/rc/vcobsgyncare>. [Accessed on Oct. 21, 2014].
- [66] M. Salar and O. Salar, "Determining Pros and Cons of Franchising by Using Swot Analysis," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 122, no. 0, pp. 515–519, 2014.
- [67] M. Shariatmadari, A. H. Sarfaraz, P. Hedayat, and K. Vadoudi, "Using SWOT Analysis and Sem to Prioritize Strategies in Foreign Exchange Market in Iran," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 99, no. 0, pp. 886–892, 2013.
- [68] R. Pereira, M. Salazar, A. Abelha, and J. Machado, "SWOT Analysis of a Portuguese Electronic Health Record." in *I3E*, C. Douligeris, N. Polemi, A. Karantjias, and W. Lamersdorf, Eds., vol. 399. Springer, 2013, pp. 169–177.

- [69] D. A. Bowman, J. L. Gabbard, and D. Hix, "A survey of usability evaluation in virtual environments: classification and comparison of methods," *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 11, no. 4, pp. 404–424, 2002.
- [70] H. Champion, W. Sacco, and W. Copes, "Injury severity scoring again," *Journal of Trauma-Injury, Infection, and Critical Care*, vol. 38, no. 1, pp. 94–95, 1995.
- [71] Grupo Português de Triagem. (2014) Grupo português de triagem. [Online]. Available: <http://www.grupoportuguestriagem.pt/jm/>. [Accessed on Oct. 20, 2014].

Apêndice A

Anexos

Nos anexos são apresentados os resultados da aplicação do processo de *Data Mining* (DM) descrito na secção 6.1 para os seguintes fluxogramas: "Puérperas"; "Não Puérperas"; "Grávidas Talvez"; "Para Interrupção da Gravidez Opcional (IGO)"; "Para Cardiotocografia (CTG)". Para cada um destes fluxogramas foram aplicadas as técnicas de *Support Vector Machine* (SVM), *Decision Trees* (DT), *General Linear Mode* (GLM) e *Naïve Bayes* (NB) e foi avaliada a Sensibilidade (Sen), Especificidade (Esp) e Acuidade (Acu). Os resultados apresentados variam entre 0.0 e 1.0 e correspondem às percentagens compreendidas entre 0 e 100 %.

Tabela A.1: Avaliação do fluxograma Puérperas ("Não", "Sim") (adaptado de [1]).

Puérperas ("Não", "Sim")							
	SVM				NB		
	Sen	Esp	Acu		Esp	Acu	Sen
Todos os dados	0.925	0.716	0.823	Todos os dados	0.925	0.715	0.822
Sem URG	0.911	0.998	0.947	Sem URG	0.911	0.993	0.945
Sem ARGO	1.000	0.743	0.870	Sem ARGO	1.000	0.739	0.868
Sem URG e ARGO	1.000	1.000	1.000	Sem URG e ARGO	1.000	0.993	0.997
	GLM				DT		
	Sen	Esp	Acu		Sen	Esp	Acu
Todos os dados	0.925	0.716	0.823	Todos	0.931	0.692	0.809
Sem URG	0.911	0.998	0.947	Sem URG	0.916	0.942	0.927
Sem ARGO	1.000	0.742	0.870	Sem ARGO	1.000	0.718	0.853
Sem URG e ARGO	1.000	0.998	0.999	Sem URG e ARGO	1.000	0.945	0.976

Tabela A.2: Avaliação do fluxograma Não Puérperas ("Não", "Não") (adaptado de [1]).

Não Puérperas ("Não", "Não")							
	SVM				NB		
	Sen	Esp	Acu		Sen	Esp	Acu
Todos os dados	0.823	0.888	0.869	Todos os dados	0.823	0.888	0.869
Sem URG	0.821	1.000	0.942	Sem URG	0.821	1.000	0.942
Sem ARGO	1.000	0.888	0.917	Sem ARGO	1.000	0.888	0.917
Sem URG e ARGO	1.000	1.000	1.000	Sem URG e ARGO	1.000	1.000	1.000
	GLM				DT		
	Sen	Esp	Acu		Sen	Esp	Acu
Todos os dados	0.823	0.888	0.869	Todos	0.822	0.887	0.868
Sem URG	0.821	1.000	0.942	Sem URG	0.821	0.999	0.942
Sem ARGO	1.000	0.888	0.917	Sem ARGO	1.000	0.887	0.916
Sem URG e ARGO	1.000	1.000	1.000	Sem URG e ARGO	1.000	0.999	0.999

Tabela A.3: Avaliação do fluxograma Grávidas Talvez ("Talvez") (adaptado de [1]).

