

Universidade Aberta



# EHR

## Modelo de Recomendação Nutricional para o Serviço Nacional de Saúde Português

**Mário José Costa de Macedo**

Doutoramento em Gestão  
Especialidade Informação

Orientador: Professor Doutor Pedro Isaías

**2011**

*The quality of life is the value to be put on life, not its longevity, or the epicurian delites taken. It is not the avoidance of pain but the embracing of growth at every stage of life. Value is reflected in the impact you have on others in reaching their goals and leaving the world a little better than when you found it.*

*Chris Richardson*

## Resumo

A normalização dos registos eletrónicos de dados clínicos é um fator de melhoria da qualidade dos cuidados de saúde e da eficiência das organizações.

Também a melhoria do conhecimento organizacional e o desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão são potenciados com a normalização dos dados clínicos.

Um outro componente dos dados clínicos são as ontologias que lhes dão significado semântico e validam a sua coerência.

Na área nutricional desenvolveu-se um modelo de recomendação nutricional e propõe-se um sistema de gestão de dietas.

O modelo proposto baseia-se numa rede neuronal que adquire conhecimento com base nos casos de prescrições nutricionais. A validação do modelo de recomendação demonstrou um baixo valor de erro relativo médio.

Também se investiga, neste estudo, o método de criação de *archetypes* de dados nutricionais. O desenvolvimento destes *archetypes* permitirá incluir dados nutricionais nos registos eletrónicos de dados clínicos. Segundo os investigadores, médicos e dietistas que participaram no estudo, a prescrição de valores nutricionais adequados aos perfis e patologias dos doentes tem uma contribuição muito significativa para a adesão à terapia e diminuição das morbididades.

A aplicação do modelo proposto poderá ainda apoiar a decisão de prescrição nutricional e contribuir para um melhor conhecimento dos efeitos nutricionais nos doentes.

Palavras Chave: EHR, Registo Eletrónico Dados Clínicos, Ontologias, Rede Neuronal, Nutrição, Dietas, Patologias.

## Abstract

The standardization of electronic records for clinical data is a factor in improving the quality of healthcare and efficiency of organizations.

The improvement of organizational data and the development of decision support systems are also enhanced by the normalization of clinical data.

Another component of the clinical data are the ontologies that provide semantic meaning to them and validate their coherence.

In the nutritional field, it was developed a model of nutritional recommendations and also it is suggested a diet management system.

The proposed model is based on a neural network that acquires knowledge which is based on the cases of nutritional prescriptions. The recommendation model validation showed a low value of mean relative error.

In this study it is also investigated the method of creating nutritional data archetypes. The development of these archetypes will make it possible to include nutritional data in electronic records of clinical data. According to the researchers, doctors and dietitians who participated in the study, the prescription of nutritional values adequate to the patients' profiles and pathologies has a very meaningful contribution to be well received by patients to perform the therapy and to decrease morbidity.

The application of the proposed could also support the nutritional prescription decision and contribute to a better understanding of the nutritional effects in patients.

Key words: EHR, Clinical Data Electronic Record, Ontologies, Neural Network, Nutrition, Diets; Pathologies.

## Agradecimentos

O desenvolvimento do presente estudo de investigação representou um desafio e uma experiência inesquecível.

Se existem valores que são intangíveis sem dúvida que a vida é o maior. A possibilidade de aplicar conhecimentos da área de gestão de informação e investigar novos modelos na área dos serviços de saúde é uma oportunidade muito gratificante e compensadora.

Foi muito valiosa e importante o apoio e ajuda do meu orientador Prof. Doutor Pedro Isaías que partilhou comigo todos os momentos, disponibilizando elementos, dando ideias, orientando e corrigindo, mas que principalmente em momentos difíceis e complicados me deu força e ânimo para acreditar que conseguiria chegar ao fim.

Um agradecimento muito especial para a minha família que me criou as condições para que pudesse desenvolver o estudo e escrever a Tese.

Quando me propus desenvolver esta investigação, foi também muito importante a ajuda e o apoio de várias instituições e investigadores que se empenharam não só a transmitirem-me os conhecimentos da sua área como também em inúmeras conversas informais que ultrapassaram em muito tudo o que poderia esperar.

Alguns amigos e colegas próximos e de vários pontos do globo, que estiveram sempre ao meu lado dando todo o apoio, discutindo perspetivas e ajudando na revisão. Recordo-me também de alguns mais distantes, *Ricardo Pietrobon* da Universidade de *Duke*, EUA e do *Chris Richardson* do *Department of Veterans Affairs*, EUA. Não resisti em transcrever um dos aforismos do Chris para a introdução!

Na impossibilidade de referir todas as pessoas que me apoiaram, deixo um Bem Haja a todos!

## Índice

Acrónimos .....	xiv
1-Introdução .....	1
1.1 Contexto .....	1
1.2 Questões de Investigação .....	11
1.3 Objetivos de Investigação .....	12
1.4 Organização da Tese .....	13
II – Revisão de Literatura .....	15
2.1. Normas de <i>Electronic Health Record</i> (EHR): Definições e conceito de EHR.....	15
2.1. Modelos normalizados de arquiteturas EHR e Standards.....	23
2.1.1. ISO 13606 .....	23
2.1.1 OpenEHR .....	36
2.1.1 HL7.....	43
2.3 Terminologias, Taxonomias e Ontologias .....	49
2.3.1 Conceitos e Definições .....	49
2.3.2 ICD9 e ICD10.....	55
2.3.3. SNOMED.....	59
2.3.3. LOINC.....	61
2.3.5 Código de Nomenclatura e Valor Relativo de Atos Médicos .....	62
2.3.6. CHNM .....	64
2.3.7 Tabelas de composição de Alimentos.....	65
2.4. Business Process Management.....	70
2.5 Análise de Conteúdos Semânticos .....	73
2.6 Resumo do Capítulo e Objetivos .....	77
III- Metodologia de Investigação .....	78
3.1 Contexto da investigação .....	78
3.2 Metodologias de Investigação .....	80
3.2.1 Positivismo .....	80

3.2.2 Interpretativismo .....	80
3.2.3 Realismo .....	80
3.3 Estratégias de Investigação .....	81
3.3.1 Estudos de Caso.....	81
3.3.2 Grounded Theory .....	84
3.3.3 Action Research.....	84
3.3.4 Secondary Data .....	85
3.4 Métodos de Investigação .....	86
3.4.1 Métodos Qualitativos e Quantitativos .....	86
3.4.2 Multimétodos.....	86
3.4. Justificação da abordagem metodológica de estudo de caso .....	88
3.5. Desenho da Metodologia de Investigação.....	90
3.6 Protocolo de Estudo de Caso .....	96
IV- Estudo de Caso.....	98
4.1. Caracterização da Instituição Objeto do Estudo de Caso .....	98
4.2 – Análise do Sistema de Informação Existente no Centro Hospitalar.....	103
4.3 – Diários Clínicos .....	126
4.4 Análise das Entrevistas e Focus Groups .....	133
4.4.1 Entrevista a Investigador externo .....	135
4.4.2 Focus Group com investigadores do Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge .....	140
4.4.3 Focus Group com Médicos e Dietistas do Centro Hospitalar.....	143
4.4.6 Entrevista Semi-Estruturada com dois investigadores da OpenEHR .....	145
Capítulo V – Desenvolvimento do Modelo de Recomendação Nutricional.....	149
5.1 Introdução ao estudo do modelo.....	149
5.2 Taxonomias <i>Eurofir</i> e <i>Portfir</i> para a normalização da composição e identificação dos valores nutricionais dos alimentos.....	152
5.2 Taxonomia <i>Eurofir</i> .....	152

5.2.2. Taxonomia <i>Portfir</i> .....	156
5.2.3 Modelação das taxonomias Eurofir com conceitos de ontologias .....	159
5.3. Análise das dietas hospitalares praticadas nos hospitais .....	160
5.4 Modelo de Inferência de Valores Nutricionais.....	161
5.4.1 Descrição e treino do modelo de inferência com valores da literatura.....	161
5.4.2 Comparação entre os valores da literatura e os inferidos pelo modelo.....	170
5.4.3 Treino do modelo de inferência com valores práticos.....	172
5.4.4 Validação do modelo.....	180
5.4.5 Conclusões do capítulo.....	182
Capítulo VI - Sistema de Recomendação para Dietas Alimentares .....	183
6.1 Contexto e Descrição Geral.....	183
6.2 Modelo de Inferência de necessidades nutricionais.....	187
6.3 Ontologia de composição de alimentos.....	191
6.4 Filtro de seleção da Ontologia de Produtos Alimentares .....	193
6.5 Composição do Menu .....	195
6.6 Módulo de Planeamento das Dietas .....	195
6.7 Modelação de Archetype .....	198
Capítulo VII – Conclusões e Trabalhos Futuros .....	200
7.1 Conclusões.....	200
7.2 Restrições ao Estudo.....	205
<i>Referências Bibliográficas</i> .....	208
ANEXOS.....	214
Anexo I - Documentos e Grupos de Trabalho para a Normalização do Electronic Health Record .....	215
Anexo II - Print Screens .....	218
Anexo III - Principais atos médicos.....	220
Anexo IV - Tabelas DRI .....	234
Anexo V - Portfolio Projeto PORTFIR - INSA.....	239

Anexo VI - Questionário de Risco Nutricional .....	241
ANEXO VI .....	242
ANEXO VII .....	263

## Índice de Figuras

Figura 1.1 - Principais características de um sistema de cuidados de saúde na perspetiva do cidadão (Fonte: Adaptado de Wang, et al., 2011) .....	4
Figura 2.1 - Especialização do modelo de EHR, (Fonte: Adaptado de ISO 20514, 2005) .....	18
Figura 2.2 – Arquitetura EHR - níveis de abstração, (Fonte: Adaptado de <i>OpenEHR ISO18308 Requirements</i> ) .....	19
Figura 2.3 – Transformação de dados e Archetypes entre dois sistemas, (Adaptado de Martínez Costa, Menárguez-Tortosa, & Fernández-Breis, 2011) .....	26
Figura 8 – Arquitetura PHR projeto trac, (Adaptado de Cardillo, 2011) .....	32
Figura 2.4 – Arquitetura dos módulos do OpenEHR, (Fonte: Adaptado de OpenEHR, 2007).....	37
Figura 2.5 – Arquitetura funcional do OpenEHR, (Fonte: Adaptado de OpenEHR 2007) .....	39
Figura 2.6 – Archetype para registo da pressão arterial, (Fonte: OpenEHR).....	40
Figura 2.7 – Estrutura do corpo de dados do <i>Archetype</i> . (Fonte: OpenEhr) .....	41
Figura 2.8 – apresenta informações adicionais que completam o referido archetype....	42
Figura 2.9 – Exemplo de alguns registos da tabela RIM, (Fonte: HL7) .....	47
Figura 2.10 – Ontologia sobre o infarto do miocárdio construída com conceitos ICD10. (Adaptado de Zhang & Walji, 2011).....	57
Figura 2.11 – Relação entre um termo e um órgão, (Adaptado de IHTSDO, 2008).....	60
Figura 3.1 – Métodos de investigação, (Adaptado de Saunders, et al., 2003) .....	86
Figura 3.2 – Protocolo do Estudo de Caso .....	97
Figura 4.1 – Estrutura etária da área de influência (Fonte: Instituto Nacional de Estatística) .....	98
Figura 4.2 – Evolução Nacional do número de registos de atos de enfermagem realizados, (Fonte: ACSS) .....	113
Figura 4.3 – Número de auditorias realizadas, (Fonte: ACSS) .....	113
Figura 4.7 – Ecrã da aplicação SAM sobre Saúde Materna .....	118

Figura 4.8 – Ecrã das aplicação SAM para prescrição eletrónica .....	118
Figura 4.9 – Ecrã da aplicação SAM para a prescrição eletrónica. ....	119
Figura 4.10 – Registo de dados clínicos do doente (Fonte: Aplicação SAM) .....	122
Figura 4.11 – Folha de avaliação nutricional do doente (Autor: Serviço de Dietética do Centro Hospitalar do Caso de Estudo) .....	123
Figura 4.12- Valores nutricionais calculados para o doente, Autor: Serviço de Dietética do Centro Hospitalar do Caso de Estudo) .....	123
Figura 4.13 – Excerto de diários clínicos do Centro Hospitalar.....	127
Figura 4.14 – Importância relativa dos termos nos conceito 1 do diários clínicos analisados .....	129
Figura 4.15 – Importância relativa dos termos nos conceitos 2 dos diários clínicos analisados .....	130
Figura 4.16 – Importância relativa dos termos nos conceitos 3 dos diários clínicos analisados .....	130
Figura 4.18 – Importância relativa dos conceitos dos diários clínicos analisados .....	131
Figura 4.19 – Entrevistas e Focus Groups .....	133
Figura 4.20 – Fatores de sucesso e barreiras da prescrição nutricional integrada no EHR .....	135
Figura 4.21 – Relação entre a tabela TCA e a tabela DRI .....	137
Figura 4.22 – Definição das Porções .....	139
Figura 4.23 – Base de Dados de Produtos Alimentares .....	140
Figura 5.1 – Modelo de dados da Base de Dados da Dinamarca (Fonte: Estudo do autor) .....	152
Figura 5.2 – Ontologia Languag (Fonte: Møller & Ireland (2010)).....	155
Figura 5.3 – Ontologia do Eurofir Modelada com o <i>Protégé</i> , níveis 1,2 e 3. (Fonte: Modelo do autor) .....	159
Figura 5.4 – Valores inferidos para o cálcio.....	171
Figura 5.6 – Valores calóricos inferidos em função da idade do doente.....	175
Figura 5.7 – Valores calóricos inferidos em função do género.....	175

Figura 5.8 – Valores calóricos inferidos em função do índice de massa corporal (Quociente entre peso e altura elevada ao quadrado).....	176
Figura 5.9 – Valores de água em função da idade.....	176
Figura 5.10 – Valores de água em função do género .....	177
Figura 5.11 – Valores de água em função do índice de massa corporal (Quociente entre peso e altura elevada ao quadrado).....	177
Figura 5.12 – Valores de proteínas em função do género .....	178
Figura 5.13 – Valores de proteínas em função da idade.....	178
Figura 5.14 – Valores de proteínas em função da massa corporal (Quociente entre peso e altura elevada ao quadrado) .....	179
Figura 6.1 – Exemplo de ficheiro em PMML do modelo .....	188
Figura 6.1 – Exemplo de ficheiro em PMML do modelo (continuação) .....	189
Figura 6.3 – Exemplo da ontologia de produtos alimentares com o primeiro nível .....	192
Figura 6.4 – Exemplo de uma árvore de decisão para escolha da dieta do doente em função das necessidades nutricionais (Proposta do autor) .....	195
Figura 6.5 – Arquitetura Geral do sistema .....	197
Figura 6.6 – Modelação de um Archetype, desenvolvimento do conceito com o <i>software XMind</i> . (Proposta do autor) .....	198
Figura 6.7 – Modelação de um archetype de Avaliação Nutricional com o software LiU da Universidade de Linköpings, (Proposta do autor) .....	199
Figura 6.8 – Modelação de um <i>archetype</i> de Avaliação Nutricional com o <i>software</i> LiU da Universidade de Linköpings, (Proposta do autor), (continuação) .....	199

## Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Estrutura do registo EHR da ISO 13606, (Adaptado de ISO 13606, 2008) .....	23
Tabela 2.2 – Componentes do EHR HL7 versão 3 (Adaptado: ISO 13606) (continuação) .....	34
Tabela 2.1 – Alguns códigos ICD-10, (Fonte: NCHS) .....	56
Tabela 2.2 – Excerto da tabela de Classificações dos Atos Médicos com K, (Ordem dos Médicos, 1997).....	62
Tabela 2.3 – Excerto da tabela de Classificações dos Atos Médicos com C e K, (Ordem dos Médicos, 1997) .....	63
Tabela 2.4 – Excerto da Tabela CHNM, (INFARMED, 2011).....	64
Tabela 2.5 – Exemplos de códigos do Languag de grupos de alimentos.....	68
Tabela 2.6 – Exemplos de códigos do Languag de descrições de grupos de alimentos .68	
Tabela 2.7 – Exemplos de códigos do Languag de alimentos.....	69
Tabela 3.1 – Distribuição das atividades pelos objetivos de investigação .....	96
Tabela 4.1 – Serviços do Centro Hospitalar, (Fonte: Centro Hospitalar) .....	99
Tabela 4.2 – Mapa de Quadro de Pessoal do Centro Hospitalar, (Fonte: Centro Hospitalar) .....	100
Tabela 4.4 – Exemplo de valores nutricionais de alimentos (Autor: Investigador de dietética e nutrição) .....	124
Tabela 5.1 – Exemplo da tabela de <i>Groupnames</i> .....	153
Tabela 5.2 – Exemplo da tabela <i>Classif</i> .....	153
Tabela 5.3 – Exemplo da tabela <i>Foodinfo</i> .....	154
Tabela 5.4 – Exemplo da tabela <i>Nutrients</i> .....	154
Tabela 5.5 – Dietas do Centro Hospitalar .....	160
Tabela 5.6 – Exemplo de dados de necessidades nutricionais retirados da ontologia DRI .....	163
Tabela 5.7 – Grupos de Doentes.....	164
Tabela 5.8 – Frequências dos casos usados para treino e validação da rede neuronal. .165	

Tabela 5.9 – Constituição da rede neuronal .....	166
Tabela 5.10 – Constituição da rede neuronal .....	167
Tabela 5.11 – Constituição da rede neuronal com valores prescritos .....	172

## Acrónimos

- ✚ ADL: Archetype Definition Language
- ✚ AM: Archetype Model
- ✚ ANSI: American National Standards Institute
- ✚ CAP: College of American Pathologists
- ✚ CDA: Clinical Document Architecture
- ✚ CEN/TC 251: CEN Technical Committee 251 (desenvolve standards no domínio do EHR)
- ✚ CEN: Comité Européen de Normalisation (European Committee for Standardization) federação de represent antes de 28 que também pertencem ao board da ISO.
- ✚ CMET: Common Message Element Type (uma definição do HL7)
- ✚ DICOM: Digital Imaging and Communication in Medicine
- ✚ EHCR: Electronic Healthcare Record
- ✚ EHR: Electronic Health Record
- ✚ EMR: Electronic Medical Record
- ✚ EU: European Union
- ✚ FBDG: Food Based Dietary Guidelines
- ✚ GEHR: Good European Electronic Health Record
- ✚ GEHR: Good European Health Record (a research project, 1992-5)
- ✚ GP: General Practitioner
- ✚ HISA: Health Informatics Service Architecture (acrónimo utilizado para a EN 12967)
- ✚ HL7: Health Level Seven
- ✚ IANA: Internet Assigned Numbers Authority
- ✚ IETF: Internet Engineering Task Force
- ✚ IHTSDO: International Health Terminology Standards Development Organisation
- ✚ ISO: International Organization for Standardization
- ✚ ICD: International Codes of Diseases
- ✚ JBI: Java for Business Integration
- ✚ LOINC: Logical Observation Identifiers Layers and Codes
- ✚ MDA: Model Driven Architecture

- ✚ OBX Observation/Result
- ✚ ODP: Open Distributed Processing (ISO/IEC 10746-1, utilizado para descrever sistemas distribuídos)
- ✚ OID: Object Identifier
- ✚ OTM: Operation Template Model
- ✚ OWL: Ontology Web Language
- ✚ PMML: Predictive Modelling Markup Language
- ✚ PHR Personal Health Record
- ✚ RIM: Reference Information Model
- ✚ RM: Reference Model
- ✚ SIG: Clinical Genomics Interest Group
- ✚ SM: Service Model
- ✚ SNOMED: Systematized Nomenclature of Medicine
- ✚ UML: Unified Modelling Language
- ✚ USDA: United States Department of Agriculture
- ✚ W3C: World Wide Web Consortium
- ✚ XLST: EXtensible Stylesheet Language
- ✚ XML: Extensible Mark-up Language

# 1-Introdução

## 1.1 Contexto

A grande heterogeneidade de modelos de dados das diversas aplicações informáticas implementadas nas Unidades de Cuidados de Saúde e as diversas tecnologias utilizadas potenciam, segundo Beale (s.d.), os seguintes desafios ao desenvolvimento dos Sistemas de Informação:

- Longevidade dos registos clínicos;
- Interoperacionalidade entre todos os sistemas utilizados na Saúde;
- Implementação de Sistemas de Suporte à Decisão;
- Gestão da Mudança;
- Obsolescência dos sistemas;
- Multiplicidade de sistemas de aquisição de dados;
- Mobilidade de indivíduos;
- Variedade de culturas;
- Variedade de terminologias médicas;
- Capacidade de adequação às necessidades e à sua evolução.

**A longevidade dos registos clínicos** é um dos constrangimentos atuais à digitalização dos processos clínicos pois o acesso aos dados depende da disponibilidade de suportes informáticos e das tecnologias utilizadas no seu armazenamento. Devido ao facto do ciclo de vida dos dados ser muito superior ao ciclo de vida de qualquer tecnologia informática, a preservação dos registos clínicos são um desafio importante.

**A interoperacionalidade entre os sistemas utilizados na Saúde** é uma das dimensões a contemplar na integração de dados. Existe uma grande variedade de aplicações informáticas nas Unidades de Cuidados de Saúde desenvolvidas por diferentes entidades em diferentes datas e com diferentes tecnologias.

A implementação de **Sistemas de Suporte à Decisão** é uma prioridade nas dimensões operacional, técnica e estratégica. A necessidade de aumentar a qualidade interna e externa dos cuidados prestados com melhoria de eficiência e aumento da satisfação do doente é um dos objetivos da gestão dos dias atuais. No domínio dos objetivos de

aumento de qualidade destacam-se na dimensão operacional o conhecimento e a diminuição do erro clínico, a otimização de recursos de equipamentos, meios complementares de diagnóstico e tratamento, gestão do medicamento e aprovisionamentos. A criação de conhecimento para apoio ao diagnóstico clínico, planos de tratamento e tomada de decisão ao nível epidemiológico é um dos principais vetores dos sistemas clínicos de apoio à decisão. Com a especialização e complementaridade dos Serviços das Unidades de Cuidados de Saúde e com a necessidade cada vez maior de ferramentas de apoio à gestão de topo é importante implementar sistemas de Apoio à Decisão também neste domínio.

A **Gestão da Mudança** implica a migração de dados entre sistemas e a adequação da sua completude aos diferentes ambientes de funcionamento. A definição de arquiteturas e estruturas de dados que possam acompanhar a evolução da sua complexidade é também uma das metas a atingir.

A **obsolescência dos sistemas** é um fator cada vez mais presente. O ciclo de vida das tecnologias e dos requisitos dos Sistemas de Informação é cada vez mais curto. Por outro lado, os dados representam cada vez mais o património a preservar.

A **multiplicidade de sistemas de aquisição de dados** é cada vez mais acentuada. Dois fatores concorrem para este aumento, o aparecimento de diversos sistemas de informação associados a equipamentos médicos e segmentados por especialidades e o aumento da oferta do mercado de aplicações informáticas para a Saúde.

A **mobilidade de indivíduos** que requerem Cuidados de Saúde em diferentes momentos e em diferentes localizações geográficas é cada vez maior. Existindo esta mobilidade de pessoas e devido ao facto da Saúde ser um bem que requer serviços continuados, torna-se necessária uma globalização dos Cuidados de Saúde.

A **variedade de culturas** de indivíduos com ambientes e hábitos de vida diferentes obriga a que a estruturas de armazenamento de dados e conhecimento sejam transversais não só às diferentes patologias, diagnósticos, tratamentos médicos, mas também a hábitos e costumes de vida que influenciam os riscos clínicos e as patologias associadas.

Existe uma grande variedade de terminologias médicas, no entanto, algumas normas como o Internacional Code Diseases, (ICD), Systematized Nomenclature of Medicine1, (SNOMED-CT) e Grupos de Diagnóstico Homogéneos, (GDH) entre outras, pretendem estabelecer uma sintaxe comum entre os diferentes Sistemas de Informação.

Os Sistemas de Informação na Saúde deverão ainda possuir capacidade de adequação às necessidades e à sua evolução não só na dimensão da integração dos sistemas especializados nos Cuidados de Saúde, mas também nas dimensões do desenvolvimento de necessidades específicas de cada Unidade de Cuidados de Saúde e do conhecimento científico.

Na perspetiva do cidadão, os cuidados de saúde deverão ainda apresentar as seguintes características (Wang, Kamin, & J., 2011):

- Segurança;
- Eficácia;
- Centrados no doente;
- Atempados;
- Eficientes;
- Equitativos.

A **segurança** dos cidadãos e a ausência de eventos adversos é um objetivo para o qual os sistemas de informação poderão contribuir. Esta contribuição poderá assumir diferentes formas desde o aumento e acessibilidade à informação disponível sobre cada cidadão para potenciar diagnósticos e planos de tratamento mais adequados até ao controlo do cumprimento dos *guidelines* clínicos.

A diminuição do risco clínico é dos objetivos dos serviços de saúde. Segundo Fragata (2006), por risco entende-se [...] *A probabilidade de ocorrência de um evento adverso. Por evento adverso entende-se qualquer ocorrência negativa ocorrida para além da nossa vontade e como consequência do tratamento, mas não da doença que lhe deu origem, causando algum tipo de dano, [...]* (p.41).

A existência de fatores adversos é uma constante nos serviços de saúde. Segundo (Uva, Sousab, & Serranheira (2011), [...] *as taxas de incidência de eventos adversos em hospitais atingem valores que variam entre os 4 % e os 16 % (com consequente impacto clínico, económico e social), sendo que desses a maior parte (50 % a 70 %) são considerados preveníveis.* (p.1).

A **eficácia** é outro aspeto muito importante na prestação de cuidados de saúde. O tempo em muitos casos é um fator determinante da qualidade dos cuidados prestados e das morbilidades e comorbilidades resultantes do tratamento. Também para a

sustentabilidade financeira da organização, o tempo de tratamento é um fator potenciador de maiores custos.

Os **cuidados de saúde deverão ainda ser centrados no doente** e adequados à sua patologia. Se por um lado é importante e um fator de melhoria de qualidade, a utilização de *guidelines* também é certo que não existem dois indivíduos iguais com a mesma história clínica e com o mesmo metabolismo. Por este motivo, a adequação dos meios terapêuticos a cada indivíduo e a cada episódio clínico são vetores determinantes dos resultados.

Os cuidados de saúde deverão também ser **atempados** o que significa que o tempo de execução do diagnóstico e início do plano de tratamento deverá ser o mais curto possível. Em algumas patologias, o tempo é determinante para o sucesso do tratamento.

Os cuidados de saúde deverão também ser **eficientes** evitando custos desnecessários, consumos de meios complementares de diagnóstico e tratamento e energéticos.

Também a **equidade** de prestação de cuidados de saúde deverá ser adequado às necessidades da população, às diferentes patologias, etnias, culturas e ao género de cada cidadão.

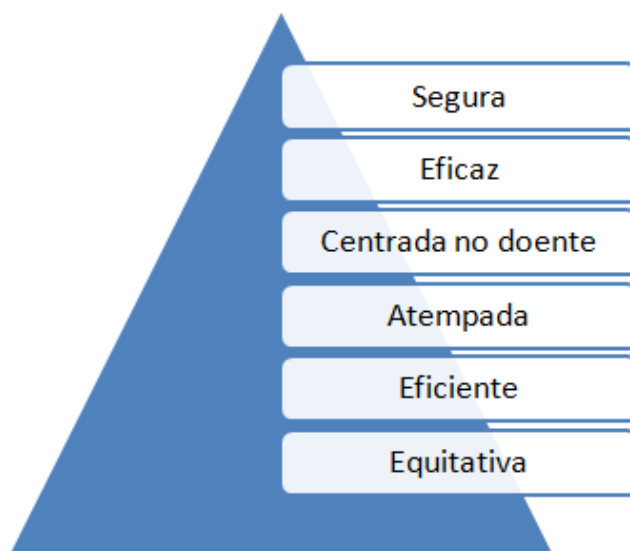


Figura 1.1 - Principais características de um sistema de cuidados de saúde na perspetiva do cidadão (Fonte: Adaptado de Wang, et al., 2011)

A integração, normalização e estandardização dos sistemas de informação de cuidados de saúde são alguns dos objetivos perseguidos.

As ciências médicas são profícuas em ontologias que descrevem o conhecimento associado às causas e efeitos de patologias, microrganismos, medicamentos, atos médicos, dispositivos clínicos, estruturas anatómicas e outros conceitos relacionados com a prestação dos cuidados de saúde.

Devido à grande diversidade de práticas, culturas, progresso da ciência e à linguagem de descrição das variáveis acontece que cada registo clínico apenas pode ser interpretado por profissionais com o mesmo entendimento dos respetivos autores.

Este facto constitui uma barreira para o desenvolvimento do conhecimento do histórico clínico de cada doente, para a partilha de planos de tratamento, de métodos e resultados de investigação, para a diminuição dos riscos clínicos, para o aumento da informação sobre cada patologia e para uma melhor gestão dos cuidados de saúde.

Torna-se, desta forma, importante desenvolver modelos que permitam partilhar dados clínicos, aumentar a longevidade dos dados, melhorar a sua qualidade e tornar os dados independentes da tecnologia usada.

O objetivo final de um registo eletrónico normalizado de dados clínicos é ainda também de potenciar estudos epidemiológicos, saúde pública e gestão de cuidados de saúde.

O conceito de *Electronic Health Record* (EHR) apresenta diferentes definições. De acordo com um documento publicado por um grupo de trabalho da ISO denominado TC215-WG1, (TC215, 2000) à data desta publicação, o conceito de EHR era também referido como *Electronic Health Record Care Record* (EHCR), *Computerized Patient Record* (CPR) e *Electronic Patient Record* (EPR). Todas estas designações apresentavam conceitos idênticos devendo-se a variância de designações às origens das práticas e culturas.

A *Centre for Health Informatics and Multiprofessional Education* da *University College London* definiu os requisitos de um EHR (Lloyd & Kalra, s.d.) como tendo de ser completo e comunicável, apresentar integridade e coerência, ser transmissível entre diferentes sistemas e países e apresentar características ético-legais que permitam ser utilizado em cuidados de saúde.

Em 2004, a ISO publicou a norma denominada 18308 que estabeleceu os requisitos para um sistema normalizado de dados clínicos.

Diferentes grupos de trabalho têm desenvolvido recomendações sobre este tema com especial relevância para o TC215 que tem contribuído para os standards da ISO.

A normalização dos metadados pretende definir repositórios de dados passíveis de serem acedidos por diferentes sistemas de informação e estruturas de mensagens adequadas ao alinhamento de dados.

Existe um conjunto de normas ISO para a normalização de variáveis associadas a dados demográficos e métricas quantitativas. A norma ISO 11404 (ISO 11404, 2007) especifica um conjunto de tipos de dados disponíveis para a construção de estruturas de dados. Estes tipos básicos são o booleano, inteiro, real, nominal e classe, entre outros.

O principal objetivo desta norma foi o de definir um conjunto de tipos de dados e agregação entre os mesmos que permitam a transversalidade do código escrito para diferentes linguagens de programação, a independência entre diferentes versões de *software* e potenciar o desenvolvimento e utilização de novas tecnologias como por exemplo o *Java for Business Integration* (JBI), representação de dados em *Extended Markup Language* (XML) com recurso a *namespaces*, programação de interfaces em *Extensible Stylesheet Language* (XSLT), entre outros.

A utilização desta norma permite ainda a partilha de *software* entre diferentes entidades o que favorece o desenvolvimento de software em *Opensource*.

A norma ISO 21090 (ISO 21090) define um conjunto de estruturas de metadados associadas aos cuidados de saúde.

Nesta norma, os metadados são modelados segundo a terminologia *Unified Modelling Language* versão 2 (UML 2) que permite uma agregação de tipos elementares conforme se encontram definidos na norma ISO 11404.

A ISO 21090 apresenta ainda um avanço importante aplicável a dados clínicos. Trata-se do tipo *Nullflavor*. Este novo tipo traduz situações em que uma variável clínica é desconhecida por múltiplos motivos tais como, por exemplo, incapacidade do doente para responder por estar inconsciente, desconhecimento do doente, impossibilidade de recolher o valor da variável, motivos éticos ou de privacidade para recolher o valor da variável entre outros.

A *OpenEHR* (Beale, 2007) desenvolveu este conceito e incluiu mais valores para este tipo de dados.

A norma ISO 18308 (ISO 18308, 2002) definiu os requisitos de um registo eletrónico de dados clínicos. Esta norma permitiu conhecer nas vertentes de estrutura, arquitetura de dados, suporte de terminologias, processos, comunicação, segurança e privacidade os requisitos que o EHR deve possuir.

No âmbito específico das comunicações, a ISO publicou a norma 13606 (ISO 13606) que estabelece as estruturas de dados para a interoperabilidade entre sistemas.

As normas acima referidas e outras de menor importância para este contexto foram desenvolvidas pelo TC215 (ISO TC215) formado por oito grupos de trabalho.

Os dados clínicos apresentam características multidimensionais que utilizam variáveis normalizadas de outros domínios e métricas específicas. Também alguns dados estruturados de outras aplicações como, por exemplo, as coordenadas geográficas podem ser incluídas no registo eletrónico de dados clínicos.

É possível replicar estruturas de dados idênticas o que comprova a propriedade do isomorfismo assim como é possível redefinir novas estruturas, propriedade de hereditariedade. Também podemos agregar dados para construir dados mais complexos.

Estas características dos dados clínicos induzem o conceito de objetos tal como foi definido pela *Open Management Group* (OMG) para repositórios de dados clínicos.

Pode-se, desta forma, definir um conjunto de objetos que representam dados clínicos e com recurso a uma linguagem *Object modeling Language* (OML), definir uma biblioteca de objetos para armazenar os dados clínicos.

Alguns atributos destes objetos podem ser eles próprios variáveis ou dados complexos estruturados segundo diferentes normas. Por exemplo, citam-se as imagens clínicas, vídeos, registos de ECG, EEG, entre outros. De uma forma geral, podem-se citar todos os outputs de equipamentos clínicos que produzem dados complexos.

A saúde também depende dos hábitos alimentares e alguns alimentos e dietas chegam a ser prescritos como componentes dos planos de tratamento.

Não existe, no entanto, uma especificação que permita incluir estes dados no registo EHR do cidadão.

No âmbito dos dados genéticos é possível encontrar modelos que integram informação genética em modelos de EHR, (Jing, Kay, Marley, Hardiker, & Cimino, 2011), (Jiang et al., 2008), entre outros.

O registo EHR deveria ser capaz de integrar também informação genética. Segundo Machado (2010),

*[...] os novos padrões de EHR são capazes de integrar informação clínica com dados do genoma obtida mediante a aplicação da sequência genética total do DNA de doentes,(p.73).*

A deteção de genes que estão na origem das doenças e o seu tratamento com produtos de terapia genética<sup>1</sup> é um dos desafios atuais.

Também o impacto dos estilos de vida influenciam as patologias.

Segundo Machado (2010),

*O impacto dos estilos e acontecimentos de vida assim como da disposição na doença é frequentemente negligenciado. Estão habitualmente ausentes do registo médico mas não deixam de atuar como fatores precipitantes, predisponentes e perpetuadores desempenhando funções importantes no desencadeamento da doença e na sua evolução. (p. 20)*

No âmbito nutricional, existem alguns estudos muito interessantes como, por exemplo o de Rajgopal, Cox, Lambur, & Lewis (2002), que avaliou os benefícios da educação e dos planos nutricionais na prevenção de doenças crónicas.

A importância da nutrição é reconhecida universalmente como um fator importante para a saúde quer na prevenção quer no tratamento das patologias.

A atividade celular depende dos componentes dos nutrientes disponíveis e da sua quantidade.

Desta forma as estratégias nutricionais condicionam o processo de metabolismo. É, pois, importante o controlo da atividade celular para prevenir terapias ou gerir a aderências às terapias (Laibow, s.d.).

Nas condições de internamento em que os indivíduos se encontram mais fragilizados os profissionais de saúde consideram a nutrição como um fator relevante no tratamento.

---

<sup>1</sup> <http://www.genethon.fr/rd/plateformes-devaluation-preclinique/>, consultado em 2011-12-25.

Os sistemas de informação são componentes importantes para a gestão das organizações e, neste caso, para organizações de serviços de saúde.

Os sistemas de informação permitem potenciar a acessibilidade dos profissionais aos dados, aplicar algoritmos para criação de informação e por consequência potenciar o desenvolvimento do conhecimento.

É conhecido da existência de complementos nutricionais. Estes complementos nutricionais são substâncias químicas que reforçam os valores nutricionais dos alimentos ou podem mesmo substituí-los.

A *Dietetic American Association*<sup>2</sup> criou uma *call* para a formação de um grupo de trabalho para estudo do modelo de EHR que incluísse dados nutricionais. Segundo esta Associação,

*EMRs typically contain demographic, lifestyle and history information on each individual that presents for care, such as age, gender, ethnicity, relevant family and past medical history, medications, supplements, alcohol/cigarette use and psychosocial and socioeconomic history. This standard information, collected on initial assessment, is important for evaluation purposes but alone it is not enough to provide for an adequate nutrition screen that identifies individuals that need a full nutrition assessment and perhaps a nutrition care referral. In order to document a complete nutrition assessment, an EMR needs to be able to combine demographic, medical history and lifestyle indices with a separate and distinct dataset on nutrition.*<sup>3</sup>

Ainda de acordo com esta Associação, a normalização da linguagem de nutrição é um contributo importante para o EHR<sup>4</sup>.

---

<sup>2</sup> Disponível em <http://www.eatright.org/>, consultado em 2011-12-29.

<sup>3</sup> Os registos eletrónicos de dados clínicos contêm dados demográficos, estilos de vida e informação histórica de cada doente tal como idade, sexo, etnia, histórico clínico, medicamentos, hábitos de tabaco e álcool e história social e psicossocial. Esta informação recolhida inicialmente é essencial para o diagnóstico. Mas é insuficiente para um plano nutricional. Para tal, é fundamental que em associação com os restantes dados seja desenvolvida uma estrutura para dados nutricionais.

<sup>4</sup> <http://www.adaevidencelibrary.com/files/Docs/StandardLanguageEHRnotes.pdf>, consultado em 2011-12-25.

Conclui-se desta forma que a orientação para um registo normalizado de EHR pretende melhorar a informação e a construção do conhecimento ao mesmo tempo que se potencia uma melhoria na qualidade dos serviços de saúde e ganhos de eficiência e eficácia nas organizações que prestam os serviços.

A construção da informação sobre dados alimentares e a sua integração nos modelos de EHR são fatores importantes para o conhecimento científico.

## 1.2 Questões de Investigação

O presente estudo tem como área os Sistemas de Informação em Saúde inseridos no contexto socioeconómico e prestação de serviços do Serviço Nacional de Saúde.

Os Sistemas de informação em Saúde podem apresentar diferentes perspetivas, a perspetiva de governação do Sistema Nacional de Saúde, a gestão da saúde pública e de doenças crónicas, a gestão administrativa e financeira das instituições, a gestão e controlo da produção hospitalar e a prestação de cuidados de saúde centrados no doente.

O âmbito de incidência do presente estudo é a prestação de cuidados de saúde centrados no doente.

Os sistemas de informação focados no doente possuem uma arquitetura baseada num modelo de EHR.

Por este motivo, o estudo das normas e conceitos subjacentes aos modelos de EHR são essenciais para o estudo.

A nutrição é uma das fontes de saúde e um dos fatores presentes nas terapias. São as prescrições de regimes de dieta associadas a terapias.

Compreende-se desta forma a necessidade de recomendar dietas e associar os seus dados ao registo de EHR.

O tópico do estudo é a prescrição de dietas e a sua integração em modelos de EHR.

Como questão de investigação apresentam-se as seguintes:

**Será possível desenvolver um modelo de recomendação de dietas integrado num modelo de EHR para os hospitais em Portugal?**

Um modelo de recomendação de dietas é um modelo que em função dos dados pessoais do doente e da patologia ou patologias associadas infere sobre as necessidades nutricionais e propõe uma dieta.

### 1.3 Objetivos de Investigação

Para responder à questão de investigação, definiram-se os seguintes objetivos:

- 1 Averiguar da existência de normas e modelos de registo eletrónico de dados clínicos.
  - 1.1 Averiguar sobre normas e modelos de metadados para registo eletrónico de dados clínicos;
  - 1.2 Averiguar de ontologias aplicáveis a cuidados de saúde;
- 2 Averiguar dos sistemas de Informação de Apoio Clínico dos Hospitais em Portugal
  - 2.1 Avaliar a qualidade das plataformas de EHR e da integração de dados;
  - 2.2 Averiguar da utilização de ontologias normalizadas para dados clínicos;
  - 2.3 Averiguar dos processos de avaliação utilizados pelos hospitais de necessidades nutricionais de doentes, do valor percebido pelos profissionais de saúde e da forma de registo no EHR.
- 3 Averiguar da existência de uma metodologia para cálculo das necessidades nutricionais
  - 3.1 Averiguar dos métodos de cálculos das necessidades nutricionais;
  - 3.2 Averiguar da existência de métodos para cálculo de valor nutricional de alimentos;
  - 3.3 Avaliar os métodos de prescrição utilizados nos hospitais.
- 4 Desenvolvimento do modelo de recomendação de valores nutricionais e sua validação
- 5 Estudo sobre a integração do modelo de recomendação de necessidades nutricionais num modelo de dietas
- 6 Averiguar da possibilidade de integração do modelo proposta nos modelos de EHR normalizados existentes

## 1.4 Organização da Tese

O presente estudo apresenta dimensões em muitas áreas e de uma complexidade. Por este motivo foi impossível focar a revisão de literatura em aspetos apenas relacionados com nutrição.

Segundo alguns autores como, por exemplo, Machado (2010), dados relacionados com saúde são todos os que condicionam o cidadão.

Nesta orientação, um modelo de EHR deverá ser capaz de receber qualquer dado que representa o ambiente em que o cidadão existe, a sua constituição genética, histórico clínico, estilo de vida entre muitos outros.

Pelos motivos referidos, a tese reflete alguns dos estudos realizados em aspetos do âmbito dos objetivos para, por fim, se focar na questão de investigação.

A presente Tese está organizada da seguinte forma:

### **Capítulo I – Introdução**

Apresentação do contexto, área de investigação, tópico, questão de investigação e objetivos.

### **Capítulo II – Revisão de Literatura**

Revisão de literatura sobre normas e modelos de EHR, ontologias clínicas e de apoio clínico, assim como nutricionais.

Normalização da identificação dos nutrientes e dos produtos alimentares.

Métodos de gestão por processos aplicados a workflows.

### **Capítulo III – Metodologia**

Estudo de várias metodologias de investigação e desenho de metodologia para o estudo.

### **Capítulo IV – Estudo de Caso**

Aplicação da metodologia a um Centro Hospitalar para avaliação dos sistemas de informação existentes, das características de normalização e integração e da sua adequação a modelos de EHR normalizados.

Avaliação dos métodos e processos existentes para cálculo de valores nutricionais e dietas e das barreiras existentes.

Avaliação junto de especialistas das vantagens e barreiras dos sistemas EHR normalizados.

Avaliação junto de especialistas ligados à normalização do interesse e da oportunidade de integrar dados nutricionais em modelos de EHR normalizados.

## **Capítulo V- Desenvolvimento do modelo de recomendação de necessidades nutricionais**

Desenvolvimento do modelo;

Validação do modelo;

Análise crítica ao modelo.

## **Capítulo VI – Estudo sobre a integração do modelo num sistema de recomendação de dietas e em modelos de EHR**

Proposta de uma arquitetura de integração e de desenvolvimento num sistema integrado para dietas alimentares.

## **Capítulo VIII – Conclusões e trabalhos futuros**

## **Bibliografia**

## **Anexos**

## II – Revisão de Literatura

Neste capítulo será efetuada a revisão de literatura dos seguintes temas:

- Normas de *Electronic Health Record* (EHR);
- Modelos normalizados de arquiteturas EHR e Standards;
- Terminologias, Taxonomias e Ontologias;
- *Business Process Management*;
- Análise de Conteúdos Semânticos.

### 2.1. Normas de *Electronic Health Record* (EHR): Definições e conceito de EHR

De acordo com a norma ISO 20514, o termo EHR resulta da associação do conceito *healthcare record*, cujo significado é o de um repositório de informação sobre dados saúde relativos a um caso ou episódio clínico, com o conceito de registo suscetível de ser armazenado e processado por meios computacionais.

A literatura também refere um outro termo usado denominado EMR (*Electronic Medical Record*). Existem algumas diferenças conceptuais entre EHR e EMR, (Garets & Davis, 2006):

<sup>5</sup>*The EMR is the legal record created in hospitals and ambulatory environments that is the source of data for the EHR. The EHR represents the ability to easily share medical information among stakeholders and to have a patient's information follow him or her through the various modalities of care engaged by that individual. Stakeholders are composed of patients/consumers, healthcare providers, employers, and/or payers/insurers, including the government (p.2).*

---

<sup>5</sup> EMR é o registo legal construído em ambiente hospitalar ou laboratório que é a fonte de dados para o EHR. O EHR representa a forma simples de facilmente partilhar dados entre diferentes instituições relacionadas com cuidados de saúde e facilmente seguir o doente com um registo eletrónico de dados clínicos. Entende-se que as instituições potencialmente interessadas podem ser para além dos prestadores de cuidados de saúde, laboratórios, seguradores, bancos e as próprias autoridades.

Os modelos de EHR têm por objetivo a modelação de sistemas de informação especializados no armazenamento de dados do domínio dos cuidados de saúde assim como a viabilização do acesso aos mesmos.

Os modelos de EHR estão em permanente desenvolvimento e evolução. Da mesma forma que o conhecimento na área das ciências da vida progride e a medicina se cruza com outras ciências também o registo eletrónico de dados clínicos têm de abarcar cada vez mais dados e mais diversos.

Devido ao conhecimento de algumas doenças cuja origem pode ser detetada precocemente pela análise de determinados genes, começa a fazer sentido incluir informação genética no EHR.

Também o código de DNA pode ser uma forma de identificar univocamente um indivíduo e fazer o seu seguimento clínico.

A genómica é uma das componentes importantes do EHR (Shabo, 2005). Segundo este autor uma organização reconhecida responsável por um modelo de EHR, a HL7 criou um grupo de trabalho denominado *Clinical Genomics Interest Group* (SIG) para desenvolver modelos que permitam a partilha de dados genéticos entre diferentes tipos de organizações que podem ser hospitais, laboratórios e centros de investigação entre outros.

Entramos numa nova era. O conhecimento dos dados genéticos associados a doentes vão permitir novos desenvolvimentos da tecnologia. O desenvolvimento de produtos genéticos para terapias de doenças degenerativas só pode ser dados com este conhecimento.

Foi terminado em 2003 um projeto denominado Human Genome Project Information<sup>6</sup> que teve os seguintes objetivos:

- Identificar entre 20000 a 25000 genes no DNA humano;
- Determinar a sequência de 3 biliões de sequências de átomos que constituem o DNA;
- Armazenar a informação em bases de dados;
- Desenvolver sistemas de pesquisa;

---

<sup>6</sup> Disponível em [http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human\\_Genome/home.shtml](http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/home.shtml), consultado em 2011-12-26.

- Divulgar a informação e assegurar os aspetos ético-legais.

Um genoma é um organismo completo com um código de DNA. Segundo a referida fonte o organismo mais simples contém cerca de 600000 DNA enquanto o genoma humano contém cerca de 3 biliões.

Segundo os autores deste projeto *Cells are the fundamental working units of every living system. All the instructions needed to direct their activities are contained within the chemical DNA (deoxyribonucleic acid).*<sup>7</sup>

Conclui-se, desta forma, que um modelo de EHR terá de ser evolutivo, poder agregar dados simples ou complexos de muitos tipos, poder associar diferentes tipos de documentos e cada elemento da estrutura de EHR poder ser referenciado por diferentes fontes de conceitos.

De acordo com a OpenEHR<sup>8</sup>, não existe efetivamente um standard mas, *...a set of clinical and technical requirements for a record architecture that supports using, sharing, and exchanging electronic health records across different health sectors, different countries, and different models of healthcare delivery.*<sup>9</sup>

As dimensões dos dados são várias e apresentam características diversas. Os modelos de EHR devem poder descrever os dados históricos relevantes para o estado de saúde do cidadão, os dados relacionados com as patologias atuais, os diagnósticos, os plano de tratamento e respetivos workflows e as morbididades bem como comorbilidades emergentes.

---

<sup>7</sup> Disponível em [http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human\\_Genome/home.shtml](http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/home.shtml), consultado em 2011-12-28.

<sup>8</sup> <http://www.openehr.org/standards/iso.pdf>, consultado em 2011-12-08.

<sup>9</sup> Um conjunto de requisitos técnicos e clínicos para uma arquitetura de um registo de dados clínicos que permite a acessibilidade e partilha através de diferentes especialidades, países e modelos.

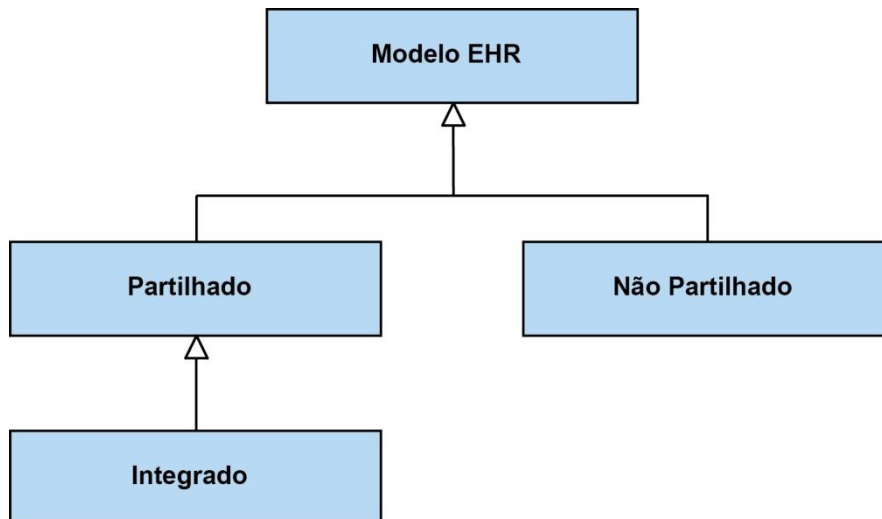


Figura 2.1 - Especialização do modelo de EHR, (Fonte: Adaptado de ISO 20514, 2005)

No domínio da interoperabilidade, os modelos de EHR devem poder assegurar o sincronismo e a acessibilidade aos dados ao mesmo tempo que devem poder ser integrados em redes de outros modelos.

A Figura 2.1 apresenta o modelo de EHR genérico com as respetivas especializações. A simbologia usada é a da *Unified Modeling Language* (UML) em que o modelo genérico EHR apresenta uma especialização de partilha a qual por sua vez apresenta outra especialização de interoperabilidade.

Segundo a norma ISO 20514, existem dois tipos de interoperabilidade, a funcional e a semântica. A interoperabilidade funcional está relacionada com a capacidade dos sistemas comunicarem entre si e partilharem dados. Por outro lado a interoperabilidade semântica encontra-se relacionada com a possibilidade de alinhamento de conteúdos semânticos e interpretação dos mesmos.

Existem um conjunto de requisitos que estão especificados na referida norma ISO a fim de garantir a interoperabilidade semântica:

- Normalização do modelo de referência;
- Normalização dos serviços disponibilizados na plataforma EHR;
- Definição e normalização dos conceitos. Os conceitos estão habitualmente associados às taxonomias e terminologias e resultam de associações entre termos que traduzem fatos;
- Normalização das taxonomias e terminologias.

A estrutura de um EHR pode apresentar diferentes níveis de informação e detalhe dependendo do domínio pretendido para os dados.

O conceito de partilha do EHR pode assumir três níveis diferentes:

- Partilha entre diferentes especialidades;
- Partilha entre diferentes aplicações no âmbito da organização;
- Partilha entre organizações.

O conceito de EHR apresenta diferentes níveis de abstração. A cada nível pode-se ter diferentes modelos e sistemas que cumprem os requisitos da norma ISO 18308.

Um conjunto de organizações e de grupos de trabalho contribuíram para a definição dos requisitos de um modelo de EHR. Vários projetos foram desenvolvidos entre os quais se destaca o *Synapses* para desenvolver um modelo de EHR universal.

Apesar de vários esforços e de existirem vários modelos, ainda não foi possível criar um único universalmente aceite. Contudo, existe um conjunto de normas que permitem o desenvolvimento de modelos interoperáveis e esta dimensão é talvez a mais interessante.

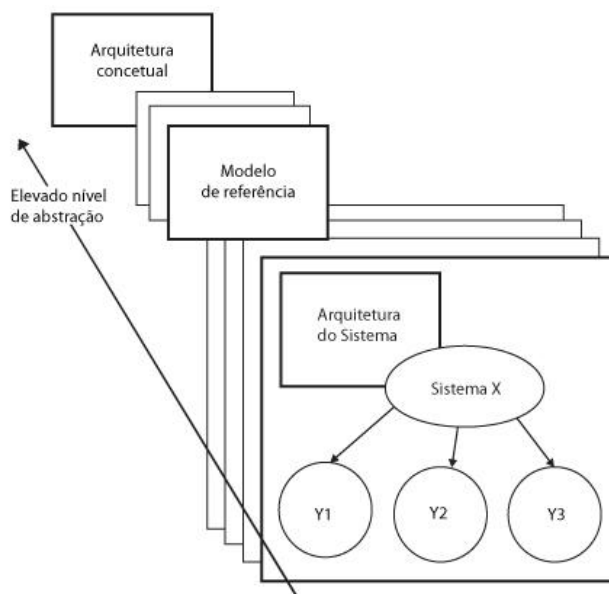


Figura 2.2 – Arquitetura EHR - níveis de abstração, (Fonte: Adaptado de *OpenEHR ISO18308 Requirements*<sup>10</sup>)

<sup>10</sup> <http://www.openehr.org/downloads/standards/iso/ISOEHRRequirements.zip>, consultado em 2011-12-08.

As principais classes do domínio clínico desenvolvidas por um modelo de EHR são as seguintes (ISO 18308, 2003):

- História clínica;
- Dados de exames e de observação;
- Informação sobre perfil psicológico, ambiental, social e de cuidados pessoais;
- Alergias e outras precauções terapêuticas;
- Medidas preventivas de doença, vacinas e comportamentos de vida;
- Meios complementares de diagnóstico e tratamento;
- Diagnósticos;
- Pedidos de estudos e investigações complementares, tratamentos e notas de alta;
- Planos de tratamento;
- Declarações de consentimento.

No domínio administrativo e de gestão de doentes o modelo de EHR deve apresentar os seguintes requisitos (ISO 18308, 2003):

- Identificação normalizada de indivíduos, localização, dados demográficos e administrativos;
- Identificação normalizada dos profissionais envolvidos na prestação de cuidados de saúde, datas e duração, organizações e localizações;
- Registo das entidades pagadoras dos cuidados de saúde e dos custos envolvidos por episódio;
- Registo de declarações de consentimento e aceitação dos cuidados de saúde;
- Indicadores de produção e qualidade para a gestão.

Um modelo de EHR deverá ainda poder compreender várias taxonomias e ontologias para representação do conhecimento.

Para permitir a articulação com *workflows*, o modelo de EHR deverá ainda possuir características de modelação de processos segundo as normas existentes e definição de níveis de serviço associados às filas de espera.

Associado à prestação de dados clínicos, existe a necessidade de disponibilizar e assegurar *guidelines*. Algumas linguagens e normas têm vindo a ser desenvolvidas para suportar o desenvolvimento de *guidelines* normalizadas que podem ser integradas em qualquer modelo de EHR. Estes modelos de *guidelines* descrevem um conjunto de procedimentos em formato normalizado que são recomendáveis para cada plano terapêutico. Permitem um melhor apoio aos profissionais de saúde, diminuem o risco clínico, melhoram a qualidade no sentido de garantirem uma normalização dos *workflows* e procedimentos e permitem planear a produção e os recursos necessários para cada hospital em função das patologias expectáveis.

Um modelo de EHR deverá ainda poder integrar dados provenientes de outros sistemas tais como equipamentos de laboratório, imagiologia, nefrologia, radiologia e de monitores de sinais vitais.

Os dados da prescrição médica e da administração de medicamentos também deverão fazer parte do modelo de EHR. Em ambiente hospitalar, estes dados também são utilizados pelas comissões de acompanhamento fármaco-terapêutico e para a definição e monitorização dos protocolos. Também a indústria necessita dos dados clínicos de forma normalizada para os ensaios clínicos de 3ª e 4ª fase. Os ensaios clínicos de 3ª fase são efetuados antes de um medicamento ser lançado no mercado e pretendem validar a eficácia e eficiência do mesmo. Os ensaios clínicos de 4ª fase são efetuados permanentemente e têm o objetivo de monitorizar a evolução da adesão dos doentes à terapia e eventuais situações adversas.

Verifica-se, ainda, em ambiente hospitalar que os alimentos são prescritos a cada doente como medicamentos. Neste domínio não existe uma especificação do registo EHR nem os hospitais em Portugal desenvolveram sistemas de informação que permitam integrar esta informação no registo eletrónico de dados clínicos e monitorizar os valores nutricionais, eventuais componentes aos quais os doentes possam ser alérgicos e outras características que possam ser benéficas para a terapia.

Por estes motivos, o principal *focus* do presente estudo é a integração destes dados no modelo de EHR. A adoção das normalizações existentes para a identificação e classificação dos alimentos poderá ainda permitir a extensão das *guidelines* existentes a este domínio e ao desenvolvimento do conhecimento científico. Também para os

estudos epidemiológicos será importante conhecer a influência dos alimentos no tratamento e evolução de determinadas patologias.

No âmbito dos tipos e características dos dados, a ISO criou uma norma que define os tipos simples, compostos e objetos a utilizar nas plataformas EHR (ISO 11404, 2007).

## 2.1. Modelos normalizados de arquiteturas EHR e Standards

### 2.1.1. ISO 13606

A norma ISO 13606 foi publicada em 2008 com os seguintes objetivos (ISO, 2008):

- Definir uma *Framework* adequada às necessidades de profissionais e empresas para analisar e interpretar o EHR na perspetiva do registo individual e da população.
- Definir os aspetos médicos e legais para permitir a privacidade, confidencialidade e segurança das comunicações.

Esta norma estabelece uma hierarquia de estruturas que contempla uma raiz denominada EHR\_EXTRACT e vários agrupamentos de registos contendo vários dados com diferentes tipos de granularidade.

A ISO 13606 permite ainda a interoperabilidade de dados devido ao tipo de hierarquia e à possibilidade de uma dada estrutura representar no todo ou em parte um registo EHR.

Tabela 2.1 – Estrutura do registo EHR da ISO 13606, (Adaptado de ISO 13606, 2008)

EHR - Hierarquia	Descrição	Exemplos
EHR_EXTRACT	Classe de nível superior para a interoperabilidade entre sistemas	
FOLDER	Serviço	Pediatria Pneumologia,...
COMPOSITION	Dados de um episódio	Relatórios de exames, Planos tratamento,...
SECTION	Dados do workflow de um episódio	Sintomas, análises, ...
ENTRY	Dados de um ato médico ou de enfermagem	Diagnóstico, administração de um medicamento, ...
CLUSTER	Dados compostos	Tensão arterial, eletrocardiograma, ...
ELEMENT	Dados elementares	Valores de tensões arteriais.

O EHR\_EXTRACT agrupa toda a estrutura de um registo de EHR e este objeto é composto pelas seguintes estruturas:

- Um conjunto de FOLDERS que agregam um conjunto de COMPOSITIONS com os dados de cada serviço ou instituição relativos a um determinado doente;
- Um conjunto de COMPOSITIONS por FOLDER com os dados de cada episódio;
- Um conjunto de descritores de dados demográficos.

No caso do registo EHR ter sido selecionado de um repositório com restrições tais como, por exemplo, datas, exclusão de exames imagiológicos ou outras, é possível incluir na mensagem EHR informação sobre o filtro aplicado por forma a que o destinatário conheça as restrições colocadas na construção da mensagem EHR.

A classe FOLDER é utilizada para representar um conjunto de subclasses denominadas COMPOSITIONS.

As instâncias desta classe correspondem a cuidados de saúde prestados por especialidades a um determinado doente.

Segundo esta norma ISO, um FOLDER pode conter outros *FOLDERS* o que na prática poderá ser muito útil para os doentes que têm diagnósticos secundários ou segundos diagnósticos e que recebem cuidados em várias especialidades ou em vários hospitais. Também para a atual estrutura do Serviço Nacional de Saúde em que existem Centros Hospitalares formados por unidades que partilham valências, esta estrutura de *FOLDERS* e sub-*FOLDERS* poderá ser muito interessante.

A COMPOSITION representa um conjunto de registos afetos a um episódio e na prática reúne todos os dados desde os sintomas, diagnóstico e plano de tratamento.

Devido à estrutura hierárquica é possível que um *FOLDER* tenha várias *COMPOSITIONs*.

As classes SECTION, CLUSTER e ITEM correspondem à agregação de elementos de um episódio.

Devido à possibilidade de os diagnósticos e planos de tratamento poderem ser partilhados por vários serviços e instituições a aplicação deste modelo no caso particular da estrutura do Serviço Nacional de Saúde obriga a que cada registo esteja referenciado

pelo serviço e instituição correspondente. Será desta forma possível agregar e desagregar os cuidados prestados a cada doente por prestador de serviços.

Um dos requisitos do EHR, segundo a norma ISO 13606, é um registo de todas as introduções e alterações produzidas no EHR.

O AUDIT\_INFO é uma classe de *log* de todas as introduções e alterações do EHR\_EXTRACT. No caso de serem produzidas alterações na classe COMPOSITION, esta classe guarda o registo antes e depois da alteração. O registo de transações que produziram determinado EHR\_EXTRACT pode ser associado ao próprio EHR\_EXTRACT e transmitido entre sistemas.

No caso de existirem alterações sucessivas, a norma ISO não prevê o envio de todas as transações como instância da classe AUDIT\_INFO. Nesta situação deverá a classe EHR\_EXTRACT refletir os diferentes eventos.

Para a descrição dos utilizadores e entidades que produziram dados para o EHR\_EXTRACT, esta norma possui a classe FUNCTIONAL\_ROLE. Esta classe possui os seguintes atributos:

- Tipo de operações permitidas;
- Entidade;
- Modo de intervenção, (local, remoto, ...);
- Organização na qual a operação é permitida;
- Serviço no qual a operação é permitida.

A norma permite ainda a definição de ligações entre elementos do registo com o significado de assinalar relações entre eventos ou *workflows*.

Também é possível estabelecer ligações entre sujeitos diferentes que poderão ser muito importantes para o caso das relações familiares e das doenças genéticas.

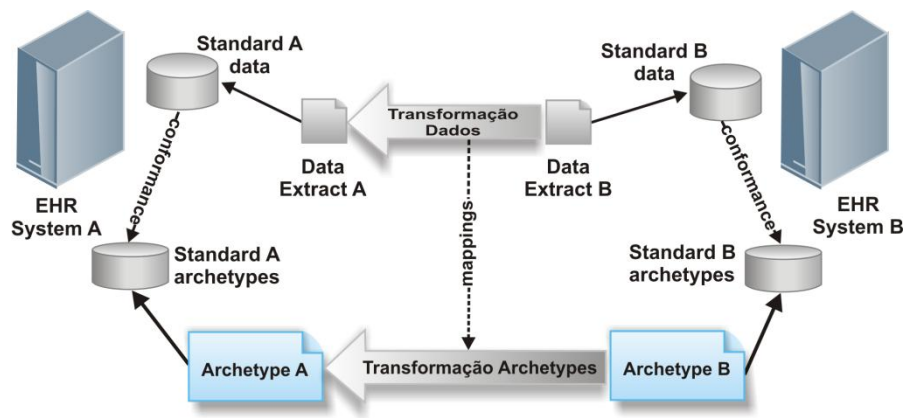


Figura 2.3 – Transformação de dados e Archetypes entre dois sistemas, (Adaptado de Martínez Costa, Menárguez-Tortosa, & Fernández-Breis, 2011)

As comunicações e a interoperabilidade de dados em cuidados de saúde apresentam dificuldades acrescidas relativamente a outros domínios e setores de atividade (ISO 13606):

- O número de registos de dados de um paciente durante um episódio é grande;
- O número de profissionais que poderão contactar com o doente é grande e diverso;
- O número e diversidade de organizações com as quais o doente poderá contactar durante a sua vida é grande;
- Dificuldade em manter uma normalização de dados entre organizações e durante a vida do doente;
- Dificuldade em perceber o interesse de um registo para a avaliação do doente ou classes de doentes;
- Necessidade de obter consentimento do doente para aceder a dados pessoais;
- Necessidade de integração de dados de diferentes sistemas de forma rápida;
- Possibilidade do doente solicitar que determinados dados sejam excluídos dos seus registos.

É talvez a maior dificuldade, por onde começar, ... ou seja, temos neste momento um universo de pessoas que já têm um histórico clínico disperso das mais variadas formas, algumas estruturadas mais muitas certamente que não, sem alinhamento semântico de dados e, por ventura, mesmo que seja possível categorizar alguns destes dados e

integrá-los certamente que muitos serão perdidos. O problema reside no fato de se os dados perdidos também não serão relevantes.

Para resolver algumas das questões colocadas, a norma ISO 13606 utiliza o modelo da *Unified Modeling Language* (UML) cuja última versão 2.4.1 foi publicada em agosto de 2011, (OMG, 2011). Esta linguagem de modulação foi desenvolvida com os seguintes objetivos (Booch, Rumbaugh, & Jacobson, 2005):

- Modelar sistemas ao nível conceptual, lógico e físico utilizando uma abordagem por objetos;
- Permitir a escalabilidade dos sistemas e o seu desenvolvimento em ambientes de alta disponibilidade;
- Criar uma linguagem suscetível de ser entendida por humanos e por outros sistemas.

O UML é, assim, uma linguagem para visualização, especificação, desenvolvimento e documentação. O UML permite vários tipos de diagramas que vão desde os *Casos de Utilização*, *Diagramas de Classes*, *Diagramas de Sequência*, *Máquinas de Estados* e *Processos*.

Para a modulação dos objetos de dados clínicos, a ISO 13606 utiliza uma linguagem desenvolvida pela *OpenEHR* denominada *Archetype Definition Language* (ADL). A linguagem ADL permite descrever qualquer dado clínico, respetivas restrições e referências para *thesaurus* com uma linguagem *Extended Markup Language* (XML). Este aspeto garante a interoperabilidade entre sistemas de diferentes plataformas tecnológicas e a longevidade dos dados. Os objetivos que a norma especifica como essenciais são assim os metadados e as ontologias.

A norma prevê a implementação de um server de EHR responsável pela implementação das regras de disponibilização de registos EHR. Um aspeto importante é a existência de mensagens de aviso de receção da mensagem pelo lado do destinatário. Este mecanismo garante a rastreabilidade das mensagens e permite ao sistema emissor conhecer se a mensagem emitida foi efetivamente recebida. Na dimensão da garantia da privacidade existem verificações e mensagens de aviso de falta de autorização.

Por fim, a arquitetura aberta de troca de mensagens permite uma escalabilidade e uma descentralização do modelo implementado. O conceito de segurança e interoperabilidade reside no fato de cada elemento da rede ser responsável pelos seus

dados. O registo EHR único de um doente não tem de existir fisicamente em parte alguma segundo a norma. Contudo, os diferentes sistemas da rede deverão ser capazes em qualquer momento de construir o registo eletrónico de cada doente com as devidas permissões e autorizações. Esta flexibilidade e garantia de coerência são, sem dúvida, a parte mais interessante dos modelos construídos sobre a ISO 13606.

Alguns autores propuseram editores de *archetypes* suscetíveis de integrar diferentes modelos e que são suportados pela ISO 13606, (Maldonado et al., 2009), Li-U da Universidade de *Linkopings*<sup>11</sup>, entre outros. A existência desta adesão à norma é um indicador da adequação aos objetivos propostos.

Várias organizações e grupos de trabalho contribuíram para a sua elaboração e robustez. O Anexo I apresenta uma lista dos principais grupos de trabalho e organizações envolvidas.

A modelação de todas as estruturas da norma pode ser feita com *archetypes*. Os *archetypes* podem representar qualquer ontologia proveniente de várias fontes tais como com diferentes profissionais, especialidades, serviços e domínios do conhecimento.

A norma ISO 13606 divide a estrutura proposta em dois domínios, o modelo de referência e o modelo de *archetypes*.

O modelo de referência é utilizado para representar as propriedades genéricas do registo EHR\_EXTRACT e as ontologias que lhe estão associadas. O modelo de *archetypes* representa os metadados dos dados que irão pertencer ao EHR\_EXTRACT, ou seja as instâncias dos objetos.

Devido às necessidades de interoperabilidade, o modelo de referência é especificado segundo um conjunto de regras que permitem a partilha de dados, a salvaguarda dos aspetos legais e éticos, a privacidade e a confidencialidade. Também as questões de auditoria e rastreabilidade das transações estão refletidas nestas regras. O modelo de referência permite ainda a implementação do EHR de forma distribuída entre diferentes organizações e serviços.

Os *archetypes* possuem ainda um controlo de versão a fim de permitir uma evolução corrente e conhecida por todos os membros da rede.

---

<sup>11</sup> <http://www.imt.liu.se/mi/ehr/>, consultado em 2011-12-19.

No aspeto da interoperabilidade, partes do *EHR\_EXTRACT* e dos seus componentes são convertidos em *archetypes*, que representam de forma coerente diferentes visões dos registos clínicos existentes na instituição.

Desta forma, os *archetypes* utilizados na mensagem entre as instituições podem ser reagregados e é possível reconstituir a imagem do registo inicial.

A modelação dos *archetypes* pode ser feita por diversos processos. O primeiro será a reutilização de modelos já existentes. A *OpenEHR* publicou um conjunto de bibliotecas que poderão ser utilizadas.

Também a utilização de modelos de dados existentes e a rentabilização de estruturas de outras aplicações são referências para a modelação de *archetypes*. Em alguns casos, é possível utilizar, por exemplo, interfaces utilizados para inferir sobre *archetypes*.

Os *archetypes* são instâncias do modelo de referência e são compostas pelas seguintes especificações:

- Identificação e respetiva versão;
- Descrição em termos de metadados;
- Definição de uma estrutura e regras de restrição a aplicar às instâncias;
- Ontologia do domínio de aplicação.

A ontologia é uma componente externa ao *archetypes* e à norma. A ontologia é um conjunto de termos normalizados organizados segundo uma taxonomia com relação entre as respetivas classes. Esta relação permite inferir conhecimento. A ligação entre um *archetype* e uma ontologia é feita pela adição no *archetype* de um atributo identificado como “acNNNN” e CONSTRAINT.REF.

Os *archetypes* são definidos com uma linguagem própria denominada *Archetype Definition Language* (ADL).

A linguagem ADL tem dois subdomínios diferentes:

- *Constraint Definitain Language* (cAPL);
- *Data Definition Language* ( d ADL).

Um outro conceito utilizado na modelação de *archetypes* é o *First Order Predicate Logic* (FOPL). Uma linguagem FOPL é uma linguagem de domínio da representação do

conhecimento que permite descrever relações entre objetos. Os elementos da gramática de uma linguagem FOPL são:

- Símbolos constantes;
- Conjunto de variáveis;
- Símbolos que representam relações;
- Símbolos que representam operadores lógicos;
- Quantificadores Universais ( $\forall, \exists$ ).

A figura 7 representa a estrutura genérica de um *archetype*. A OpenEHR publicou um conjunto de *archetypes* que podem ser usados em diferentes tipos de arquiteturas. O modelo de *archetypes* é também muito robusto. Para além dos níveis de segurança já descritos, tem uma estrutura denominada *assertion* aonde são registados todos os dados de identificação da entidade que acedeu aos dados ou que os introduziu.

Esta medida de segurança permite salvaguardar a privacidade e confidencialidade dos dados.

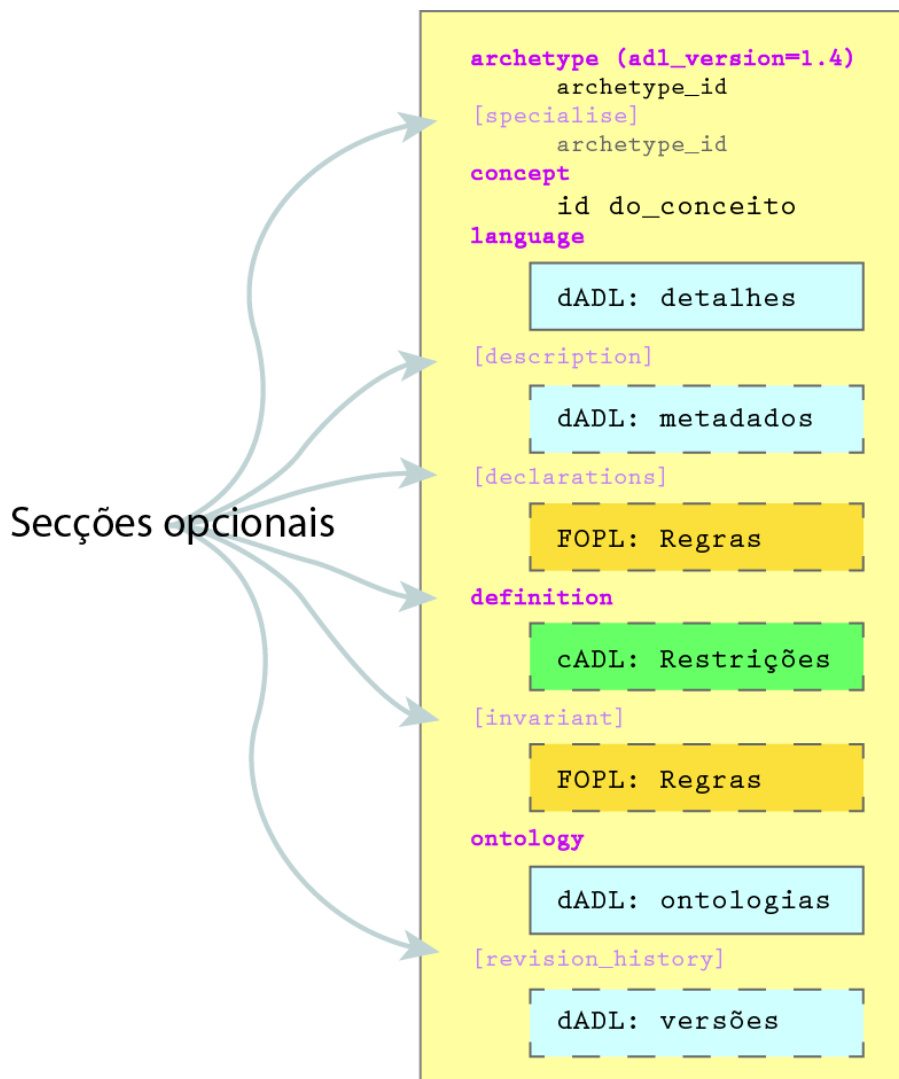


Figura 7 – Estrutura de um “archetype”, (Adaptado de ISO 13606)

A gestão de determinadas doenças são aspetos que podem ser potenciados com uma arquitetura de anonimização e criação de um código silencioso de reindexação de dados. Algumas doenças crónicas como, por exemplo, a diabetes é seguida por hospitais, centros de saúde e farmácias aonde nestas últimas o doente vai efetuar exames regulares de controlo de glicemia. Para o doente é fundamental a integração destes dados e a existência de um sistema que seja um *Personal Health Record*.

O conceito de Personal Health Record, segundo a United States Library of Medicine<sup>12</sup>, é um registo com os seguintes dados:

- Nome, Data de nascimento, grupo sanguíneo e contatos de emergência;
- Médico assistente e última visita;
- Datas e resultados de exames;
- Principais doenças e datas;
- Medicamentos e doses administradas;
- Alergias;
- Doenças crónicas;
- Doenças hereditárias na família.

Existem algumas arquiteturas implementadas em diferentes países. Em Itália, Trento, a Fondazione Bruno Kessler desenvolveu um sistema de PHR que integra com uma aplicação de EHR existente no próprio hospital.

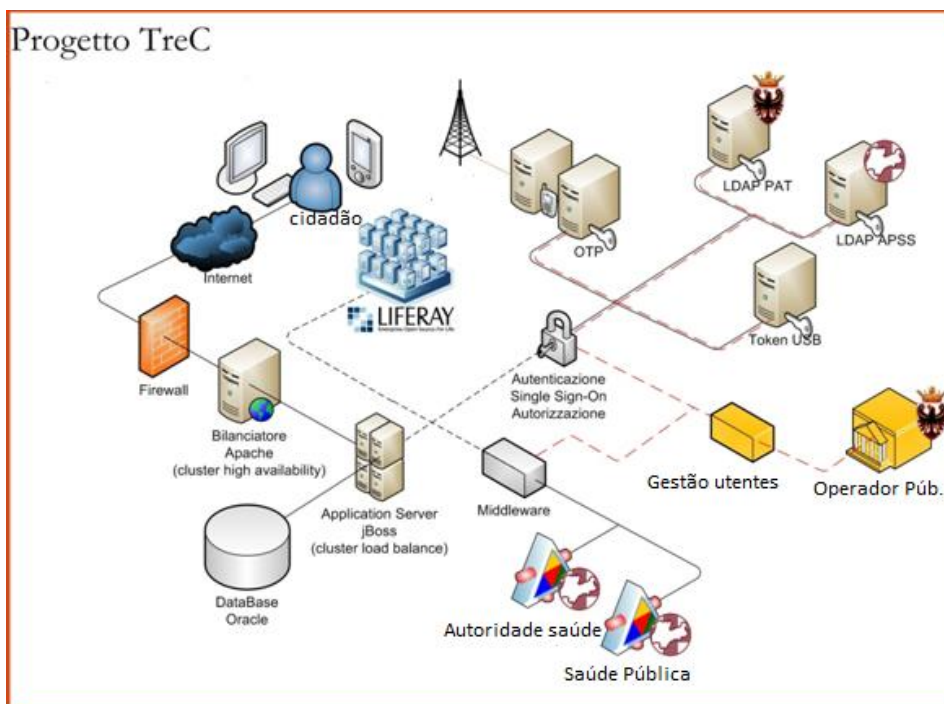


Figura 8 – Arquitetura PHR projeto trac, (Adaptado de Cardillo, 2011)

<sup>12</sup> Disponível em <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/personalhealthrecords.html>, consultado em 2011-12-21.

Para o gestor nacional da doença é muito importante o conhecimento epidemiológico dos dados clínicos e a sua referenciação geográfica. Este conhecimento poderá permitir o desenvolvimento de políticas de formação, prevenção e melhoria da qualidade de vida dos cidadãos.

O modelo de HL7 descrito na norma ISO 13606 apresenta um conjunto de variáveis que representam casos bem estruturados e definidos. A tabela seguinte apresenta alguns referidos na norma.

Tabela 2.2 Componentes do EHR HL7 versão 3 (Adaptado: ISO 13606)

Código	Termo
OE-01	Observação
OE-02	Protocolo
OE-03	<i>Guidelines</i>
OE-04	Data
OE-05	Período
OE-06	Duração
OE-07	Local acontecimento
OE-08	Data acontecimento
OE-09	<i>Status</i> acontecimento
OE-10	Intervalo acontecimento
OE-11	Espaço entre acontecimentos
OE-12	Número de amostra
OE-13	Função matemática
OE-14	Status
OE-15	Instrução texto
OE-16	Instrução do prazo de validade
OE-17	Instrução <i>workflow</i>
OE-18	Atividade
OE-19	Hora atividade
OE-20	Descrição atividade
OE-21	Descrição da ação
OE-22	Status atual

Tabela 2.2 Componentes do EHR HL7 versão 3 (Adaptado: ISO 13606)

(continuação)

OE-24	Segmento do <i>workflow</i>
OE-25	Detalhes de instrução
OE-26	Identificação de instrução
OE-27	Identificação de atividade
OE-28	Detalhes <i>workflow</i>
OE-30	Avaliação
OE-31	Instrução
OE-32	Ação
OE-33	Identificação do <i>archetype</i>
HL7-01	Registo de ato observação
HL7-02	Ato observação
HL7-03	Identificação do ato
HL7-04	Código ato
HL7-05	Código modificação
HL7-06	Texto ato
HL7-07	Ato negociação
HL7-08	Código ato incerteza
HL7-09	Ato alteração diagnóstico ou tratamento
HL7-10	Código status ato
HL7-11	Código prioridade ato
HL7-12	Número repetição ato
HL7-13	Código interpretação ato
HL7-14	Código local ato
HL7-15	Código método
HL7-21	Registo do ato de administração do medicamento
HL7-22	Substância
HL7-23	Sequência
HL7-24	Local administração

Tabela 2.2 Componentes do EHR HL7 versão 3 (Adaptado: ISO 13606) (continuação)

HL7-26	Quantidade
--------	------------

HL7-27	Máxima dose
HL7-28	Código Administração
HL7-31	Registo de fornecimento do produto
HL7-32	Fornecimento do produto
HL7-33	Identificação do produto
HL7-34	Quantidade
HL7-35	Prazo utilização
HL7-41	Registo de procedimento
HL7-42	Procedimento
HL7-51	Registo do ato médico
HL7-52	Ato
HL7-61	Registo do diagnóstico
HL7-62	Diagnóstico
HL7-63	Admissão
HL7-64	Duração da estadia
HL7-65	Código Alta
HL7-66	Pré-admissão
HL7-67	Código cortesia
HL7-68	Códigos especiais

### 2.1.1 OpenEHR

O modelo OpenEHR e também a norma ISO 13606, que foi fortemente influenciada por este modelo, integram a proposta de um autor que apresentou a sua tese denominada *Clinical Foundations and Information Architecture for the implementation of a Federated Health Record Service*, (Kalra, 2002).

Karla apresentou como principal objetivo o desenvolvimento de um modelo de arquitetura de sistema de informação que pudesse representar de forma inteligível, transversal e multi-organizacional um registo de EHR para cada cidadão de acordo com as normas e boas práticas clínicas e ético legais estabelecidas.

Karla identificou o interesse da utilização da linguagem UML ainda em desenvolvimento à época e da importância das taxonomias. Segundo este autor, o nome *archetype* foi inicialmente proposto pelo Good European Electronic Health Record (GEHR). O primeiro modelo proposto de *archetype* possuía cinco classes de objetos:

- Definição do *archetype*;
- Métodos;
- Validação;
- Conceitos;
- Valores.

A **definição do objeto** contém os elementos necessários à sua identificação, versão, referência para outros objetos sucessores e ascendentes.

A classe de **métodos** contém referência para funções de manipulação do *archetype*.

A classe de **conceitos** contém possíveis abreviaturas para referenciar o *archetype* e apontadores para ontologias ou taxonomias de conceitos.

A classe de **valores** possui os valores de cada variável que compõem o *archetype*.

Com esta estrutura, é possível disponibilizar *archetypes* para diferentes sistemas e agregar conjuntos de objetos a dados para lhes dar conteúdo semântico.

O Modelo da OpenEHR<sup>13</sup> consiste num conjunto de componentes denominadas:

- *Reference Model* (RM);
- *Service Model* (SM);

---

<sup>13</sup> Disponível em <http://www.openehr.org>, consultado em 2011-12-29.

- *Archetype Model (AM)*.

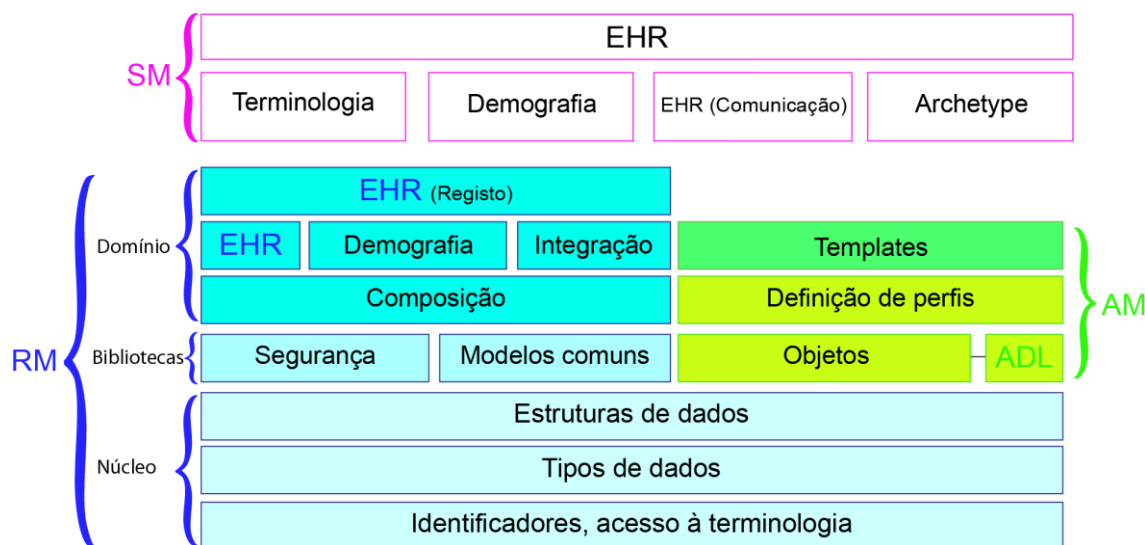


Figura 2.4 – Arquitetura dos módulos do OpenEHR, (Fonte: Adaptado de OpenEHR, 2007)

O *Reference Model* é um dos módulos mais importantes do modelo OpenEHR. Os seus componentes são o *Support Information Model*, *Data Types Information Model*, *Data Structures Information Model*, *Common Information Model*, *Security Information Model*, *EHR Information Model*, *EHR Extract Information Model*, *Integration Information Model*, *Demographics Information Model* e o *Workflow Information Model*.

O *Support Information Model* é o componente responsável pela interação com as terminologias e estruturas de relações entre as mesmas, atributos de valor e restrições definidas pelas mesmas. Este componente também controla as conversões e os mecanismos necessários à interoperabilidade.

O *Data Types Information Model* é a componente responsável pela definição dos tipos elementares de dados do modelo.

O componente *Data Structures Information Model* define um conjunto de estruturas compostas incluindo árvores que permitem as taxonomias.

O componente *Common Information Model* estabelece a relação com as definições de *archetypes*.

O componente *Security Information Model* estabelece as políticas de segurança e o controlo de acessos.

O componente *EHR Information Model* é responsável pela composição da estrutura do registo EHR e pela associação de registos individuais a episódios e ao histórico de doentes. No modelo da OpenEHR, estas associações recebem o nome de *Entry*, *Section* e *Composition*.

O componente *EHR Extract Information Model* define a estrutura de um registo clínico completo e como a agregação dos dados das dimensões clínica, demográfica e de outros sistemas deverá ser efetuada.

O componente de workflow, ainda em desenvolvimento, deverá utilizar os conceitos de modelação de processos e as linguagens normalizadas para plataformas de *Business Process Management* (BPM) conforme recomendação da W3C e da OASIS<sup>14</sup>.

O *Service Model* disponibiliza um conjunto de serviços através de um *interface* que permite a outras aplicações utilizarem e acederem às funcionalidades do modelo.

O *Archetype Model* é um repositório de estruturas arborescentes de dados que representam os metadados do sistema. Cada nó da estrutura estará associado a um determinado nó de uma taxonomia. Existe uma linguagem de modelação denominada *Archetype Definition Language* (ADL) que permite também definir regras e restrições aos modelos de *archetypes*.

A grande vantagem do modelo OpenEHR é a sua flexibilidade e escalabilidade na definição e evolução das estruturas e o fato de permitir, em simultâneo, a utilização de diferentes terminologias e taxonomias.

---

<sup>14</sup> <http://w3.org>, consultado em 2011-12-08.

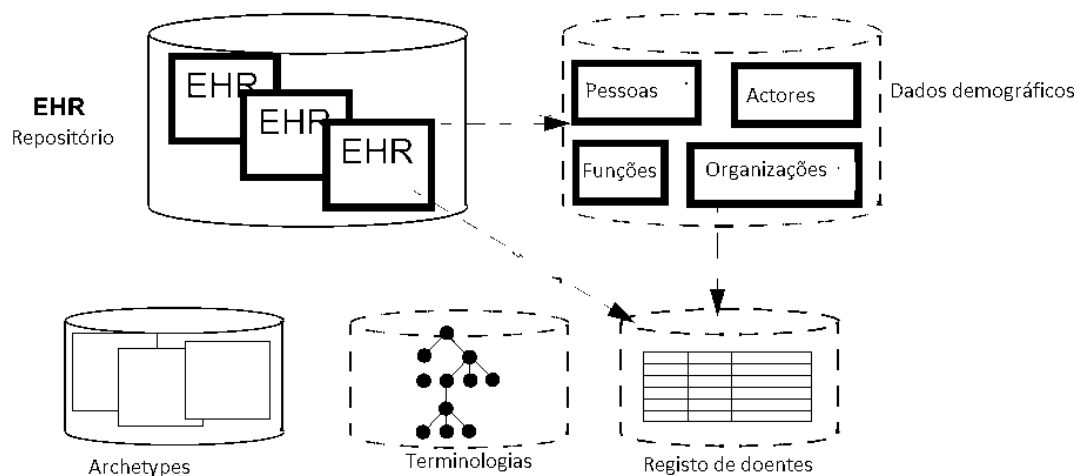


Figura 2.5 – Arquitetura funcional do OpenEHR, (Fonte: Adaptado de OpenEHR 2007)

Existe um conjunto de *archetypes* que são transversais e que representam dados demográficos. A natureza e a normalização destes dados encontram-se definidas na norma ISO 2220. A OpenEHR definiu, por este motivo, um conjunto de *archetypes* para dados demográficos transversais para todas as implementações.

Nestes objetos definiram-se todos os dados de identificação de indivíduos, endereços, relações de parentesco, profissionais e outras que habitualmente são necessárias para estudos epidemiológicos e para procedimentos administrativos.

O modelo da OpenEHR está em sintonia com as implementações conhecidas em países como a Austrália, Reino Unido, Dinamarca, Finlândia e Suécia, entre outros. Estas implementações de EHR são formadas por duas arquiteturas. A primeira arquitetura é um modelo de referência que contém as associações de *archetypes* que constituem um registo de EHR e ligações para as ontologias que lhe dão conteúdo semântico. Outra arquitetura é um modelo de *archetypes* (Martínez-Costa, Menárguez-Tortosa, & Fernández-Breis, 2010).

Os referidos autores provaram ainda que é possível transformar o modelo OpenEHR no modelo ISO 13606 através da criação de uma ontologia comum e pelo mapeamento de tabelas. O modelo da OpenEHR é assim uma especialização do modelo da ISO.

Na Suécia, foi desenvolvido um modelo de EHR denominado COSMIC. Este modelo é baseado na ISO13606. Um estudo com o RM e AM da OpenEHR demonstrou que é

possível converter de forma automática o COSMIC num modelo OpenEHR, (Chen, Klein, Sundvall, Karlsson, & Ahlfeldt, 2009). Outro estudo semelhante foi conduzido na Dinamarca aonde também se provou a possibilidade de transposição para o modelo de OpenEHR no domínio do RM e AM, (Bernstein, Tvede, Petersen, & Bredegaard, 2009).

A norma ISO 13606 tem respondido às necessidades dos modelos de EHR implementados. Brass, Moner, Hildebrand, & Robles (2010), apresentaram um modelo denominado *Operation Template Model* (OTM) que permite criar objetos baseados em estruturas de dados e tipos genéricos. Este modelo possui um editor próprio e consegue transformar qualquer *archetype* num objeto OTM. É possível desenhar a própria interface gráfica para visualizar o objeto e criar instâncias. O OTM funciona com qualquer modelo de referência de ontologia. Os autores desenvolveram ainda um software denominado EHRflex<sup>15</sup> que permite a qualquer profissional criar os seus *archetypes*, desenhar a interface e comunicar com qualquer modelo que utilize a norma ISO 13606.

A Figura 2.6 apresenta a definição de um *archetype* para registar a pressão arterial.

Intravascular pressure	
Header	
Archetype ID	openEHR-EHR-OBSERVATION.intravascular_pressure.v1
Concept name	Intravascular pressure
Concept description	The pressure in a specific location, blood vessel or heart cavity, at a specific phase of the heart or an average over the heart cycle.
Keywords	pressure, intravascular
Purpose	Intravascular venous, arterial, pulmonary or cardiac pressure measurement. Commonly specialised for specific common pressures such as JVP and CCP.
Use	
Misuse	Not to be used for systemic blood pressure. Use 'observation.blood_pressure' for this.
Author	Author name: Sam Heard Organisation: Ocean Informatics Email: sam.heard@oceaninformatics.com Date of Origination: 28/06/2006
Other contributors	Ian McNicoll, Ocean Informatics, UK
References	

Figura 2.6 – Archetype para registo da pressão arterial, (Fonte: OpenEHR<sup>16</sup>)

<sup>15</sup> Arquitetura disponível em <http://www.helmholtz-muenchen.de/fileadmin/BYMEDCONNECT/IMG/EFMI-DavidMoner-EHRflex.pdf>, consultado em 2011-12-11.

<sup>16</sup> Archetype disponível em <http://www.openehr.org/knowledge/>, consultado em 2011-12-19.

A estrutura deste objeto segue a proposta de Karla com mais alguns atributos descritivos que lhe acrescentam informação. Um aspeto interessante é a introdução de palavras chave que são fundamentais para motores de busca.

A Figura 2.7 apresenta a estrutura de dados do *archetype*.








Data		
<b>Structure:</b> Tree Occurrences: 1..1 (mandatory) Cardinality: 1..1 (mandatory)		
 <b>Location</b> SLOT (Cluster) Occurrences: 0..1 (optional)	The location of the pressure measurement.	<b>Include:</b> openEHR-EHR-CLUSTER.anatomical_location.v1 and specialisations <b>Exclude:</b> All not explicitly included archetypes
 <b>Pressure</b> Quantity Occurrences: 0..1 (optional)	The mean pressure measured.	Property: Pressure Units: <ul style="list-style-type: none"> <li>• &gt;=0.0 mm[Hg] Limit decimal places: 2</li> <li>• &gt;=0.0 cm[H2O] Limit decimal places: 2</li> </ul>
 <b>Relative pressure</b> Ordinal Occurrences: 0..1 (optional)	The pressure in relative terms.	0: Markedly reduced [The pressure is much lower than normal or expected.] 2: Lowered [The pressure is reduced.] 4: Normal/expected [The pressure is normal or as expected.] 6: raised [The pressure is raised.] 8: Markedly increased [The pressure is much higher than normal or expected.]
 <b>Phase of heart cycle</b> Coded Text Occurrences: 0..1 (optional)	The phase of the heart cycle at the time of the measurement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systolic [During contraction of the heart.]</li> <li>• Diastolic [During relaxation of the heart.]</li> <li>• Pre-systolic [Phase of the heart immediately prior to contraction of the heart.]</li> <li>• Pre-diastolic [The phase of the heart immediately prior to filling of the ventricle.]</li> <li>• Whole cycle [The pressure measured is over the whole heart cycle.]</li> </ul>
 <b>Multimedia</b> Multimedia Occurrences: 0..1 (optional)	A multimedia representation of the pressure reading, other than waveforms.	
 <b>Waveform</b> SLOT (Cluster) Occurrences: 0..1 (optional)	A waveform representation of the pressure	<b>Include:</b> openEHR-EHR-CLUSTER.waveform.v1 and specialisations <b>Exclude:</b> All not explicitly included archetypes
 <b>Comment</b> Text Occurrences: 0..1 (optional)	A text comment on the reading.	Free or coded text

Figura 2.7 – Estrutura do corpo de dados do *Archetype*. (Fonte: OpenEhr<sup>17</sup>)

<sup>17</sup> *Archetype* disponível em <http://www.openehr.org/knowledge/>, consultado em 2011-12-19.

Na estrutura do corpo de dados do *archetype* existem alguns atributos que são fundamentais:

- A definição de um ícone por tipo de dado;
- A descrição do dado que corresponde à mensagem a apresentar ao utilizador;
- As restrições aos dados para garantia de coerência.

A introdução de ícones é uma extensão à norma ISO 13606 que se reveste de toda a importância. No Reino Unido, a National Health System (NHS) normalizou todos os ícones utilizados nas organizações de cuidados de saúde (*NHS Common User Interface*<sup>18</sup>). Este fato introduziu melhoria na qualidade dos dados e diminuição do risco clínico.

Figura 2.8 – Informações adicionais do archetype de avaliação da pressão arterial, (Fonte: OpenEHR<sup>19</sup>)


State		
<b>Structure:</b> Tree Occurrences: 1..1 (mandatory) Cardinality: 0..* ( <i>optional, repeating, unordered</i> )		
<b>T</b>  <b>Position</b> Text Occurrences: 0..1 (optional)	Position of patient during measurement.	Free or coded text
<b>T</b>  <b>Confounding factors</b> Text Occurrences: 0..1 (optional)	Other factors that may interfere with interpretation of the measurement.	Free or coded text
Protocol		
<b>Structure:</b> Tree Occurrences: 1..1 (mandatory) Cardinality: 0..* ( <i>optional, repeating, unordered</i> )		
  <b>Device</b> SLOT (Cluster) Occurrences: 0..1 (optional)	The device used to record the measurement.	<b>Include:</b> openEHR-EHR-CLUSTER.device.v1 and specialisations

Figura 2.8 - apresenta informações adicionais que completam o referido archetype.

<sup>18</sup>Disponível em <http://www.cui.nhs.uk/Pages/NHSCommonUserInterface.aspx>, consultado em 2011-12-19.

<sup>19</sup> *Archetype* disponível em <http://www.openehr.org/knowledge/>, consultado em 2011-12-19.

### 2.1.1 HL7

O *Health Level 7* (HL7) é um modelo de EHR que permite o registo e interoperabilidade de dados clínicos. Este modelo é baseado na norma ISO 13606 e encontra-se bastante difundido. Os principais fabricantes de equipamentos clínicos utilizam esta norma para a interoperabilidade entre sistemas.

A organização que é responsável por esta norma é a HL7<sup>20</sup> fundada em 1987 e acreditada pela *American National Standards Institute* (ANSI). A estrutura da organização HL7 é formada por grupos de interesse que incluem vendedores, fabricantes, organizações de serviços de saúde, investigadores e representantes de utilizadores finais. O objetivo destes grupos é de definir dimensões da norma em diferentes domínios.

O HL7 utiliza uma linguagem para descrever conteúdos semânticos de documentos clínicos. Esta linguagem é conhecida com o nome de *Clinical Document Architecture* (CDA). Um documento clínico contém segundo Robert, Liora, Sandy, & Calvin (2004), as seguintes características:

- Persistência;
- Dependência dos atos médicos;
- Dependência do contexto;
- Deve representar os dados no seu todo;
- Deve poder ser legível.

A linguagem CDA permite descrever qualquer documento clínico através de um objeto em Extended Markup Language (XML). Este garante a interoperabilidade.

Um documento clínico descrito em CDA apresenta os seguintes elementos:

- Header;
- Section;
- Text;
- Observation;
- Reference.

---

<sup>20</sup> Disponível em <http://www.hl7.org>, consultado em 2011-12-19.

Cada documento clínico pode ter várias “tags” do tipo “Section” e conseqüentemente várias “sections”. Cada “section” tem um texto e uma ou várias cláusulas do tipo “observation”. Cada “observation” pode ter uma ou mais cláusulas tipo “reference”.

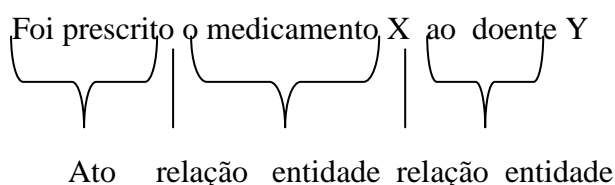
É possível ainda definir “templates” de documentos para agrupar dados clínicos relativos a serviços, diagnósticos, planos de tratamento ou patologias.

O “Reference Information Model” (RIM) do HL é composto por 5 tipos de classes, “Acts”, “Roles”, “Ethics”, “Actrelationship”, “Participation” e “Rolelink”.

O conceito do RIM é que todos os fatos podem ser modelados através de entidades e relações entre entidades. O CDA permite exportar as entidades e umas relações num formato inteligível por outros sistemas utilizando a linguagem XML.

Todos os atos médicos podem ser descritos como entidades e relações entre entidades.

Exemplo:



A grande virtude deste modelo é poder existir um conjunto de regras de restrição em formato XML ou mais exatamente em CDA que determina os domínios das diferentes entidades.

De acordo com Trotter & Uhlman (2011), a linguagem CDA permite a definição da estrutura a três níveis dos documentos clínicos.

- O primeiro nível permite incluir texto ou outros conteúdos tais como imagens no ficheiro XML. É possível, desta forma, transmitir todo e qualquer dado;
- O segundo nível é idêntico ao anterior, mas obriga a que as entidades e nas relações estejam identificadas com “tags”. Pode-se, no entanto, continuar a enviar dados não estruturados;
- O terceiro nível implica a existência de uma ontologia que atribua significado aos termos. Esta ontologia poderá ser qualquer das normalizadas (ICD, SNOMED, LOINC, ...)

Um documento em CDA deve poder conter qualquer tipo de dado sobre observação, diagnóstico, tratamento ou nota de alta de um doente.

Devido ao tipo de documentos existentes na área da imagiologia e RX, os objetos em CDA também podem conter documentos que são imagens.

No caso particular das imagens, o HL7 utiliza uma outra norma denominada Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM).

Para o laboratório é utilizado o Logical Observation Identifiers Layers and Codes (LOINC), enquanto para a farmácia o RXNORM.

O componente principal do HL7 é o *Reference Information Model* (RIM). O RIM é formado por quatro tipos grupos de classes que interagem com os *archetypes*:

- *Entity*;
- *Role*;
- *Participation*;
- *Act*.

No primeiro grupo são identificadas as entidades envolvidas no processo, ou seja, os atores. No segundo grupo são identificadas as funções de cada ator. No terceiro grupo denominado *Participation* é estabelecida a relação entre os atos e as entidades. Por último, o grupo de classes de atos define os atos.

Os registos de atos possuem códigos próprios de classes que podem ser:

- ENC (abreviatura de ENCOUNTER para sintomas);
- OBS (abreviatura de OBSERVATIONS para dados de observações);
- SBADM (abreviatura de SUBSTANCE ADMINISTRATION para administração de medicamentos);
- SPLY (abreviatura de SUPPLY para farmácia);
- CLINDOC (abreviatura de CLINICAL DOCUMENTS para documentos clínicos).

Os atos também são referenciados por códigos próprios que os especificam dentro da classe.

Os atos médicos também têm estados e possuem um comportamento idêntico a uma máquina de estados. Os principais estados são:

- Novo;
- Em Suspenso;
- Cancelado;
- Ativo;
- Obsoleto;
- Completo.

Os atos são identificados com uma hora, podem ter relações com outros atos e têm relações com participantes:

O HL7 devido à sua estrutura permite definir todo o tipo de contextos e de relações entre entidades e atos.

As diferenças formais entre o HL7 e o OpenEHR não são significativas. Ambos os modelos se baseiam na norma ISO 13606 e é possível definir processos de conversão de um modelo em outro. No entanto, estes processos podem representar alguma complexidade devido à arquitetura do RIM.

Alguns autores argumentam que a estrutura dos documentos clínicos do HL7 versão 3 não segue rigorosamente a estrutura proposta pela ISO 13606 e que isso é uma barreira, (Schloeffel Peter, Beale Thomas, Hayworth George, Heard Sam, & Heather, n.d.). Segundo estes autores, *HL7 CDA is approximately a subset of the 13606 EHR Extract, limited to one version of one composition, with some minor differences*<sup>21</sup>.

A tabela da Figura 2.9 apresenta alguns dos atributos possíveis e alguns registos para as entidades e a respetiva descrição tal como está na base de dados do RIM. A base de dados RIM é uma base de dados aberta o que permite ao modelo um elevado nível de adaptação a cada implementação.

Existem cerca de 6076 conceitos ou registos na referida tabela e 15 atributos.

---

<sup>21</sup>O HL7 CDA é aproximadamente um subconjunto do EHR\_EXTRACT da ISO 13606 limitado a uma versão de uma COMPOSITION com apenas ligeiras diferenças.

modelID	className	attName	attDatatype	attTypeCode	description
RIM_0117	Query spec	initialQuantityCode	CE	code	Define o número máximo de registos que podem ser pesquisados por uma <i>query</i>
RIM_0216	SubstanceAdministration	doseCheckQuantity	SET<RTO>	quantity	Especifica a quantidade expectável que pode ser administrada
RIM_0121	Entity	Quantity	SET<PQ>	quantity	Especifica a quantidade coerente

Figura 2.9 – Exemplo de alguns registos da tabela RIM, (Fonte: HL7<sup>22</sup>)

Os metadados e a interoperabilidade entre os mesmos são um desafio à modelação de qualquer sistema.

Algumas abordagens provenientes de outras organizações podem ser introduzidas nos sistemas de informação para serviços de saúde. Uma destas abordagens é a *Model Driven Architecture* (MDA). Esta metodologia é proposta pela OMG<sup>23</sup> e defende também uma abordagem ao sistema de informação por *archetypes* e *archetypes patterns* (Arlow & Neustadt, 2004).

<sup>22</sup> <http://www.hl7.org>, consultado em 2011-12-19.

<sup>23</sup> OMG, <http://www.omg.org>, consultado em 2011-12-19

O *arhetype patterns* é um conceito que se baseia na criação de uma biblioteca de *archetypes* com atributos opcionais que poderão ser usados em diferentes contextos e organizações. Esta abordagem poderá ser interessante para dados que não sejam obrigatórios tratar em todas as organizações e em todos os contextos.

Apresenta a grande vantagem de, mesmo que existam diversidades na utilização dos atributos opcionais dos *archetypes*, existir uma estrutura principal comum.

## 2.3 Terminologias, Taxonomias e Ontologias

### 2.3.1 Conceitos e Definições

Existe um conjunto de terminologias e taxonomias adequadas a diferentes especializações dos cuidados de saúde.

Não obstante as terminologias e taxonomias que descrevem os dados de observação, diagnósticos, os atos médicos, foram criadas específicas para as seguintes especialidades:

- Cuidados Primários;
- Laboratório;
- Radiologia e Imagiologia;
- Saúde Oral;
- Enfermagem;
- Farmácia;
- Saúde Pública;

Verifica-se, desta forma, a existência de um conjunto grande de terminologias e taxonomias com diferentes níveis de granularidade e que nem sempre produzem equivalências diretas entre os seus termos.

O termo ontologia tem origem na filosofia e o seu significado está associado ao estudo da natureza e estrutura de conceitos e sistemas do ambiente real e à sua representação formal.

O significado do termo ontologia tem evoluído. No âmbito da filosofia está relacionado com a teoria da existência. Com a utilização do termo ontologia nos sistemas de informação foi-lhe atribuído o significado da conceptualização de um modelo real, ou seja, a identificação das entidades, dos atributos e associações. Com o aparecimento da inteligência artificial e dos sistemas de suporte à decisão, o significado do termo evoluiu para uma forma de descrever o conhecimento sobre um domínio.

Os principais componentes de uma ontologia são o domínio, as entidades, as associações e os dicionários de termos. Para a definição das entidades e respetivas associações existe uma linguagem específica.

De uma forma sintética pode-se definir uma ontologia como a especificação de uma conceptualização (Tom R. Gruber, 1992).

As principais características de uma ontologia são as seguintes (Thomas R. Gruber, 1993):

**Clareza:** Uma ontologia deve especificar o real e inequívoco significado de um domínio. Os conceitos do domínio e os termos que os compõem devem estar associados a uma linguagem formal. Também os termos devem traduzir o real significado das entidades envolvidas. No limite, deve-se ver uma ontologia como um grafo em que os vértices são os termos e as relações as associações entre termos.

**Coerência:** Uma ontologia deve ser coerente e deve ser possível descrever todas as associações. As propriedades conhecidas das relações da teoria de grafos devem poder ser aplicadas às ontologias.

**Extensibilidade:** Uma ontologia deve poder ser extensível a novos termos e associações. Deve também ter uma gramática associada que permita descrever os novos conceitos.

**Número reduzido de símbolos:** Os símbolos da sua gramática devem ser reduzidos aos indispensáveis. Gramáticas com símbolos redundantes tornam-se difíceis de implementar e podem causar ambiguidades.

**Generalista:** Uma ontologia deve utilizar o máximo possível de generalizações e estereótipos e permitir a instanciação das especificidades a cada implementação. Por outro lado, não deve ser tão generalista que ultrapasse o domínio do conhecimento que pretende modelar.

De acordo com o conhecimento atual<sup>24</sup>, existem cerca de 5 biliões de elementos de dados relacionados através da internet. Pela definição de ontologia, nem todos estes elementos serão parte de uma ontologia.

Nas ciências da saúde, a ontologia *Systematised Nomenclature of Medicine* (SNOMED) possui cerca de 380 000 termos, a GALEN relacionada com o cancro contém cerca de 80 000 conceitos e apenas a *Open Biological and Biomedical Ontologies* (OBO) possui cerca de 80 ontologias distintas. Poder-se-ia ainda referir as ontologias recomendadas pela Organização Mundial de Saúde de classificação de incapacidades de pessoas,

---

<sup>24</sup> <http://linkeddata.org/>

características de bens de nutrição, comportamentos e doenças psiquiátricas, entre outras. A explosão de ontologias nas ciências da saúde é notória e devido à sua grande interligação tornam-se difíceis de dissociar.

Uma ontologia também pode ser vista como uma forma de representação do conhecimento. Para a representação formal do conhecimento foi definida uma linguagem formal.

Existem vários conceitos associados às ontologias que nos permitem a sua utilização em sistemas de informação. Os sistemas de processamento de linguagem natural utilizam as ontologias para inferirem conhecimento sobre texto escrito em linguagem não estruturada.

As ontologias *Description Logic* (DL) baseiam-se num conjunto de termos que constituem o vocabulário de termos do domínio da ontologia e um conjunto de associações entre termos.

Os termos possuem um conjunto de atributos que os identificam univocamente no domínio.

As linguagens *Attribute Logic Concept* ( $\mathcal{ALC}$ ) possuem conceitos que correspondem a associações de termos com classificações definidas no domínio  $D$ , tal que  $C \subseteq D$ . Os conceitos podem ser agrupados em interpretações semânticas  $I = (\mathcal{A}, I)$  em que  $\mathcal{A}$  representa o domínio de todos os conceitos elegíveis para as interpretações e  $I$  as funções que traduzem os conceitos em interpretações. O domínio dos conceitos pode ser estendido às interpretações,  $C \subseteq D \Leftrightarrow CI \subseteq DI$  (Konev, Lutz, Walther, & Wolter, 2009). Segundo este autor, uma ontologia é consistente  $\Leftrightarrow$  possui um modelo  $I$  e um conjunto de conceitos  $C$  tal que  $CI \neq \emptyset$ . Pode-se também afirmar que qualquer ontologia  $O$ , satisfaz a implicação  $C \subseteq D$  se existir um modelo  $I$  que lhe esteja afeto, ou seja:

$$O \models C \subseteq D.$$

A assinatura de uma ontologia é o conjunto de todos os termos e conceitos que são independentes da semântica (Konev, et al., 2009).

O símbolo  $\top$  significa toda a ontologia e o símbolo  $\perp$ , o elemento atómico da ontologia, ou seja o termo.

A assinatura de um conceito é o conjunto de termos e associações que definem esse conceito. A definição de assinatura, segundo o referido autor, para o termo B e associação r é matematicamente definida como:

$$\{T \subseteq \exists r.B \cap \forall r. \perp\} = \{B,r\}$$

As ontologias são, pois, estruturas complexas que apresentam as seguintes principais dificuldades de desenvolver e manter:

- Quantidade, diversidade e tipos de termos e conceitos;
- Quantidade e diversidade das interpretações semânticas;
- Grande número de dimensões do conhecimento e de domínios;
- Rápida evolução do conhecimento;
- Capacidade de manutenção e gestão;
- Necessidade de reutilização de termos, conceitos e interpretações;
- Necessidade de adequação e personalização para cada implementação.

E, ainda:

- Necessidade de elevados recursos tecnológicos para a sua utilização e exploração.

Devido à extensão e complexidade das ontologias é importante a sua organização em subconjuntos ou módulos que possam ser escaláveis e mais fáceis de manter e gerir.

Existem algumas estratégias para organizar os módulos. Uma possibilidade é a criação de módulos que agregam diferentes áreas do conhecimento. O sistema poderá decidir sobre que módulo deve inserir cada conceito e manter assim um equilíbrio na dimensão de cada módulo.

Esta dicotomia pode criar, em algumas situações, dificuldades por existirem conceitos que não indissociáveis. Uma outra técnica é considerar que todos os módulos poderão ter elementos de outros módulos mas apenas até um certo nível.

Uma outra aproximação é dividir os módulos por conteúdos semânticos e repartir cada subdomínio por diferentes módulos.

A divisão de uma ontologia em módulos pode ser muito difícil e complicada de executar. Acresce ainda o facto de esta divisão, se for estática, poder conduzir a grandes

ineficiências. Por este motivo, também existe a possibilidade de utilizar um sistema baseado em redes neuronais para adquirir aprendizagem e estabelecer a melhor divisão das ontologias.

Uma das ferramentas utilizadas para a divisão e modularização de ontologias é o *PROMPT*<sup>25</sup> desenvolvido na Universidade de Stanford. Este software utiliza uma representação normalizada das ontologias desenvolvidas pela W3C (*World Wide Web Consortium*)<sup>26</sup>, denominada *Ontology Web Language* (OWL) e que é uma implementação da linguagem formal *ALC*. O *PROMPT* utiliza o método de percurso nas associações entre termos da ontologia até que determinada distância seja alcançada.

Devido ao grande número de ontologias e também em consequência do facto de diferentes ontologias descreverem uma determinada realidade segundo perspetivas diferentes, existe a necessidade de desenvolver sistemas que permitam estabelecer equivalências entre conceitos de diferentes ontologias.

Esta situação é comum na saúde quando se utilizam traduções em diferentes línguas de uma dada ontologia. Acontece que as traduções dos conceitos e dos termos não podem ser feitas literalmente o que implica uma adequação das designações normalizadas. Algumas terminologias como o SNOMED-CT possuem inclusivamente designações recomendadas e alternativas para cada termo.

Outras situações acontecem quando são utilizadas terminologias para classificação de diagnósticos ou atos médicos para efeitos estatísticos e económicos. Sem dúvida que um dado episódio clínico pode ser classificado segundo diferentes terminologias que integram correspondentes ontologias.

O desenvolvimento de tabelas de equivalência entre termos poderá ser possível nos casos em que exista uma relação biunívoca. O problema complica-se quando se passa para o nível conceptual.

Alguns métodos foram estudados para a definição de ontologias em diferentes domínios na Web (Omelayenko, 2001), no entanto ainda não foi possível encontrar um método de criar equivalências entre conceitos que permitam evoluir para uma linguagem natural de ontologias. Este autor propôs um método de utilização de uma linguagem normalizada *Resource Description Framework* (RDF), para criar ligações entre ontologias. O

---

<sup>25</sup> <http://protege.stanford.edu/plugins/prompt/prompt.html>

<sup>26</sup> <http://www.w3.org/>

problema principal situa-se em que a maior dificuldade é criar associações entre conceitos tratados por diferentes ontologias. Ou seja, a questão principal não está nos metadados mas antes na semântica das associações.

Os principais tipos de associações entre ontologias são as seguintes (Brockmans, Haase, Serafini, & Stuckenschmidt, 2009):

- Equivalência ( $\equiv$ ), estabelece que os conteúdos semânticos se referem à mesma realidade;
- Inclusão ( $\subseteq, \supseteq$ ), estabelece que o conceito ou termo de uma ontologia é mais específico ou detalhado do que o elemento de outra ontologia;
- Sobreposição ( $\cap$ )<sup>27</sup>, estabelece que existe sobreposição de conceitos ou termos.

---

<sup>27</sup> *Overlap*

### 2.3.2 ICD9 e ICD10

A Taxonomia ICD-10 (Classificação Internacional de Doenças) é uma taxonomia que foi desenvolvida pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para classificar a mortalidade e as causas de morte.

Esta taxonomia é dividida em vinte e um capítulos. Começa no capítulo um com doenças infecciosas e no capítulo vinte e um trata os fatores que influenciam a saúde e o bem-estar.

É possível articular diferentes códigos para descrever uma doença. Por exemplo, na Tabela 2.1 o código A02.1, poderia ser articulado com outros códigos, de outros capítulos para descrever completamente uma doença.

O código ICD-10 fornece uma forte hierarquia de conceitos. Em algumas situações, existem vários códigos para identificar uma doença com diferentes peças anatómicas ou morfológicas.

Outra crítica que é feita ao ICD-10 é que não é possível estender a codificação de campos específicos às necessidades de cada organização.

Finalmente, o ICD-10 codifica doenças, mas não os dispositivos médicos, procedimentos, medicamentos ou meios complementares de diagnóstico e tratamento.

. Os utilizadores do ICD-10 não podem desenvolver a terminologia de acordo com as boas práticas, valores culturais ou religiosos, nem instituir uma tabela de tabelas cruzadas para permitir que códigos de vinculação de terminologias diferentes. No entanto, ICD-10 é amplamente utilizado porque permite adequada codificação simples de produção hospitalar e padronização dos cuidados de saúde.

Segundo Zhang & Walji (2011), o ICD 10 pode ser modelado como uma ontologia normalizada. Também, segundo estes autores é possível armazenar informação do ICD10 em objetos com a linguagem *Ontology Web Language* (OWL), conforme a norma da w3c<sup>28</sup>.

---

<sup>28</sup> <http://www.w3.org>, consultado em 2011-12-19

Tabela 2.1 Alguns códigos ICD-10, (Fonte: NCHS<sup>29</sup>)

Code	Description
<b>A02</b>	<b>Other salmonella infections</b>
	<i>Includes:</i> infection or foodborne intoxication due to any Salmonella species other than S. typhi and S. paratyphi
<b>A02.0</b>	<b>Salmonella enteritis</b>
	Salmonellosis
<b>A02.1</b>	<b>Salmonella septicaemia</b>
<b>A02.2</b>	<b>Localized salmonella infections</b>
	Salmonella:
	· <u>arthritis+ ( M01.3* )</u>
	· <u>meningitis+ ( G01* )</u>
	· <u>osteomyelitis+ ( M90.2* )</u>
	· <u>pneumonia+ ( J17.0* )</u>
	· <u>renal tubulo-interstitial disease+ ( N16.0* )</u>
<b>A02.8</b>	<b>Other specified salmonella infections</b>
<b>A02.9</b>	<b>Salmonella infection, unspecified</b>

A linguagem OWL é uma linguagem específica para descrever ontologias normalizadas pela w3c. A grande vantagem na utilização desta linguagem é que qualquer ontologia pode ser modulada e armazenada. Existem vários motores de pesquisa que podem

<sup>29</sup> <http://www.cdc.gov/nchs/>, consultado em 2011-12-19

pesquisar sobre ontologias escritas em linguagem OWL. O *Lucene*<sup>30</sup> da *Apache* é um exemplo destes motores.

A figura 2.10 apresenta uma ontologia modelada com os conceitos de ICD10 relativos a um episódio de enfarte do miocárdio.

Pode-se observar nesta figura que a ontologia prevê quatro tipos diferentes de enfartes:

- Anterior;
- Não especificado;
- Especificado;
- Inferior;
- Diafragmático.

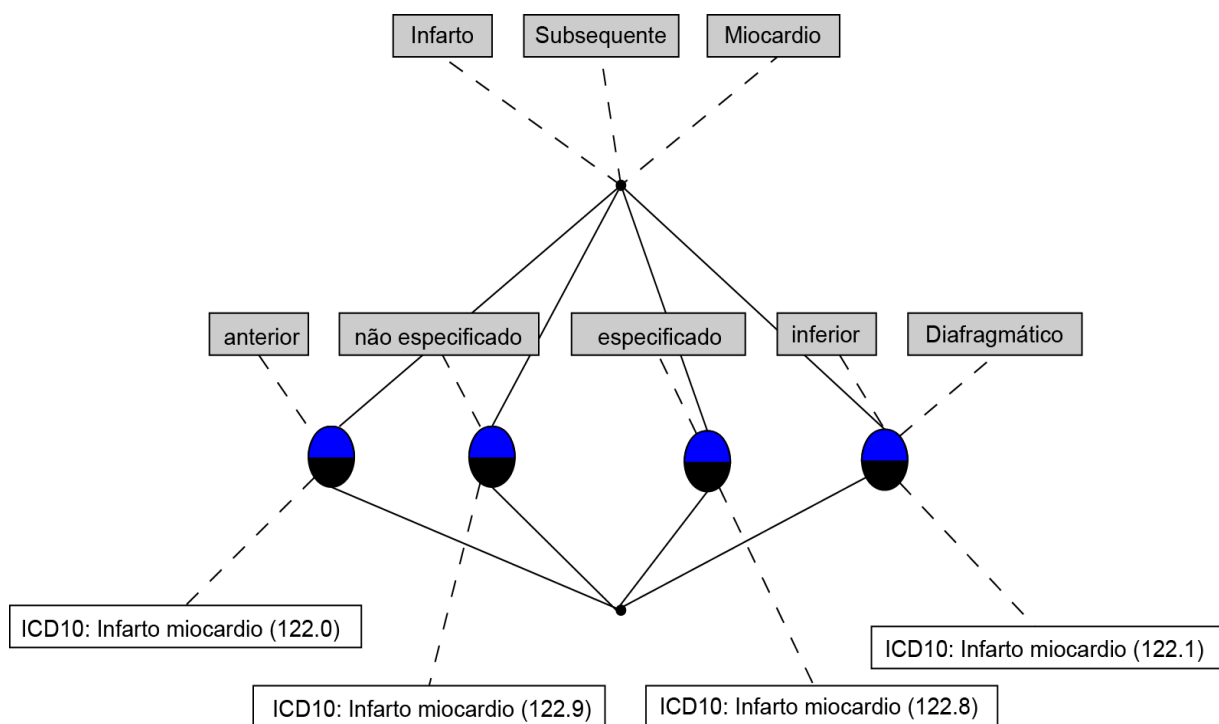


Figura 2.10 – Ontologia sobre o infarto do miocárdio construída com conceitos ICD10. (Adaptado de Zhang & Walji, 2011)

<sup>30</sup> Disponível em <http://lucene.apache.org/java/docs/index.html>, consultado em 2011-12-19.

É possível, pois, relacionar cada conceito da taxonomia ICD com elementos da ontologia. A ontologia poderá ter mais informação do que a taxonomia. É possível definir hierarquias de relações entre os elementos da ontologia, propriedades das classes e atributos das instâncias ou sejam instâncias de objetos.

As ontologias poderão ainda ser usadas para processadores de linguagem natural com o objetivo de inferirem sobre texto não estruturado como, por exemplo, os diários clínicos e construir conhecimento sobre os mesmos.

### 2.3.3. SNOMED

O *Systematized Nomenclature of Medicine* (SNOMED), foi inicialmente desenvolvido pela *College of American Pathologists* (CAP), mas os seus direitos foram cedidos à *International Health Terminology Standards Development Organisation*<sup>31</sup> (IHTSDO).

O SNOMED é uma ontologia formada por um conjunto de termos controlados, descrições hierárquicas, atributos e relações. As principais características do SNOMED são as seguintes (AHIMA, 2006):

- É baseado em conceitos;
- Cada conceito representa um conteúdo semântico;
- Cada conceito tem uma ou mais terminologias que podem ser usadas;
- Cada conceito tem interligações com outros conceitos com o objetivo de descrever uma situação ou evento.

Todos os conceitos do SNOMED são desenvolvidos segundo os seguintes princípios:

- Explícitos;
- Reprodutíveis;
- Úteis.

O processo de desenvolvimento do SNOMED integra grupos de trabalho de diferentes competências e organizações.

O controlo de qualidade é assegurado através de um conjunto de investigadores e revisores.

A Figura 2.11 descreve a relação entre um termo e um órgão segundo a perspetiva SNOMED. Pode-se verificar que tem de existir sempre um conceito entre o termo e o seu significado real. Este conceito está sempre ligado a uma ação que tem um conjunto de atributos tais como uma especificação, uma data e hora e um ator entre outros.

O SNOMED comporta várias hierárquias de conceitos e a sua grande virtude é poder relacionar um dado de observação, diagnóstico ou tratamento com uma região

---

<sup>31</sup> Disponível em <http://www.ihtsdo.org/>, consultado em 2011-12-29.

anatômica através de uma relação que ela em si também pode conter uma especialização.

Por outro lado, a abrangência do SNOMED é vasta pois possui terminologias clínicas, demográficas, de farmácia, de microrganismos e de laboratório, entre outras.

O SNOMED encontra-se traduzido em várias línguas para além do inglês original. A grande vantagem desta universalidade é que um identificador de um conceito é o mesmo em qualquer tradução.

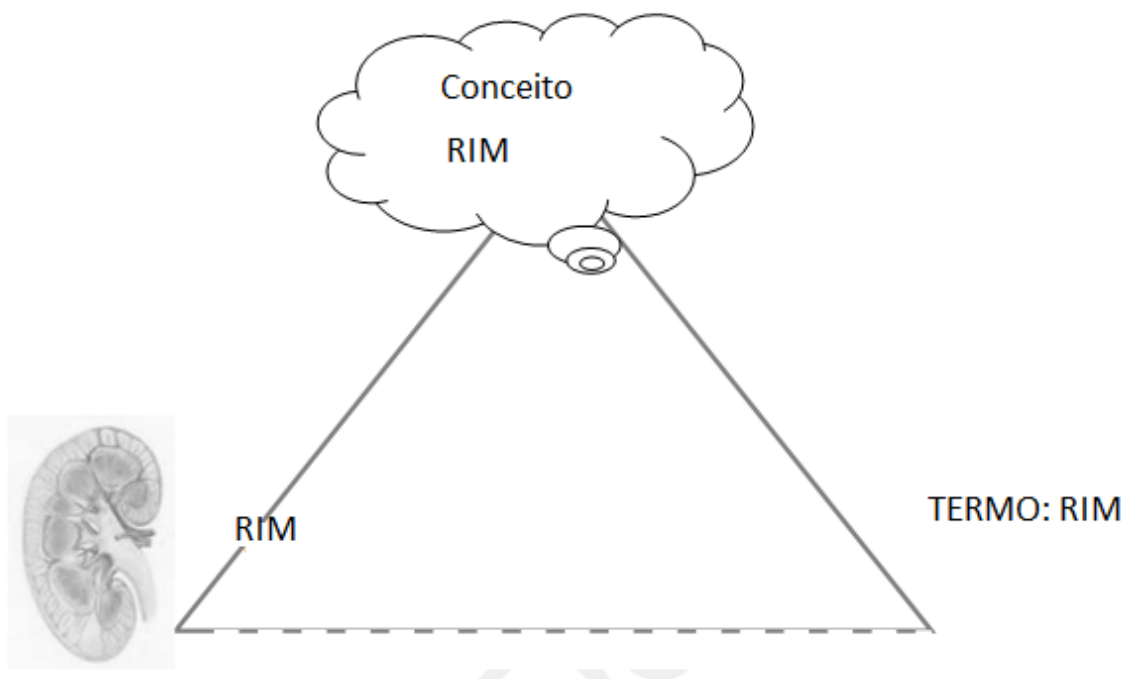


Figura 2.11 – Relação entre um termo e um órgão, (Adaptado de IHTSDO<sup>32</sup>, 2008)

Devido à sua granularidade, o SNOMED pode ser convertido automaticamente em terminologias com menos detalhe. Desta forma existe uma tabela de conversão disponibilizada pela *National Library of Medicine* nos EUA que efetua a conversão entre SNOMED e ICD9<sup>33</sup>.

<sup>32</sup> Disponível em <http://www.ihtsdo.org/>, consultado em 2011-12-29

<sup>33</sup> <http://www.nlm.nih.gov/research/umls/licensedcontent/snomedctarchive.html>, consultado em 2011-12-19.

### 2.3.3. LOINC

O *Logical Observation Identifiers Layers and Codes* (LOINC)<sup>34</sup> é uma taxonomia para referenciar dados de laboratório.

A grande vantagem do LOINC reside no fato dos resultados dos exames laboratoriais poderem ser automaticamente integrados em mensagens normalizadas de modelos de EHR.

Os registos do LOINC contêm os seguintes atributos:

- Componente analítica (Ex: potássio, hemoglobina, ...);
- Propriedade avaliada (Ex: concentração);
- Tempo;
- Tipo de amostra;
- Tipo de escala.

---

<sup>34</sup> <http://www.loinc.org>, consultado em 2011-12-19.

### 2.3.5 Código de Nomenclatura e Valor Relativo de Atos Médicos

Os atos médicos em Portugal são classificados segundo o *Código de Nomenclatura e Valor Relativo de Atos Médicos* (Ordem dos Médicos, 1997). Segundo esta classificação, existe uma terminologia e uma taxonomia normalizada para todos os atos. Os atos médicos estão agrupados em noventa grupos e classificados com uma chave que pode ir a quatro níveis. Para cada ato médico de tratamento existe um coeficiente K que pondera a complexidade relativa dos diferentes atos e que pode ser usado como elemento da fórmula de custeio.

Também os atos que possuem uma componente de diagnóstico, são classificados com um coeficiente C e podem ainda ter um coeficiente K. A conjugação destes coeficientes e o seu piso relativo são a base do cálculo da produção e respetivo valor.

Tabela 2.2 - Excerto da tabela de Classificações dos Atos Médicos com K, (Ordem dos Médicos, 1997)

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>K</b>
<b>36.</b>	<b>SISTEMA HEMOLINFOPOIÉTICO</b>	
<b>36.00.</b>	<b>Baço</b>	
36.00.00.01	Esplenectomia (total ou parcial) ou esplenorrafia	160
<b>36.01.</b>	<b>Gânglios e vasos linfáticos</b>	
36.01.00.01	Drenagem de abscesso ganglionar	17
36.01.00.02	Excisão de gânglio linfático superficial	32
36.01.00.03	Excisão de gânglio linfático profundo	42
36.01.00.04	Excisão de linfangioma quístico (Excetuando parótida)	155

Tabela 2.3 - Excerto da tabela de Classificações dos Atos Médicos com C e K, (Ordem dos Médicos, 1997)

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>C</b>	<b>K</b>
<b>60.</b>	<b>RADIODIAGNÓSTICO</b>		
<b>60.00.</b>	<b>Aparelho digestivo</b>		
60.00.00.01	Abdómen simples – 1 incidência	10	2
60.00.00.02	Abdómen simples – 2 incidências	16	2
60.00.00.03	Cavum ou Rino-Faringe	4	3
60.00.00.04	Colangiografia endovenosa (excluindo estudo tomográfico)	27	8
60.00.00.05	Colangiografia endovenosa com perfusão (excluindo estudo tomográfico)	27	8
60.00.00.06	Colecistografia – 2 incidências + compressão doseada + Prova de Boyden	17	6
60.00.00.07	Dentes – ortopantomografia facial	22	2
60.00.00.08	Dentes todos em dentição completa	17	6
60.00.00.09	Duodenografia hipotónica estudo complementar	15	6

Os meios complementares de diagnóstico e tratamento são compostos por todos os exames laboratoriais, imagiológicos e ainda colheita de amostras por meios invasivos ou não com vista a apoiar os diagnósticos médicos ou a permitir dados e estatísticas de produção.

A tabela de codificação destes atos foi publicada em Diário da República (Portaria 567, 2006) e é composta por vários grupos tais como anatomia patológica, anestesiologia, cardiologia, crio-conservação e cultura de tecidos, dermatologia, testes de desenvolvimento, entre outros.

### 2.3.6. CHNM

O INFARMED é um Instituto Público que regulamenta em Portugal a distribuição e comercialização de medicamentos.

O Prontuário Terapêutico possui toda a informação e posologias relativas aos medicamentos disponíveis em Portugal (INFARMED, 2010).

O Código Hospitalar Nacional do Medicamento (CHNM) permite identificar univocamente um tipo de medicamento e identificar as suas características. Associado ao CHNM existe uma descrição normalizada do nome do fármaco, um número de registo no INFARMED e a descrição da apresentação.

Tabela 2.4 -Excerto da Tabela CHNM, (INFARMED, 2011)

<b>Registo</b>	<b>CHNM</b>	<b>Descricao CHNM</b>	<b>Nome - Forma Farm. - Dosagem</b>
5248059	10002050	Metronidazol 5 mg/ml Sol inj Fr 100 ml IV	Metronidazol Labesfal 5 mg/ml Solução para Perfusão - Solução para perfusão - 5 mg/ml
5248067	10002050	Metronidazol 5 mg/ml Sol inj Fr 100 ml IV	Metronidazol Labesfal 5 mg/ml Solução para Perfusão - Solução para perfusão - 5 mg/ml
5248075	10076295	Docetaxel 20 mg/0.5 ml Conc e solv sol inj Fr 0.5 ml IV	Docetaxel Generis - Concentrado e solvente para solução para perfusão - 20 mg/0.5 ml
5248083	10036475	Solifenacina 10 mg Comp	Vesicare - Comprimido revestido por película - 10 mg
5248109	10101122	Docetaxel 80 mg/2 ml Conc e solv sol inj Pincel 2 ml IV	Docetaxel Generis - Concentrado e solvente para solução para perfusão - 80 mg/2 ml

### 2.3.7 Tabelas de composição de Alimentos

Os alimentos e os valores nutricionais dos mesmos são um elemento importante na saúde.

Segundo Leclercq, Valsta, & Turrin, (2001) era essencial o desenvolvimento de uma base de dados internacional de valores nutricionais. Na época, segundo estes autores, a base de dados chamava-se *Food Based Dietary Guidelines* (FBDG).

As principais barreiras existentes que justificam a necessidade desta base de dados eram:

- Ausência de informação sobre o valor nutricional de alguns alimentos;
- Ausência de uma metodologia de identificação de alimentos e nutrientes;
- A rastreabilidade da qualidade dos produtos alimentares;
- Variabilidade nos dados existentes devido a diferentes processos de amostragem e classificação de alimentos;
- A ausência de um *thesaurus* era uma das principais barreiras.

Segundo o autor, também não existia na literatura informação que distinguisse ausência de dados por o nutriente ainda não ter sido analisado e ausência de dados por desconhecimento do nutriente.

Também alguns componentes que habitualmente estão nos alimentos precisam de ser excluídos das análises como, por exemplo, a água.

A ausência de definição de metodologias universais condicionou também os resultados das tabelas de valores nutricionais.

A *National Nutrient Database Reference* (USDA) é a maior base de dados de produtos alimentares nos EUA. Contém cerca de 7906 itens e 146 nutrientes.

É composta pelas seguintes tabelas:

- Descrição de alimentos;
- Nutrientes;
- Pesos e medidas;
- Notas;
- Fontes de dados.

## Descrição de alimentos

A tabela USDA contém informação sobre o nome do alimento, características relevantes, informação se é ingerido cru ou cozido e uma breve descrição.<sup>35</sup>

Cada alimento tem um nome científico que é universal. A tabela USDA referencia cada alimento com um código e respetivos nutrientes.

Alguns alimentos não são consumidos na totalidade, possuem partes (ossos, casca, ...) que são excluídos da alimentação. A percentagem consumível é denominada de percentagem edível.

O cálculo do valor do nutriente de um alimento é dado pela fórmula:

$$Y = V * \left( \frac{\text{peso em gramas}}{100} \right) * \left( \frac{100 - R}{100} \right)$$

Y= Valor do nutriente

V= valor do nutriente por 100g

R= Percentagem perdida ( R-“Refuse”)

O *thesaurus* utilizado nesta base de dados é o *Langual*. O *Langual* foi desenvolvido em 1996 por Møller & Ireland (2010).

O principal benefício do *Langual* é ser baseado no conceito de que qualquer alimento pode ser classificado pela combinação dos seus componentes. Estas características podem ser classificadas e analisadas por métodos computacionais e que podem ser utilizadas para pesquisar fontes externas.

## Nutrientes

A tabela de nutrientes contém valores por 100g de alimento edível e é composta pelos seguintes campos:

- Valor nutricional, (este valor é a média de uma amostra);
- Número de elementos da amostra;
- Desvio padrão;
- Número de estudos;
- Valor mínimo;
- Valor máximo;

---

<sup>35</sup> Disponível em <http://www.org.vida.gov/sp2userfiles/place/12354>, consultado em 2011-12-21.

- Número de casos estimados que pertencem ao intervalo;
- Limites do domínio do intervalo;
- Comentários.

### **Retenção do Nutriente**

Quando o alimento é preparado existem valores nutricionais que são perdidos. Segundo a USDA<sup>36</sup>, para se obter o valor nutricional efetivo de um alimento, multiplica-se o seu valor da tabela pelo fator de retenção.

### **Pesos e Medidas**

A tabela de pesos e medidas contém as unidades de medida dos nutrientes excluindo a água.

### **Footnotes (Observações)**

É uma tabela de dados de notas.

### **Sources of Data**

É uma tabela de fontes de dados e referências bibliográficas.

A tabela 2.5 apresenta um exemplo da parte da tabela de descrição de códigos do Langual.

A tabela 2.6 apresenta um exemplo de parte da tabela de grupos de alimentos. Pode-se constatar que os produtos estão associados por natureza.

A cada item da tabela 2.6 estão ligados um conjunto de itens de alimentos como mostra a tabela 2.7.

Os nutrientes são formados por duas tabelas. Uma que identifica o nutriente, unidades e nome abreviado entre outros e outra tabela que inclui o valor do nutriente para cada alimento.

---

<sup>36</sup> Fonte: <http://www.org.vida.gov/sp2userfiles/place/12354>, consultado em 2011-12-21.

Tabela 2.5 – Exemplos de códigos do Languag de grupos de alimentos<sup>37</sup>

Factor	Description
A0107	BAKERY PRODUCT, UNSWEETENED (US CFR)
A0113	SPICE OR HERB (US CFR)
A0125	GRAIN OR STARCH PRODUCT (US CFR)
A0127	FRUIT JUICE (US CFR)
A0129	REFINED OR PARTIALLY-REFINED FOOD PRODUCT (US CFR)
A0132	MEAT PRODUCT ANALOG (US CFR)
A0133	FLAVORING OR SEASONING (US CFR)
A0134	SALT OR SALT SUBSTITUTE (US CFR)
A0143	FRUIT OR FRUIT PRODUCT (US CFR)
A0149	MILLED GRAIN OR STARCH PRODUCT (US CFR)
A0150	MEAT OR MEAT PRODUCT (FROM MAMMAL) (US CFR)
A0152	VEGETABLE OR VEGETABLE PRODUCT (US CFR)
A0155	FRUIT BUTTER, JELLY, PRESERVE OR RELATED PRODUCT (US CFR)
A0172	PREPARED FOOD PRODUCT (US CFR)
A0179	CONDIMENT OR RELISH (US CFR)
A0182	MILK ANALOG (US CFR)
A0196	FRUIT NECTAR (US CFR)
A0197	FRUIT SPREAD OR SAUCE (US CFR)
A0208	SALAD (US CFR)
A0219	CUSTARD, COOKED (US CFR)
A0225	RELISH (US CFR)

Tabela 2.6 – Exemplos de códigos do Languag de descrições de grupos de alimentos<sup>38</sup>

FdGrp_CD	FdGrp_Desc
0100	Dairy and Egg Products
0200	Spices and Herbs
0300	Baby Foods
0400	Fats and Oils
0500	Poultry Products
0600	Soups, Sauces, and Gravies
0700	Sausages and Luncheon Meats
0800	Breakfast Cereals
0900	Fruits and Fruit Juices
1000	Pork Products
1100	Vegetables and Vegetable Products
1200	Nut and Seed Products
1300	Beef Products
1400	Beverages
1500	Finfish and Shellfish Products
1600	Legumes and Legume Products
1700	Lamb, Veal, and Game Products
1800	Baked Products
1900	Sweets
2000	Cereal Grains and Pasta
2100	Fast Foods

<sup>37</sup> Fonte: <http://www.ars.usda.gov/Services/docs.htm?docid=8964>, consultado em 2011-12-21.

Tabela 2.7 – Exemplos de códigos do Languag de alimentos<sup>38</sup>

NDB_No	Long_Desc	Shrt_Desc
01001	Butter, salted	BUTTER,WITH SALT
01002	Butter, whipped, with salt	BUTTER,WHIPPED,WITH SALT
01003	Butter oil, anhydrous	BUTTER OIL,ANHYDROUS
01004	Cheese, blue	CHEESE,BLUE
01005	Cheese, brick	CHEESE,BRICK
01006	Cheese, brie	CHEESE,BRIE
01007	Cheese, camembert	CHEESE,CAMEMBERB
01008	Cheese, caraway	CHEESE,CARAWAY
01009	Cheese, cheddar	CHEESE,CHEDDAR
01010	Cheese, cheshire	CHEESE,CHESHIRE
01011	Cheese, colby	CHEESE,COLBY
01012	Cheese, cottage, creamed, large or small curd	CHEESE,COTTAGE,CRMD,LRG OR SML CURD
01013	Cheese, cottage, creamed, with fruit	CHEESE,COTTAGE,CRMD,W/FRUIT

As tabelas 2.5, 2.6 e 2.7 fazem parte de uma base de dados disponibilizada pela *Danish Food Composition Databank*<sup>38</sup>.

Esta base de dados contém os principais produtos normalizados pelo projecto Eurofir e alguns valores introduzidos pelo *National Food Institute* da Dinamarca.

Segundo este instituto, as tabelas de composição de alimentos têm uma longa tradição na Dinamarca e são usadas com diversos fins inclusive de investigação.

Algumas análise de nutrientes que constam nesta tabela têm vindo a ser efetuados desde há mais de 125 anos<sup>39</sup>.

Esta base de dados é disponibilizada pela *National Food Institute* da Dinamarca via Web num formato normalizado para o sincronismo de dados com todas as entidades que necessitam de usar informação nutricional de alimentos.

<sup>38</sup> Disponível em [http://www.foodcomp.dk/v7/fcdb\\_default.asp](http://www.foodcomp.dk/v7/fcdb_default.asp), consultado em 2011-12-29.

<sup>39</sup> Disponível em [http://www.foodcomp.dk/v7/fcdb\\_fooddatahistory.asp](http://www.foodcomp.dk/v7/fcdb_fooddatahistory.asp), consultado em 2011-12-29.

## 2.4. Business Process Management

A necessidade de automatizar processos, garantir a sequência e o cronograma das ações, tornar os workflows independentes das aplicações informáticas e gerir níveis de serviço levou ao aparecimento da metodologia de gestão e modelação de workflows também conhecida por *Business Process Management* (BPM).

A metodologia BPM baseia-se na modelação de processos, exportação dos processos em linguagem XML apropriada a este objetivo e denominada BPEL e execução dos mesmos em plataformas normalizadas denominadas motores de BPM.

A linguagem BPEL (Business Process Execution Language), também conhecida por BPEL4WS (BPEL for Web Services), é um dos *standards* mais usados pelos editores de BPMN (Business Process Modeling Notation) para descrever modelos de BPM.

A especificação do BPEL foi desenvolvida pela IBM<sup>40</sup>, Microsoft<sup>41</sup> e pela BEA que foi integrada na Oracle<sup>42</sup>. Posteriormente esta especificação normalizada pela OASIS<sup>43</sup>.

A linguagem BPEL apresenta como principal característica a possibilidade de descrever relações entre processos, ou seja, permitir a comunicação entre processos internos e externos a cada organização.

Assim um processo BPEL é composto por dois tipos de ficheiros:

- ❖ Um ficheiro que descreve a interface para *Web Services*;
- ❖ Um conjunto de ficheiros em XML que descreve o processo, variáveis, atores e algoritmos para tratamento de eventos.

As comunicações entre as diferentes atividades de cada processo são asseguradas pelos *Web Services* e descritas num ficheiro em *WebServices Description Language* (WSDL).

A definição de um processo em XML, tal como foi definido pelo BPEL, muitas vezes levanta algumas dificuldades.

Estas dificuldades advêm do facto de ser, por vezes, necessário introduzir código para verificar condições, efetuar cálculos entre outros.

---

<sup>40</sup> Disponível em <http://www.ibm.org>, consultado em 2011-11-29.

<sup>41</sup> Disponível em <http://www.microsoft.com>, consultado em 2011-11-29.

<sup>42</sup> Disponível em <http://www.oracle.com>, consultado em 2011-11-29.

<sup>43</sup> Disponível em <http://www.oasis-open.org/committees/wsbpel/press.php>, consultado em 2011-11-29.

A TIBCO resolveu esta questão permitindo incluir Java Script dentro das definições de atividades e nas transações condicionais entre atividades.

Uma outra aproximação suportada pelos defensores do BPEL puro é a utilização de uma extensão ao BPEL definida por Java BPEL (JBPEL).

Esta extensão permite incluir código java no XML que define o processo. Estes blocos de java são denominados Java snippets. Estes Java snippets podem ser usados para todo o tipo de instruções já conhecidas da linguagem Java e ainda para determinadas operações do processo tais como as transações condicionais, envio e receção de mensagens, *joins* e *forks* entre atividades.

A construção de um processo em BPEL resume-se assim a editar o modelo do processo com um editor de BPMN e a fazê-lo executar num motor de BPEL.

Existem no mercado vários editores BPMN open source e comerciais. Também os motores de BPEL podem ser open source ou comerciais. O motor open source mais conhecido é o JBOSS<sup>44</sup>.

A utilização dos webservices permite a comunicação entre processos de diferentes sistemas e a implementação de sistemas de orquestração de processos.

Os workflows podem ser relacionados com ontologias. Browne (2005), propôs um modelo de ontologias com workflows que a partir de um evento gerado por um workflow percebe qual a classe e hierarquias de classes a classe evento pertence.

Este modelo pode ser muito importante para situações de risco clínico ou risco nutricional.

O conceito baseia-se em definir classes de eventos suscetíveis de gerarem riscos clínicos.

Os motores de BPM permitem ao profissional efetuar as tarefas considerar necessárias no âmbito dos *guidelines* estabelecidos. Sempre que é despoletado um evento, esse evento estará associado a uma atividade e a um ator. Este evento é inferência baseado num repositório de ontologias que irá perceber as implicações do referido evento.

A ontologia representa o conhecimento adquirido no contexto do doente. É ainda possível desenvolver modelos de processos que podem desencadear atividades de sistema sem a intervenção humana. No caso de um evento crítico, poder-se-á, por

---

<sup>44</sup> Disponível em <http://www.jboss.org/>, consultado em 2011-11-29.

exemplo, enviar mensagens para profissionais, ativar alarmes ou desencadear mesmo algum processo de ligar um sistema de suporte à vida.

O primeiro evento poderá ainda ser ativado automaticamente através de um sistema de aquisição automática de dados. Se, por exemplo, um sinal vital do cliente está fora de um padrão é possível recolher estes dados via HL7 de um monitor, criar no evento no *workflow* e este, por sua vez, ativar outro sistema que através da ontologia toma a decisão apropriada.

Segundo Berner (2007), este é o domínio dos *Unknowledge Based Clinical Decision Support System*<sup>45</sup>. Esta classificação é controversa na medida em que o sistema tem conhecimento pois a ontologia é uma forma de representação do conhecimento. Contudo, o referido autor contrapõe com sistemas que adquirem conhecimento, ou seja, eles próprios vão ajustando a ontologia e desenvolvendo novos elementos, classes de objetos, instâncias, relações e restrições. A estes últimos sistemas, (Berner, 2007), denomina de *Knowledge Based Clinical Decision Support Systems*.<sup>46</sup>

---

<sup>45</sup> Sistemas de suporte à decisão sem aquisição de conhecimento.

<sup>46</sup> Sistemas de suporte à Decisão clínica com aquisição de conhecimento

## 2.5 Análise de Conteúdos Semânticos

Os documentos são compostos por um conjunto de termos do tipo sujeitos, substantivos, verbos, adjetivos, advérbios, pronomes entre outros com diferentes significados e que podem apresentar diferentes formas.

Também um termo pode apresentar diferentes alternativas de sinónimos. Para a extração de conteúdos semânticos de texto não estruturado existem um conjunto de metodologias que se baseiam em análise de raiz etimológica de termos, frequência, proximidade no texto e enquadramento em regras gramaticais previamente definidas.

O domínio da análise de conteúdos semânticos cruza-se com a semiótica. Segundo o dicionário Merriam-Webster<sup>47</sup>, semiótica define-se como *Uma teoria filosófica geral dos sinais e símbolos estabelece a relação entre uma língua artificialmente construída e outra natural. Compreende uma abordagem sintática, a semântica e a pragmática.*

A análise de textos compreende a interpretação de símbolos e agrupamentos de símbolos que representam linguagem natural. Segundo Freeman (2000) *O ramo da semiótica que estuda a relação entre representações e significados, recebe o nome de semântica. O ramo da semiótica que estuda a relação entre símbolos como um dicionário é denominado sintaxe (p.2).*

A análise de conteúdos semânticos consiste desta forma numa análise semiótica e compreende duas dimensões:

- Análise sintática do texto;
- Análise semântica do texto.

A análise semiótica dos textos também permite criar modelos de conversão de conteúdos que permitam ser inteligíveis por diferentes tipos de pessoas. A área de aplicação destas metodologias é o *Personal Health Record (PHR)*, ou seja um portal de dados clínicos que poderá ser entendido pelo cidadão mas que se encontra sincronizado com EHR. Existem alguns estudos realizados de modelos de conversão sintática e semântica. Cardillo (2011) propôs um modelo para o desenvolvimento de um PHR para a língua italiana.

---

<sup>47</sup> <http://www.merriam-webster.com/dictionary/semiotics>, consultado em 2011-12-26.

Existem outros sistemas baseados em análise de conteúdos que relacionam termos e construções gramaticais entre si para extraírem conceitos que por sua vez se podem interrelacionar.

Um exemplo paradigmático foi a construção de um modelo que relaciona medicina tradicional chinesa introduzida numa base de dados com medicina ocidental, (Zhou, Peng, & Liu, 2010). Os referidos autores argumentam do interesse de relacionar ontologias entre si:

*For biomedical TM research, MEDLINE is one of the distinguished biomedical literature databases with more than 17 million records in 2009. Pioneering studies in medical knowledge discovery from MEDLINE have demonstrated the great potential for extracting innovative knowledge from the literature and. Furthermore, recent studies demonstrated the promise of combining different biomedical data sources, such as expression, sequence and literature data, by means of integrative data mining, to generate useful knowledge (p.1)<sup>48</sup>.*

O grande desafio é, pois, encontrar metodologias para extração de conhecimento nesta área de investigação. Os métodos destas metodologias necessitam de dois tipos de fontes de dados:

- Dicionários de termos;
- Regras semânticas ou gramáticas.

Sobre os dicionários de termos existem vários, conforme as taxonomias utilizadas. Sabe-se no entanto que existem muitos termos que constam nos diários clínicos que não correspondem a nenhuma taxonomia normalizada. Ter-se-á de construir tabelas de equivalências para estes casos. Uma abordagem possível é analisar os termos mais usados e construir um dicionário de termos com recurso a especialistas. Esta última abordagem pode ainda permitir ajustar a terminologia a culturas e práticas de cada instituição.

---

<sup>48</sup> Para a pesquisa biomédica, MEDLINE é uma base de dados de referência com mais de 17 milhões de registos em 2009. Estudos iniciais mostraram um enorme potencial na extração de conhecimento da literatura. Contudo, estudos mais atuais mostram também o interesse em cruzar diferentes fontes com expressões e outros dados com objetivos de aplicar conceitos de data mining e construir conhecimento.

A Administração do Sistema de Saúde (ACSS) publica no seu site uma lista de siglas e acrónimos que podem ser usadas em documentos e diários clínicos<sup>49</sup>.

A primeira fase é a redução de todos os termos à sua forma etimológica. Esta fase denomina-se de *stemming* ou *lemmatization*. A *sowball* é uma linguagem escrita para regras e *stemming* (Porter, 2001). A segunda fase é a extração de todos os símbolos de fim de frase e pontuações.

Fica-se desta forma com uma *bag of words*<sup>50</sup> que se pode tratar como qualquer conjunto de dados com relações e proximidade entre si que definem conceitos.

É possível ainda com base em análises qualitativas de frequências analisar a importância relativa de cada termo para o documento e respetivos conteúdos semânticos.

Segundo Markov & Larose (2007), é possível construir uma matriz de frequências em que as colunas são os termos e as linhas os documentos.

Esta matriz é denominada por matriz de frequências podendo ainda o valor da frequência de cada termo ser normalizado.

$$TF(t_i, d_j) = \begin{cases} 0 & \text{Se } n_{ij} = 0 \\ \frac{n_{ij}}{\sum_{k=1}^m n_{ik}} & \text{Se } n_{ij} > 0 \end{cases}$$

Fonte: (Markov & Larose, 2007).

Seja TF a função Term Frequency do termo  $t_i$  no documento  $d_j$  e  $n_{ij}$  o número de vezes que o termo  $t_i$  aparece no documento  $d_j$ . Tem-se desta forma um vetor de termos por cada documento.

Segundo os referidos autores, é ainda possível utilizar-se outras fórmulas de cálculo da matriz de frequências:

---

<sup>49</sup> [http://portalcodgdh.min-saude.pt/index.php/Abreviaturas\\_acr%C3%B3nimos\\_e\\_siglas:A-H](http://portalcodgdh.min-saude.pt/index.php/Abreviaturas_acr%C3%B3nimos_e_siglas:A-H), consultado em 2011-12-26.

<sup>50</sup> Saco de palavras

$$TF(t_i, d_j) = \begin{cases} 0 & \text{Se } n_{ij} = 0 \\ \frac{n_{ij}}{\max_k n_{kj}} & \text{Se } n_{ij} > 0 \end{cases}$$

Ou ainda com uma função logarítmica:

$$F(t_i, d_j) = \begin{cases} 0 & \text{Se } n_{ij} = 0 \\ 1 + \log(1 + \log n_{ij}) & \text{Se } n_{ij} > 0 \end{cases}$$

As matrizes de frequências são de grande utilidade na identificação de termos e respectivas frequências para análise de diários clínicos e identificação de palavras relacionadas com dietética e nutrição.

Também a análise de proximidade de termos poderá permitir inferir de relações entre os mesmos e que correspondem a conteúdos semânticos do domínio da nutrição.

## 2.6 Resumo do Capítulo e Objetivos

O capítulo de revisão de literatura apresenta uma análise do estado da arte das normas e modelos de EHR. Estes modelos permitem enquadrar os dados nutricionais em repositórios normalizados, suscetíveis de serem partilhados em arquiteturas orientadas a serviços.

Os metadados não possuem significado semântico se não foram relacionados com taxonomias e ontologias. A análise das diferentes taxonomias e ontologias permite avaliar das dimensões nas quais se podem desenvolver os registos EHR.

Devido à dinâmica e à orientação das organizações para processos de negócio foi efetuado um estudo das normas e *standards* de modelação de *workflows*. Os registos normalizados de EHR são criados a partir do funcionamento colaborativo dos atores envolvidos.

Foram identificadas algumas das tecnologias disponíveis para implementação de modelos de BPM e alguns produtos.

Para a análise de conteúdos de diários clínicos, foi apresentado o conceito de *text mining* relacionado com a extração de informação de texto não estruturado. Esta metodologia permite identificar conteúdos de diários clínicos de forma automática e perceber quais os dados importantes para o modelo.

### III- Metodologia de Investigação

#### 3.1 Contexto da investigação

A questão de investigação é a seguinte:

**Será possível desenvolver um modelo de recomendação de dietas integrado num modelo de EHR para os hospitais em Portugal?**

Definiram-se os seguintes objetivos:

- 1 Averiguar da existência de normas e modelos de registo eletrónico de dados clínicos.
  - 6.1 Averiguar sobre normas e modelos de metadados para registo eletrónico de dados clínicos;
  - 6.2 Averiguar de ontologias aplicáveis a cuidados de saúde;
- 7 Averiguar dos sistemas de Informação de Apoio Clínico dos Hospitais em Portugal
  - 7.1 Avaliar a qualidade das plataformas de EHR e da integração de dados;
  - 7.2 Averiguar da utilização de ontologias normalizadas para dados clínicos;
  - 7.3 Averiguar dos processos de avaliação utilizados pelos hospitais de necessidades nutricionais de doentes, do valor percebido pelos profissionais de saúde e da forma de registo no EHR.
- 8 Averiguar da existência de uma metodologia para cálculo das necessidades nutricionais
  - 8.1 Averiguar dos métodos de cálculos das necessidades nutricionais;
  - 8.2 Averiguar da existência de métodos para cálculo de valor nutricional de alimentos;
  - 8.3 Avaliar os métodos de prescrição utilizados nos hospitais.
- 9 Desenvolvimento do modelo de recomendação de valores nutricionais e sua validação
- 10 Estudo sobre a integração do modelo de recomendação de necessidades nutricionais num modelo de dietas
- 11 Averiguar da possibilidade de integração do modelo proposta nos modelos de EHR normalizados existentes

Da revisão de literatura, conclui-se que os modelos de EHR apresentam vantagens para a criação do conhecimento que se traduzem em melhorias nas seguintes principais dimensões:

- 1) Melhoria da qualidade dos cuidados de saúde prestados ao cidadão;
- 2) Melhoria da gestão da doença;
- 3) Ganhos na qualidade da saúde no contexto definido pela Organização Mundial de Saúde como um estado completo de ausência de doença, bem-estar e prosperidade;
- 4) Ganhos na eficiência e eficácia dos processos de tratamento de doentes;
- 5) Impacto económico nos serviços de saúde.

O modelo de EHR deverá, pois, ser um repositório de conhecimento sobre os seus dados demográficos, genéticos e ainda as patologias, dados clínicos de observação e os processos de tratamento associados.

## 3.2 Metodologias de Investigação

### 3.2.1 Positivismo

Segundo Saunders, Lewis, & Thornhill (2003), o investigador é independente dos dados observados e não tem influência sobre os mesmos.

Alguns estudos na área da saúde seguem uma abordagem positivista. Segundo Oliver (1998),

*Health research about impairment and disability is dominated by positivist theories. It focuses on searches for cures, means of reducing impairments, or assessments of clinical interventions and uses methods such as controlled trials, random statistical samples, and structured questionnaires (p. 1447).<sup>51</sup>*

### 3.2.2 Interpretativismo

Segundo Saunders, et al. (2003), o investigador na abordagem interpretativista não só se insere no contexto de investigação como também pesquisa o significado dos dados no sentido de lhes atribuir coerência.

### 3.2.3 Realismo

Segundo Saunders, et al. (2003), existem interpretações partilhadas e são independentes da subjetividade humana.

Também segundo os referidos autores, o método dedutivo é adequado para explicar relações entre variáveis qualitativas ou quantitativas.

Assim argumenta este autor que o método dedutivo ainda pressupõe que o investigador é independente dos dados que está a observar.

O método dedutivo foi utilizado na elaboração das questões para as entrevistas estruturadas e no desenho do modelo de recomendação de dietas.

O método indutivo, segundo Saunders et. al. (2003), estabelece que a realidade não é redutível a um conjunto de variáveis, mas antes pelo contrário, cada caso deve ser observado no seu meio envolvente e analisado nessa circunstância.

---

<sup>51</sup>A investigação em saúde sobre a deficiência e a incapacidade é dominada por teorias positivistas. Baseia-se em pesquisas para a cura, meios para reduzir a deficiência, ou avaliações de intervenções clínicas e usa métodos tais como ensaios clínicos controlados, amostras aleatórias e questionários estruturados.

## 3.3 Estratégias de Investigação

### 3.3.1 Estudos de Caso

O estudo de caso tem sido uma das ferramentas utilizadas por vários investigadores e em contextos diferentes. As principais linhas orientadoras segundo Yin (1994), Merriam (1998), Stake (1995), Miles e Huberman (1994), Gillham (2001) são:

- O estudo de caso deve estar focado num objeto de estudo;
- O estudo de caso deve ser real;
- O estudo de caso deve possuir um contexto específico.

Segundo os autores citados, um estudo de caso deve ainda ter como aspeto principal, o objeto de estudo enquanto o método de investigação é secundário, Stake (1995).

Yin (1994) salienta o interesse na abordagem metodológica do estudo de caso. Este autor define o estudo de caso como uma investigação empírica que se destina a *[..] investigates a contemporary phenomena within its real-life context, especially when the boundaries between phenomena and context are not clearly evident* (p. 13)<sup>52</sup>.

O estudo de caso deve ter um “caso” que é o objeto do estudo. O “caso” deve ser uma unidade funcional e organizacional complexa, ser investigado no seu contexto natural através de métodos múltiplos e também ser contemporâneo. No entanto, os investigadores mencionados enfatizam diferentes características. Stake (1995) salienta que a questão fundamental num caso de estudo não é o método da investigação, mas sim o objeto do estudo. Yin (1994), no entanto, coloca mais a ênfase no método e nas técnicas que constituem o estudo de caso. Este autor define o estudo de caso como uma investigação empírica que *investigates a contemporary phenomena within its real-life context, especially when the boundaries between phenomena and context are not clearly evident* (p. 13).

Segundo Bell (1993), o estudo de caso é muito mais que uma descrição de fatos e contextos. Deste modo, para um entendimento detalhado dos acontecimentos é imprescindível compreendermos como as entidades envolvidas na investigação também os compreendem e interagem (Tuckman, 2000). Este autor sublinha ainda a

---

<sup>52</sup> Investiga um fenómeno contemporâneo dentro do seu contexto real principalmente quando a fronteira entre o fenómeno e o contexto não está claramente definida e evidente.

metodologia do estudo de caso que é utilizada quando *a questão fundamental é todo o processo, atores e atividades, bem como o produto e o resultado final* (p. 508) e *classifica principalmente o significado dos acontecimentos e objetos*, isto é, “o porquê” e o “o quê” (p. 508).

Segundo Ponte (2006) :

*Um estudo de caso pode ser caracterizado como um estudo de uma entidade bem definida como um programa, uma instituição, um curso, [...] , uma pessoa, ou uma unidade social. Visa conhecer em profundidade o seu “como” e os seus “porquês”, evidenciando a sua unidade e a sua identidade próprias. É uma investigação que se assume como particularística, isto é, que se debruça deliberadamente sobre uma situação específica que se supõe ser única em muitos aspetos, procurando descobrir a que há nela de mais essencial e característico e, desse modo, contribuir para a compreensão global do fenómeno de interesse* (p. 2).

Desta forma, um estudo de caso pretende adquirir conhecimento sobre situações reais, identificar variáveis do contexto que podem ser desconhecidas da teoria existente e validar princípios gerais ao mesmo tempo que ilustra instâncias de conceitos em ação. O valor acrescentado de um estudo de caso é desta forma a aquisição de conhecimento de forma mais clara e objetiva.

Os estudos de caso permitem uma análise analítica e objetiva sobre uma realidade. Não é possível generalizar a partir de um estudo de caso. Apenas se pode afirmar com este estudo de caso que num contexto idêntico a teoria construída é aplicável.

Deste modo, o estudo de caso teve de ser exaustivo, compreender os diferentes sistemas existentes no Centro Hospitalar, comportamentos de pessoas, qualidade dos dados existentes, normas e standards existentes e investigar em outras áreas que possam acrescentar conhecimento e valor que permitam o desenvolvimento do modelo proposto.

Um estudo de caso deve usar todos os documentos e registos existentes na organização. Segundo Freitas & Oliver (2005),

*A produção de políticas, perspectivas e documentação relacionada com situações por grupos e profissionais pode ser interpretada como uma reprodução de fatos reais. Estes documentos representam conclusões de discussões e práticas. As conclusões da utilização destes dados podem ser replicáveis para outros casos.*

Conclui-se assim da importância de toda a documentação existente para a investigação do estudo de caso.

Desta forma, de acordo com Cohen, Manion e Morrison, (2007) o estudo de caso utiliza-se quando se pretende uma análise precisa de uma realidade combinando dados subjetivos com dados objetivos. Bogdan e Biklen (1994) referem as seguintes características da investigação qualitativa:

- Os dados do fenómeno real são a principal fonte. O investigador deve recolher os dados de forma mais exata possível e posteriormente proceder ao seu tratamento;
- A descrição do processo é crucial;
- A análise dos dados deve seguir o método indutivo e valorizar o “porquê” e “o quê”.

Günther (2006) argumenta que

*No contexto de um estudo de caso, em que o domínio dos dados e sua análise incide sobre um exemplo individual para definir um fenómeno de um contexto mais amplo, (Vogt, 1993) é possível recolher e analisar dados e quantitativos. Também é aceitável observar e analisar comportamentos no contexto do estudo de caso.*

Um estudo de caso pode ter uma abordagem qualitativa e quantitativa. Segundo Runeson & Höst (2008), os dados recolhidos num estudo empírico podem ser quantitativos e qualitativos. Os dados quantitativos envolvem número e classes enquanto os qualitativos são analisados com ferramentas de estatística e de data mining.

Outros autores afirmam que o estudo de caso pretende observar processos e comportamentos no seu contexto real, criar experimentações que utilizem o sujeito (Campbell & Stanley, 1963; Ibrahim, 1979), bem como realizar entrevistas, aplicar questionários e analisar dados produzidos pelos sujeitos que poderão também ser *Secondary Data*.

No âmbito da tipologia, existem várias aproximações e uma grande variedade de estudos de caso. Bogdan e Bilken (1994), Léssard-Hébert, Goyette e Boutin (1994), Yin (1994) e Punck (1998) consideram poder existir um estudo de caso simples e um estudo de caso múltiplo. Stake (1995) considera os seguintes tipos de estudos de caso:

- Estudo de caso em que o investigador pretende aprofundar um caso particular que suscita por si próprio a motivação para a investigação.
- Criação de uma teoria em que o estudo de caso vai viabilizar a interpretação e compreensão de outros fenómenos com base nos casos estudados.
- O tipo coletivo, em que se comparam dados de vários casos para se obter conhecimento e teorizar um fenómeno, população ou processo.

### 3.3.2 Grounded Theory

Segundo Saunders, et al.(2003), é um método composto por uma aproximação indutiva e dedutiva. A recolha de dados inicia-se sem a formulação de uma estratégia de investigação. A teoria é desenvolvida à medida que os dados se vão interpretando. Cada amostra de dados pressupõe uma teoria de inferência sobre a amostra seguinte. A investigação para quando já não existe mais valor acrescentado à teoria.

### 3.3.3 Action Research

O método Action Research baseia-se na introdução de alterações na organização, avaliar os resultados e atuar de seguida numa espiral formada por análise-Ação-avaliação. Segundo Saunders, et al.(2003), o investigador é parte da organização em que a investigação se está a desenvolver.

### 3.3.4 Secondary Data

No âmbito da pesquisa e análise de dados podem-se utilizar dados já existentes que podem ser registos provenientes de base de dados, relatórios, publicações diversas, atas e sumários de reuniões, entre outros, (Saunders, et al., 2003). Estes autores argumentam ainda que para alguns tipos de projetos, secondary data poderá ser a principal fonte de informação para responder às questões e objetivos da investigação, (p.189). A *secondary data* pode ser qualitativa ou quantitativa. No contexto do presente estudo existem vários tipos de dados para os quais os referidos autores identificam as seguintes fontes:

- Normas e documentos publicados;
- Protocolos de boas práticas;
- Estudos efetuados;
- Dados existentes nos sistemas de informação.

Segundo Andersen, Prause, & Silver, (2011) uma das vantagens da utilização do *secondary data* é a seguinte: *Com um conjunto grande de dados é possível agregar variáveis e criar ficheiros apropriados para as diferentes questões de investigação ou métodos estatísticos.*

Também segundo os referidos autores, a principal desvantagem da utilização da *secondary data* é: *Limitação na escolha de questões específicas ou métricas na recolha dos dados.*

Na realidade, o investigador está limitado às metodologias utilizadas no processo de aquisição dos dados. A sua reutilização depende dos métodos utilizados aquando da investigação original.

### 3.4 Métodos de Investigação

#### 3.4.1 Métodos Qualitativos e Quantitativos

Segundo (Creswell, 2003), um método qualitativo é aquele em que o investigador utiliza estratégias de narrativas, fenomenológicas, etnográficas e *grounded theory* para desenvolver o conhecimento sobre os dados.

No caso de o investigador utilizar métricas que lhe permitam efetuar análises estatísticas baseadas em dados numéricos, o método de investigação é quantitativo.

#### 3.4.2 Multimétodos

A investigação por multimétodos, segundo Creswell (2003), baseia-se na orientação do estudo segundo o conhecimento existente e na orientação da pesquisa para o problema. As estratégias envolvem a recolha de dados de diferentes tipos. Os dados podem ser qualitativos ou quantitativos.

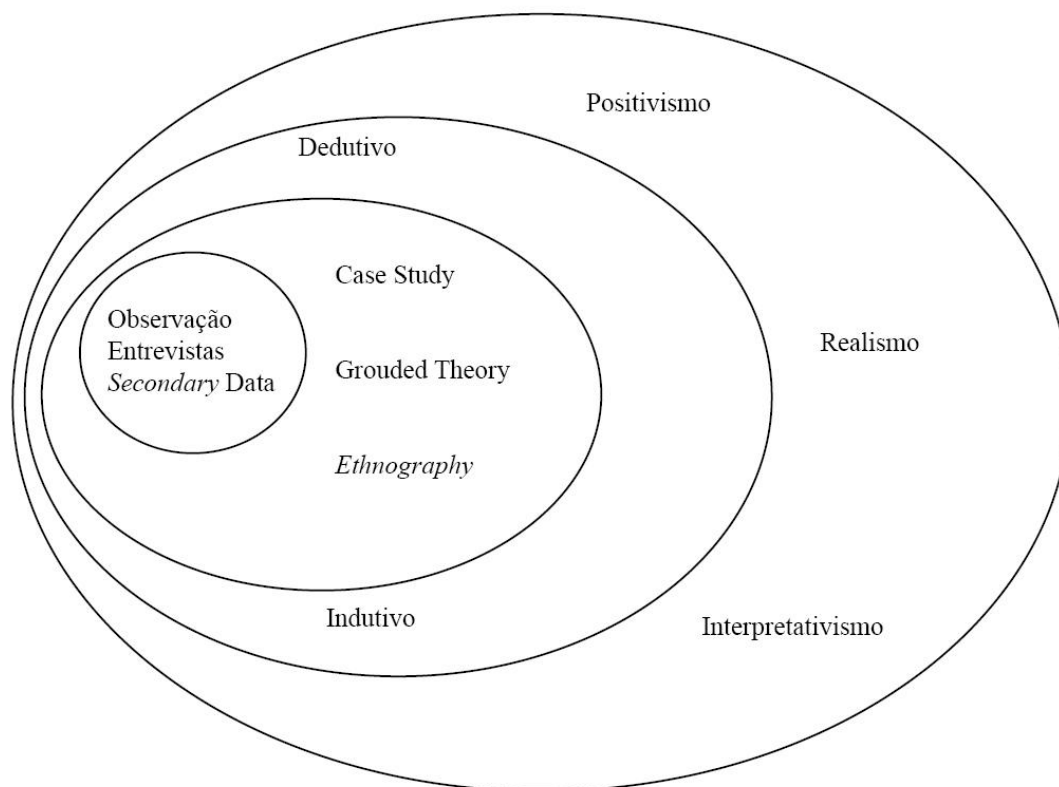


Figura 3,1 – Métodos de investigação, (Adaptado de Saunders, et al., 2003)

A figura 3.1 apresenta as relações entre os diferentes métodos de investigação. É possível desta forma que um estudo de caso utilize métodos indutivos e dedutivos e que se baseie em algumas componentes da investigação no positivismo e em outras no interpretativismo.

No caso do presente estudo, existem normas e teorias feitas sobre alguns componentes da investigação sobre os quais o estudo é fundamentalmente dedutivo e positivista.

Em outras situações como, por exemplo, na interpretação de diários clínicos e análise de prescrição de dietas o estudo é fundamentalmente indutivo e interpretativista.

A metodologia é desta forma multimétodo.

### 3.4. Justificação da abordagem metodológica de estudo de caso

Devido à dimensão do domínio de estudo, optou-se por efetuar um estudo de caso num Centro Hospitalar composto por três Hospitais de nível 2. A amostra escolhida para o estudo de caso é ainda um Centro Hospitalar do Serviço Nacional de Saúde, EPE (Empresa Pública do Estado), que recebe doentes referenciados pelos Centros de Saúde ou Unidades de Saúde Familiar e possui também uma urgência por Hospital. Este Centro Hospitalar transfere ainda doentes para outros hospitais de nível 1 e para os cuidados continuados.

Trata-se assim de um caso típico de um Centro Hospital de âmbito regional de dimensão e valências equivalentes à média dos Centros Hospitalares do Serviço Nacional de Saúde.

A revisão de literatura realizada permitiu adquirir um conhecimento do contexto e complexidade da investigação e das vantagens de um contato direto com a realidade portuguesa dos serviços de saúde.

Existem diferentes perspetivas em cuidados de saúde sobre os processos de aquisição e partilha de dados clínicos:

- Os administradores hospitalares percebem os dados clínicos como um conjunto de indicadores de produção dos serviços.
- Os médicos e restante pessoal clínico entendem os diários clínicos como registos de apoio à função.
- Os doentes vêem os dados clínicos como o reflexo do seu estado de saúde e história clínica que precisam de preservar e ter sempre acessível.
- Os responsáveis pelas políticas de saúde vêem os dados clínicos como o meio para efetuarem estudos epidemiológicos e perceberem como é possível potenciar a saúde de uma população tornando o sistema economicamente sustentável.

Na área dos dados nutricionais, reconhece-se o seu valor mas não se conhece a adesão a modelos de EHR . Contudo aceita-se que os dados nutricionais são importantes no tratamento das patologias.

Nestas circunstâncias, o estudo de caso permite conhecer as dimensões, os conceitos e construir teoria sobre os objetivos das investigações.

Devido à grande especificidade do estudo, o investigador teve de permanecer algum tempo na comunidade social do Centro Hospitalar, a fim de absorver conhecimentos sobre a linguagem e cultura do meio envolvente.

Neste âmbito, é possível afirmar que a abordagem de investigação também teve uma componente de *Ethnography Theory*.

A *Ethnography Theory* tem a sua origem na antropologia e permite a construção do conhecimento baseada na observação das raízes sociais e culturais de um domínio de indivíduos (Arnould, 1998). Também, segundo o referido autor, a *Ethnography Theory* permite explicar padrões de ações que são culturais ou sociais e não apenas cognitivas.

Segundo Wilson e Chaddh (2009), a *Ethnography Theory* contribui também para uma identificação de relações entre conceitos não explícitos na teoria e potencia dimensões da investigação na reformulação de hipóteses, identificação de características de amostras de grupos sociais e no desenvolvimento de estudos quantitativos.

A *Ethnography Theory* explica ainda o processo de construção da cultura de um grupo social para o que indica a seguinte abordagem metodológica, (Goulding, 2003):

1. Participação prolongada do investigador no contexto do grupo social.
2. Aplicação de vários e diferentes métodos de aquisição de dados sobre os fenómenos a investigar.

E, ainda, no caso particular do contexto desta investigação é necessário preservar os princípios éticos e deontológicos dos prestadores de cuidados de saúde e preservar a privacidade e confidencialidade dos dados clínicos.

O modelo de investigação seguiu inicialmente uma abordagem inicialmente qualitativa e explorou relações entre a investigação qualitativa e quantitativa conforme argumenta o autor Lloyd-Jones (2003).

*Recent interest in qualitative research methodology has created opportunities to explore conceptual Relationships between qualitative and quantitative design and methods* (p.16).

### 3.5. Desenho da Metodologia de Investigação

O presente estudo é claramente um estudo de caso pois baseia-se numa investigação realizada no contexto de um Centro Hospitalar E.P.E. (Empresa Pública do Estado).

O Centro Hospitalar possui três hospitais com valências partilhadas entre si. Os departamentos estão organizados por serviços que se encontram partilhados pelas três Unidades. Os doentes têm fundamentalmente duas portas de entrada, a urgência e a consulta externa. O número de episódios de urgência ascende a mais de 45 000 por ano.

No caso dos doentes terem critérios para internamento, recebem cuidados do serviço correspondente.

Este Centro Hospitalar também possui hospital de dia para atendimento em ambulatório. No caso dos internamentos existem os internamentos médicos e cirúrgicos.

As especialidades respondem às principais necessidades dos doentes de uma área de influência de cerca de 15 municípios.

Os doentes que surgem na consulta externa são referenciados por dois agrupamentos de centros de saúde com cerca de 36 centros e extensões de atendimento.

A população total coberta são cerca de 234 532 habitantes dos quais 192 728 residem em zonas urbanas e respetivos perímetros e 41 804 em zonas rurais.

O Centro hospitalar deste objeto de estudo insere-se num conjunto de outros Centros Hospitalares que compõem o Serviço Nacional de Saúde Português. Não se pode afirmar categoricamente que as conclusões da investigação seja generalizáveis a todos os casos pois podem existir variabilidade entre instituições, serviços e práticas. Os aspetos sociais também podem introduzir variabilidade.

Pelo referido está-se em presença de um estudo de caso e as conclusões do estudo apenas são aplicáveis ao contexto em causa.

Devido à complexidade do domínio do caso de estudo, optou-se por desenvolver as seguintes atividades:

- 1- Análise dos sistemas de informação existentes no Centro Hospitalar, dimensões e normalizações de dados e sua integração;
- 2- Análise dos diários clínicos e nutricionais;

- 3- Entrevistas estruturadas a profissionais de cuidados de saúde e investigadores do Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge;
- 4- Desenvolver o modelo de recomendação de dados nutricionais no caso de ser aplicável;
- 5- Validar o modelo.
- 6- Propor Sistema de informação para planeamento de dietas, no caso do modelo ser confiável.

A **análise do sistema** de informação do Centro Hospitalar representa o levantamento de todos os sistemas de informação existentes, principais objetivos e responsáveis pelo seu funcionamento.

Assim, a investigação obriga numa primeira fase ao levantamento de todas as aplicações existentes no Centro Hospitalar.

Para adquirir conhecimento sobre a utilização e interesse de cada aplicação, o investigador tem de conhecer a linguagem específica da área, as funcionalidades do serviço que está a analisar e observar a adequação das aplicações informáticas de que o serviço dispõe. De seguida tem de utilizar o seu conhecimento para caracterizar cada situação.

Desta forma, a investigação tem uma componente significativa de *Ethnograohy Theory*. A construção do conhecimento na análise dos sistemas de informação segue pois um processo indutivo. Segundo Saunders, et al (2003), [...] *uma investigação baseada no método indutivo está particularmente focada no contexto no qual os eventos acontecem* (p. 88).

A presente análise do sistema de informação e de todas as suas componentes está focada nos aspetos de cada serviço e na sua atividade assistencial. A observação dos casos e da sua envolvente social permitem construir o conhecimento necessário para o entendimento da adequação dos sistemas não apenas em termos funcionais mas também semióticos.