Grávidas Talvez ("Talvez")							
	SVM				NB		
	Sen	Esp	Acu		Sen	Esp	Acu
Todos os dados	0.247	0.000	0.247	Todos os dados	0.795	0.861	0.247
Sem URG	0.789	1.000	0.961	Sem URG	0.789	0.997	0.959
Sem ARGO	0.246	0.000	0.246	Sem ARGO	1.000	0.861	0.879
Sem URG e ARGO	1.000	1.000	1.000	Sem URG e ARGO	1.000	0.998	0.998
	GLM				DT		
	Sen	Esp	Acu		Sen	Esp	Acu
Todos os dados	0.795	0.863	0.851	Todos os dados	0.795	0.861	0.850
Sem URG	0.789	1.000	0.961	Sem URG	0.789	0.997	0.959
Sem ARGO	1.000	0.862	0.879	Sem ARGO	1.000	0.861	0.879
Sem URG e ARGO	1.000	1.000	1.000	Sem URG e ARGO	1.000	0.998	0.998

Tabela A.4: Avaliação do fluxograma "Para IGO" (adaptado de [1])

"Para IGO"							
	SVM				NB		
	Sen	Esp	Acu		Sen	Esp	Acu
Todos os dados	0.026	0.000	0.026	Todos os dados	0.667	0.980	0.977
Sem URG	0.667	1.000	0.997	Sem URG	0.667	1.000	0.997
Sem ARGO	0.027	0.000	0.027	Sem ARGO	1.000	0.977	0.977
Sem URG e ARGO	1.000	1.000	1.000	Sem URG e ARGO	1.000	1.000	1.000
	GLM				DT		
	Sen	Esp	Acu		Sen	Esp	Acu
Todos os dados	0.667	0.980	0.977	Todos os dados	0.667	0.980	0.977
Sem URG	0.667	1.000	0.997	Sem URG	0.667	1.000	0.997
Sem ARGO	1.000	0.977	0.977	Sem ARGO	1.000	0.977	0.977
Sem URG e ARGO	1.000	1.000	1.000	Sem URG e ARGO	0.000	0.995	0.995

Tabela A.5: Avaliação do fluxograma "Para CTG" (adaptado de [1])

"Para CTG"							
	SVM				NB		
	Sen	Esp	Acu		Sen	Esp	Acu
Todos os dados	0.199	0.000	0.199	Todos os dados	1.000	0.823	0.827
Sem URG	0.941	1.000	0.998	Sem URG	0.941	1.000	0.998
Sem ARGO	0.200	0.000	0.200	Sem ARGO	1.000	0.815	0.818
Sem URG e ARGO	1.000	1.000	1.000	Sem URG e ARGO	1.000	1.000	1.000
	GLM				DT		
	Sen	Esp	Acu		Sen	Esp	Acu
Todos os dados	1.000	0.823	0.827	Todos os dados	1.000	0.823	0.827
Sem URG	0.941	1.000	0.998	Sem URG	0.941	1.000	0.998
Sem ARGO	1.000	0.815	0.818	Sem ARGO	1.000	0.815	0.818
Sem URG e ARGO	1.000	1.000	1.000	Sem URG e ARGO	1.000	1.000	1.000

Apêndice B

Publicações

Neste apêndice são apresentados todos os trabalhos científicos desenvolvidos ao longo do ano letivo 2013/2014 paralelamente com o projeto desta dissertação. No conjunto são 9 artigos, dos quais dois já foram publicados, cinco foram aceites para publicação e dois foram submetidos para apreciação dos revisores. Seguidamente é apresentado o título de cada artigo como secção, sucedido dos autores, identificação do tipo de publicação (capítulo de livro/conferência/revista), resumo, relação com o trabalho desenvolvido nesta dissertação, ano e o estado em que encontra atualmente o trabalho científico.

B.1 *Business Intelligence in Maternity Care*

Autores: Eliana Pereira, Andreia Brandão, Filipe Portela Manuel Filipe Santos, José Machado, António Abelha

Conferência: *IDEAS 2014 - International Database Engineering & Applications Symposium*

Editora: ACM

Resumo: *The emergency services are usually pressured to make quick decisions with incomplete information on most cases, and this situation has a significant impact on healthcare as well on increasing medical*

errors. On the other hand, there has been an increase of the Electronic Health at Maternity Care. The combination of these two factors allows the construction of a Decision Support System specific for Maternity Care Unit using Business Intelligence technology. This solution is supported by a Data Warehouse that uses the dimensional structure snowake and makes the modeling of the maternity care database. With this solution it is intended to turn possible a clinical evidence-based practice, allowing for real time medical decision making with pervasive and interoperable characteristics. This paper presents the architecture, KPIs and benefits of Business Intelligence solution for the real context. This platform has several modules of clinical importance. The Obstetric Gynaecological Emergency and the Voluntary Interruption of Pregnancy modules are object of study. This solution has an innovative contribution to the medical and scientifically community studying the problem in Maternity area.

Relação com o trabalho desenvolvido: É apresentado o enquadramento teórico do sistema de BI e conseqüentemente são apresentado os passos da sua implementação.

Ano: 2014

Estado: Publicado

B.2 *Pre-Triage Decision Support Improvement in Maternity Care by means of Data Mining*

Autores: Eliana Pereira, Andreia Brandão, Maria Salazar, Carlos Filipe Portela, Manuel Filipe Santos, José Machado , António Abelha and Jorge Braga

Livro: *Integration of Data Mining in Business Intelligence Systems*, Ana Azevedo e Manuel Filipe Santos (ed)

Editora: *IGI Global Book*

Resumo: *The conventional triage systems like Manchester Triage System (MTS) are not suitable for maternity care, a decision model for pre-triaging patients in emergency (URG) and consultation (ARGO) classes was built and incorporated into a Decision Support System (DSS) implemented in Centro Materno Infantil do Norte (CMIN). Complementarily, DSS produces several indicators to support clinical and management decisions. A recent data analysis revealed a bias in the classification of URG cases. Frequently, cases classified as URG correspond to ARGO. This misclassification has been studied by means of Data Mining (DM) techniques in order to improve the pre-triage model and to discover knowledge for developing a new triage system based on waiting times and on a 5-scale of classes. This chapter presents a kind of sensitivity analysis combining input variables in six scenarios and considering four different DM techniques. CRISP-DM methodology was used to conduct the project.*

Relação com o trabalho desenvolvido: Permitted to validate the system of pre-triage resorting to *Data Mining* (DM) techniques.

Ano: 2014

Estado: Publicado

B.3 *Improving Quality of Services in Maternity Care Triage System*

Autores: Eliana Pereira; Andreia Brandão; Carlos Filipe Portela; Manuel Filipe Santos; José Machado; António Abelha; Jorge Braga

Revista: *International Journal of E-Health and Medical Communications (IJEHMC)*

Editora: *IGI Global*

Resumo: The main objectives in triage are to improve the quality of care and reduce the risks associated to the waiting time in emergency care. Thus, an efficient triage is a good way to avoid some future problems and how much quicker it is, more the patient can benefit. The most common triage system is the Manchester Triage System that is a reliable system focused in the emergency department of a hospital. However, its use is more suitable for more widespread medical emergencies and not for specialized cases, like Gynecological and Obstetrics emergencies. To overcome these limitations, an alternative pre-triage system, integrated into an intelligent decision support system, was developed in order to better characterize the patient and correctly defined her as urgent or not. This system allows the increase of patient's safety, especially women who need immediate care. This paper includes the workflow that describes the decision process in real time in the emergency department, when women are submitted to triage and identify points of evolution.

Relação com o trabalho desenvolvido: Este trabalho permitiu estudar e disseminar o sistema de pré-triagem para a comunidade médica e científica.

Ano: 2014

Estado: Aceite para publicação

B.4 Simulating A Multi-Level Priority Triage System For Maternity Emergency

Autores: António Abelha; Eliana Pereira; Andreia Brandão; Filipe Portela; Manuel Santos and José Machado.