Desta forma, no momento da análise das componentes do sistema, caso a função do mesmo seja de apoio clínico, o investigador observa a utilização de cada aplicação informática, o seu principal objetivo e as dificuldades e limitações. Observa a

usabilidade e a acessibilidade aos dados. O investigador também recolhe dados sobre a integração de dados, a qualidade da informação e a normalização da mesma.

A **análise dos dados clínicos e nutricionais** é executada mediante a observação e estudo de dados provenientes dos diários clínicos dos doentes devidamente anonimizados. A informação retirada por cada episódio é o código do episódio, o código do diagnóstico e a descrição em texto livre dos procedimentos e atos médicos.

Esta abordagem de investigação enquadra-se na *secondary data*, ou seja, na utilização de dados já recolhidos e tratados por outros sujeitos ou sistemas.

Na realidade, os diários clínicos e nutricionais são dados históricos do Centro Hospitalar e traduzem a atividade assistencial realizada. O acesso aos conteúdos e a adequação da forma dos mesmos aos objetivos concretos da investigação são barreiras ao estudo. Contudo, a dimensão de casos e a sua diversidade são motivos para os considerar no estudo. Também permitem uma análise quantitativa complementar de outras variáveis qualitativas que possam ser identificadas.

Também para o entendimento e análise crítica aos diários clínicos, o investigador teve de adquirir conhecimento da linguagem e das práticas clínicas dos profissionais.

Estes registos apresentam siglas e abreviaturas que são específicas das funções clínicas, enfermagem, farmácia, meios complementares de diagnóstico e tratamento e dietética. O conhecimento adquirido pelo investigador nas referidas áreas também se enquadra no âmbito da *Ethnography Theory*.

A utilização de diferentes fontes de informação para agregar variáveis e criar indicadores globais com ferramentas de *data mining* e *text mining* enquadra-se na teoria dos autores Andersen, et al (2011) sobre a utilização de dados agregados pelo método *secondary data*.

Os diários clínicos extraídos e analisados correspondem ao primeiro quadrimestre de 2010. Salienta-se a grande diversidade de variáveis e o elevado volume de dados.

Existem no mercado várias ferramentas de Data Mining e Text Mining, com diferentes interfaces.

A utilização de ferramentas de *text mining* permite extrair conhecimento de dados não estruturados. O *text mining* utiliza algoritmos de extração da raiz etimológica do termo,

análise de proximidades entre termos, construção de conceitos a partir da análise de significância de termos e indexação de conteúdos com conceitos semânticos.

Para análise dos dados nutricionais e dietéticos, percebeu-se da revisão de literatura a existência de duas abordagens.

A abordagem de investigação nutricional pretende identificar os valores nutricionais dos alimentos pelos seus componentes. Esta abordagem baseia-se em bases de dados nutricionais que correlacionam grandes volumes de dados e que indicam valores médios de vitaminas, proteínas, minerais e restantes componentes de cada alimento. Estes estudos também analisam as retenções de cada processo de transformação dos alimentos em cru e correspondentes perdas nutricionais.

A abordagem dietética identifica os indivíduos por idade, sexo e patologia para definir uma dieta tipo para cada caso. Um dos objetivos desta investigação para propor um sistema de recomendação de necessidades nutricionais foi fazer o cruzamento entre estas duas áreas do saber para desenvolver o modelo.

Para análise de dados nutricionais o Projeto Eurofir<sup>53</sup> disponibiliza uma base de dados de normalização de alimentos e em particular o Portfir<sup>54</sup> possui uma adequação para o contexto das dietas em Portugal.

A base de dados Porfir foi desenvolvida pelo Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge em parceria com várias instituições de investigação nacionais e com os produtores de bens alimentares e apresenta os valores nutricionais dos alimentos conhecidos em Portugal. Pelo fato de a base de dados Portfir se enquadrar na base de dados Eurofir e de existirem ligações entre conceito, é possível a referenciação de qualquer grupo de alimentos, alimento ou nutriente sem ambiguidade.

Por este motivo, a utilização da base de dados Portfir e Eurofir são boas fontes de dados e enquadram-se na abordagem *secondary data*.

O presente estudo estuda também as relações entre o conhecimento científico dos valores nutricionais dos alimentos e a sua aplicação nas dietas dos doentes dos hospitais. Desta forma, a recolha de dados e documentos utilizados na análise do risco nutricional, definição de dietas por doente e cálculo de necessidades suplementos nutricionais são estudadas nesta investigação.

---

<sup>53</sup> <http://www.eurofir.net/>, consultado em 2011-12-22.

<sup>54</sup> <http://www.insa.pt>, consultado em 2011-12-22.

Também nesta dimensão a *Ethnography Theory* se aplica pois é necessário conhecer a linguagem, as práticas e os processos utilizados pelos centros de investigação e cruzá-los com a visão dos médicos, dos dietistas e dos enfermeiros.

As **entrevistas estruturadas** a profissionais de saúde permitem perceber o interesse da informação nutricional para o processo de tratamento de doentes, quais as variáveis relevantes e a sua importância para um registo normalizado de EHR.

O papel do investigador, nesta área, começa por perceber a linguagem dos interlocutores para poder adequar a entrevista a cada contexto específico. A revisão de literatura permite criar conhecimento sobre a área clínica e nutricional. A definição dos principais objetivos que um sistema de recomendação nutricional deverá de atingir, são explicados no início da entrevista assim como uma breve explicação do conceito de EHR.

Verifica-se, de uma forma geral em Portugal, que o conceito de EHR tal como ele é entendido pela ISO 13606 é pouco conhecido. Por este motivo, é fundamental uma explicação deste conceito, uma breve apresentação dos modelos existentes e dos projetos Eurofir e Portfir.

A referida introdução tem ainda como objetivo o de transmitir informação antes de solicitar um contributo dos indivíduos participantes no estudo. Este método revela-se muito eficaz no âmbito dos profissionais contactados.

As entrevistas envolvem profissionais do Centro hospitalar mas também investigadores do Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge que dominam outros aspetos relacionados com a classificação, normalização e relevância dos nutrientes.

Para o **desenvolvimento do modelo de recomendação** foi escolhida uma tecnologia adequada aos objetivos e um conjunto de dados e teoria construída durante as fases anteriores da investigação. A teoria e os métodos utilizados pelo modelo foram validados durante as entrevistas referidas.

O método de **validação do modelo** utiliza duas aproximações. Uma qualitativa baseada nas entrevistas e outra qualitativa baseada na análise dos dados produzidos e na sua comparação com os resultados esperados.

Os dados de treino e validação podem ser separados com um gerador de números aleatórios.

A proposta de um sistema de informação normalizado para propor dietas alimentares integra todos os métodos e teoria desenvolvidos.

Este sistema permite inferir sobre necessidades nutricionais de doentes e com base na ontologia de classificação de alimentos e regras e restrição específicas de cada doente propor a dieta mais adequada para a melhor aderência ao tratamento.

Apesar do modelo ser desenvolvido no contexto de um Centro Hospitalar, ele é generalizável para outros centros que utilizem as mesmas ontologias de classificação de alimentos e inferência de dados nutricionais e também de classificação de diagnósticos.

Os hospitais em Portugal utilizam a mesma taxonomia, ou seja o ICD9 que é a disponibilizada pelo Ministério da Saúde e a utilizada para cálculo dos GDH.

A ontologia de necessidades nutricionais DRIs é universal para pessoas saudáveis mas pode sofrer alterações para doentes com determinadas patologias. Nestas circunstâncias o modelo deve adquirir aprendizagem e adaptar-se a casos novos.

Sobre as restrições alimentares ou intolerância a alimentos, podem estar relacionadas com alergias ou com alimentos que sejam desaconselhados ser ingeridos pelo doente.

No fundo, esta situação traduz-se em restrições sobre a ontologia de alimentos. Devido ao fato da ontologia ser universal também as restrições podem ser. As restrições podem ser introduzidas caso a caso em função do doente.

O estudo avalia da possibilidade do modelo utilizar suplementos alimentares para colmatar a insuficiência de nutrientes.

Este aspeto pode ser muito importante sobretudo para os doentes por exemplo dos cuidados intensivos que apenas ingerem dietas líquidas. Também a pediatria poderá beneficiar desta abordagem.

### 3.6 Protocolo de Estudo de Caso

A questão de investigação é a seguinte:

**Será possível desenvolver um modelo de recomendação de dietas integrado num modelo de EHR para os hospitais em Portugal?**

Tabela 3.1 – Distribuição das atividades pelos objetivos de investigação

<p>1. Averiguar da existência de normas e modelos de registo eletrónico de dados clínicos.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>1.1 Averiguar sobre normas e modelos de metadados para registo eletrónico de dados clínicos;</li><li>1.2 Averiguar de ontologias aplicáveis a cuidados de saúde;</li><li>1.3 Averiguar sobre normas e modelos de metadados para registo eletrónico de dados clínicos;</li><li>1.4 Averiguar de ontologias aplicáveis a cuidados de saúde;</li></ul>	Revisão de Literatura
<p>2. Averiguar dos sistemas de Informação de Apoio Clínico dos Hospitais em Portugal.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>2.1 Avaliar a qualidade das plataformas de EHR e da integração de dados;</li><li>2.2 Averiguar da utilização de ontologias normalizadas para dados clínicos;</li><li>2.3 Averiguar dos processos de avaliação utilizados pelos hospitais de necessidades nutricionais de doentes, do valor percebido pelos profissionais de saúde e da forma de registo no EHR.</li></ul>	Atividade 1 Atividade 2 Atividade 5
<p>3. Averiguar da existência de uma metodologia para cálculo das necessidades nutricionais.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>3.1 Averiguar dos métodos de cálculos das necessidades nutricionais;</li><li>3.2 Averiguar da existência de métodos para cálculo de valor nutricional de alimentos;</li><li>3.3 Avaliar os métodos de prescrição utilizados nos hospitais.</li></ul>	Atividade 3 Atividade 4 Atividade 5
<p>4. Desenvolvimento do modelo de recomendação de valores nutricionais e sua validação</p>	Atividade 7 Atividade 8
<p>5. Estudo sobre a integração do modelo de recomendação de necessidades nutricionais num modelo de dietas</p>	Atividade 9
<p>6. Averiguar da possibilidade de integração do modelo proposto nos modelos de EHR normalizados existentes</p>	Atividade 6 Atividade 10

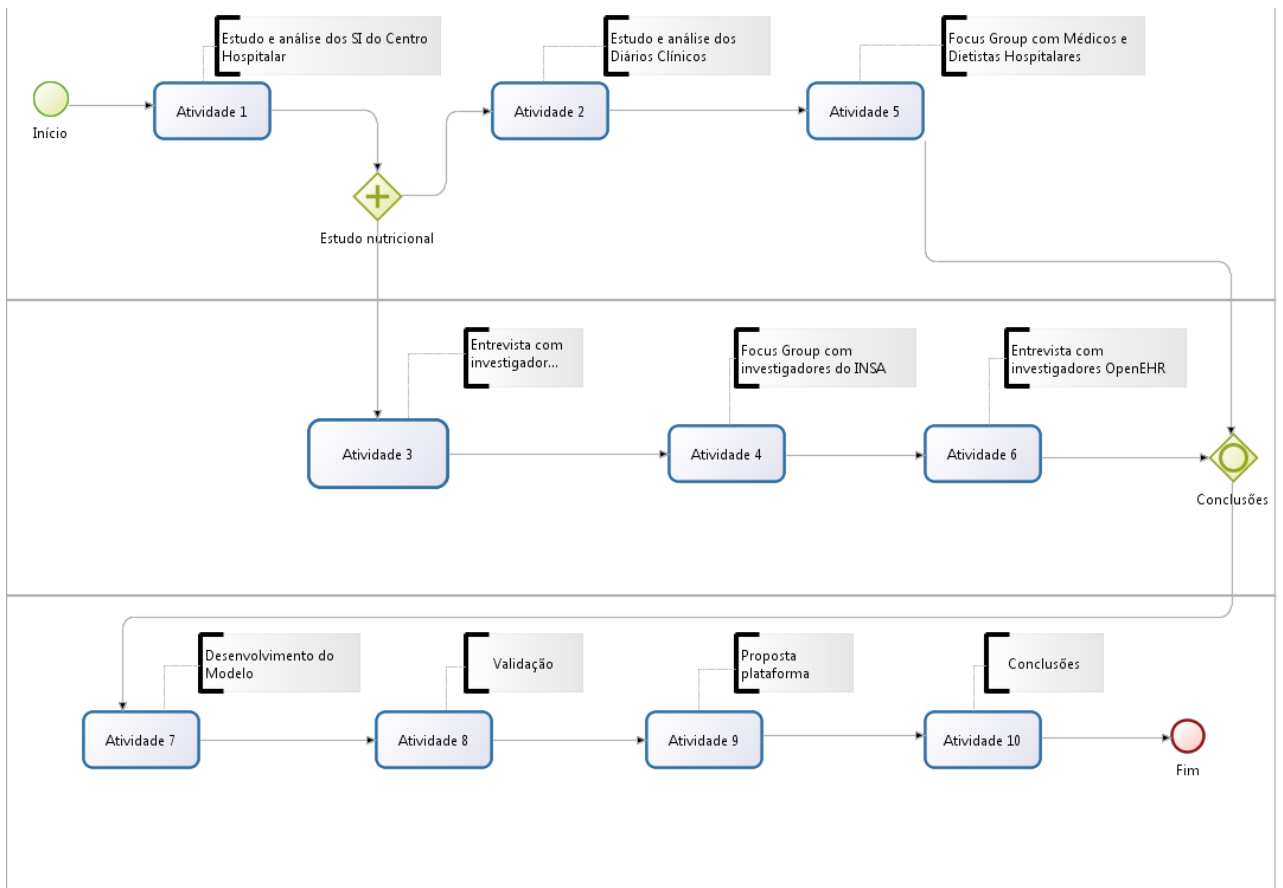


Figura 3.2 – Protocolo do Estudo de Caso

A Tabela 3.1 apresenta a distribuição das atividades pelos objetivos de investigação.

A Figura 3.2 apresenta o processo de investigação com as atividades e as respetivas sequências.

Pode-se confirmar que existem atividades que puderam ser executadas em simultâneo, ou seja a 3,4 e 6 em simultâneo com a 2 e 5 por não existirem dependências entre os dois segmentos do *workflow*.

## IV- Estudo de Caso

### 4.1. Caracterização da Instituição Objeto do Estudo de Caso

O Centro Hospitalar objeto do caso de estudo é composto por três hospitais a uma distância entre 30 e 40 Km entre si.

Serve uma população de vários concelhos com a distribuição demográfica apresentada na Figura 4.1.

Verifica-se que a faixa etária mais significativa se encontra entre os 25 e os 65 anos.

Nesta faixa etária são comuns um conjunto de patologias provocadas por doenças e acidentes de trabalho vários.

Segundo o Instituto Nacional de Estatística e a Direção Geral de Saúde<sup>55</sup>, em 2009 Portugal tinha 10 637 713 habitantes, a esperança de vida à nascença era de 75.8 % para homens e 81.8% para mulheres. A percentagem da população que atinge os 65 anos é de 16.36% para homens e 19.67% para mulheres. No ano de 2009 existiram mais 5 388 óbitos do que nascimentos.

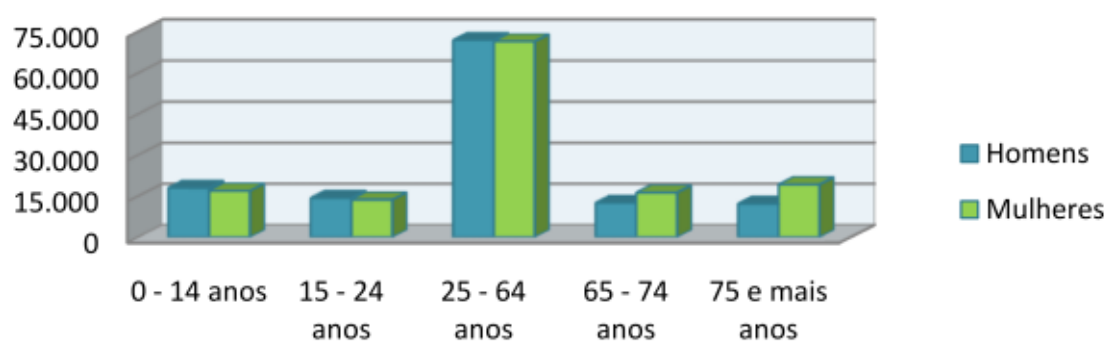


Figura 4.1 - Estrutura etária da área de influência (Fonte: Instituto Nacional de Estatística)

Pelos indicadores nacionais apresentados é pois urgente melhorar a qualidade dos serviços de saúde nos serviços da rede nacional de cuidados de saúde.

Os serviços disponíveis no Centro Hospitalar são os da Tabela 4.1.

Pela matriz de serviços percebe-se que as urgências estão nos três hospitais, assim como consultas externas de algumas especialidades.

As especialidades de maior afluência de doentes têm consultas em todas as unidades.

<sup>55</sup> Fonte: Portal da Saúde, <http://www.dgs.pt/>, consultado em 2011-12-25.

Um dos serviços com grande afluência, o hospital de dia, tem serviços nos três hospitais. Este serviço atende preferencialmente doentes que não estando internados precisam de cuidados médicos diários. É o caso por exemplo dos doentes de oncologia.

Tabela 4.1 - Serviços do Centro Hospitalar, (Fonte: Centro Hospitalar)

Serviços por Unidade	Unidade de	Unidade de	Unidade de	Serviços por Unidade	Unidade de	Unidade de	Unidade de
<b>Internamento</b>				<b>Urgência</b>			
Cardiologia			✓	Urgência Geral	✓	✓	✓
Cirurgia Geral	✓	✓	✓	Urgência Obstétrica	✓		
Cuidados Paliativos		✓		<b>Consultas Externas</b>			
Gastroenterologia			✓	Anestesiologia	✓	✓	✓
Ginecologia	✓		✓	Cardiologia	✓	✓	✓
Medicina Interna	✓	✓	✓	Cirurgia Geral	✓	✓	✓
Nefrologia			✓	Gastroenterologia	✓		✓
Neonatologia	✓			Ginecologia	✓	✓	✓
Obstetria	✓			Imuno-hemoterapia	✓	✓	✓
Oftalmologia		✓		Medicina Física e Reabilitação	✓	✓	✓
Ortopedia / Traumatologia	✓	✓		Medicina Interna	✓	✓	✓
Otorrinolaringologia	✓			Nefrologia			✓
Pediatria	✓		✓	Neurologia			✓
Pneumologia			✓	Obstetria	✓	✓	✓
Psiquiatria		✓		Oftalmologia		✓	
Urologia		✓		Ortopedia	✓	✓	✓
U. Cuidados Pós-Cirúrgicos	✓	✓	✓	Otorrinolaringologia	✓		
U. Cuidados Intensivos	✓			Pediatria	✓	✓	✓
<b>Hospital de Dia</b>				Pneumologia		✓	✓
Quimioterapia / Oncologia	✓	✓	✓	Psiquiatria		✓	
Hemodiálise			✓	Urologia	✓	✓	✓
Serviço de Sangue	✓	✓	✓				

Devido à ausência de algumas especialidades, o Centro Hospitalar transfere em média 2500 doentes/ano para outros hospitais centrais de Lisboa.

O número de intervenções que efetuou em 2009 no bloco operatório foram de 12801. Estas intervenções resultam em internamentos cirúrgicos. Acresce a este número, os internamentos médicos resultantes de patologias sem intervenção cirúrgica.

O número de horas de serviços prestados em 2009 foram os seguintes:

- Medicina - 1338
- Especialidades Médicas – 1230
- Cirurgia Geral – 1664
- Especialidades Cirúrgicas – 535
- Medicina da Mulher e da criança – 1139

Alguns doentes têm intervenções cirúrgicas em ambulatório. O número de doentes tratados no ano de 2009 em cirurgia de ambulatório são os seguintes:

- 583 na Unidade A
- 2211 na Unidade B
- 460 na Unidade C

A distribuição dos profissionais do quadro de pessoal é a da Tabela 4.2 .

Verifica-se que o maior peso relativo é o dos profissionais de enfermagem ao qual se segue os médicos.

Tabela 4.2 – Mapa de Quadro de Pessoal do Centro Hospitalar, (Fonte: Centro Hospitalar)

	2006	Peso no Efectivo	2008	Peso no Efectivo	2009	Peso no Efectivo
<b>Médicos</b>	164	8,74%	174	9%	178	9%
<b>Enfermeiros</b>	676	36,01%	713	37%	742	37%
<b>TSS</b>	30	1,60%	30	2%	33	2%
<b>TDT's</b>	136	7,25%	139	7%	151	7%
<b>Subtotal</b>	<b>1006</b>	<b>53,60%</b>	<b>1056</b>	<b>54%</b>	<b>1104</b>	<b>55%</b>
<b>Outros</b>	871	46,40%	894	46%	916	45%
<b>TOTAL</b>	<b>1877</b>		<b>1950</b>		<b>2020</b>	

Nota: TSS – Técnico Superior de Saúde; TDT – Técnico Superior de Diagnóstico e Terapêutica.

O centro hospitalar tem em média 135000 diários clínicos por mês que incluem todo o tipo de episódios tratados, urgências, consultas externas, cirurgias e internamentos.

Atendendo à sua dimensão e à distribuição de valências, o Centro Hospitalar partilha serviços pelas três unidades. Por este fato, os doentes circulam com recurso a transportes próprios entre os três hospitais.

Também existe uma afluência grande de doentes provenientes de Centros de Saúde e extensões de saúde.

Existem dois agrupamentos de Centros de Saúde denominados ACES com atendimento de consultas e serviços de atendimento permanente.

O Centro Hospitalar possui um *Data Center* situado numa das unidades com ligações em fibra ótica a 54 Mb/s às outras unidades.

Do Sistema de Informação fazem parte mais de 100 aplicações informáticas para os diferentes tipos de serviços. Na área de diagnóstico e terapêutica existem várias aplicações adquiridas em diferentes momentos a diferentes fornecedores.

Na sua grande maioria não integram dados entre si obrigando os utilizadores a repetir introduções, a utilizarem várias sessões de trabalho abertas ou simplesmente a utilizarem o papel como forma de comunicar dados. O exemplo do papel é o caso de algumas requisições de Meios Complementares de Diagnósticos e Tratamentos.

Apesar do grande investimento em infraestruturas e integrações aplicacionais, o Centro Hospitalar não tem um modelo de EHR segundo as normas internacionais existentes. Esse fato obriga a que as diferentes integrações sobre bases de dados proprietárias são feitas ao nível de ligações entre tabelas com elevados custos de desenvolvimento, falta de eficiência e fragilidade.

O número de servidores também reflete a dificuldade de integração de aplicações. Assim, devido a demasiados requisitos específicos de cada aplicação optou-se por instalar um servidor por cada aplicação crítica para o Centro Hospitalar. Neste momento existem cerca de 72 servidores.

A utilização do papel ainda é muito grande e um indicador é o número de impressoras. Existem cerca de 800 impressoras para 1500 postos de trabalho.

A integração com outros Centros Hospitalares e Hospitais de referência é quase exclusiva com papel.

No entanto, o investigador visitou outros hospitais de outras regiões do país e do mesmo nível. Acontece que as diferenças e as principais barreiras não são muito diferentes. As opções que os hospitais tiveram no mercado para a aquisição de sistemas de informação foram muito restritas. Os fornecedores nacionais de *software* desconhecem quase por

completo as normas aplicadas ao EHR. Alguns criam as suas próprias plataformas de serviços mas que apenas funcionam com os seus sistemas.

A interoperabilidade é um termo muito usado mas sem o sentido de desenvolver plataformas orientadas para serviços suportadas pelas normas ISO.

Também no âmbito dos profissionais de saúde muitos desconhecem algumas das ontologias existentes.

A taxonomia mais usada é o ICD9 porque é imposta pelo Serviço Nacional de Saúde.

## 4.2 – Análise do Sistema de Informação Existente no Centro Hospitalar

O Centro Hospitalar apresenta uma grande diversidade de aplicações informáticas aplicadas às Secções de Serviços Clínicos, Serviços auxiliares de apoio clínico, Serviços Auxiliares Operacionais, Serviços Administrativos e Financeiros e Administração.

A Tabela 4.3 apresenta as aplicações informáticas existentes e alguns dados complementares.

Tabela 4.3 – Aplicações informáticas existentes no Centro Hospitalar

Aplicação	Fornecedor	Módulo	FUNCIONALIDADES	Gestor
<b>INNOVIAN</b>	SIEMENS	Cuidados cirúrgicos e anestésicos	Monitorização e registo de cuidados cirúrgicos e anestésicos	Dir. de Anestesiologia Unidade B
<b>PICIS</b>	SIEMENS	Cuidados cirúrgicos e anestésicos	Cuidados cirúrgicos e anestésicos	Dir. de Anestesiologia Unidade C
<b>Alert P1</b>	Alert	Consulta a tempo e horas	Projeto "Consulta a tempo e horas" - referência das consultas externas	Diretor clínico
<b>Holter (Sogas)</b>	Linde Sogas	Monitorização de eletrocardiograma	Monitorização de eletrocardiograma	Dir. Serviço de Cardiologia
<b>Holter (Elnor)</b>	Elnor	Monitorização de eletrocardiograma	Monitorização de eletrocardiograma	Dir. Serviço de Cardiologia
<b>MAPA</b>	Elnor	Medição Ambulatória da Pressão Arterial	Medição ambulatória da pressão arterial	Dir. Serviço de Cardiologia
<b>N.D.</b>	GE	Ecografia Cardiológica	Ecografia Cardiológica	Dir. Serviço de Cardiologia
<b>Brighstor</b>	CA	Gestão de Backups		Gestor da Informática
<b>eTrust</b>	ACSS/CA	Antivírus	Antivírus	Gestor da Informática
<b>Exchage 2003</b>	CHMT	Servidores do serviço de e-mail		Gestor da Informática
<b>FileServer</b>	Microsoft	Gestão de pastas partilhadas		Gestor da Informática
<b>OmniVista</b>	Alcatel	Controlo de tarifário	Controlo de tarifário	Gestor da Informática
<b>Proxy Internet</b>	CHMT	Acesso Internet	Acesso Internet	Gestor da Informática
<b>SMC</b>	ACSS/CA	Gateway antivírus dos e-mails	Gateway antivírus dos e-mails	Gestor da Informática
<b>TUN</b>	TUN	Print Server	Print Server	Gestor da Informática
<b>WASONHO</b>	CHMT	Análises da base dados do SONHO	Análises da base dados do SONHO	Gestor da Gestão de Doentes
<b>WSUS</b>	Microsoft	Gestão de atualizações	Gestão de atualizações	Gestor da Informática
<b>MFR</b>	CHMT	Registo de Tratamentos da Medicina Física	Registo de tratamentos da Medicina Física	Dir. Serviço MFR
<b>SAPE</b>	ACSS	Sistema de apoio às práticas de enfermagem	Sistema de apoio às práticas de enfermagem. Informatização dos atos de enfermagem no internamento, gestão do plano de	Enf. Diretor

				trabalho, avaliação e consulta do processo clínico eletrónico do doente	
<b>SCD/E</b>	ACSS	Classificação de doentes enfermagem		Classificação dos doentes em enfermagem	Enf. Diretor
<b>SACE</b>	CHMT	Sistema de apoio às consultas externas		Registo das consultas de enfermagem na consulta externa e consulta do processo clínico do doente	
<b>Estomoterapia</b>	CHMT	Registo de Tratamentos de Estomoterapia		Registo de tratamentos de estomoterapia	Enf. Chefe Cirurgia
<b>GestCare</b>	Ministério da Saúde	Cuidados Continuados		Referenciação de doentes para cuidados continuados	Gestor do Serviço Social
<b>ROR</b>	IPO Lisboa	Registo Oncológico Regional		Registo oncológico regional	Dir. Clínico
<b>SAM</b>	ACSS	Sistema de apoio médico		Sistema de apoio ao médico. Registo da atividade médica, diário clínico, prescrição eletrónica de medicamentos, agendamento de consultas, acesso ao processo clínico do doente, requisição de exames complementares de diagnóstico e terapêutica	Diretor clínico
<b>Dpclínicos</b>	CHMT	Apoio à digitalização de processos clínicos		Apoio à digitalização de processos clínicos	Responsável Processo Clínico Digital
<b>Farmácia</b>	CPCHS	Gestão de farmácia hospitalar		Gestão de farmácia hospitalar	Gestor da Logística
<b>SGCIM</b>	CPCHS	Circuito do Medicamento		Circuito eletrónico do medicamento (prescrição e distribuição)	Dir. Serviço Farmácia
<b>Dietética</b>	CPCHS	Dietética		Gestão da alimentação dos doentes	Dietista Coordenador
<b>Contencioso</b>	CHMT	Gestão de contencioso		Gestão dos processos em contencioso	Dir. Serviço Financeiro
<b>GIAF</b>	INDRA	Gestão de Imobilizado		Gestão de imobilizado	Gestor de Património
<b>SIDC</b>	ACSS	Contabilidade Geral		Sistema de contabilidade geral, analítica e orçamental	Dir. Serviço Financeiro
<b>APLIDOC</b>	PAPELACO	Gestão documental		Registo do expediente	Secretariado Administração
<b>N.D.</b>	CTT	Emissão de guias		Emissão de guias de correio valorizadas	
<b>DOCBASE</b>	DID	Gestão de Biblioteca		Gestão de bibliotecas (catalogação de livros)	Bibliotecário
<b>Documentos Internos</b>	CHMT	Gestão de documentos internos		Gestão de documentos internos do Conselho de Administração	Secretariado Administração
<b>Conferência TR</b>	CHMT	Conferência dos Termos de Responsabilidade		Conferência dos termos de responsabilidade	Gestor da Logística
<b>Termos Responsabilidade e</b>	CHMT	Emissão e previsão de Termos de Responsabilidade		Emissão e previsão de termos de responsabilidade	Dir. Serviço Financeiro

<b>Cartão de Utente</b>	Ministério da Saúde	Visualização dos Dados do Cartão de Utente	Validação dos dados do cartão de utente	Gestor da Gestão de Doentes
<b>Consultas Desmarcadas</b>	CHMT	Lista Semanal das Consultas Externas Desmarcadas	Lista das consultas externas desmarcadas semanalmente	Gestor da Gestão de Doentes
<b>Folha Camas Internamento GDH</b>	CHMT	Localização dos doentes	Localização dos doentes internados	Gestor da Informática
	ACSS	Classificação de diagnósticos homogéneos	Codificação e agrupamento em Grupos de Diagnósticos Homogéneos dos episódios de Internamento, Cirurgia de Ambulatório e Ambulatório Médico, para faturação	Coordenador dos GDH
<b>Movimento Assitencial</b>	CHMT	Dados estatísticos do movimento assistencial	Dados estatísticos do movimento assistencial	Gestor da Gestão de Doentes
<b>SONHO</b>	ACSS	Sistema de Informação Hospitalar	Sistema de Gestão de Doentes (Sistema Integrado de Informação Hospitalar). Movimento assistencial da urgência, do internamento, da consulta externa, do bloco e do hospital de dia.	Gestor da Gestão de Doentes
<b>Transporte Doentes</b>	CHMT	Requisição de ambulâncias	Requisição de ambulâncias	Gestor da Gestão de Doentes
<b>Transportes Internos</b>	CHMT	Requisição de Transportes Internos (não doentes)	Requisição de transportes internos (não doentes)	Responsável dos Transportes
<b>NASCER CIDADÃO</b>	ACSS	Registo dos recém-nascidos no hospital	Registo dos recém-nascidos no hospital	Dir. Serviço Obstetrícia
<b>WebGDH</b>	ACSS	Classificação de diagnósticos homogéneos	Codificação e agrupamento em Grupos de Diagnósticos Homogéneos dos episódios de Internamento, Cirurgia de Ambulatório e Ambulatório Médico, para faturação	Coordenador dos GDH
<b>Finess</b>	Fresenius	Hemodiálise	Gestão da hemodiálise	Dir. Serviço Hemodiálise
<b>MagicStore</b>	SIEMENS	Arquivo de imagens	Arquivo de imagens de imagiologia	Dir. Serviço Imagiologia
<b>TIVOLI</b>	IBM	Gestão de Storage do PACS	Gestão de Storage do PACS	Gestor da Informática
<b>MagicView</b>	SIEMENS	Aquisição e Tratamento de Imagem	Aquisição e tratamento de imagem de radiologia e ecografia	Dir. Serviço Imagiologia
<b>MagicWeb</b>	SIEMENS	Distribuição de imagens	Distribuição de imagens de imagiologia	Dir. Serviço Imagiologia
<b>MIO</b>	SIEMENS	Aquisição e Tratamento de Imagem DICOM	Aquisição e tratamento de imagem (DICOM)	Dir. Serviço Imagiologia
<b>Agfa Web 1000</b>	Agfa-Gevaert	Distribuição de	Distribuição de	Dir. Serviço

		imagens de imagiologia	imagens de imagiologia	Imagiologia
<b>Radio</b>	CPOCHS	Sistema de Informação de Radiologia	Sistema de Informação de Radiologia	Dir. Serviço Imagiologia
<b>ASIS</b>	IPS	Dadores de Sangue	Registo das dádivas e análises do sangue	Dir. Serviço Imuno-Hemoterapia
<b>N.D.</b>	ROCHE	Controlador da máquina de laboratório Corba na Imunohemoterapia	Controlador da máquina de laboratório Corba na Imunohemoterapia	Dir. Serviço Imuno-Hemoterapia
<b>N.D.</b>	Abbott	Controlador da máquina de laboratório na Imunohemoterapia	Controlador da máquina de laboratório Corba na Imunohemoterapia	Dir. Serviço Imuno-Hemoterapia
<b>ModuLab</b>	ISAZA	Laboratório	Registo da atividade do laboratório de Patologia Clínica	Dir. do Serviço de Patologia Clínica
<b>MultQC6</b>	MultiQC	Controlo de qualidade de laboratórios	Registos de qualidade referentes aos equipamentos de laboratório	Dir. do Serviço de Patologia Clínica
<b>Gestão de Materiais</b>	CPOCHS	Compras, Gestão de Stocks, Faturação e Contas Correntes	Compras, Gestão de Stocks, Faturação e Contas Correntes	Gestor da Logística
<b>Safor.armazem</b>	CHMT	Gestão de reclamações fornecedores armazém central	Gestão de reclamações fornecedores armazém central	Gestor da Logística
<b>Safor.farmácia</b>	CHMT	Gestão de reclamações fornecedores de farmácia	Gestão de reclamações fornecedores de farmácia	Gestor da Logística
<b>SMDS</b>	Medi-Math	Gestão Consumos Clínicos	Gestão dos consumos clínicos	Gestor da Logística
<b>vortalHEALTH</b>	Vortal	Plataforma de compras eletrónicas	Plataforma de compras eletrónicas	Dir. Serviço Aprovisionamento
<b>COPILOT</b>	Abbott	Gestão de doentes com diabetes	Gestão de doentes com diabetes	Dir. Serviço Medicina
<b>GID</b>	ACSS	Gestão integrada da Doença	Registos de doentes com insuficiência renal	
<b>Rehacom</b>		Reabilitação cognitiva (treino de habilidades cognitivas)	Reabilitação cognitiva (treino de habilidades cognitivas)	Dir. Serviço Neurologia
<b>Keypoint</b>	Medtronic	Sistema de Eletromiografia, estudos de condução nervosa e potencial evocado	Sistema de Eletromiografia, estudos de condução nervosa e potencial evocado	Dir. Serviço Neurologia
<b>Profile (Medelec)</b>	Oxfords Instruments	Registo dos diagnósticos e terapêuticas dos doentes de neurologia (integração com o EEG)	Registo dos diagnósticos e terapêuticas dos doentes de neurologia	Dir. Serviço Neurologia
<b>CTG</b>	Philips	Tratamento de doentes no bloco de partos	Monitorização de doentes no bloco de partos e registo de tratamentos	Dir. Serviço Obstetria
<b>Oftalmologia Registo Urgências</b>	CHMT	Registo de Urgências e Lasers Oftalmologia	Registo de urgências e lasers de Oftalmologia	Dir. Serviço Oftalmologia
<b>AutoScan</b>	Resmed	Monitorização de apneia do sono	Monitorização de exames de pneumologia (apneia do sono)	Dir. Serviço Pneumologia
<b>AutoView</b>	ResMed	Monitorização	Monitorização de	Dir. Serviço

		Pneumologia	exames de Pneumologia			
<b>Breas Sc20</b>	BreasMedical	Monitorização Pneumologia	Monitorização exames pneumologia	de de	Dir. Pneumologia	Serviço
<b>ResScan</b>	Resmed	Monitorização de apneia do sono	Monitorização exames pneumologia (apneia do sono)	de de	Dir. Pneumologia	Serviço
<b>Encore Pro</b>	Respironics	Monitorização Pneumologia	Monitorização exames pneumologia	de de	Dir. Pneumologia	Serviço
<b>Matrix</b>	Jaeger	Monitorização Pneumologia	Monitorização exames pneumologia	de de	Dir. Pneumologia	Serviço
<b>ResMed</b>	Resmed	Monitorização Pneumologia	Monitorização Pneumologia		Dir. Pneumologia	Serviço
<b>Sleaplab</b>	Sleaplab	Estudo do Sono	Monitorização exames pneumologia	de de	Dir. Pneumologia	Serviço
<b>Somnologica Embletta</b>	MedCar	Monitorização Pneumologia	Monitorização exames pneumologia	de de	Dir. Pneumologia	Serviço
<b>Alice</b>	Respironics	Sistema de diagnóstico do sono	Sistema de diagnóstico do sono		Dir. Pneumologia	Serviço
<b>Mako</b>	Mako Technologies	Sistema de leitura de cartões de estudos do sono	Sistema de leitura de cartões de estudos do sono		Dir. Pneumologia	Serviço
<b>Stardust</b>	Respironics	Monitorização Pneumologia	Monitorização exames pneumologia	de de	Dir. Pneumologia	Serviço
<b>BD Enfermagem</b>	CHMT	Registo de Medicação de Enfermagem Psiquiatria	Registo de medicação da enfermagem de psiquiatria		Dir. Psiquiatria	Serviço
<b>Folha Horários</b>	CHMT	Escala dos horários de enfermagem			Enf. Diretor	
<b>RPONTO</b>	SISQUAL	Controlo de assiduidade	Controlo de assiduidade	de de	Gestor dos Recursos Humanos	
<b>GFOR</b>	CHMT	Gestão de ações de Formação			Gestor do D.F.P.	
<b>RHV</b>	ACSS	Gestão de Recursos Humanos e Vencimentos	Gestão de Recursos Humanos e Vencimentos		Gestor dos Recursos Humanos	
<b>SAG</b>	ACSS	Análise de dados de Recursos Humanos	Análise de dados dos Recursos Humanos		Gestor dos Recursos Humanos	
<b>Saude Ocupacional</b>	CHMT	Gestão das consultas de saúde ocupacional	Gestão das consultas de saúde ocupacional		Gestor dos SIE	
<b>GISS</b>	CPCHS	Serviço Social	Registo da atividade do Serviço Social		Gestor do Serviço Social	
<b>STMR</b>	Ministerio da Saude	Sistema de Tratamento de Monitorização da Reclamação	Sistema de tratamento de monitorização de reclamações		Gestor do Serviço Social	
<b>SGSR</b>	Ministerio da Saude	Sistema de Gestão de Sugestões e Reclamações	Sistema de gestão de sugestões e reclamações		Gestor do Serviço Social	
<b>GIH</b>	CPCHS	Infraestruturas Hospitalares	Gestão das infraestruturas hospitalares (manutenções e reparações)	de	Gestor dos SIE e Gestor da Informática	
<b>Excel</b>	Microsoft	Folha de cálculo	Folha de cálculo		Gestor da Informática	
<b>Outlook</b>	Microsoft	Gestão de emails, contactos, agenda e tarefas	Gestão de emails, contactos, agenda e tarefas		Gestor da Informática	

<b>Reflection</b>	Reflecion	Emulador Unix		Emulador Unix		Gestor Informática	da
<b>Word</b>	Microsoft	Produção de documentos	de	Produção de documentos de texto	de	Gestor Informática	da
<b>Acess</b>	Microsoft	Produção de bases de dados simples	de	Produção de bases de dados simples	de	Gestor Informática	da
<b>AMQ</b>	CHMT	Gestão da Qualidade		Registo e tratamento das não conformidades e ações de melhoria		Gestora Qualidade	da
<b>Frontpage</b>	Microsoft	Produção conteúdos web	de	Produção conteúdos web	de	Gestor Informática	da
<b>PowerPoint</b>	Microsoft	Produção apresentações	de	Produção apresentações	de	Gestor Informática	da
<b>Project</b>	Microsoft	Gestão de projetos		Gestão de projetos		Gestor Informática	da
<b>Publisher</b>	Microsoft	Produção documentos	de	Produção documentos de edição	de	Gestor Informática	da
<b>Visio</b>	Microsoft	Produção esquemas	de	Produção esquemas	de	Gestor Informática	da
<b>Monitor</b>	CHMT	Divulgação informação urgência	de na	Divulgação informação urgência	de na	Enf. Urgência	Chefe

## PICIS

A aplicação PICIS é uma aplicação destinada à gestão dos cuidados cirúrgicos e anestésicos. Esta aplicação tem por principal função durante uma intervenção cirúrgica gerir o processo anestésico ao mesmo tempo que efetua um registo em base de dados própria de dados provenientes de dispositivos de anestesia, ventiladores e monitores.

Também pode ter interfaces com outros módulos hospitalares tais como registo centralizados de EHR e Laboratório entre outros. A possibilidade de integrar dados demográficos de doentes diretamente da aplicação administrativa e financeira permitiria ao anestesista ter um conjunto de indicadores e dados demográficos disponíveis.

Na área laboratorial, o sistema não integra com os sistemas de laboratórios. Os resultados dos exames são comunicados ao médico por via de outras aplicações. Também o modelo de EHR não foi integrado nesta aplicação. Assim, alguns dados tais como antecedentes clínicos, medicamentos anteriormente prescritos e alergias do doente não são integrados no sistema.

Os dados de monitorização do doente durante a intervenção cirúrgica e recobro<sup>56</sup> não são integrados no modelo de EHR. Este fato pode influenciar a avaliação do doente e adequação ao plano de tratamento.

<sup>56</sup> Período de recuperação dos sentidos e estabilização após a intervenção cirúrgica.

Também para estudos epidemiológicos e melhorias nas *guidelines* clínicas poderia ser útil desenvolver estudos qualitativos e quantitativos relacionados com os cuidados anestésicos utilizando *secondary data* que inevitavelmente é perdida.

Para a própria gestão do bloco seria interessante conhecer tempos e consumos relacionados com cada intervenção cirúrgica que podem ser inferidos a partir deste sistema.

Este sistema pode ainda contribuir para a melhoria da qualidade dos serviços e diminuição do risco clínico através dos dados clínicos que armazena na sua base de dados.

Contudo, este sistema não utiliza nenhum dos standards de EHR nem segue a norma ISO 13606. Também não utiliza nenhuma ontologia. Seria possível codificar alguns procedimentos em ICD9 ou ICD10 mas esta codificação não se encontra introduzida no sistema. Assim, é um sistema fechado e departamental.

### **Alert PI**

A aplicação *Alert PI* é a aplicação através da qual os Centros de Saúde efetuam o pedido de marcação de consultas da especialidade ao hospital de referência.

Esta aplicação é recomendada pela Administração Central do sistema de Saúde (ACSS)<sup>57</sup> e segundo a *Alert*<sup>58</sup> previa-se que em 2010 mais de 1000 000 de pedidos de consulta fossem solicitados por esta aplicação. Não existem estudos para a validação deste número de utilização.

Segundo a *Alert*, o sistema envolveu mais de 450 interfaces com os sistemas de saúde.

O sistema permite enviar ao hospital o pedido de consulta e um conjunto de dados demográficos e clínicos do doente.

---

<sup>57</sup> [http://www.acss.min-saude.pt/Portals/0/Fornecedores%20de%20sw%20de%20PEM%20aderentes%20DCF\\_20110719.pdf](http://www.acss.min-saude.pt/Portals/0/Fornecedores%20de%20sw%20de%20PEM%20aderentes%20DCF_20110719.pdf), Consultado em 2011-12-22.

<sup>58</sup> Disponível online em <http://www.alert-online.com>, consultado em 2011-12-20

Contudo, este sistema não utiliza nenhum modelo ou norma de EHR. A informação do doente chega ao hospital em texto e terá de ser interpretada pelo médico triador<sup>59</sup> que por sua vez pedirá mais dados ao médico de família, caso necessite e este, por sua vez, pode voltar a consultar o doente ou efetuar mais exames.

A ausência de um modelo de EHR limita a interoperabilidade e acrescenta perdas de tempo e perdas de eficiência e perdas de eficácia ao processo. As principais limitações pela ausência de normalização com um modelo de EHR são as seguintes:

- Impossibilidade de integrar os dados de observação e diagnóstico do doente com o episódio do hospital (*in come*);
- Falta de integração de dados de alergologia;
- Impossibilidade de integrar dados laboratoriais do doente e exames anteriormente realizados com o registo de EHR;
- Falta de dados do doente de natureza demográfica e socioeconómica;
- Impossibilidade de desenvolver sistemas de análise automática e de gestão de prioridades de doentes;
- Também o sistema de alta do hospital vulgo conhecido como *nota de alta* não integra com este sistema nem ele próprio integra com a aplicação de apoio ao médico existente do lado do Centro de Saúde. Este aspeto prejudica a comunicação e a integração de dados com os cuidados primários. Em alguns casos, o doente pode ter alta e ir para casa medicado sem que o seu médico de família conheça a sua situação e possa agendar a consulta de seguimento de forma adequada. Como também não existe integração de dados entre o sistema hospitalar e o sistema de cuidados primários, o médico de família apenas conhece o que vai mencionado na nota de alta que na maioria dos casos são textos pré-configurados e com pouco informação específica do doente.

O conceito de *Evidence Based Medicine* (EBM)<sup>60</sup> em que o doente é o centro dos serviços de saúde e são estes que através das suas políticas se ajustam às necessidades do doente não pode ser implementado sem esta integração e sem alinhamento de conteúdos semânticos.

---

<sup>59</sup> Clínico responsável pela avaliação do doente, definição da prioridade na consulta e atribuição de médico ao episódio.

<sup>60</sup> Medicina baseada na evidência

Também a inexistência de um modelo de BPMS impede uma melhor gestão de processo.

Os modelos gestores de *workflow* com modelação BPM poderiam ter um valor acrescentado enorme nesta área. O médico de família quando solicita a consulta de especialidade deveria de gerar automaticamente um aviso no sistema do hospital. Este aviso teria um tempo de resposta também chamado tempo de serviço e, caso houvesse pedido de mais elementos, deveria gerar automaticamente outro aviso junto do médico de ciânica geral.

No caso de o doente precisar de exames complementares que são realizados em entidades convencionadas, o motor de *workflow* deveria de enviar a requisição, avisar o doente e controlar o tempo de resposta do laboratório convencionado.

Existe legislação publicada neste sentido, Portaria n.º 615/2008 de consulta a tempo e horas que obriga as instituições ao seguinte nível de serviço:

- 30 dias, se a realização da consulta for considerada como muito prioritária;
- 60 dias, se a realização da consulta for considerada como prioritária;
- 150 dias, se a realização da consulta for considerada com prioridade normal.

A não existência de um motor de *workflow* colaborativo integrado com outros motores de BPM das restantes organizações envolvidas no processo, com alertas e níveis de serviço pré-definidos potencia dificuldades de cumprimento da referida Portaria.

## **Holter**

A aplicação Holter é uma aplicação de monitorização de eletrocardiogramas. Esta aplicação permite registar ECG durante 24 horas.

Os equipamentos de ECG produzem mensagens num protocolo denominado *observation/result* OBX da HL7<sup>61</sup> que contém segmentos dos dados de observação. Um segmento OBX pode contar dados de um eletrocardiograma ou de qualquer outro equipamento. Os segmentos OBX podem integrar mensagens HL7 e integrar com sistemas clínicos.

O arquivo digital e ligação dos ECGs ao EHR poderiam ser muito interessantes para a análise de evolução de doentes.

---

<sup>61</sup> <http://www.hl7.org>, consultado em 2011-12-22.

Este sistema apesar de poder ter protocolo HL7 e integrar com um modelo de EHR, não possui esta integração.

### **MAPA**

A Medicação em ambulatório da pressão arterial é efetuada com este sistema. O MAPA podia disponibilizar os dados no protocolo OBX conforme referido para o ECG e integrar estes dados no registo eletrónico de dados clínicos do doente. A utilização desta integração poderia permitir estudos epidemiológicos e uma melhor adequação das práticas clínicas às patologias. Os dados não são contudo integrados em nenhum modelo de EHR.

### **MFR**

Trata-se de uma aplicação desenvolvida internamente para a medicina física e reabilitação. Esta aplicação regista os atos mas não possui nenhuma integração normalizada com algum modelo de EHR.

A integração destes sistemas com o EHR pode permitir ao médico acompanhar a aderência à prescrição dos cuidados de reabilitação do doente e avaliar a sua evolução.

Também seria interessante o desenvolvimento de indicadores de *benchmarking clínico* que utilizassem dados de patologias, prescrições e tratamentos de reabilitação.

### **SAPE**

A aplicação SAPE é uma aplicação destinada ao registo dos atos de enfermagem e é propriedade da Administração Central do Sistema de Saúde (ACSS).

Esta aplicação utiliza uma taxonomia denominada *International Classification for Nursing Practice*<sup>62</sup> (ICNP) que permite efetuar o planeamento e o registo da atividade de enfermagem.

As taxonomias ICNP podem ser obtidas no site INCP C- Space.

No entanto, a aplicação SAPE não possui uma arquitetura que lhe permite estruturar os objetos de acordo com “archetypes” nem utiliza nenhum modelo de restrição. Em conclusão, não segue a norma ISO 13606.

### **SCD/E**

---

<sup>62</sup> <http://icup.clinicaltemplates.org/icnp/downloads>, consultado em 2011-12-20.

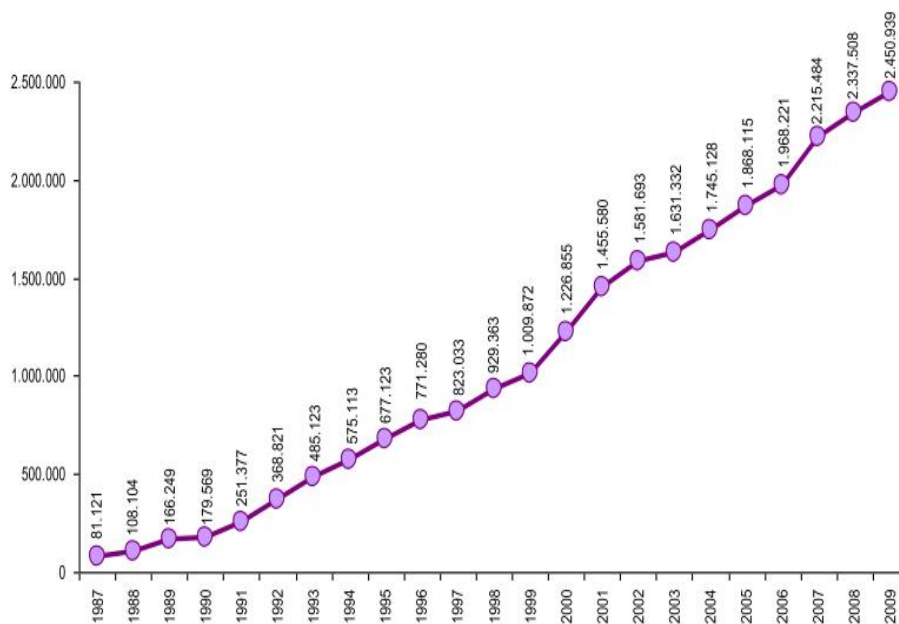


Figura 4.2 Evolução Nacional do número de registos de atos de enfermagem realizados, (Fonte: ACSS<sup>63</sup>)

A aplicação SCD/Enfermagem destina-se à avaliação dos indicadores de produção de atos de enfermagem e é prioridade da ACES.

A figura 4.5 apresenta a evolução nacional número de registos de atos de enfermagem.

E o gráfico seguinte, figura 4.6 reflete o número de auditorias realizadas.

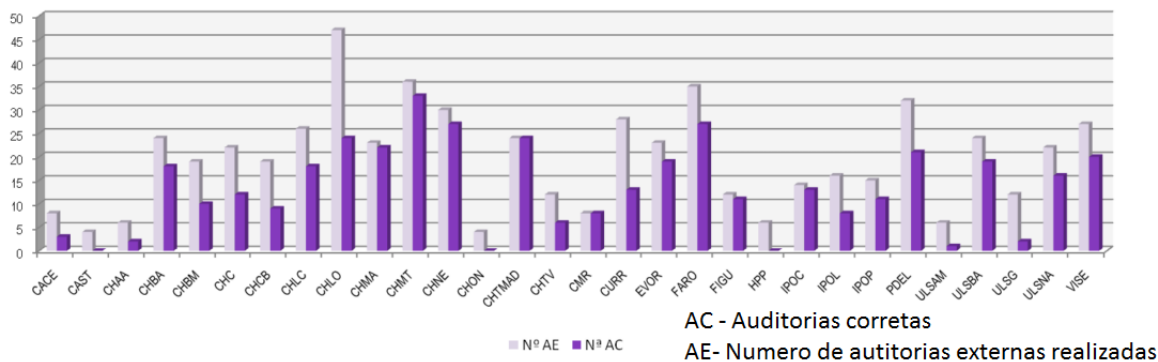


Figura 4.3 Número de auditorias realizadas, (Fonte: ACSS<sup>64</sup>)

<sup>63</sup> Administração Central do Sistema de Saúde (ACSS), disponível em [http://www.acss.min-saude.pt/Portals/o/RELATORIO\\_ANUAL\\_09.pdf](http://www.acss.min-saude.pt/Portals/o/RELATORIO_ANUAL_09.pdf)

<sup>64</sup> Administração Central do Sistema de Saúde (ACSS), disponível em [http://www.acss.min-saude.pt/Portals/o/RELATORIO\\_ANUAL\\_09.pdf](http://www.acss.min-saude.pt/Portals/o/RELATORIO_ANUAL_09.pdf)

Pode-se avaliar pelo presente gráfico que ainda permanecem erros de classificação de atos de enfermagem.

### **SACE**

O *software* SACE foi desenvolvido internamente pelo Centro Hospitalar e destina-se a apoiar a consulta de enfermagem que procede algumas consultas da especialidade.

Nesta aplicação são registados alguns dados de avaliação do doente, tais como febre, tensão arterial e peso entre outros. No entanto, esta aplicação não segue nenhuma ontologia nem taxonomia nem insere os dados em nenhum registo normalizado EHR.

### **Gestcare**

A aplicação Gestcare é propriedade da ACSS e tem por objetivo referenciar doentes para os cuidados continuados.

Esta aplicação, segundo o Ministério da Saúde<sup>65</sup>, visa a qualidade da referenciação e dos cuidados nas unidades de internamento e domiciliárias.

Foi produzida a Diretiva Técnica nº1/UMCCI/2010 em 03/03/2010 que define, entre outros aspetos, os dados que deverão ser introduzidos no sistema de informação.

Não existe, no entanto, uma taxonomia e um modelo de EHR que permita a interoperabilidade dos dados.

### **ROR**

A aplicação de Registo Oncológico Regional (ROR) é propriedade do IPO de Lisboa.

O principal objetivo desta aplicação é permitir criar indicadores por patologia de doentes.

### **SAM**

A aplicação sistema de apoio ao médico é a aplicação na qual o médico regista todos os atos e a partir do portal da qual também tem acesso a Meios Complementares de Diagnóstico e Tratamento (MCDTs).

Esta aplicação recolhe os dados demográficos da aplicação administrativa (SONHO), permite o registo do diagnóstico, marcação e visualização de MCDTs e elaboração do diário clínico.

---

<sup>65</sup> Disponível em <http://www.rncci.min-saude.pt>, consultado em 2011-12-20.

O SAM baseia-se num conjunto de taxonomias que podem ser aplicadas aos diagnósticos, prescrição de meios complementares de diagnóstico e tratamento (MCDTs).

É possível solicitar MCDTs diretamente na aplicação SAM.

A Figura 4.4 apresenta este ecrã. No entanto, não existe nenhuma linguagem de *guideline* normalizada como o GLIF que permita automatizar as requisições e validar se para cada patologia estão a ser cumpridas as *guidelines*.

A inexistência da adoção de linguagem normalizada para as *guidelines* traduz-se numa perda de eficiência do trabalho do clínico e no aumento do risco.

Por outro lado, também não é possível partilhar *guidelines* com outras instituições.

Código	Descrição do M.C.D.T	Produto	Lado	N° Crónica
338	ACIDO URICO	Sangue		1
410	COLESTEROL TOTAL	Sangue		1
511	GLICOSE	Sangue		1
523	TGO	Sangue		1
003	EXAMES CITOLOGICOS			1
096	OMBRO - 1 INCIDENCIA			1

Area de Convenção

RADIOLOGIA

Figura 4.4 – Ecrã de MCDIs aplicação SAM

Também outros exames podem ser registados e agendados na aplicação SAM. A Figura 4.5 apresenta um exemplo.

No entanto a não existência de uma ferramenta de *workflow* não permite a automatização dos processos e a gestão automatizada dos serviços.

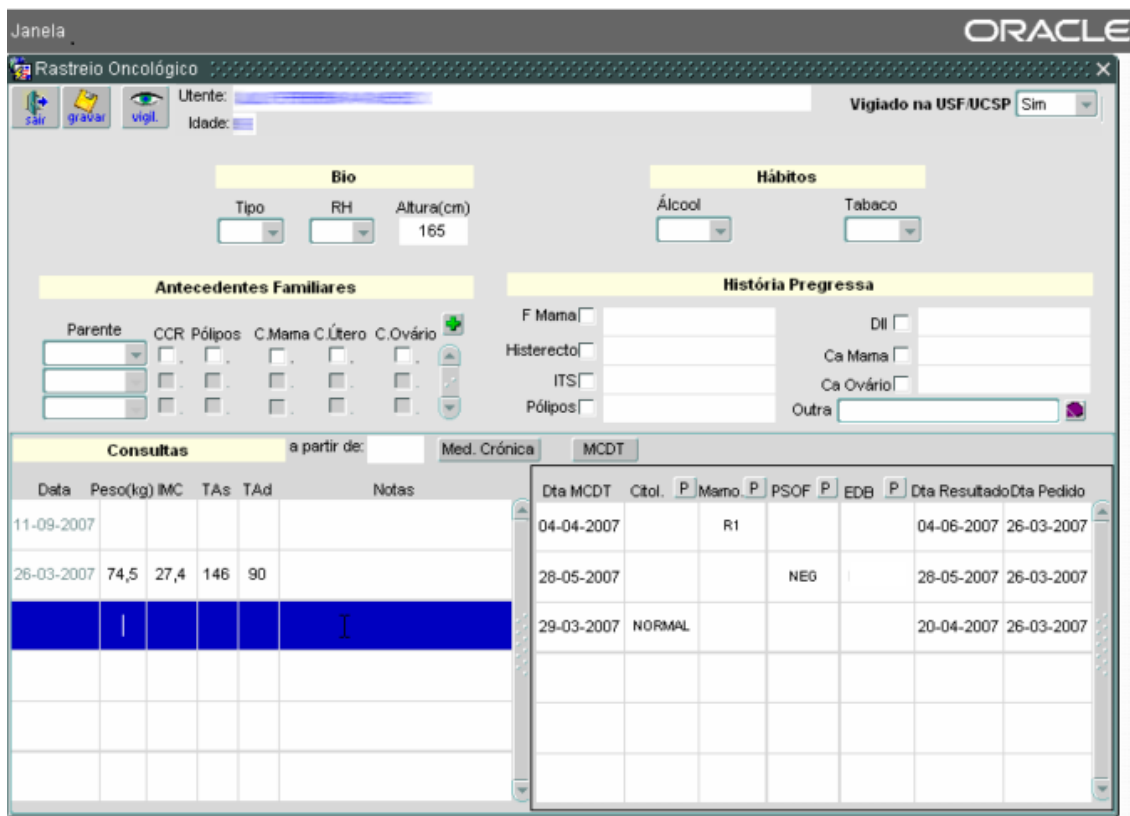


Figura 4.5 Ecrã de Rastreio Oncológico de Aplicação SAM

A não utilização de *archetypes* no modelo de dados tem como consequência que os *templates* de introdução de dados e acessos aos mesmos não sejam parametrizáveis de acordo com o serviço e utilizador.

O acesso ao histórico clínico não é feito segundo os modelos de EHR normalizados o que dificulta a interoperabilidade e automatização dos fluxos de dados.

Janela ORACLE

Saúde Infantil Vigiado na USF/UCSP  Sim

Utente:  Idade:

**Período Pré-Parto e Natal** **Risco na Gravidez**

Doenças durante a gravidez:  Gravidez Normal

Duração da gravidez(sem.):  Nºconsultas da grav.:

Local do Parto:  Tipo de Parto:

Appar:  Estatura(cm):  Peso(kg):  P.Cefálico(cm):

**Período Neo-Natal**

Cianose  Alt. Respiratórias  Icterícia  Vômitos   
 Convulsões  Paralisias  Infecções  Hemorragias

**Consultas** a partir de: **Med. Crónica** **MCDT** **Parâmetros a Avaliar** **Cuidados Antecipatórios** **Sheridan** **S.Alarme**

Data	Idade	Estatura		Peso		IMC		P.Cefálico		Visão		TAs	TAd	Notas
		cm	Perc.	kg	Perc.		Perc.	cm	Perc.	O.D.	O.E.			
23-07-2007	3A 5M 19D													
12-02-2007	3A 0M 8D													

Figura 4.6 – Ecrã da aplicação SAM com informação da história clínica

Alguma informação que poderia ser usada por outros sistemas como, por exemplo, dados de alergias não se encontra normalizada.

Figura 4.7 – Ecrã da aplicação SAM sobre Saúde Materna

Figura 4.8 Ecrã das aplicação SAM para prescrição eletrónica

A aplicação nos cuidados primários utiliza ecrãs semelhantes. No entanto, não existe ligação entre as taxonomias.

O sistema não calcula na prescrição e a data terminos da medicação. A patologia não é apresentada segundo uma designação normalizada que possa integrar o *workflow* de enfermagem e dispensa de medicamento.

Dta Início	Dta Fim	Qt	Medicamento	Posologia
17-07-2007		1	Carbamazepina, 400 mg, Comprim	1+0+1
17-07-2007		1	Fluticasona, Diskus, 500 µg/dose, I	1+0+1
17-07-2007		1	Salmeterol, 50 µg/dose, Pó	1+0+1
17-07-2007		1	Topiramato, 100 mg, Comprimido	1+0+1

Figura 4.9 – Ecrã da aplicação SAM para a prescrição eletrónica.

Também os dados dos diários clínicos não se encontram normalizados e são de difícil automatização.

### DP Clínicos

É uma aplicação desenvolvida internamente no Centro Hospitalar.

Esta aplicação pretende apoiar a digitalização dos processos clínicos em papel e facilitar a sua introdução no Sistema de Informação do Hospital.

No entanto apresenta graves inconvenientes:

- O registo em papel é digitalizado e transformado num ficheiro em pdf.
- Toda a informação clínica, exames, dados nutricionais e outros não pode mais ser pesquisável pelas aplicações informáticas existentes no Centro Hospitalar.
- Nenhuma informação é normalizada nem relacionada com ontologia.
- Não existem possibilidades de desenvolver estudos epidemiológicos com os dados.

Em conclusão, esta aplicação serve apenas para reduzir os registos em papel a ficheiros pdf.

Constata-se ainda que alguns profissionais tendo a possibilidade de continuar a usar o papel em vez do Sistema Informático continuam efetuar os registos em papel. Forma-se assim um ciclo vicioso que prejudica a qualidade dos dados.

## **Farmácia**

A aplicação de Gestão Integrada do Medicamento (SGIM), tem por objetivo gerir o *stock* e o workflow da dispensa e distribuição do medicamento até ao doente.

Este processo enfrenta de algumas dificuldades.

Alguns medicamentos como, por exemplo, os comprimidos são fornecidos em *blisters* que posteriormente são abertos, embalados em unidades e identificados com uma etiqueta.

Neste processo perde-se a identificação do lote.

A própria aplicação também não faz a gestão de lotes nem permite identificar à entrada em stock qual o respetivo lote.

Desta forma, não é possível efetuar a gestão do “stock” por lotes nem gerir antiguidades de medicamentos com prazos de validade.

O processo de gestão dos prazos é inteiramente manual.

A prescrição chega à farmácia por via eletrónica. Contudo, o código de identificação do medicamento é o do *Infarmed*. Este código conforme já referido apenas identifica a caixa na qual o medicamento é comercializado e não a dose individual.

No caso dos preparados não existe um código colocado pela farmácia no medicamento.

Desta forma, a identificação do medicamento é baseada na descrição colocada no rótulo.

Esta situação representa um risco clínico grande pois os principais destinatários destes medicamentos preparados são doentes oncológicos.

O processo de distribuição do medicamento até aos doentes não possui nenhum sistema automático de rastreabilidade.

Assim não existem registos automáticos e normalizados no EHR dos medicamentos que foram administrados: lotes, horas e profissionais envolvidos no processo.

A aplicação SGIM deveria gerir o percurso do medicamento mas na verdade nem os doentes têm processos de identificação automática nem os medicamentos possuem sistemas que os identifiquem automaticamente com lotes e prazos de validade ao longo do workflow.

## Dietética

O serviço de dietética tem por função a avaliação nutricional do doente na consulta, no internamento e sempre que a adequação alimentar seja complemento terapêutico.

Um serviço de excelência deveria de prescrever dietas de acordo com as necessidades instantâneas do doente.

Segundo a Associação Portuguesa de Dietistas<sup>66</sup>, o Dietista Clínico tem por missão:

*[...] é responsável pela avaliação nutricional, determinação das necessidades nutricionais, planificação e supervisão de planos alimentares, pelo aconselhamento nutricional em consulta ou durante o internamento; colabora em equipas multidisciplinares de saúde na definição de protocolos e estratégias que promovam a recuperação/melhoria na saúde nutricional e funcional dos doentes.*

No entanto, verifica-se no Centro Hospitalar objeto deste caso de estudo que isso obrigaria a cerca de um nutricionista para cada 50 doentes internados. Este rácio é impraticável.

Não existe nenhuma gestão no Sistema de Informação das necessidades nutricionais de cada doente. A avaliação das necessidades nutricionais são feitas com base em folhas de cálculo mas os resultados dos valores nutricionais necessários para o doente não são integrados em nenhum sistema de informação.

No sistema de informação de apoio ao médico (SAM), os dados existentes são apenas o código e a designação da dieta. Os valores nutricionais não são transferidos para o sistema.

A Figura 4.10 apresenta uma impressão de um ecrã de consulta da ficha clínica de um doente com um exemplo. Outros exemplos encontram-se no Anexo II.

A informação sobre o tipo de dieta é manifestamente insuficiente. Segundo a USDA<sup>67</sup>, existem 146 nutrientes. As tabelas DRIs referenciam pelo menos 20 nutrientes, Anexo III, mas no registo eletrónico de dados clínicos do doente esta informação não consta.

---

<sup>66</sup> [http://www.apdietistas.pt/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=280](http://www.apdietistas.pt/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=280), disponível em 2011-12-23.

<sup>67</sup> [http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12354500/Data/SR24/sr24\\_doc.pdf](http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12354500/Data/SR24/sr24_doc.pdf), consultado em 2011-12-23.

**Pesquisa de Doentes com Prescrição**

**Prescrições Internas**

Doente: [REDACTED] SNS: [REDACTED] Idade: [REDACTED]

Serviço: [REDACTED] / [REDACTED] Cama: [REDACTED] Obs Farm [REDACTED] Obs Presc [REDACTED]

Médico: [REDACTED] / [REDACTED] Presc. Não Medicam. [REDACTED]

Data Prescr.: 2011/12/13 15:54 Custo Total: [REDACTED] Nº de Prescrições: 22

Dieta: 1997 / DIETA DIABETICA Obs. Dieta: [REDACTED] Justificações [REDACTED]

---

**Detalhe da Prescrição e da Recepção**

Prescrição sem Medicamentos?  Medicamentos Prescritos Internamento

Soro	Medicamento	Forma Med.	Dose	Un. Medida	Via Adm.	Freq./ Horário	Custo
	CARBOXIMETILCELULOSE COM PRATA 15X15	PENSO	2	UNID.	APLIC.TOP	1id 8 h	
	INSULINA INSULATARD ISOF.ACC.INTERM. 100U/SOL.INJ.	SOL.INJ.	10	U.I.	S.C.-I.V.	1id 8h	87,34
	INSULINA INSULATARD ISOF.ACC.INTERM. 100U/SOL.INJ.	SOL.INJ.	8	U.I.	S.C.-I.V.	1id 23 h	69,87
	INSULINA ACCAO RAPIDA,1000UI,FR/AMP 10ML SOL.INJ.	SOL.INJ.	2	U.I.	S.C.	SOS 3ic8 h - 12 h - 20 h,05	

Princípio Activo: Sem princípio activo Alterada?

Prescritor: [REDACTED] Data Início: [REDACTED] Data Fim: [REDACTED]

Obs. Medicamento: [REDACTED] Taxa Inf: [REDACTED]

---

**Medicamentos Validados/ a Distribuir**

Medicamento	Forma Med.	Dose	Un. Med.	Via Adm.	Freq./ Horário	Qt.
INSULINA ACCAO RAPIDA,1000UI,FR/AMP 10ML	SOL.INJ.	2	U.I.	S.C.	SOS 3id8 h - 12 h - 2	1
CARBOXIMETILCELULOSE C/ PRATA 10X10CM, COMPRES.	PENSO	2	UNID.	APLIC.TOP.	1id 8 h	2
INSULINA INSULATARD ISOF.ACC.INTERM. 100U/ML,FR10I	SOL.INJ.	10	U.I.	S.C.-I.V.	1id 8h	1
INSULINA INSULATARD ISOF.ACC.INTERM. 100U/ML,FR10I	SOL.INJ.	8	U.I.	S.C.-I.V.	1id 23 h	1

Princípio Activo: Sem princípio activo

Obs. Recepção: [REDACTED] Tradicional?

Data Recepção: [REDACTED] Resp. Recepção: [REDACTED] Forn. p/ Farmácia?

Figura 4-10 – Registo de dados clínicos do doente (Fonte: Aplicação SAM)

Foi efetuado um *focus group* e foi analisado a forma como os dietistas calculavam os valores nutricionais.

Existem folhas de cálculo aonde é identificado o doente e constam algumas das variáveis de avaliação, Figura 4.11.

Em função das variáveis de avaliação, a folha de cálculo calcula alguns valores de valores nutricionais com base em algumas fórmulas que produzem valores aproximados. De seguida e em função do diagnóstico principal e de outros eventuais diagnósticos secundários e também da história clínica, os valores nutricionais são ajustados. Para o referido ajustamento é utilizado um questionário de avaliação de risco nutricional que se encontra no Anexo V.

Com base nos valores nutricionais, calcula-se os alimentos a incluir na dieta utilizando a Tabela 4.4. A tabela usada para o cálculo da dieta contém valores médios e não é ajustada aos alimentos incluídos em cada refeição.

Assim, no caso de se concluir que o valor nutricional da dieta é insuficiente são incluídos suplementos alimentares.

Nome	María Ant3nia																						
Idade	20	<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Tabela de grau de atividade</th> </tr> <tr> <th colspan="3">Multiplicar peso por:</th> </tr> <tr> <td>Descanso</td> <td>30kcal/kg</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ligeira</td> <td>35kcal/kg</td> <td></td> </tr> <tr> <td>M3dia</td> <td>40kcal/kg</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Intensa</td> <td>50kcal/kg</td> <td></td> </tr> </table>				Tabela de grau de atividade			Multiplicar peso por:			Descanso	30kcal/kg		Ligeira	35kcal/kg		M3dia	40kcal/kg		Intensa	50kcal/kg	
Tabela de grau de atividade																							
Multiplicar peso por:																							
Descanso	30kcal/kg																						
Ligeira	35kcal/kg																						
M3dia	40kcal/kg																						
Intensa	50kcal/kg																						
Altura	180																						
Peso	80																						
Sexo	M																						
BioImped3ncia	0																						
Grau de act.	40																						
P. Do Pulso	14																						
Avalia33o Nutricional																							
I.M.C	24,69135802	Coment3rio :	Normal																				
Complei33o	Complei33o Fraca		Fraca:	Normal:	Forte :																		
			66.1 -	69.7 -																			
Peso Te3rico	72,325	Diferen3a de pesos:	8	Peso Te3rico II :	71.0 75.1 72.8 - 83.3																		
Necessidades energ3ticas	3177,5475	Emagrecimento:	2118																				
		Est3 a fazer:	-3178	do que 3 recomendado																			
M. Basal	1926																						
BioImped3ncia	0	Coment3rio:	#N/D																				

Figura 4.11 – Folha de avalia33o nutricional do doente (Autor: Servi3o de Diet3tica do Centro Hospitalar do Caso de Estudo)

Energia	kcal
Prote3nas	gr.
L3pidos	gr.
Gl3cidos	gr.
Fibra	gr.
Na	Mg
K	Mg
Ca	Mg
P	Mg
Fe	Mg
Mg	Mg
3lcool	ml

Figura 4.12- Valores nutricionais calculados para o doente, Autor: Servi3o de Diet3tica do Centro Hospitalar do Caso de Estudo)

Tabela 4.4 Exemplo de valores nutricionais de alimentos (Autor: Investigador de dietética e nutrição)

	Proteínas	Lípidos	Glúcidos	Fibra	Energia	Ca	P	Fe	Vit. A	Vit. C	Na	K	Mg
Leite M/G	3	1,8	4,6		45	123	69	0,1	230	1	45	175	12
Leite Magro	3	0,5	4,1		33	120	63	0,1		0,4	45	175	12
Queijo Flame.	30	14	0,2		246	850	500	0,9	780		1032	116	55
Nata (35%)	2	35	2,5		333	66	72	0,6	1200	0,1	40	75	7
Iogurte	3,2	3,2	4,3		59	125	95	0,2	200		115	212	9
Requeijão	9,5	28,6	3,3		308	250	157	1,2	190				
Iogurte Mag.ref.	6,2	0,3	10,8		73	209							
Carneiro	20	16,7	0,3		228	15	213	1,1			113	304	16
Vaca ( alcatra)	20,6	2,2	0,4		104	9	170	1,6			98	298	23
Porco( lombo)	17,7	20,5	0,4		264	15	214	1,6			101	476	18
Porco Cos. Gor.	17,3	31,8	0,2		355	19	189	1,3			101	476	18
Toucinho entre.	13,7	50,1	0,2		507	14	96	3			200	476	18
Fígado (porco)	20,9	5	1,8		135	14	324	7,8	300		108	356	32
Fiambre M/G	21,9	19,7	0,5		267	22	180	0,8			1875	375	25
Frango (inteiro)	19,6	6,8	0,2		140	20	256	2			181	430	23
Pescada Fresca	17,4	0,4	0,1		74	32	188	0,6			60	433	25
Sardinha M/G	22,5	8,4	0,1		166						66	630	24
Polvo s/sal	15,3	0,4	0,2		66	33	121	0,3			236	160	38
Ovo (inteiro)	12	11,6	0,6		155	45	200	2,6	1100		125	115	13
Manteiga	0,3	84,7	0,5		764	13	17	0,2	1316		1763	28	6
Azeite		100			900						69	9	1

Não existe dentro dos hospitais nenhuma ontologia para a classificação dos nutrientes. Segundo se apurou durante a investigação a Sociedade Portuguesa de Dietética, (Sociedade Espanhola de Nutrição Parentérica e Entérica & Médica, 2009) pretende adotar o ICD9. Consultada a norma ICD9 concluiu-se que os códigos desta norma entre o código 260 e 269 permitem classificar os diagnósticos com patologias de tipo nutricional. Conclui-se pela análise dos diários clínicos que os códigos ICD9 deste grupo (260-269), não são presentemente utilizados.

## GDH

A aplicação de Grupos de Diagnósticos Homogêneos (GDH) permite calcular o código para cada episódio tratado.

No entanto, esta aplicação funciona com base nos códigos dos diagnósticos e procedimentos ICD9. O ICD9 é uma taxonomia de *Internation Statistical Institute* e é o acrónimo de *International Statistical Classification of Diseases*.

A codificação ICD9 já foi substituída pela ICD10 no entanto a maioria dos hospitais em Portugal ainda utiliza a ICD9.

A operação de codificação dos diagnósticos e atos médicos é desenvolvida por médicos codificadores com formação para o efeito.

Os diários clínicos possuem informação não estruturada.

Os códigos dos procedimentos e atos médicos são extraído normalmente e introduzidos na aplicação GDH.

Este processo para além de estar suscetível a erro humano não permite pesquisar por atos médicos nem relacionar diários clínicos entre si.

Os atos codificados são introduzidos na aplicação SONHO do Ministério da Saúde mas perdeu-se todos os conteúdos semânticos.

### **Movimento Assistencial**

É uma aplicação desenvolvida internamente.

Esta aplicação destina-se a apurar indicadores de produtividade de todos os técnicos e clínicos.

Não integra, nem utiliza os dados que se encontram no registo EHR. Apenas utiliza as codificações por serviço dos atos médicos para calcular a produção.

### **Sonho**

Esta aplicação é o repositório principal de todos os dados de produção e faturação de Centro Hospitalar.

Foi desenvolvida pelo Ministério da Saúde e permite integrar a produção de cada hospital com o Serviço Nacional de Saúde.

Não utiliza registo normalizado de EHR e as únicas taxonomias introduzidas são o ICD9 e GDH.

### 4.3 – Diários Clínicos

Os diários são a principal fonte de dados sobre toda a atividade de cuidados de saúde que envolve cada doente. É neste registo, ainda em alguns casos em papel, que os médicos, os enfermeiros e os técnicos de meios complementares de diagnóstico e tratamento inserem os dados de observação, prescrição e terapias.

Os diários clínicos podem ainda servir para gerir o *workflow* dos cuidados de saúde pois possuem a sequência do processo desde as observações, diagnóstico, tratamento e alta do doente. Podemos desta forma aplicar conceitos e ferramentas de BPM aos fluxos de doentes.

Se existirem *guidelines* de tratamento de doentes por patologia, os diários clínicos podem servir para promover sistemas de suporte à decisão clínica e também sistemas de alertas para riscos clínicos.

Os eventos adversos provocados por terapias, medicamentos e diagnósticos secundários podem fazer parte do sistema de apoio à decisão clínica que por sua vez pode alertar os profissionais de saúde para a probabilidade de situações de exceção que configuram risco clínico.

Também é com base nos diários que os médicos codificadores identificam os diagnósticos e os procedimentos e determinam os códigos ICD9 que irão gerar um GDH para efeitos de faturação do episódio e cálculo de produção.

Os diários clínicos também podem servir para determinar o nível de ocupação de serviço, o contributo de cada serviço para a produção global do hospital, os consumos diretos de material de consumo clínico e medicamentos e também para determinação dos custos indiretos baseados na atividade (*Activity Based Costing*).

Com os diários clínicos é possível planear a atividade assistencial, melhorar a qualidade dos cuidados de saúde e gerir de forma mais eficaz e eficiente.

Para que tudo o que foi referido seja possível é necessário que os dados tenham qualidade. Isto é que tenham completude, que traduzam a realidade dos eventos e da realidade, que sejam atempados, que estejam normalizados e indexados com ontologias e taxonomias normalizadas e que estejam acessíveis.

Foi feita uma análise dos diários clínicos do Centro Hospitalar para perceber se seria possível identificar os termos que propunham uma dieta.

Utilizou-se uma ferramenta de texto mining para identificar um conjunto de termos referenciado pelos médicos e pelos dietistas que participaram no estudo.

Diagnóstico	Diário Clínico
Infeções pós-operatórias e pós-traumáticas	Apiretico e sem queixas. Tolerou <b>dieta</b> . Alta medicado com messalazina
Pneumonia e pleurisia simples idade > 17 anos sem CC	Doente de 88 anos 15º dia de internamento hospitalar por Pneumonia Esquerda + FA + Insuf. Renal Aguda Antecedentes: D. Alzheimer HTA <b>Diabetes</b> tipo II controlado com <b>dieta</b> 7º dia de vancomicina Ha 72h apirético TA: 122 x 55 Consciente levemente polipneico AP: MV diminuído a esquerda Cd: Solciita-se novo RX de torax + aguarda-se análises
Colecistectomia sem exploração do colédoco com CC	Motivo de Internamento Dor abdominal com irradiação para o dorso e epigástrico. Historia Clinica Antecedentes de enfarte agudo do miocardio em julho 2004. Exames Subsidiarios Relevantes Eco abdominal revela microlitíase da vesícula. Evolução no Internamento Boa evolução. Terapeutica Efetuada Conservadora com suspensão da <b>dieta</b> drenagem gástrica passiva. soros antibiótico antiespasmódicos. Terapeutica no Ambulatorio Dieta ligeira sem gorduras. Restante terapeutica do domicilio. Diagnostico Definitivo Diagnostico Secundario LITIASE DA VESICULA BILIAR COM COLECISTITE NCOP SEM OBSTRUCAO Diagnostico Principal PANCREATITE AGUDA Diagnostico de Admissao DOR ABDOMINAL EVOLUÇÃO CLINICA Utente que tem apresentado boa evolução clinica no entanto no dia 1.03.10 voltou a apresntar alt da função hepato biliar com alt da bilirrubina sugestivas de novco episodio (...) sugere-se a intervenção cirurgica que o doente aceitou. Assina proposta. Peça estudo pre op. (ECG e Rx Torax)

Figura 4.13 – Excerto de diários clínicos do Centro Hospitalar

Da análise do diário clínico concluiu-se que o mesmo utiliza texto não estruturado, não se conseguiu identificar utilização de uma ontologia ou taxonomia específica, mas que existe a utilização de um conjunto de termos das ciências da saúde.

O registo do momento início e fim de cada atividade, os atores envolvidos e os recursos consumidos também não estão identificados no diário clínico.

Relativamente à dietética apenas existem um conjunto de termos mas que não especificam em concreto qual a dieta prescrita, com que valor nutricional, quais os momentos de início e fim da dieta, quais os alimentos utilizados e se existem situações de intolerância ou rejeição da alimentação.

Para evitar erros de análise de frequências devido ao fato de os termos poderem variar no género, singular ou plural e tempo do verbo foi aplicado um algoritmo de *stemming* para a língua Portuguesa.

O algoritmo de stemming foi desenvolvido por Porter (2001) e permite encontrar a raiz etimológica de cada termo.

Os termos construídos com o algoritmo de stemming encontram-se na primeira coluna da tabela.

Tabela 4.5- Frequência de termos dos diários clínicos

Stem / Phras	Words summary (Dados filtrados de 1 mês de 201		
	Count	Number of documents	Example
alimenta-s	2046	2046	alimenta-se
diabet	11235	10540	diabete
diet	4453	4302	dieta
estômag	11425	11423	estômago
gastric	3389	3305	gastrico
líqu	1990	1789	líquida
pancreát	2897	2664	pancreática
toler	4540	4414	tolere
tolerânc	2218	2218	tolerância
urolog	3230	3032	urologia
vesicul	3193	2822	vesícula
vomit	1893	1854	vomitc
vómit	2773	2611	vómitc

Na segunda coluna encontram-se as frequências dos documentos em que os mesmos termos foram encontrados. E na terceira coluna exemplos dos termos originais.

O algoritmo *Single Value Decomposition* (SVD) identificou um conjunto de conceitos formado por termos que têm relações de proximidade e que identificam frase de diários clínicos.

As figuras seguintes apresentam os 3 clusters de termos de maior representatividade nos diários clínicos que foram analisados segundo as palavras chave fornecidas pelos profissionais.

A figura 4.18 mostra como os diferentes conceitos formados por associações de termos explicam os textos dos diários clínicos.

É interessante salientar que para o conceito 1 que tem mais peso os 3 primeiros termos mais significativos são diabetes, dieta, estômago enquanto no cômputo geral, a ordem aparece invertida entre dieta e estômago e tolerância está muito próximo de dieta. No conceito 1, tolerância está muito próximo de gástrica.

A conclusão destas evidências é que não existe um único *ranking* de termos mas sim aproximações que dependem do contexto.

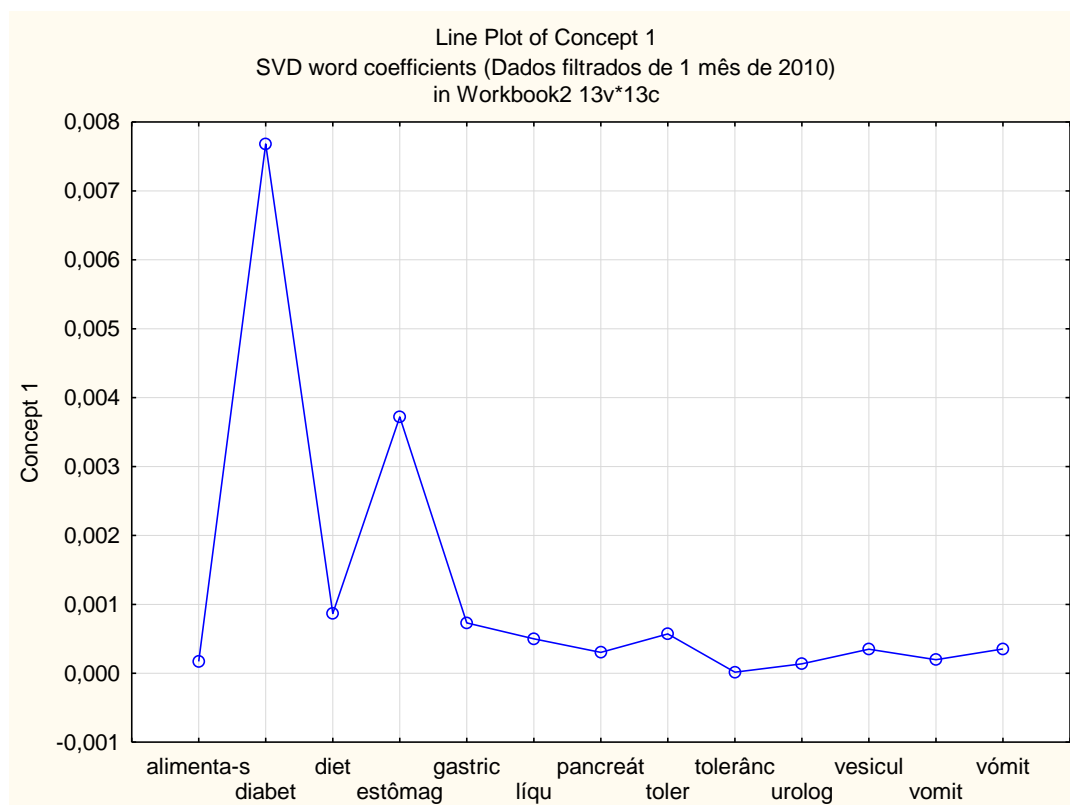


Figura 4.14 – Importância relativa dos termos nos conceito 1 do diários clínicos analisados

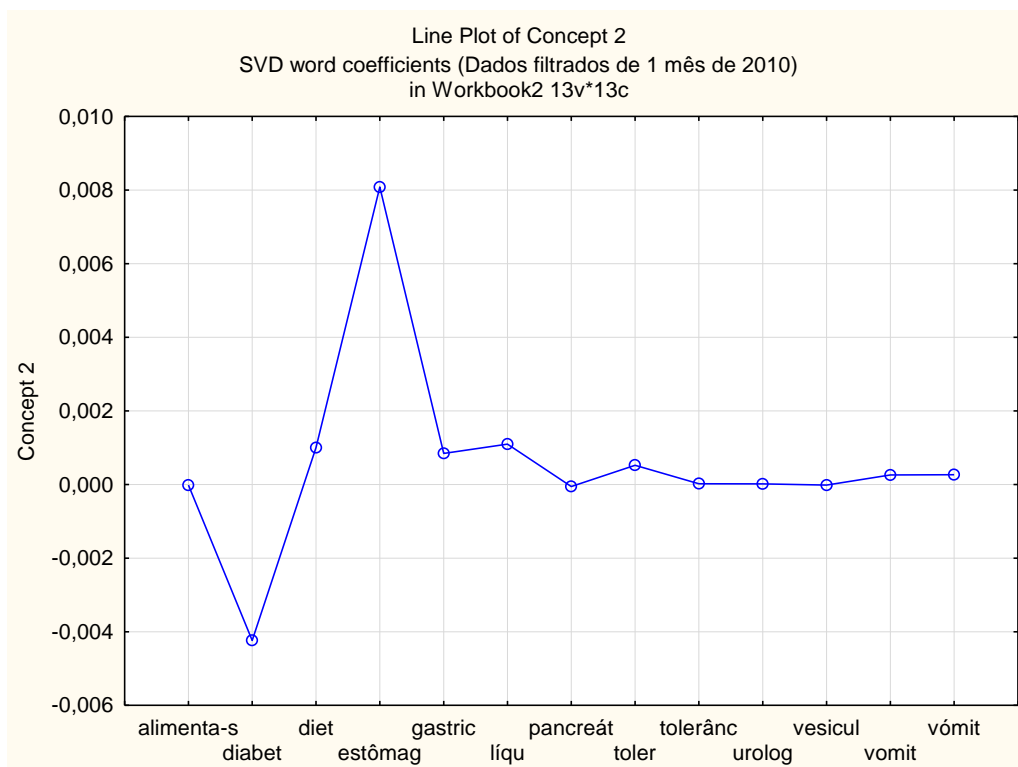


Figura 4.15 – Importância relativa dos termos nos conceitos 2 dos diários clínicos analisados

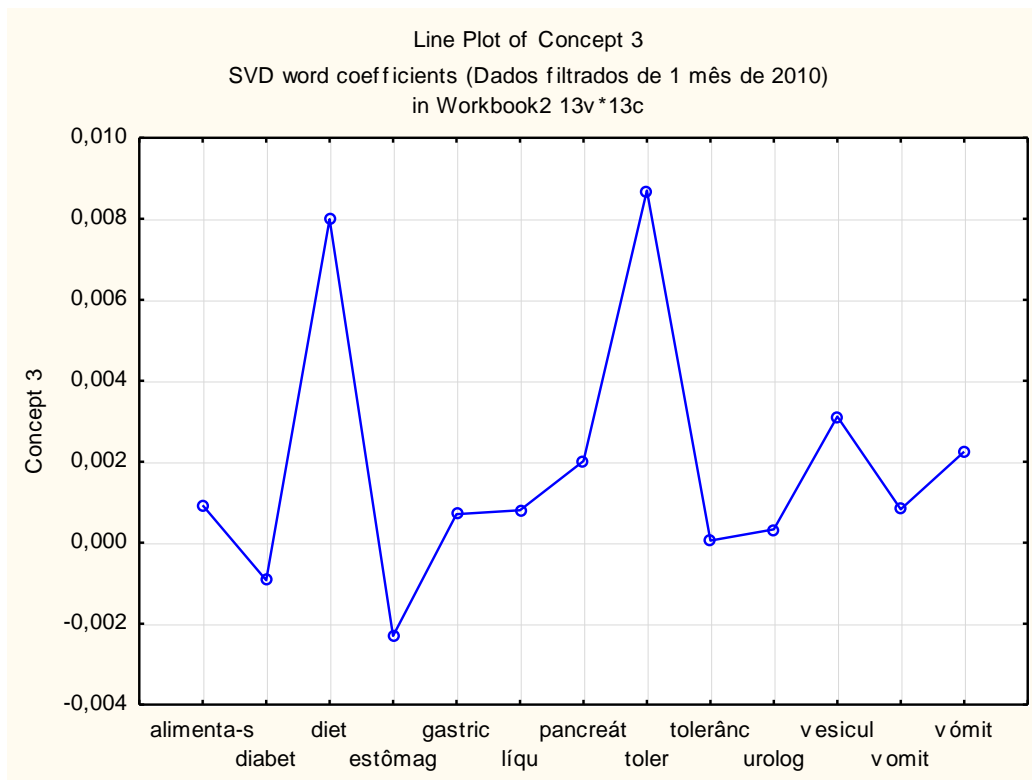


Figura 4.16 – Importância relativa dos termos nos conceitos 3 dos diários clínicos analisados

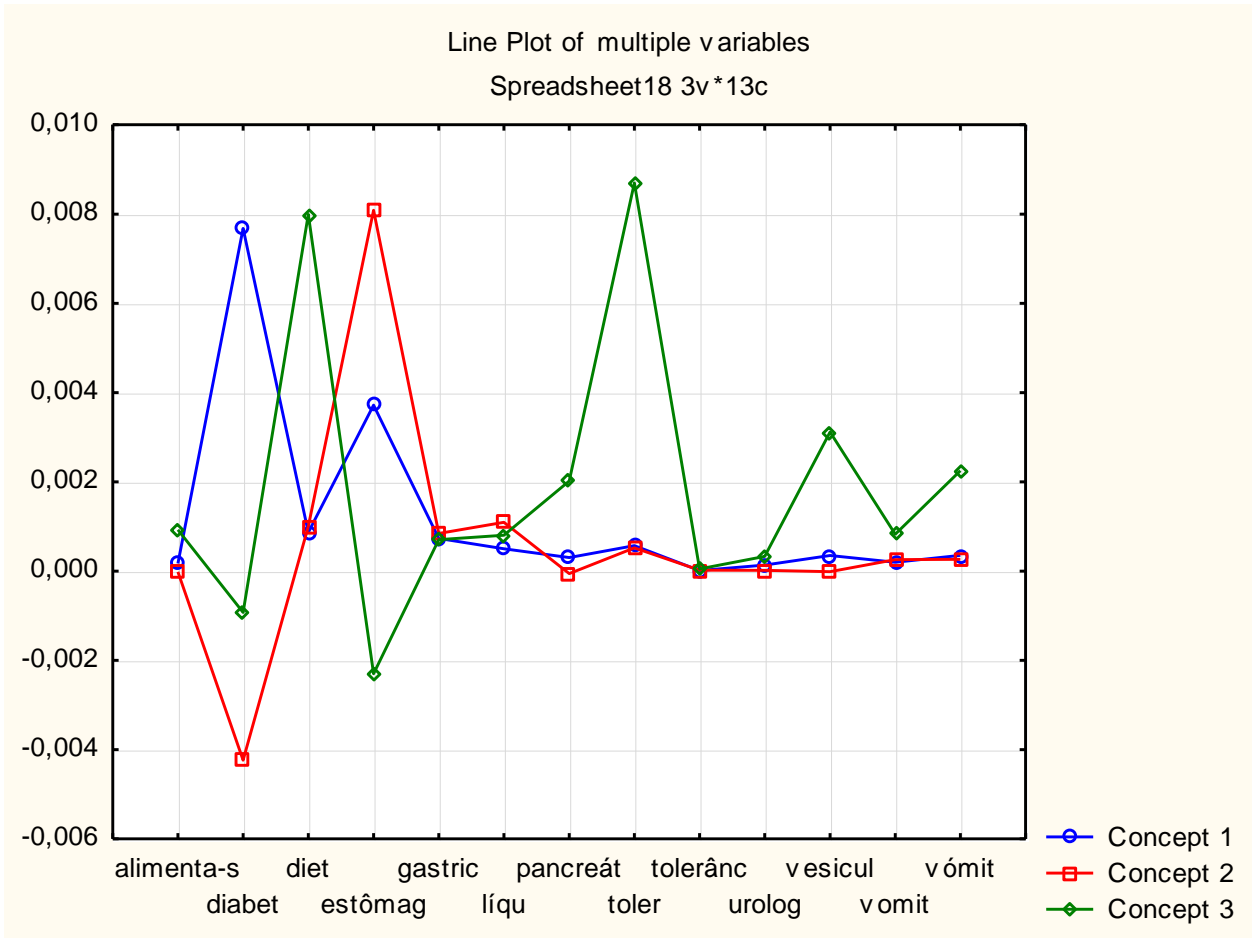


Figura 4.17 – Importância relativa dos termos nos conceitos dos diários clínicos analisados

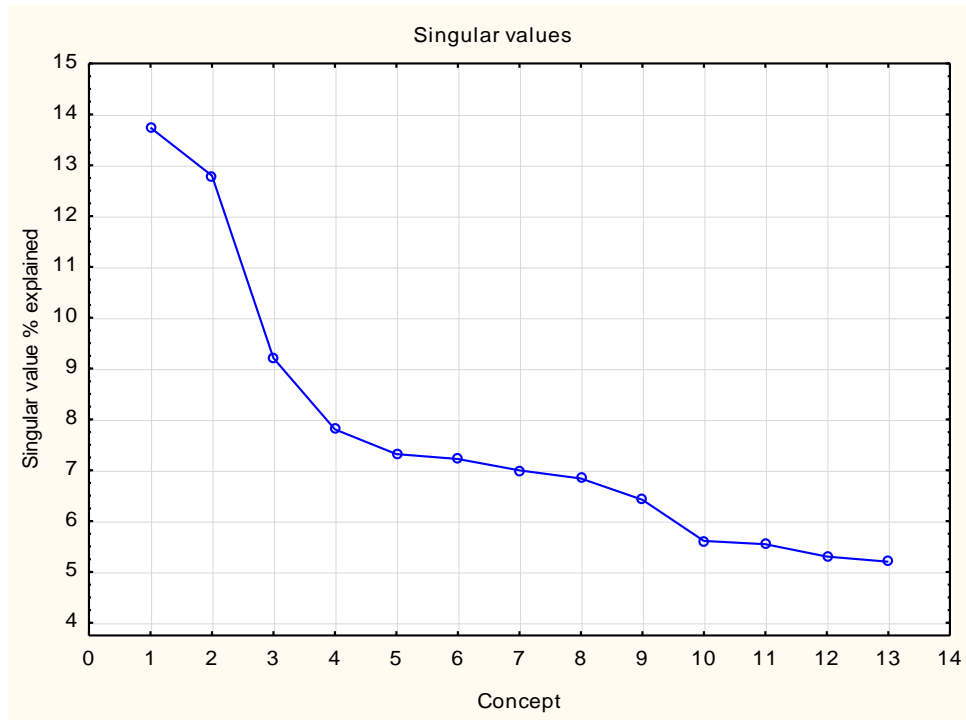


Figura 4.18 – Importância relativa dos conceitos dos diários clínicos analisados

Tabela 4.6 – Importância relativa dos termos nos diários clínicos analisados

SVD word importance (Dados filtrados de 1 mês de 2011)	
	Importance
alimenta-s	39,8515
diabet	100,0000
diet	60,7529
estômag	94,1880
gastric	52,5452
líqu	43,3052
pancreát	52,6486
toler	60,9888
tolerânc	41,4928
urolog	53,0524
vesicul	56,6264
vomit	39,2133
vómit	49,0775

A Tabela 4.6 apresenta a importância relativa de cada dos termos analisados. É possível construir uma ontologia com os termos utilizados nos diários clínicos e estabelecer equivalências com outras ontologias. Este método denomina-se de *Information Retrieval* (IR).

Para se desenvolver um modelo de IR podem-se aplicar diferentes métodos de forma isolada ou combinada:

- Identificar os termos numa terminologia e respetivos sinónimos;
- Utilizar uma gramática para identificar relações entre termos que determinam conceitos. Por exemplo o Gate<sup>68</sup> utiliza uma linguagem para definição da gramática idêntica ao java que denomina de Jape;
- Definir ontologias de classes de termos e utilizar as ontologias para extrair conceitos dos textos;
- Utilizar sistemas de *machine learning* que após algumas anotações manuais adquirem aprendizagem.~

<sup>68</sup>Disponível em <http://gate.ac.uk/>, consultado em 2011-12-29.

Talvez o método mais interessante seja o último. Os sistemas IR observam anotações de termos e relações introduzidas por peritos e extraem as regras gramaticais e as ontologias para indexar novos documentos. O Gate tem um *plugin the machine learning*.<sup>69</sup>

#### 4.4 Análise das Entrevistas e Focus Groups

As entrevistas estruturadas foram feitas com os seguintes objetivos:

- Avaliar a adesão de profissionais de saúde à norma Langual e aos métodos normalizados de prescrição de valores nutricionais proposto pela USD.
- Conhecer a metodologia usada nos hospitais para a prescrição de dietas.
- Avaliar da possibilidade de um modelo de recomendação.
- Avaliar da adesão dos modelos de *archetypes* em outros países e em particular de *achetypes* com valores nutricionais.

Os profissionais envolvidos neste processo de investigação foram:

- 2 Médicos do Centro Hospitalar
- 2 Dietistas do Centro Hospitalar
- 1 Investigador nutricional externo
- 3 Investigadores do Instituto Nacional de Saúde
- 2 Investigadores da OpenEHR

Os métodos usados foram os seguintes:

Entidades	Método
Investigador nutricional externo	Entrevista estruturada
Investigadores do Instituto Nacional de Saúde	<i>Focus Group</i>
Médicos e dietistas do Centro Hospitalar	<i>Focus Group</i>
Investigadores da OpenEHR	Entrevista Semi-Estruturada

Figura 4.19 – Entrevistas e Focus Groups

<sup>69</sup> Disponível em <http://gate.ac.uk/>, consultado em 2011-12-29.

As entrevistas estruturadas foram selecionadas sempre que os participantes participam nas diferentes dimensões da investigação, ou seja por exemplo investigação de composição de alimentos e prescrição de dietas.

No caso em que os participantes são profissionais de saúde de diferentes áreas da ciência que se complementam optou-se por *focus groups*. O *focus group* apresenta a vantagem de suscitar a colaboração participativa e a partilha da construção do conhecimento. Potencia-se assim a teorização das práticas clínicas e laboratoriais.

A sequência das atividades foi em primeiro lugar perceber toda a envolvente e as principais categorias de variáveis, métodos usados, forças, fraquezas, ameaças e fatores de sucesso da do processo de investigação. O método usado foi uma entrevista estruturada a um investigador nutricional.

Os investigadores do Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge permitiram entender a normalização dos bens alimentares e a sua aplicabilidade à elaboração de dietas alimentares.

Os médicos e dietistas do Centro Hospitalar, contribuíram para o conhecimento da importância dos diários clínicos normalizados, da inclusão de variáveis nutricionais nos diários clínicos e dos métodos utilizados para prescrição de dietas.

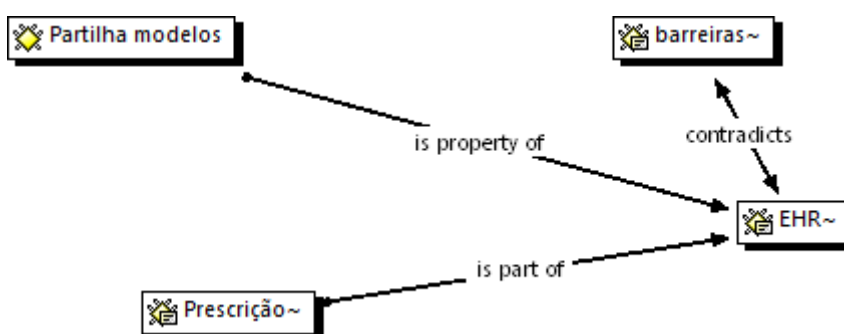
Os Investigadores da OpenEHR contribuíram para o conhecimento do modelo de *archetypes*, do interesse internacional pela modulação de *archetypes* para variáveis nutricionais e de como se poderia modelar um *archetype* com dietas alimentares.

#### 4.4.1 Entrevista a Investigador externo

A entrevista estruturada ao investigador externo permitiu identificar um conjunto de categorias de variáveis.

Sim desde que ajustados às suas especificidades de cada tipo de hospital, a cada hospital, centro de saúde etc.

O fato de já existir um modelo em cada hospital que responde às suas necessidades específicas do serviço



Os fatores de sucesso do EHR podem ser vários em diferentes níveis, não só o suporte nutricional, bem como na identificação de risco nutricional, na avaliação de estado nutricional e prescrição nutricional.

As dietas são prescritas tendo como base a patologia, parâmetros clínicos do doente, identificação de risco nutricional, avaliação do estado nutricional, determinação das necessidades nutricionais, tipo de suporte e monitorização do suporte nutricional.

Figura 4.20 – Fatores de sucesso e barreiras da prescrição nutricional integrada no EHR

Conclui-se desta entrevista que existem vários fatores de sucesso para o desenvolvimento de um modelo de recomendação.

Alguns dos referidos fatores de sucesso foram extraídos diretamente das declarações do especialista e outros foram propostos durante a apresentação prática do processo de cálculo do valor nutricional que aconteceu durante a entrevista.

Os principais fatores de sucesso são:

- Os cálculos dos valores nutricionais são efetuados com base em folhas de cálculo e não são integrados no sistema de informação do hospital. A utilização de um modelo de recomendação integrado com o EHR permitiria um cálculo mais preciso assim como seria possível armazenar os dados nutricionais do momento.
- As folhas de cálculo possuem tabelas com apenas alguns dos valores nutricionais, Figura 4.12. Estes valores nutricionais não contemplam as patologias e intolerância a alimentos mas apenas as variáveis da Tabela 4.4.
- Os valores da tabela usada para cálculo do valor nutricional estão em folhas de cálculo e a sua atualização a partir da base de dados do Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge é complexa e difícil.
- As tabelas apenas referem valores médios. Não são ajustadas a cada doente nem é possível o seu aperfeiçoamento com base no conhecimento adquirido dos casos.
- O método de cálculo dos valores nutricionais pode ser diferente de hospital para hospital. A fiabilidade do sistema também não está garantida.

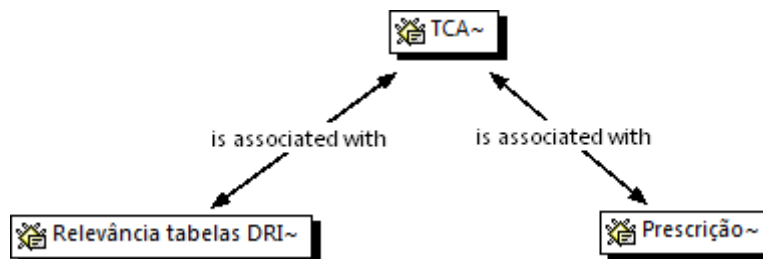
A melhoria da qualidade dos cuidados de saúde no desenvolvimento de um sistema de recomendação é evidente.

Contudo existem algumas barreiras que advêm de diferentes origens:

- Existe um grande desconhecimento dos profissionais da área sobre os modelos normalizados de EHR.
- Não existe um registo dos valores nutricionais prescritos a cada doente e dos valores das variáveis que determinaram alterações às tabelas DRIs. Desta forma não é possível perceber as relações entre todas as variáveis que influenciam os valores nutricionais.

- A literatura é diversa e apresenta diferentes tabelas com diferentes variáveis para determinação dos valores nutricionais. No caso das crianças, a dificuldade é acrescida por ter de existir uma monitorização e um ajuste permanente.
- Os nutricionistas não utilizam uma taxonomia normalizada para identificar patologias e nutrientes. Esta barreira coloca dificuldades acrescidas na identificação das instâncias dos objetos.
- A avaliação do risco nutricional é feita com base em um questionário que se encontra no Anexo V. Este questionário atribui uma pontuação a cada resposta e com base no resultado final é atribuída uma pontuação. Não é conhecido o método de cálculo.

A TCAP sempre foi usada. É um instrumento indispensável no cálculo nutricional.



As tabelas de DRIs definem quais as doses dos diferentes nutrientes necessários para um indivíduo saudável. Estas doses referência são alteradas em função da patologia de base, do estado clínico e nutricional do paciente.

As dietas são prescritas tendo como base a patologia, parâmetros clínicos do doente, identificação de risco nutricional, avaliação do estado nutricional, determinação das necessidades nutricionais, tipo de suporte e monitorização do suporte nutricional.

Figura 4.21 – Relação entre a tabela TCA e a tabela DRI

A prescrição do médico define o tipo de dieta a disponibilizar ao doente. Não existe uma taxonomia que classifique com clareza os diferentes tipos de dieta. Podem existir diferenças entre hospitais.

A classificação dieta com sal, sem sal, pastosa, líquida e geral pode ter várias interpretações. O dietista tem a responsabilidade de avaliar o doente e definir o valor

nutricional e os nutrientes que devem de constituir a dieta. Em teoria, esta definição é feita com base nas variáveis de avaliação do doente e nas tabelas DRIs.

Na prática verifica-se que o método de avaliação do doente depende da subjetividade pessoal de cada nutricionista e a utilização das tabelas DRIs depende da atualização e das variáveis selecionadas para a folha de cálculo utilizada.

Após a referida seleção dos valores nutricionais, é efetuada uma consulta à tabela TCA do Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge.

O resultado desta pesquisa permite extrair os alimentos que podem conter os nutrientes necessários para o doente.

Contudo, os alimentos processados perdem valores nutricionais, ou seja existe um fator de retenção que significa um rendimento do processo de processamento e que pode variar entre 70% e 100% do valor nutricional inicial, ou seja um alimento que possua determinado valor nutricional pode ter uma quebra de 30% do seu valor após o processo de transformação em um prato a servir ao doente.

Também alguns alimentos como, por exemplo, os vegetais apresentam grandes variâncias de alguns nutrientes dependendo da variedade.

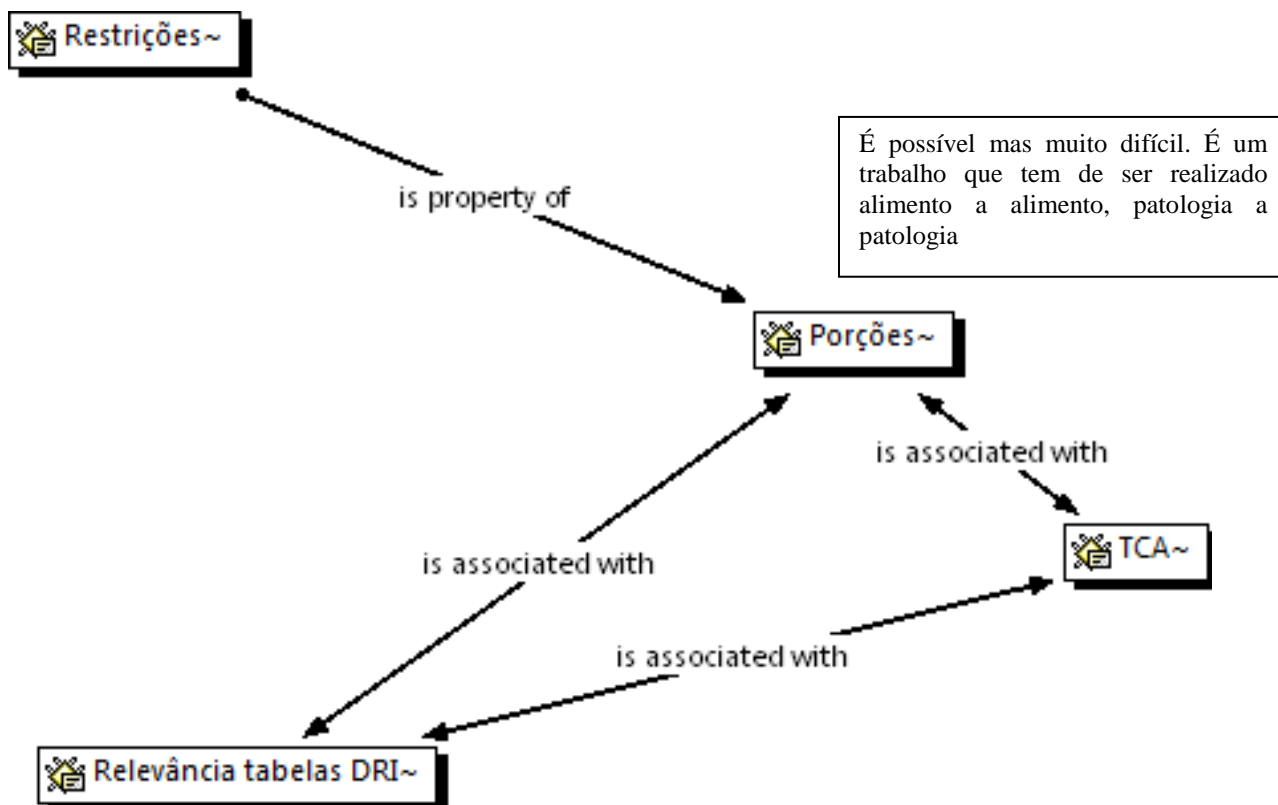
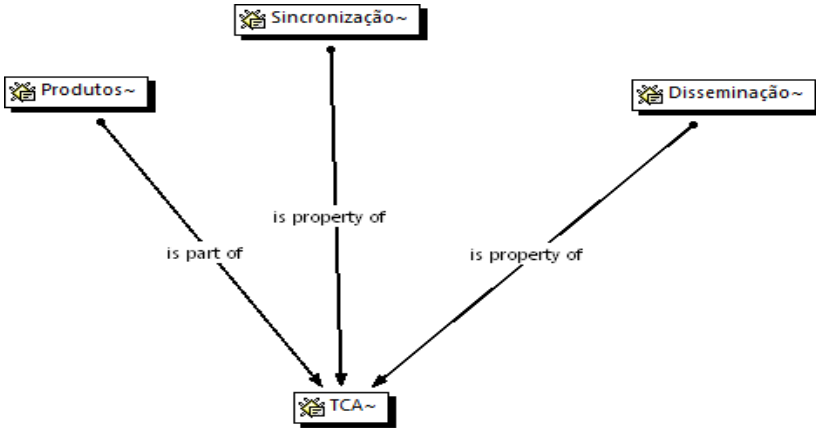
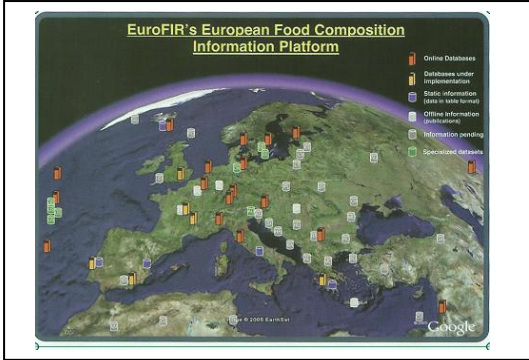


Figura 4.22 – Definição das Porções

#### 4.4.2 Focus Group com investigadores do Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge

O papel da GS1 Portugal é, nesse sentido, **normalizar** através da **Normas Globais para Sincronização de dados (GS1 GDSN)**: um conjunto de Normas que possibilita a sincronização de diferentes bases de dados, apresentando uma solução para o problema dos dados desatualizados: a atualização em “tempo real”, através de uma única introdução de dados, que ficará visível para todos os utilizadores.

Todos os produtos alimentares



O principal objetivo é otimizar a utilização dos recursos nacionais para manter e atualizar a base de dados portuguesa sobre composição de alimentos. Para tal, é necessário o fornecimento, por parte dos produtores alimentares de dados sobre composição nutricional dos seus produtos [...]

Existem cerca de 962 alimentos crus, processados e cozinhados, com mais de 40 componentes. Estes dados, organizados e formatados de acordo com as regras europeias criadas pela rede de excelência europeia Eurofir-European Food Information Resource

Figura 4.23 – Base de Dados de Produtos Alimentares

A tabela de composição de alimentos (TCA) apresenta os seguintes fatores de sucesso:

- Apresenta um conjunto de produtos alimentares referenciados segundo a designação internacional da European Food Information Resource (Eurofir);
- Analisa perdas de valores nutricionais por processo de transformação;
- Possui cerca de 962 alimentos e mais de 40 componentes;
- Todos os produtos alimentares podem ser colocados na TCA;
- Pelo facto de estar sincronizada com a Eurofir existe acesso a valores de outros produtos de origens;
- Também é um fator de divulgação dos produtos nacionais;
- Está suportada por uma plataforma tecnológica de sincronização de dados que lhe permite uma atualização permanente.

As principais barreiras da tabela TCA são as seguintes:

- A indústria ainda não participa de forma muito ativa na sua atualização;
- Os consumidores de informação não possuem plataformas de integração com este serviço;
- Inexistência de sistemas precisos de recomendação alimentar que necessitem de informação atualizada.

Na realidade a última barreira, a inexistência de sistemas do género do proposto neste estudo é uma barreira para o desenvolvimento da tabela TCA.

Pelo fato de não existir por parte do mercado necessidade de informação atempada e precisa sobre a composição dos alimentos, leva a que os produtores não sintam grande motivação para atualizarem também a base de dados Eurofir.

Mas se não existirem valores atualizados, os consumidores não sentem a vantagem e o interesse em desenvolverem e adequarem os seus sistemas.

Também as empresas que confeccionam e processam alimentos podem avaliar os seus produtos e introduzir os respetivos valores nutricionais nesta base de dados. Os valores nutricionais dos produtos confeccionados dependem muito do método usado e não é possível definir valores universais precisos.

Dentro deste âmbito, o Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge tem desenvolvido um esforço de recolha e tratamento de dados para a viabilização do projeto e para que ele no futuro seja um instrumento de avaliação não só das características nutricionais dos alimentos disponibilizados no mercado como também um elemento importante para estudo epidemiológicos.

#### 4.4.3 Focus Group com Médicos e Dietistas do Centro Hospitalar

O Focus Group com Médicos e Dietistas do Centro Hospitalar revelou os seguintes fatores de sucesso:

- Os médicos prescrevem indicando apenas o tipo de dieta. Não indicam valores nutricionais nem eventuais intolerâncias. É da responsabilidade do dietista avaliar o doente sob o ponto de vista nutricional e efetuar o acompanhamento nutricional;
- Existem apenas quatro dietistas para as 400 camas do Centro Hospitalar, ou seja cerca de 1 dietista por 100 camas.
- Os dietistas utilizam diferentes formulários de avaliação de risco nutricional. O *Mini Nutritional Assessment* (MNA) e o *Nutritional Risk Screening* (NRS) são os mais usados mas não existe uniformidade;
- No caso da pediatria, utilizam-se gráficos de evolução das crianças que são utilizados posteriormente para avaliar do estado nutricional. As funções que geram as referidas curvas não estão colocadas em sistema informático e também não existe registo destes dados. Também relativamente às referidas curvas não existe coerência total. Existem duas organizações, a *Centers for Disease Control and Prevention*<sup>70</sup> e a *World Health Organization* publicam tabelas de crescimento com dissonâncias. Os médicos e os dietistas utilizam umas e outras. A figura 4.30 apresenta um exemplo para crianças do sexo masculino até 24 meses de idade.
- Os registos dos cálculos são efetuados em computadores pessoais e não são guardados registos.
- O cálculo de suplementos e prescrição alimentares são de difícil acompanhamento.

---

<sup>70</sup> <http://www.cdc.gov>, consultado em 2011-12-24

Os fatores críticos de sucesso são os seguintes:

- Dificuldade na obtenção de dados precisos que permitam inferir regras;
- Não existência de uma cultura de classificação segundo a norma IDC e utilização de taxonomias quer por parte dos médicos quer por parte dos dietistas;
- A não utilização da linguagem langual e das tabelas de referenciação alimentar na prescrição das dietas.

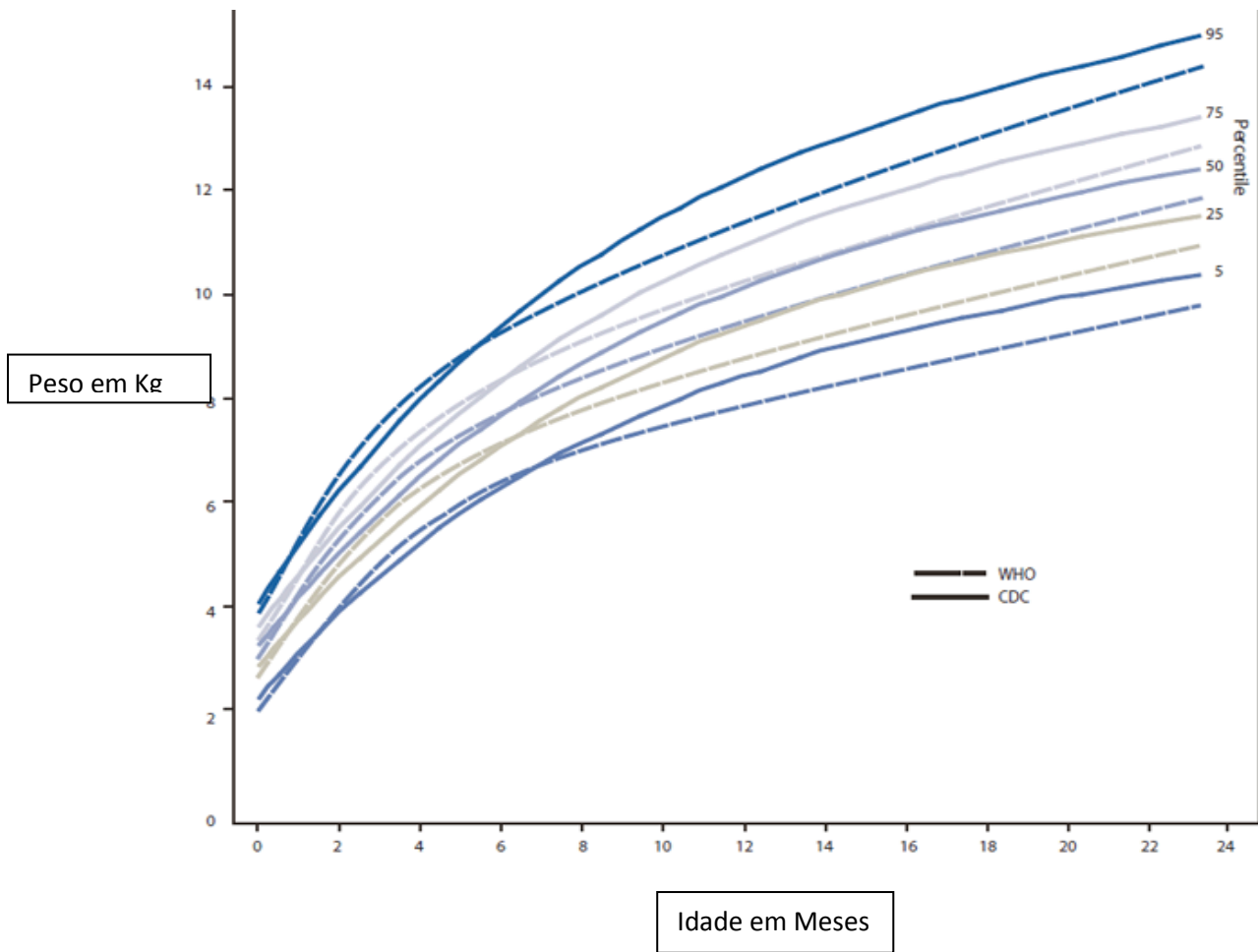


Figura 4.24 Análise comparativa da curva de aumento de peso para crianças sexo masculino, (Adaptado de Grummer-Strawn, Reinold, & Krebs, 2010).

#### 4.4.6 Entrevista Semi-Estruturada com dois investigadores da OpenEHR

A entrevista estruturada a investigadores da OpenEHR teve como objetivo averiguar a evolução e a adesão à linguagem ADL, ao método de modelação por *archetypes* e à eventual existência de dados nutricionais modelados com *archetypes*.

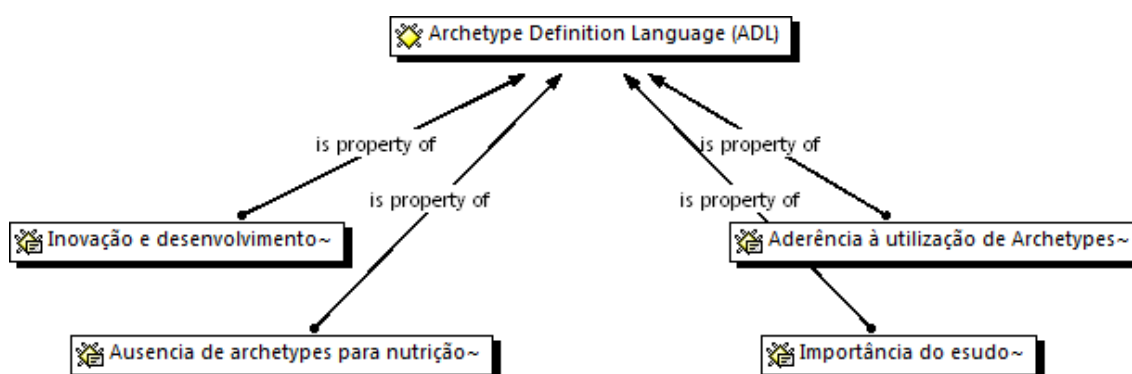


Figura 4.25 Categorias da Entrevista Estruturada com dois investigadores da *OpenEHR*.

As principais conclusões foram as seguintes:

#### **Inovação e Desenvolvimento**

Foi criado um comité de trabalho denominado *Clinical Information Modeling Initiative* (CIMI) com o objetivo de criar uma especificação para a representação de informação de saúde e garantir a interoperabilidade entre os vários sistemas de informação.

O comité CIMI vai disponibilizar as normas num conjunto de formatos e disponibilizará o modelo em ADL<sup>71</sup> segundo a norma ISO 13606.2 e a linguagem UML<sup>72</sup> da OMG<sup>73</sup>.

<sup>71</sup> Achetype Definition Language

<sup>72</sup> Unified Modeling Language

As entidades que subscreveram este comité são:

- B2i Healthcare
- Cambio Healthcare Systems
- Canada Health Infoway
- CDISC
- Electronic Record Services
- EN 13606 Association
- GE Healthcare
- HL7
- IHTSDO
- Intermountain Healthcare
- JP Systems
- Kaiser Permanente
- Mayo Clinic
- MOH Holdings Singapore
- National Institutes of Health (USA)
- NHS Connecting for Health
- Ocean Informatics
- openEHR Foundation
- Results4Care
- SMART
- South Korea Yonsei University
- Tolven
- Veterans Health Administration (USA)

### **Ausência de *archetypes* para nutrição**

Questionado se sabia da existência de *archetypes* para nutrição e para integrar dados nutricionais no registo de EHR, um dos investigadores respondeu:

---

<sup>73</sup> Object Management Group

*There is a very simple nutrition summary archetype in the NEHTA repository [http://dcm.nehta.org.au/ckm/OKM.html#showarchetype\\_1013.1.931\\_1](http://dcm.nehta.org.au/ckm/OKM.html#showarchetype_1013.1.931_1)<sup>74</sup>*

### **Importância do estudo**

Questionado sobre a importância do estudo, concordou com a pertinência e acrescentou:

*There is nothing really appropriate in the openEHR CKM. Part of the problem here is that the requirements for 'nutritional' archetype will almost certainly vary considerably depending on the perspective e.g is it a GP or nutritionist, front-line care vs research [...]*<sup>75</sup>

Contudo, conforme demonstrado nas entrevistas anteriores e *focus groups* existe um conjunto de instrumentos tais como tabelas nutricionais, DRIs, questionários de avaliação de risco entre outros que são aceites pelos médicos e dietistas em Portugal.

### **Adesão à utilização de *archetypes***

Segundo um dos investigadores da *OpenEHR*, existem vários projetos em curso na Europa (Reino Unido, Dinamarca e Suécia) e na Austrália.

O interesse de várias entidades entre as quais se incluem associações de normalização e em particular a HL7 que é líder em protocolos de interoperabilidade mostra a importância dos *archetypes* na modelação de dados para serviços de saúde.

Também o interesse recente tem sido enorme, *we just did an openEHR course in Slovenia with 80 people. Slovakia and Slovenia MOH are now planning on having national CKM. I think Brazil will do the same.*<sup>76</sup>

---

<sup>74</sup> Existe apenas um *archetype* resumo de dados nutricionais no repositório da NEHTA [...]

<sup>75</sup> Não existe nada realmente apropriado no Clinical Knowledge Management (CKM) da OpenEHR. Parte do problema reside no fato de um *archetype* nutricional dependeria dos requisitos de cada instituição.

<sup>76</sup> Acabámos um curso na Slovenia para 80 pessoas. A Slovakia e a Slovenia estão a planear instalar um CKM. Penso que o Brasil irá fazer o mesmo.

## Conclusões das Entrevistas Estruturadas e Focus Groups

- Existem vantagens para a qualidade dos cuidados de saúde em desenvolver um sistema de recomendação nutricional;
- Embora já existam alguns instrumentos para modelar o sistema, a ausência de dados é uma barreira. Acredita-se que o modelo poderá ser evolutivo e que os dados que ele próprio possa gerar contribuam para a sua evolução e aquisição de conhecimento;
- A adoção da modelação por *archetypes* e a ISO 13606 permitirão a normalização e a interoperabilidade dos dados dos serviços de saúde;
- Não existe ainda um *archetype* com detalhe suficiente para os dados clínicos. Embora possam existir diferentes perspetivas sobre os requisitos desse *archetype* a cultura instalada em Portugal já utiliza um conjunto de instrumentos de avaliação e prescrição de dietas.

## Capítulo V – Desenvolvimento do Modelo de Recomendação Nutricional

### 5.1 Introdução ao estudo do modelo

O objetivo do presente estudo é o de propor um sistema de recomendação para dietas hospitalares integrado num modelo de registo eletrónico de dados clínicos.

Da revisão da literatura identificaram-se normas e modelos para registo eletrónico de dados clínicos e para interoperabilidade entre os sistemas.

A norma ISO 13306 e todas as que se encontram relacionadas com esta tais como a ISO 18308 e ISO 21090 estabelecem um conjunto de recomendações e *guidelines* para a implementação de modelos de EUR.

Também da revisão da literatura identificaram-se dois modelos, o HL7 versão 3 e o *OpenEHR* que seguem a norma ISO 13606.

A norma recomenda o uso de ontologia normalizada para a representação do conhecimento e para a definição de “thesaurus” que servem de referência aos dados do EHR.

Identificaram-se várias ontologias para diferentes domínios do conhecimento e diretamente relacionadas com os cuidados de saúde.

Assim o SNOMED é referenciado na literatura como a ontologia de suporte a várias especialidades clínicas e com relação direta a micro-organismos, farmácia, dados demográficos e outros descritos no capítulo II de revisão da literatura.

Na área alimentar a USDA<sup>77</sup> publicou uma base de dados com produtos alimentares, nutrientes, valores nutricionais e retenções. No estudo concluiu-se da revisão de literatura que alguns destes produtos possuem valores nutricionais diferentes de alguns nacionais identificados na Tabela de Composição Alimentar do Instituto Nacional de Saúde, Dr. Ricardo Jorge.

A tabela *Dietary Reference Intune* (DRI) da USDA indica valores nutricionais para indivíduos saudáveis e para diferentes géneros e classes etárias.

Mas serão estes valores aplicáveis a cidadãos doentes?

---

<sup>77</sup>

[http://fnic.nal.usda.gov/nal\\_display/index.php?info\\_center=4&tax\\_level=3&tax\\_subject=256&topic\\_id=1342&level3\\_id=5140](http://fnic.nal.usda.gov/nal_display/index.php?info_center=4&tax_level=3&tax_subject=256&topic_id=1342&level3_id=5140), consultado em 2011-12-21.

Será que uma dieta hospitalar pode ser calculada com base na tabela da USDA e não tomar em conta as características regionais de alguns produtos que no caso por exemplo dos legumes podem inclusive ser de variedades nacionais?

Foram analisados os sistemas de informação existentes nos hospitais.

Conclui-se que não existem modelos normalizados de EHR. Também na grande maioria dos casos as aplicações não comunicam entre si.

A integração de dados que existe é apenas entre a aplicação administrativa e financeira, denominada SONHO e a aplicação de apoio ao médico denominado de SAM. Os dados dos diários clínicos permanecem no SAM de forma não estruturada e em alguns casos são escassos.

As ligações entre o registo eletrónico de dados clínicos da aplicação SAM e as aplicações de laboratório, imagiologia e RX são feitas através de *links* ao nível de ecrãs utilizador e não exista integração de dados.

Também a ligação de aplicação da dietética não existe. A aplicação de dietética desconhece as tabelas de classificação de valores nutricionais de alimentos, assim como a tabela DRI e não regista qualquer dados de valores nutricionais.

Esta aplicação apenas é usada para a requisição de refeições sem qualquer ligação com o EHR.

No entanto, o nutricionista do hospital ajusta diariamente a dieta para cada doente.

Mas será que estes ajustes manuais produzem o controlo preciso e será que a quantidade e o tipo de suplementos alimentares são os mais adequados?

O modelo proposto pretende ainda responder a outra questão. Os dados nutricionais são uma variável dos cuidados de saúde. Assim deveriam ser incluídos nos modelos de EHR.

No entanto nem o HL7 versão 3 nem o OpenEHR fazem referência aos dados nutricionais.

Deveria ser possível criar *archetypes* para dados nutricionais. A estrutura em XLM de *archetypes* permite a modelação de qualquer dado e considerá-lo um componente do modelo. Também na abordagem do HL7, versão 3 é possível utilizando a linguagem CDA descrever dados nutricionais.

Relativamente às ontologias nutricionais, existe o *Langual*.

No entanto é possível incluir mais de uma ontologia num modelo de EHR.

A maior dificuldade no desenvolvimento do presente modelo é a ausência de estudos precisos sobre necessidades nutricionais por patologias.

Os dados introduzidos nas alterações das dietas hospitalares são provenientes do conhecimento individual do dietista.

No entanto existem regras qualitativas que são conhecidas na profissão. Esta questão suscita a proposta de um *expert system* para aquisições de conhecimento. O presente estudo também tem como trabalho futuro o desenvolvimento de um *expert system*.

O sistema de recomendação de dietas alimentares permitirá identificar riscos nutricionais a partir dos diagnósticos, bem como procedimentos e diários clínicos e ainda propor dietas alimentares considerando o tipo de nutrição e o valor nutricional mais adequado a cada doente.

Em simultâneo os dados nutricionais podem ser integrados num registo EHR segundo as normas existentes. A informação agregada sobre o doente terá assim mais uma componente que são os dados nutricionais.

O modelo proposto também segue as normas existentes na dimensão da identificação normalizada dos alimentos e seus componentes.

Para análise de risco nutricional utilizaram-se 47348 diários clínicos correspondentes ao ano de 2010 e provenientes de um Centro Hospitalar aonde foi desenvolvido o estudo de caso.

A fonte de dados nutricionais nacionais utilizada foi a Tabela de Composição de Alimentos (TCA) produzida pelo Instituto Nacional de Saúde, Dr. Ricardo Jorge. Esta tabela contém informação sobre 42 componentes identificados em 992 alimentos crus, cozinhados e processados.

As tabelas de *Dietary Reference Intakes* (DRI) foram retiradas da literatura e utilizadas no treino da rede neuronal.

As dietas prescritas foram retiradas do manual de dietas de um Centro Hospitalar e correspondem às boas práticas dos serviços clínicos.

## 5.2 Taxonomias *Eurofir* e *Portfir* para a normalização da composição e identificação dos valores nutricionais dos alimentos.

O projeto *Eurofir* Pretende criar uma rede europeia de referência normalizada de alimentos e componentes. Esta taxonomia baseia-se num thesaurus normalizado que utiliza uma linguagem denominada *Langual*.

### 5.2 Taxonomia *Eurofir*

O thesaurus sobre produtos alimentares foi originariamente desenvolvido por *Erik Nørby, Polytec*, e Anders Møller (Møller & Ireland, 2010) na Dinamarca.

Esta taxonomia é composta por sete tabelas com a seguinte informação:

- Grupos de produtos
- Subgrupos
- Nutrientes
- Referências

O modelo de dados encontra-se na gravura seguinte.

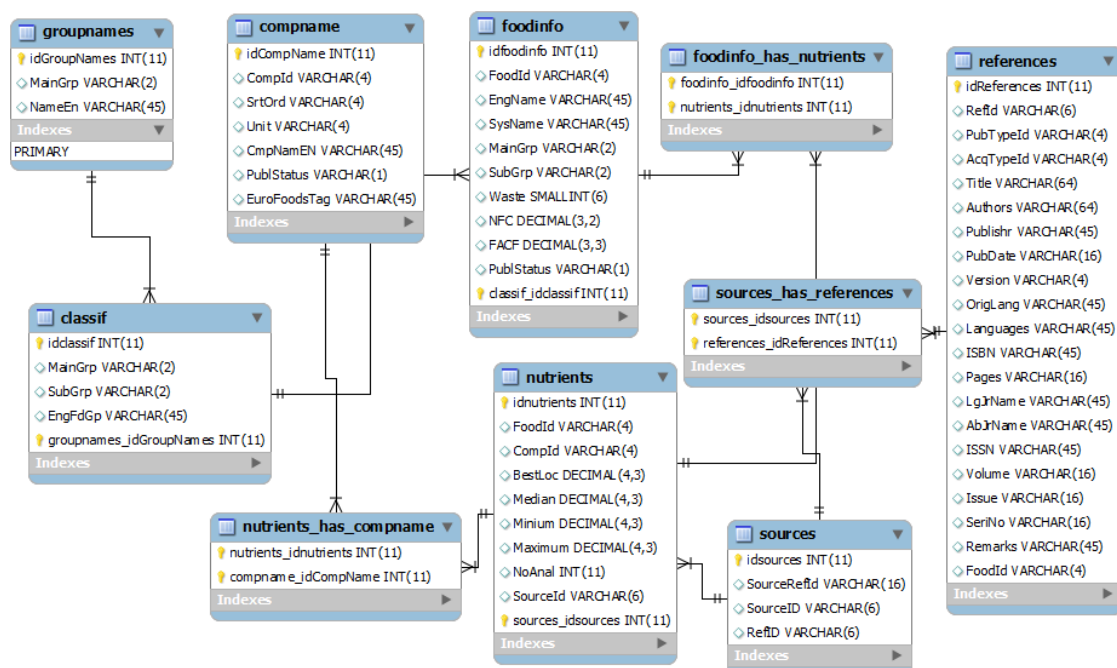


Figura 5.1 – Modelo de dados da Base de Dados da Dinamarca (Fonte: Estudo do autor)

Com o modelo de dados, foi criada e carregada uma base de dados com os conteúdos do modelo Dinamarquês.

Apresenta-se de seguida alguns exemplos das principais tabelas.

Tabela 5.1 – Exemplo da tabela de *Groupnames*

idGroupNames	MainGrp	NameEn
1	01	Milk and milk products
2	02	Cheese and cheese products
3	03	Ice cream, fruit ice and other edible ices
4	04	Cereals and cereal products
5	05	Vegetables and vegetable products
6	06	Fruit and fruit products
7	07	Meat and meat products
8	08	Fish and fish products
9	09	Poultry and poultry products
10	10	Egg and egg products
11	11	Fats, oils and their products
12	12	Sugar, honey and products thereof
13	13	Beverages
14	14	Spices and other ingredients

A tabela *Groupnames* contém os nomes dos principais produtos.

Tabela 5.2 – Exemplo da tabela *Classif*

idclassif	MainGrp	SubGrp	EngFdGp
1	01	00	Other milk products
2	01	10	Unfermented milk products
3	01	20	Fermented milk products
4	01	30	Whole milk
5	01	80	Whey
6	01	90	UHT milk, canned milk products
7	02	00	Other cheeses
8	02	10	Hard, unripened cheese
9	02	20	Soft, unripened cheese
10	02	30	Hard, ripened cheese
11	02	40	Soft, ripened cheese
12	02	50	Semisoft, ripened cheese
13	02	60	Whey cheese
14	02	70	Processed cheese

A tabela de Classificações de produtos apresenta as designações científicas.

Tabela 5.3 – Exemplo da tabela *Foodinfo*

idfoodinfo	FoodId	EngName	SysName	MainGrp	SubGrp	Waste	NFC	FACF	PublStatus
2049	0001	Apricot, dried	Prunus ameniaca L.	06	20	0	6.25	0.800	1
2050	0002	Cucumber, raw	Cucumis sativus L.	05	30	5	6.25	0.800	1
2051	0003	Pineapple, raw	Ananas comosus (L.) Merr.	06	40	47	6.25	0.800	1
2052	0004	Pineapple, canned	Ananas comosus (L.) Merr.	06	90	0	6.25	0.800	1
2053	0005	Orange, raw	Citrus sinensis (L.) Pers.	06	40	29	6.25	0.800	1
2054	0006	Duck, flesh and skin, raw	Anas platyrhynchos	09	20	28	6.25	0.940	1
2055	0007	Duck, flesh only, raw	Anas platyrhynchos	09	20	66	6.25	0.775	1
2056	0008	Asparagus, all types, raw	Asparagus officinalis L.	05	20	47	6.25	0.800	1
2057	0009	Asparagus, canned	Asparagus officinalis L.	05	90	0	6.25	0.800	1
2058	0010	Aubergine (eggplant), raw	Solanum melongena L.	05	30	25	6.25	0.800	1
2059	0011	Avocado, raw	Persea americana Miller	06	20	29	6.25	0.956	1
2060	0012	Pork, belly, whole cut, cured, raw	Sus scrofa L.	07	70	0	6.25	0.910	1

Tabela 5.4 – Exemplo da tabela *Nutrients*

idnutrients	FoodId	Compld	BestLoc	Median	Minium	Maximum	NoAnal	Sourceld
524281	0001	0000	9.999	0.000	0.000	0.000	0	00050
524282	0001	0001	2.900	0.000	2.600	3.500	4	05165
524283	0001	0002	0.500	0.000	0.400	0.600	4	00050
524284	0001	0003	1.700	0.000	1.500	1.900	2	05165
524285	0001	0004	0.100	9.999	0.000	0.000	0	00050
524286	0001	0005	0.600	9.999	0.000	0.000	0	00050
524287	0001	0006	0.600	9.999	0.000	0.000	0	00050
524288	0001	0008	9.999	0.000	9.999	9.999	4	05165
524289	0001	0009	0.000	0.000	0.000	0.000	0	00000
524290	0001	0010	9.300	0.000	7.100	9.999	4	05165
524291	0001	0011	0.000	0.000	0.000	0.000	0	00000
524292	0001	0012	2.800	0.000	1.700	3.500	4	05165
524293	0001	0013	9.999	0.000	9.999	9.999	4	05165
524294	0001	0014	9.999	0.000	0.000	0.000	0	00050

O termo *Langual* foi criado a partir de dos termos *Langua aLimentaria* e significa a linguagem dos alimentos. Este *thesaurus* começou a ser desenvolvido nos EUA em 1970 pela *Center for Food Safety and Applied Nutrition* (CFSAN), (Møller & Ireland, 2010).

O *Langual* é mais do que uma taxonomia. Na verdade é uma ontologia na qual se baseiam o *Eurofir* e o *Porfir*. Esta ontologia descreve os termos controlados, as taxonomias, as equivalências entre termos e os termos que se encontram próximos por semelhança.

Também indica referências e termos que deverão ser evitados.

O *Langual* é uma ontologia de produtos alimentares que relaciona não só as taxonomias como também os processos de preparação e ainda o tipo de dietas.

A estrutura hierárquica da ontologia, primeiro nível encontra-se na da figura 5.6. Uma descrição completa de todos os níveis está disponível *online*<sup>78</sup>.

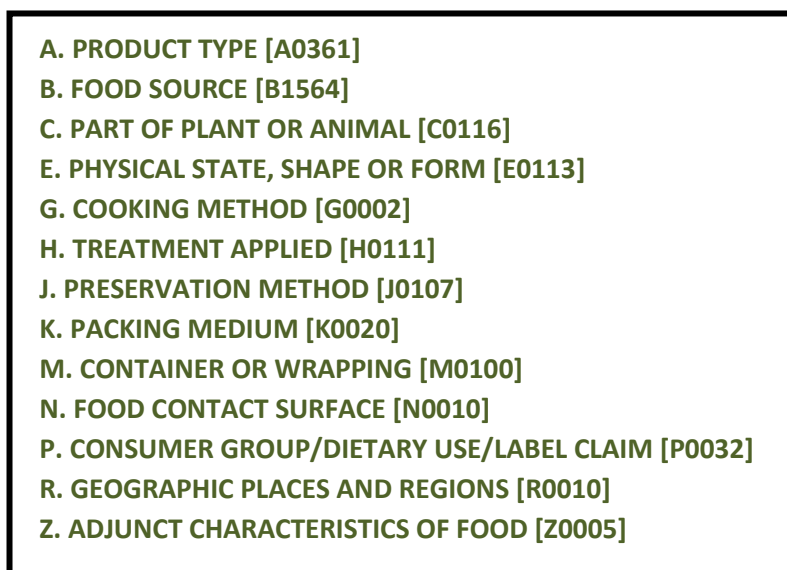


Figura 5.2 – Ontologia LanguaL (Fonte: Møller & Ireland (2010))

O LanguaL tem o conceito de uma ontologia em que existem hierarquias de classes de objetos e hierarquias de relações com instâncias em cada caso.

No âmbito das classes de objetos, os tipos de alimentos e nutrientes encontram-se hierarquizados e classificados com a relação de BT (*Broader Term*<sup>79</sup>). Deste modo se um termo for seguido de um código BTXXX significa que o primeiro pertence ao conceito XXX.

Uma outra relação é a de proximidade, NT (*Narrower Term*<sup>80</sup>). Significa que o código do termo seguinte está próximo do anterior. Como exemplo o processo de congelação de alimentos estará próximo do termo vegetais. Ou existem termos que serão quase sinónimos.

A relação USE (*Use*<sup>81</sup>), significa o termo anterior é sinónimo do que se encontra após o identificador.

A relação UF (*Use For*<sup>82</sup>), é a relação inversa da anterior.

<sup>78</sup> Disponível em <http://www.langual.org/download/LanguaL2010/LanguaL2010TREE.TXT>, consultado em 2011-12-11.

<sup>79</sup> Termo mais amplo ou conceito.

<sup>80</sup> Proximidade

<sup>81</sup> Utilize

<sup>82</sup> Utilize para

A relação SN (*Scope Note*<sup>83</sup>) especifica o domínio de utilização de um símbolo.

Para a descrição das relações de inferência sobre a ontologia são utilizados alguns identificadores:

- FTC (*Facet term codes*), representa o código principal do termo.
- BT (*Broader term*), representa a classe superior ou conceito.
- NT (*Narrower term*), representa um termo próximo.
- RT (*Related terms*), representa termos relacionados ou sinónimos.
- UF (*Uses non-preferred terms*), representa termos que não deverão ser usados como sinónimos.
- SN (*Scope note*), domínio.
- AI (*Additional information*), informação adicional.

As designações dos termos encontram-se traduzidas em várias línguas mas o identificador é sempre o mesmo. Tal facto permite utilizar o *thesaurus* em diferentes línguas e seleccionar apenas a designação da língua correspondente.

As línguas nas quais o LanguaL se encontra traduzido para além do inglês, são as seguintes<sup>84</sup>:

- Alemão
- Checo
- Dinamarquês
- Espanhol
- Francês
- Húngaro
- Italiano
- Português

### 5.2.2. Taxonomia *Portfir*

A tabela de composição de alimentos do INSA foi conseguida através da compilação de dados provenientes de várias fontes nomeadamente dos Laboratórios do Departamento

---

<sup>83</sup> Domínio

<sup>84</sup> Disponível em <http://www.languaL.org/>, consultado em 2011-12-29.

de Alimentação e Nutrição deste Instituto, do Instituto de Investigação das Pescas e do Mar, publicações científicas e outras fontes várias.

Foram colhidas amostras de alimentos em várias fontes seguindo as boas práticas dos processos de amostragem.

Todos os alimentos são referidos a 100g de alimento edível. No caso das bebidas alcoólicas os nutrientes são referidos a 100 ml.

A tabela de composição de alimentos divide os alimentos em 14 grupos dos quais fazem parte as seguintes classes:

1. Leites e Produtos Lácteos
2. Carne, Criação e Caça
3. Pescado (Peixe, Moluscos e Crustáceos) e Derivados
4. Ovos
5. Leguminosas Frescas e Secas e Derivados
6. Cereais e Derivados
7. Batatas, Produtos Hortícolas e Derivados (exceto leguminosas)
8. Frutos e Derivados
9. Azeite, Óleos e Gorduras
10. Açúcar, Produtos açucarados e Mel
11. Cacau e Derivados
12. Sobremesas
13. Bebidas
14. Sopas, Molhos e Diversos

A tabela compreende para cada alimento as percentagens edíveis, os respetivos nutrientes e o cálculo dos valores nutricionais.

A tabela permite ainda conhecer os rendimentos dos alimentos quando cozinhados individualmente e quando associados a alguns pratos. Para o efeito de cálculo dos rendimentos em menus foram analisadas algumas dietas alimentares mais frequentes.

A tabela de composição de alimentos é pois um instrumento essencial para o cálculo dos valores nutricionais de cada alimento e os rendimentos associados aos pratos da cozinha tradicional portuguesa.

Quando pretendemos utilizar alimentos de origens estrangeiras, o LanguaL permite-nos a identificação normalizada dos alimentos e a ligação a outras bases de dados com valores nutricionais de alimentos de outras origens como o caso da base de dados Dinamarquesa ou da Suíça.

A Tabela de composição de alimentos é uma taxonomia do Portfir com relações de classes de alimentos e instâncias cujas propriedades são os valores nutricionais.

Esta taxonomia já possui algumas das características de uma ontologia através da avaliação dos alimentos processados e fatores de retenção. Estas avaliações estabelecem relações entre as classes de alimentos e caracterizam as propriedades dessas relações.

Para possuir todas as características de uma ontologia a tabela de classificação de alimentos necessita ainda incluir:

- Identificação das classes e relações com *regras de coerência (constraints)*.
- Relações com outras ontologias clínicas.

### 5.2.3 Modelação das taxonomias Eurofir com conceitos de ontologias

A taxonomia Eurofir foi modelada com uma ferramenta de modelação de ontologias denominada *protégé* desenvolvido pela Universidade de Stanford<sup>85</sup>. A figura 5.3 apresenta os dois primeiros níveis da ontologia.

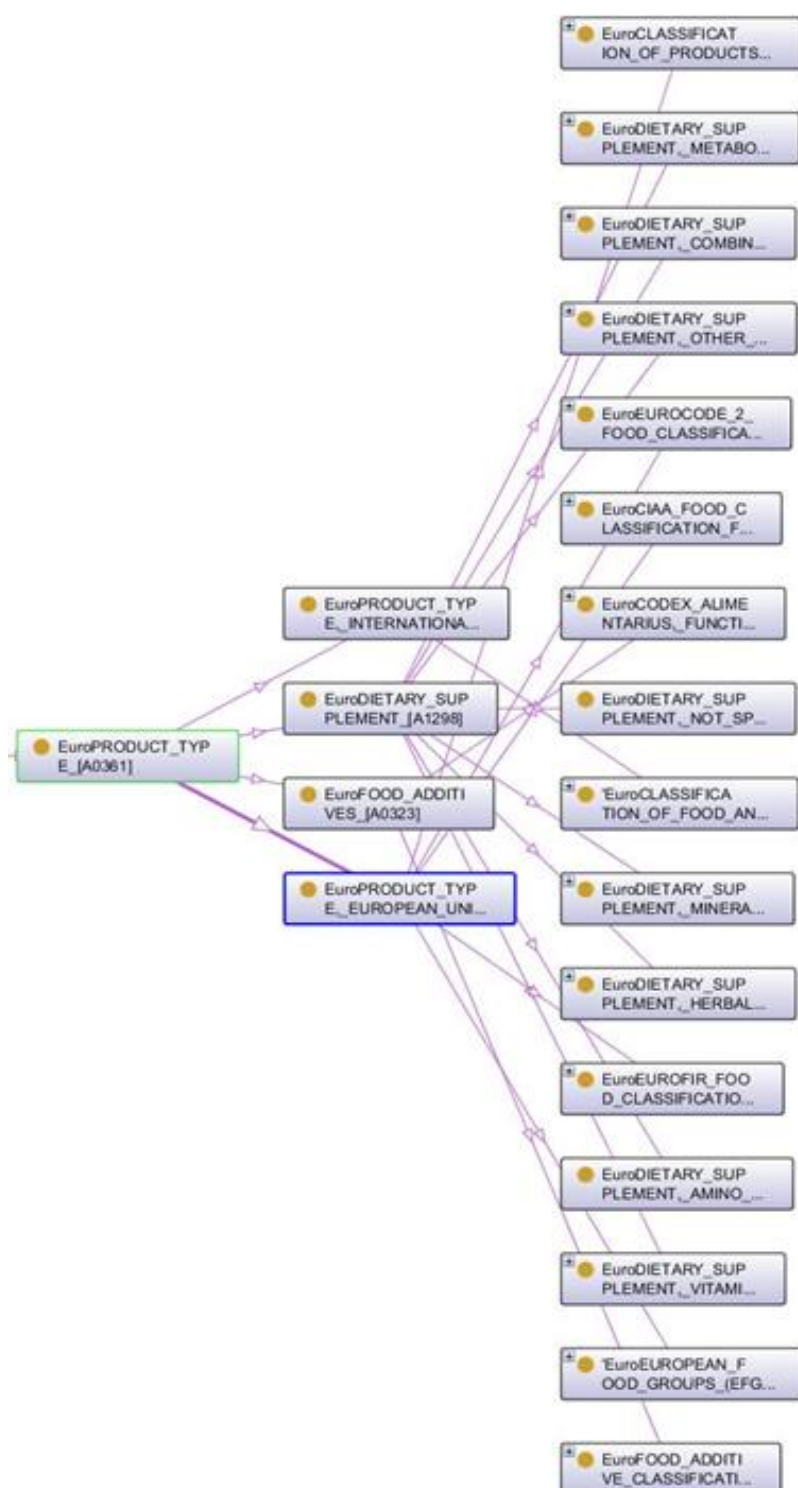


Figura 5.3 - Ontologia do Eurofir Modelada com o *Protégé*, níveis 1,2 e 3. (Fonte: Modelo do autor)

<sup>85</sup> <http://protege.stanford.edu/>, consultado em 2011-12-27.

### 5.3. Análise das dietas hospitalares praticadas nos hospitais

As dietas praticadas nos hospitais referem apenas os principais tipos referidos no capítulo IV e que constam da tabela 5.1

Tabela 5.5 – Dietas do Centro Hospitalar

Dietas – Adultos	Dietas – Adultos Sem sacarose
Dieta Geral	Dieta Ligeira Diabética
Dieta Obstipante ou Pobre em Resíduos	Dieta Hipoproteica Diabética com 40g Proteínas
Dieta Hipoproteica com 40g Proteínas	Dieta Mole Diabética
Dieta sem Glúten	Dieta Pastosa Diabética
Dieta Mole	Dieta Líquida Completa Diabética
Dieta Pastosa	Dieta por Sonda Diabética
Dieta Líquida Completa	
Dieta Líquida Ligeira	
Dieta por Sonda	

Verifica-se a ausência de informação quantitativa e a descrição dos nutrientes que a compõem.

Da análise do *Focus Groups* com os médicos e dietistas estes tipos de dieta foram os indicados como os mais prescritos.

Não se encontram incluídos os suplementos alimentares que são prescritos sempre que os alimentos não apresentam os valores nutricionais necessários.

## 5.4 Modelo de Inferência de Valores Nutricionais

### 5.4.1 Descrição e treino do modelo de inferência com valores da literatura

Os valores nutricionais para indivíduos saudáveis são expressos na tabela de DRI conforme Anexo IV.

No caso de existirem diagnósticos estes valores podem ser alterados pelo dietista em função do conhecimento sobre as necessidades nutricionais do doente.

Com base nos diagnósticos de um mês de episódios clínicos do Centro Hospitalar e com os grupos etários e a ontologia construída com a tabela de DRIs, construiu-se uma base de dados para treino de uma rede neuronal.

O conjunto de dados de treino foi selecionado e extraído da base de dados de casos através de uma função de Bernoulli.

O modelo adquiriu aprendizagem sobre o conjunto de dados de treino e de seguida foi avaliado com o conjunto de dados inicialmente selecionado para avaliação.

Alguns casos são iguais pois tratam-se de doente pertencentes ao mesmo grupo de idade e sexo e no caso das senhoras poderão estar grávidas ou a amamentar. Nestes casos o *software* exclui os casos repetidos do treino e da validação por não acrescentarem informação.

Num cenário de implementação o dietista poderá efetuar correções à proposta do modelo. Estas correções são usadas para melhorar o treino da rede neuronal.

O modelo de rede neuronal pode vir a ser incluído numa aplicação que através de uma *Application Program Interface* (API), melhora permanentemente o seu treino e pode vir a aproximar-se das alterações introduzidas pelo dietista considerando a sua experiência sobre determinadas patologias e as alterações alimentares que deverão ser introduzidas para melhorar a adesão do doente ao tratamento.

Também novas variáveis poderão vir a ser incluídas. A título de exemplo pode-se referir a energia em kcalorias. A energia necessária para um doente é calculada multiplicando o seu peso por um coeficiente. É evidente que este método de cálculo não é exato.

Esta situação poderá ser alterada se o peso do doente for uma variável normalizada e se fizer parte do EHR.

Também alguns atos médicos poderão ter relevância para a alimentação. Se os atos médicos forem registados no modelo de EHR com variáveis e taxonomias normalizadas, poderão vir a ser incluídos no modelo.

Tabela 5.6 – Exemplo de dados de necessidades nutricionais retirados da ontologia DRI

Grupo	COD_DIAG	DES_DIAG	Caldo	CHO	Proteínas	Vit. A	Vit. C	Vit. D	Vit. E	Tiamina	Riboflavin	Niacina	Vit. B6	Vit. B9	Vit. B12	Cobre	Iodo	Ferro	Magnésio	Molibdênio	Fosforo	Selenio	Zinco	
B1	14	TUMORES (NEOPLASMAS)	500	100	0,87	210	13	10	5	0,4	0,4	0,4	5	0,4	120	0,7	260	65	3	65	13	380	17	2,5
B2	24	DOENÇAS G. ENDOCRINAS NUTRICIONAS E METABOLICAS	800	100	0,76	275	22	10	6	0,5	0,5	0,5	6	0,5	160	1	340	65	4,1	110	17	405	23	4
B3	30	GASTROENTERITE POR SALMONELLA	1100	100	0,76	445	39	10	9	0,7	0,8	0,8	9	0,8	250	1,5	540	73	5,9	200	26	1055	35	7
B4	35	ERISPELAS	1100	100	0,73	630	63	10	12	1	1,1	1,1	12	1,1	330	2	685	95	7,7	340	33	1055	45	8,5
B5	39	DOENÇAS DO APARELHO CIRCULATORIO	800	100	0,66	625	75	10	12	1	1,1	1,1	12	1,1	320	2	700	95	6	330	34	580	45	9,4
B6	42	DOENÇA PELO VIRUS DA IMUNODEFICIENCIA HUMANA	800	100	0,66	625	75	10	12	1	1,1	1,1	12	1,1	320	2	700	95	6	350	34	580	45	9,4
C1	52	DOENÇAS DO APARELHO DIGESTIVO	800	100	0,66	625	75	10	12	1	1,1	1,1	12	1,4	320	2	700	95	6	350	34	580	45	9,4
C2	68	DOENÇAS DE PELE E TECIDOS SUBCUTANEOS	1000	100	0,66	625	75	10	12	1	1,1	1,1	12	1,4	320	2	700	95	6	350	34	580	45	9,4
C3	71	DOENÇAS DO SISTEMA OSTEONART. E TECIDOS CONJUNT.	1100	100	0,76	420	39	10	9	0,7	0,8	0,8	9	0,8	250	1,5	540	73	5,7	200	26	1055	35	7
C4	78	SINTOMAS EST. MORB. MAL DEFINIDOS	1100	100	0,71	485	56	10	12	0,9	0,9	11	1	330	2	685	95	7,9	300	33	1055	45	7,3	
C5	80	LESOES TRAJMATICAS	800	100	0,66	500	60	10	12	0,9	0,9	11	1,1	320	2	700	95	8,1	255	34	580	45	6,8	
C6	91	COLITE ENTERITE E GASTROENTERITE DE ORIGEM INFECCIOSA PRESUMIVEL	800	100	0,66	500	60	10	12	0,9	0,9	11	1,1	320	2	700	95	8,1	265	34	580	45	6,8	
D1	93	DIARREIA DE ORIGEM INFECCIOSA PRESUMIVEL	1000	100	0,66	500	60	10	12	0,9	0,9	11	1,3	320	2	700	95	5	265	34	580	45	6,8	
D2	114	FIBROSE TUBERCULOSA DO PULMAO	1000	100	0,66	500	60	10	12	0,9	0,9	11	1,3	320	2	700	95	5	265	34	580	45	6,8	
D3	146	NEOPLASIA MALIGNA DA OROFARINGE	1000	135	0,88	530	66	10	12	1,2	1,2	1,2	14	1,6	520	2,2	785	160	23	335	40	1055	49	10,5
E1	151	NEOPLASIA MALIGNA DO ESTOMAGO	800	135	0,88	550	70	10	12	1,2	1,2	1,2	14	1,6	520	2,2	800	160	22	290	40	580	49	9,5
E2	174	NEOPLASIA MALIGNA DA MAMA FEMININA	800	135	0,88	550	70	10	12	1,2	1,2	1,2	14	1,6	520	2,2	800	160	22	300	40	580	49	9,5
E3	185	NEOPLASIA MALIGNA DA PROSTATA	1000	160	1,05	885	96	10	16	1,2	1,2	1,3	13	1,7	450	2,4	985	209	7	300	35	1055	59	10,9
B1	186	NEOPLASIA MALIGNA DO TESTICULO	800	160	1,05	900	100	10	16	1,2	1,2	1,3	13	1,7	450	2,4	1000	209	6,5	255	36	580	59	10,4
B2	187	NEOPLASIA MALIGNA DO PENIS E OUTROS ORGaos GENITAIS MASCULINOS	800	160	1,05	900	100	10	16	1,2	1,2	1,3	13	1,7	450	2,4	1000	209	6,5	265	36	580	59	10,4

Tabela 5.7 – Grupos de Doentes

<b>Grupo</b>	<b>Designação</b>
<b>A1</b>	Crianças de 1 a 3 anos
<b>A2</b>	Crianças de 4 a 8 anos
<b>B1</b>	Homens 9 a 13 anos
<b>B2</b>	Homens 14 a 18 anos
<b>B3</b>	Homens 19 a 30 anos
<b>B4</b>	Homens 31 a 50 anos
<b>B5</b>	Homens 51 a 70 anos
<b>B6</b>	Homens > 70 anos
<b>C1</b>	Mulheres 9 a 13 anos
<b>C2</b>	Mulheres 14 a 18 anos
<b>C3</b>	Mulheres 19 a 30 anos
<b>C4</b>	Mulheres 31 a 50 anos
<b>C5</b>	Mulheres 51 a 70 anos
<b>C6</b>	Mulheres > 70 anos
<b>D1</b>	Gravidas de 14 a 18 anos
<b>D2</b>	Gravidas de 19 a 30 anos
<b>D3</b>	Gravidas de 31 a 50 anos
<b>E1</b>	Amamentar de 14 a 18 anos
<b>E2</b>	Amamentar de 19 a 30 anos
<b>E3</b>	Amamentar de 31 a 50 anos

Do número de casos selecionados para treino e validação foram excluídos 266. Os oito casos de *holdup* não foram usados para uma situação ou outra. A tabela 5.3 apresenta as percentagens.

Tabela 5.8 – Frequências dos casos usados para treino e validação da rede neuronal.

**Case Processing Summary**

		N	Percent
Sample	Training	599	98,7%
	Holdout	8	1,3%
Valid		607	100,0%
Excluded		266	
Total		873	

A rede neuronal foi construída com duas variáveis de entrada, o Grupo etário e género do doente e o código do diagnóstico.

As variáveis dependentes e de saída da rede são os nutrientes. A vitamina D foi excluída da rede visto o seu valor na tabela DRIs ser sempre constante.

A rede foi construída com uma rede intermédia, (*hidden layer*), uma rede de *input* e outra de *output*. No total existem 29 elementos na rede, sendo 2 de entrada, (variáveis independentes) e 20 de saída nas variáveis dependentes e 7 na rede intermédia.

Tabela 5.9 – Constituição da rede neuronal

**Network Information**

		1	grupo
Input Layer	Factors	2	COD_DIAG
	Number of Units <sup>a</sup>		602
	Number of Hidden Layers		1
Hidden Layer(s)	Number of Units in Hidden Layer 1 <sup>a</sup>		7
	Activation Function		Hyperbolic tangent
		1	Calcio
		2	CHO
		3	Proteinas
		4	Vit. A
		5	Vit. C
		6	Vit. E
		7	Tiamina
		8	Riboflavin
		9	Niacina
		10	Vit. B6
	Dependent Variables	11	Vit. B9
		12	Vit. B12
Output Layer		13	Cobre
		14	Iodo
		15	Ferro
		16	Magnesio
		17	Molibdenio
		18	Fosforo
		19	Selenio
		20	Zinco
	Number of Units		20
	Rescaling Method for Scale Dependents		Standardized
	Activation Function		Identity
	Error Function		Sum of Squares

a. Excluding the bias unit

No caso da rede calcular valores de variáveis que ultrapassem a média dos existentes para a mesma variável, foi escolhido o método de normalização *standard*.

Existem disponíveis três métodos de normalização:

- *Standard*
- Normalizado
- Ajustado normalizado

O *standard* subtrai à variável o valor da média e divide pelo desvio padrão

$$x = \frac{(\text{variável} - \text{média})}{\text{desvio padrão}}$$

O *normalizado*, subtrai o mínimo e divide pela variação,  $x = \frac{(\text{variável} - \text{mínimo})}{(\text{máximo} - \text{mínimo})}$ .

O **ajustado normalizado**, segue a expressão,  $x = \frac{2 * (\text{variável} - \text{mínimo})}{(\text{máximo} - \text{mínimo})} - 1$ . Os valores desta normalização ficam entre -1 e 1.

A **função de transferência** utilizada nos elementos foi uma hiperbólica tangente,

$$\gamma(c) = \tanh(c) = (e^c - e^{-c}) / (e^c + e^{-c}).$$

Os pesos de cada elemento da rede foram ajustados sempre que um caso foi processado o que permitiu um ajuste gradual da rede.

Em todos os casos com exceção da variável Ferro se notou um erro relativo inferior a 1 na fase de treino da rede.

Durante a fase de validação com casos que não foram usados para treino, apenas a variável Molibdenio apresentou um erro relativo de 17,22. Este é calculado pela divisão dos erros elevados ao quadrado de todas as inferências desta variável dividida pelo seu valor médio. Todas as restantes tiveram erros inferiores.

A rede apresenta ainda uma particularidade interessante que é o seu desempenho. Em apenas 20,61 segundos conseguir reiniciar com 599 casos. Tal fato significa que é perfeitamente exequível aplicar o modelo num hospital e estar em permanente treino e aquisição de conhecimento.

Tabela 5.10 – Constituição da rede neuronal

#### Model Summary

	Sum of Squares Error	5436,945		
	Average Overall Relative Error	,909		
	Calcio	,999		
	CHO	,949		
	Proteinas	,976		
	Vit. A	,886		
	Vit. C	,872		
	Vit. E	,878		
	Tiamina	,868		
	Riboflavin	,869		
	Niacina	,893		
Training	Relative Error for Scale Dependents	Vit. B6	,881	
		Vit. B9	,928	
		Vit. B12	,856	
		Cobre	,866	
		Iodo	,914	
		Ferro	1,000	
		Magnesio	,887	
		Molibdenio	,902	
		Fosforo	,998	
		Selenio	,862	
		Zinco	,898	
			Stopping Rule Used	1 consecutive step(s) with no decrease in error <sup>a</sup>
			Training Time	0:00:20,61
			Average Overall Relative Error	1,340
		Holdout	Relative Error for Scale Dependents	Calcio
CHO	1,290			
Proteinas	1,451			
Vit. A	,988			
Vit. C	1,567			
Vit. E	1,979			
Tiamina	1,116			
Riboflavin	1,023			
	Niacina	1,098		
	Vit. B6	1,231		

Holdout	Relative Error for Scale Dependents	
	Vit. B9	1,351
	Vit. B12	2,657
	Cobre	1,287
	Iodo	1,137
	Ferro	2,383
	Magnesio	1,275
	Molibdenio	17,220
	Fosforo	1,647
	Selenio	1,588
	Zinco	,885

a. Error Computations are based on the training sample.

### 5.4.2 Comparação entre os valores da literatura e os inferidos pelo modelo

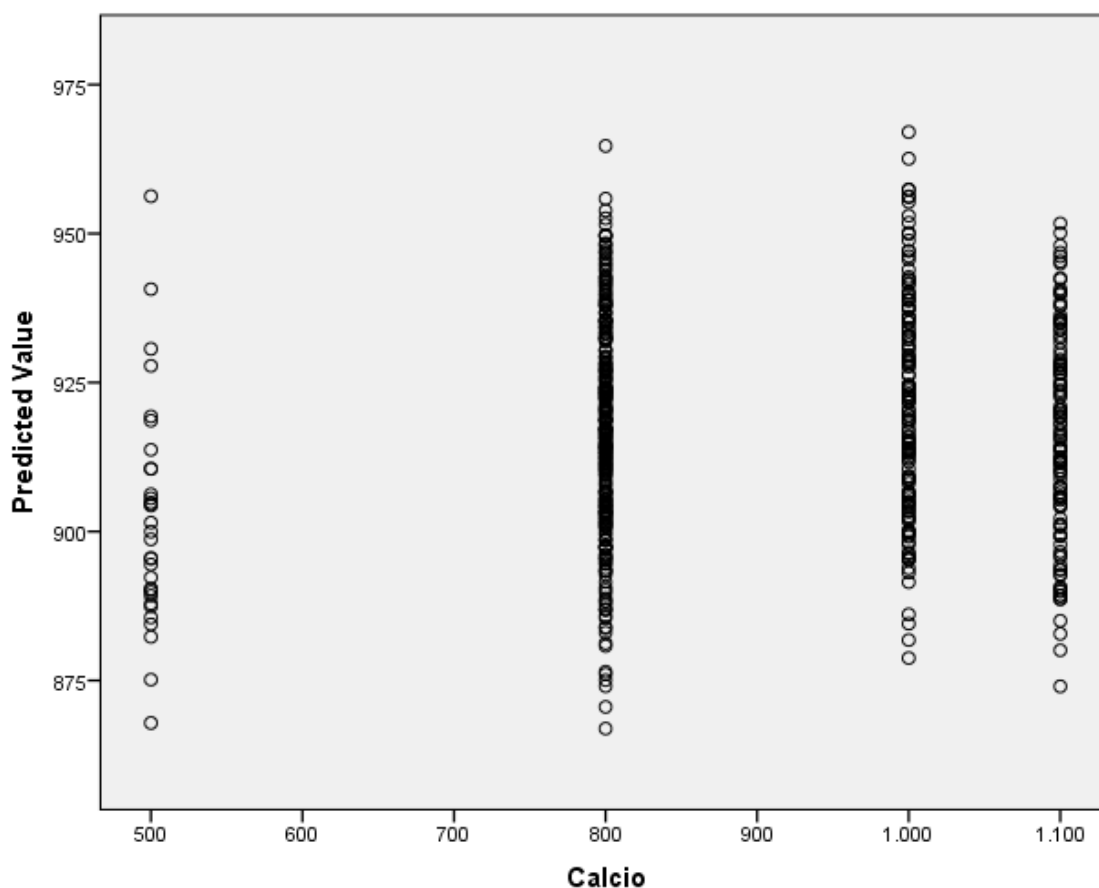
Os valores observados para o cálcio são os da Figura 5.4. Pode-se observar que o erro de inferência aumenta para crianças abaixo dos 8 anos.

No entanto apresenta um erro relativo global de 1,1151.

Os restantes nutrientes foram validades e os respetivos gráficos de desvios encontram-se no anexo VI.

Também é interessante validar que a rede mantém os valores nutricionais acima dos valores sugeridos pela literatura.

O modelo apresentado enferma do handicap de não ter treinado com dados reais, mas apenas com valores teóricos.



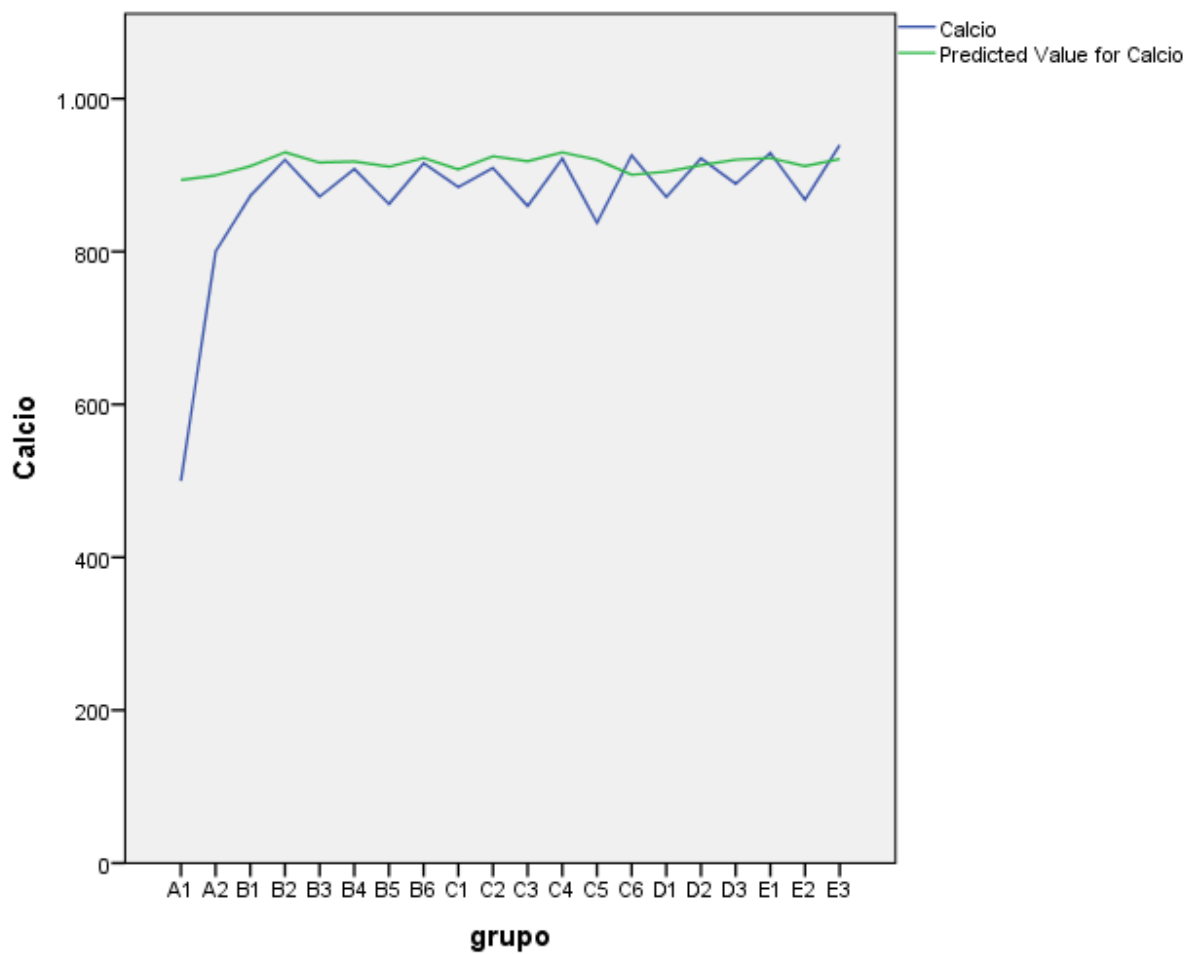


Figura 5.4 – Valores inferidos para o cálcio.

### 5.4.3 Treino do modelo de inferência com valores práticos

Devido ao fato de não existirem dados de prescrições reais para treino da rede, pediu-se a especialistas que com base num conjunto de casos de internamento indicassem os valores nutricionais que prescreveriam e quais as variáveis que considerariam e que não existem na tabelas de DRIs.

Estes incluíram mais algumas variáveis independentes tais como idade exata, peso, altura, antecedentes, fator de stress e fator de atividade e variáveis dependentes, valor energético, água, peso altura e alguns macronutrientes.

Retiraram-se as variáveis dependentes que habitualmente não são usadas no cálculo de valor nutricional.

O erro relativo da rede é o da Tabela 5.11.

Tabela 5.11 – Constituição da rede neuronal com valores prescritos

Model Summary			
	Sum of Squares Error		2958,131
	Average Overall Relative Error		,676
		energia_kcal	,579
		protein_dri_percent	,480
		fat_dri_percent	,686
		carbohydrate_dri_percent	,947
		energia_kj	,172
		agua	,643
		protein	,441
		fat_total	,640
		carbohydra_total	,684
		hidcarb_mono	,682
		carbohydra_mono_diss	,720
		acidos_organicos	,822
		amido	,903
		oligossac	,879
		fiber	,833
Training	Relative Error for Scale	fat_sat	,573
	Dependents	fat_mono	,846
		fat_polyinsat	,707
		acidgordos_trans	,625
		ac_linoleico	,695
		fat_linoleic_ac_percent	,761
		colesterol	,635
		vit_a_retinol	,825
		vita_total_retinol	,811
		caroteno	,950
		vit_d	,831
		tocoferol	,749
		tiamin	,897
		riboflavin	,440
		niacina_eq	,606
		niacina	,890

		triptofano	,415
		vit_b6	,733
		vit_b12	,784
		vit_c	,844
		folate	,813
		cinza	,437
		sodium	,543
		potassium	,644
		calcium	,319
		phosphorus	,381
		magnesium	,654
		iron	,676
		zinc	,536
	Stopping Rule Used		1 consecutive step(s) with no decrease in error <sup>a</sup>
	Training Time		0:00:00,25
	Average Overall Relative Error		,826
		energia_kcal	,578
		protein_dri_percent	,658
		fat_dri_percent	,721
		carbohydrate_dri_percent	,925
		energia_kj	,144
		agua	,809
		protein	,557
		fat_total	,803
		carbohydra_total	,584
		hidcarb_mono	,588
		carbohydra_mono_diss	,611
		acidos_organicos	1,013
		amido	,906
		oligossac	,918
		fiber	1,024
		fat_sat	,678
		fat_mono	,979
		fat_polyinsat	1,063
Holdout	Relative Error for Scale Dependents	acidgordos_trans	,684
		ac_linoleico	1,043
		fat_linoleic_ac_percent	,980
		colesterol	1,023
		vit_a_retinol	,980
		vita_total_retinol	,964
		caroteno	1,041
		vit_d	1,022
		tocoferol	,898
		tiamin	,959
		riboflavin	,626
		niacina_eq	,956
		niacina	1,115
		triptofano	,626
		vit_b6	,906
		vit_b12	1,101
		vit_c	1,003
		folate	,952
		cinza	,671
		sodium	,751

potassium	,973
calcium	,385
phosphorus	,556
magnesium	,861
iron	,928
zinc	,745

a. Error Computations are based on the training sample.