Conferência: *ESM - 28 th European Simulation and Modelling Conference.*

Resumo: *Nowadays Decision Support Systems are increasingly used in order to help health professionals. An example of this application is the implementation of a triage system in hospital emergency. In Centro Materno Infantil do Norte it was implemented an intelligent system of pre-triage which aims to prioritize the patients on two levels: Urgent and or outpatient service. However, although specific for obstetrics and gynaecology cases, the system does not meet all clinical requirements. Thus using a simulation algorithm developed within this framework, it was intended to simulate a specific priority triage system for gynaecology and obstetrics but with five levels of acuity as suggested by the Portuguese general department of Health (Direção Geral de Saúde). For this study the repository of specific pre-triage system was used to test the algorithm. After application, it was found that the implementation of this system will reduce waiting time, allowing a uniform distribution according to the waiting time and the clinical features. The percentage of deviation between the waiting time and the actual time obtained by simulation algorithm is approximately 121.6%.*

Relação com o trabalho desenvolvido: Permitiu validar a solução proposta através do desenvolvimento e implementação de um algoritmo de simulação para simular um sistema de prioridades para [Ginecologia e Obstetrícia \(GO\)](#).

Ano: 2014.

Estado: Aceite para publicação

B.5 *Managing Voluntary Interruption of Pregnancy using Data Mining*

Autores: Andreia Brandão, Eliana Pereira, Carlos Filipe Portela, Manuel Filipe Santos, António Abelha, José Machado

Conferência: *HCIST 2014 - International Conference on Health and Social Care Information Systems and Technologies*

Resumo: *When a woman aims to terminate an unplanned pregnancy, she must go to a specialized healthcare unit, such as Júlio Dinis Maternity Hospital. In this unit, the procedures of voluntary interruption of pregnancy are done by two kinds of drug administration: the first one is always done by a nursing team, the second one can be performed at home or by a nursing team, depending on patient features. It is important to give the best option to the pregnant. In this paper, it is proposed to predict whether the second drug phase is done at home or at the hospital. The use of Data Mining (DM) helps in performing this step. Throughout this study, DM models capable to make predictions in a real environment using real data are induced. It was adopted the Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) methodology. Four distinct techniques were considered: Decision Tree (DT), Naïve Bayes (NB), Support Vector Machine (SVM) and Generalized Linear Models (GLM) to perform classification tasks. Using these techniques it was possible to obtain acceptable results for each model. A value greater than 89% of accuracy and 91 in sensibility was achieved in some models.*

Relação com o trabalho desenvolvido: Este trabalho não se encontra diretamente relacionado com o trabalho exposto ao longo desta dissertação. Porém existiu uma participação ativa na tarefas de estado da arte, compreensão dos dados e análise de dados obtidos pela aplicação do algoritmo *CRoss Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM)*.

Ano: 2014

Estado: Aceite para publicação

B.6 *Real-Time Business Intelligence Platform to Maternity Care*

Autores: Andreia Brandão, Eliana Pereira, Filipe Portela, Manuel Santos, António Abelha and José Machado

Conferência: *IEEE Conference on Biomedical Engineering and Sciences*

Abstract: *The motivation for the implementation of a decision support system in maternity care came from the fact that people are constantly making quick decisions based on incomplete information. There is a significant impact on the patient health, as well as in increasing medical errors. To implement this system, it was resorted to the technologies of Business Intelligence, which involved the construction of two data warehouses with a dimensional structure in a star shape, for two distinct modules, in Gynaecology and Obstetrics cares. The feasibility of an evidence-based practice and medical decision making in real time with universal and interoperable features are some of the benefits resulting from the implementation of decision support system in maternity care. In this paper we present the architecture of BI solution, some clinical outcomes and some benefits of the BI solution in a real world context.*

Relação com o trabalho desenvolvido: Este trabalho vem na sequência do artigo B.1, sendo apresentada neste a plataforma de BI com maior pormenor. É dada maior ênfase ao desenvolvimento do projeto. Para além dos indicadores do módulo de *Pré-triagem* também é apresentado um novo módulo que contempla os *Indicadores Obstétricos*.

Ano: 2014

Estado: Aceite para publicação

B.7 *Real-Time Business Intelligence Platform to support the Gynecology and Obstetrics decision*

Autores: Eliana Pereira, Filipe Portela, Manuel Santos, António Abelha and José Machado

Livro: *Applying Business Intelligence to Clinical and Healthcare Organizations*, José Machado e António Abelha (ed)

Resumo: *In Centro Materno Infantil do Norte are met patients that fall in the specialties of Obstetrics and Gynaecology. In addition to other services, this service includes the service of obstetric emergency, where is implemented an obstetric pre-triage system and service deliveries block. Although these two modules is already implemented Electronic Health Record, there is no system for decision support that use the data and enable knowledge extraction in real-time to support the process of making clinical and non-clinical decision. In this context raids the Business Intelligence as a process capable of extracting, collecting and analysing the knowledge of the database and presented to an automatic, optimized and real-time way. In this sense, it ware developed and implemented one Business Intelligence platform. It was followed the Kimball methodology and using the Pentaho Community Edition as Business Intelligence Open Source tool. Once implemented, it ware found that this platform would be an asset to this institution, because it allows the extraction of clinical indicators and management in both modules and able to support an evidence-based clinical practice. This paper presents the architecture used, the main KPIs obtained in this platform and benefits of the Business solution implemented.*

Relação com o trabalho desenvolvido: Este artigo tem como principal objetivo apresentar a plataforma de BI como um todo, englobando todo o trabalho desenvolvido ao longo da dissertação.

Ano: 2014

Estado: Submetido

B.8 *Predicting Risk Pregnancy in Maternity Care Using Data Mining*

Autores: Andreia Brandão, Eliana Pereira, Filipe Portela, Manuel Filipe Santos, António Abelha, José Machado

Conferência: *ICAART 2015 - 7th International Conference on Agents and Artificial Intelligence.*

Abstract: *When a woman has the intension to make an Interruption of Pregnancy she should generally use a health unit specialized in the process, as it is the case of Maternidade Júlio Dinis. The process is comprised of four stages, where the first three steps consist in the performance of the procedure itself and the last stage focuses on the evaluation process. So the purpose of this article is to evaluate the process of Voluntary Interruption of Pregnancy and consequently identify the risk patients group. To this work it was induced Data Mining (DM) models to make predictions in a real environment using real data. It was applied Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) methodology to support this work. Three different techniques were considered: Decision Tree (DT), Support Vector Machine (SVM) and Generalized Linear Models (GLM) to perform the classification task. Using these techniques, it was possible to obtain good results from the models induced, achieving a sensitivity of approximately 93%.*

Relação com o trabalho desenvolvido: Este trabalho não se encontra diretamente relacionado com o trabalho exposto ao longo desta dissertação. Porém existiu uma participação ativa na tarefas de estado da arte e compreensão dos dados.

Ano: 2014

Estado: Aceite para publicação

B.9 *Application of Business Intelligence Tools in Healthcare Environment*

Autores: Andreia Brandão, Eliana Pereira, Filipe Portela, Manuel Filipe Santos, António Abelha, José Machado

Revista: *Journal of Convergence Information Technology*

Abstract: *In recent years have been applied technologies of Business Intelligence (BI) to various areas in order to support the decision making process of users and enable the extraction of knowledge from data stored. The health care industry is no exception and, as such, has been under investigation for development of business intelligence applications across multiple units of different institutions. Thus, in this article, it is intended to analyze some Business Intelligence open source / free tools on the market and its applicability in the clinical area, taking into consideration the general characteristics of the clinical environment. For this purpose were selected, analyzed and tested in practical environment six BI tools. Then, it was created a metric of comparison and performed a ranking of the tested applications to choose the one that best applies to the extraction of useful knowledge of clinical data.*

Relação com o trabalho desenvolvido: Este trabalho permitiu realizar uma revisão da literatura acerca das ferramentas de *BI Open Source* (OS) existentes. Aplicando essas ferramentas em ambiente hospitalar, foi possível concluir qual a ferramenta de *BI* que melhor se enquadrava à área médica.

Ano: 2014

Estado: Submetido

Apêndice C

Glossário

Alterações Visuais¹: durante o tempo de gestação, é frequente surgirem algumas alterações visuais, nomeadamente: olho seco, sensibilidade à luz (enxaquecas), mudança do grau de visão, entre outras;

Cefaleias²: durante o período gestacional são muito comuns as dores de cabeça motivadas principalmente pelas alterações hormonais;

Contrações uterinas rítmicas e dolorosas³: durante o processo de parto, o útero da gestante contrai. As contrações podem ser fortes e regulares durante o parto.