Depois de treinada a rede de novo verifica-se que a margem de erro para as novas variáveis é aceitável estando quase todas abaixo de 1 e apenas os ácidos orgânicos, a fibra, os ácidos gordos polinsaturados, o ácido linoleico, o colesterol, caroteno, vitamina D, niacina, vitamina B12e vitamina C apresentam um erro relativo superior a 1.

As figuras de 5.6 a 5.14 apresentam os desvios entre o valor prescrito e o inferido pela rede para cada caso.

Apesar de as figuras estarem seccionadas por género, idade e índice de massa corporal no modelo de inferência é introduzido um vetor que poderá ainda conter o código da patologia.

A apresentação gráfica de uma variável independente e outra dependente, pretende apenas apresentar os desvios para cada caso pois não seria possível apresentar toas as variáveis em conjunto sobre o ponto de vista gráfico.

Um indicador importante é o *Average Overall Relative Error*<sup>86</sup> que se situa em 0,826.

---

<sup>86</sup> Erro médio global relativo

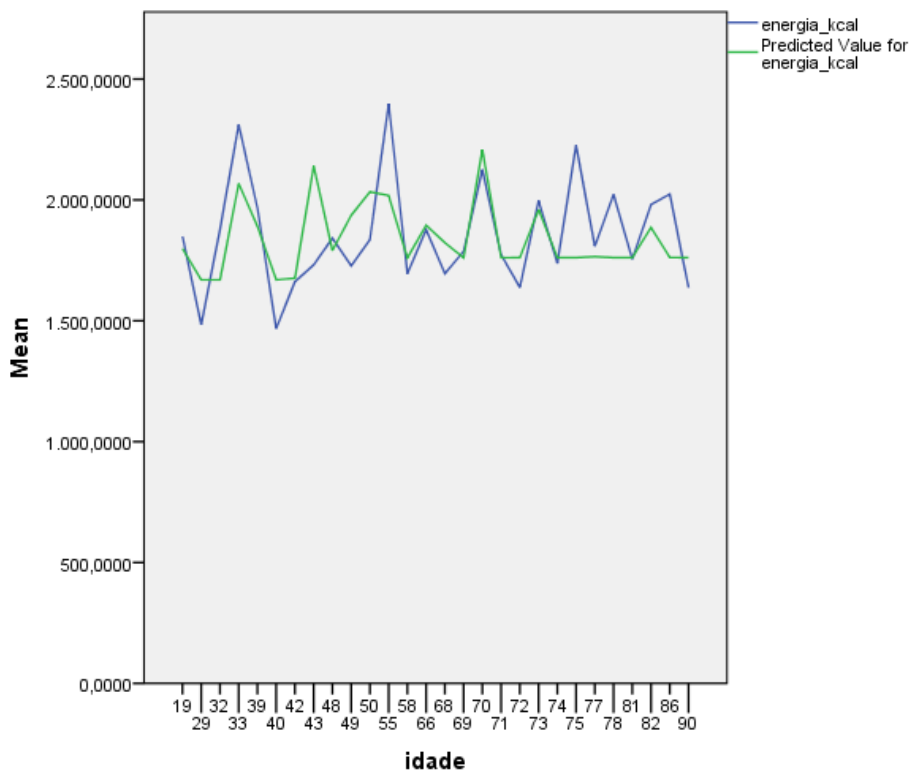


Figura 5.6 Valores calóricos inferidos em função da idade do doente

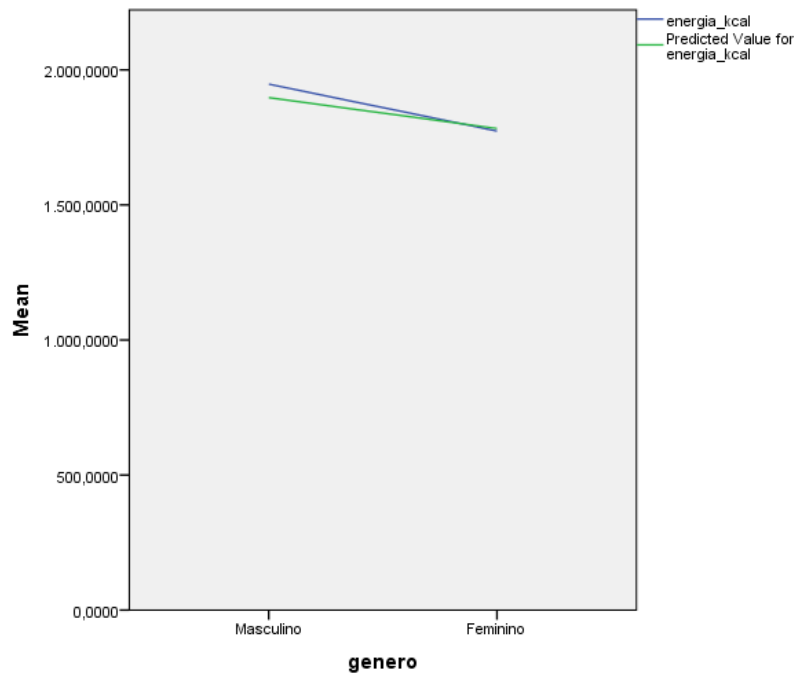


Figura 5.7 Valores calóricos inferidos em função do género

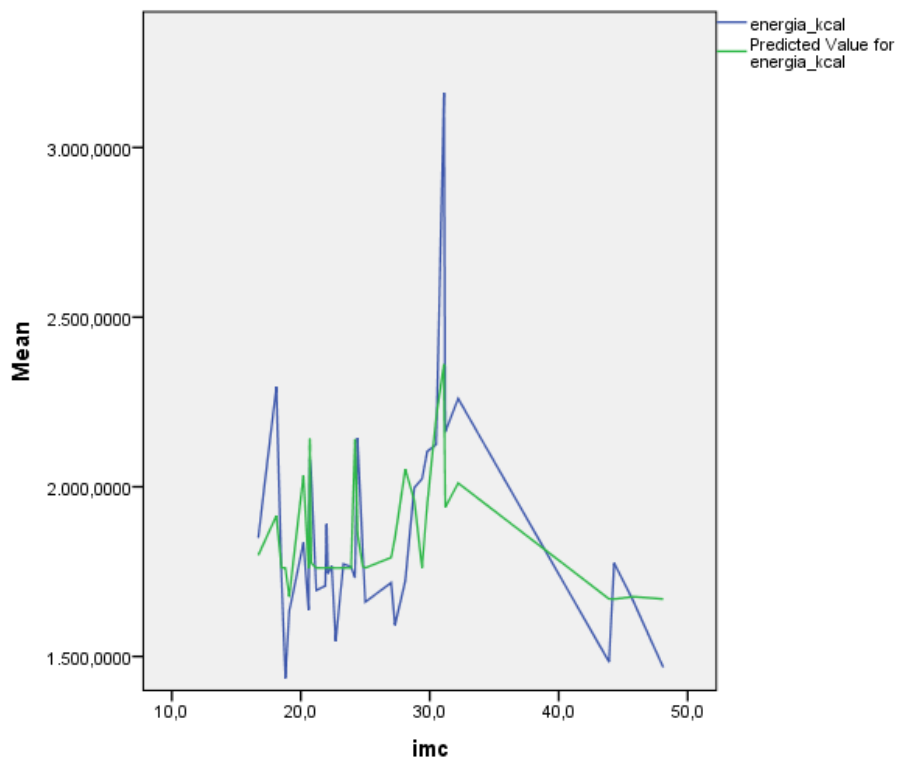


Figura 5.8 Valores calóricos inferidos em função do índice de massa corporal (Quociente entre peso e altura elevada ao quadrado)

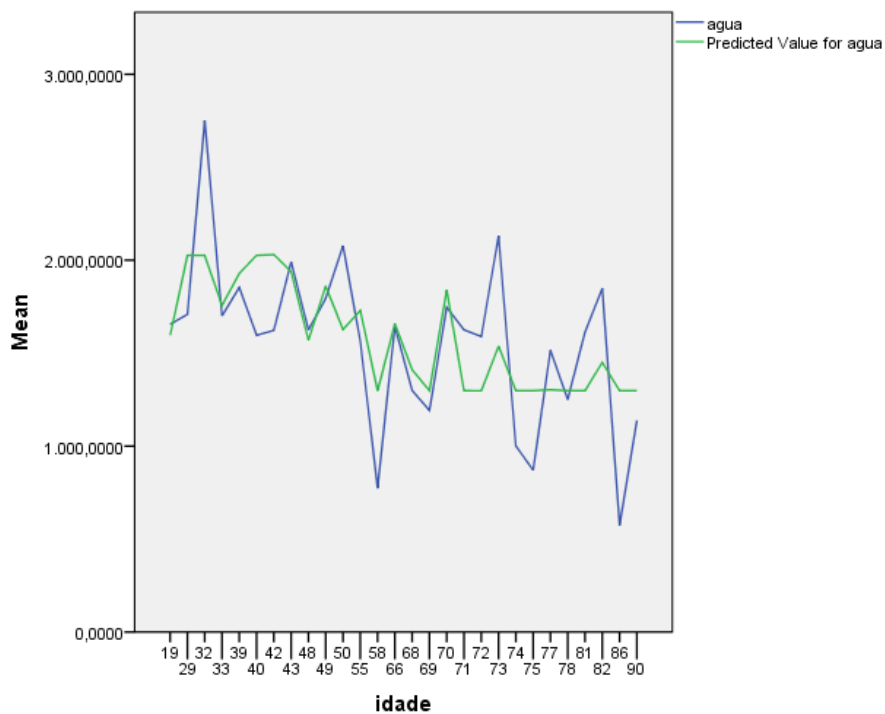


Figura 5.9 Valores de água em função da idade

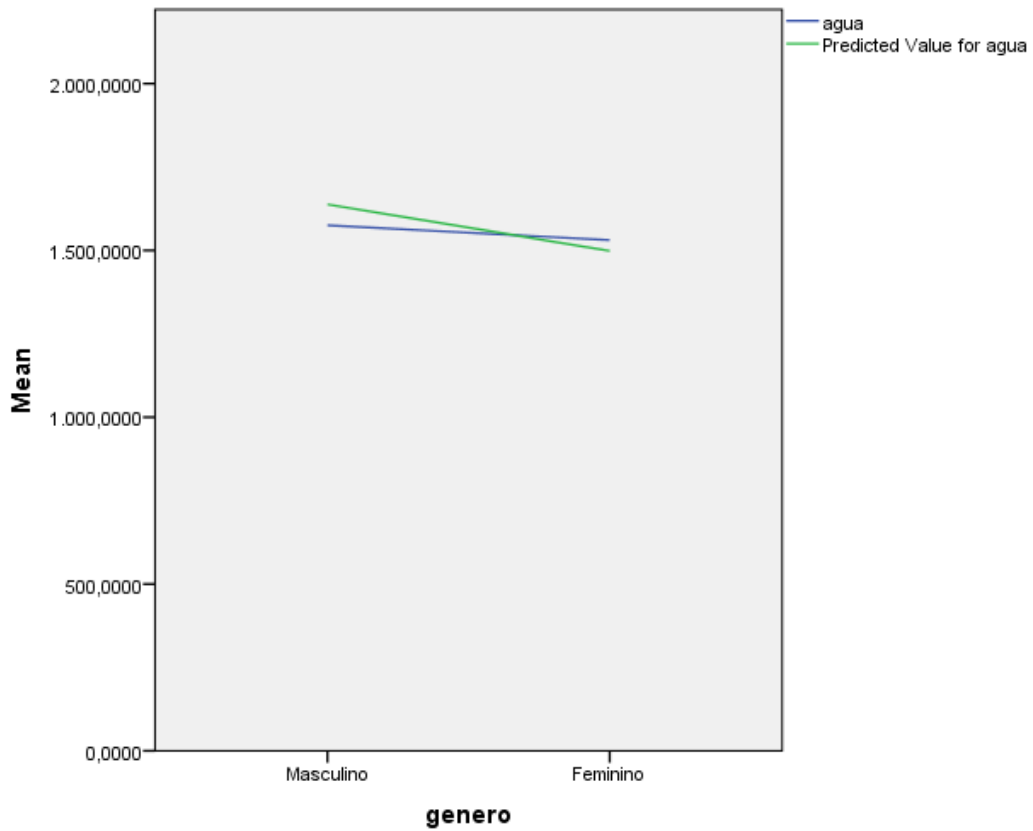


Figura 5.10 Valores de água em função do género

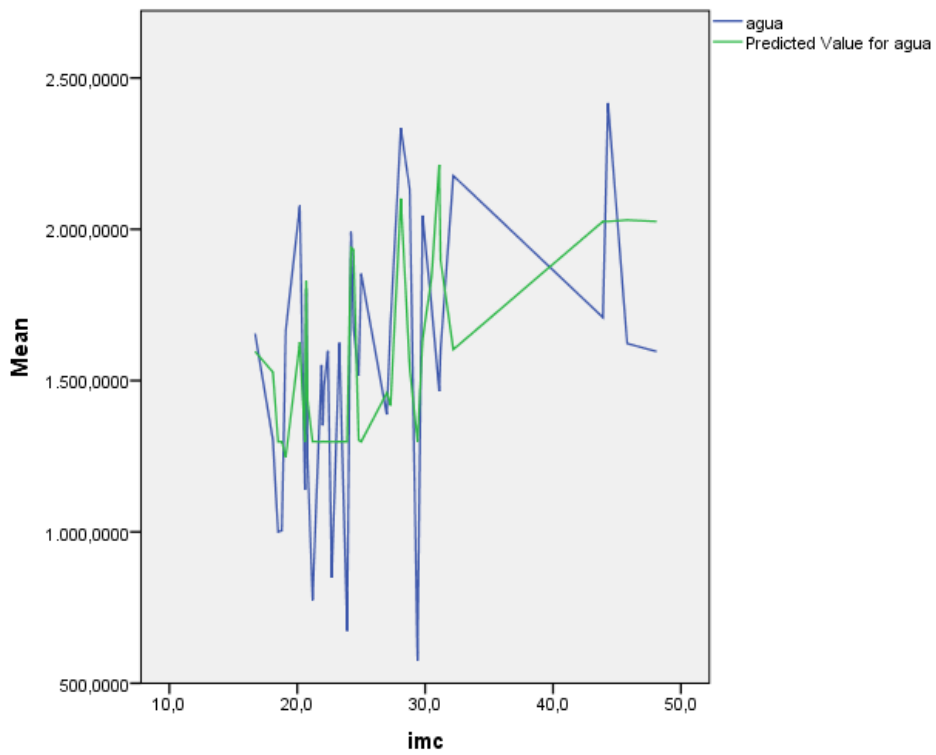


Figura 5.11 Valores de água em função do índice de massa corporal (Quociente entre peso e altura elevada ao quadrado)

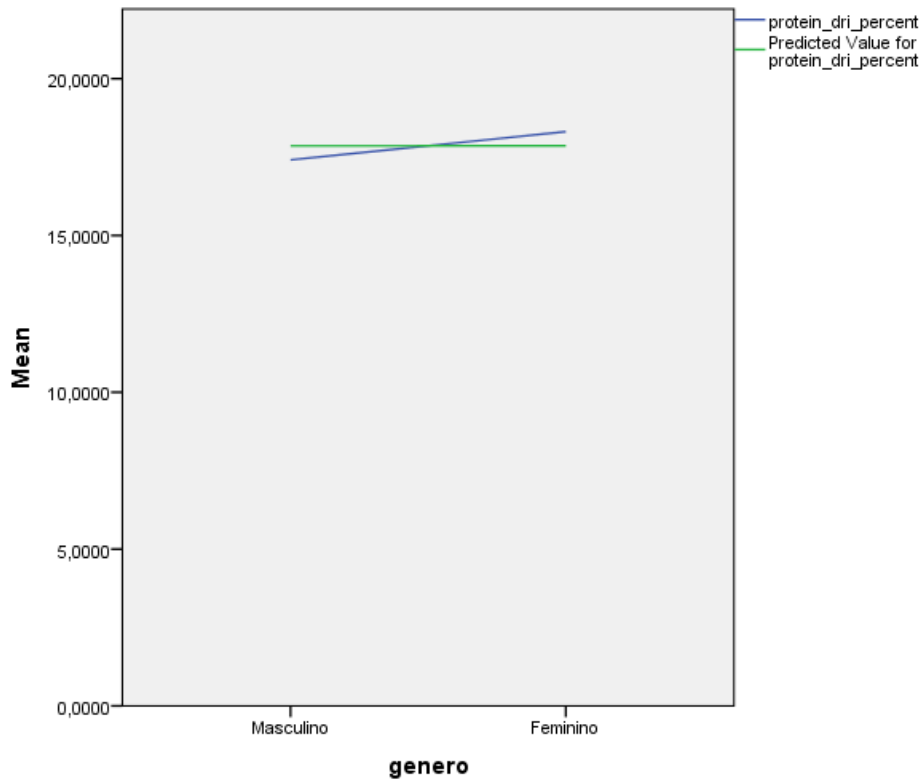


Figura 5.12 Valores de proteínas em função do género

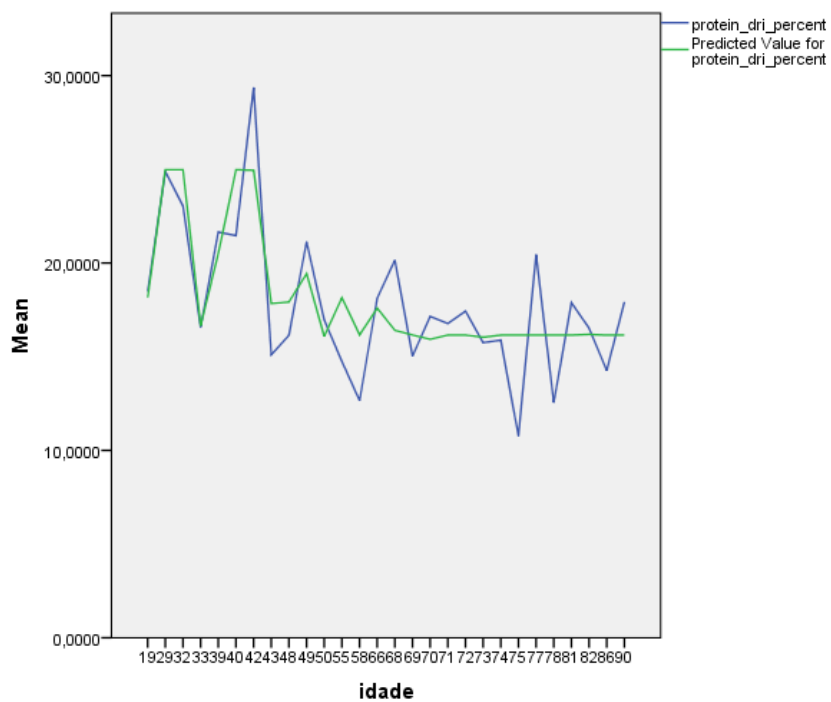


Figura 5.13 Valores de proteínas em função da idade

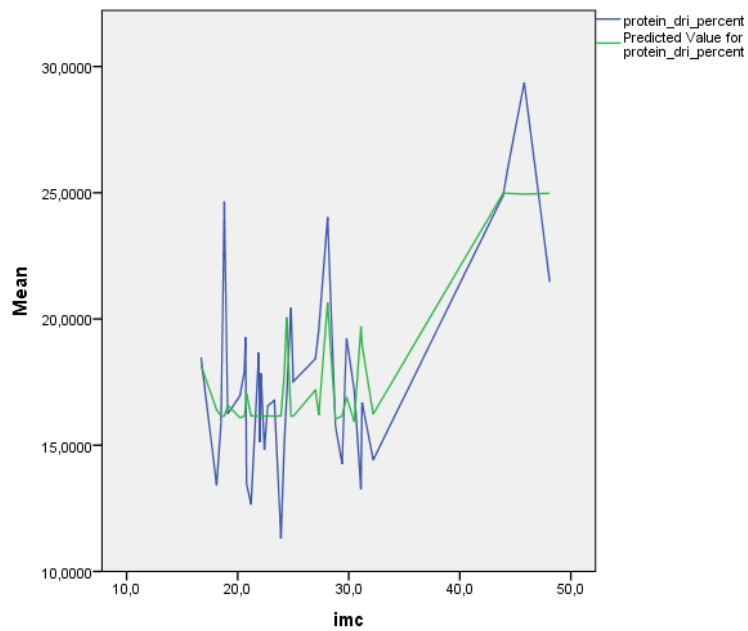


Figura 5.14 Valores de proteínas em função da massa corporal (Quociente entre peso e altura elevada ao quadrado)

No anexo VII encontram-se os restantes gráficos de erros relativos na inferência correspondentes às variáveis inseridas pelos especialistas e para os quais os mesmo indicaram valores para os casos de treino e validação do modelo.

#### 5.4.4 Validação do modelo

O modelo foi validado de duas formas:

- Análise dos outputs da simulação efetuada sobre a base de dados de casos.
- Focus groups com um dietista e investigadores de nutrição.

A **análise dos outputs** mostra que o modelo é fiável pois a soma de todos os erros elevados ao quadrado dividida pelo valor médio das variáveis teve como resultado apenas 1,340 para a primeira base de dados de treino e 0,826 para a segunda.

Apenas no caso do molibdénio e no primeiro caso o erro relativo é de 17,220.

Os gráficos de valores inferidos no primeiro treino e valores reais permitem concluir que os maiores erros do sistema estão nos grupos A1 e A2. Estes grupos correspondem a crianças até 8 anos. Neste caso poder-se-ia junto de um hospital de pediatria desenvolver um modelo apenas para crianças com mais casos para treino.

O modelo treina para os casos apresentados correspondentes a um mês de internamentos no Centro Hospitalar do estudo em 20,61 segundos utilizando apenas um equipamento Desktop com Core 2 Duo CPU a 2,10 GHz e 4 Gb de memória central. O software utilizado para o modelo de rede neuronal foi a *IBM SPSS Statistics versão 20*.

A rede neuronal responde satisfatoriamente às recomendações da literatura e apresenta um valor acrescentado grande para as práticas correntes.

A rede neuronal após ser implementada deverá contemplar outras variáveis algumas já incluídas na segunda fase de treino mas sobre as quais não existem dados que as permitam relacionar com os casos. Este modelo poderá permitir a melhoria da qualidade dos cuidados de saúde.

As variáveis a incluir que não constam nas tabelas DRIs mas que os profissionais consideram necessárias são:

- Valor energético
- Lípidos totais
- Lípidos saturados
- Lípidos poliinsaturados

- Lípidos monoinsaturados
- Colesterol
- Glícidos totais
- Glícidos de absorção rápida
- Fibra total
- Fibra insolúvel
- Fibra solúvel
- Água
- Sódio
- Potássio

e

- Peso
- Altura
- Atividade
- Stress (associada à patologia)
- Temperatura (febre)

Estas várias segundo as conclusões do *Focus Groups* são muito importantes. Assim por exemplo um idoso com 71 anos com 1,90m e 80kg, ou um idoso com 71kg 1,60m e 50kg, são sob o ponto de vista do valor energético, diferentes.

A introdução das referidas variáveis aproxima o modelo de inferência da avaliação nutricional real que é feita pelos profissionais de saúde.

Acontece que não existem dados em todas as dimensões para treinar o modelo e apenas foi possível utilizar algumas das referidas variáveis tais como a idade exata, peso, altura, antecedentes, fator de stress e fator de atividade.

### 5.4.5 Conclusões do capítulo

O presente capítulo propôs um modelo de inferência para nutrientes com base em duas fontes:

- Literatura
- Prática de prescrição dietética.

Embora exista dificuldade em dados práticos, optou-se por solicitar a especialistas que indicassem o que prescreveriam em determinados casos selecionados aleatoriamente dos diários clínicos.

Depois de se ter constatado que algumas variáveis independentes citadas pelos especialistas não constavam nas tabelas utilizadas para definição do plano nutricional do doente, incluíram-se as mesmas e voltou-se a treinar a rede.

Ficou provado que é possível desenvolver uma plataforma que com base nos dados demográficos e clínicos proponha um quadro de necessidades nutricionais adequadas a cada doente.

O potencial de aplicação do modelo é enorme e abrange um espectro que se pode prolongar pelos cuidados continuados e paliativos e também ao cidadão saudável.

Sendo nutrição a primeira fonte de vida e saúde, os sistemas de recomendação que melhorem a qualidade de vida são também fatores de desenvolvimento socioeconómico.

## Capítulo VI - Sistema de Recomendação para Dietas Alimentares

### 6.1 Contexto e Descrição Geral

Este sistema baseia-se no modelo de recomendação de nutrientes e nas ontologias desenvolvidas a partir da tabela de composição de alimentos, assim como das ontologias desenvolvidas das tabelas de DRIs com as variáveis recomendadas pela prática clínica.

A principal componente deste sistema é o modelo de recomendação de necessidades nutricionais que se encontra estudado e descrito no capítulo anterior.

O referido modelo baseia-se numa rede neuronal que acrescenta às variáveis das tabelas DRIs propostas pela USDA<sup>87</sup> um outro grupo de variáveis utilizadas nos hospitais para avaliar do risco de nutrição e das necessidades energéticas e de macronutrientes do doente. As relações entre as variáveis de avaliação introduzidas pela prática clínica e o seu impacto nos valores nutricionais dos nutrientes não constam nas tabelas DRIs nem são conhecidas da literatura. Segundo os especialistas entrevistados e que participaram nos *focus groups* a principal razão reside no fato de as tabelas DRIs estarem desenvolvidas para pessoas saudáveis e não para doentes. Segundo o *Office of Dietary Components*<sup>88</sup>, existem os seguintes tipos de tabelas DRIs:

- Dietas recomendadas tomando como base a média de necessidades nutricionais de 97% a 98% da população de uma amostra de pessoas saudáveis;
- Valor recomendado quando a amostra não é significativa para construir a tabela de valores médios;
- Tolerância máxima diária acima da qual podem haver situações adversas.

O objetivo da rede neuronal proposta no modelo de recomendação nutricional é tomar como ponto de partida os casos das tabelas DRIs e de alguns episódios analisados por um painel de especialistas, construir uma ontologia. O motivo da ontologia está relacionada com a necessidade de segmentar os nutrientes por classes de elementos simples e macronutrientes com dados de consumo médio, valores recomendados e valores máximos a partir dos quais o nutriente pode ser tóxico.

---

<sup>87</sup> <http://www.nal.usda.gov>, consultado em 2011-12-28.

<sup>88</sup> [http://ods.od.nih.gov/health\\_information/Dietary\\_Reference\\_Intakes.aspx](http://ods.od.nih.gov/health_information/Dietary_Reference_Intakes.aspx), consultado em 2011-12-28.

A rede neuronal deverá ter ser treinada regularmente com os novos casos práticos que irão sendo introduzidos pelos profissionais de saúde.

Provou-se que a rede tem capacidade para adquirir aprendizagem e produzir inferências com uma margem de erro aceitável.

Com base nas necessidades nutricionais de um doente e com a tabela de composição de alimentos desenvolvida pelo Instituto Nacional de Saúde, Dr. Ricardo Jorge, que será também transformada numa ontologia para agregar propriedades e restrições de cada classe de alimentos, constrói-se o painel de alimentos possíveis para a dieta do doente e respetivas porções.

Para a o caso de doentes cujas restrições alimentares impeçam a ingerir determinados alimentos é criada uma tabela com a identificação do doente e o tipo de restrições.

Para a identificação normalizada do doente existem diferentes abordagens.

Segundo Macedo & Isaías (2009), é possível desenvolver uma plataforma de identificação normalizada de doentes com um repositório central de chaves de acesso a cada entidade. Quando o doente se apresenta ao sistema, o sistema de informação hospitalar pode interrogar um FEHR (*Identification Federation Electronic Health Record*<sup>89</sup>), para encontrar um episódio em aberto e os dados relacionados com o mesmo. A identificação do doente pode ser criada através de um algoritmo de data mining pois não existirão duas pessoas exatamente com a mesma história clínica. Se por acaso foram encontradas com o algoritmo de data mining proximidade de dimensões de variáveis é possível inferir que se trata da mesma pessoa.

Este método de identificação de pessoas é tanto mais importante quanto maior é a mobilidade de indivíduos e a existência de vários sistemas de identificação que apenas cobrem os espaços de cada nação.

Para o tratamento de doentes os workflows associados são de toda a importância. Os valores nutricionais também fazem parte dos workflows.

Segundo Macedo & Isaías (2010),

*It is important to know if the procedures workflow is the most efficient and effective way to treat each patient. There are clinical benchmarkings to compare the best practices.*

---

<sup>89</sup> Um EHR federado num repositório central a vários hospitais.

*The Joint Commission and Accreditation of Health Care Organizations have developed guidelines and quality indicators to evaluate healthcare services.*<sup>90</sup>

A Joint Commission and Accreditation of Health Care Organizations tem certificado a qualidade de alguns hospitais em Portugal. No entanto ainda não existe um modelo de recomendação nutricional aceite e suscetível de ser implementado. Também nenhum modelo existente se integrado num modelo de EHR normalizado.

A automatização dos processos conduz a uma melhoria também na gestão de recursos. Segundo Macedo & Isaías(2011b),

*The automation of care processes allows us to optimize the management of resources, reduce human error and improve the overall quality of services. Due to the capacity of information systems, workflows check some data automatically and are able to generate alerts when certain conditions exceed standards or rules. In this way, it is possible to increase the efficiency of healthcare,*<sup>91</sup> (p. 2).

Conclui-se assim que a integração do modelo proposto no capítulo anterior num sistema integrado de gestão de dietas com ligação aos sistemas de apoio à decisão clínica, gestão de produção e administrativa, são uma vantagem para os doentes e para os hospitais.

A utilização das ontologias associadas aos workflows para armazenar conhecimento sobre a história clínica de um doente também representa um fator importante. Segundo Macedo & Isaías (2011a) ,

---

<sup>90</sup> É importante conhecer se os procedimentos estabelecidos nos workflows são a forma mais eficiente e eficaz de tratar um doente. Existem benchmarks clínicos para comparar as melhores práticas. A *Joint Commission and Accreditation of Health Care Organizations* desenvolveu *guidelines* para avaliar as boas práticas.

<sup>91</sup> *A automatização dos processos e cuidados de saúde permitem otimizar a gestão de recursos, reduzir o erro humano e melhorar a qualidade global do serviço. Devido à capacidade dos sistemas de informação, os sistemas de gestão de workflows podem verificar de forma automática dados e gerar alertas quando certas condições não se verificam. Desta forma é possível melhorar a qualidade dos cuidados de saúde.*

*The first delivery of using ontologies in healthcare is to establish a clear understanding of each patient history. With patients history it is possible to build knowledge and to identify the best practices that conduct to the best results<sup>92</sup>.*

Conforme ficou demonstrado as ontologias são uma forma de representação do conhecimento que pode ser aplicável em diferentes áreas e dimensões dos cuidados de saúde.

---

<sup>92</sup> *O primeiro benefício de usar ontologias em cuidados de saúde é estabelecer um entendimento claro da história de um paciente. Com este conhecimento é possível identificar as melhores práticas que conduzem aos melhores resultados.*

## 6.2 Modelo de Inferência de necessidades nutricionais

O modelo de inferência apresentado no capítulo anterior determina as necessidades nutricionais de um indivíduo com base numa ontologia determinada para pessoas saudáveis que considera o escalão etário; o género e no caso de grávidas ou em amamentação, necessidades específicas.

A referida ontologia também possui os limites máximos de nutrientes a partir dos quais se considera que os mesmos são tóxicos.

Para o caso de doentes, o modelo altera os valores nutricionais em função do género, idade, peso, altura, stress, atividade física e poderá também avaliar patologias que alteram os dados das tabelas DRIs conforme os especialistas considerem necessários.

Os diários clínicos podem ser usados para se inferir das ontologias segundo técnicas de texto mining.

Em função de uma base de dados de treino, a ANN (*Artificial Neural Network*) adquire aprendizagem.

Após vários casos e se o nível de erro relativo médio for aceitável, o sistema de inferência pode propor necessidades nutricionais.

A base de dados de treino foi conseguida através das tabelas DRIs e de casos reais introduzidos por dietistas nos valores nutricionais a prescrever a doentes internados.

O modelo de rede neuronal foi implementado usando um *software* denominado SPSS com o *plugin* para redes neuronais.

A vantagem da utilização deste software é que na versão usada é possível exportar o modelo desenvolvido para outro software utilizando uma linguagem normalizada denominada *Predictive Modeling Markup Language* (PMML).

Sem esta linguagem seria impossível uma transposição direta pois cada sistema utiliza a sua linguagem tem as suas estruturas próprias de dados. Anteriormente sempre que se modelava uma rede neuronal e se tentava migrar de sistema, este processo obrigava à conversão de todas as variáveis e algoritmos.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<PMML
  version="4.0"
  xmlns="http://www.dmg.org/PMML-4_0"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.dmg.org/PMML-4_0 pmml-4-0.xsd">
  <Header
    copyright="Copyright (c) IBM Corp. 1999, 2011.">
    <Application
      name="IBM SPSS Statistics"
      version="20.0.0.0"/>
    <Timestamp>Wed Dec 28 15:40:28 2011</Timestamp>
  </Header>
  <DataDictionary
    numberOfFields="2">
    <DataField
      name="Magnesio"
      optype="continuous"
      dataType="double"/>
    <DataField
      name="grupo"
      optype="categorical"
      dataType="string">
      <Value
        value="A1"/>
      </Value>
    </DataField>
    </DataDictionary>
    <TransformationDictionary>
      <DerivedField
        optype="continuous"
        dataType="double"
        name="MagnesioNorm">
        <NormContinuous
          field="Magnesio">
            <LinearNorm
              orig="65"
              norm="-2.65184486419032"/>
            <LinearNorm
              orig="350"
              norm="1.06696809831225"/>
          </NormContinuous>
        </DerivedField>
        </TransformationDictionary>
        <NeuralNetwork
          functionName="regression"
          activationFunction="tanh">
          <MiningSchema>
            <MiningField
              name="grupo"/>
            <MiningField
              name="Magnesio"
              usageType="predicted"/>
          </MiningSchema>

```

Figura 6.1 Exemplo de ficheiro em PMML do modelo

```

    <NeuralInput
      id="0">
        <DerivedField
          optype="categorical"
          dataType="double">
            <FieldRef
              field="grupoValue0"/>
            </DerivedField>
          </NeuralInput>
        </NeuralInputs>
      <NeuralLayer
        numberOfNeurons="12">
          <Neuron
            id="20"
            bias="0.545202055503416">
              <Con
                from="0"
                weight="-0.438829742314948"/>
              </Neuron>
            </NeuralLayer>
          </NeuralOutputs>
        <NeuralOutput
          outputNeuron="47">
            <DerivedField
              optype="continuous"
              dataType="double">
                <FieldRef
                  field="MagnesioNorm"/>
                </DerivedField>
              </NeuralOutput>
            </NeuralOutputs>
          </NeuralNetwork>
        </PMML>

```

Outros elementos da rede neuronal são introduzidas aqui

Figura 6.1 Exemplo de ficheiro em PMML do modelo (continuação)

O PMML não é mais do que uma linguagem XML, Guazzelli, Lin, & Jena (2010). Segundo estes autores um modelo em PMML é composto por um *header* com a identificação do documento PMML, um dicionário de dados com a descrição dos dados, uma descrição das regras de transformações de dados e eventualmente fórmulas para definição de novas variáveis a partir de outras, a identificação do modelo e os parâmetros para os algoritmos de inferência que podem ser support vector machines, redes neuronais ou árvores de regressão.

Segundo a Data a Data Mining Group<sup>93</sup>, encontram-se disponíveis em PMML as seguintes funções de transferência para os elementos das redes neuronais:

<sup>93</sup> <http://www.dmg.org/v4-0-1/NeuralNetwork.html>, consultado em 2011-12-28.

**binária:**

$$f(Z) = 1 \text{ if } Z > x \text{ else } 0$$

**logistic:**

$$f(Z) = 1 / (1 + \exp(-Z))$$

**tanh:**

$$f(Z) = (1 - \exp(-2Z)) / (1 + \exp(-2Z))$$

**identidade:**

$$f(Z) = Z$$

**exponential:**

$$f(Z) = \exp(Z)$$

**inversa:**

$$f(Z) = 1/Z$$

**quadrática:**

$$\text{activation}(Z) = Z * Z$$

**Gauss:**

$$f(Z) = \exp(-(Z * Z))$$

**seno:**

$$f(Z) = \sin(Z)$$

**coseno:**

$$f(Z) = \cos(Z)$$

**Elliott:**

$$f(Z) = Z / (1 + |Z|)$$

**arctan**

Desta forma é possível modelar e testar um modelo com redes neuronais e exportá-lo de seguida para um sistema que vai ter um *motor* de *data mining* apenas para executar o modelo.

### 6.3 Ontologia de composição de alimentos

A tabela de classificação de alimentos foi convertida numa ontologia em que os principais grupos representam classes de alimentos e cada alimento tem um conjunto de atributos ou propriedades de dados que correspondem aos valores nutricionais.

As principais classes são as seguintes:

- Leites e Produtos lácteos
- Carne e Derivados, criação e caça
- Pescado ( Peixe, moluscos e Crustáceos ) e derivados
- Ovos
- Leguminosas Frescas e Secas e Derivados
- Cereais e Derivados
- Batatas, Produtos Hortícolas e Derivados excetuo leguminosas
- Frutos e Derivados
- Azeite, Óleo, e Gorduras
- Açúcar, Produtos Açucarados e Mel
- Cacau e Derivados
- Sobremesas
- Bebidas
- Sopas, Molhos e Diversos

Estas classes de alimentos têm várias instâncias de objetos que correspondem aos alimentos propriamente ditos.

Assim, os objetos da classe de Leites e Produtos Lácteos são:

- Leite de Cabra Cru
- Leite de ovelha Cru
- Leite de vaca Esterilizado meio gordo
- ...

Cada uma das referidas instancias, tem propriedades relacionadas com os dados que são:

- -Energia em Kcalorias
- -Energia em KJoule
- -Água em grama
- -Proteína em grama

- -Gordura em grama
- -Total HC disponíveis em grama
- -Total HC expresso em monossácoridos grama
- -...

A figura 6.2 apresenta uma imagem da aplicação sobre a qual foi desenhada a ontologia e de alguns registos primeiro nível da mesma.

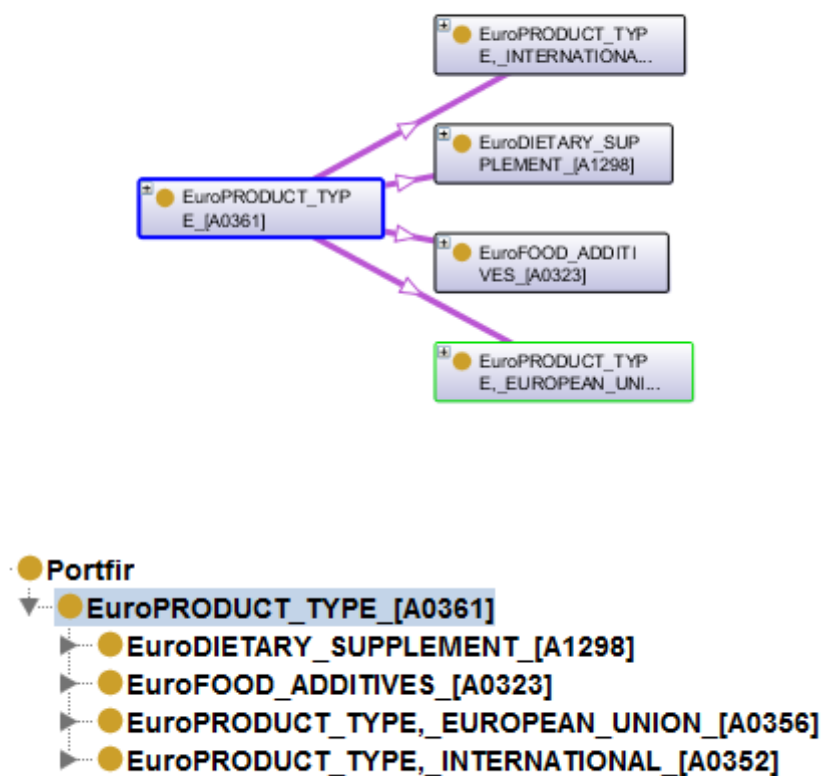


Figura 6.3 – Exemplo da ontologia de produtos alimentares com o primeiro nível

## 6.4 Filtro de seleção da Ontologia de Produtos Alimentares

Com o surgimento das ontologias houve necessidade do desenvolvimento de linguagem para repositórias das mesmas.

A W3C<sup>94</sup> criou uma norma denominada OWL, *Web Ontology Language* que é formada pelas seguintes componentes:

- XML que permite estruturar os documentos mas que não define restrições semânticas;
- XML *Schema* é uma linguagem de restrições ao conteúdo XML;
- RDF é uma linguagem para descrever modelos de objetos;
- RDF *Schema* é um vocabulário para descrever propriedades de classes;

O OWL possui três sub linguagens:

- OWL *Lite*;
- OWL *DL*;
- OWL *Full*.

O OWL *Lite* é o ideal para taxonomias pois apenas permite restrições de cardinalidade de 0 ou 1.

O OWL *Description Logic* permite modelar todo o tipo de relação é a linguagem indicada para descrever elações que podem não ser hierárquicas.

O OWL *Full* é uma linguagem para a qual que não existe limitação para as associações de classes e instancias.

No caso particular da ontologia de classificação de produtos alimentares a OWL *Lite* é suficiente.

A ontologias são ficheiros em XML com uma sintaxe própria. Neste momento existem duas versões, OWL1 e OWL2<sup>95</sup>.

Existem software para aceder e manipular ontologias que disponibiliza uma *interface* em java para integração com outros sistemas.

Alguns exemplos são respetivamente:

- OWLapi<sup>96</sup>
- Jena<sup>97</sup>

---

<sup>94</sup> <http://www.w3.org>, consultado em 2011-12-27

<sup>95</sup> <http://www.w3.org/TR/owl-guide/>, consultado em 2011-12-28.

<sup>96</sup> Disponível em <http://owlapi.sourceforge.net/>, consultado em 2011-12-28.

- Protege<sup>98</sup>
- Jastor<sup>99</sup>
- RDFReactor<sup>100</sup>
- Sesame<sup>101</sup>

A modelação das ontologias podem ser feitas com editores de ontologias com *interface* gráfica do género do usado, sendo o acesso e manutenção das mesmas através de uma das API (*Application Program Interface*), dadas como exemplo. Estas API integram o sistema e forma um todo com o restante software.

O sistema proposto recebe um vetor do modelo de inferência sobre necessidades nutricionais e aplica esse vetor à ontologia de classificação de alimentos.

O resultado deste processamento é uma ontologia reduzida com os alimentos que contêm os nutrientes presentes no vetor.

Esta ontologia tem as mesmas classes da ontologia inicial mas apenas as instancias dos alimentos que contêm os nutrientes inferidos. Também os dados sobre os valores dos nutrientes de cada alimento são transferidos para esta nova ontologia.

De seguida é aplicado o vetor de restrições de alimentos à ontologia encontrada. Este vetor permite extrair os alimentos aos quais o doente apresenta incompatibilidades ou não poderão ser usados na sua dieta por impedimentos anatómicos.

As intolerâncias aos alimentos devem de fazer parte do registo EHR para referenciar a ontologia de composição de alimentos.

No final obtém-se uma ontologia de alimentos que o doente pode ingerir com valores nutricionais e um vetor de nutrientes que o doente deve ingerir.

---

<sup>97</sup> Disponível em <http://jena.sourceforge.net/>, consultado em 2011-12-28.

<sup>98</sup> Disponível em <http://jena.sourceforge.net/>, consultado em 2011-12-28.

<sup>99</sup> Disponível em <http://jastor.sourceforge.net/>, consultado em 2011-12-28.

<sup>100</sup> Disponível em <http://semanticweb.org/wiki/RDFReactor>, consultado em 2011-12-28.

<sup>101</sup> Disponível em <http://www.openrdf.org/doc/sesame/api/>, consultado em 2011-12-28.

## 6.5 Composição do Menu

O menu é composto a partir de uma tabela de duas entradas que tem nos limites as refeições e em colunas os alimentos crus ou cozinhados, isto é prontos a comer que o doente pode ingerir.

Esta tabela tem várias partes ou seja temos uma tabela com as combinações possíveis por refeição.

Por exemplo, para o pequeno almoço existe uma tabela em que as combinações possíveis definem as opções para esta refeição. O almoço terá outra tabela, o lanche outra e assim sucessivamente. No global teremos 6 tabelas que são as 6 refeições do dia

## 6.6 Módulo de Planeamento das Dietas

Este módulo serve para cada doente procurar a combinação que melhor se ajusta às suas necessidades nutricionais.

Assim desenvolve as opções segundo uma árvore arborescente por refeição

A figura 6.4 apresenta um exemplo das hipóteses possíveis.

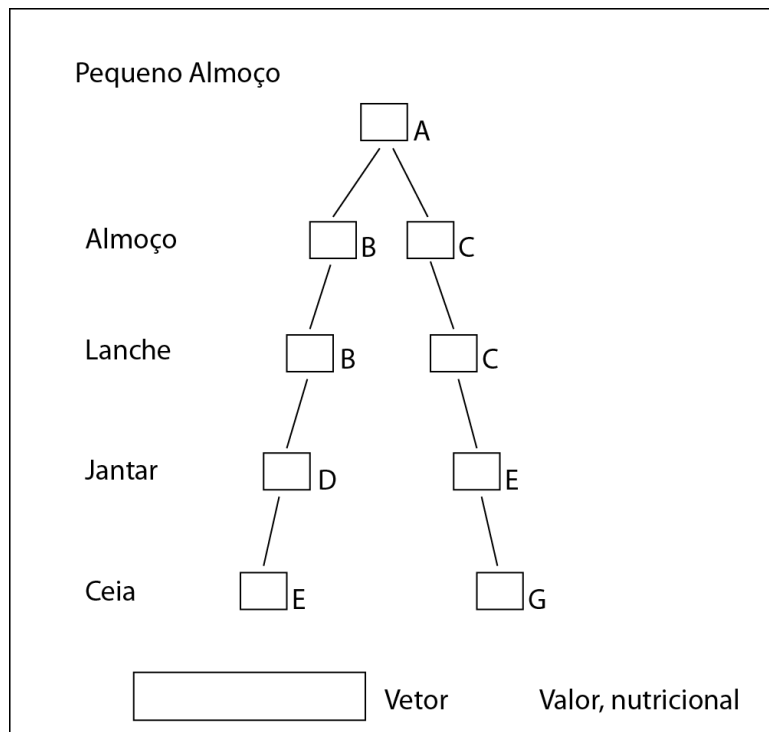


Figura 6.4 – Exemplo de uma árvore de decisão para escolha da dieta do doente em função das necessidades nutricionais (Proposta do autor)

Face às seleções do doente, o sistema pode calcular o valor nutricional de cada refeição, verificar se está dentro do intervalo previsto e no final propor suplementos alimentares se houver necessidade. A ontologia de produtos alimentares pode ainda ter as porções recomendáveis e as máximas admissíveis.

O vetor nutricional que mais se aproximar do vetor proposto pelo modelo de inferência corresponde à dieta mais adequada. A proximidade pode ser calculada através da distância euclidiana entre os vetores.

Os suplementos nutricionais são propostos com base na quantidade de determinado suplemento que mais se adapta aos nutrientes em falta.

O *Output* da dieta do doente é armazenado no EHR segundo um *archetype* modelado a partir da ontologia dos alimentos e utilizando a TCA como referencia.

O *archetype* tem uma estrutura idêntica ao modelo OWL com a característica de cada instância de alimento referenciar classe da ontologia TCA.

Relativamente aos suplementos, também podem ser referenciados a partir, deste *archetype* pois cada suplemento tem um identificador normalizado na tabela de suplementos.

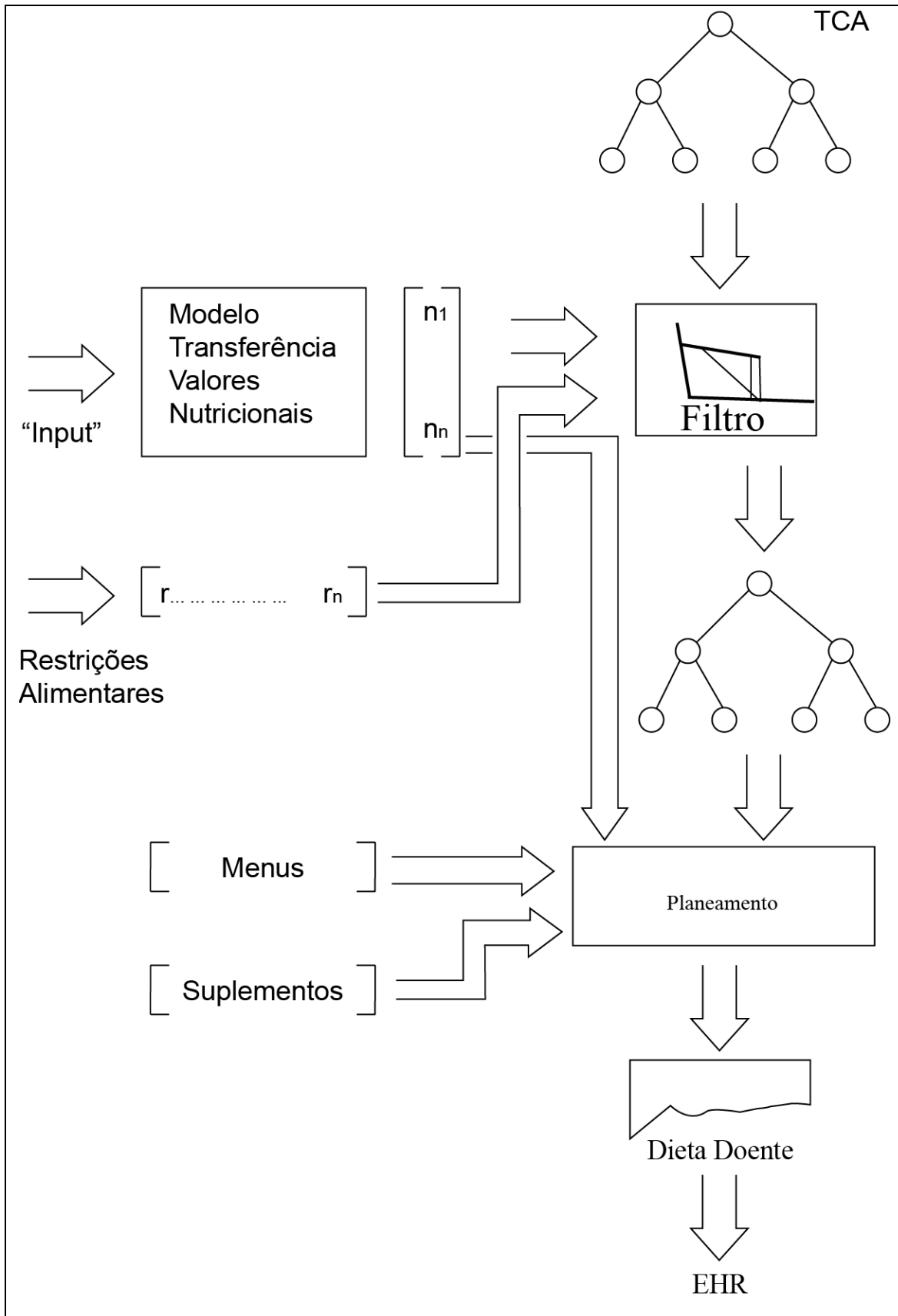


Figura 6.5 Arquitetura Geral do sistema

## 6.7 Modelação de Archetype

A Figura 6.6 apresenta uma modelação de um conceito de *archetype* usando o software XMind<sup>102</sup>. Este software é uma ferramenta utilizada pelos responsáveis de modelação pois permite desenvolver o conceito antes de passar à fase de modelação. Apresenta como principal vantagem a de gerar um ficheiro em XML que pode ser importado por outro utilizador e assim existir uma partilha do *draft* do conceito.

O draft da figura 6,6 pretende demonstrar que um vetor de nutrientes é formado por várias instâncias de classes de nutrientes com valores médio, recomendado e máximo, tolerável e prescrito. A cada vetor está associado uma identificação de doente com os respetivos dados demográficos usados para a inferência e o cálculo das necessidades nutricionais. Também existe um registo da patologia associada que condiciona o valor nutricional.

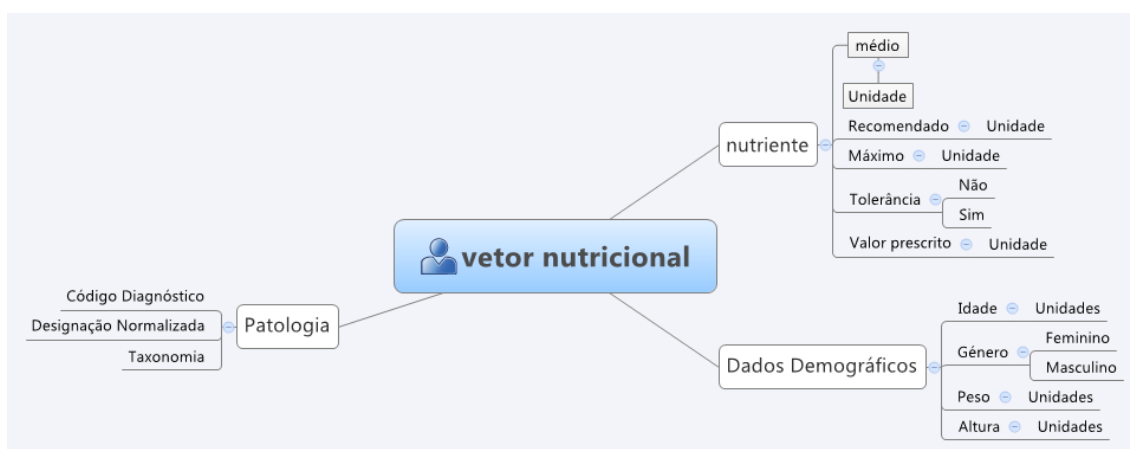


Figura 6.6 Modelação de um Archetype, desenvolvimento do conceito com o *software XMind*. (Proposta do autor)

Na Figura 6.7 e 6.8 apresenta-se duas fases da modelação de um archetype de Avaliação Nutricional com um Editor de *Archetypes* da Universidade de *Linköpings*<sup>103</sup>.

<sup>102</sup>Disponível em <http://www.xmind.net/>, consultado em 2011-12-29.

<sup>103</sup>Disponível em <http://www.imt.liu.se>, consultado em 2011-12-29.

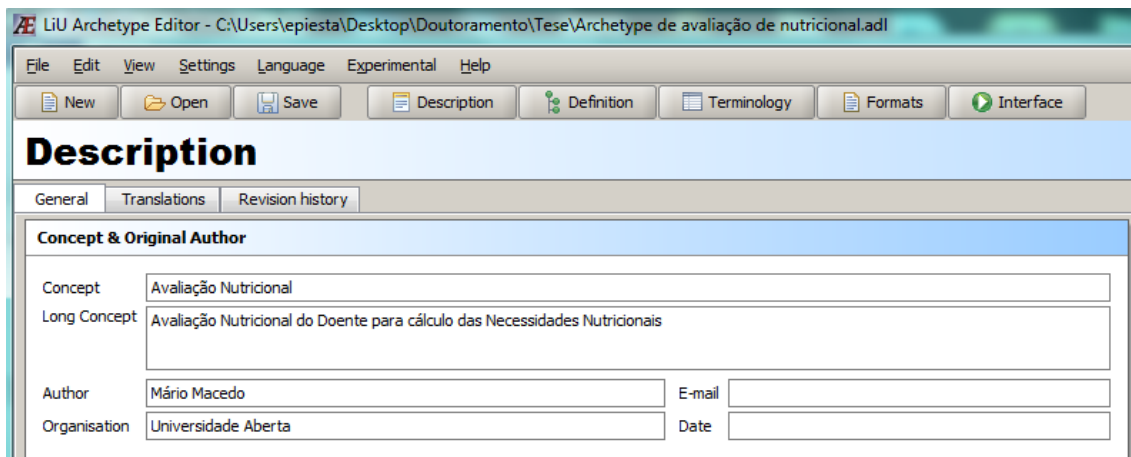


Figura 6.7 – Modelação de um archetype de Avaliação Nutricional com o software LiU da Universidade de Linköpings<sup>104</sup>, (Proposta do autor)

A Figura 6.7 mostra o primeiro ecrã de definição do *archetype*. Da mesma forma a Figura 6.8 apresenta o ecrã de definição da estrutura do *archetype*. Pode-se verificar que é possível inserir restrições e intervalos para validação dos respetivos atributos.

Também é possível introduzir campos calculados como o índice de massa corporal.

No final o editor gera um ficheiro XML em linguagem ADL que pode ser entendido por qualquer plataforma que importe dados *archetypes* nesta linguagem.

O editor também permite introduzir referências para ontologia e um histórico de versões para garantir a coerência dos *archetypes*.

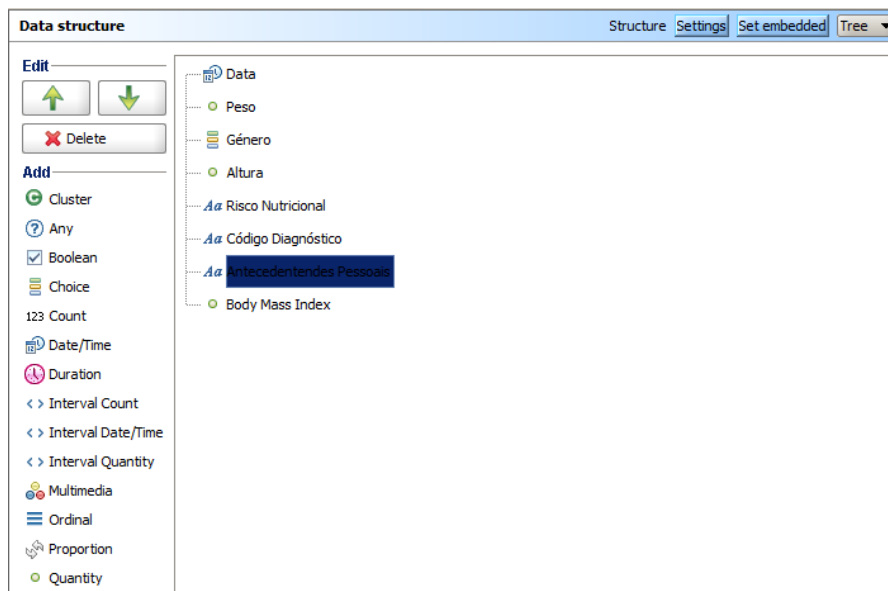


Figura 6.8 – Modelação de um *archetype* de Avaliação Nutricional com o *software* LiU da Universidade de Linköpings<sup>18</sup>, (Proposta do autor), (continuação)

<sup>104</sup> Disponível em <http://www.imt.liu.se/edu/>, consultado em 2011-12-29.

## Capítulo VII – Conclusões e Trabalhos Futuros

### 7.1 Conclusões

Os processos associados aos serviços de saúde são complexos, envolvem vários atores e compreendem variáveis estruturadas e não estruturadas de diferentes tipos.

Apesar de muitos avanços no domínio dos sistemas de informação para estruturar dados e melhorar a sua qualidade verifica-se que no caso dos serviços de saúde os modelos implementados são manifestamente insuficientes.

Assim existem muitos dados em aplicações informáticas proprietárias armazenadas nas suas próprias estruturas com interfaces que ou não seguem nenhuma norma, ou quando a seguem são dificilmente integráveis. Desta forma apenas estão resolvidas as interligações físicas e faltam as lógicas e semânticas.

Pelo estudo de caso concluiu-se que as aplicações informáticas disponíveis foram implementadas focadas em si próprias e para servirem os objetivos funcionais dos sistemas associados. Isto é, por exemplo uma aplicação de imagiologia apenas está focada na sua função de captação, arquivo e disponibilização de imagens. Embora as imagens estejam de acordo com uma norma denominada DICOM, esta norma prevê um conjunto de conteúdos associados à classificação e avaliação da imagem que poderiam ser integrados num repositório de EHR. Contudo esta possibilidade não é usada. Pelo contrário apenas se arquiva a imagem e se disponibiliza a mesma num *browser* que pode estar integrado ou não com outras aplicações informáticas.

O grande valor acrescentado da integração de dados ao longo de todo o processo de cuidados de saúde não é atingido pelo que se verificou que apenas existem interfaces pontuais com algumas aplicações ao nível de partilha de alguns dados ou de écrans compostos de várias janelas. Este é o exemplo do Sistema de Apoio ao Médico (SAM) que permite visualizar dados de exames abrindo uma janela sobre a aplicação do laboratório.

Também muitas das aplicações utilizam *frames* de texto não estruturado para inserção de dados que são relevantes para o processo. Como exemplo pode-se citar os diários clínicos, relatórios de exames, entre outros. O fato destes não serem estruturados, não estarem relacionados com uma ontologias e não apresentarem completude no tempo e na sua descrição, implica que não seja possível extrair informação por processos automáticos.

Assim não só não é possível extrair dados de qualidade dos textos não estruturados como também não é possível automatizar os processos. As principais barreiras pela ausência de dados estruturados são as seguintes:

- Dificuldade aplicar modelos analíticos sobre os serviços, patologias e terapias;
- Dificuldade em desenvolver modelos de gestão económica dos cuidados de saúde integrados com os serviços assistenciais;
- Dificuldades em gerir por processos e por linhas de produção;
- Dificuldade em desenvolver modelos de validação e *guidelines*;
- Dificuldades em criar alertas por eventos.

A ausência de uma arquitetura de sistemas de informação orientada para serviços também cria barreiras para a interoperabilidade com outras instituições de cuidados de saúde. A orientação do tratamento de doentes por processos com uma definição formal do tempo de tratamento, alertas de desvios e orquestração de processos dentro do Centro Hospitalar e com outros hospitais prejudica a qualidade dos cuidados de saúde e potencia perdas de eficiência e eficácia do Serviço Nacional de Saúde.

O Centro Hospitalar objeto do estudo de caso possui valências partilhadas entre os três Hospitais que o formam.

Verificou-se que apesar de os Hospitais estarem ligados em rede e de terem sido efetuados avultados investimentos em tecnologia de informação e comunicação o valor percebido pela organização não foi significativo. O principal motivo reside na inexistência da integração de dados e de uma orientação para os processos.

Alguns serviços continuam a funcionar manualmente ou com recurso a papel. Podem chegar mesmo a ter equipamentos, contudo continuam a usar os sistemas que lhe são colocados à disposição com antes usavam o papel.

Um destes casos é o serviço de dietética. Por esse fato o presente estudo investigou como se poderia construir conhecimento e valor nesta área com recurso aos sistemas de informação.

O serviço de dietética é considerado um elemento importante na estabilização do doente e no plano de tratamento conforme fiou provado. Verificou-se que os dietistas apenas dispõem de folhas de cálculo e uma aplicação que apenas serve para requisitar dietas.

Todos os dados de avaliação nutricional do doente, prescrição de valores nutricionais, dietas prescritas em função dos nutrientes e suplementos alimentares são perdidos.

Também não é possível por este motivo, construir conhecimento sobre valores nutricionais pois não existe um registo de todos os casos com estas variáveis.

Por fim os valores nutricionais que deveriam de integrar o EHR também não são recolhidos.

Provou-se que os modelos de recomendação de necessidades nutricionais são viáveis e são um forte contributo para a melhoria da qualidade dos cuidados de saúde.

Para os doentes internados ou no hospital de dia, a avaliação nutricional e a monitorização da alimentação com eventual recurso a suplementos alimentares será um fator de ganho de eficiência e qualidade dos serviços.

O tempo de internamento tem custos para a instituição mas também para o doente e pode significar morbididades acrescidas.

Para as unidades de cuidados continuados e paliativos a monitorização das dietas e a implementação de sistemas de recomendação nutricional pode significar mais qualidade de vida, mais esperança de vida e menos custos no tratamento de doentes.

Os sistemas de recomendação nutricional podem ser incluídos em plataformas de telemedicina e de residências medicamente assistidas.

Também para o cidadão comum as dietas alimentares são um fator de prevenção da doença e melhoria da qualidade de vida. É possível para a sociedade em geral desenvolver aplicações informáticas que com base nos dados demográficos, clínicos e de atividade determinem as necessidades nutricionais de cada indivíduo. Estes dados podem ser cruzados com ontologias de alimentos e perceber em cada instante qual o desvio na alimentação face às necessidades da pessoa. Estas aplicações podem ser generalizadas para dispositivos móveis e utilizarem sistemas de aquisição automática de dados.

Para as autoridades responsáveis pelas políticas de saúde seria possível conhecer os desvios nutricionais de grupos da população e desenvolver políticas de ajuste de hábitos.

Se os alimentos tiverem no seu código de barras a informação do lote é ainda possível fazer rastreabilidade de alimento e rastreabilidade microbiológica.

O modelo proposto prova a viabilidade do estudo no entanto necessita de mais casos para adquirir uma melhor aprendizagem.

As tabelas DRIs sobre as quais os nutricionistas se baseiam estão construídas para pessoas saudáveis. No caso de doentes os valores são alterados em função da patologia, antecedentes clínicos, índice de massa corporal, risco nutricional e género.

A inexistência de registo de todos os casos de doentes com respetivas prescrições limita a precisão do modelo.

No entanto e apesar disso conseguiu-se um erro médio relativo inferior a 1. Com os casos recolhidos dos especialistas percebeu-se que existem variáveis tais como a água, energia e macronutrientes que não constam na tabela de DRIs e que são importantes na prescrição do valor nutricional.

Também nesta situação a rede neuronal do modelo adquiriu aprendizagem e conseguiu inferir valores quase todos com erros relativos inferiores a 1.

A fase seguinte foi a proposta de um sistema de recomendação de dietas baseado no modelo.

O desenvolvimento deste sistema pressupõe algoritmos com linguagens tradicionais e não representa complexidade de maior. Pois baseia-se no cruzamento de dados provenientes do modelo de recomendação e das ontologias de constituição de alimentos.

Sobre o ponto de vista de implementação prática, a rede neuronal pode ser exportada através da linguagem PMML para outra plataforma e ser executada por um outro *software*.

Também as ontologias podem ser criadas com um editor de ontologias do género do referido no estudo e de seguida inseridas num repositório de ontologias. Para a linguagem das ontologias, o OWL 2, existem várias bibliotecas de funções, (*application program interfaces*), que permitem de uma linguagem como por exemplo o *java* aceder aos conteúdos das mesmas e efetuar manipulação de dados.

Mostrou-se também como se poderiam desenvolver *archetypes* para dados nutricionais. A importância deste desenvolvimento foi também salientada por um dos investigadores da *OpenEHR* durante a entrevista semiestruturada realizada.

Para que seja possível construir conhecimento sobre os dados clínicos e nutricionais é importante que estes estejam num repositório normalizado segundo a norma ISO 13606.

Apresentou-se como se poderia com um editor de *archetypes* construir um *archetype* que é disponibilizado diretamente em linguagem ADL pelo editor.

O desenvolvimento e a partilha de modelos de recomendação para dados nutricionais entre as diferentes instituições de cuidados de saúde do Serviço Nacional de Saúde será possível devido às linguagens e estruturas normalizadas. Também o conceito de ontologia associado a objeto potencia para os sistemas de recomendação as propriedades de hereditariedade e isomorfismo já conhecidas dos objetos de programação.

## 7.2 Restrições ao Estudo

O desenvolvimento do modelo de recomendação nutricional apresentou como principal restrição a ausência de casos reais com todas as variáveis que influenciam a prescrição nutricional

Também teria sido muito importante para afinar o modelo, a existência de dados das avaliações sucessivas que os profissionais efetuam, mas das quais também não existe registo.

Com os dados das avaliações sucessivas o modelo poderia melhorar a inferência inicial e introduzir outra variável de entrada que seria o tempo de internamento ou de terapia. Pode-se colocar a questão se com estes dados não seria possível ajustar o modelo às necessidades reais de cada doente e se em determinadas circunstâncias o próprio modelo não poderá ser um sistema de suporte à decisão dietética de maior fiabilidade do que os métodos atuais.

Os valores nutricionais dos alimentos que foram retirados da tabela de composição de alimentos são valores médios para uma amostra de produtos.

Quando todos os produtores de produtos alimentares introduzirem os seus produtos na base de dados Portfir irá ser possível conhecer o valor energético por produto em vez de valor médio.

Para o caso de alguns produtos a diferença poderá ser substancial o que permitirá ter dietas mais precisas e aumentar determinados macronutrientes sem correr o risco de algum componente ultrapassar a barreira para o nível de toxicidade.

As tabelas DRIs estão feitas para consumos médios e necessidades nutricionais de uma amostra de população.

Desconhece-se se essas tabelas estarão adequadas para a população Portuguesa. Seria interessante avaliar esta adequação e eventualmente introduzir fatores de correção.

As empresas de *catering* também por sua vez processam alimentos crus. Mas não se conhece se os métodos de processamento estão dentro dos padrões de retenção referidos na Tabela de Composição de Alimentos.

Por fim, uma barreira mais tecnológica, a inexistência de um modelo de EHR normalizado nos hospitais em Portugal que permita partilhar dados clínicos e extrair informação normalizada para sistemas de suporte à decisão.

### 7.3 Trabalhos Futuros

Para que o modelo adquira maior universalidade é importante melhorar as suas fontes de informação.

Uma das barreiras é o diagnóstico clínico e a informação da patologia que está em texto não estruturado no diário clínico.

O investigador já iniciou um estudo para avaliar se é possível com algoritmos de *text mining* inferir dos conteúdos semânticos dos diários clínicos antes dos procedimentos serem codificados.

Com base neste modelo de texto *mining* será possível desenvolver o sistema proposto no Capítulo VI e ao mesmo tempo incluir os dados retirados do diário clínico num repositório normalizado de EHR.

Espera-se que desta forma se consiga um processo de migração dos atuais sistemas proprietários para plataformas normalizadas.

Os artigos publicados foram enviados ao Grupo de Normalização do Ministério da Saúde sobre esta matéria que já disponibilizou um Hospital para iniciar a aplicação do modelo.

## *Referências Bibliográficas*

- AHIMA. (2006). *Healthcare Code Sets, Clinical Terminologies , and Classification Systems Chicago: American Health Information Management Association.*
- Andersen, J. P., Prause, J., & Silver, R. C. (2011). *A Step-by-Step Guide to Using Secondary Data for Psychological Research.* Social and Personality Psychology Compass, 5(1), 11.
- Arlow, J., & Neustadt, I. (2004). *Enterprise Patterns and MDA: Addison Wesley.* Beale, T. (2007). Null Flavours and Boolean data in openEHR. Disponível em <http://www.openehr.org/wiki/display/spec/Null+Flavours+and+Boolean+data+in+openEHR>, consultado em 2011-12-29.
- Arnould, E. J. (1998). *ETHICAL CONCERNS IN PARTICIPANT OBSERVATION/ETHNOGRAPHY.* Advances in Consumer Research 25, 2.
- Beale, T. (2007). *Null Flavours and Boolean data in openEHR.* Disponível em <http://www.openehr.org/wiki/display/spec/Null+Flavours+and+Boolean+data+in+openEHR>, consultado em 2011-12-29.
- Bell, J. (1993). *Doing Your Research Project: Guide for First-Time Researchers in Education & Social Science.* Oxford: OU Press.
- Berner, E. S. (Ed.). (2007). *Clinical Decision Support Systems: Theory and Practice Birmingham , Alabama: Springer.*
- Bernstein, K., Tvede, I., Petersen, J., & Bredegaard, K. (2009). *Can openEHR archetypes be used in a national context? The Danish archetype proof-of-concept project.* Stud Health Technol Inform, 150, 147-151.
- Bogdan, R., & Bilklen, S. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação, Colecção Ciências da Educação.* Porto: Porto Editora.
- Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (2005). *The Unified Modeling Language Guide: Addison Wesley.*
- Brass, A., Moner, D., Hildebrand, C., & Robles, M. (2010). *Standardized and Flexible Health Data Management with an Archetype Driven EHR System (EHRflex).* Stud Health Technol Inform, 155, 212-218.
- Brockmans, S., Haase, P., Serafini, L., & Stuckenschmidt, H. (2009). *Formal and Conceptual Comparison of Ontology Mapping Languages* in H. Stuckenschmidt, C. Parent & S. Spaccapietra (Eds.), *Modular ontologies: Springer-Verlag.*
- Browne, E. D. (2005). *Workflow Modelling of Coordinated Iter-Health\_provider Care Plans.* University of South Australia, Adelaide.

- Cardillo, E. (2011). *A Lexi-Ontological Resource for consumer Healthcare*. University of Trento, Trento.
- Chen, R., Klein, G. O., Sundvall, E., Karlsson, D., & Ahlfeldt, H. (2009). *Archetype-based conversion of EHR content models: pilot experience with a regional EHR system*. *BMC Med Inform Decis Mak*, 9, 33.
- Creswell, J. W. (2003). *Research Design, Qualitative, Quantitative and Mixed Methods*. Sage Publications.
- Fragata, L. (2006). *Risco Clinico*. Coimbra: Almedina.
- Freeman, W. J. (2000). *A neurobiological interpretation of semiotics: meaning, representation, and information*. *Information Sciences*, 124, 8.
- Freitas, S., & Oliver, M. (2005). *Does E-Learning Policy Drive Change in higher Education ?*. *Journal of Higher Education Policy and Management*, 27(1), 15.
- Garets, D., & Davis, M. (2006). *Electronic Medical Records vs. Electronic Health Records: Yes, There Is a Difference*. HIMSS Analytics, LLC.
- Gillham, B. (2001). *Case Study Research Methods*. London, New York: Continuum.
- Goulding, C. (2003). *Grounded theory, ethnography and phenomenology. A comparative analysis of three qualitative strategies for marketing research*. *EJM* 39,3/4.
- Gruber, T. R. (1992). *What is an Ontology? Knowledge System AI Laboratory*. Disponível em <http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>, consultado em 2011-12-29.
- Gruber, T. R. (1993). *Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*. Paper presented at the In International Journal Human-Computer Studies 43. Disponível em <http://tomgruber.org/writing/onto-design.pdf>, consultado em 2011-12-29.
- Grummer-Strawn, L. M., Reinold, C., & Krebs, N. F. (2010). *Use of World Health Organization and CDC Growth Charts for Children Aged 0--59 Months in the United States: Center Diseases Control and Prevention*. CDC. Disponível em <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/rr5909a1.htm>, consultado em 2011-12-30.
- Guazzelli, A., Lin, W.-C., & Jena, T. (2010). *PMML in Action - Unleashing the Power Standards for Data Mining and Predictive Analytics*: CreateSpace.
- Günther, H. (2006). *Pesquisa qualitativa v. pesquisa quantitativa: esta é a questão?* *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 22 (2), 201-209.

- HL7,(2003). HL7 Reference Information Model. Disponível em <https://www.hl7.org/library/data-model/RIM/C30202/rim.htm>, consultado em 2011-12-29.
- IHTSDO.(2008). Guidelines for Translation of SNOMED CT.
- INFARMED.(2010). Prontuário Terapêutico.
- INFARMED.(2011). Código Hospitalar Nacional do Medicamento (CHNM). Disponível em [http://www.infarmed.pt/portal/page/portal/INFARMED/MEDICAMENTOS\\_USO\\_HUMANO/PRESCRICAO\\_DISPENSA\\_E\\_UTILIZACAO/CODIGO\\_HOSPITALAR\\_NACIONAL\\_MEDICAMENTO](http://www.infarmed.pt/portal/page/portal/INFARMED/MEDICAMENTOS_USO_HUMANO/PRESCRICAO_DISPENSA_E_UTILIZACAO/CODIGO_HOSPITALAR_NACIONAL_MEDICAMENTO), consultado em 2011-12-29.
- ISO 11404.(2007). Information technology — GeneralPurpose Datatypes (GPD).
- ISO 13606.Health informatics — Electronic health record communication.
- ISO 18308. (2003). ISO/TS 18308. Disponível em [http://www.openehr.org/releases/0.9/requirements/iso18308\\_conformance.pdf](http://www.openehr.org/releases/0.9/requirements/iso18308_conformance.pdf), consultado em 2011-12-30.
- ISO 18308.(2002). Paper presented at the Meetings ISO/TC 215/WG1. Disponível em [http://sl.infoway-inforoute.ca/content/disppage.asp?cw\\_page=infostand\\_ihisd\\_isowg1\\_mtg\\_aust\\_e](http://sl.infoway-inforoute.ca/content/disppage.asp?cw_page=infostand_ihisd_isowg1_mtg_aust_e), consultado em 2011-12-29.
- ISO 21090. *Health Informatics — Harmonized data types for information interchange*. Disponível em [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=35646](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=35646), consultado em 2011-12-29.
- ISO TC215. TC215 Working Group. Disponível em [http://www.iso.org/iso/iso\\_technical\\_committee?commid=54960](http://www.iso.org/iso/iso_technical_committee?commid=54960), consultado em 2011-12-29.
- ISO/TR 20514:2005(E). (2005). *Health informatics — Electronic health record*. Definition, scope, and context. Disponível em [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=39525](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=39525), consultado em 2011-12-30.
- Jiang, X., Liu, B., Jiang, J., Zhao, H., Fan, M., Zhang, J., et al. (2008). *Modularity in the genetic disease-phenotype network*. FEBS Letters, 582(17), 2549-2554.
- Jing, X., Kay, S., Marley, T., Hardiker, N. R., & Cimino, J. J. (2011). *Incorporating personalized gene sequence variants, molecular genetics knowledge, and health*

- knowledge into an EHR prototype based on the Continuity of Care Record standard.* Journal of Biomedical Informatics(0).
- Kalra, D. (2002). *Clinical Foundations and Information Architecture for the Implementation of a Federated Health Record Science.* University College London, Londres.
- Konev, B., Lutz, C., Walther, D., & Wolter, F. (2009). *Formal properties of Modularisation.* In C. Parent & S. Spaccapietra (Eds.), *Modular Ontologies:* Springer-Verlag.
- Laibow, R. E. (n.d.). *Nutrition and Health:* National Solutions Foundations.
- Leclercq, C., Valsta, L. M., & Turrini, A. (2001). *Food Composition Issues - Implications For The Development of Food based Dietary Guidelines.* *Public Health Nutrition.* Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11683561>, consultado em 2011-12-30.
- Lloyd, D., & Kalra, D. (s.d.). EHR Requirements. Disponível em <http://eprints.ucl.ac.uk/1583/1/A5.pdf>, consultado em 2011-12-29.
- Lloyd-Jones, G. (2003). *Design and Control Issues in Qualitative Case Study Research.* *International Journal of Qualitative Methods*, 2(2), 42.
- Macedo, M., & Isaías, P. (2010). *A Framework model for e-Health services.* Paper presented at the Conference on Technology and Medical Sciences Porto.
- Macedo, M., & Isaías, P. (2011a). *A Methodology to Develop a Clinical Ontology for Healthcare Business.* Paper presented at the HCI2011, Orlando.
- Macedo, M., & Isaías, P. (2011b). *Standards related to interoperability in EHR & HS.*
- Macedo, M., & Isaías, P. T. (2009). *Patient Standardization Identification as a Healthcare Issue.* Paper presented at the Human Computer Interaction 2009.
- Machado, H. (2010). *O Retrato Decifrado do Doente: Psicossoma.*
- Maldonado, J. A., Moner, D., Bosca, D., Fernandez-Breis, J. T., Angulo, C., & Robles, M. (2009). *LinkEHR-Ed: a multi-reference model archetype editor based on formal semantics.* *Int J Med Inform*, 78(8), 559-570.
- Markov, Z., & Larose, D. T. (2007). *Data Mining The Web:* John Wiley & Sons , Inc. Publication
- Martínez Costa, C., Menárguez-Tortosa, M., & Fernández-Breis, J. T. (2011). *Clinical data interoperability based on archetype transformation.* *Journal of Biomedical Informatics*, 44(5), 869-880.

- Merriam, S. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Miles, M., & Huberman, M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook (2nd ed.)*. Newbury Park: Sage Publications.
- Møller, A., & Ireland, J. (2010). *LanguaL 2010 The LanguaL Thesaurus*. Disponível em <http://www.langual.org/>, consultado em 2011-12-30.
- Oliver, M. (1998). *Theories in health care and research*.BMJ.
- Omelayenko, B. (2001). *Learning of Ontologies for the Web: the Analysis of Existent Approaches*. Paper presented at the Proceedings of the International Workshop on Web Dynamics
- OMG. (2011). *Unified Modeling Language*. Disponível em <http://www.omg.org/spec/UML/2.4.1/>, consultado em 2011-12-29.
- OpenEhr. (2007). openEHR Architecture. Disponível em <http://www.openehr.org>, consultado em 2011-12-30.
- Ordem dos Médicos. (1997). *Código de Nomenclatura e Valor Relativos dos Actos Médicos*. Disponível em <http://www.nortemedico.pt/textos/?imr=3&imc=6n423n>, consultado em 2011-12-29.
- Ponte, J. (2006). *Estudos de caso em educação matemática*. Bolema (25), 105-132.
- Portaria 567. (2006). Diário da República.
- Porter, M. F. (2001). *Snowball: A language for stemming algorithms*. Disponível em <http://snowball.tartarus.org/texts/introduction.html>, consultado em 2011-12-29.
- Rajgopal, R., Cox, R. H., Lambur, M., & Lewis, E. C. (2002). Cost-Benefit Analysis Indicates the Positive Economic Benefits of the Expanded Food and Nutrition Education Program Related to Chronic Disease Prevention. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 34(1), 26-37.
- Robert, D. H., Liora, A., Sandy, B., & Calvin, B. (2004). HL7 Clinical Document Architecture, Release 2.0.
- Runeson, P., & Höst, M. (2008). *Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering*. *Empirical Software Engineering*, 14(2), 30.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2003). *Research Methods for Business Students*.Pearson.
- Schloeffel Peter, Beale Thomas, Hayworth George, Heard Sam, & Heather, L. (s.d.). *The relationship between CEN 13606, HL7, and openEHR*. Disponível em <http://www.oceaninformatics.com>, consultado em 2011-11-29.

- shabo, A. (2005). *The Implications of Electronic Health Records for personalized medicine*. *Future Medicine*, 2(3), 7.
- Sociedade Espanhola de Nutrição Parentérica e Entérica, & Médica, S. E. d. D. (2009). *A codificação da Desnutrição*.
- Stake, R. (1995). *The Art of Case Study Research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications
- TC215, I. (2000). *Requirements for an Electronic Health Record Reference Architecture*. Disponível em <http://www.tc215wg3.nhs.uk/documents/docs09>, consultado em 2011-12-29.
- Trotter, F., & Uhlman, D. (2011). *Meaningful Use and Beyond*: O'Reilly Media, Inc.
- Uva, A. S., Sousab, P., & Serranheira, F. (2011). *A Segurança do doente para além do erro médico ou do erro clínico*. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*.
- Wang, J., Kamin, C., & J., W. (2011). *A Survey of Systems and Improvement Approaches for Psychological Healthcare*. Paper presented at the 2011 Industrial Engineering
- Wendy Huang. (2009). Proposal: *New PersonalRelationshipRoleType codes*. Disponível em [http://wiki.hl7.org/index.php?title=Proposal:\\_New\\_PersonalRelationshipRoleType\\_codes](http://wiki.hl7.org/index.php?title=Proposal:_New_PersonalRelationshipRoleType_codes), consultado em 2011-12-29.
- Wilson, W. J., & Chaddha, A. (2009). *The role of theory in ethnographic research*. *Ethnography*, 10(2–3), 15.
- Yin, R. (1994). *Case Study Research: Design and Methods (Second ed.)*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications
- Zhang, J., & Walji, M. F. (2011). *TURF: Toward a unified framework of EHR usability*. *Journal of Biomedical Informatics*, 44(6), 1056-1067.
- Zhou, X., Peng, Y., & Liu, B. (2010). *Text mining for traditional Chinese medical knowledge discovery: A survey*. *Journal of Biomedical Informatics*, 43(4), 650-660.

## **ANEXOS**

## Anexo I - Documentos e Grupos de Trabalho para a Normalização do Electronic Health Record

AS4390.3 ASTM	Australian Standard on Records Management, 1996 Part 3: Strategies ASTM. Standard Guide for Properties of Electronic Health Records and Record Systems. E1769-95, Feb 1996.
ASTM 1769:1995	ASTM. Standard Guide for Properties of Electronic Health Records and Record Systems. E1769-95, Feb 1996.
CBPR	Dick RS and Steen EB. The Computer-Based Patient Record: An Essential Technology for Health Care. US National Academy of Sciences, Institute of Medicine, 1991.
C-ENV-SD CEN 13608-1: 2000	CEN/TC 251/WG 1. PT011 EHCRA prENV12265 Supporting Document ENV13608-1:2000 Health informatics - Security for healthcare communication - Concepts and terminology.
CEN 13606-1:2000	ENV13606-1:2000, Health informatics - Electronic healthcare record communication - Part 1:Extended architecture.
CEN 13940: 2000	ENV13940:2000, Health Informatics – Systems of concepts to support continuity of care.
CPRI-95	Computer-based Patient Record Institute. Description of the Computer-based Patient Record (CPR) and Computer-based Patient Record System. May 1995. Available at: <a href="http://www.cpri-host.org/resource/index.html">http://www.cpri-host.org/resource/index.html</a>
CPRI-96	Computer-based Patient Record Institute. Computer-based Patient Record Description of Content. August 1996. Available at: <a href="http://www.cpri-host.org/resource/index.html">http://www.cpri-host.org/resource/index.html</a>
DC-1	Camplin DA. Synopsis of Requirements from The GEHR Architecture (GEHR Deliverables 19, 20 and 24)
DR-1	Lloyd DS and Dixon RM. Proposed extensions and issues for GEHR, including PRISM experiences.
EU-CEN:1997	European Committee for Standardisation (CEN). Proceedings of the second EU-CEN workshop on the electronic healthcare record. CEN, 1997.
FEAF:2001	CIO Council. A Practical Guide to Federal Enterprise Architecture. Available at: <a href="http://www.itpolicy.gsa.gov/mke/archplus">www.itpolicy.gsa.gov/mke/archplus</a> .
GEHR-04	GEHR Requirements for Clinical Comprehensiveness (GEHR Project Deliverable 4). St. Bartholomew's Hospital Medical College, 1992. Available at: <a href="http://www.chime.ucl.ac.uk/work-areas/ehrs/GEHR/GEHRdeliverables.htm">www.chime.ucl.ac.uk/work-areas/ehrs/GEHR/GEHRdeliverables.htm</a>
GEHR-05	GEHR Requirements for Portability (GEHR Project Deliverable 5). St. Bartholomew's Hospital Medical College, 1993.
GEHR-08	Ethical and Legal Requirements of GEHR Architecture and Systems' (Project Deliverable 8), St. Bartholomew's Hospital Medical College, 1994.
GEHR-09	Educational Requirements of GEHR Architecture and Systems (Project Deliverable 9), St. Bartholomew's Hospital Medical College, 1994.
GEHR-19	GEHR Deliverables 19,20,24 - 'The GEHR Architecture', Version 1.0, 30/6/95, D. Ingram, D. Lloyd, D. Kalra, T. Beale, S. Heard, P. A. Grubb, R. M. Dixon, D. A. Camplin, J. C. Ellis, A. M. Maskens. Note that the requirements so marked could originate from any of the GEHR Deliverables – 4,5,6,7,8,9 or 10 as well as this one.
GEHR-2000	The GEHR Object Model Technical Requirements. Rev 2.1 Draft B, Jun 2000 <a href="http://www.gehr.org/technical/requirements/gehr_requirements.html">http://www.gehr.org/technical/requirements/gehr_requirements.html</a>

HINA	National Electronic Health Record Taskforce (NEHRT). A Health Information Network for Australia. Report to [Australian] Health Ministers. Commonwealth of Australia, Department of Health and Aged Care. July 2000. ISBN 0 642 44668 7. Available at: <a href="http://www.health.gov.au/healthonline/ehr_rep.htm">http://www.health.gov.au/healthonline/ehr_rep.htm</a>
I4C-1	I4C (Integration and Communication for the Continuity of Cardiac Care) Project HC1024 of the EU 4th framework. Deliverable 1: User Requirements and Functional Specification.
I4C-10	I4C (Integration and Communication for the Continuity of Cardiac Care). Project HC1024 of the EU 4th framework. Deliverable 1: User Requirements and Functional Specification/ORCA. Work primarily built upon the Open Record for Care (ORCA) Model developed at Erasmus University, Rotterdam.
ISO/TC215/WG2	ISO/TC215/WG2. Electronic Healthcare Message Communication—Essential Characteristics Required to Enable Precise Healthcare Messaging and Communication Standards. Version 1.03. September 1999
IT-14-9-2	Standards Australia, IT-14-9-2 EHR Working Group. Working papers. 2000.
JCAHO-IM2	US Joint Commission for Accreditation of Healthcare Organizations. Information Management Standards. 2000
NIVEMES	NIVEMES (A Network of Integrated VERTICAL Medical Services targeting ship vessels and remote populations) Project HC1035 of the EU 4th framework. Taken from "The Structure and the Basic Principles of the Telemedicine Project"
NIVEMES-ML	NIVEMES (A Network of Integrated VERTICAL Medical Services targeting ship vessels and remote populations) /a_med Line©. Project HC1035 of the EU 4th framework. Taken from "The Structure and the Basic Principles of the Telemedicine Project"
NU-SS	Nucleus (Customization Environment for Multimedia Integrated Patient Dossiers) Project A2025 Of the EU 3rd framework. Taken from "Healthcare record architecture information: relevant projects" - (SAPHIS) Services, Architecture & Products for Health Information Systems, Paris.
NZ EMR	The New Zealand Electronic Medical Record Standard. Electronic Medical Records Standards Subcommittee. SC606, WG3 Draft v1.06, 25 February 1998.
ISO/TS 17090 :2001	ISO/TS 17090:2001, Health Informatics – Public Key Infrastructure. Part 1: Framework and overview.
ISO/IEC 10746-2:1996	ISO/IEC 10746-2:1996, Information Technology. Open Distributed Reference Model - -Part 2: Foundations.
ISO/IEC 2382-8:1998	ISO/IEC 2382-8:1998, Information technology – Vocabulary -- Part 8: Security.
OHIH:2001	Office of Health and the Information Highway, Tactical plan for a pan-Canadian Health infostructure", Health Canada. 2001.
OpenEHR:2002	OpenEHR:2002, EHR Design Principles. Available at: <a href="http://www.openehr.org/Doc_html/Model/Principles/design_principles.htm">http://www.openehr.org/Doc_html/Model/Principles/design_principles.htm</a>
PRESTIGE-SS	Prestige (Guidelines in Healthcare). Project HC1040 of the EU 4th framework. Taken from "Healthcare record architecture information: relevant projects" - (SAPHIS) Services, Architecture & Products for Health Information Systems, Paris.
RICHE-SS	RICHE (Reseau d'Information et de Communication Hospitalier European), Project 2221 Of the EU 2nd framework. Taken from "Healthcare record architecture information: relevant projects" – (SAPHIS) Services, Architecture & Products for Health Information Systems, Paris.
SPRI, 1998a	Swedish Institute for Health Services Development (SPRI). A reference architecture for information systems in the health care domain. SPRI, 1998. ISSN 0281-6881.

SPRI:1998b	Swedish Institute for Health Services Development (SPRI). A reference architecture supporting process-oriented healthcare. SPRI, 1998. ISSN 1403-3356.
STAR-SS	STAR, taken from "Healthcare record architecture information: relevant projects" - (SAPHIS) Services, Architecture & Products for Health Information Systems, Paris
SupA1.4 :2000	EHCR-SupA. "Electronic Health Care Record Architecture: Consolidated List of Requirements." Version 1.4, May 2000. <a href="http://www.chime.ucl.ac.uk/Health/EHCR-SupA">http://www.chime.ucl.ac.uk/Health/EHCR-SupA</a>
SYNAPSES	SYNAPSES (Federated Healthcare Record Server). Project HC1046 of the EU 4th framework. Deliverable 1A from NORA and including technical requirements.
Zachman:1996	Zachman J. Enterprise Architecture: The Issue of the Century. Zachman International, 1996

## Anexo II - Print Screens

**Pesquisa de Doentes com Prescrição**

**Prescrições Internas**

Doente: [Redacted] SNS: [Redacted] Idade: [Redacted]

Serviço: [Redacted] / [Redacted] Cama: [Redacted] Obs Farm: [Redacted] Obs Presc: [Redacted]

Médico: [Redacted] / [Redacted] Presc. Não Medicam.: [Redacted]

Data Prescr.: 2011/12/13 15:54 Custo Total: [Redacted] Nº de Prescrições: 22

Dieta: 1997 / DIETA DIABETICA Obs. Dieta: [Redacted] Justificações: [Redacted]

**Detalhe da Prescrição e da Recepção**

Prescrição sem Medicamentos?  Medicamentos Prescritos Internamento

Soro	Medicamento	Forma Med.	Dose	Un. Medida	Via Adm.	Freq./ Horário	Custo
	CARBOXIMETILCELULOSE COM PRATA 15X15	PENSO	2	UNID.	APLIC.TOP	1id 8 h	
	INSULINA INSULATARD ISOF.ACC.INTERM. 100U,SOL.INJ.		10	U.I.	S.C.-I.V.	1id 8h	87,34
	INSULINA INSULATARD ISOF.ACC.INTERM. 100U,SOL.INJ.		8	U.I.	S.C.-I.V.	1id 23 h	69,87
	INSULINA ACCAO RAPIDA,1000UI,FR/AMP 10ML SOL.INJ.		2	U.I.	S.C.	SOS 3ic8 h - 12 h - 20 h	1,05

Princípio Activo: Sem princípio activo Alterada?

Prescritor: [Redacted] Data Início: [Redacted] Data Fim: [Redacted]

Obs. Medicamento: [Redacted] Taxa Inf: [Redacted]

**Medicamentos Validados/ a Distribuir**

Medicamento	Forma Med.	Dose	Un. Med.	Via Adm.	Freq./ Horário	Qt.
INSULINA ACCAO RAPIDA,1000UI,FR/AMP 10ML	SOL.INJ.		2	U.I. S.C.	SOS 3id8 h - 12 h - 20 h	1
CARBOXIMETILCELULOSE C/ PRATA 10X10CM, COMPRES.	PENSO		2	UNID. APLIC.TOP.	1id 8 h	2
INSULINA INSULATARD ISOF.ACC.INTERM. 100U/ML,FR10U	SOL.INJ.		10	U.I. S.C.-I.V.	1id 8h	1
INSULINA INSULATARD ISOF.ACC.INTERM. 100U/ML,FR10U	SOL.INJ.		8	U.I. S.C.-I.V.	1id 23 h	1

Princípio Activo: Sem princípio activo

Obs. Recepção: [Redacted] Tradicional?

Data Recepção: [Redacted] Resp. Recepção: [Redacted] Forn. p/ Farmácia?

**Pesquisa de Doentes com Prescrição**

**Prescrições Internas**

Doente: [Redacted] SNS: [Redacted] Idade: [Redacted]

Serviço: [Redacted] / [Redacted] Cama: [Redacted] Obs Farm: [Redacted] Obs Presc: [Redacted]

Médico: [Redacted] / [Redacted] Presc. Não Medicam.: [Redacted]

Data Prescr.: 2011/02/18 14:51 Custo Total: 4,31 Nº de Prescrições: 13

Dieta: 021 / DIETA PASTOSA SEM SAL Obs. Dieta: APÓS TESTE DE DEGLUTIÇÃO Justificações: [Redacted]

**Detalhe da Prescrição e da Recepção**

Prescrição sem Medicamentos?  Medicamentos Prescritos Internamento

**PRESCRIÇÃO ANULADA**

Soro	Medicamento	Forma Med.	Dose	Un. Medida	Via Adm.	Freq./ Horário	Custo
	CAPTOPRIL,25MG,CAP/COMP	CAP/COMP	25	MG	ORAL	SOS3id Até 3 id	,06
	AMLODIPINA,5MG,CAP/COMP.	CAP/COMP	5	MG	ORAL	1id 12 h	,03
	INSULINA ACCAO RAPIDA,1000UI,FR/AMP 10ML SOL.INJ.		4	U.I.	S.C.	PA-AJT P. Almoco Almo,	11
	INSULINA ACCAO RAPIDA,1000UI,FR/AMP 10ML SOL.INJ.		6	U.I.	S.C.	PA-AJT P. Almoco Almo,	16

Princípio Activo: CAPTOPRIL Alterada?

Prescritor: [Redacted] Data Início: [Redacted] Data Fim: [Redacted]

Obs. Medicamento: SE TA SIST > 200 OU DIAST > 110 Taxa Inf: [Redacted]

**Medicamentos Validados/ a Distribuir**

Medicamento	Forma Med.	Dose	Un. Med.	Via Adm.	Freq./ Horário	Qt.
CAPTOPRIL,25MG,CAP/COMP	CAP/COMP		25	MG ORAL	SOS3id Até 3 id	1
INSULINA ACCAO RAPIDA,1000UI,FR/AMP 10ML	SOL.INJ.		4	U.I. S.C.	PA-AJT P. Almoco Ali	1
INSULINA ACCAO RAPIDA,1000UI,FR/AMP 10ML	SOL.INJ.		6	U.I. S.C.	PA-AJT P. Almoco Ali	1
INSULINA ACCAO RAPIDA,1000UI,FR/AMP 10ML	SOL.INJ.		8	U.I. S.C.	PA-AJT P. Almoco Ali	1

Princípio Activo: CAPTOPRIL

Obs. Recepção: [Redacted] Tradicional?

Data Recepção: [Redacted] Resp. Recepção: [Redacted] Forn. p/ Farmácia?

**Pesquisa de Doentes com Prescrição**

**Prescrições Internas**

Doente: [Redacted] SNS [Redacted] Idade [Redacted]

Serviço: [Redacted] / [Redacted] Cama: [Redacted] Obs Farm [Redacted] Obs Presc [Redacted]

Médico: [Redacted] / [Redacted] Presc. Não Medicam. [Redacted]

Data Prescr.: 2011/12/13 11:44 Custo Total: 179,82 Nº de Prescrições: 58

Dieta: 017 / DIETA GERAL SEM SAL Obs. Dieta: [Redacted] Justificações [Redacted]

---

**Detalhe da Prescrição e da Recepção**

Prescrição sem Medicamentos?  Medicamentos Prescritos Internamento

Soro	Medicamento	Forma Med.	Dose	Un. Medida	Via Adm.	Freq./ Horário	Custo
	LEVOFLOXACINA,500MG,FR/AMP 100ML	SOL.INJ.	750	MG	I.V.	1 id 7 h	2,39
	PARACETAMOL,500MG,CAP/COMP	CAP/COMP	1000	MG	ORAL	SOS3id Até 3 id	,08
	FUROSEMIDA,40MG,CAP/COMP	CAP/COMP	40	MG	ORAL	1id 6h	,03
	ESPIRONOLACTONA,25MG,CAP/COMP	CAP/COMP	25	MG	ORAL	1id 12h	,09

Princípio Activo: LEVOFLOXACINA Alterada?

Prescritor: [Redacted] Data Inicio: [Redacted] Data Fim: [Redacted]

Obs. Medicamento: [Redacted] Taxa Inf: [Redacted]

**Medicamentos Validados/a Distribuir**

Medicamento	Forma Med.	Dose	Un. Med.	Via Adm.	Freq./ Horário	Qt.
LEVOFLOXACINA,500MG,FR/AMP 100ML	SOL.INJ.	750	MG	I.V.	1 id 7 h	2
PARACETAMOL,500MG,CAP/COMP	CAP/COMP	1000	MG	ORAL	SOS3id Até 3 id	2
SALBUTAMOL (1INAL<>100MCG),AER.,EMB.	AER.	4		APLIC APLI.BUC/N	6/6H 06 ,12, 18, 2	1
IPRATROPIO,BROM.,(1INAL<>20MCG),AER.,EMB.	AER.	4		APLIC APLI.BUC/N	6/6H 06 ,12, 18, 2	1

Princípio Activo: LEVOFLOXACINA

Obs. Recepção: [Redacted] Tradicional?

Data Recepção: [Redacted] Resp. Recepção: [Redacted] Forn. p/ Farmácia?

**Pesquisa de Doentes com Prescrição**

**Prescrições Internas**

Doente: [Redacted] SNS [Redacted] Idade [Redacted]

Serviço: [Redacted] / [Redacted] Cama: [Redacted] Obs Farm [Redacted] Obs Presc [Redacted]

Médico: [Redacted] / [Redacted] Presc. Não Medicam. [Redacted]

Data Prescr.: 2011/12/13 11:44 Custo Total: 179,82 Nº de Prescrições: 58

Dieta: 017 / DIETA GERAL SEM SAL Obs. Dieta: [Redacted] Justificações [Redacted]

---

**Detalhe da Prescrição e da Recepção**

Prescrição sem Medicamentos?  Medicamentos Prescritos Internamento

Soro	Medicamento	Forma Med.	Dose	Un. Medida	Via Adm.	Freq./ Horário	Custo
	LEVOFLOXACINA,500MG,FR/AMP 100ML	SOL.INJ.	750	MG	I.V.	1 id 7 h	2,39
	PARACETAMOL,500MG,CAP/COMP	CAP/COMP	1000	MG	ORAL	SOS3id Até 3 id	,08
	FUROSEMIDA,40MG,CAP/COMP	CAP/COMP	40	MG	ORAL	1id 6h	,03
	ESPIRONOLACTONA,25MG,CAP/COMP	CAP/COMP	25	MG	ORAL	1id 12h	,09

Princípio Activo: LEVOFLOXACINA Alterada?

Prescritor: [Redacted] Data Inicio: [Redacted] Data Fim: [Redacted]

Obs. Medicamento: [Redacted] Taxa Inf: [Redacted]

**Medicamentos Validados/a Distribuir**

Medicamento	Forma Med.	Dose	Un. Med.	Via Adm.	Freq./ Horário	Qt.
LEVOFLOXACINA,500MG,FR/AMP 100ML	SOL.INJ.	750	MG	I.V.	1 id 7 h	2
PARACETAMOL,500MG,CAP/COMP	CAP/COMP	1000	MG	ORAL	SOS3id Até 3 id	2
SALBUTAMOL (1INAL<>100MCG),AER.,EMB.	AER.	4		APLIC APLI.BUC/N	6/6H 06 ,12, 18, 2	1
IPRATROPIO,BROM.,(1INAL<>20MCG),AER.,EMB.	AER.	4		APLIC APLI.BUC/N	6/6H 06 ,12, 18, 2	1

Princípio Activo: LEVOFLOXACINA

Obs. Recepção: [Redacted] Tradicional?

Data Recepção: [Redacted] Resp. Recepção: [Redacted] Forn. p/ Farmácia?

### Anexo III - Principais atos médicos

	Var 1	Var2
1	101	EXTERIORIZACAO DE INTESTINO GROSSO
2	102	ENCERRAMENTO DIFERIDO DE FERIDA GRANULADA ABDOMINAL
3	103	LISE DE ADERENCIAS PERITONEAIS NCOP
4	104	TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTADORIZADA DO TORAX
5	105	TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTADORIZADA DO ABDOMEM
6	106	INJECCAO DE ANTIBIOTICO
7	107	INJECCAO OU INFUSAO DE ELECTROLITOS
8	108	APLICACAO DE OUTROS PENSOS PARA FERIDAS
9	109	TRANSFUSAO DE GLOBULOS RUBROS
10	110	INCISAO DA PAREDE ABDOMINAL
11	111	INJECCAO DE TRANQUILIZANTE
12	112	TRANSFUSAO DE OUTROS SOROS
13	113	EXERCICIOS RESPIRATORIOS
14	114	INSERCAO DE CATETER URINARIO PERMANENTE
15	115	PERFUSAO PARENTERICA DE SUBSTANCIAS NUTRICIONAIS CONCENTRADAS
16	116	INFUSAO ENTERAL DE SUBSTANCIAS NUTRICIONAIS CONCENTRADAS
17	117	REPARACAO DE HERNIA UMBILICAL NCOP
18	118	INSERCAO DE TUBO (NASO-)GASTRICO NCOP
19	119	MOBILIZACAO DE ARTICULACOES NCOP
20	120	MEDICACAO RESPIRATORIA ADMINISTRADA POR NEBULONIZADOR
21	121	GAVAGE GASTRICA
22	122	VENTILACAO MECANICA CONTINUA POR 96 OU MAIS HORAS CONSECUTIVAS
23	123	INJECCAO DE ANTICOAGULANTES
24	124	RADIOGRAFIA DO TORAX NCOP
25	125	EXCISAO LOCAL OU DESTRUICAO DE LESAO OU TECIDO DO ESTOMAGO
26	126	EXAME MICROSCOPICO NCOP DO SANGUE
27	127	EX.MICR. NCOP BEXIGA URETRA PROST. V.SEM. T.PERIVES. URINA SEMEN
28	128	DETERMINACAO DE GASES NO SANGUE ARTERIAL
29	129	ELECTROCARDIOGRAMA
30	130	ULTRASSONOGRAMA DO CORACAO (ECOCARDIOGRAFIA)
31	131	INJECCAO DE INSULINA
32	132	INJECCAO OU INFUSAO DE INIBIDOR PLAQUETARIO
33	133	EXCISAO LOCAL DE LESAO DA MAMA
34	134	ULTRASSONOGRAMA DO APARELHO URINARIO
35	135	ENTREVISTA PARA DIAGNOSTICO E AVALIACAO NCOP
36	136	EXAME MICROSCOPICO DE SANGUE - CULTURA E SENSIBILIDADE
37	137	INSERCAO DE TUBO ENDOTRAQUEAL
38	138	VENTILACAO MECANICA CONTINUA DE DURACAO NAO ESPECIFICADA

39	139	RADIOGRAFIA DO TORAX DE ROTINA ASSIM DESCRITO
40	140	TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTADORIZADA DA CABECA
41	141	ULTRASSONOGRAMA NCOP
42	142	LAPAROTOMIA EXPLORADORA
43	143	BIOPSIA DE PERITONEU
44	144	PROCEDIMENTOS RESPIRATORIOS NCOP
45	145	CATETERIZACAO VENOSA PARA DIALISE RENAL
46	146	HEMODIALISE
47	147	EX.MIC.BEXIG.URETR.PROST.V.SEMINAL... URINA.SEMEN -CULTUR/SENSIB
48	148	LAVAGENS DE BRONQUIOS E TRAQUEIA NCOP
49	149	EX.MICR.TRAQUEIA/BRONQ./PLEURA/PULMAO/TORAX/EXPECT.-CULT/SENSIB.
50	150	EXAME MICROSC. NCOP TRAQ. BRONQ. PLEURA PULMAO TORAX EXPECTORAC
51	151	ENDOSCOPIA DO INTESTINO DELGADO NCOP ( ENDOSCOPIA ALTA )
52	152	TOMOGRAFIA ABDOMINAL NCOP
53	153	EXAME MICROSCOPICO DE SANGUE - CULTURA
54	154	EX.MICROSC. TRACT.GASTRINT.INFER./FEZES - CULTURA
55	155	VACINACAO CONTRA TUBERCULOSE
56	156	ADMINISTRACAO PROFILATICA DE VACINA CONTRA DOENCAS NCOP
57	157	AVALIACAO AUDIOLOGICA
58	158	BRONCOSCOPIA NCOP
59	159	REMOCAO DE FESES IMPACTADAS
60	160	RADIOGRAFIA DO ABDOMEN NCOP
61	161	ARTERIOVENOSTOMIA PARA DIALISE RENAL
62	162	MONITORIZACAO ELECTROCARDIOGRAFICA
63	163	ULTRASSONOGRAMA DO ABDOMEN E RETROPERITONEU
64	164	DETERMINACAO DE GASES NO SANGUE VENOSO
65	165	VIAS DE ENRIQUECIMENTO EM OXIGENIO NCOP
66	166	AMPUTACAO DO MEMBRO INFERIOR ACIMA DO JOELHO
67	167	BRONCOSCOPIA POR FIBROSCOPIA (BRONCOFIBROSCOPIA)
68	168	CINTIGRAFIA OSSEA
69	169	TORACENTESE
70	170	EX.MICR.TRAQUEIA/BRONQ./PLEURA/PULMAO/TORAX/EXPECT.-CULTURA
71	171	INJECCAO OU INFUSAO DE SUBSTANCIA TERAPEUTICA OU PROFILATICA NCOP
72	172	MEDICOES RESPIRATORIAS NAO INVASIVAS NCOP
73	173	CATETERIZACAO VENOSA NCOP
74	174	REABILITACAO NCOP
75	175	ULTRASSONOGRAMA DO SISTEMA VASCULAR PERIFERICO
76	176	LIBERTACAO DE APERTO URETRAL
77	177	CATETERIZACAO DE VEIA UMBILICAL
78	178	FOTOTERAPIA NCOP
79	179	RESSONANCIA MAGNETICA DO CEREBRO E TRONCO CEREBRAL

80	180	INJECCAO DE ESTEROIDE
81	181	REPARACAO DE INCONTINENCIA URINARIA POR STRESS NCOP
82	182	NEFRO-URETERECTOMIA
83	183	PRESSAO RESPIRATORIA POSITIVA CONTINUA
84	184	CONVERSOES DO RITMO CARDIACO NCOP
85	185	PROSTATECTOMIA RETROPUBICA
86	186	REPARACAO UNILATER. HERNIA INGUINAL DIRECTA C/ENXERTO OU PROTESE
87	187	RADIACAO POR ORTOVOLTAGEM
88	188	OCLUSAO CIRURGICA DE VEIAS DO MEMBRO INFERIOR
89	189	EXCISOES DE VASOS NCOP-VEIAS DOS MEMBROS INFERIORES
90	190	REPARACAO DE FISTULA DA BEXIGA
91	191	EXCISAO OU DESTRUICAO ENDOSCOPICAS LESAO OU TECIDO DE BRONQUIO
92	192	PARACENTESE ABDOMINAL PERCUTANEA
93	193	EX.MICROSC. AMOSTRA PERITONEU/RETROPERIT. - CULTURA
94	194	EXAME MICROSCOPICO NCOP DO PERITONEU OU RETROPERITONEU
95	195	EX.MICR. DE AMOSTRA DA PELE E TEGUMENTOS - CULTURA E SENSIBILID.
96	196	DESBRIDAMENTO EXCISIONAL DE FERIDA INFECCAO OU QUEIMADURA
97	197	APLICACAO DE PENSO COMPRESSIVO
98	198	AMPUTACAO DE DEDO DO PE
99	199	REPARACAO DE HERNIA INCISIONAL DA PAREDE ABDOMINAL COM PROTESE
100	200	COLONOSCOPIA
101	201	ENDOSCOPIA DO INTESTINO DELGADO ATRAVES DE ESTOMA ARTIFICIAL
102	202	TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTADORIZADA NCOP
103	203	ESFINCTEROTOMIA E PAPILOTOMIA ENDOSCOPICAS
104	204	EX.MICR. DE AMOSTRA DE FERIDA OPERATORIA - CULTURA E SENSIBILID.
105	205	LAQUEACAO E STRIPPING DE VEIAS VARICOSAS DOS MEMBROS INFERIORES
106	206	IMUNOADSORC?O EXTRACORPORAL
107	207	INJECCAO OU INFUSAO DE SUBSTANCIA QUIMICO-TERAPEUTICA DO CANCRO
108	208	INJECCAO DE OUTROS ANTI-INFECCIOSOS
109	209	HEMICOLECTOMIA DIREITA
110	210	ILEOSTOMIA SOE
111	211	PROCEDIMENTOS EM HEMORROIDES NCOP
11	212	ULTRASSONOGRRAFIA DA CABECA E PESCOCO

2		
113	213	ANASTOMOSE INTESTINO DELGADO - INTESTINO DELGADO
114	214	RESSECCAO PARCIAL INTESTINO DELGADO NCOP
115	215	MASTECTOMIA SIMPLES UNILATERAL EXTENSA
116	216	SUTURA DE ULCERA DUODENAL
117	217	EXTRACCAO DE PROTESE DE FIXACAO INTERNA DA TIBIA E PERONEO
118	218	SECCOES DE OSSO NCOP TIBIA E PERONEO
119	219	REDUCAO ABERTA DE FRACTURA DA TIBIA E PERONEO C/FIXACAO INTERNA
120	220	APLICACAO DE OUTROS MOLDES
121	221	ACTOS DE DIAGNOSTICO FISIOTERAPEUTICO NCOP
122	222	TREINO NA UTILIZACAO DE PROTESE OU ORTOTESE
123	223	CALECTOMIAS OSSEAS COM CORRECCAO DOS TECIDOS MOLES NCOP
124	224	EXCISOES DE TECIDOS MOLES NCOP
125	225	RESSUSCITACAO CARDIO-PULMONAR NCOP
126	226	REVISAO DE SUBSTITUICAO DA ANCA
127	227	REDUCAO ABERTA DE FRACTURA DO FEMUR COM FIXACAO INTERNA
128	228	CONSULTAS NCOP
129	229	TREINO DE DEAMBULACAO E ORTOESTATISMO
130	230	CONSULTA DESCRITA COMO LIMITADA
131	231	TRACCOES NA PELE DOS MEMBROS NCOP
132	232	PUNCAO LOMBAR
133	233	ELECTROENCEFALOGRAMA
134	234	PILOROPLASTIA NCOP
135	235	VENTILACAO MECANICA CONTINUA POR MENOS DE 96 HORAS CONSECUTIVAS
136	236	EX.MICR.TRAQUEIA/BRONQ./PLEURA/PULMAO/TORAX/EXPECT.-CITOL/PAPAN.
13	237	RESSONANCIA MAGNETICA DE LOCAIS NCOP OU SOE

7		
13 8	238	FISIOTERAPIAS NCOP
13 9	239	SERIOGRAFIA DA PORCAO TERMINAL DO INTESTINO (CLISTER OPACO)
14 0	240	INJECCAO DE GAMA GLOBULINA
14 1	241	TRANSFUSAO DE SUBSTANCIA NCOP
14 2	242	COLECISTECTOMIA
14 3	243	EXAME MICROSCOPICO NCOP DO FIGADO VIAS BILIARES OU PANCREAS
14 4	244	EX.MICROSC. AMOSTRA BACO OU MEDULA OSSEA - CULTURA
14 5	245	MIELOGRAFIA DE CONTRASTE
14 6	246	EXAME MICROSCOPICO NCOP DO BACO OU DA MEDULA OSSEA
14 7	247	EX.MICR. DE AMOSTRA DA PELE E TEGUMENTOS - SEMENTEIRA BACTERIANA
14 8	248	INCISAO COM DRENAGEM DA PELE E TECIDO SUBCUTANEO NCOP
14 9	249	BIOPSIA DE MEDULA OSSEA
15 0	250	COLANGIOPANCREATOGRFIA RETROGRADA ENDOSCOPICA
15 1	251	IMAGEOLOGIA DIAGNOSTICA NCOP
15 2	252	REMOCAO ENDOSCOPICA DE CALCULO(S) DO TRACTO BILIAR
15 3	253	NEFROSTOMIA PERCUTANEA COM FRAGMENTACAO
15 4	254	TELE-RADIOTERAPIA USANDO FOTOES
15 5	255	EXCISAO LOCAL DE LESAO OU TECIDO DO TARSO E METATARSO
15 6	256	EX.MICROSC. TRACT.GASTRINT.INFER./FEZES - PARASITOLOGIA
15 7	257	DESBRIDAMENTO NAO EXCISIONAL DE FERIDA INFECCAO OU QUEIMADURA
15 8	258	ENXERTO ESPESSO DE PELE EM LOCAL NCOP
15 9	259	IONTOFORESE
16 0	260	EXCISAO OU DESTRUICAO TRANSURETRAL DE LESAO OU TECIDO DA BEXIGA
16 1	261	ADRENALECTOMIA UNILATERAL
16	262	TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTADORIZADA DO RIM

2		
163	263	TRAQUEOSTOMIA TEMPORARIA (TRAQUEOTOMIA)
164	264	EXAME MICROSC. NCOP RIM URETER TEC.PERI-RENAL OU PERI-URETERAL
165	265	EXCISAO OU DESTRUICAO LOCAL. LESAO OU TEC.PELE E TEC.S/CUT. NCOP
166	266	REPARACAO UNILATER. HERNIA INGUIN.INDIRECTA C/ENXERTO OU PROTESE
167	267	REPARACAO DE HERNIA DA PAREDE ABDOMINAL COM ENXERTO OU PROTESE
168	268	NEFROSTOMIA PERCUTANEA SEM FRAGMENTACAO
169	269	ESOFAGO-GASTRO-DUODENOSCOPIA COM BIOPSIA FECHADA
170	270	INCISAO DE SINUS OU CISTO PILONIDAL
171	271	COLECISTECTOMIA LAPAROSCOPICA
172	272	INFUSAO INTRA ARTERIA CORONARIA DE AGENTE TROMBOLITICO
173	273	ARTERIOGRAFIA CORONARIA UTILIZANDO DOIS CATETERES
174	274	ANGIOPLASTIA CORON PERCUT TRANSLUMINAL [PTCA] OU ATERECT CORONAR
175	275	PROCEDIMENTO NUM UNICO VASO
176	276	INSERÇÃO DE STENT DILUIDOR DE FARMACO NA ARTERIA CORONARIA
177	277	INSERCAO DE DOIS STENTS VASCULARES
178	278	REDUCAO ABERTA DE FRACTURA DO UMERO COM FIXACAO INTERNA
179	279	OSTEOTOMIA EM CUNHA UMERO
180	280	ENXERTO OSSEO UMERO
181	281	EXCISAO DE OSSO PARA ENXERTO LOCALIZACAO NCOP
182	282	APLICACAO DE TALA
183	283	EXCISAO LOCAL DE LESAO OU TECIDO DO UMERO
184	284	ARTROTOMIA PARA EXTRACCAO DE PROTESE DA ANCA
185	285	ENTREVISTA E AVALIACAO DESCRITA COMO COMPREENSIVA
186	286	EX.MICR. OSTEOMUSCULAR OU LIQUIDO SINOVIAL -CULTURA E SENSIBILID
18	287	REDUCAO FECHADA DE FRACTURA DA TIBIA E PERONEO S/FIXACAO INTERN

7		
188	288	EX.MICR. OSTEOMUSCULAR OU LIQUIDO SINOVIAL -CULTURA
189	289	MAMOGRAFIA NCOP
190	290	ULTRASSONOGRRAFIA DE LOCAIS DO TORAX NCOP
191	291	EXTRACCAO DE PROTESE DE FIXACAO INTERNA DO RADIO E CUBITO
192	292	APENDICECTOMIA NCOP
193	293	EXAME MICROSCOPICO NCOP APARELHO GASTRINTESTINAL BAIXO OU FEZES
194	294	INCISAO DE ABCESSO PERIANAL
195	295	INSERCAO DE PROTESE(S) EM ARTERIA CORONARIA
196	296	SUBSTITUICAO TOTAL DA ANCA
197	297	ARTROCENTESE
198	298	FISIOTERAPIA COMBINADA SEM MENCAO DOS COMPONENTES
199	299	REPARACAO DE EPIPLON NCOP
200	300	BIOPSIA ENDOSCOPICA DE BRONQUIO
201	301	ULTRASSONOGRRAFIA DE UTERO GRAVIDO
202	302	MONITORIZACAO FETAL NCOP
203	303	BURSECTOMIA
204	304	ESTABILIZACAO DA ROTULA