Convulsões³: doentes que se encontram em fase tónica ou clónica de uma convulsão epilética.

Combur¹: consiste num teste à urina com fitas reativas e é realizado mediante sintomas como dor ou ardor na urina, peso no fundo da barriga, entre outros.

¹S. Arulkumaran, I. Symonds, and A. Fowlie, *Oxford Handbook of Obstetrics and Gynaecology and Emergencies in Obstetrics and Gynaecology Pack*. Oxford University Press, 2007.

²http://obgyn.med.umich.edu/sites/obgyn.med.umich.edu/files/internal_resources_clinical/headache-tr.pdf

³Grupo Português de Triagem, Triagem no serviço de Urgência – Manual do Formador 2º Ed, Maio, 2002.

Diminuição/ausência dos movimentos fetais⁴: uma diminuição do movimento fetal pode ser evidência que o feto está sob *stress* e não se está a desenvolver no útero.

dispneia⁵: uma quantidade excessiva de líquido amniótico nas membranas que rodeiam o feto aumenta o tamanho do útero e exerce pressão sobre o diafragma da mãe, o que pode provocar-lhe graves problemas respiratórios (ex: asma brônquica, doença pulmonar, hipertensão pulmonar).

Dor Epigástrica/Hipocôndrio direito⁶ dor que ocorre na parte superior do abdómen e abaixo da caixa torácica e encontra-se geralmente associada a náuseas e vômitos.

Dor Fossa Ilíaca⁶: dor que ocorre abaixo da região umbilical. Pode ocorrer à esquerda ou à direita. Surge normalmente na gravidez, através de uma dor contínua e de pequena intensidade.

Dor Hipogástrica⁶: dor na região inferior abdominal, que pode dever-se às mudanças naturais do corpo, originando um desconforto, que pode passar com decorrer da gravidez. No entanto, em alguns casos, pode indicar uma complicação mais grave.

Dor Lombar⁷: dor na região lombar, ou seja, na região mais baixa da coluna perto da bacia. Esta dor está associada ao facto de todos tecidos (incluindo os conjuntivos) e todos os ligamentos, com as hormonas de gestação, serem alargados.

Escala da dor³: a dor é avaliada com base numa escala compreendida entre 0 e 10, onde 0 corresponde à ausência total de dor e o 10

⁴http://obgyn.med.umich.edu/sites/obgyn.med.umich.edu/files/internal_resources_clinical/decrease_fetal_movement-tr.pdf

⁵http://obgyn.med.umich.edu/sites/obgyn.med.umich.edu/files/internal_resources_clinical/asthma-tr.pdf

⁶http://obgyn.med.umich.edu/sites/obgyn.med.umich.edu/files/internal_resources_clinical/abdominal_pain-tr.pdf

⁷http://obgyn.med.umich.edu/sites/obgyn.med.umich.edu/files/internal_resources_clinical/back_pain-tr.pdf

corresponde á máxima dor possível.

Escala de coma de Glasgow³: consiste numa escala neurológica que permite medir/avaliar o nível de consciência de uma pessoa que tenha sofrido um traumatismo crânio-encefálico.

Estado geral³: observação realizada pela equipa de triagem no momento da triagem. Pode ser avaliada por um conjunto de três parâmetros: Mau, Bom ou Razoável.

Febre³: corresponde a uma temperatura corporal anormal.

Gravidez não evolutiva¹: em algumas situações, forma-se o saco que circunda o embrião, mas não se formam estruturas embrionárias visíveis. Noutras, o embrião não chega a apresentar batimentos cardíacos ou seja não se verificam movimentos fetais ecograficamente.

Hemorragia vaginal escassa⁸: Ocorre geralmente no início da gravidez e pode ser causada por alterações hormonais ou mudanças no colo do útero. Este tipo de hemorragia não dura mais do que 3 dias.

Hemorragia vaginal moderada e moderada⁸: a partir dos 3 meses, pode indicar descolamento da placenta ou aborto espontâneo. A partir dos 7 meses de gravidez a hemorragia pode indicar início de parto prematuro.

Icterícia¹: a hiperpigmentação é a alteração fisiológica mais encontrada na gestação (90%). Acontece devido ao aumento dos níveis de hormonas estimuladores de melanócitos, estradiol e progesterona.