205	305	ARTROSCOPIA JOELHO
206	306	EXERCICIOS PASSIVOS OSTEOMUSCULARES NCOP
207	307	EX.MICROSC. TRACT.GASTRINT.INFER./FEZES - SEMENTEIRA BACTERIANA
208	308	PARTO MANUAL ASSISTIDO NAO CLASSIFICAVEL EM OUTRA PARTE
209	309	INSERCAO CATETER NO CANAL MEDULAR P/INFUSAO SUBST.TERAP./PALIAT.
210	310	HISTERECTOMIA VAGINAL NCOP
211	311	REPARACAO DE CISTOCELO (COLPORRAFIA ANTERIOR)
21	312	CONVERSOES DO CORACAO POR ELECTROCHOQUE NCOP

2		
213	313	REPARACAO DE HERNIA DA PAREDE ABDOMINAL ANTERIOR NCOP
214	314	REMOCAO DE AMBOS OS TESTICULOS NO MESMO TEMPO OPERATORIO
215	315	ELECTROMIOGRAFIA
216	316	GASTROSTOMIA PERCUTANEA [ENDOSCOPICA]
217	317	ENTEROSTOMIA NCOP
218	318	ESOFAGOMIOTOMIA
219	319	LAPAROSCOPIA
220	320	EXAME MICROSCOPICO NCOP DA PELE E OUTROS TEGUMENTOS
221	321	EX.MICR.AMOSTRA OUVIDO/NARIZ/GARGANTA/LARINGE -CULTURA/SENSIBILI
222	322	PROSTATECTOMIA RADICAL
223	323	RECONSTRUCOES DA URETRA NCOP
224	324	EXCISAO DE QUISTO DO EPIDIDIMO
225	325	LIMPEZA TRANSURETERAL DA BEXIGA
226	326	TRANSFUSAO DE PLAQUETAS
227	327	RADIOGRAFIA DO APARELHO DIGESTIVO NCOP
228	328	RESSECCAO DO COLON TRANSVERSO
229	329	ANASTOMOSE INTESTINO DELGADO - INTESTINO GROSSO NCOP
230	330	EX.MICROSC. TRACT.GASTRINT.INFER./FEZES - CITOLOGIA /PAPANICOLAU
231	331	IMOBILIZACAO COMPRESSAO E TRATAMENTO DE FERIDAS NCOP
232	332	LAPAROTOMIA NCOP
233	333	REVISAO DE SUBSTITUICAO DA ANCA COMPONENTE FEMORAL
234	334	CALECTOMIA OSSEA C/CORRECC.TEC.MOLES E OSTEOTOMIA DO 1.METATARSO
235	335	TRANSPOSICAO DE TENDONES DA MAO
236	336	VACINACOES E INOCULACOES NCOP
23	337	VACINACAO PROFILATICA CONTRA A ENCEFALITE VIRAL TRANSMITIDA POR

7		
23 8	338	CATETERIZACAO CARDIACA COMBINADA DE CORACAO DIREITO E ESQUERDO
23 9	339	RADIOGRAFIA DE TECIDOS MOLES NCOP DO MEMBRO INFERIOR
24 0	340	CINTIGRAFIA E ESTUDO FUNCIONAL RADIOISOTOPICO CARDIOVASCULAR E H
24 1	341	LOBECTOMIA UNILATERAL DA TIROIDE
24 2	342	EXAME MICROSCOPICO NCOP DE GLANDULA ENDOCRINA NCOP
24 3	343	INJECCAO OU INFUSAO DE AGENTE TROMBOLITICO
24 4	344	REPARACAO DO PENIS NCOP
24 5	345	INSERCAO ENDOSCOPICA DE ENDOPROTESE (TUBO) EM CANAL BILIAR
24 6	346	MASTECTOMIA SIMPLES UNILATERAL
24 7	347	ARTERIOGRAFIA DA FEMURAL E ARTERIAS DOS M.INF. UTILIZ.MAT.CONTR
24 8	348	EXCISAO DE QUISTO OU SINUS PILONIDAL
24 9	349	LINFANGIOGRAFIA ABDOMINAL
25 0	350	INSERCAO DE EXPANSOR TECIDULAR NA MAMA
25 1	351	EXCISAO RADICAL DE LESAO DA PELE
25 2	352	EX.MICROSC. TRACT.GASTRINT.SUPER./VOMITO -PARASITOLOGIA
25 3	353	ARTRODESE TRIPLA DO TORNOZELO
25 4	354	OSTEOTOMIA EM CUNHA TIBIA E PERONEO
25 5	355	APLICACAO DE DISPOSITIVO DE FIXACAO EXTERNA NA TIBIA E PERONEO
25 6	356	EXCISAO DE CARTILAGEM SEMILUNAR DO JOELHO
25 7	357	SUTURA DE LACERACAO DE INTESTINO DELGADO
25 8	358	EXTERIORIZACAO DE INTESTINO DELGADO
25 9	359	EXERCICIOS NCOP
26 0	360	RESSONANCIA MAGNETICA DA BACIA PROSTATA E BEXIGA
26 1	361	BIOPSIA FECHADA [ENDOSCOPICA] DO INTESTINO GROSSO
26	362	ANASTOMOSE INTESTINO GROSSO - INTESTINO GROSSO

2		
263	363	CORRECCOES FORCADAS DE DEFORMACOES NCOP
264	364	EX.MIC.BEXIG.URETR.PROST.V.SEMINAL... URINA.SEMEN -CULTURA
265	365	IRRIGACAO DE CISTOSTOMIA
266	366	OPERACOES NA BEXIGA NCOP
267	367	INSERCAO DE CATETER INTERCOSTAL PARA DRENAGEM
268	368	TERAPEUTICA POR ELECTROCHOQUE SUBCONVULSIVO
269	369	DILATACAO DO ESFINCTER ANAL
270	370	AVALIACAO PSIQUIATRICA DO ESTADO MENTAL
271	371	DILATACAO E CURETAGEM DO UTERO APOS PARTO OU ABORTO
272	372	REPARACAO UNILATERAL DE HERNIA INGUINAL INDIRECTA
273	373	BIOPSIA OSSEA LOCALIZACAO NAO ESPECIFICADA
274	374	REPARACAO BILATERAL DE HERNIA INGUINAL INDIRECTA COM ENXERTO OU
275	375	INSERCAO DE DISPOSITIVO ACESSO VASCULAR TOTALMENTE IMPLANTAVEL
276	376	SUTURAS DE MUSCULO OU FASCIA NCOP
277	377	SUTURA DA PELE E TECIDO-SUBCUTANEO DE LOCAIS NCOP
278	378	HISTERECTOMIA ABDOMINAL TOTAL NCOP OU NAO ESPECIFICADA
279	379	GASTRECTOMIA PARCIAL com ANASTOMOSE AO ESOFAGO
280	380	SERIOGRAFIA GASTRO-DUODENAL (TRANSITO GASTRO-DUODENAL)
281	381	EXAME MICROSCOPICO NCOP TRACTO GASTRINTESTINAL SUPERIOR /VOMITO
282	382	HEMICOLECTOMIA ESQUERDA
283	383	RADIOGRAFIAS DO CRANEO NCOP
284	384	SIGMOIDECTOMIA
285	385	COLOSTOMIA PERMANENTE NCOP
286	386	SUTURA DE LACERACAO DA BEXIGA
28	387	METODOS DE RESSUSCITACAO NAO MECANICOS

7		
288	388	ORQUIDECTOMIA UNILATERAL
289	389	DESBRIDAMENTO DE LOCAL DE FRACTURA EXPOSTA-TIBIA E PERONEO
290	390	PROCEDIMENTO RESTRITIVO GASTRICO LAPAROSCOPICO
291	391	SERIOGRAFIA DO INTESTINO DELGADO (TRANSITO INTESTINAL)
292	392	TIROIDECTOMIA TOTAL
293	393	CONTROLO DE HEMORRAGIA NCOP
294	394	SUTURA DE TENDAO NCOP
295	395	REVISAO DE SUBSTITUICAO DA ANCA COMPONENTE ACETABULAR
296	396	MONITORIZACAO ELECTRO-ENCEFALOGRAFICA VIDEO E RADIO-TELEMETRICA
297	397	VACINACAO CONTRA TULAREMIA
298	398	EXCISAO OU DESTRUICAO DE TECIDO PERITONEAL
299	399	PROVA CARDIACA OU VASCULAR NAO INVASIVA NCOP
300	400	INSTILACAO DO TRACTO DIGESTIVO EXCEPTO GAVAGE GASTRICA
301	401	FUSAO (ARTRODESE) NCOP DO PE
302	402	RADIOGRAFIAS NCOP E AS NAO ESPECIFICADAS
303	403	INSERCAO INICIAL TERM.TRANSVEN.DE PACEMAKER NA AURICULA E VENTRI
304	404	INSERCAO INICIAL DE PACEMAKER DE CAMARA DUPLA
305	405	BIOPSIA FECHADA [PERCUTANEA] [AGULHA] DO RIM
306	406	EX.MICR.RIM/URETER/TEC.PERI-RENAL/PERI-URETERAL -CULTURA
307	407	DISTENSAO TERAPEUTICA DE BEXIGA
308	408	SUSPENSAO SUPRAPUBICA
309	409	CISTOTOMIA NCOP
310	410	ENXERTO PEDICULADO DA MAMA
311	411	REABERTURA DO LOCAL DE LAPAROTOMIA RECENTE
31	412	ARTROPLASTIA DE ARTIC.CARPO-CARPICA OU CARPO-

2		METACARP.C/IMPLANTE
313	413	REMOCAO TRANSURETRAL DE OBSTRUCAO DO URETER E PELVE RENAL
314	414	EXAME MICROSCOPICO DE AMOSTRA DO OLHO - CULTURA E SENSIBILIDADE
315	415	ANASTOMOSE DO COLEDOCO AO INTESTINO
316	416	FISTULECTOMIA ANAL
317	417	INSERCAO DE UM STENT VASCULAR
318	418	EXCISAO DE LESAO DE BAINHA TENDINOSA
319	419	EXCISAO LOCAL DE LESAO OU TECIDO DO CARPO E METACARPO
320	420	ENXERTO OSSEO CARPO E METACARPO
321	421	PNEUMOENCEFALOGRAFIA
322	422	SUTURA DE LACERACAO DO ESTOMAGO
323	423	OCLUSAO CIRURGICA DE ARTERIAS ABDOMINAIS
324	424	OCLUSAO CIRURGICA DE VEIAS ABDOMINAIS
325	425	EXCISAO LOCAL DE LESAO OU TECIDO DO RADIO E CUBITO
326	426	DESBRIDAMENTO DE LOCAL DE FRACTURA EXPOSTA-TARSO E METATARSO
327	427	NEFROTOMOGRFIA NCOP
328	428	ARTERIOGRAFIA DE ARTERIAS INTRABDOMINAIS NCOP UTIL.MAT.CONTRAST
329	429	INJECCAO DE ANTIDOTO
330	430	EXCISAO DE HIDROCELO (DA TUNICA VAGINAL)
331	431	REDUCAO ABERTA DE FRACTURA DO RADIO E CUBITO C/FIXACAO INTERNA
332	432	RESSECCAO ABDOMINO-PERINEAL DO RECTO
333	433	MONITORIZACAO CARDIACA AMBULATORIA
334	434	INCISAO DE OSSO SEM SECCAO NCOP RADIO E CUBITO
335	435	FRENULOTOMIA LINGUAL
336	436	RESSONANCIA MAGNETICA DA MEDULA ESPINAL
33	437	ARTROTOMIA PARA EXTRACCAO DE PROTESE DO TORNOZELO

7		
338	438	FUSAO (ARTRODESE) DO TORNOZELO
339	439	ENXERTO OSSEO TIBIA E PERONEO
340	440	BIOPSIA DO PENIS
341	441	IMPLANTE MAMARIO BILATERAL
342	442	REMOCAO DE EXPANSOR TECIDULAR DA MAMA
343	443	REPARACAO DE HERNIA UMBILICAL COM PROTESE
344	444	EXCISAO DE GANGLIO LINFATICO AXILAR
345	445	EX.MICROSC. TRACT.GASTRINT.INFER./FEZES - CULTURA E SENSIBILIDAD
346	446	EXCISAO DE GANGLIOS LINFATICOS REGIONAIS
347	447	REPARACOES DO OMBRO NCOP
348	448	EXTRACCAO DE PROTESE DE FIXACAO INTERNA DE LOCALIZACAO NCOP
349	449	ENXERTO OSSEO LOCALIZACAO NCOP
350	450	ESFINCTEROTOMIA PANCREATICA
351	451	TECNICA NAO OPERATORIA NAO CLASSIFICAVEL EM OUTRA PARTE
352	452	LAVAGEM GASTRICA
353	453	RESSECCAO EM CUNHA DO OVARIO POR LAPAROSCOPIA
354	454	EXAME MICROSCOPICO NCOP DO APARELHO GENITAL FEMININO
355	455	REMOCAO DE AMBOS OVARIOS E TROMPAS NO MESMO ACTO OPERATORIO NCOP
356	456	BIOPSIA FECHADA [PERCUTANEA] [AGULHA] DE MASSA INTRA-ABDOMINAL
357	457	IRRIGACAO COM SONDA (NASO) GASTRICA NCOP
358	458	EXCISAO DE TECIDO PERIURETRAL
359	459	IRRIGACOES DE FERIDAS NCOP
360	460	ARTERIOGRAFIA DAS ARTERIAS PULMONARES UTILIZANDO MATER.CONTRAST
361	461	OUTROS PROCEDIMENTOS NAS VIAS BILIARES
36	462	OPERACAO PLASTICA P/REDUCAO DO TAMANHO (PELE E

2		TEC.SUBCUTANEO)
36 3	463	REDUCAO FECHADA DE LUXACAO DO OMBRO
36 4	464	MAMOPLASTIA REDUTORA BILATERAL
36 5	465	APENDICECTOMIA INCIDENTAL NCOP
36 6	466	GASTRO-ENTEROSTOMIA NCOP
36 7	467	REPARACAO DE HERNIA DIAFRAGMATICA VIA ABDOMINAL
36 8	468	PROCED LAPAROSC P/CRIAAO COMPETENCIA ESFINCTER ESOFAGO-GASTRICO
36 9	469	RESSECCAO ANTERIOR DO RECTO NCOP
37 0	470	BIOPSIA FECHADA [PERCUTANEA] [COM AGULHA] DO FIGADO
37 1	471	EX.MICROSC. FIGADO VIAS BILIARES PANCREAS -CITOLOGIA/PAPANICOL
37 2	472	CIRCUNCISAO
37 3	473	SUBSTITUICAO PARCIAL DA ANCA
37 4	474	RADIOGRAFIAS DA COLUNA NCOP
37 5	475	REVISAO DE COTO DE AMPUTACAO
37 6	933 8	
37 7	935 7	

## Anexo IV - Tabelas DRI

### Dietary Reference Intakes (DRIs): Estimated Average Requirements Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Calcium (mg/d)	CHO (g/d)	Protein (g/kg/d)	Vit A (μg/d) <sup>a</sup>	Vit C (mg/d)	Vit D (μg/d)	Vit E (mg/d) <sup>b</sup>	Thiamin (mg/d)	Riboflavin (mg/d)	Niacin (mg/d) <sup>c</sup>	Vit B <sub>6</sub> (mg/d)	Folate (μg/d) <sup>d</sup>	Vit B <sub>12</sub> (μg/d)	Copper (μg/d)	Iodine (μg/d)	Iron (mg/d)	Magnesium (mg/d)	Molybdenum (μg/d)	Phosphorus (mg/d)	Selenium (μg/d)	Zinc (mg/d)	
Infants																						
0 to 6 mo																						
6 to 12 mo			1.0													6.9						2.5
Children																						
1-3 y	500	100	0.87	210	13	10	5	0.4	0.4	5	0.4	120	0.7	260	65	3.0	65	13	380	17	2.5	
4-8 y	800	100	0.76	275	22	10	6	0.5	0.5	6	0.5	160	1.0	340	65	4.1	110	17	405	23	4.0	
Males																						
9-13 y	1,100	100	0.76	445	39	10	9	0.7	0.8	9	0.8	250	1.5	540	73	5.9	200	26	1,055	35	7.0	
14-18 y	1,100	100	0.73	630	63	10	12	1.0	1.1	12	1.1	330	2.0	685	95	7.7	340	33	1,055	45	8.5	
19-30 y	800	100	0.66	625	75	10	12	1.0	1.1	12	1.1	320	2.0	700	95	6	330	34	580	45	9.4	
31-50 y	800	100	0.66	625	75	10	12	1.0	1.1	12	1.1	320	2.0	700	95	6	350	34	580	45	9.4	
51-70 y	800	100	0.66	625	75	10	12	1.0	1.1	12	1.4	320	2.0	700	95	6	350	34	580	45	9.4	
>70 y	1,000	100	0.66	625	75	10	12	1.0	1.1	12	1.4	320	2.0	700	95	6	350	34	580	45	9.4	
Females																						
9-13 y	1,100	100	0.76	420	39	10	9	0.7	0.8	9	0.8	250	1.5	540	73	5.7	200	26	1,055	35	7.0	
14-18 y	1,100	100	0.71	485	56	10	12	0.9	0.9	11	1.0	330	2.0	685	95	7.9	300	33	1,055	45	7.3	
19-30 y	800	100	0.66	500	60	10	12	0.9	0.9	11	1.1	320	2.0	700	95	8.1	255	34	580	45	6.8	
31-50 y	800	100	0.66	500	60	10	12	0.9	0.9	11	1.1	320	2.0	700	95	8.1	265	34	580	45	6.8	
51-70 y	1,000	100	0.66	500	60	10	12	0.9	0.9	11	1.3	320	2.0	700	95	5	265	34	580	45	6.8	
>70 y	1,000	100	0.66	500	60	10	12	0.9	0.9	11	1.3	320	2.0	700	95	5	265	34	580	45	6.8	
Pregnancy																						
14-18 y	1,000	135	0.88	530	66	10	12	1.2	1.2	14	1.6	520	2.2	785	160	23	335	40	1,055	49	10.5	
19-30 y	800	135	0.88	550	70	10	12	1.2	1.2	14	1.6	520	2.2	800	160	22	290	40	580	49	9.5	
31-50 y	800	135	0.88	550	70	10	12	1.2	1.2	14	1.6	520	2.2	800	160	22	300	40	580	49	9.5	
Lactation																						
14-18 y	1,000	160	1.05	885	96	10	16	1.2	1.3	13	1.7	450	2.4	985	209	7	300	35	1,055	59	10.9	
19-30 y	800	160	1.05	900	100	10	16	1.2	1.3	13	1.7	450	2.4	1,000	209	6.5	255	36	580	59	10.4	
31-50 y	800	160	1.05	900	100	10	16	1.2	1.3	13	1.7	450	2.4	1,000	209	6.5	265	36	580	59	10.4	

NOTE: An Estimated Average Requirement (EAR) is the average daily nutrient intake level estimated to meet the requirements of half of the healthy individuals in a group. EARs have not been established for vitamin K, pantothenic acid, biotin, choline, chromium, fluoride, manganese, or other nutrients not yet evaluated via the DRI process.

<sup>a</sup>As retinol activity equivalents (RAEs). 1 RAE = 1 μg retinol, 12 μg β-carotene, 24 μg α-carotene, or 24 μg β-cryptoxanthin. The RAE for dietary provitamin A carotenoids is two-fold greater than retinol equivalents (RE), whereas the RAE for preformed vitamin A is the same as RE.

<sup>b</sup>As α-tocopherol. α-Tocopherol includes RRR-α-tocopherol, the only form of α-tocopherol that occurs naturally in foods, and the 2R-stereoisomeric forms of α-tocopherol (RRR-, RSR-, RRS-, and RSS-α-tocopherol) that occur in fortified foods and supplements. It does not include the 2S-stereoisomeric forms of α-tocopherol (SRR-, SSR-, SRS-, and SSS-α-tocopherol), also found in fortified foods and supplements.

<sup>c</sup>As niacin equivalents (NE). 1 mg of niacin = 60 mg of tryptophan.

<sup>d</sup>As dietary folate equivalents (DFE). 1 DFE = 1 μg food folate = 0.6 μg of folic acid from fortified food or as a supplement consumed with food = 0.5 μg of a supplement taken on an empty stomach.

SOURCES: Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride (1997); Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B<sub>6</sub>, Folate, Vitamin B<sub>12</sub>, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline (1998); Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids (2000); Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc (2001); Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (2002/2005); and Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D (2011). These reports may be accessed via www.nap.edu.

### Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Vitamins Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Vitamin A (μg/d) <sup>a</sup>	Vitamin C (mg/d)	Vitamin D (μg/d) <sup>b,c</sup>	Vitamin E (mg/d) <sup>a</sup>	Vitamin K (μg/d)	Thiamin (mg/d)	Riboflavin (mg/d)	Niacin (mg/d) <sup>d</sup>	Vitamin B <sub>6</sub> (mg/d)	Folate (μg/d) <sup>e</sup>	Vitamin B <sub>12</sub> (μg/d)	Pantothenic Acid (mg/d)	Biotin (μg/d)	Choline (mg/d) <sup>f</sup>
Infants														
0 to 6 mo	400*	40*	10	4*	2.0*	0.2*	0.3*	2*	0.1*	65*	0.4*	1.7*	5*	125*
6 to 12 mo	500*	50*	10	5*	2.5*	0.3*	0.4*	4*	0.3*	80*	0.5*	1.8*	6*	150*
Children														
1-3 y	300	15	15	6	30*	0.5	0.5	6	0.5	150	0.9	2*	8*	200*
4-8 y	400	25	15	7	55*	0.6	0.6	8	0.6	200	1.2	3*	12*	250*
Males														
9-13 y	600	45	15	11	60*	0.9	0.9	12	1.0	300	1.8	4*	20*	375*
14-18 y	900	75	15	15	75*	1.2	1.3	16	1.3	400	2.4	5*	25*	550*
19-30 y	900	90	15	15	120*	1.2	1.3	16	1.3	400	2.4	5*	30*	550*
31-50 y	900	90	15	15	120*	1.2	1.3	16	1.3	400	2.4	5*	30*	550*
51-70 y	900	90	15	15	120*	1.2	1.3	16	1.7	400	2.4 <sup>g</sup>	5*	30*	550*
>70 y	900	90	20	15	120*	1.2	1.3	16	1.7	400	2.4 <sup>g</sup>	5*	30*	550*
Females														
9-13 y	600	45	15	11	60*	0.9	0.9	12	1.0	300	1.8	4*	20*	375*
14-18 y	700	65	15	15	75*	1.0	1.0	14	1.2	400	2.4	5*	25*	400*
19-30 y	700	75	15	15	90*	1.1	1.1	14	1.3	400	2.4	5*	30*	425*
31-50 y	700	75	15	15	90*	1.1	1.1	14	1.3	400	2.4	5*	30*	425*
51-70 y	700	75	15	15	90*	1.1	1.1	14	1.5	400	2.4 <sup>g</sup>	5*	30*	425*
>70 y	700	75	20	15	90*	1.1	1.1	14	1.5	400	2.4 <sup>g</sup>	5*	30*	425*
Pregnancy														
14-18 y	750	80	15	15	75*	1.4	1.4	18	1.9	600	2.6	6*	30*	450*
19-30 y	770	85	15	15	90*	1.4	1.4	18	1.9	600	2.6	6*	30*	450*
31-50 y	770	85	15	15	90*	1.4	1.4	18	1.9	600	2.6	6*	30*	450*
Lactation														
14-18 y	1,200	115	15	19	75*	1.4	1.6	17	2.0	500	2.8	7*	35*	550*
19-30 y	1,300	120	15	19	90*	1.4	1.6	17	2.0	500	2.8	7*	35*	550*
31-50 y	1,300	120	15	19	90*	1.4	1.6	17	2.0	500	2.8	7*	35*	550*

NOTE: This table (taken from the DRI reports, see www.nap.edu) presents Recommended Dietary Allowances (RDAs) in bold type and Adequate Intakes (AIs) in ordinary type followed by an asterisk (\*). An RDA is the average daily dietary intake level; sufficient to meet the nutrient requirements of nearly all (97-98 percent) healthy individuals in a group. It is calculated from an Estimated Average Requirement (EAR). If sufficient scientific evidence is not available to establish an EAR, and thus calculate an RDA, an AI is usually developed. For healthy breastfed infants, an AI is the mean intake. The AI for other life stage and gender groups is believed to cover the needs of all healthy individuals in the groups, but lack of data or uncertainty in the data prevent being able to specify with confidence the percentage of individuals covered by this intake.

<sup>a</sup>As retinol activity equivalents (RAEs). 1 RAE = 1 μg retinol, 12 μg β-carotene, 24 μg α-carotene, or 24 μg β-cryptoxanthin. The RAE for dietary provitamin A carotenoids is two-fold greater than retinol equivalents (RE), whereas the RAE for preformed vitamin A is the same as RE.

<sup>b</sup>As cholecalciferol. 1 μg cholecalciferol = 40 IU vitamin D.

<sup>c</sup>Under the assumption of minimal sunlight.

<sup>d</sup>As α-tocopherol. α-Tocopherol includes RRR-α-tocopherol, the only form of α-tocopherol that occurs naturally in foods, and the 2R-stereoisomeric forms of α-tocopherol (RRR-, RSR-, RRS-, and RSS-α-tocopherol) that occur in fortified foods and supplements. It does not include the 2S-stereoisomeric forms of α-tocopherol (SRR-, SSR-, SRS-, and SSS-α-tocopherol), also found in fortified foods and supplements.

<sup>e</sup>As niacin equivalents (NE). 1 mg of niacin = 60 mg of tryptophan; 0-6 months = preformed niacin (not NE).

<sup>f</sup>As dietary folate equivalents (DFE). 1 DFE = 1 μg food folate = 0.6 μg of folic acid from fortified food or as a supplement consumed with food = 0.5 μg of a supplement taken on an empty stomach.

<sup>g</sup>Although AIs have been set for choline, there are few data to assess whether a dietary supply of choline is needed at all stages of the life cycle, and it may be that the choline requirement can be met by endogenous synthesis at some of these stages.

<sup>h</sup>Because 10 to 30 percent of older people may malabsorb food-bound B<sub>12</sub>, it is advisable for those older than 50 years to meet their RDA mainly by consuming foods fortified with B<sub>12</sub> or a supplement containing B<sub>12</sub>.

<sup>i</sup>In view of evidence linking folate intake with neural tube defects in the fetus, it is recommended that all women capable of becoming pregnant consume 400 μg from supplements or fortified foods in addition to intake of food folate from a varied diet.

<sup>1</sup>It is assumed that women will continue consuming 400 µg from supplements or fortified food until their pregnancy is confirmed and they enter prenatal care, which ordinarily occurs after the end of the periconceptual period—the critical time for formation of the neural tube.

**SOURCES:** *Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride* (1997); *Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B<sub>6</sub>, Folate, Vitamin B<sub>12</sub>, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline* (1998); *Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids* (2000); *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc* (2001); *Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate* (2005); and *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D* (2011). These reports may be accessed via [www.nap.edu](http://www.nap.edu).

**Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Elements**  
Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Calcium (mg/d)	Chromium (µg/d)	Copper (µg/d)	Fluoride (mg/d)	Iodine (µg/d)	Iron (mg/d)	Magnesium (mg/d)	Manganese (mg/d)	Molybdenum (µg/d)	Phosphorus (mg/d)	Selenium (µg/d)	Zinc (mg/d)	Potassium (g/d)	Sodium (g/d)	Chloride (g/d)
<b>Infants</b>															
0 to 6 mo	200*	0.2*	200*	0.01*	110*	0.27*	30*	0.003*	2*	100*	15*	2*	0.4*	0.12*	0.18*
6 to 12 mo	260*	5.5*	220*	0.5*	130*	11	75*	0.6*	3*	275*	20*	3	0.7*	0.37*	0.57*
<b>Children</b>															
1–3 y	700	11*	340	0.7*	90	7	80	1.2*	17	460	20	3	3.0*	1.0*	1.5*
4–8 y	1,000	15*	440	1*	90	10	130	1.5*	22	500	30	5	3.8*	1.2*	1.9*
<b>Males</b>															
9–13 y	1,300	25*	700	2*	120	8	240	1.9*	34	1,250	40	8	4.5*	1.5*	2.3*
14–18 y	1,300	35*	890	3*	150	11	410	2.2*	43	1,250	55	11	4.7*	1.5*	2.3*
19–30 y	1,000	35*	900	4*	150	8	400	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.5*	2.3*
31–50 y	1,000	35*	900	4*	150	8	420	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.5*	2.3*
51–70 y	1,000	30*	900	4*	150	8	420	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.3*	2.0*
> 70 y	1,200	30*	900	4*	150	8	420	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.2*	1.8*
<b>Females</b>															
9–13 y	1,300	21*	700	2*	120	8	240	1.6*	34	1,250	40	8	4.5*	1.5*	2.3*
14–18 y	1,300	24*	890	3*	150	15	360	1.8*	43	1,250	55	9	4.7*	1.5*	2.3*
19–30 y	1,000	25*	900	3*	150	18	310	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.5*	2.3*
31–50 y	1,000	25*	900	3*	150	18	320	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.5*	2.3*
51–70 y	1,200	20*	900	3*	150	8	320	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.3*	2.0*
> 70 y	1,200	20*	900	3*	150	8	320	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.2*	1.8*
<b>Pregnancy</b>															
14–18 y	1,300	29*	1,000	3*	220	27	400	2.0*	50	1,250	60	12	4.7*	1.5*	2.3*
19–30 y	1,000	30*	1,000	3*	220	27	350	2.0*	50	700	60	11	4.7*	1.5*	2.3*
31–50 y	1,000	30*	1,000	3*	220	27	360	2.0*	50	700	60	11	4.7*	1.5*	2.3*
<b>Lactation</b>															
14–18 y	1,300	44*	1,300	3*	290	10	360	2.6*	50	1,250	70	13	5.1*	1.5*	2.3*
19–30 y	1,000	45*	1,300	3*	290	9	310	2.6*	50	700	70	12	5.1*	1.5*	2.3*
31–50 y	1,000	45*	1,300	3*	290	9	320	2.6*	50	700	70	12	5.1*	1.5*	2.3*

**NOTE:** This table (taken from the DRI reports, see [www.nap.edu](http://www.nap.edu)) presents Recommended Dietary Allowances (RDAs) in bold type and Adequate Intakes (AIs) in ordinary type followed by an asterisk (\*). An RDA is the average daily dietary intake level; sufficient to meet the nutrient requirements of nearly all (97–98 percent) healthy individuals in a group. It is calculated from an Estimated Average Requirement (EAR). If sufficient scientific evidence is not available to establish an EAR, and thus calculate an RDA, an AI is usually developed. For healthy breastfed infants, an AI is the mean intake. The AI for other life stage and gender groups is believed to cover the needs of all healthy individuals in the groups, but lack of data or uncertainty in the data prevent being able to specify with confidence the percentage of individuals covered by this intake.

**SOURCES:** *Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride* (1997); *Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B<sub>6</sub>, Folate, Vitamin B<sub>12</sub>, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline* (1998); *Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids* (2000); and *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc* (2001); *Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate* (2005); and *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D* (2011). These reports may be accessed via [www.nap.edu](http://www.nap.edu).

## Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Total Water and Macronutrients

Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Total Water <sup>a</sup> (L/d)	Carbohydrate (g/d)	Total Fiber (g/d)	Fat (g/d)	Linoleic Acid (g/d)	α-Linolenic Acid (g/d)	Protein <sup>b</sup> (g/d)
<b>Infants</b>							
0 to 6 mo	0.7*	60*	ND	31*	4.4*	0.5*	9.1*
6 to 12 mo	0.8*	95*	ND	30*	4.6*	0.5*	<b>11.0</b>
<b>Children</b>							
1–3 y	1.3*	<b>130</b>	19*	ND <sup>c</sup>	7*	0.7*	<b>13</b>
4–8 y	1.7*	<b>130</b>	25*	ND	10*	0.9*	<b>19</b>
<b>Males</b>							
9–13 y	2.4*	<b>130</b>	31*	ND	12*	1.2*	<b>34</b>
14–18 y	3.3*	<b>130</b>	38*	ND	16*	1.6*	<b>52</b>
19–30 y	3.7*	<b>130</b>	38*	ND	17*	1.6*	<b>56</b>
31–50 y	3.7*	<b>130</b>	38*	ND	17*	1.6*	<b>56</b>
51–70 y	3.7*	<b>130</b>	30*	ND	14*	1.6*	<b>56</b>
> 70 y	3.7*	<b>130</b>	30*	ND	14*	1.6*	<b>56</b>
<b>Females</b>							
9–13 y	2.1*	<b>130</b>	26*	ND	10*	1.0*	<b>34</b>
14–18 y	2.3*	<b>130</b>	26*	ND	11*	1.1*	<b>46</b>
19–30 y	2.7*	<b>130</b>	25*	ND	12*	1.1*	<b>46</b>
31–50 y	2.7*	<b>130</b>	25*	ND	12*	1.1*	<b>46</b>
51–70 y	2.7*	<b>130</b>	21*	ND	11*	1.1*	<b>46</b>
> 70 y	2.7*	<b>130</b>	21*	ND	11*	1.1*	<b>46</b>
<b>Pregnancy</b>							
14–18 y	3.0*	<b>175</b>	28*	ND	13*	1.4*	<b>71</b>
19–30 y	3.0*	<b>175</b>	28*	ND	13*	1.4*	<b>71</b>
31–50 y	3.0*	<b>175</b>	28*	ND	13*	1.4*	<b>71</b>
<b>Lactation</b>							
14–18	3.8*	<b>210</b>	29*	ND	13*	1.3*	<b>71</b>
19–30 y	3.8*	<b>210</b>	29*	ND	13*	1.3*	<b>71</b>
31–50 y	3.8*	<b>210</b>	29*	ND	13*	1.3*	<b>71</b>

**NOTE:** This table (take from the DRI reports, see [www.nap.edu](http://www.nap.edu)) presents Recommended Dietary Allowances (RDA) in **bold type** and Adequate Intakes (AI) in ordinary type followed by an asterisk (\*). An RDA is the average daily dietary intake level; sufficient to meet the nutrient requirements of nearly all (97-98 percent) healthy individuals in a group. It is calculated from an Estimated Average Requirement (EAR). If sufficient scientific evidence is not available to establish an EAR, and thus calculate an RDA, an AI is usually developed. For healthy breastfed infants, an AI is the mean intake. The AI for other life stage and gender groups is believed to cover the needs of all healthy individuals in the groups, but lack of data or uncertainty in the data prevent being able to specify with confidence the percentage of individuals covered by this intake.

<sup>a</sup> Total water includes all water contained in food, beverages, and drinking water.

<sup>b</sup> Based on g protein per kg of body weight for the reference body weight, e.g., for adults 0.8 g/kg body weight for the reference body weight.

<sup>c</sup>Not determined.

**SOURCE:** *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids* (2002/2005) and *Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate* (2005). The report may be accessed via [www.nap.edu](http://www.nap.edu).

### Dietary Reference Intakes (DRIs): Acceptable Macronutrient Distribution Ranges

Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Macronutrient	Range (percent of energy)		
	Children, 1–3 y	Children, 4–18 y	Adults
Fat	30–40	25–35	20–35
<i>n</i> -6 polyunsaturated fatty acids <sup>a</sup> (linoleic acid)	5–10	5–10	5–10
<i>n</i> -3 polyunsaturated fatty acids <sup>a</sup> ( $\alpha$ -linolenic acid)	0.6–1.2	0.6–1.2	0.6–1.2
Carbohydrate	45–65	45–65	45–65
Protein	5–20	10–30	10–35

<sup>a</sup> Approximately 10 percent of the total can come from longer-chain *n*-3 or *n*-6 fatty acids.

**SOURCE:** *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids* (2002/2005). The report may be accessed via [www.nap.edu](http://www.nap.edu).

### Dietary Reference Intakes (DRIs): Acceptable Macronutrient Distribution Ranges

Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Macronutrient	Recommendation
Dietary cholesterol	As low as possible while consuming a nutritionally adequate diet
Trans fatty Acids	As low as possible while consuming a nutritionally adequate diet
Saturated fatty acids	As low as possible while consuming a nutritionally adequate diet
Added sugars <sup>a</sup>	Limit to no more than 25 % of total energy

<sup>a</sup>Not a recommended intake. A daily intake of added sugars that individuals should aim for to achieve a healthful diet was not set.

**SOURCE:** *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids* (2002/2005). The report may be accessed via [www.nap.edu](http://www.nap.edu).

### Dietary Reference Intakes (DRIs): Tolerable Upper Intake Levels, Vitamins

Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Vitamin A ( $\mu$ g/d) <sup>e</sup>	Vitamin C (mg/d)	Vitamin D ( $\mu$ g/d)	Vitamin E (mg/d) <sup>f</sup>	Vitamin K	Thiamin	Riboflavin	Niacin (mg/d) <sup>f</sup>	Vitamin B <sub>6</sub> (mg/d)	Folate ( $\mu$ g/d) <sup>f</sup>	Vitamin B <sub>12</sub>	Pantothenic Acid	Biotin	Choline (g/d)	Carotenoids <sup>g</sup>
<b>Infants</b>															
0 to 6 mo	600	ND <sup>h</sup>	25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6 to 12 mo	600	ND	38	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<b>Children</b>															
1–3 y	600	400	63	200	ND	ND	ND	10	30	300	ND	ND	ND	1.0	ND
4–8 y	900	650	75	300	ND	ND	ND	15	40	400	ND	ND	ND	1.0	ND
<b>Males</b>															
9–13 y	1,700	1,200	100	600	ND	ND	ND	20	60	600	ND	ND	ND	2.0	ND
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
51–70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
> 70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
<b>Females</b>															
9–13 y	1,700	1,200	100	600	ND	ND	ND	20	60	600	ND	ND	ND	2.0	ND
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
51–70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
> 70 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
<b>Pregnancy</b>															
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
<b>Lactation</b>															
14–18 y	2,800	1,800	100	800	ND	ND	ND	30	80	800	ND	ND	ND	3.0	ND
19–30 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND
31–50 y	3,000	2,000	100	1,000	ND	ND	ND	35	100	1,000	ND	ND	ND	3.5	ND

NOTE: A Tolerable Upper Intake Level (UL) is the highest level of daily nutrient intake that is likely to pose no risk of adverse health effects to almost all individuals in the general population. Unless otherwise specified, the UL represents total intake from food, water, and supplements. Due to a lack of suitable data, ULs could not be established for vitamin K, thiamin, riboflavin, vitamin B<sub>12</sub>, pantothenic acid, biotin, and carotenoids. In the absence of a UL, extra caution may be warranted in consuming levels above recommended intakes. Members of the general population should be advised not to routinely exceed the UL. The UL is not meant to apply to individuals who are treated with the nutrient under medical supervision or to individuals with predisposing conditions that modify their sensitivity to the nutrient.

<sup>a</sup>As preformed vitamin A only.

<sup>b</sup>As  $\alpha$ -tocopherol; applies to any form of supplemental  $\alpha$ -tocopherol.

<sup>c</sup>The ULs for vitamin E, niacin, and folate apply to synthetic forms obtained from supplements, fortified foods, or a combination of the two.

<sup>d</sup> $\beta$ -Carotene supplements are advised only to serve as a provitamin A source for individuals at risk of vitamin A deficiency.

<sup>e</sup>ND = Not determinable due to lack of data of adverse effects in this age group and concern with regard to lack of ability to handle excess amounts. Source of intake should be from food only to prevent high levels of intake.

**SOURCES:** *Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride* (1997); *Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B<sub>6</sub>, Folate, Vitamin B<sub>12</sub>, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline* (1998); *Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids* (2000); *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc* (2001); and *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D* (2011). These reports may be accessed via [www.nap.edu](http://www.nap.edu).

**Dietary Reference Intakes (DRIs): Tolerable Upper Intake Levels, Elements**  
 Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Arsenic <sup>c</sup>	Boron (mg/d)	Calcium (mg/d)	Chromium	Copper (µg/d)	Fluoride (mg/d)	Iodine (µg/d)	Iron (mg/d)	Magnesium (mg/d) <sup>b</sup>	Manganese (mg/d)	Molybdenum (µg/d)	Nickel (mg/d)	Phosphorus (g/d)	Selenium (µg/d)	Silicon <sup>e</sup>	Vanadium (mg/d) <sup>f</sup>	Zinc (mg/d)	Sodium (g/d)	Chloride (g/d)
<b>Infants</b>																			
0 to 6 mo	ND <sup>g</sup>	ND	1,000	ND	ND	0.7	ND	40	ND	ND	ND	ND	ND	45	ND	ND	4	ND	ND
6 to 12 mo	ND	ND	1,500	ND	ND	0.9	ND	40	ND	ND	ND	ND	ND	60	ND	ND	5	ND	ND
<b>Children</b>																			
1-3 y	ND	3	2,500	ND	1,000	1.3	200	40	65	2	300	0.2	3	90	ND	ND	7	1.5	2.3
4-8 y	ND	6	2,500	ND	3,000	2.2	300	40	110	3	600	0.3	3	150	ND	ND	12	1.9	2.9
<b>Males</b>																			
9-13 y	ND	11	3,000	ND	5,000	10	600	40	350	6	1,100	0.6	4	280	ND	ND	23	2.2	3.4
14-18 y	ND	17	3,000	ND	8,000	10	900	45	350	9	1,700	1.0	4	400	ND	ND	34	2.3	3.6
19-30 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
31-50 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
51-70 y	ND	20	2,000	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
> 70 y	ND	20	2,000	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	3	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
<b>Females</b>																			
9-13 y	ND	11	3,000	ND	5,000	10	600	40	350	6	1,100	0.6	4	280	ND	ND	23	2.2	3.4
14-18 y	ND	17	3,000	ND	8,000	10	900	45	350	9	1,700	1.0	4	400	ND	ND	34	2.3	3.6
19-30 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
31-50 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
51-70 y	ND	20	2,000	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
> 70 y	ND	20	2,000	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	3	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
<b>Pregnancy</b>																			
14-18 y	ND	17	3,000	ND	8,000	10	900	45	350	9	1,700	1.0	3.5	400	ND	ND	34	2.3	3.6
19-30 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	3.5	400	ND	ND	40	2.3	3.6
61-50 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	3.5	400	ND	ND	40	2.3	3.6
<b>Lactation</b>																			
14-18 y	ND	17	3,000	ND	8,000	10	900	45	350	9	1,700	1.0	4	400	ND	ND	34	2.3	3.6
19-30 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	ND	40	2.3	3.6
31-50 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	ND	40	2.3	3.6

NOTE: A Tolerable Upper Intake Level (UL) is the highest level of daily nutrient intake that is likely to pose no risk of adverse health effects to almost all individuals in the general population. Unless otherwise specified, the UL represents total intake from food, water, and supplements. Due to a lack of suitable data, ULs could not be established for vitamin K, thiamin, riboflavin, vitamin B<sub>12</sub>, pantothenic acid, biotin, and carotenoids. In the absence of a UL, extra caution may be warranted in consuming levels above recommended intakes. Members of the general population should be advised not to routinely exceed the UL. The UL is not meant to apply to individuals who are treated with the nutrient under medical supervision or to individuals with predisposing conditions that modify their sensitivity to the nutrient.

<sup>a</sup>Although the UL was not determined for arsenic, there is no justification for adding arsenic to food or supplements.

<sup>b</sup>The ULs for magnesium represent intake from a pharmacological agent only and do not include intake from food and water.

<sup>c</sup>Although silicon has not been shown to cause adverse effects in humans, there is no justification for adding silicon to supplements.

<sup>d</sup>Although vanadium in food has not been shown to cause adverse effects in humans, there is no justification for adding vanadium to food and vanadium supplements should be used with caution. The UL is based on adverse effects in laboratory animals and this data could be used to set a UL for adults but not children and adolescents.

<sup>e</sup>ND = Not determinable due to lack of data of adverse effects in this age group and concern with regard to lack of ability to handle excess amounts. Source of intake should be from food only to prevent high levels of intake.

**SOURCES:** Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride (1997); Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B<sub>6</sub>, Folate, Vitamin B<sub>12</sub>, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline (1998); Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids (2000); Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc (2001); Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate (2005); and Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D (2011). These reports may be accessed via [www.nap.edu](http://www.nap.edu).

## Anexo V - Portfolio Projeto PORTFIR - INSA

O programa PortFIR (Portal de Informação Alimentar) visa a implementação de redes portuguesas de partilha de conhecimento em segurança alimentar e nutrição e a criação de um portal que incluirá bases de dados sustentáveis e de qualidade reconhecida sobre Composição de Alimentos, Contaminação de Alimentos e Consumos Alimentares.

A plataforma GRIA, sendo um espaço de diálogo e de estabelecimento de parcerias de cooperação, foi o meio de divulgação do PortFIR junto dos produtores e utilizadores de dados referentes a nutrição e segurança alimentar (como laboratórios de Estado, Universidades, legisladores e reguladores do sector de produção e distribuição alimentar, operadores económicos, industriais, investigadores, entidades de fiscalização e controlo e autoridades de saúde).

Foram criadas duas Redes Portuguesas tendo por objectivo optimizar a utilização de recursos nacionais criando um sistema para a actualização e manutenção sustentável de bases de dados nacional:

- Rede Portuguesa sobre Composição de Alimentos (RPCA)
- Rede Portuguesa sobre Informação Microbiológica de Alimentos (RPIMA)

A funcionalidade das Redes é assegurada por Grupos de Trabalho(GT) PortFIR, transversais a todas as redes ou vocacionados para as necessidades específicas de cada área de trabalho:

Grupo de Trabalho PortFIR GTOTI (Organização e Transferência de Informação)

Grupo de Trabalho PortFIR GATAN (Apoio à Normalização)

Grupo de Trabalho PortFIR GTU (Utilizadores)

Grupo de Trabalho RPCA GTA (Amostragem)

Grupo de Trabalho RPIMA GTOMCA (Ocorrência Microbiológica na Cadeia Alimentar)

Grupo de Trabalho RPIMA GTTA (Toxinfecções Alimentares)

A informação gerada pelo PortFIR irá de encontro às necessidades manifestadas pelos seus utilizadores, necessitando para tal da colaboração de todos os produtores, utilizadores e divulgadores de dados da área alimentar.

## Anexo VI - Questionário de Risco Nutricional



### Mini Nutritional Assessment MNA®

Sobrenome:		Nome:		
Sexo:	Idade:	Peso, kg:	Altura, cm:	Data:

Responda à secção "triagem", preenchendo as caixas com os números adequados. Some os números da secção "triagem". Se a pontuação obtida for igual ou menor que 11, continue o preenchimento do questionário para obter o escore indicador de desnutrição.

Triagem	
<b>A Nos últimos três meses houve diminuição da ingestão alimentar devido a perda de apetite, problemas digestivos ou dificuldade para mastigar ou deglutir?</b> 0 = diminuição severa da ingestão 1 = diminuição moderada da ingestão 2 = sem diminuição da ingestão	<input type="checkbox"/>
<b>B Perda de peso nos últimos 3 meses</b> 0 = superior a três quilos 1 = não sabe informar 2 = entre um e três quilos 3 = sem perda de peso	<input type="checkbox"/>
<b>C Mobilidade</b> 0 = restrito ao leito ou à cadeira de rodas 1 = deambula mas não é capaz de sair de casa 2 = normal	<input type="checkbox"/>
<b>D Passou por algum estresse psicológico ou doença agudanos últimos três meses?</b> 0 = sim 2 = não	<input type="checkbox"/>
<b>E Problemas neuropsicológicos</b> 0 = demência ou depressão graves 1 = demência leve 2 = sem problemas psicológicos	<input type="checkbox"/>
<b>F Índice de Massa Corporal (IMC = peso[kg] / estatura [m]<sup>2</sup>)</b> 0 = IMC < 19 1 = 19 ≤ IMC < 21 2 = 21 ≤ IMC < 23 3 = IMC ≥ 23	<input type="checkbox"/>
Escore de Triagem (subtotal, máximo de 14 pontos) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
12-14 pontos: estado nutricional normal	
8-11 pontos: sob risco de desnutrição	
0-7 pontos: desnutrido	
Para uma avaliação mas detalhada, continue com as perguntas G-R	

Avaliação global	
<b>G O paciente vive em sua própria casa (não em casa geriátrica ou hospital)</b> 1 = sim 0 = não	<input type="checkbox"/>
<b>H Utiliza mais de três medicamentos diferentes por dia?</b> 0 = sim 1 = não	<input type="checkbox"/>
<b>I Lesões de pele ou escaras?</b> 0 = sim 1 = não	<input type="checkbox"/>

<b>J Quantas refeições faz por dia?</b> 0 = uma refeição 1 = duas refeições 2 = três refeições	<input type="checkbox"/>
<b>K O paciente consome:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>pelo menos uma porção diária de leite ou derivados (leite, queijo, iogurte)? sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/></li> <li>duas ou mais porções semanais de leguminosas ou ovos? sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/></li> <li>carne, peixe ou aves todos os dias? sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/></li> </ul> 0.0 = nenhuma ou uma resposta «sim» 0.5 = duas respostas «sim» 1.0 = três respostas «sim»	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>L O paciente consome duas ou mais porções diárias de fruta ou produtos hortícolas?</b> 0 = não 1 = sim	<input type="checkbox"/>
<b>M Quantos copos de líquidos (água, suco, café, chá, leite) o paciente consome por dia?</b> 0.0 = menos de três copos 0.5 = três a cinco copos 1.0 = mais de cinco copos	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>N Modo de se alimentar</b> 0 = não é capaz de se alimentar sozinho 1 = alimenta-se sozinho, porém com dificuldade 2 = alimenta-se sozinho sem dificuldade	<input type="checkbox"/>

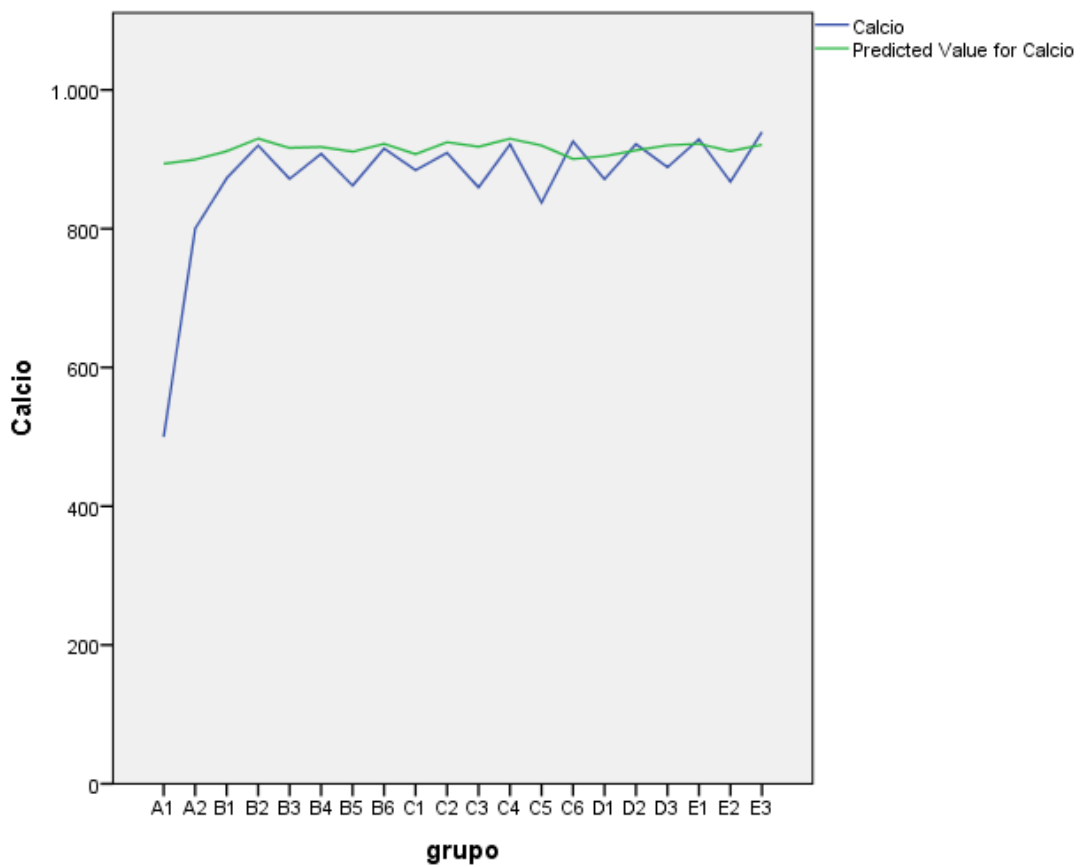
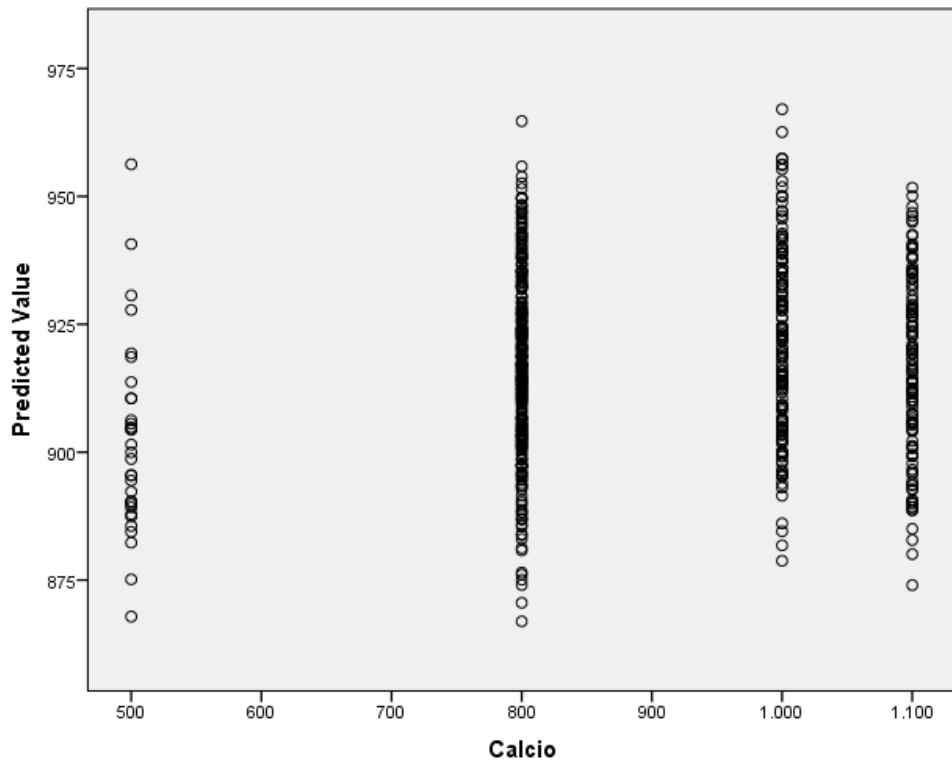
<b>O O paciente acredita ter algum problema nutricional?</b> 0 = acredita estar desnutrido 1 = não sabe dizer 2 = acredita não ter um problema nutricional	<input type="checkbox"/>
<b>P Em comparação a outras pessoas da mesma idade, como o paciente considera a sua própria saúde?</b> 0.0 = pior 0.5 = não sabe 1.0 = igual 2.0 = melhor	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>Q Perímetro braquial (PB) em cm</b> 0.0 = PB < 21 0.5 = 21 ≤ PB ≤ 22 1.0 = PB > 22	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>R Perímetro da perna (PP) em cm</b> 0 = PP < 31 1 = PP ≥ 31	<input type="checkbox"/>

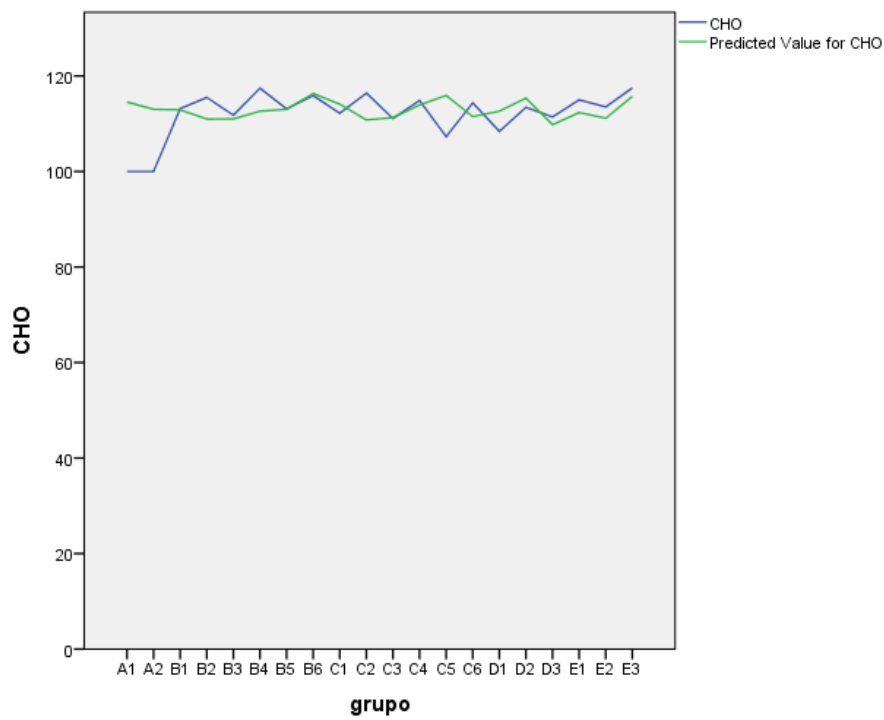
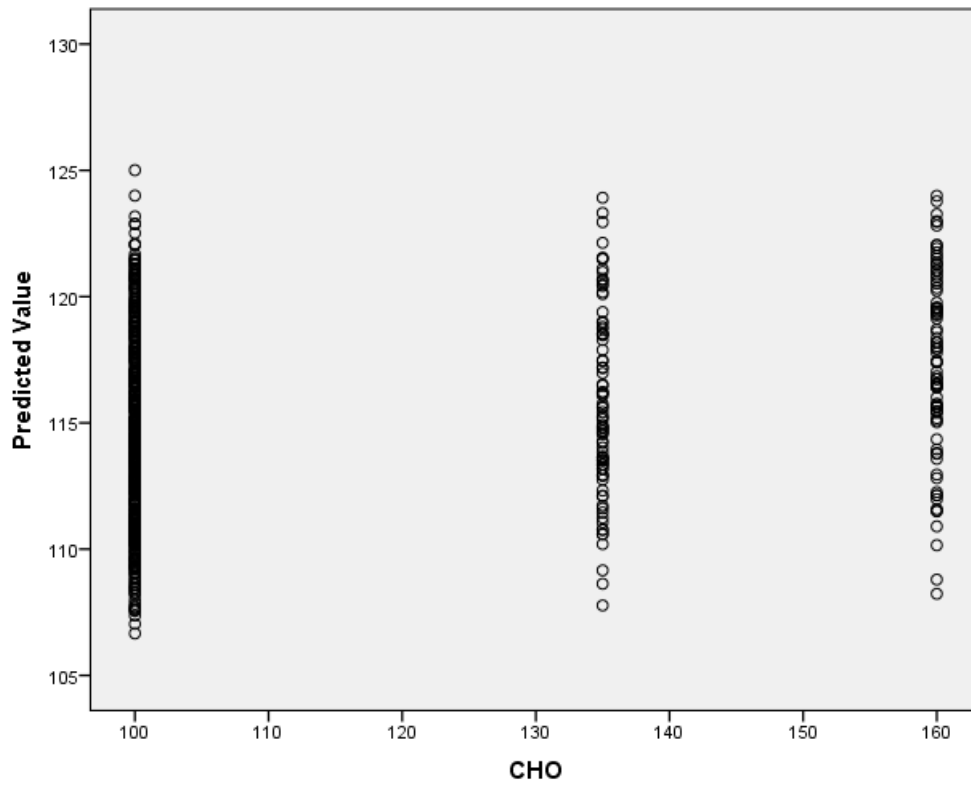
Avaliação global (máximo 16 pontos)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Escore da triagem	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Escore total (máximo 30 pontos)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

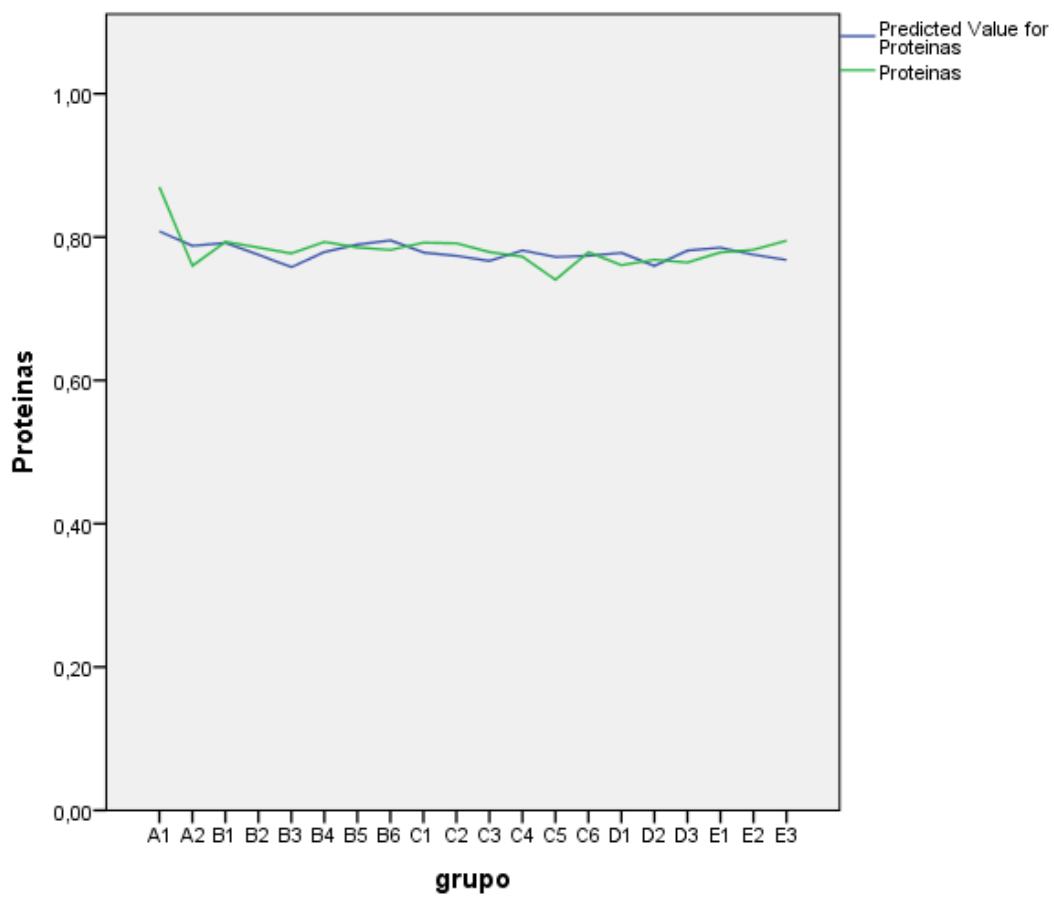
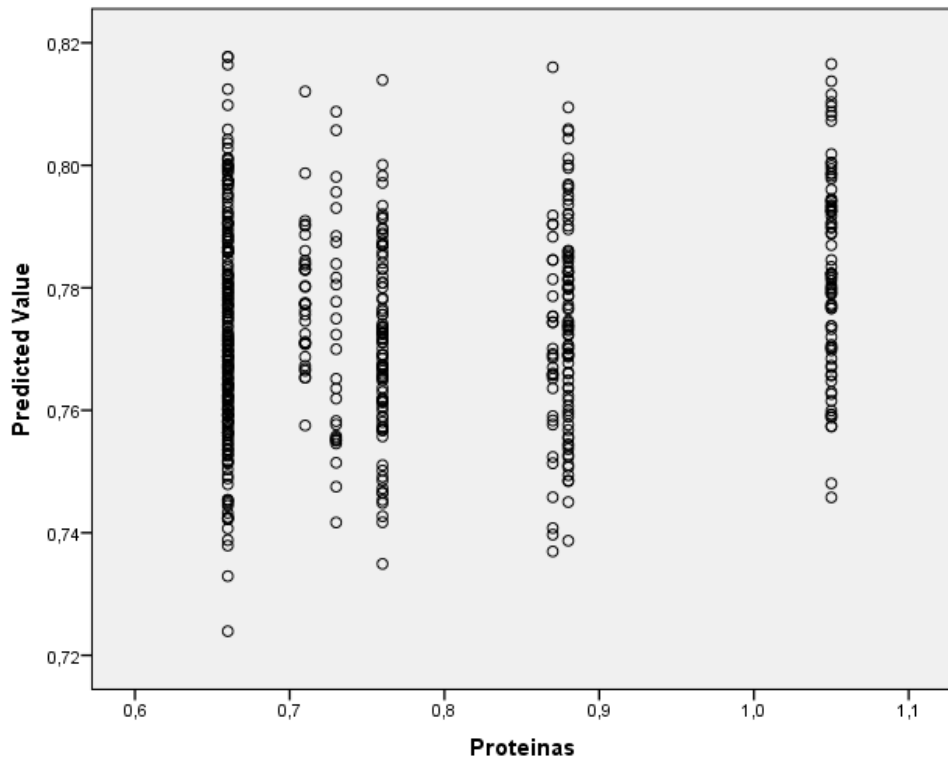
Avaliação do Estado Nutricional		
de 24 a 30 pontos	<input type="checkbox"/>	estado nutricional normal
de 17 a 23,5 pontos	<input type="checkbox"/>	sob risco de desnutrição
menos de 17 pontos	<input type="checkbox"/>	desnutrido

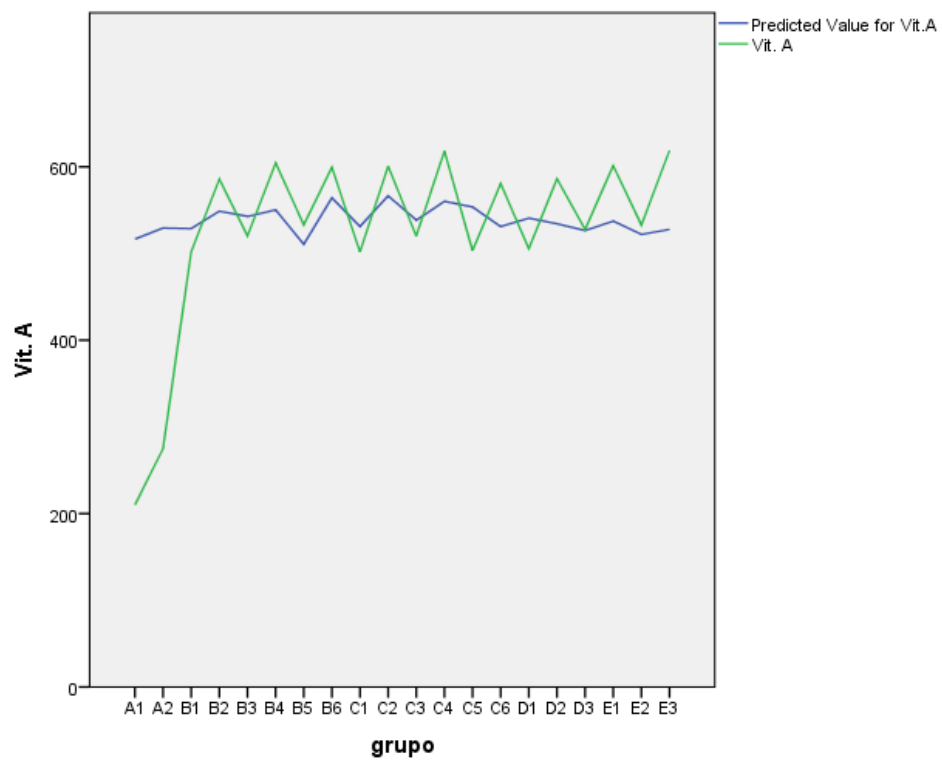
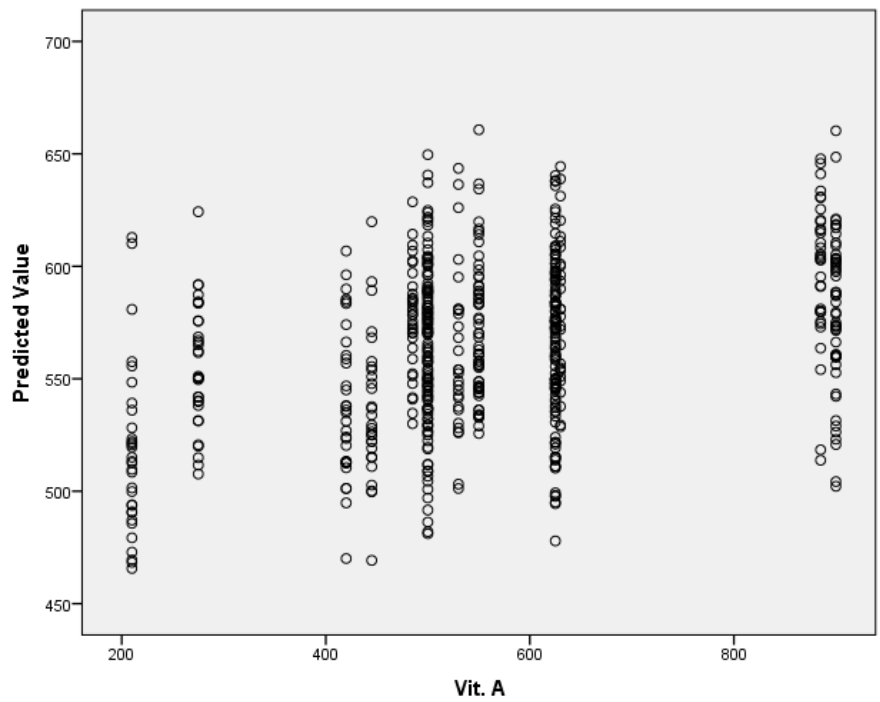
Ref. Vellas B, Villars H, Abellan G, et al. Overview of the MNA® - Its History and Challenges. J Nutr Health Aging 2006; 10: 456-465.  
 Rubenstein LZ, Harker JO, Salva A, Guigoz Y, Vellas B. Screening for Undernutrition in Geriatric Practice: Developing the Short-Form Mini Nutritional Assessment (MNA-SF). J Gerontol 2001; 56A: M366-377.  
 Guigoz Y. The Mini-Nutritional Assessment (MNA®) Review of the Literature - What does it tell us? J Nutr Health Aging 2006; 10: 466-487.  
 © Société des Produits Nestlé S.A., Vevey, Switzerland, Trademark Owners  
 © Nestlé, 1994. Revision 2006. N67200 12/99 10M  
 Para maiores informações: [www.mna-elderly.com](http://www.mna-elderly.com)

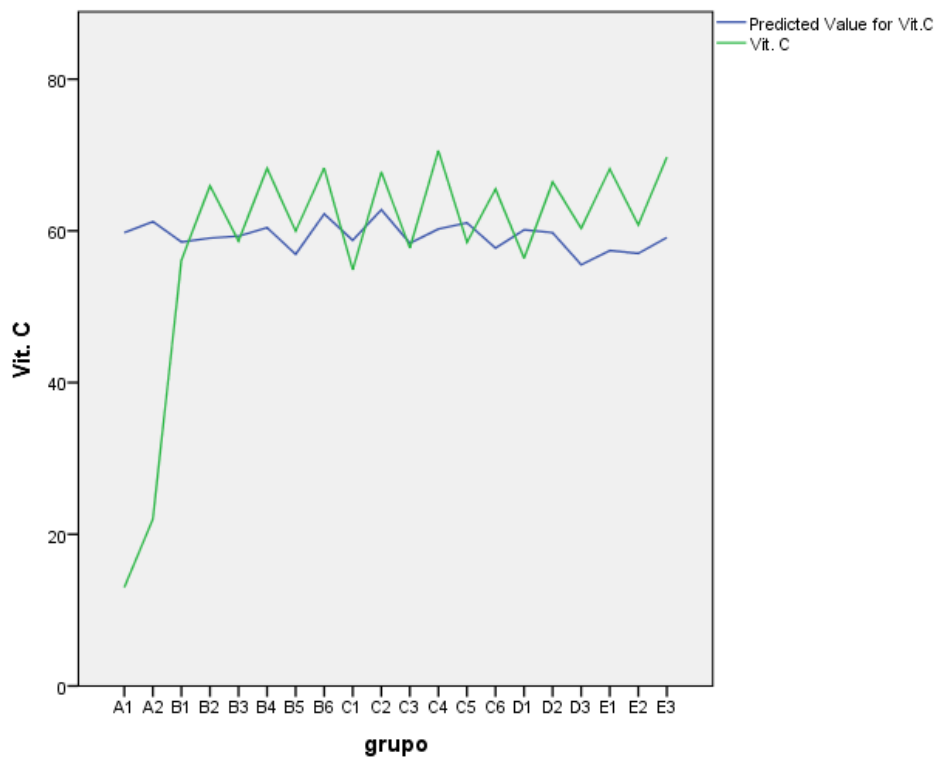
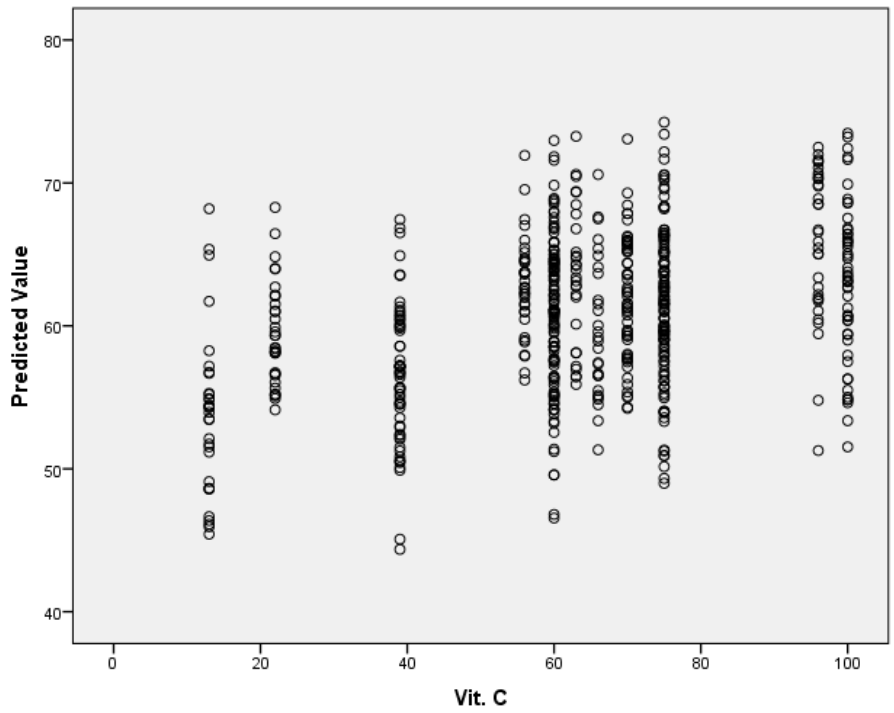
**Valores Inferidos pelo Modelo de Recomendação Nutricional  
com Base no treino nas tabelas *Dietry Reference Intake* (DRI)**

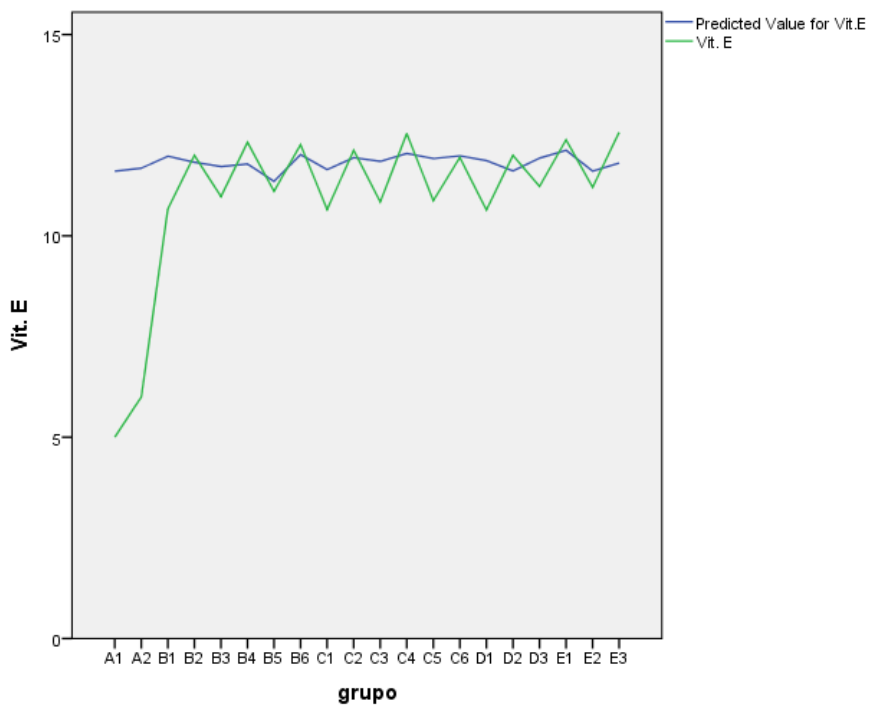
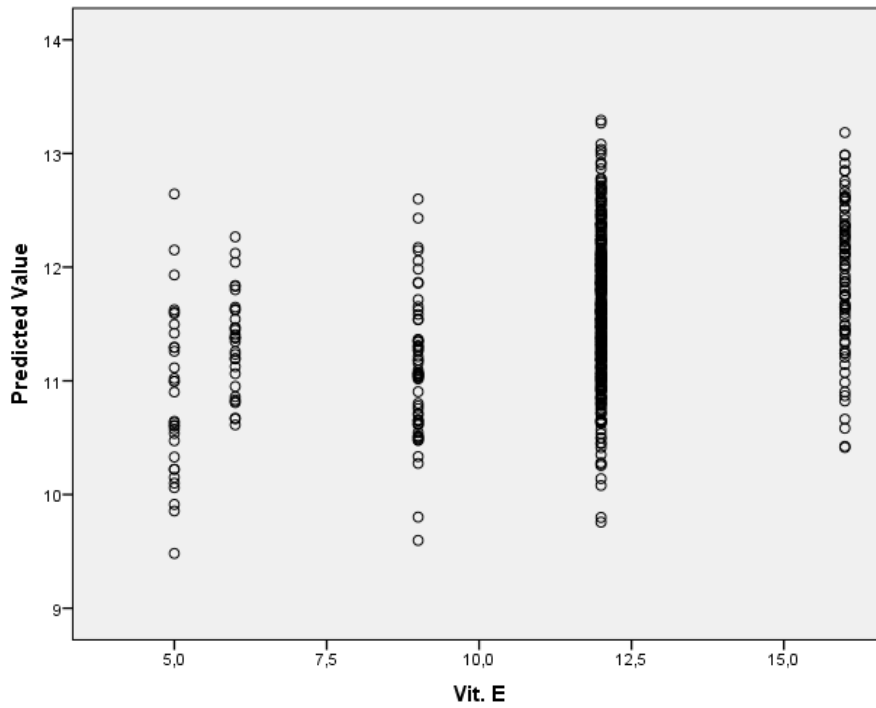


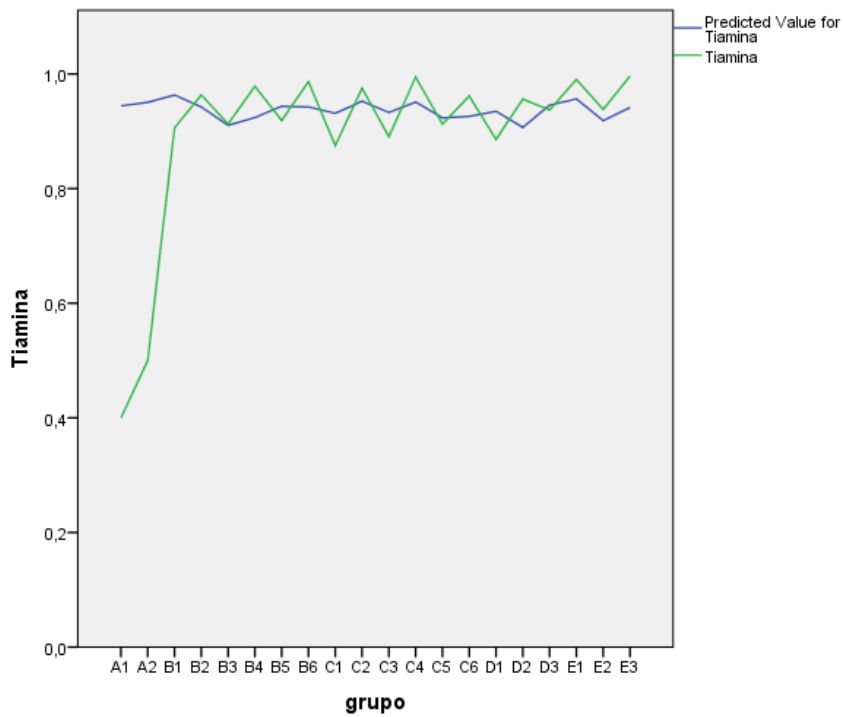
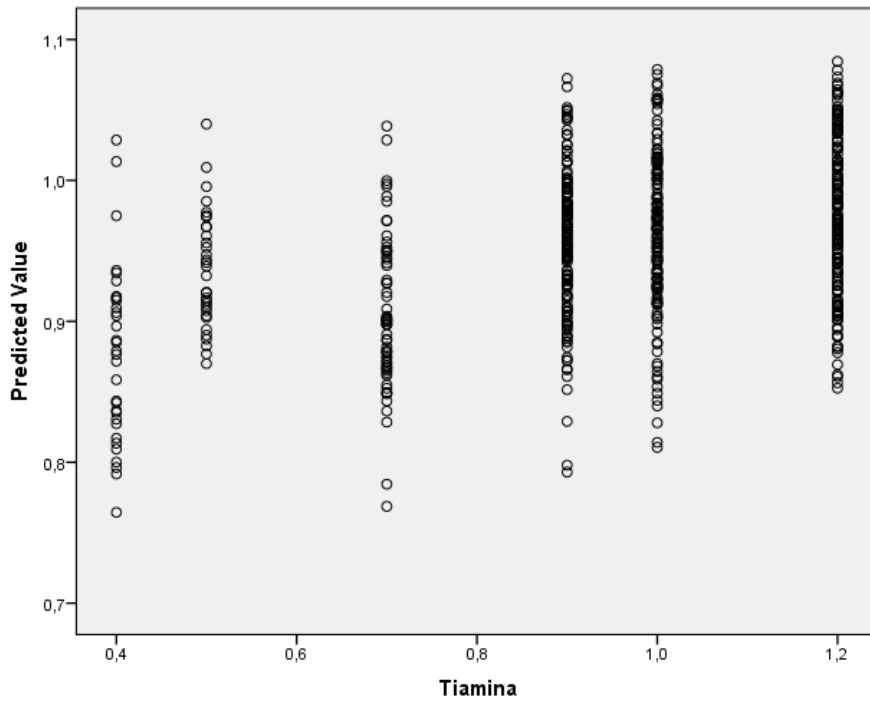


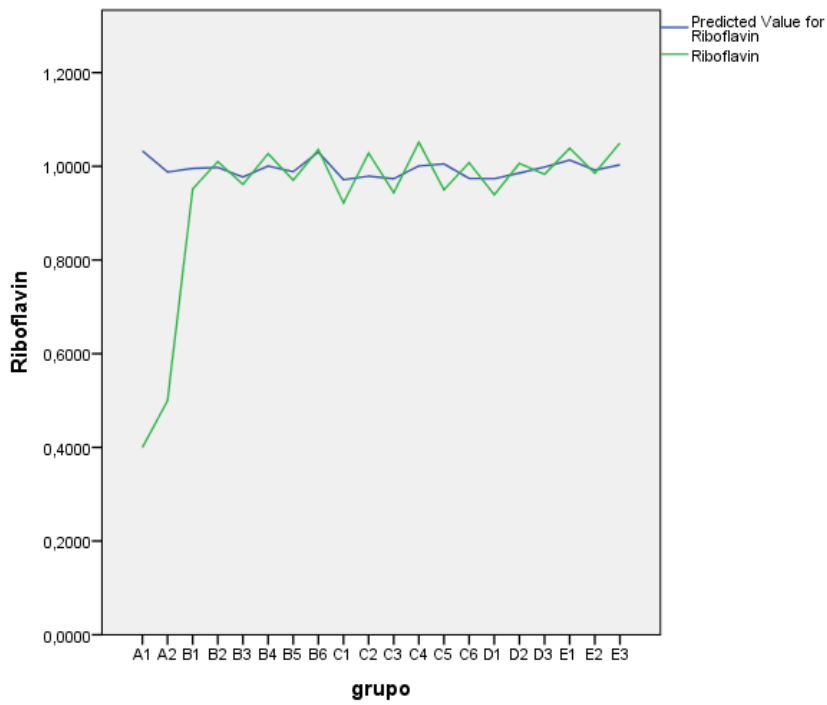
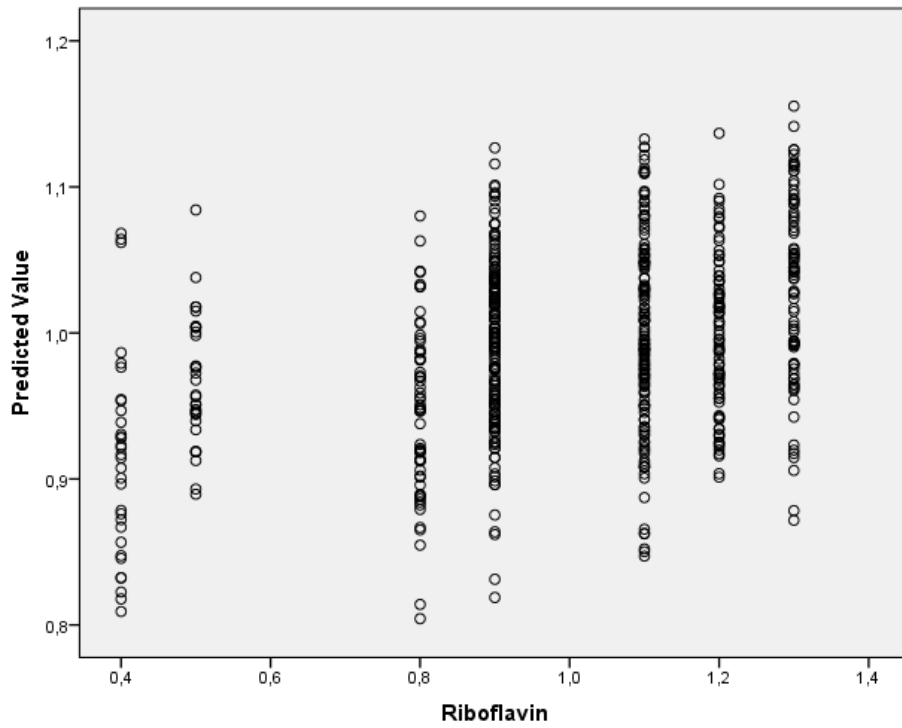


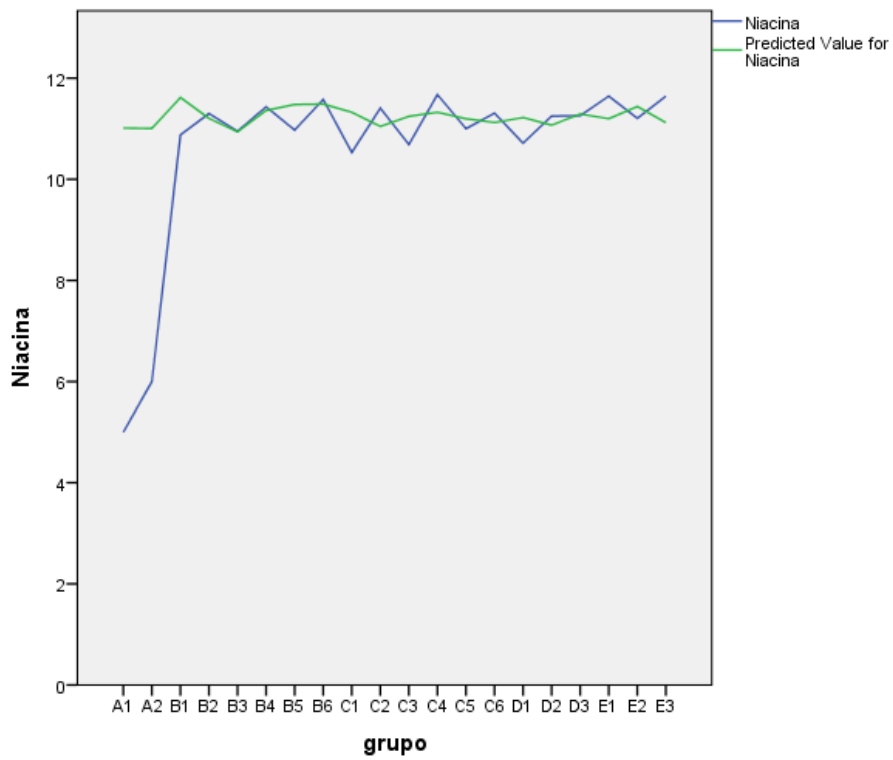
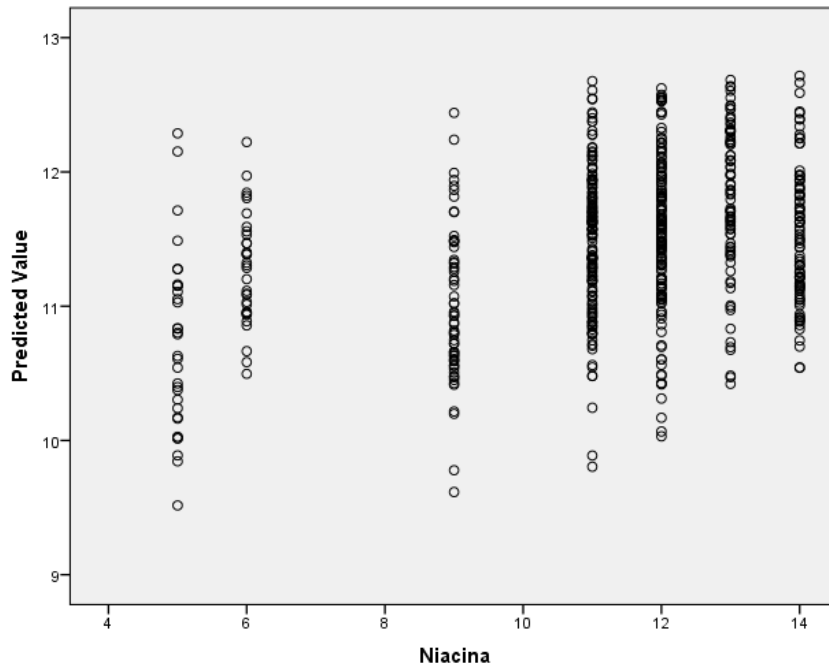


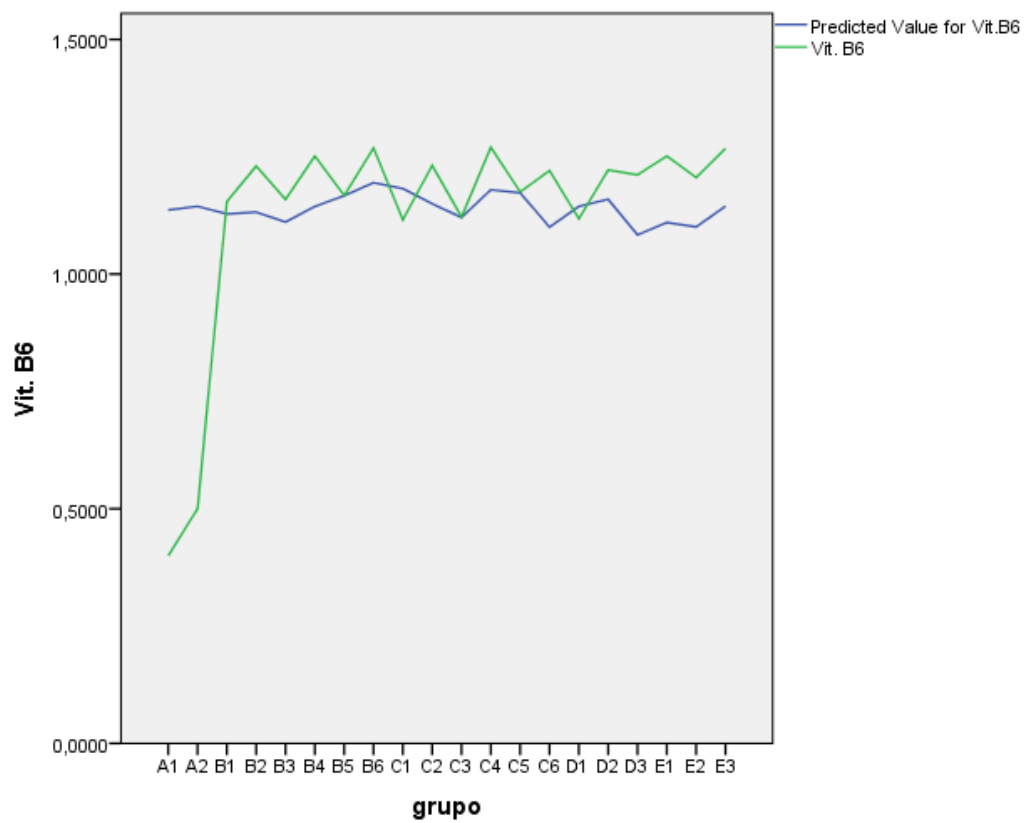
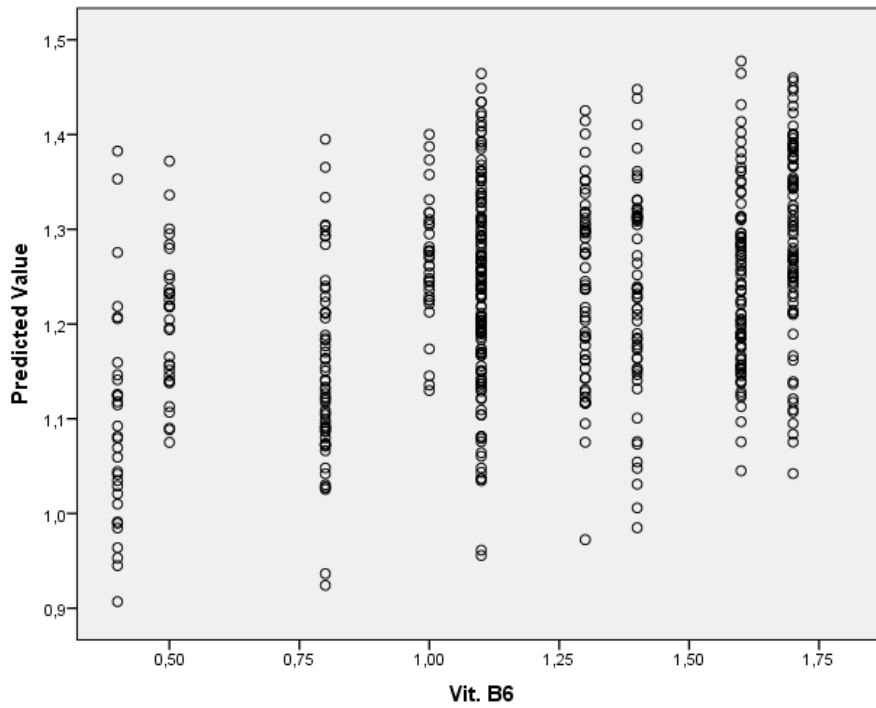


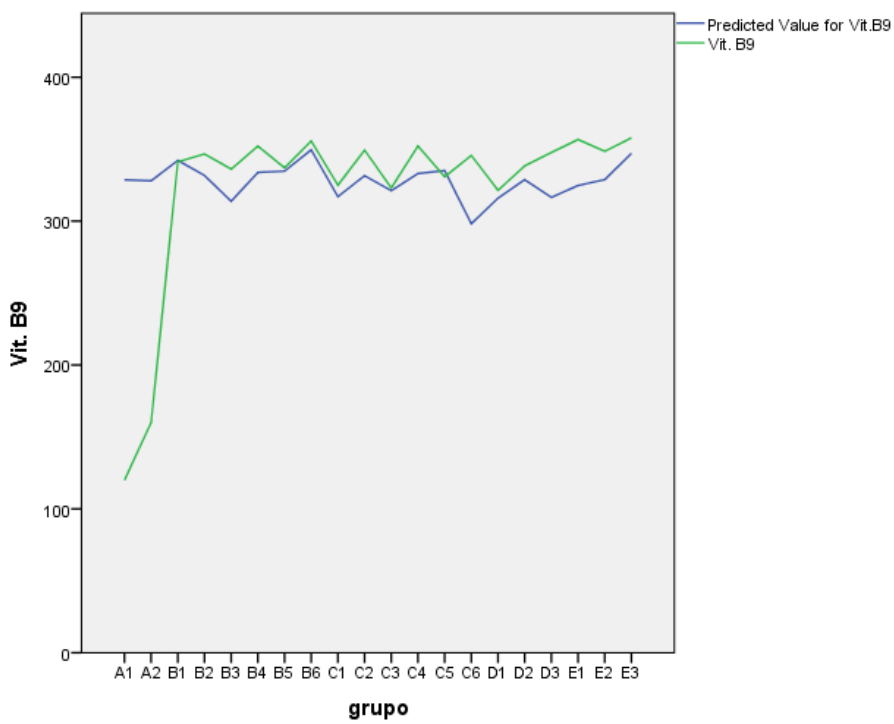
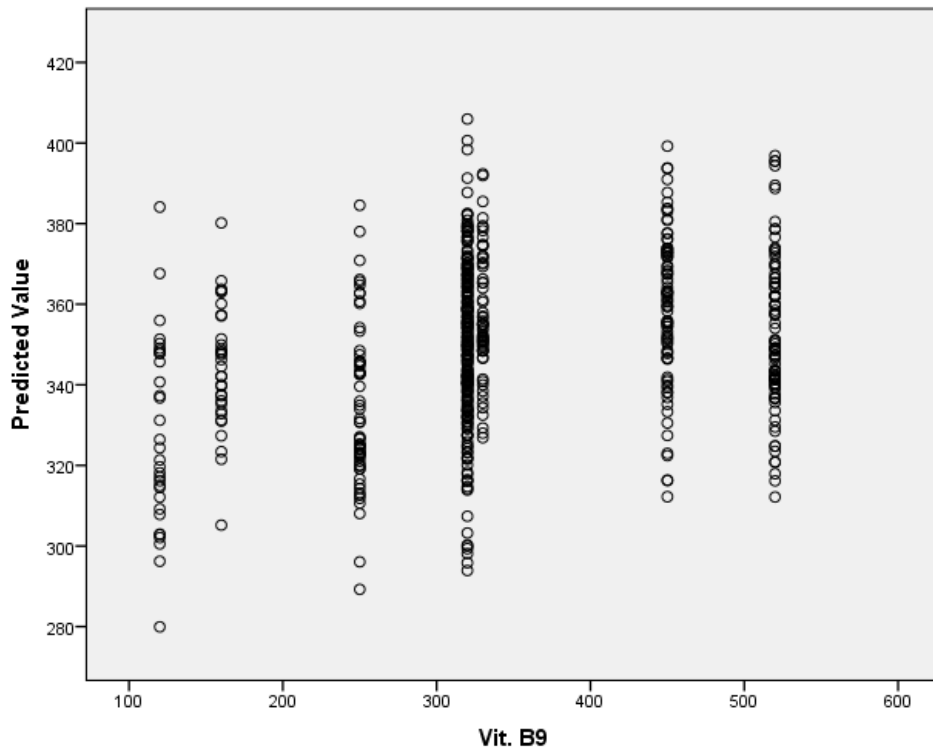


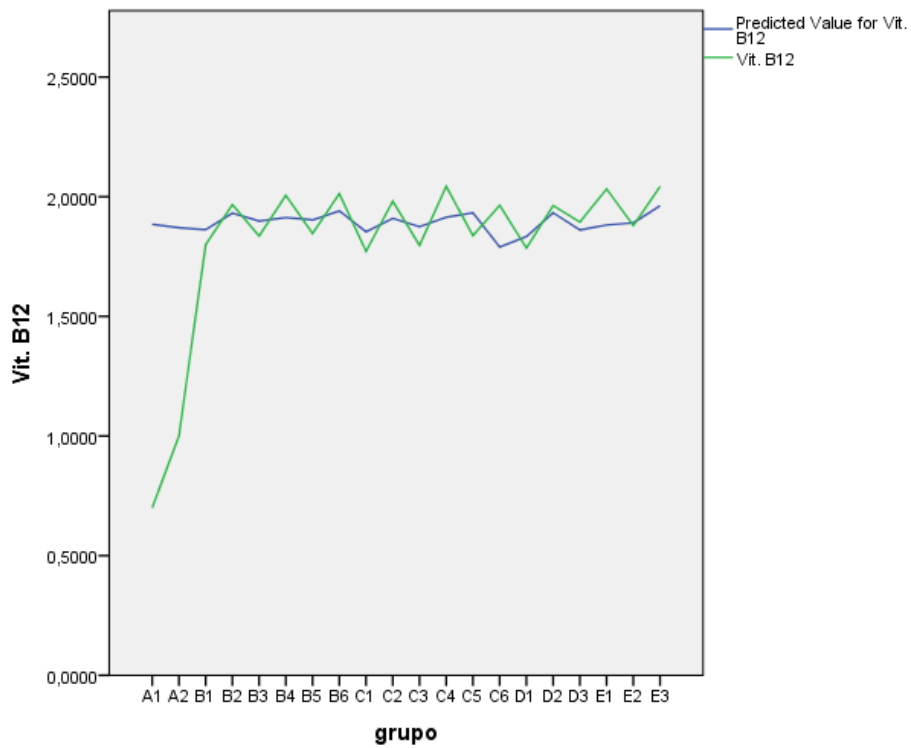
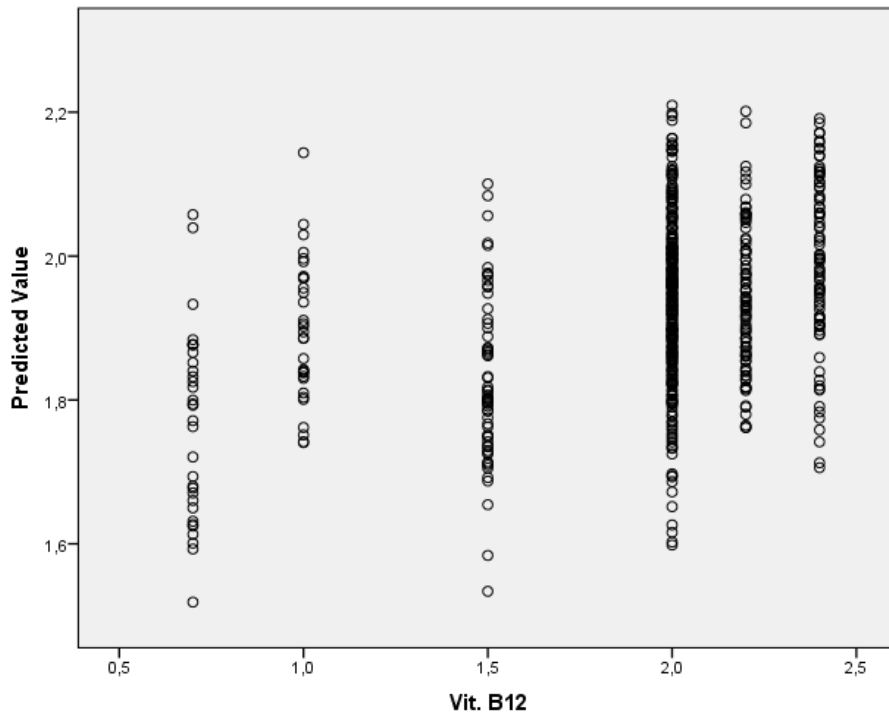


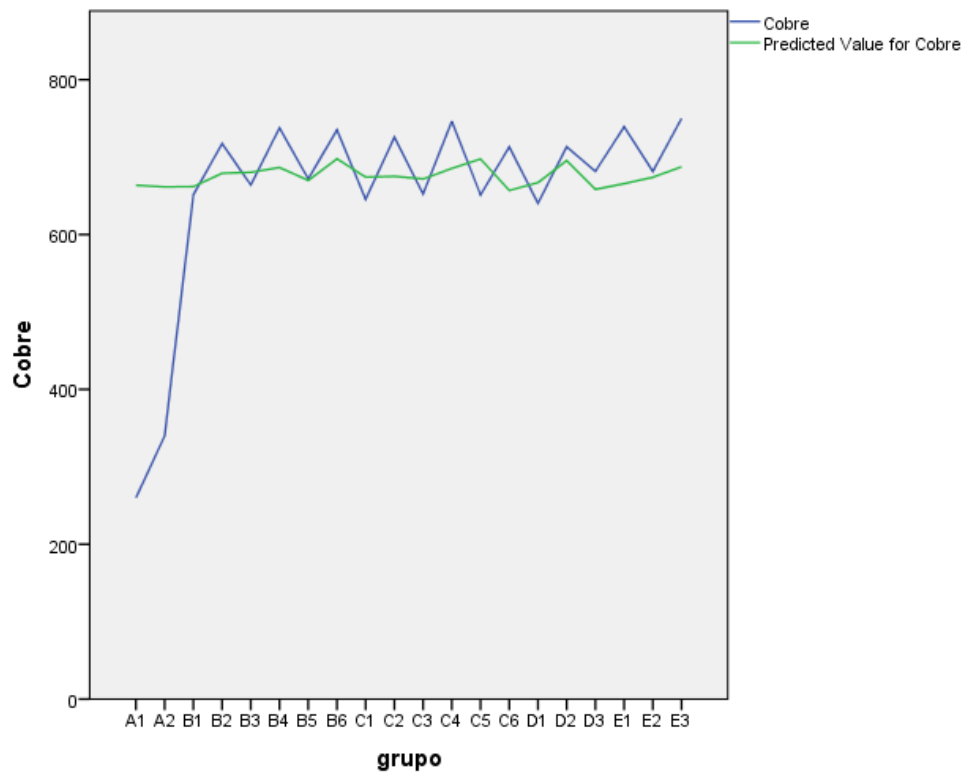
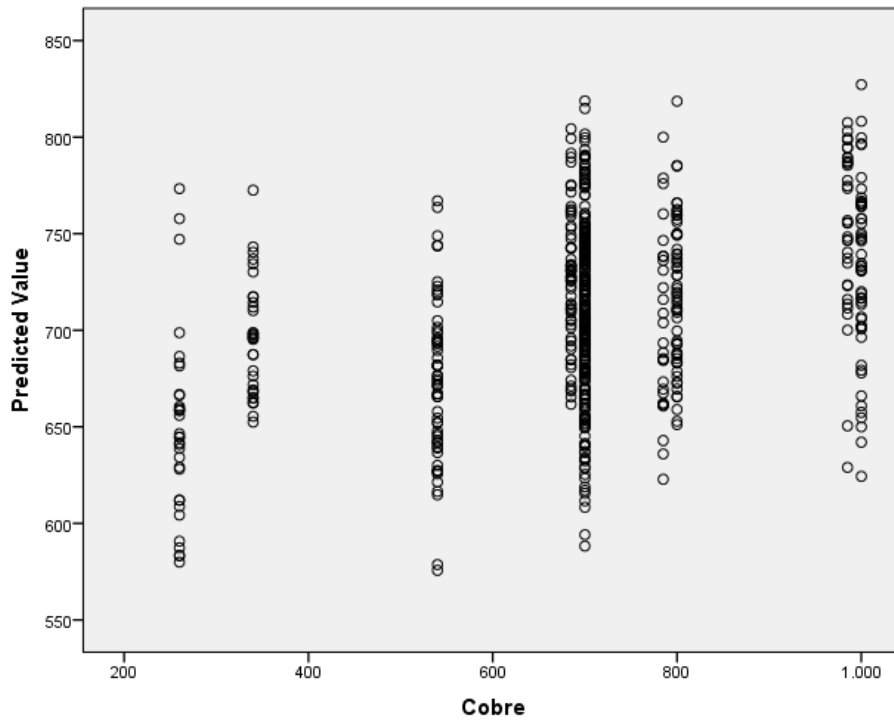


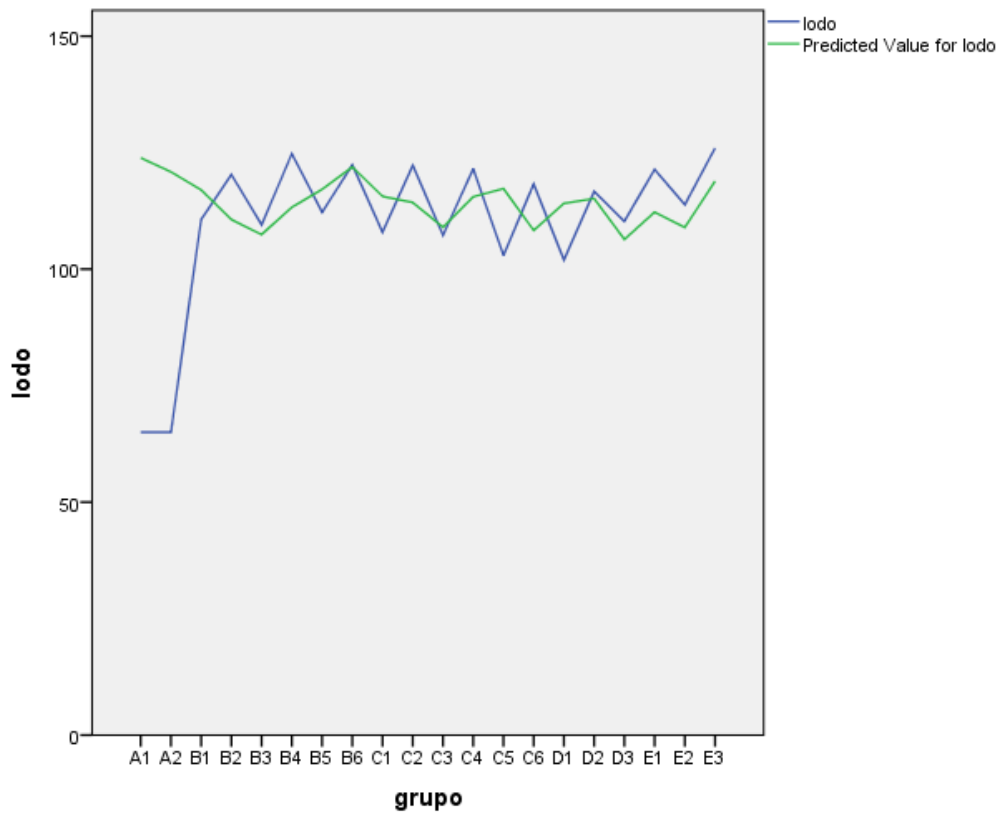
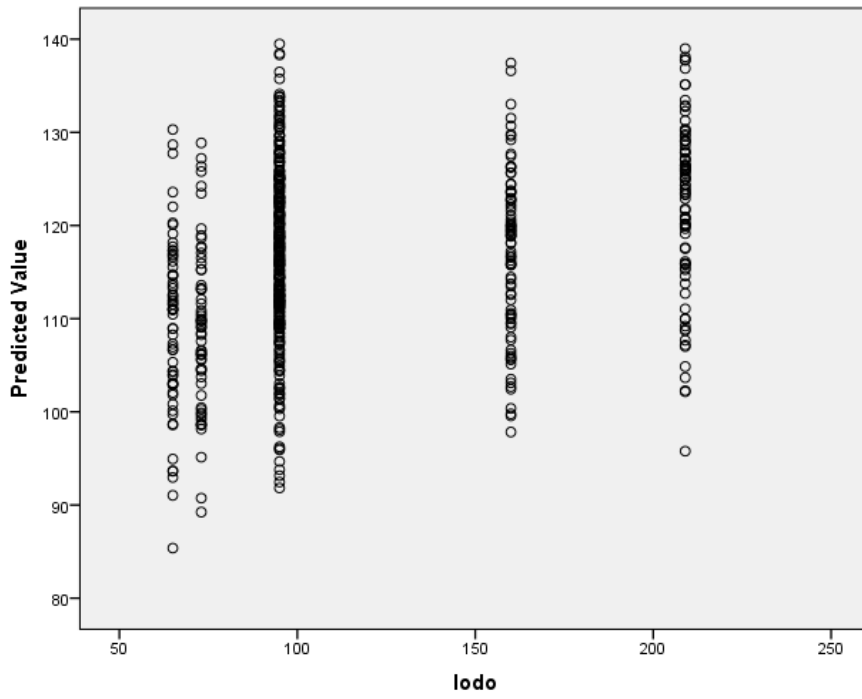


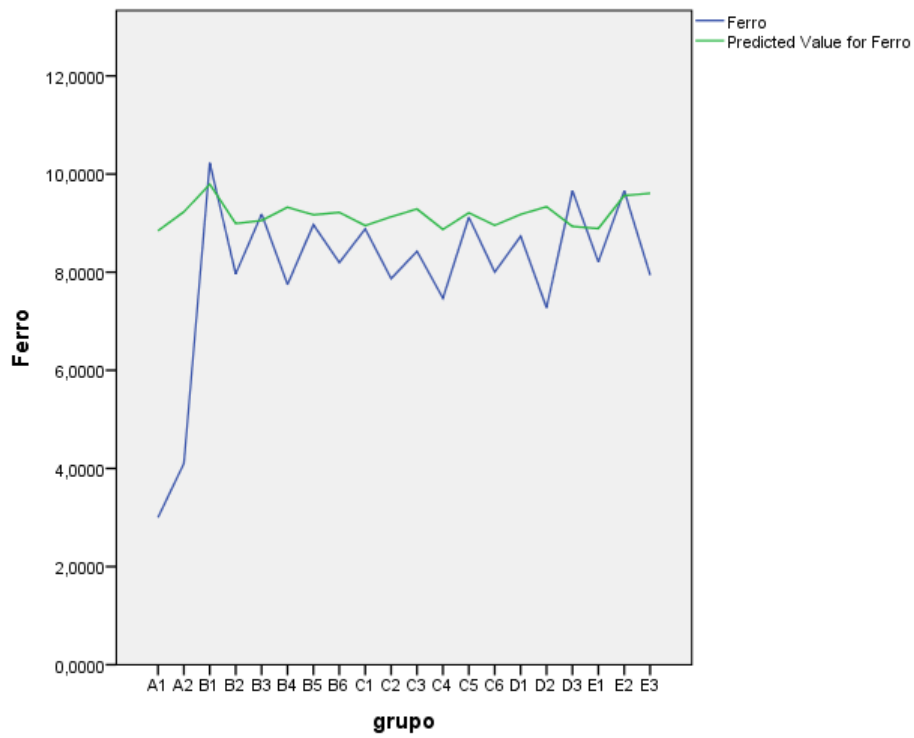
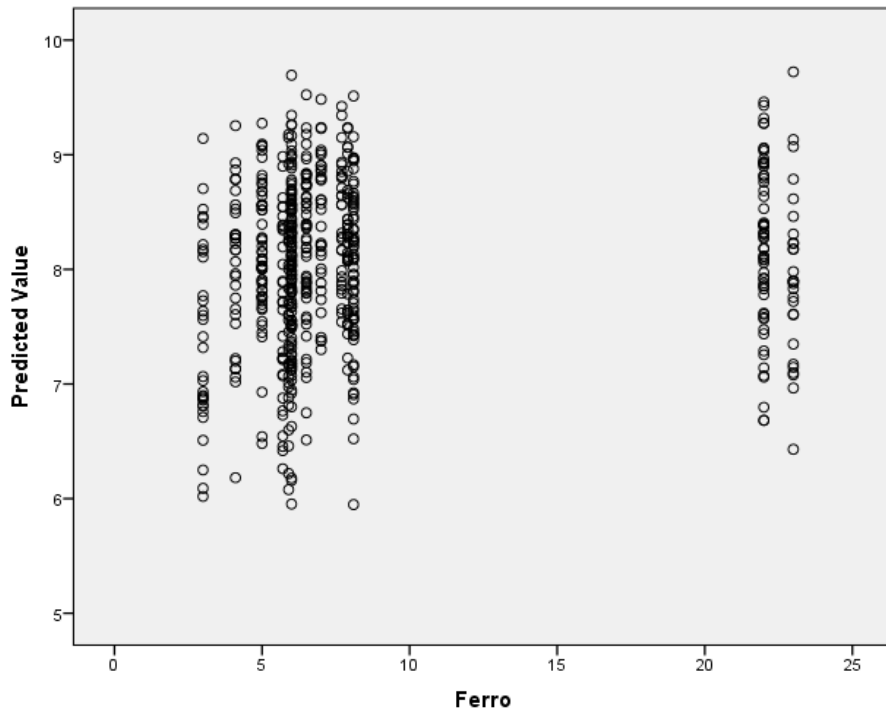


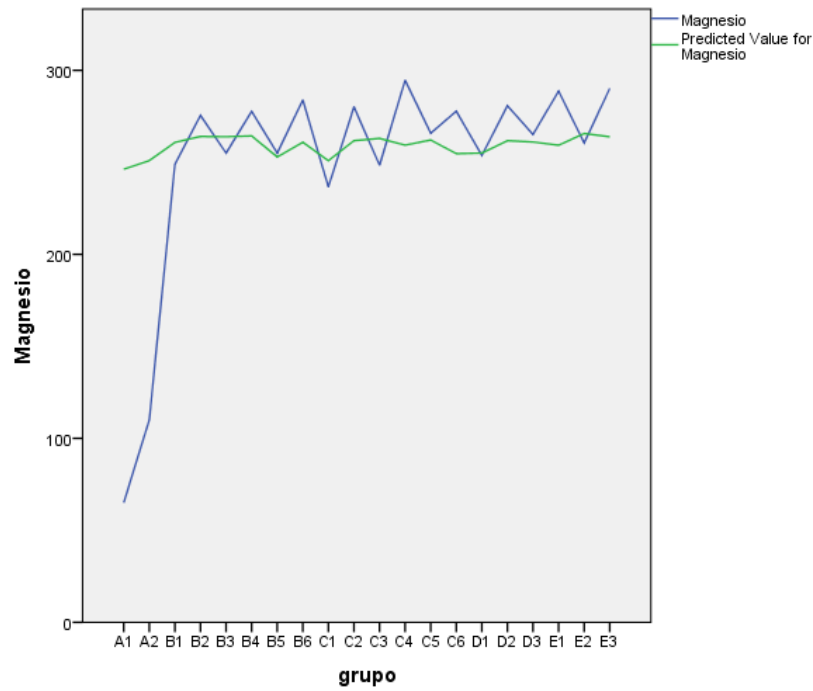
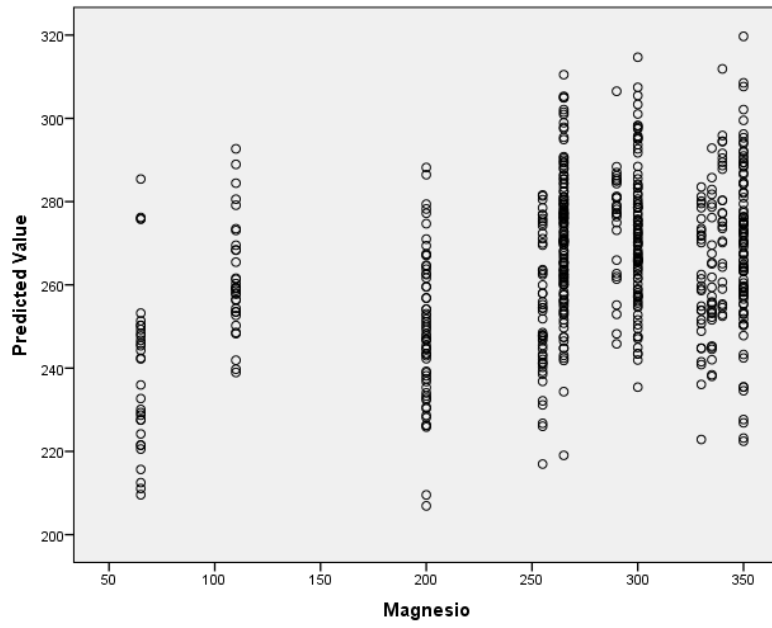


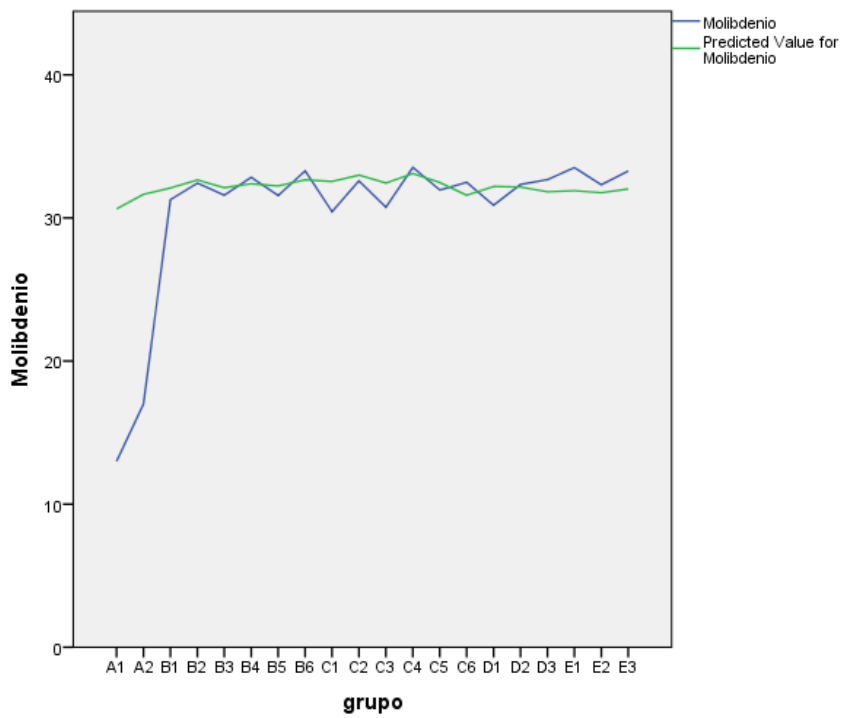
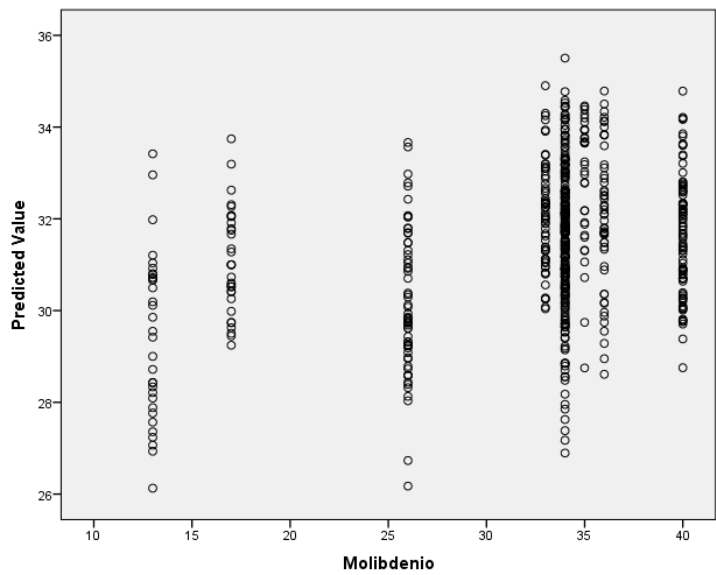


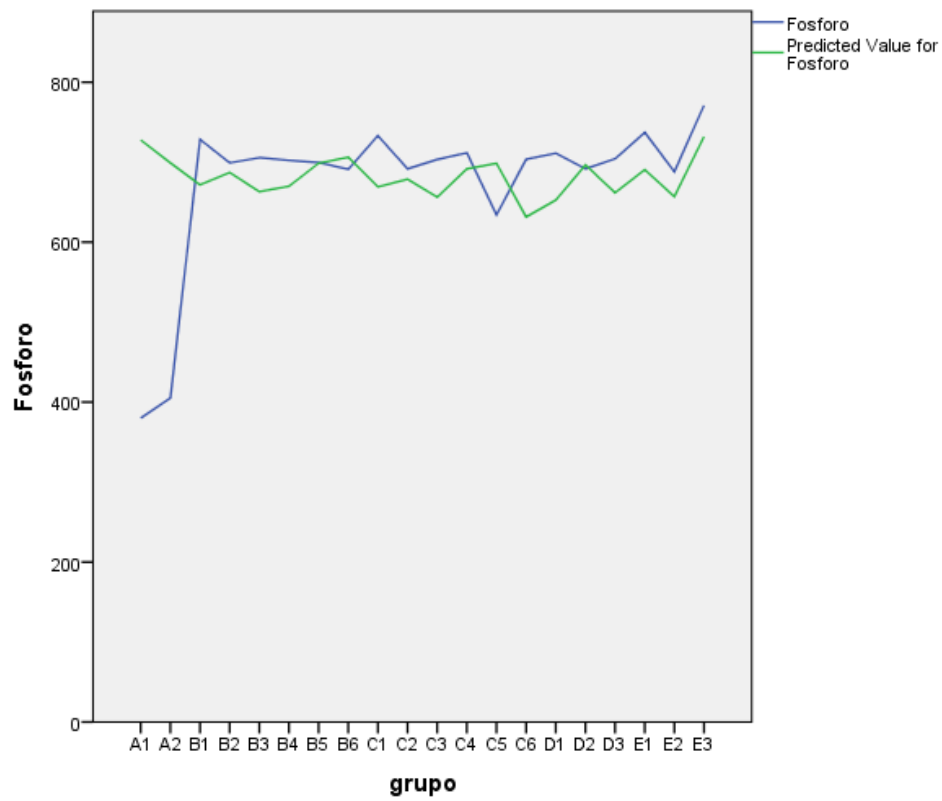
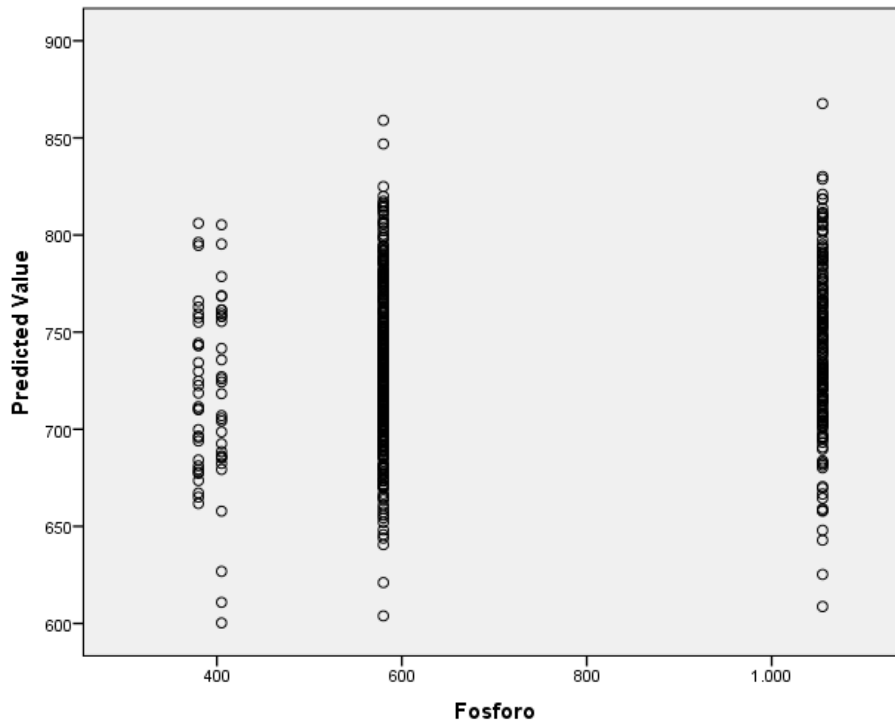


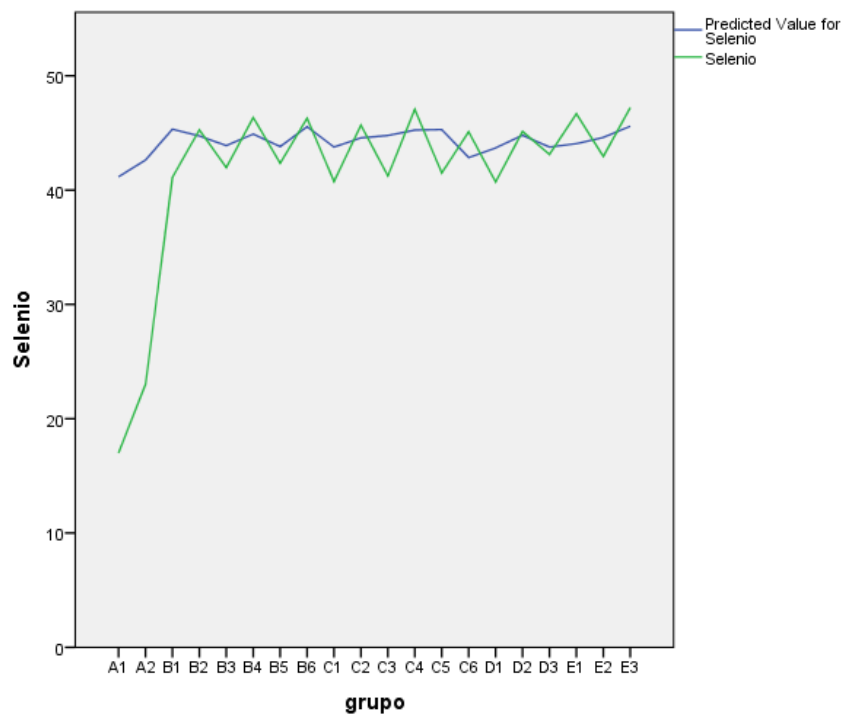
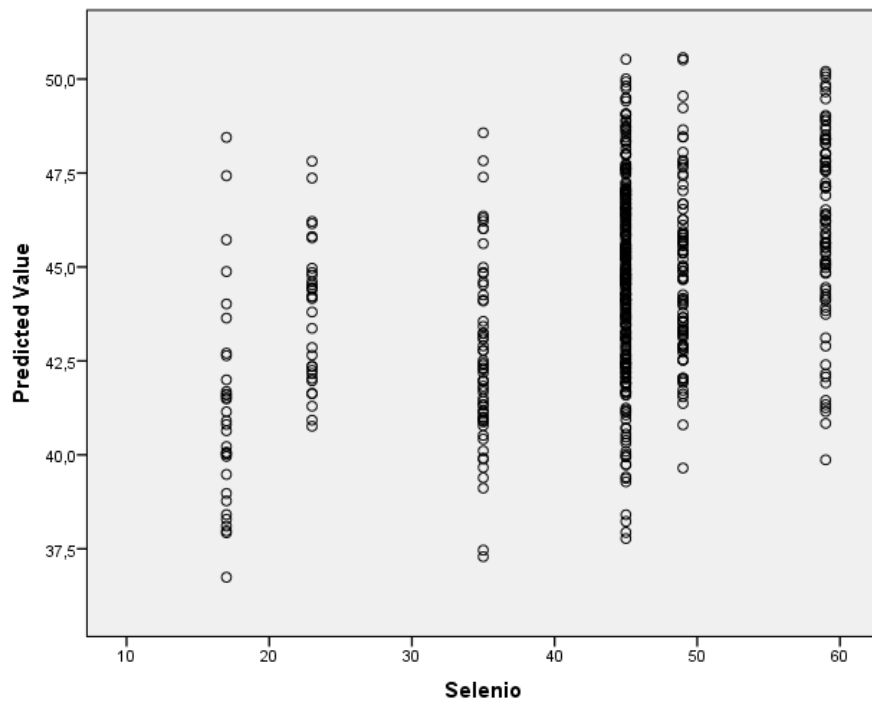


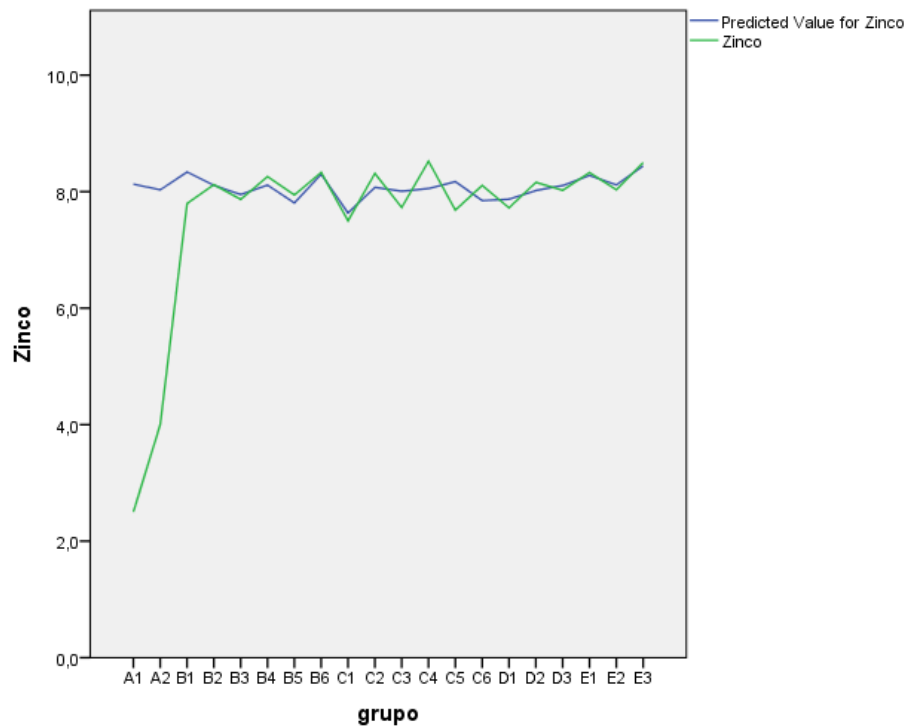
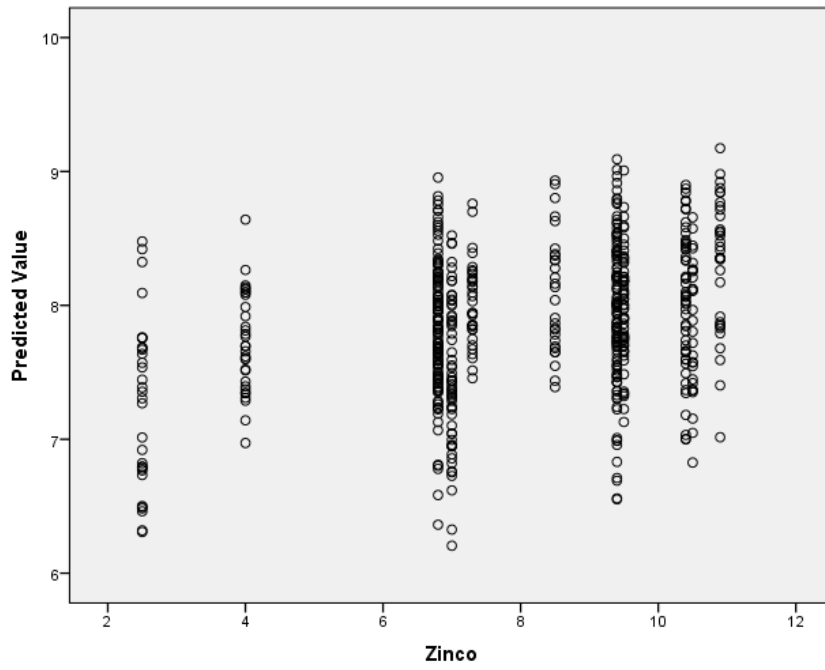




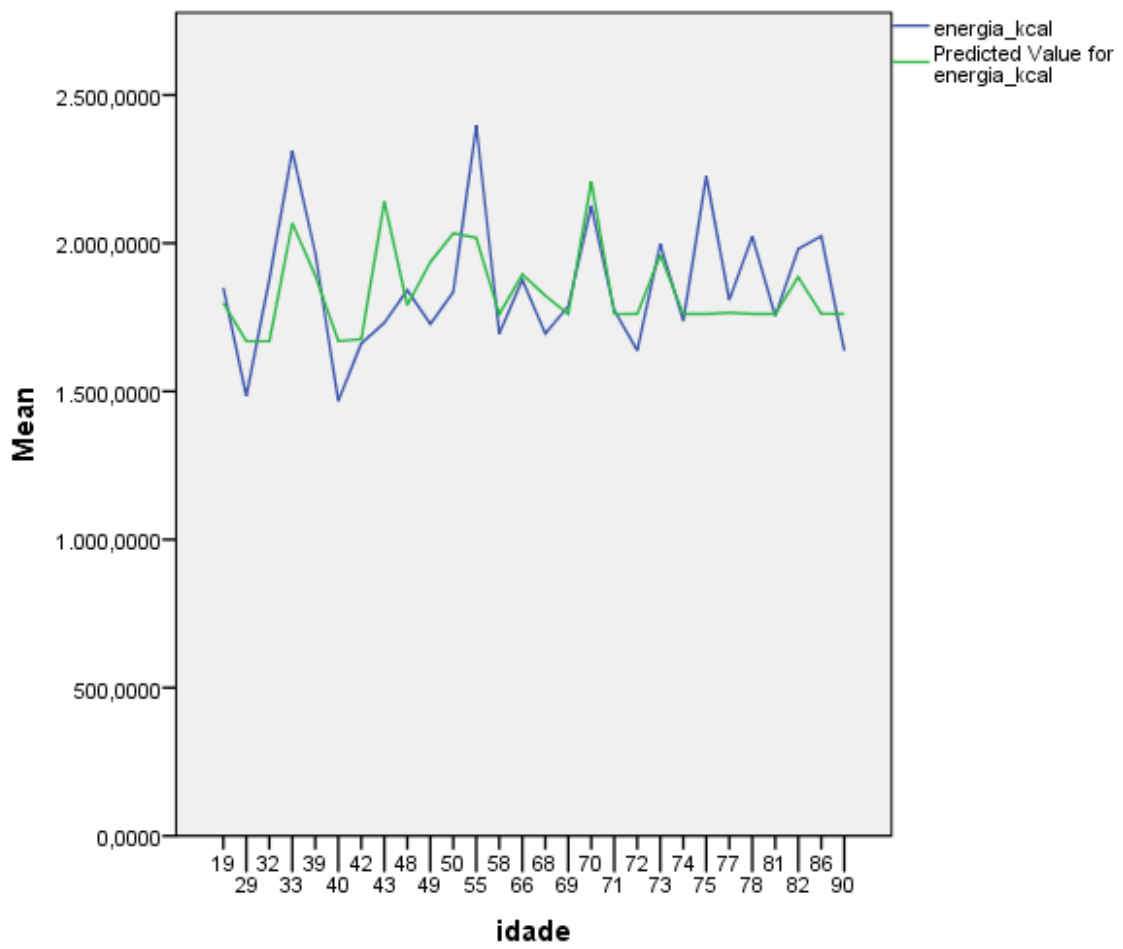


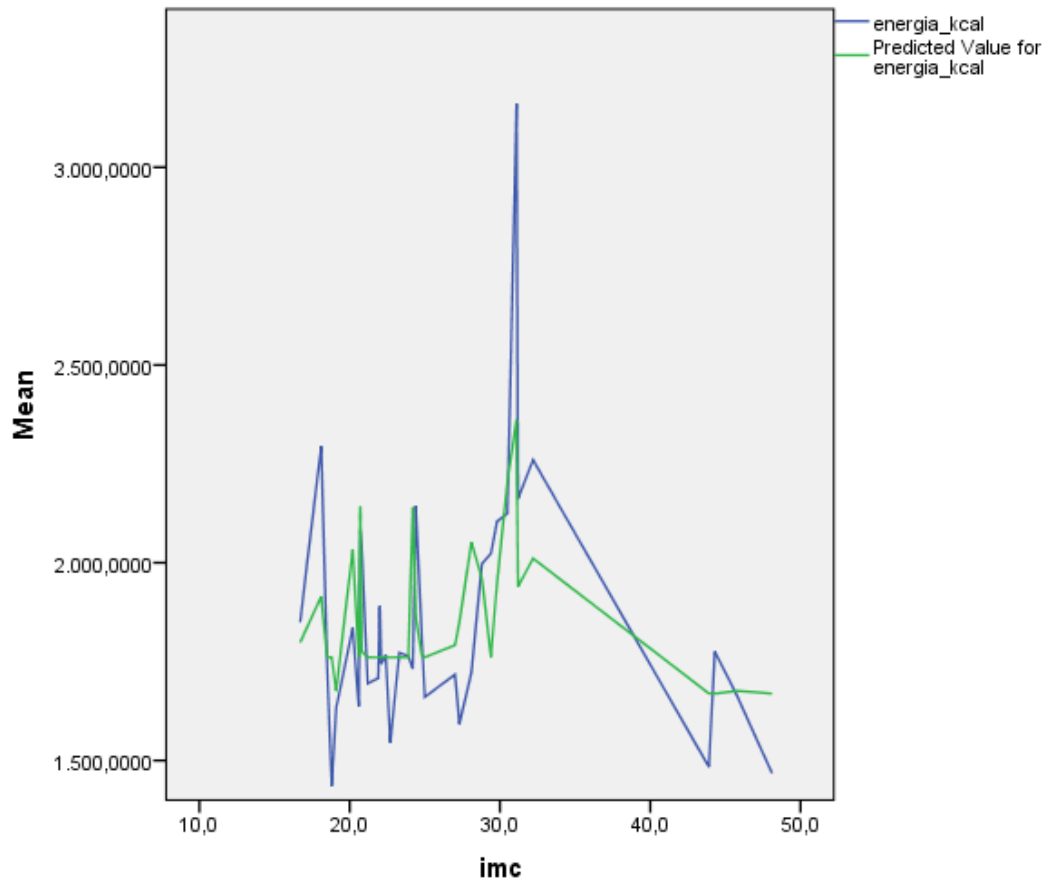
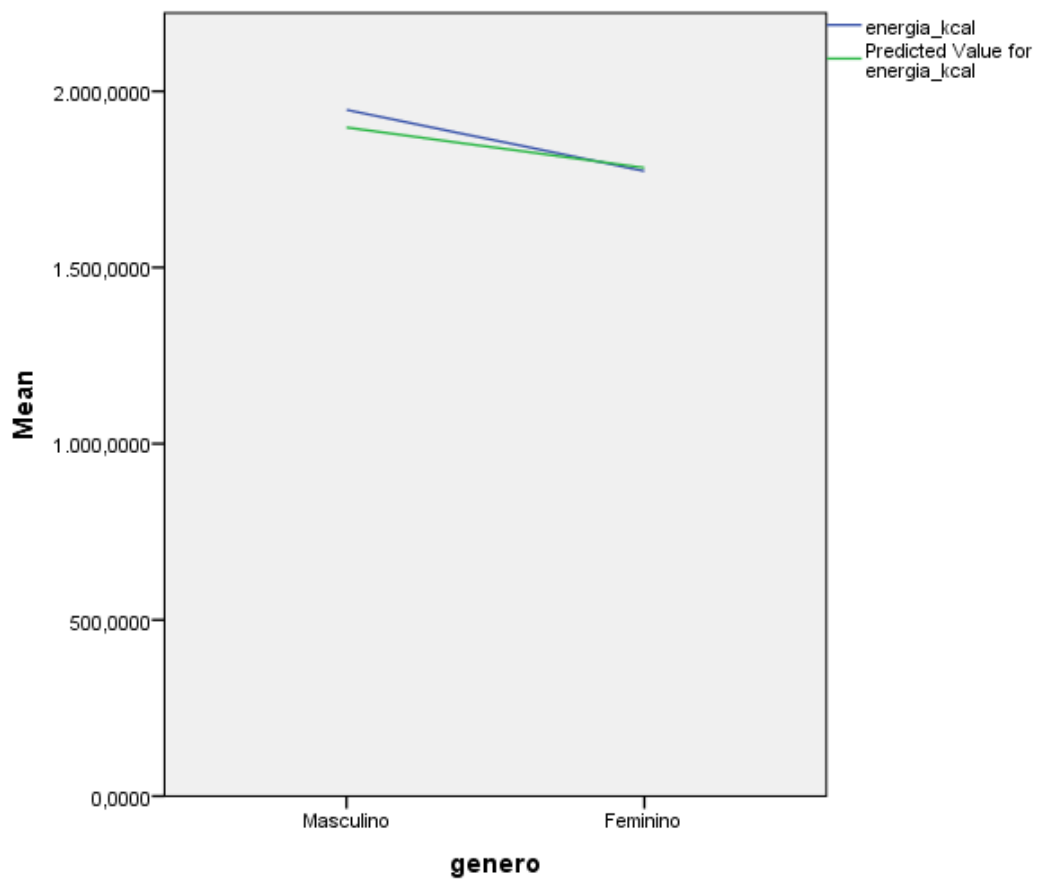


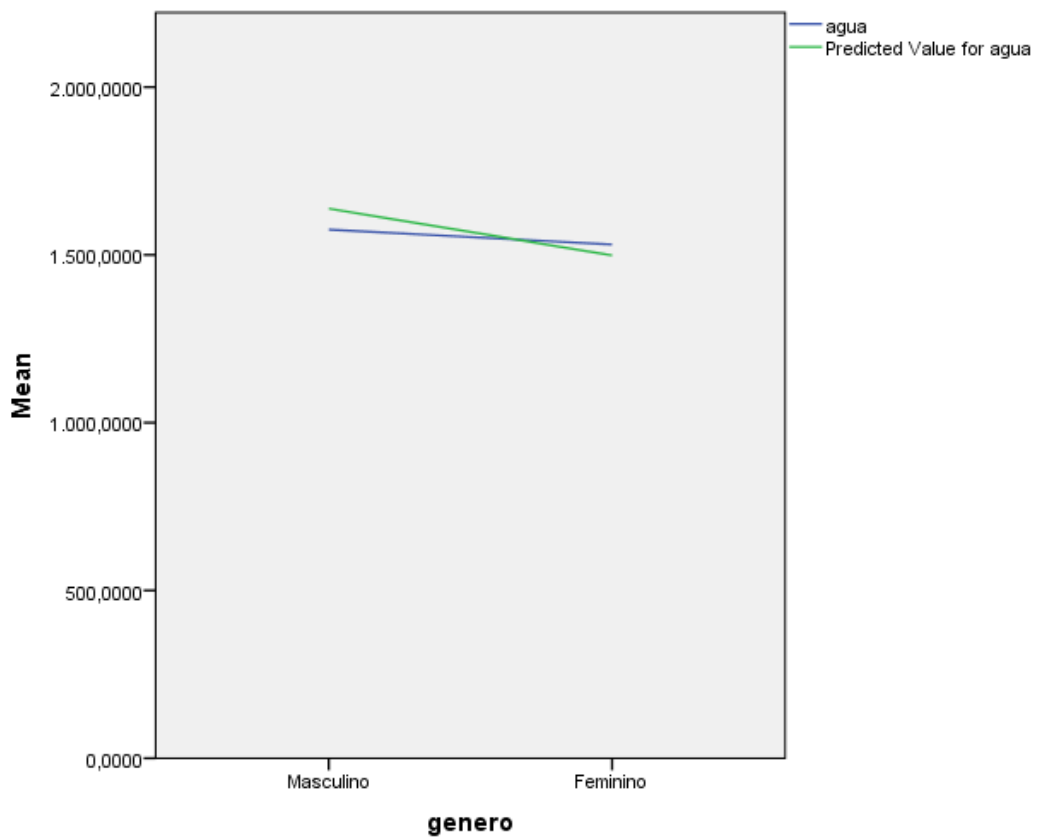
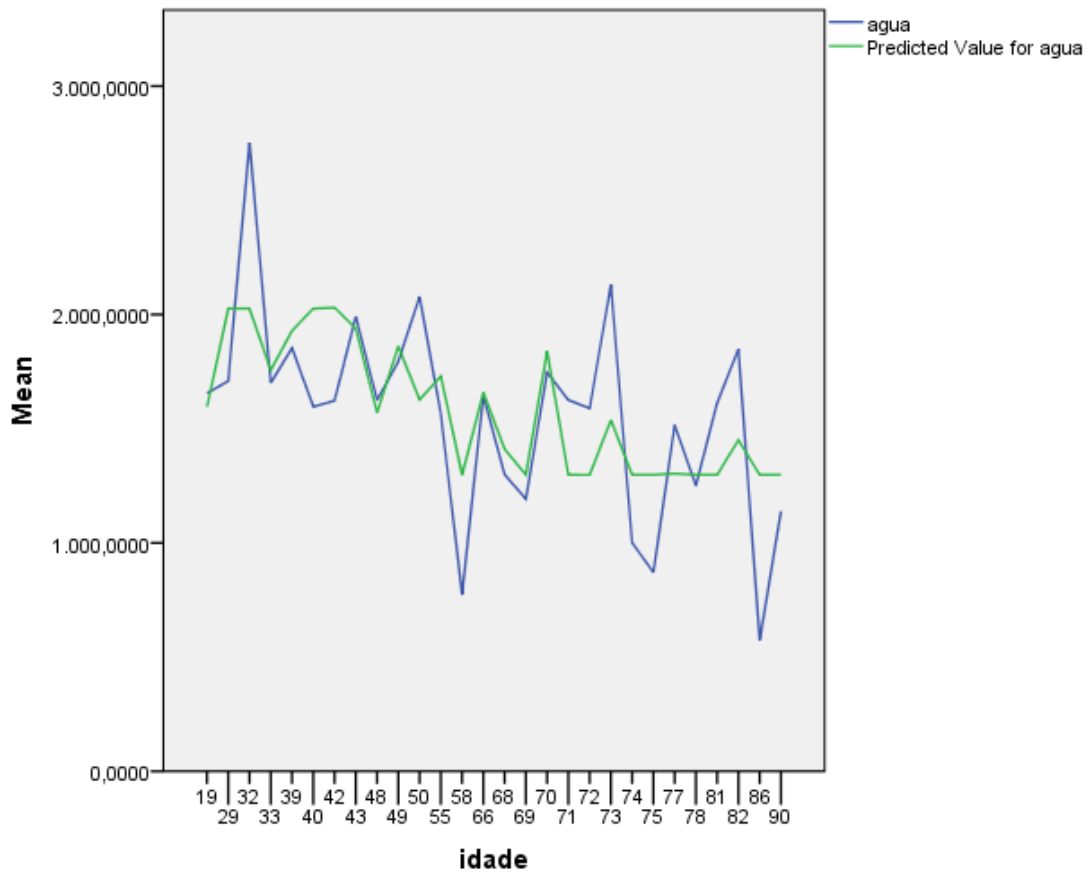


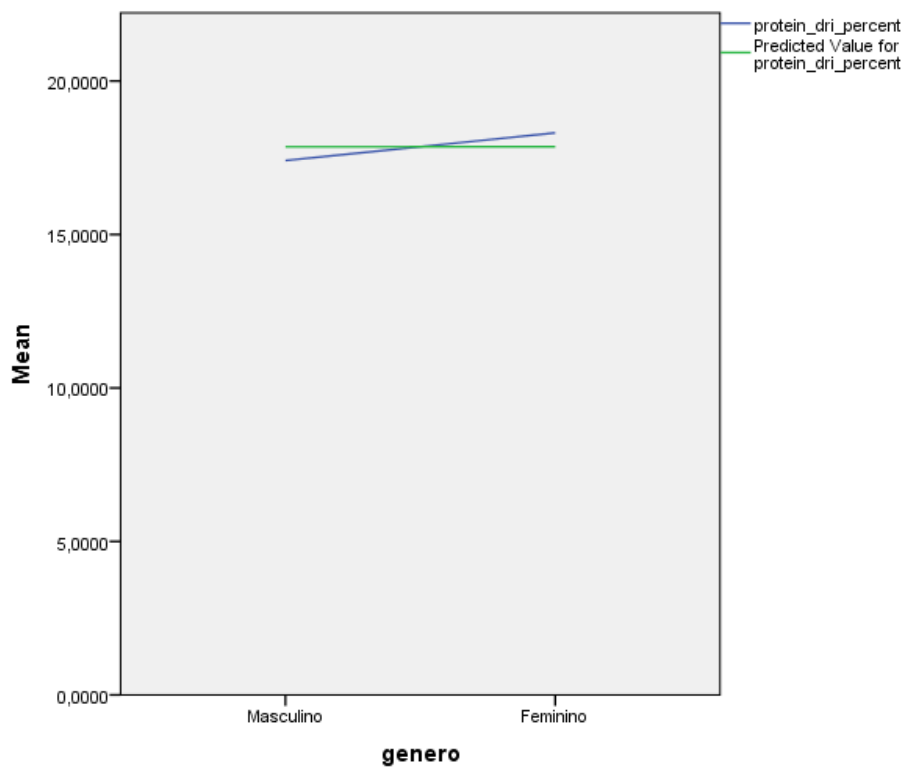
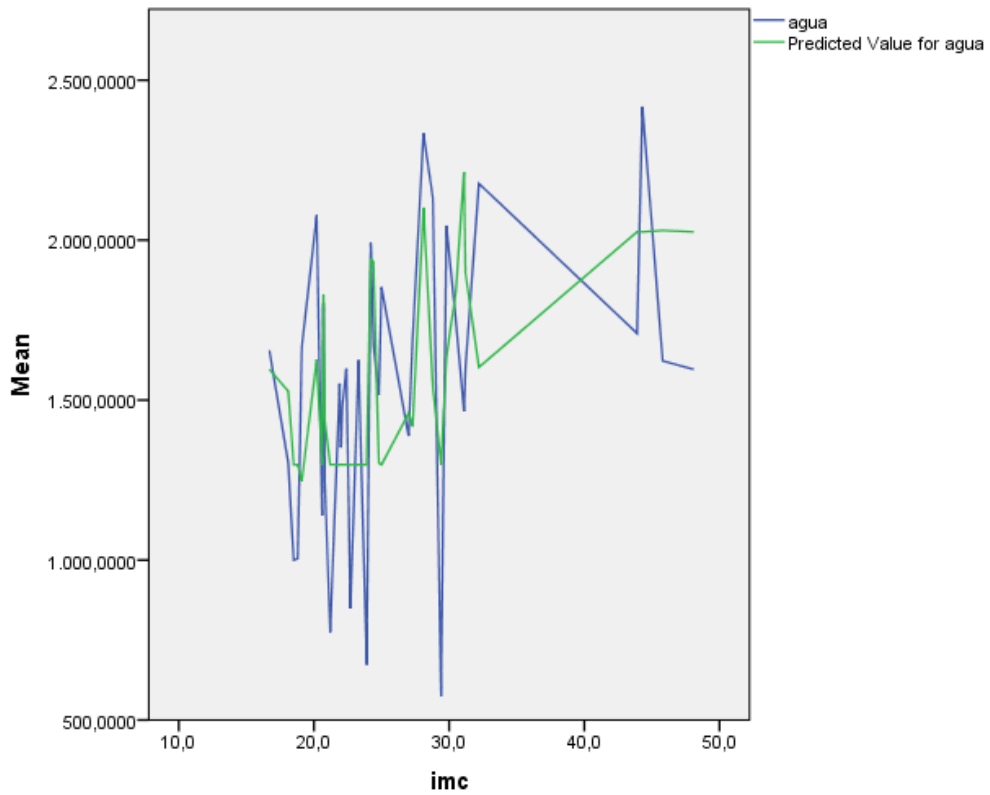


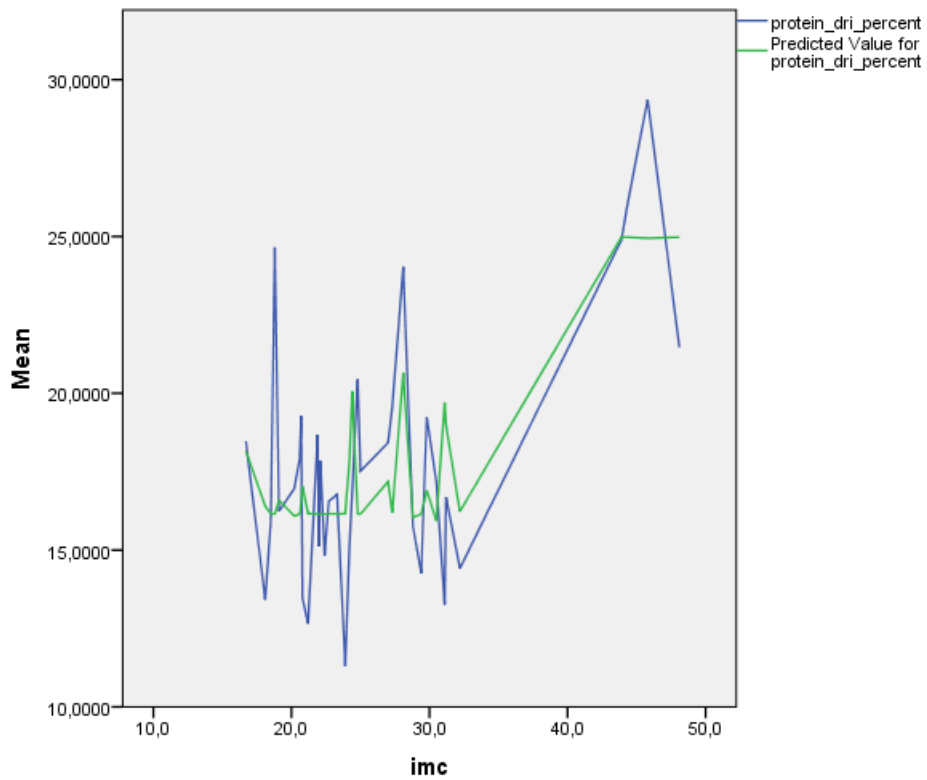
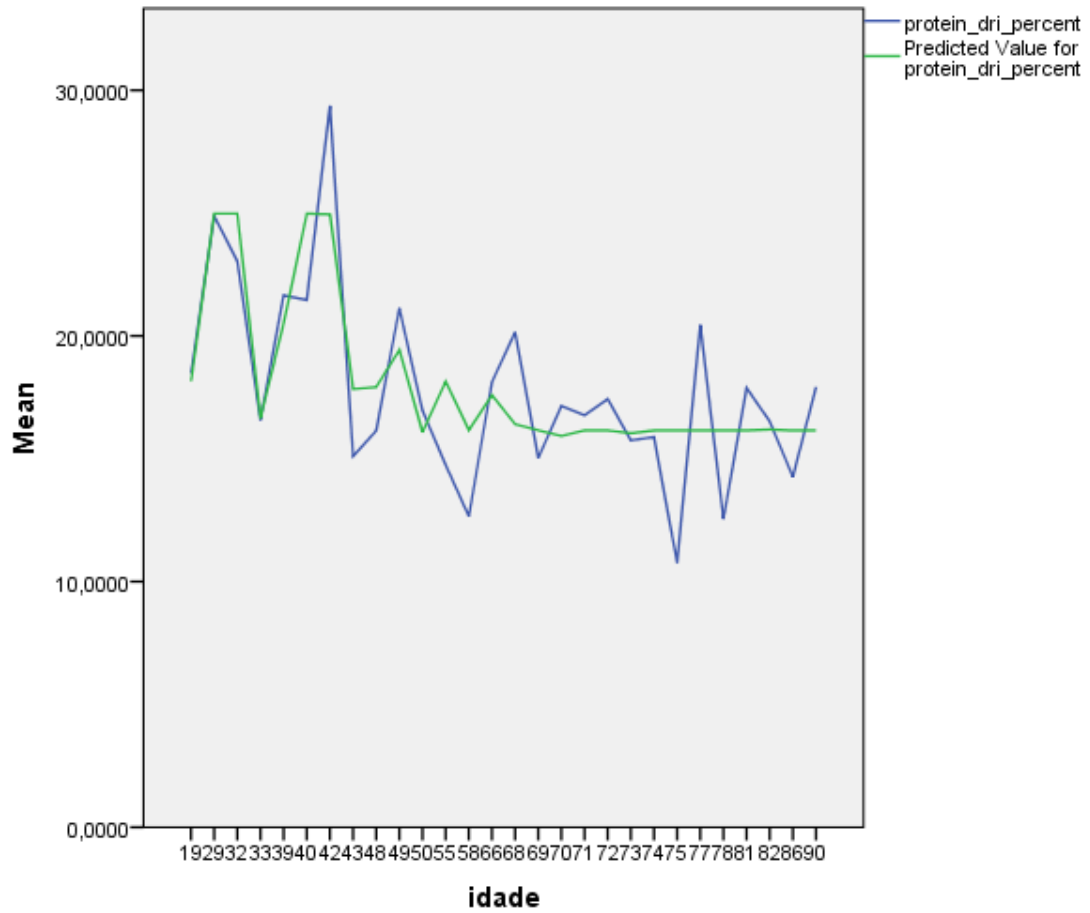
## **Treino do modelo de inferência com valores práticos**

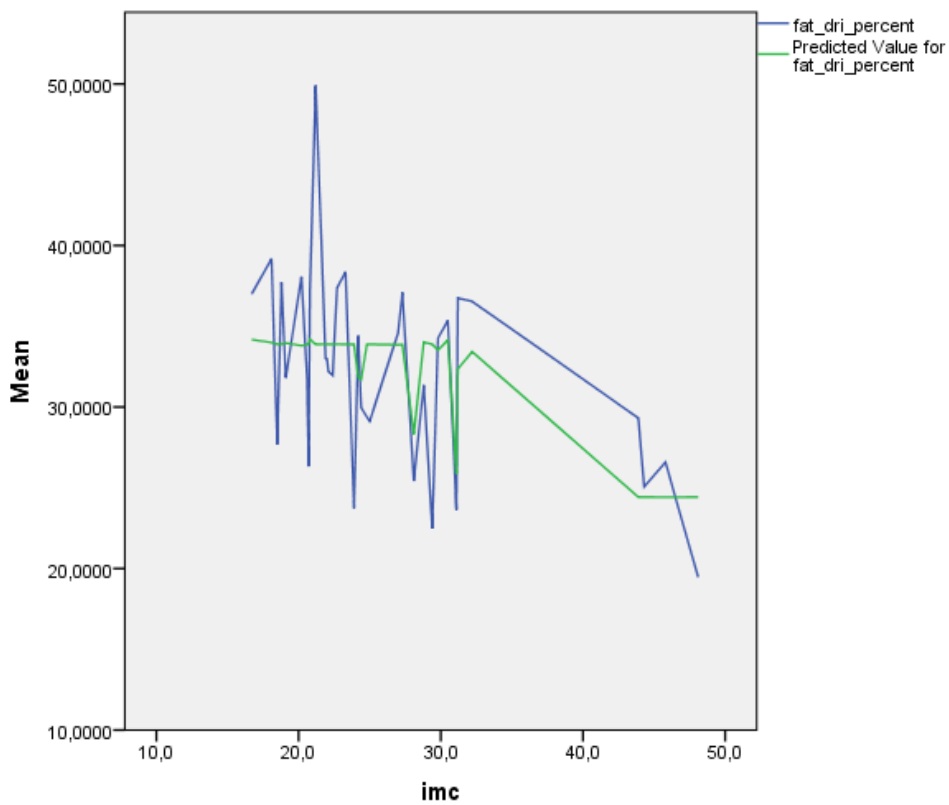
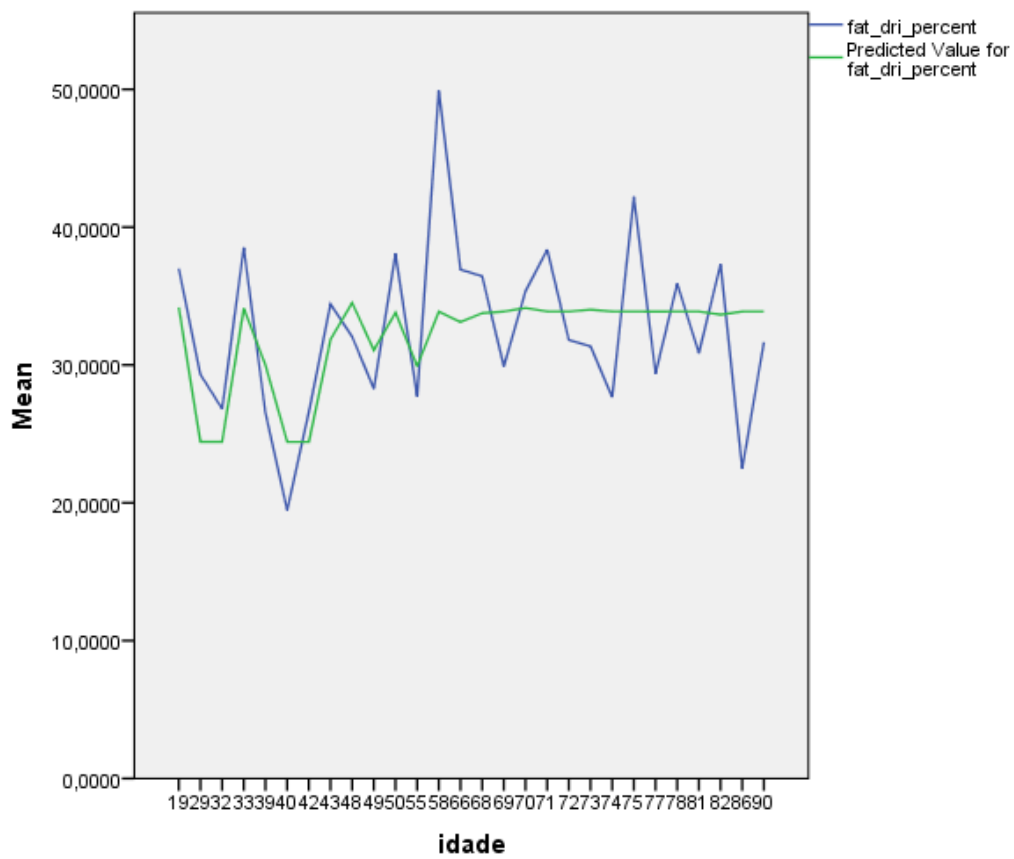


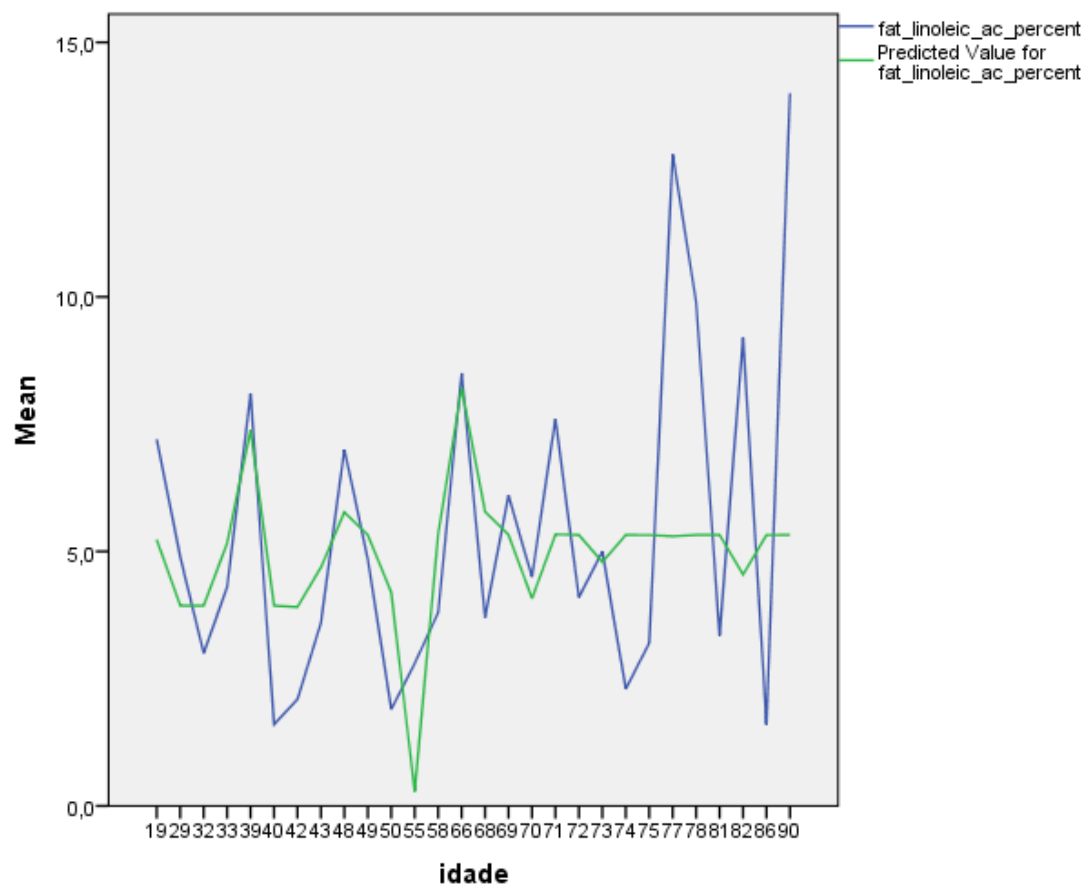
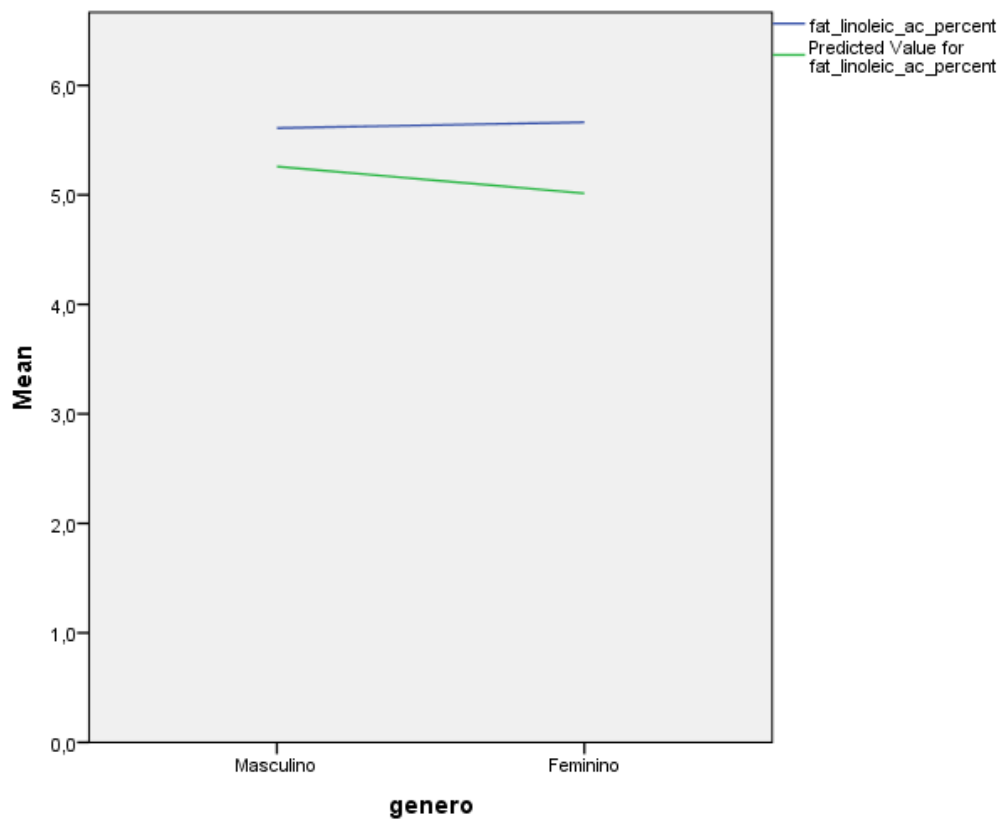


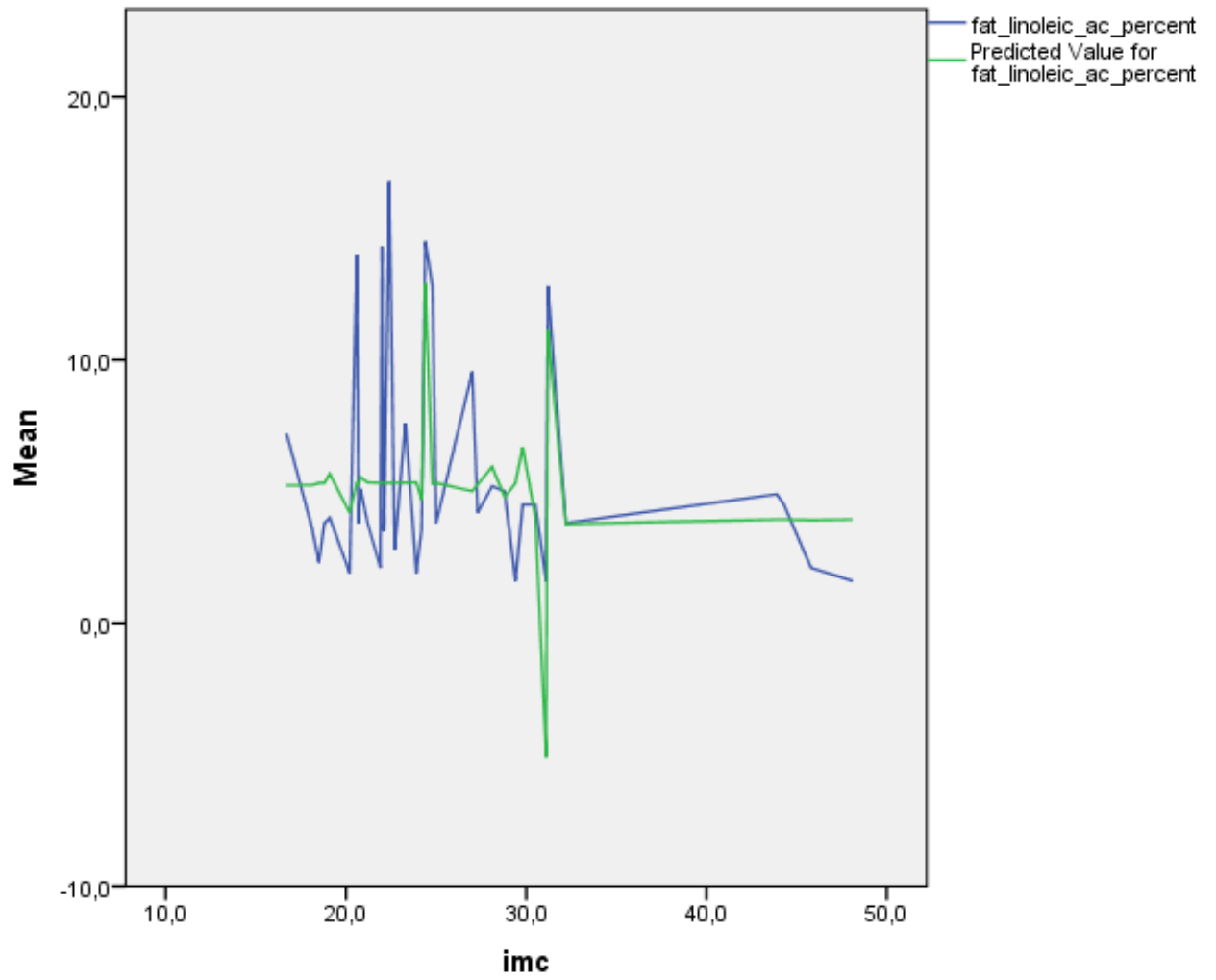












# Publicações

*Standards related to interoperability in EHR & HS*  
Capítulo submetido:  
*Research and Development in E-Business through Service-Oriented Solutions*  
Katalin Tarnay  
Universidade de Pannonia, Hungria

---

# ***Interoperability in Healthcare Information Systems: Standards, Management, and Technology***

---

Standards related to interoperability in  
EHR & HS.

---

Macedo, Mário, Instituto Politécnico de Tomar, Portugal.  
Isaiás, Pedro, Universidade Aberta, Portugal.

---

Contacting Author:

---

<b>Name:</b>	<b>Mário José Costa de Macedo</b>
<b>Address:</b>	Rua Principal, 10-C, Peralva, 2305-516 Paialvo, Portugal
<b>Phone:</b>	+351 96 26 03 122
<b>Fax:</b>	+351 249 98 21 32
<b>email:</b>	<a href="mailto:mario.macedo@mail.telepac.pt">mario.macedo@mail.telepac.pt</a>

---

---

<b>Name:</b>	<b>Pedro Isaías</b>
<b>Address:</b>	Universidade Aberta Rua Fernão Lopes, 9, 1-Esq., 1000-132 Lisbon, Portugal
<b>Phone:</b>	+351 21 314 14 98
<b>Fax:</b>	+351 21 354 01 24
<b>email:</b>	<a href="mailto:pisaias@univ-ab.pt">pisaias@univ-ab.pt</a>

---

## Index

Introduction .....	1
Abstract .....	4
Background .....	4
1. Personalized Medicine .....	5
2. The Normalization of Clinical Semantics .....	5
2.1 Clinical Ontology and Terminology .....	6
2.1.1 ICD-10.....	7
2.1.2 SNOMED-CT .....	8
2.1.3 The United States National Library of Medicine.....	9
2.2 The Normalization of Electronic Medical Records .....	10
3. “The Model Driver Architecture” as a new approach to modeling Information Systems .....	13
4. The utilization of Business Process Management in Healthcare Services .....	15
5. The Development of Medical Guidelines .....	19
6. Key issues to implement an Electronic Open Health Record System .....	20
Future Research Developments .....	21
Conclusion .....	22
References.....	22
Key Terms & Definitions.....	25

**Abstract**

The standardization of clinical data represents a major step in the development of information and organizational knowledge of health services.

The evolution of information systems from a model of different database owners to a different open software based model is a major challenge.

For this reason it is essential to adopt models of metadata based on archetypes to improve the development of information systems and simultaneously integrate all applications. The adoption of clinical terminology that can translate existing knowledge and enhance its growth is a necessary goal.

Accessibility, ubiquity, completeness, consistency and durability of the clinical data are essential objectives for efficiency and effectiveness gains in organizations.

This chapter presents the concepts and technologies needed to implement a model of EHR (Electronic Health Record) based on a standard, open architecture.

It also presents some concepts of decision support systems and business processes that can be integrated with the EHR.

## Introduction

A knowledge of Information Systems in healthcare leads to an increase in the wealth of societies and an improvement in the quality of life.

“Health” according to the Merriam-Webster Dictionary is *the condition of being sound in body, mind, or spirit ; especially : freedom from physical disease or pain*. The WHO (World Health Organization), defines “Health” as *a state of complete physical, mental, and social well-being and not merely the absence of disease, or infirmity*.

The use of ICTs (Information and Communication Technologies) in the areas of health has been slow as a result of two factors:

- ❖ Some conservatism;
- ❖ Great complexity of healthcare associated with its constant evolution.

It is common to hear doctors note, for example, that their profession is a mix of science and art. Actually the number of variables to consider in the provision of healthcare is enormous and difficult to integrate. For this reason the automation of workflows, the definition of data models and development of knowledge databases are complex and difficult to construct. Another issue is that until now it has not been possible to develop systems entirely appropriate to the requirements of this area. According to Downing (2007), healthcare must be safe, effective, patient focused, timely, efficient and equitable. Patterson (2004) states that we are moving towards a knowledge network society.

The main advantage of Information Systems concerning digitized clinical data is the fact that Health professionals are not interested in looking at data but in building up knowledge from it. Many available systems on the market just transform the previous paper records into electronic records.

Another concept emerges from these issues: the concept of e-Health. According to the WHO, *e-Health is a new term used to describe the combined use of electronic communication and information technology in the health sector or is the use, in the health sector, of digital data-transmitted, stored and retrieved electronically-for clinical, educational and administrative purposes, both at the local site and at a distance*.

The ICTs and the creation of knowledge from them are the engine of modern society.

According to Langley and Carol (2007) information systems can improve the quality of Health services in the following dimensions:

- ❖ Improving existing resources management;
- ❖ Supporting diagnosis and care through additional information being made available in databases;
- ❖ Increasing accessibility to clinical data;
- ❖ Automation of care processes;
- ❖ Increasing communication with the user/patient.

### **Improving existing resources management:**

Improving existing resources management will allow better planning of needs in terms of capacity, use and supply. Information systems can also create knowledge based on historical data and support future planning avoiding flaws in answering requests.

**Supporting diagnosis and care through more information made available in databases:**

One of the great difficulties for doctors is accessing, assimilating and contextualizing the huge amount of information that is produced daily about improvements in medicine. According to Patterson (2004), the fragmentation and simultaneous explosion of knowledge in healthcare systems are not compatible with traditional care methods.

With the advent of the information society, it is possible to develop systems that search, in a permanent, automatic way, available databases on the internet, (called crawlers), and generate local knowledge through the use of data mining. These systems are foundations of knowledge which may be associated with neural networks and they can integrate expert systems to support the decision making process. According to Bergman (2008), the information available on the Web and not accessed by ordinary search engines is between four hundred to five hundred times greater. There are also about one hundred thousand sites in the area of the "Deep Web" that are not searched.

**Increasing accessibility to clinical data:**

ICTs allow the integration and digital processing of all the data that was traditionally produced in other media. In order to integrate and transmit clinical data, several protocols were developed, such as HL7 (Health Level Seven) , version 3, that is the most widely used today.

One of the advantages of electronic data is the standardization of clinical terms in the field of clinical diagnosis, equipment and procedures. This standardization also decreases the variability of services among Healthcare Organizations. Patterson (2004) stated that it is common in hospitals, for example, for the expression *heart attack* to be used simultaneously along with *myocardial infarction*.

Another advantage of electronic clinical data is the automation of communication of infectious disease cases to public Health agencies that study epidemiology, for example. Increased access to clinical data translates into an increase in the efficiency of provided services and it influences a crucial element of treatment, time.

**Automation of care processes:**

The automation of care processes allows us to optimize the management of resources, reduce human error and improve the overall quality of services. Due to the capacity of information systems, workflows check some data automatically and are able to generate alerts when certain conditions exceed standards or rules. In this way, it is possible to increase the efficiency of healthcare.

**Increasing communication with the user/patient:**

Nowadays, portals for user support are an important communication tool. These portals also provide advice and information. They are also an important means of communication between the citizen and the healthcare technician enabling the prevention of health problems and patient personal care. This is the (CRM) Custom

Relationship Management domain, which customizes the citizen healthcare needs and citizen relationship management.

With the concept of Web 2.0 and collaborative work, the concept of Health 2.0 arose. Web 2.0 provides dynamic, social, collaborative platforms, with different integrated services without the use of static pages. We are in the field of rich Internet applications, that is, the applications in which the user is both consumer and producer of content. The keyword is interactivity with the environment.

The concept of Health 2.0 appears associated with Web 2.0 but it is focused on healthcare.

According to Shreeve,(n.d.), Health 2.0 is a new concept in healthcare in which all stakeholders (i.e. patients, doctors, suppliers and donors), collaboratively contribute to the services provided and their costs using the means available to improve safety, efficiency and quality of care. Also according to this author, Health 2.0 implies observation of the principles of standardization and connectivity in the cooperation, exchange of information and knowledge transfer platforms. The main vector of this concept is value added services and allowing free choice and assessment of the value delivered to the user.

Within healthcare organizations there are, however, great difficulties in integrating systems. Due to technological advances and the advent of information systems integrated with medical equipment, developed by each manufacturer, there is a state of lack of integration and redundancy of data. However, this integration is possible provided that there are interfaces and protocols appropriate for each computer application. Some of the most important advances in this area are object oriented languages and the protocols of standard messages for communication between systems in the field of healthcare. The protocols of standard messages still have the characteristic of being flexible in their structure and include different types of clinical data, for example, images of medical examinations.

In conclusion, according to Patterson (2004), the new paradigms of healthcare are:

- ❖ Transition of hierarchical systems to network systems;
- ❖ Transition of systems guided by functions to systems oriented by proceedings;
- ❖ Systems with rigid structures of medical records change into flexible records, focused on tasks.

The needs of permanently increasing knowledge of clinical data have enhanced the use of Data Mining tools in healthcare. According to Kraft et al. (2003), the Decision Support Systems in healthcare supported by neural networks have been used in several cases, such as in estimating a need for blood for transfusions, myocardial strokes, needs of medicine supplies and prediction of risk of coronary heart disease. The neural networks are used to solve complex problems that cannot be described by algorithms. For data classification, Baysean models, associations in clusters and fuzzy networks have also been used.

## Background

healthcare can be analyzed from the perspective of persons, groups of persons or populations.

Information systems applied to healthcare services improve the services delivered to each patient and also improve the quality of life. Information systems can also enhance the provision of care simultaneously to groups of individuals or populations thus increasing the efficiency of Health services.

The new paradigm of information systems applied to healthcare is moving towards the concept called EBM (Evidence Based Medicine). This new paradigm enables the implementation of systems to support clinical decisions as well as providing data relevant to management.

According to the AHRQ (Agency of healthcare Research and Quality), Electronic Health Records improve quality in primary care settings and healthcare knowledge. There are two types of analysis that an information system should be able to do in an epidemiological perspective:

- ❖ Identify the population clusters that correspond to specific attributes including diseases;
- ❖ Examine the state of Health of the population in each cluster.

These studies allow those responsible for public health to act proactively in the development of individual Health plans of a preventive or curative nature.

Increase of efficiency in healthcare delivery can also be achieved by increasing the accessibility, completeness, ubiquity and availability of data needed to provide services. Accessibility to patients' data is ensured through filters for selecting the desired field of data and a standard interface with the user. The completeness of all data ensures the availability of all their sizes and attributes. Due to differences in working environments and the fact that plans for treatment of certain patients may involve different organizations, it is crucial to ensure data availability, independently of the environment and the place of access.

Reduction of clinical risk with the adoption of medical guidelines along with real time procedures and drug verifications are together a fundamental issue for improving the quality of care provided.

With the adoption of decision support systems in the clinical area, it will be possible to find appropriate guidelines for treating certain diseases and supporting diagnosis definition as well as treatment plans for each patient. One of the great advantages of decision support systems is supporting the doctor in designing the best treatment plan relevant to each diagnosis.

The use of electronic prescriptions can also validate drugs, dosages and doses prescribed according to the established drug protocols. Drugs tracking in all supply chains decreases clinical risk. This tracking should use automatic identification and data capture.

Information systems can also improve communication with the public and contribute to better information on diseases, treatments and healthcare organizations. The creation of

virtual communities for advice and information is one of the marketing tools in health care today.

## 1. Personalized Medicine

Standardization of clinical data also enables the delivery of personalized healthcare services.

The possibility to include genetic data in electronic records of the clinical data of each patient also adds, according to Shabo (2005), knowledge for decision making in healthcare services.

According to this author, there are three fundamental barriers to full recording of all clinical data of a patient:

- ❖ The internal data protection procedures for each hospital determine security policies and how to archive data to enable a hospital to preserve the patient's privacy and keep data confidential. For this reason it is not possible for a patient to receive treatment at different hospitals on different dates and have all the data aggregated.
- ❖ Another barrier is the time. Indeed, the average life of an individual is much greater than the deadlines of data storage. Thus, if a person lives 70 years, it is not likely that the hospital keeps a record that long.
- ❖ Another barrier is the fact that even if the clinical terminology is the same, for different healthcare organizations, it would be very difficult to ensure semantics compatibility over several years, especially since their own terminologies are in permanent evolution.

Along with these 3 barriers there is the problem of genetic data that has evolved in structure and complexity as science also evolves.

Despite these barriers, the need to include genetic data in electronic registration of clinical data becomes evident. The SNOMED (Systematized Nomenclature of Medicine) standard according to IHTSDO (International Health Terminology Standards) now includes genetic terminology, which will enhance the creation of archetypes of genetic data.

For the HL7 standard, a working group developed a model restricted to storing data from chromosomes. This data is referenced by a set of metadata stored in a RIM platform (Reference Information Model). This model is strictly used to communicate data between hospitals and the pharmaceutical industry.

The Open EHR works in this area but there is a defined genotype. Two questions arise:

- ❖ Should the clinical data be kept for a long time and reflect all the genetic data, diseases and individual's care?
- ❖ Who should have the storage infrastructure?

Some authors argue that it should be distributed through different databases, whilst others argue that it should be a centralized clinical data bank. The concept of FEHR (Federation Health Electronic Record) is now being used. It is increasingly present in the creation of models for integrating data among different hospitals.