Lipotimia³: a lipotímia consiste na perda de sentidos, havendo no entanto a conservação da respiração e circulação. Na gravidez em estado mais avançado, pode ser devido ao aumento da estase venosa dos membros inferiores.

⁸http://obgyn.med.umich.edu/sites/obgyn.med.umich.edu/files/internal_resources_clinical/vag_bldg_preg-tr.pdf

Lóquios Fétidos¹: após o parto, o interior do útero continua a albergar restos da parte uterina da placenta e coágulos de sangue, elementos que devem ser eliminados através de específicas secreções vaginais denominadas lóquios. Caso estas secreções inficiem, emanam um odor fétido bastante típico.

Mastite⁹: Consiste numa inflamação das glândulas mamárias que ocorre em mulheres em fase de aleitamento materno.

Metrorragias¹: perda sanguínea, de origem corporal, fora do período menstrual. A metrorragia pode ocorrer entre 10 a 14 dias da fecundação e é sinal que o ovo fertilizado está implantado. Contudo, também pode ser indicativo de um aborto.

Parto Eminente¹: verifica-se quando a grávida apresentar contrações regulares a cada dois minutos, se existir perda de líquido amniótico, ou se já for possível visualizar a cabeça do bebé .

Vômitos incoercíveis¹: qualquer vômito preenche este critério. Afectam cerca de 50-90% das grávidas.

Outro motivo patológico¹: algumas patologias mais frequentes na grávida são: Pré-eclâmpsia (doença hipertensiva), diabetes gestacional, infeções urinárias, anemia, distúrbios da tiroide, entre outras.

Penso Repassado¹: ocorre numa intervenção ou numa ferida, quando o fluido, quer seja sangue ou outro, repassa o penso.

Perda de líquido amniótico ¹⁰: a perda de líquido amniótico quando acontece no terceiro trimestre (semanas de gestação >37) é devida à rutura espontânea da membrana (SRM), e o médico acompanha apenas a gravidez até ao nascimento. Quando a perda de líquido amniótico ocorre antes do terceiro trimestre (semanas de gestação <37)

⁹http://obgyn.med.umich.edu/sites/obgyn.med.umich.edu/files/internal_resources_clinical/mastitis-tr.pdf

¹⁰http://obgyn.med.umich.edu/sites/obgyn.med.umich.edu/files/internal_resources_clinical/rom_term-tr.pdf

ocorre a ruptura prematura da membrana (PROM) e neste caso, trata-se de um caso de urgência.

Prolapso do cordão umbilical¹¹: prolapso de qualquer parte do cordão umbilical através do colo.

Remover Sutura¹: consiste na remoção dos pontos de sutura, após a cicatrização da pele da mulher.

Semanas de gestação³: descrever à quanto tempo a mulher se encontra grávida. É medido em semanas, desde o primeiro dia do último ciclo menstrual da mulher até à data atual. Uma gravidez normal pode variar das 38 às 42 semanas.

Sintomas Urinários¹²: a gravidez deixa as mulheres mais suscetíveis às infecções do trato urinário.

Subida da tensão arterial de referência¹³: quando se regista um aumento da pressão arterial habitual da paciente.

Tensão Arterial¹³: corresponde à pressões que o sangue exerce na parede das artérias por onde circula. Na gravidez, é importante medir a tensão arterial, devido a um problema grave denominado de pré-eclâmpsia, devendo ser medida com frequência depois das 20 semanas de gestação.

Traumatismo³: podem ocorrer traumatismos diretos, quando a parede abdominal é atingida por um objeto, ou traumatismos indiretos, que ocorrem por efeito de contragolpe ou por compressão súbita.

Tumefação mamária¹: ocorre durante a primeira semana após o parto e resulta da produção do leite materno, resultando num aumento dos seios.

¹¹http://obgyn.med.umich.edu/sites/obgyn.med.umich.edu/files/internal_resources_clinical/cord_prolapse-tr.pdf

¹²http://obgyn.med.umich.edu/sites/obgyn.med.umich.edu/files/internal_resources_clinical/uti_pyelo-tr.pdf

¹³http://obgyn.med.umich.edu/sites/obgyn.med.umich.edu/files/internal_resources_clinical/hypertension-tr.pdf