## 2. The Standardization of Clinical Semantics

There are many components for establishing a standard for HER involving clinical data. One component of great importance is clinical terminology. It is essential that all records are referenced to a single syntax and semantic. Due to knowledge developments, different cultures and the different services provided, there are different classifications for the same type of diseases, procedures, epidemiological data, demographic data, etymological data, equipment, chemical substances pharmaceuticals, etc.

Terminology standardization could establish communication between different care agents and allow data sharing.

The type, range and possible aggregations among data are essential to an EHR architecture. Due to the nature of the data related to models of these types of information systems, the metadata model is flexible and evolutionary. The architecture of archetypes allows the necessary flexibility to the metadata model to monitor the context in which care is provided.

The standardization of medical records allows implementation of Process Management Business models. There are ratings and open standards for information systems integration from different organizations. The BPMN (Business Process Modeling Notation) and the implementation of workflow engines using the BPEL (Business Process Execution Language) enable the automation of business processes and their integration with various healthcare organizations.

Another important aspect is user interface normalization. The screen layout and the used symbols used should be software independent. The user should not have to learn how to use a software application each time changes are made.

Another very important issue is to have medical guidelines for the chosen terminology. These guidelines would avoid some medical errors and missing information.

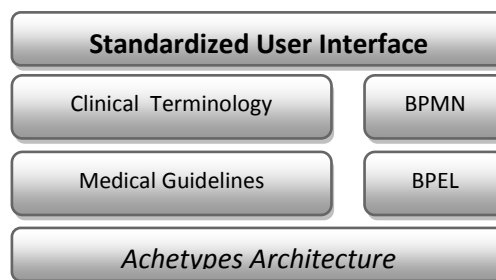


Figure - 1 An EHR architecture ( Author's Proposal )

### 2.1 Clinical Ontology and Terminology

According to Moore (2001), *in medical informatics, ontology has come to mean a structured list of concepts, typically prepared by an expert or panel of experts.* The domain of concepts properly structured and related to each other has the name of clinical terminology.

One of the main components of an Electronic Health Record model is a standardized database of clinical terminology. There are several clinical terminologies developed by

different organizations and with different objectives. The codification of diseases has been improved in successive works and is the origin of some codifications like ICD (International Classification Diseases) and SNOMED, as they are known today.

A standardized terminology should present the features necessary to be implemented by information systems, provide proper syntax and semantics and be able to be reproduced. A standardized terminology consists of a set of concepts, terms and relations. Due to the particularities of regions, cultures, diseases or treatments, it must be flexible and extended in accordance with the needs of each application. The data set that defines the terminology should be integrated into the information system and form a basis of reference of all electronic registration of clinical data.

Thus, the representation of an item in a terminology cannot depend on the interface with the standardized, user settings, place or time. The use of terminology also increases the quality of healthcare services. It allows a better quality of recorded data and enables the use of systems to support clinical decision. In addition, it allows the implementation of audit systems, Workflow Management Systems and condition alerts. Thus, any EHR (Electronic Health Record) system should refer to clinical terminology that relates to the data stored.

### 5.1.1. ICD-10

The ICD-10 (International Classification Diseases) terminology was developed by the WHO in order to classify mortality and causes of morbidity

This is a codification structured with three characters for each disease and cause of injury. This encryption is divided into 21 chapters beginning in chapter 1 with infectious diseases through to Chapter 21 with the factors that influence health and welfare.

The code is quite accurate with the main specialties (Taylor, 2006, p. 101). The three characters of the classification of a disease can be expanded into others that define its features and the causes of death. A situation can also be described using more than one ICD-10 code. For instance, in Table 1 code A02.2 could be linked with other codes, from other chapters to fully describe a disease.

The ICD-10 code provides a strong hierarchy of concepts. In some situations there are several codes to identify a disease with different anatomical or morphological parts. Another criticism that is made of ICD-10 is that it is not possible to extend the codification to specificity fields needs of each organization.

Finally, the ICD-10 codifies diseases but not medical devices, procedures, drugs or additional means of diagnosis and treatment.

Code	Description
<b>A02</b>	<b>Other salmonella infections</b> <i>Includes:</i> infection or foodborne intoxication due to any Salmonella species other than S. typhi and S. paratyphi
<b>A02.0</b>	<b>Salmonella enteritis</b> Salmonellosis
<b>A02.1</b>	<b>Salmonella septicaemia</b>
<b>A02.2</b>	<b>Localized salmonella infections</b> Salmonella: · arthritis+ ( M01.3* ) · meningitis+ ( G01* ) · osteomyelitis+ ( M90.2* ) · pneumonia+ ( J17.0* )

	. renal tubulo-interstitial disease+ ( N16.0* )
A02.8	Other specified salmonella infections
A02.9	Salmonella infection, unspecified

Table - 1 Some codes of Chapter I, ICD-10, (Source: NCHS)

ICD-10 can neither develop terminology in accordance with local practices, cultural or religious values nor set up a table of cross-tables to allow linking codes of different terminologies. However, ICD-10 is widely used because it allows simple adequate codification of hospital production and standardization of healthcare costs.

### 5.1.2. SNOMED-CT

One of the best known organizations in Europe is the IHTSDO (International Health Terminology Standards Development Organization) based in Denmark. This organization is responsible for the development of the SNOMED-CT (Systematized Nomenclature of Medicine-Clinical Terms) Standard. The SNOMED-CT standard was created by the CAP (College of American Pathologists) and continues to be maintained and developed by this organization under contract with the IHTSDO.

Meanwhile the NLM (National Library of Medicine), an organization of North American standards and a member of the IHTSDO, joined SNOMED-CT in a standard model of EHR that was developed in the USA and is called the Unified Medical Language System.

Meanwhile, Europe and Australia followed a different path through an organization called Open EHR. Archetype's architecture, a different approach discussed in this chapter, was developed and was the essence of some case studies in the United Kingdom, Denmark, Finland, Sweden and Australia. The NLM model is based on a server that can be accessed with different technologies, Web, API (Application Programmer Interface) and XML (Extensible Markup Language). This server has a database called metathesaurus which owns the codification of all the terminology, a database of relationships and a semantic lexicographic analyzer. Software providers are encouraged to develop applications using the NLM online service for codification of all terms related to healthcare services.

The SNOMED-CT Terminology is used by two information systems: OpenEHR and NLM.

According to the IHTSDO the scope of the current SNOMED-CT embraces:

- ❖ Clinical findings, including disorders;
- ❖ Medical procedures;
- ❖ All kind of entities, (eg: labs, exams, conditions and so forth);
- ❖ Anatomy, morphology and body structures;
- ❖ Chemicals and drugs;
- ❖ Organisms relevant to Health and healthcare;
- ❖ Etiology of diseases;
- ❖ Function and activities;
- ❖ Social content relevant to Health;
- ❖ Types of clinical records, documents and certificates;
- ❖ Staging, scales, classifications and all kinds of health information;
- ❖ Variables and values necessary to organize and structure the terminology.

The SNOMED-CT terminology is based on three fundamental components:

- ❖ Concepts;
- ❖ Descriptions;
- ❖ Relationships.

The concepts are atomic entities with clinical significance and identified by a unique code. The concepts involved in hierarchies may have different levels of detail and may belong simultaneously to more than one hierarchy. Therefore, main concepts are aggregated and are divided into more specific concepts.

The SNOMED-CT terminology also permits a desegregation of the codes in more atomic concepts according with health service practices and different cultures.

Each concept has a full description called FSN (Fully Specified Name) and may have several abbreviated descriptions and synonyms. Relationship is what links concepts and establishes semantic meanings between them. There are different types of relationships between concepts:

- ❖ Definition;
- ❖ Qualification;
- ❖ Historical;

Each of these types of relationships has variables that create the various semantic contents of the standard.

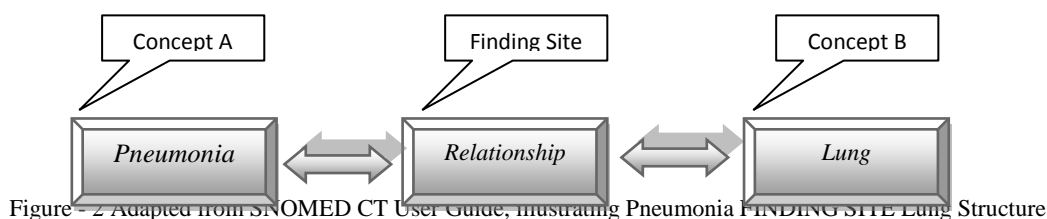


Figure 2 Adapted from SNOMED CT User Guide, illustrating Pneumonia FINDING SITE Lung Structure

Figure 2 illustrates an example of how it is possible to specify a condition. Each of these concepts, in turn can be subdivided into others as well as the relationship “FINDING SITE”, which belongs to the Clinical Finding type which have other attributes such as supplementary morphology, associations with agents, causes, disease, gravity or episode.

The SNOMED-CT terminology uses cross tables to establish equivalence with one single or multiple codes of other terminologies.

### 5.1.3. The United States National Library of Medicine

The NLM (National Library of Medicine) developed a multilingual metathesaurus with translation into several languages to support various activities related to health care. This thesaurus covers several areas of terminology related to health care and includes several classifications which emphasize pathological, medical devices, as well as pharmaceutical laboratory, demographic, social and billing aspects.

The metathesaurus codifications include vocabularies from different sources. These codifications include not only the concepts but also their inter-relationship to enable an accurate transcript of the semantics linked to healthcare. According to the NLM, the

metathesaurus is not only a model of clinical ontology, but a different set of ontologies to observe and relate healthcare according to different perspectives resulting from each culture.

The metathesaurus has a set of concepts, attributes and validation rules to establish the inter-related entities. It is possible to have more than one codification for the same concept. This situation is always given in the codification terminology. The main objective of the metathesaurus is the creation of standardized data that can be communicated and understood by different healthcare services and used by Decision Support Systems.

Another advantage of using the metathesaurus is that the repository of terminology can be accessed remotely by the systems of each healthcare organization, which ensures data alignment between all systems and full compatibility.

There is an exception; when a healthcare organization wants to develop its own extensions to the known standard extensions, which are known as “subsets”. This implies that only the standard codes can be used to communicate between different organizations as each one has its own extensions.

The Metathesaurus can be accessed remotely through an API (Application Program Interface) available in NLM or by direct access to a database installed locally. In the latter case, one will get higher speed access but it is critical to ensure an ongoing review of the same.

## **5.2. Standardization of Electronic Medical Records**

According to the European Standards Committee, an EHR model should comprise the following aspects:

- ❖ Record clinical data so that the record is communicable to all systems;
- ❖ The data should be complete;
- ❖ The data should be useful;
- ❖ The data should be ethico-legal.

The EHR model of the Open EHR organization was the result of huge investigations carried out under the GEHR (Good European Health Record) project. The working group called the GEHR had two sources. A Belgian oncologist, Dr. Alain Maskens, who was interested in recording data in order to identify the causes of cancer. The system built allows storage of structured data created and consolidated from various healthcare units. His team, which was created in the 80s, was perhaps the first EHR system.

In the UK, a general medical practitioner, Dr. Sam Heard, with his team of work colleagues from London, wanted a system for medical records in one of the major London hospitals, St Bartholomew's. Dr. Alain Maskens' project received the name of HealthOne and proved to be effective.

The GEHR group was founded in the early 90s with the aim of creating a structure for sharing clinical information between different departments, organizations, regions, countries and creating historical archives of simple and complex data. The project involved GEHR doctors and researchers from around twenty different organizations in eight countries. Twenty-three volumes of documentation were produced over four years.

The GEHR project was completed in 1995. The case studies now known as the result of this research project are Synapsis, EHCR Support Action (EHCR SupA) and SynEx.

According to Dr Peter Schloeffel, Dr Sam Heard, Mr Tom Beale and Dr David Rowed, in June 1999, these were contributions made by the GEHR:

- ❖ *A clear statement of requirements;*
- ❖ *A description of the architecture;*
- ❖ *A formal expression of the architecture as a compliable source code;*
- ❖ *A generated CASE (diagrammatic) expression of the model;*
- ❖ *Various exchange specifications (IDL, XML, etc.);*
- ❖ *An application programmer's interface (API);*
- ❖ *A GEHR term set;*
- ❖ *A provisional set of archetypes;*
- ❖ *Development guidelines.*

The architecture is designed according to the Open EHR ISO model for distributed processing, RM-ODP (Reference Model - Open Distributed Processing).

According to Vallecillo (n.d.) the main objective of the RM-ODP model for information systems is to provide the following characteristics:

- ❖ The main functionalities should be implemented;
- ❖ The systems should be flexible in line with the evolution of the organization and should be flexible to integrate heterogeneous systems;
- ❖ There should be a clear, appropriate terminology for the activity semantics that permits communication between people and organizations;
- ❖ The information systems should be scalable in relation to the size of the organizations;
- ❖ It should be possible to integrate different technologies and systems manufacturers.

The ISO (International Standards Organization) and ITU-T (International Telecommunication Union) formed a working group to define the ODP model that includes distributed processing.

The reference model called RM (Reference Model), is a framework designed to enable interoperability of distribution and processing.

The OpenEHR model is an architecture based on a modular structure. The OpenEHR model consists of three main components:

- ❖ RM (Reference Model);
- ❖ SM (Service Model);
- ❖ AM (Archetype Model).

The RM and SM correspond to the ISO model RM / ODP and serve to ensure distributed processing.

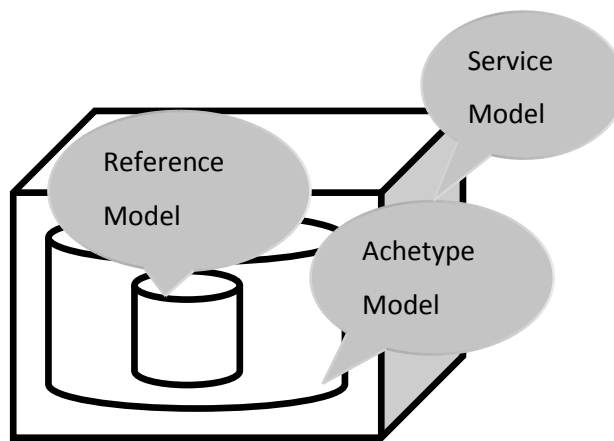


Figure - 3 Open EHR Model Architecture (Adapted from Open EHR Architecture Overview)

The AM model liaises with the clinical ontologies. The concept of archetype was defined by the Dipark Kalra EurRec Conference in 2006 (Kalra, 2006):

*An archetype defines a data structure, including optionally and multiplicity, data value constraints, and relevant bindings to natural language and terminology systems.*

*An archetype might define or constrain relationships between data values within a data structure, expressed as algorithms, formulas or rules.*

*An archetype may locally include other archetypes, and may be a specialization of another archetype.*

The concept of archetype is thus very broad and includes all clinical ontologies at different levels of granularity. It also allows the location of concepts with the creation of specific derivatives of archetypes defined within the terminology in use and the management of different versions of clinical terminology. This way the archetypes model creates a middleware that virtualizes the physical data models and the computational infrastructure behind it.

The concept of archetypes is intended to overcome the limitations of traditional metadata models. The archetypes have a similarity with the concept of object-oriented databases with the characteristics of inheritance, encapsulation, inherence and polymorphism.

Access and maintenance of terminologies, search for related knowledge and establishment of medical guidelines, are also still part of the archetype functions modules. These medical guidelines are fundamental to the procedure workflows for the patients' treatment. Some systems also allow the creation of medical guidelines on the archetypes.

In an archetype model, the data structure, the semantic content and the software are independent of each other. Another significant advantage of this model is that it allows the creation of new concepts and the update of their templates with control over all the versions.

This data model will be recorded on the RM-ODP model, according to the terminology and the archetypes defined. The archetypes give semantic meaning to data as a function of the selected terminology.

To define archetypes there is still a language called ADL (Archetype Model / Definition Language). This language allows a description of the whole structure of archetypes. The definition of an archetype may have clauses, returns of attributes and validations of clauses to guarantee the data validity.

The SM model incorporates definitions of services that are provided by the Open EHR model. This model has an interface that allows access to repositories of archetypes, terminology and clinical data through an API (Application Programming Interface), which can also be used by any software.

An electronic registry of clinical standard data can be created. This standard should be evolutionary and available to any system to support clinical decision or management. This model also allows the integration of heterogeneous systems in the same healthcare unit or in different units.

Finally, one can also provide data for epidemiological studies or other types of research. A very important aspect of the OpenEHR model is privacy, confidentiality and data security. Thus, clinical information sharing identifying the patients should be made with patients' consent. This issue is very problematic. For example, a patient may wish to limit the data sharing that identifies certain diseases such as AIDS. However, through analysis of different data chunks, confidential diseases can be inferred. On the other hand, it is very important to have data about previous treatments and correlated data to avoid treatment-induced or an erroneous diagnosis; in other words, to avoid clinical error. So, the problem of privacy, confidentiality and security of clinical data is much more than a technological problem: it is primarily an ethical issue.

In some cases, a doctor responsible for a patient could have access to all data about that patient but the question is: who would have permission to set access levels for other health professionals?

This question is made worse by patient mobility. But, in fact, data sharing between healthcare organizations and the use of information technology to prescribe medication and to schedule exams at external laboratories are responsible for the complexity of this problem. A possible solution is to allow data access only to healthcare professionals related to the clinical episode in question. However the doctor who is making the diagnosis may need to continue to have access to the patient's clinical history. On the other hand, there is a risk in the implementation of systems managed by processes that hide the identification of the patient because they can cause errors of a technical or procedural nature.

Keeping the above in mind, it can be concluded that there is no single recipe for the implementation of a security system. The model must be selected and adapted to each case.

According to the OpenEHR Architecture Overview, the OpenEHR model of archetypes provides the following features:

- ❖ Inability to physically eliminate records;
- ❖ Enabling the audit of all the introductions, changes and access to identification of date and time, user, reason and with digital signature;
- ❖ Possibility of providing access data on each patient;
- ❖ The model by default allows records with restrictions of access;
- ❖ Permission can be given by patients;
- ❖ Control of hits with a login possibility of entry logs;
- ❖ Whenever a data error is detected, it is possible to determine all the related records to identify possible diagnosis errors, mistakes in treatment plans or in communications with other entities.

- ❖ Possibility of establishing a correlation between records to identify more than one entity for the same patient. For example, if there is an error in the identification of a patient and two different entities are created for the same individual, the model should detect this situation;
- ❖ Limitation of time to access each clinical data episode. Data is accessed with the permission of the staff. The connection between these areas can be established outside the EHR model or within the model. Also the access can be parameterized to be permanent or the data can be accessed only once.

There is a wide variety of security policies that can be implemented. EN13606 - a Standard for EHR System Communication within the CEN standard provides some of these policies.

## **6. “The Model Driver Architecture” as a new approach to modeling Information Systems**

The modeling of architectures with archetypes also known as MDA (Model Driver Architecture) has a symbolic and semantic structure similar to the UML (Unified Modeling Language) with some added features. Among these features is a language for defining attribute domains called OCL (Object Constraint Language).

The OCL language is much more than a grammar for defining possible types and ranges for numerical variables. It is possible to set all kinds of variable types used in programming languages.

It is also possible to define the OCL types of language associations and restrictions of consistency between classes of objects.

The OCL language also has a syntax like JAVA to describe business rules that will be part of the model. Functions and procedures can be created to be part of the model semantics.

These rules are part of the business logic and they will be included in the MDA model independently of the software application.

The major innovation of this approach is that it enables modeling of the organization as a whole and establishes the architecture of information systems that integrates and standardizes all sorts of different data in clinical and administrative areas as well as human resources, stocks, property, financial and strategic management.

MDA is a methodology that reinforces improvement in the quality of global information systems. This methodology defines a different approach: instead of being composed of individual applications software without an overall overview, there is a macroscopic analysis of correctness and consistency among all the applications. Along with the terminology, these archetypes can also be called business objects. The OMG archetypes standardize delivery and offer maintenance and modeling tools for business processes.

According to the OMG, a model is a formal specification of the structure, functions and behavior of a system. According to the OMG the characteristics of this model are:

- ❖ Independence from the technology platform;
- ❖ Ability to generate machine executable codes for different platforms.

The use of models, that can be independent of technology, is very important because it allows a completely independent technological option and the ability to integrate systems from different vendors. The modeling tool should provide the following advantages:

- ❖ Creation of a metadata model in XML Metadata Interchange;
- ❖ Ability to create instances of variables in functions;
- ❖ Definition of business objects with characteristics of isomorphism and homomorphism.

The MDA model also includes specific definitions for the transformation of the abstract model called PIM (Platform Independent Model) into the physical model PSM (Platform Specific Platform). These processing definitions are directly related to the technology chosen and to specific platforms. These settings may still be characterized by some private aspects of the physical model such as whether a subject belongs to a physical or abstract platform and if the conversion is for one or more platforms. The main types of transformation are:

- ❖ Manual, in which each option is specified by the user at the time of transformation;
- ❖ Using the profile of a file that defines the actions to be taken;
- ❖ According to predefined templates;
- ❖ Automatic.

There are many tools to create models. Among the various available products, some of those most commonly used are Arcstyler of Interactive Objects, and PowerDesigner of Sybase.

In healthcare information systems there is a main electronic data record that is a general pointer to all the data for each patient. As far as data protection is concerned, it is imperative that the clinical data is separated from the names of each individual. The Master Index database is thus the component that ensures the privacy and confidentiality of data and it helps to establish the relationships required when it is necessary to access the patients' private information.

One problem that arises in the migration between systems is data alignment with this Master Index. That is, if the same patient data is recorded in two Master Index databases, it can be perceived as two different patients when in fact it is only one patient.

There are several technologies based on fuzzy networks to analyze the databases to identify individuals and to determine if the data belong to the same individual or not. Some companies like IBM are developing EAS (Entity Analytic Resolution) software. These systems are called Entity Analytic Resolution Systems and have the following features:

- ❖ Storage of all relevant data for the identification of persons in a database. The more information available, the easier it is to identify the individual reliably;
- ❖ Multiple views on resolution of the identity of each individual. Different views will make it easier to identify the person (for example, a person can be searched by name and address or name and date of birth);
- ❖ Person identification in real time. Whenever new data is recorded, it is compared with the existing data to check if identification is pending. If the data confirms the identification a new record is created;
- ❖ Resolution of identity is independent of the order in which data is recorded;

- ❖ All attributes are searchable;
- ❖ Relations between individuals are created and maintained dynamically.

Bilgic et. al. (2006) presented a new method to identify social networks and the relationships between persons. According to these authors this method and the software tool called D-Dupe, *is an interactive tool that combines data mining algorithms for entity resolution with a task-specific network visualization.*

The use of these software tools can be extremely useful not only to prevent duplication in databases and improve data quality and for clinical decision support, but also for epidemiological studies because it is possible to establish socio-cultural, marital, genealogical, and other links among patients.

## **7. The utilization of Business Process Management in Healthcare Services**

This methodology enables description of activities, conditions and events. It is possible to create groups of activities. The BPM (Business Process Management) model is a structural approach for all the activities of an organization and the interfaces between each layer with reference to different functions.

The BPM models can be implemented with different technologies and meet all the process requirements to develop and implement dynamic models. According to Perkonigg, (2006) the main steps are:

- ❖ Model creation;
- ❖ Development of a technology platform;
- ❖ Workflow implementation;
- ❖ Monitoring;
- ❖ Optimization.

The creation of the model represents one of the fundamental steps of the process and has the following aspects to be considered: activity definition, their relationships, operating conditions, variables and their relevant fields.

There are several tools for BPM modeling. Many are open source and others are commercial. All these tools provide a model in a standardized format that could be interpreted by different workflow engines.

The development of a platform, its implementation, monitoring and optimization technologies depend on the chosen technology. Some organizations have promoted efforts to standardize tools for BPM. Among these organizations, there is BPMI (Business Process Management Initiative) belonging to the OMG (Object Management Group). According to OMG this organization was founded in 1989 with the aim of defining norms and standards to enable interoperability, portability and integration of software developed on distributed, heterogeneous platforms.

BPMI was established in August 2000. The first syntax for creating models was published in 2002. For a description of the model, BPMI published in May 2004, a set of recommendations called 1.0 BPMN (Business Process Management Notation). The

first objective was to present a syntax for managers, analysts, software engineers and end users.

According to the BPMI this organization joined OMG in June, 2005, with the objective of defining a standard for the modeling of business processes. This standard is based on the following concepts:

- ❖ Actors;
- ❖ Activities;
- ❖ Events;
- ❖ States.

With these four concepts the whole process can be defined. The main objective of BPMN syntax is to enable the automatic generation of executable code from the business model. For example, one can set the stage for a chart that describes graphically the business process model.

The business model is described in BPMN notation and converted into a language capable of being understood by a BPM engine. This language is known as BPEL (Business Process Execution Language). These languages have an XML format and are based on Web Services as described by the WSDL (Web Service Description Language) of the W3C. One of the best known is BPEL4WS created by BEA, nowadays linked with Oracle, IBM and Microsoft. Integration between different organizations is a must. Therefore, the development, implementation and evaluation of a BPM system within an organization becomes necessary to integrate the business process with other organizations. Thus, it is necessary to publish and orchestrate different services provided by BPM models. The systems that perform these tasks are called BPMS (Business Process Management Systems).

BPMS thus provide an integrated set of services with workflows for different organizations in the e-business field. An instance of the BPM model is called a workflow. According to Hollingsworth(1995), the definition of workflow is as follows:

*The computerised facilitation or automation of a business process, in whole or part.*

The workflow establishes which documents, information or tasks are passed from one participant to another according to activity sequence and rules.

The Workflow Management Coalition also offers the following definition of a Workflow Management System:

*A system that completely defines, manages and executes “workflows” through the execution of software whose order of execution is driven by a computer representation of the workflow logic.*

Healthcare workflows are very diverse: examinations, diagnosis, treatment plans and administrative procedures, logistical and operational decision-making and strategic management, among others. The workflows may also vary according to each organization and, in some cases, they can integrate more than one healthcare organization.

Dazzi et al. (n.d.) developed a model called PW(f)MS (Patient Workflow for Management System), based on Petri Nets to automate patient treatment activities. This model has been implemented in an Extranet and Intranet and aimed at pediatric patients

with acute myeloid leukemia. The system's main components were a medical guidelines publisher that described the ontologies, a translation feature of the guidelines for the type of workflow engine and the workflow itself.

Clinical ontologies were described with a model known as The EON Model of Intervention Protocols and Guidelines. This model has a syntax to describe the activities, their connections and the conditions related to them. The workflows applied to healthcare issues are a new approach to Health Services based on evidence consisting of standardized data. The systems-based workflows can still implement policies to secure access to data and monitor the various activities.

In environments of shared care it is still possible to implement workflows with collaborative data sharing. The patients' identification and their demographics should be stored in a shared database. This is of utmost importance in healthcare not only because of the need to share resources between departments in healthcare organizations but also because in most cases the same patient suffers from several diseases and the treatment plans and guidelines differ.

In other cases the treatment plans cannot be established in advance. These situations are derived from three types of factors: uncertainties in the diagnosis, rare diseases or new therapies. In this context the workflows enable the use of non-deterministic models. The workflows still have some of the healthcare features such as the impossibility of carrying out rollback activities, that is, to go backwards as a result of activities undertaken. The workflows are not fully deterministic due to the uncertainty that always exists in the outcome of medical activities; they are complex in the number of variables in their relationships to each other. Each player also has his/her own ideas and perceptions as to whether or not it is appropriate to authorize treatment offers.

The model proposed by Browne (2005, pp. 30) defines the architecture of the Clinical Information System with the following components:

- ❖ Knowledge stored by guidelines algorithms;
- ❖ Data stored as an EHR model;
- ❖ Workflow processes stored like metadata.

After all, the most important components of the Clinical Information System are the clinical terminology and archetypes. The terminology might include several clinical taggings and should comprise the semantic content of medical guidelines and the data stored in EHR. The archetypes, in turn, will define the structure of all the clinical data.

Several standards and technologies for the implementation of a workflow must be considered.

The different implementations and languages depend on one single, conceptual model called cross BPM

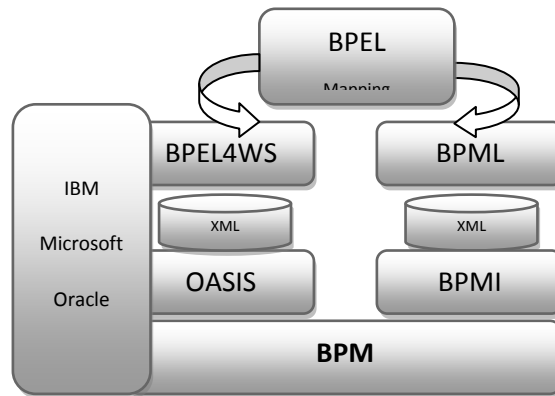


Figure - 4 BPM Models (Authors' Proposal)

IBM, Microsoft and Oracle have developed a technology based on XML web services that allows this interoperability. This language was given the name BPEL4WS (Business Process Execution Language for Web Services). The BPEL4WS is supported by an organization called OASIS created by various manufacturers. A process in BPEL is physically in two types of files:

- ❖ Definition Language, web service files that describe the interfaces with the web services;
- ❖ BPEL files that define the processes, activities, links, events and variables.

When the WSDL (Web Services Definition Language) and BPEL files are put together, a process is obtained that can communicate with other processes or external sites. Many companies in 2000 like BEA which was bought by Oracle as well as BM, SAP, Peoplesoft and others created an organization called BPMI (Business Process Modeling Initiative), to promote the standard BPM. This organization is in turn a member of the W3C, OASIS, OMG and WfMC.

The main specifications focus on the following action lines:

- ❖ BPMN (Business Process Modeling Notation) which is a graphical language to develop models;
- ❖ BPML (Business Process Modeling Language) which is an XML language to transcribe the model chart in a syntax that can be run by an engine.

Other specifications are:

- ❖ BPQL (Business Process Query Language) which is a query language for procedures aimed at monitoring.
- ❖ BPSM (Business Process Semantic Model) which is a semantic appropriate for business.
- ❖ BPXL (Business Process Execution Layers) which is a BPEL standard for commercial transactions.

The WS-CDL (Web Services Choreography Description Language) is a language developed by W3C. The main goals of this language are to solve models of a collaborative nature in which there are interactions between different actors and data sharing.

The main distinction between the model described in standard WS-DL and WS-CDL is that, while the former implies a centralized management, the latter includes several models, each with its own management but with relationships and dependencies between them.

The characteristics of the standard WS-CDL are the interaction between the business processes of different BPMs, the possibility of channels of communication and setting interaction permission levels between processes.

## **8. The Development of Medical Guidelines**

The CDA language (Clinical Document Architecture) was developed for the standard HL7 version 3 and it is intended to describe clinical ontologies. This language is based on the XML standard. Beyond text, it also includes sound, image and all kinds of known file types.

The document written in the language structure, CDA, presents a header with demographic data and information of the episode, a body that may be made of free text or structured in sections and each section with structured items and a digital signature.

The possible use of free text is very important for the standard because it enables not only covering all possible situations but also, in an implementation phase of this standard, and a gradual progressing.

There are several types of document associated with each activity and each episode of a document can be read with a simple text editor because it is in XML. The reason for not having used exclusively the XML standard as defined by W3C, and creating a specific language, is due to the need to create objects of different types and rules to validate the structure of the messages.

According to HL7 Clinical Document Architecture, Release 2.0 the main features of a document in CDA are:

- ❖ Persistence;
- ❖ Possibility to be read by any browser;
- ❖ Security of access and authenticity guaranteed by digital signatures;
- ❖ Link to clinical terminology;

The types of documents that exist in CDA are:

- ❖ Financial;
- ❖ Clinical Observation;
- ❖ Diagnostics;
- ❖ Laboratory exams;
- ❖ Reports to public health.

The implementation of the HL7 protocol with the CDA language makes possible independent messages from each other, as well as completeness and consistency which can be implemented gradually within an organization.

The terminologies to be used may be different but the most commonly used are ICD10 and SNOMED-CT. These terminologies are available through the NLM (National Library of Medicine).

According to the HL7- EHR System Functional Model: A Major Development Towards

Consensus on Electronic Health Record System Functionality (2004), the technical requisites for the development of this standard were:

- ❖ The architecture must be compatible with XML;
- ❖ The architecture specifies the schemas required for exchange;
- ❖ The architecture should impose minimal constraints or requirements on a document structure and content required for exchange;
- ❖ The architecture must be scalable to accommodate fine-grained highly structured markup such as text and coded data;
- ❖ Document specifications based on this architecture should accommodate such constraints and requirements according to appropriate professional, commercial, and regulatory agencies;
- ❖ Document specifications for document creation and processing, if intended for exchange, should map to this exchange architecture;
- ❖ CDA documents must be human-readable using widely available and commonly-deployed XML aware browsers and print drivers and a generic CDA style sheet written in a standard style sheet language;
- ❖ Use of open standards.

Another very important aspect of this standard is that it may include, in the same message, terminology of different rules.

A tag named `codeSystemName` may have the terminology identification. This possibility is of utmost importance for the ease of integration between different systems and cultures.

## **9. Key issues to implement an Electronic Open Health Record System**

There are some issues that should be addressed to develop an EHR System. There are two different normalized approaches:

- ❖ HL7
- ❖ OpenEHR

Both of them have their basis in archetypes patterns. An archetype pattern is a library of stereotypes of object classes. There are different types of stereotypes. According to Robert et. Al. (2006), for instance HL7 uses six different domains of stereotypes: act, participation, entity, role, actRelationship and rolelink).

Physically a stereotype is a XML metadata class that defines a data structure. The OpenEHR association developed an archetype library like HL7. These two models are very similar. The main difference is perhaps the metamodel architecture. The HL7 uses a RIM, (Reference Information Model) and Open EHR uses an Archetype Model Architecture.

A description of OpenEHR gateways to HL7 versions and other protocols is available on OpenEHR Architecture Overview, (2007).

All these models are documented, described and available to download in each association sites. The user can prune some classes or select some optional attributes and classes. It is not allowed to change structures that modify the consistency, coherency and well formed data definition classes.

The syntactic reference database is a very important piece of the EHR system. The most used terminology is SNOMED. Joining the archetype system, database terminology and a database data repository, an EHR system will be achieved.

The EHR system is a middleware and data repository to support the hospital Information system and hospital communication system. The communication system should communicate with other hospitals using an authentication and encryption protocol.

The EHR system is the repository of all data. To integrate with other software applications there are different technologies mainly Webservices, BPM, As1 and As2. The proprietary databases of each software should be substituted by the EHR repository system.

## **FUTURE RESEARCH DIRECTIONS**

The normalization and standardization of clinical data are a current objective to be achieved.

The main drivers are the healthcare delivery 100% focused on the patient, improving care quality, increasing the efficiency and effectiveness of healthcare units and lowering medical risk.

Other drivers are related to the high mobility of people in an increasingly globalized society. It can be said that people are increasingly citizens of the world rather than just a region. That statement implies a large interoperability between the age of Information Systems and healthcare organizations in different regions, countries and continents.

The new paradigm of Evidence-based medicine also involves an increase in the type and quantity of clinical data originating from various sources: emergency services, outpatient and inpatient care, continuing care, palliative care, laboratories, additional methodologies of diagnosis and treatment, pharmacies and also the patient himself. In this model, the patient is active in the production of clinical data. There are still some barriers for which there is no complete solution:

- ❖ How to ensure a unique identification of the patient anywhere in the healthcare network?
- ❖ Where should clinical data be stored?
- ❖ How to ensure complete privacy and confidentiality of clinical data?
- ❖ Clinical data is aligned with clinical terminology. How to ensure data interpretation throughout the patient's life, bearing in mind that the terminology is evolving?
- ❖ And yet, if the average lifespan of a citizen may be more than 70 years, how to ensure data availability over this period?

Single patient identification is an aspect of great importance. Many concepts have been identified to set a single key. This issue remains unresolved and the question is how to identify citizens of different countries. The current trend is to have a DNA key identification for patients. This would be the only valid guarantee of unique identification.

Clinical data storage is a very pertinent question because there is the problem of moving towards large volumes of data distributed by various organizations. The topology of

storage with guarantees of access, length of time available and integration of data is very important and still unresolved.

How to guarantee privacy and data confidentiality is another very important aspect. It is possible to set policies to access data within a hospital, but how can the access by collaborative systems between different hospitals? How to avoid the individual's identification through datamining tools and cross-checking? (despite some systems having no permission to access the patients' identity). If, on the one hand, we must use Business Intelligence tools, how can we use set levels of access that prevent the construction of undue or illegal knowledge about the clinical data?

The development of clinical terminology is a fact. Also its location and suitability for religious values (E.g.: a blood transfusion cannot be made without the patient's consent. Some religions do not allow people to have blood transfusions. ) and practices of each hospital are objectives to be achieved. But how to ensure alignment of semantics over the life of a patient if the terms are dynamic and evolving?

Records on paper last for a long time and do not depend on technology to be interpreted. Moreover paper records do not need an appropriate technology to be read. Any technology in the field of ITs lasts only for a short time. The question again is how to ensure access to the data of an individual over his/her entire life.

These issues will be the subject of discussions, research and future developments because they are barriers to the development of models of medical records.

## **CONCLUSION**

This matter is complex with contours that touch on several areas including clinical ontologies and cybernetics.

The models developed so far solve some of the existing needs but some major steps must be taken to ensure interoperability between all systems, safety and long life of clinical data. The certification of information systems is also a very important milestone towards the development of an integration network for clinical data.

However, much work needs to be done especially in information systems governance, normalization and standardization.

Patient healthcare will benefit greatly from these developments as will epidemiology, medical research and the economy in general. Increasing the quality of life is one of the drivers of the economy in many nations.

## **REFERENCES**

AHRQ, Agency for Healthcare Research and Quality. Retrieved December 20, 2009, from <http://www.ahrq.gov/>.

Arcstyler, Interactive Objects. Retrieved December 20, 2009 from <http://www.interactive-objects.com/>.

Bergman, Michael K. The Deep Web: Surfacing Hidden Value. *Journal of electronic Publishing*. Retrieved December 8, 2009, from <http://www.brightplanet.com/pdf/deepwebwhitepaper.pdf>

Bilgic, Mustafa and Licamele, Louis and Getoor, Lise and Shneiderman, Ben.D-Dupe: An Interactive Tool for Entity Resolution in Social Networks. *Visual Analytics Science and Technology (VAST), October, 2006, Baltimore, USA*. Retrieved December 8, 2009 from <http://waimea.cs.umd.edu:8080/basilic/web/Publications/2006/bilgic:vast06/>.

BPMI, Business Process Management Initiative. Retrieved December 8, 2009 from <http://www.bpmi.org/>.

Browne , Eric Donald (2005). *Workflow Modelling of Coordinated Inter.Health-Provider Care Plans*. Unpublished doctoral dissertation School of Computer and Information Science , University of South Australia, Adelaide.

CAP, College of American Pathologists. Retrieved December 8, 2009 from <http://www.cap.org/apps/cap.portal>.

Dazzi, Luisella and Fassino, Clara and Saracco Roberta and Quaglini Silvana and Stefanelli, Mario. (n.d.). A Patient Workflow Management System Built on Guidelines. *Consorzio di Bioingegneria e Informatica Medica, Pavia, Italy*. Retrieved December 8, 2009 from <http://www2.amia.org/pubs/symposia/D004083.PDF>.

Dolin, H. Robert and Alschudler, Liora and Boyer Sandy and Beebe Calvin and Behlen, M. Freed and Biron, Paul V., and Shabo, Amnon. (2006). HL7 Clinical Document, Release 2. *Journal of American Informatics Association*. Retrieved November 20, 2009 from <http://www.jamia.org/cgi/content/abstract/13/1/30>.

Downing, Gregory. (2007). Improving Health and Accelerating Personalized Health Care Through Health Information Technology and Genetic Information in Population- and Community-Based Health Care Delivery Systems. *Personalized Medicine Coalition*. Retrieved December 8, 2009 from [http://www.personalizedmedicinecoalition.org/PMC\\_Response\\_to\\_HHS\\_RFI\\_on\\_HIT\\_final\\_1\\_25\\_071.pdf](http://www.personalizedmedicinecoalition.org/PMC_Response_to_HHS_RFI_on_HIT_final_1_25_071.pdf)

EN13606 - a Standard for EHR System Communication, Retrieved December 8, 2009 from <http://www.openehr.org/standards/cen.html>.

GEHR – Good European Health Record (n.d.). Retrieved December 8, 2009 from <http://www.chime.ucl.ac.uk/work-areas/ehrs/GEHR/>.

HealthOne. Retrieved December 8, 2009 from <http://www.openehr.org/114-OE.html>.

HL7-Clinical Document Architecture Release 2.0 (n.d.). Retrieved December 8, 2009 from <http://xml.coverpages.org/CDA-20040830v3.pdf>.

HL7- EHR System Functional Model: A Major Development Towards Consensus on Electronic Health Record System Functionality. (2004). Retrieved December 8, 2009, from [http://www.providersedge.com/ehdocs/ehr\\_articles/HL7\\_EHR\\_System\\_Functional\\_Model-White\\_Paper.pdf](http://www.providersedge.com/ehdocs/ehr_articles/HL7_EHR_System_Functional_Model-White_Paper.pdf)

Hollingsworth, David. (1995). The Workflow Reference Model. Workflow Management Coalition. Retrieved December 8, 2009, from [http://www.e-workflow.org/standards/workflow\\_ref\\_model.pdf](http://www.e-workflow.org/standards/workflow_ref_model.pdf).

IBM EAS. Retrieved December 8, 2009 from <http://www-01.ibm.com/software/data/ips/products/masterdata/eas/>.

IHTSDO, International Health Terminology standards Development Organization. Retrieved December 8, 2009 from <http://www.ihtsdo.org/>.

ISO-International Standard Organization. Retrieved December 8, 2009 from <http://www.iso.org/iso/home.htm>.

ITU-International Telecommunication Union. Retrieved December 8, 2009 from <http://www.itu.int/net/home/index.aspx>.

Kalra, Dipak. (2006). **Archetypes: the Missing Link**. Retrieved December 8, 2009. <http://www.eurorec.org/eurorec2006/programme.cfm?actief=programme>

Kraft, Margaret R. and Desouza, Kevin, C. and Androwich Ida. (2002). Data Mining in Healthcare Information Systems: Case Study of a Veterans' Administration Spinal Cord Injury Population. *Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences*. Retrieved December 8, 2009 from <http://csdl2.computer.org/comp/proceedings/hicss/2003/1874/06/187460159a.pdf>.

Merriam-Webster Dictionary (n.d.). Retrieved December 8, 2009. <http://www.merriam-webster.com/dictionary/health>.

Moore G. William, What is a Medical Ontology? (2001). Retrieved December 8, 2009 from <http://www.netautopsy.org/whatonto.htm> retrieved.

NCHS, Nation Center of Health Statistics. Retrieved December 8, 2009 from <http://www.cdc.gov/nchs/icd9.htm>.

NLM-National Library of Medicine. Retrieved December 8, 2009 from <http://www.nlm.nih.gov/healthit.html>.

OMG (n. d.), Business Process Management with OMG Specifications. Retrieved December 8, 2009 from [http://www.bpmroundtable.org/101807\\_BPM\\_Fact\\_Sheet.pdf](http://www.bpmroundtable.org/101807_BPM_Fact_Sheet.pdf)

OpenEHR. Retrieved December 8, 2009 from <http://www.openehr.org>.

OpenEHR Architecture Overview. Retrieved December 8, 2009 from <http://svn.openehr.org/specification/BRANCHES/Release-1.0.1-candidate/publishing/architecture/overview.pdf>.

Patterson, Neal L.(2004). *The Mission of IT in Health Care: Creating a System That Cares in Healthcare Information System Management*, (pp.3-21) Springer.

Perkonigg, Fidelis(2006). *Application of Business Process Management in Web-Based Education*. Unpublished Master Thesis, Institute for Information Systems and Computer Media (IICM) Graz University of Technology.

PowerDesigner, Sybase. Retrieved December 8, 2009 from <http://Sybase.com/products/modelingdevelopment/powerdesigner>.

Samson ,W. Tu and Musen, Mark A.(1996). *The EON Model of Intervention Protocols and Guidelines. EON Project at Stanford Medical Informatics*. Retrieved December 8, 2009 from <http://www.smi.stanford.edu/projects/eon/96scamc/tu96scamc.html>.

Schloeffel, Peter and Heard,Sam and Beale,Tom and Rowed, David.(1999). *Overview of GEHR from an Australian Perspective*. Retrieved December 8, 2009 from <http://www.omg.org/docs/corbamed/00-01-17.txt>.

Shabo, Ammon (2005). *The implications of electronic health records for personalized medicine. Personalized Medicine in Future Medicine*. Retrieved on December 8 2009 from [http://www.haifa.ibm.com/projects/software/cgl7/papers/the\\_implications\\_of\\_ehrs\\_for\\_perso-nalized\\_medicine-shabo.pdf](http://www.haifa.ibm.com/projects/software/cgl7/papers/the_implications_of_ehrs_for_perso-nalized_medicine-shabo.pdf).

Shreeve, Scott, (n.d.). *The Enabling Technologies and Reform Initiatives for Next Generation Health Care*. Retrieved December 8, 2009 from [http://health20.org/wiki/Shreeve\\_Health\\_2.0\\_Whitepaper](http://health20.org/wiki/Shreeve_Health_2.0_Whitepaper).

SNOMED CT Style Guide. Retrieved December 8, 2009 from <http://www.ihtsdo.org/snomed-ct/snomed-ct-publications/>.

Taylor, Paul (2006). *From Patient Data to Medical Knowledge*. London:BMJ.

Vallecillo, Antonio. (n.d.). *RM-ODP: The ISO Reference Model for Open Distributed Processing*. Retrieved December 8, 2009 from <http://www.enterprise-architecture.info/Images/Documents/RM-ODP.pdf>.

WHO (n. d.). *World Health Organization*. Retrieved December 8, 2009 from <http://www.who.int/>.

W3C. Retrieved December 8, 2009 from <http://www.w3.org>.

WfMC, Workflow Management Coalition. Retrieved December 8, 2009 from <http://www.wfmc.org>.

## **Key Terms & Definitions**

**Archetypes:** According to Kalra (2006), *an archetype defines a data structure, including optionality and multiplicity, data value constraints, and relevant bindings to natural language and terminology systems.*

**Business Process Management (BPM):** According to OMG (n.d.), *BPM is a set of techniques for the continuous, or improvement of all the processes involved in running a business.*

**Clinical Terminology:** According to SNOMED CT, Style Guide (2008, p. 6), *a terminology resource consists of concepts, terms and interrelationship between them and is intended to ensure comprehensive coverage of terms that are appropriate and expressive.*

**Electronic Health Record (EHR):** According to Taylor (2006, p. 28), *EHR is the architecture of a model of the generic features necessary [...] for it to be communicable and complete, retain integrity across systems, countries and time, and be a useful and effective ethico-legal record of care.*

**e-Health:** According to the WHO (n. d.), *e-Health is a new term used to describe the combined use of electronic communication and information technology in the health sector or is the use, in the health sector, of digital data-transmitted, stored and retrieved electronically for clinical, educational and administrative purposes, both at the local site and at a distance.*

**Personalized medicine:** According to Shabo (2005), *personalized medicine relies on the ability to effectively associate personalized genomic data with clinical data to support the clinical decision.*

**Workflow:** It is a component of a Business Process Management. A workflow describes the flows of activities inside an organization. A Business Process Management integrates different workflows across one or several organizations.

*A Methodology to Develop a Clinical Ontology for Healthcare Business*

Paper apresentado na conferência:

Human Computer Interaction, HCI2011, Orlando, EUA (2011)

# A Methodology to Develop a Clinical Ontology for Healthcare Business

Mario Macedo, Pedro Isaías

**Abstract.** The development of clinical ontologies using common clinical data is a very important issue to record healthcare patient history, to use medical guidelines and to services accountability. The usage of terminologies already developed and available like SNOMED is a benefit. However many doctors argue that they prefer to continue using natural language and unstructured text to record patient data. Their point of view is that natural language is much more complete and flexible than standardized terminologies. This study intends to prove that it is possible to recognize patterns from natural language and identify the clinical procedures as they would be written with a normalized language. Another delivery of this study would be a precisely accountability of healthcare services.

Keywords: Ontology, Medical Guideline, Clinical Natural Language, SNOMED.

## Introduction

The healthcare organizations are complex structures and they are formed by two vectors, the economical sustainability and the quality of services.

The economical sustainability is divided in some main aspects such as:

- Clinical services;
- Clinical support services;
- Administrative services;
- Auxiliary support services.

The auxiliary services have identical characteristics of other organizations and they do not have particular issues of management . They can be modeled with BPM (Business Process Management) and BRM (Business Rules Management) tools and they can be quantified with time metrics, amount, volume or area. The clinical services are difficult to model, and quantify.

In a general way the clinical services have a huge component of intangibility.

In order to define the price of healthcare services there are some models. One of them is DRG (Diagnostic Related Group) which was developed in the USA by *Health Care Financing Administration* and it is very well known.

The DRG establishes a relation between a code, a diagnosis and a set of procedures for each treated patient. The DRG code has a price and a case mix index that depends on the variety of the services provided by the hospital.

It is important to know if the procedures workflow is the most efficient and effective way to treat each patient. There are clinical benchmarkings to compare the best practices. The Joint

Commission and Accreditation of Health Care Organizations have developed guidelines and quality indicators to evaluate healthcare services.

Many software applications use codifications and normalized information. However many information is disseminated by many unstructured text and clinical diaries. This unstructured information is a barrier to develop workflows and automatic tools to analyze the data.

Some doctors argue that it is not possible to codify all data. So, the unstructured text is still an important source of information.

### **Ontology Concept and its Development**

According to Guber (1992) *An ontology is a specification of a conceptualization*. It is possible to say that an ontology is a representation of knowledge and is formed by a collection of concepts that represent entities of real life and associations between them. The type of these associations classifies the concepts association, that is, ontology could be a stereotype of real entities and their behavior.

We can also use ontologies to represent knowledge and to conceptualize facts of real life.

The representation of an ontology is based on two types of languages. A language to represent the concepts and their relationships and another to represent the constraints of the instances of the ontology. An instance of an ontology is a collection of concepts and associations that represent a fact of real life.

An ontology has properties that can be reused and it can inherit properties from other ontologies.

The W3c ontology working group (w3c, 2004) developed a Web ontology language to share ontologies on the web. This ontology is a xml (extended markup language) based language and establishes a definition of the classes of objects and their relationships. This language is very suitable to define structured information through the world wide web.

The ISO (International Organization for Standardization) formed the TC215 Health Informatics Committee Working Group. So far this group has published 88 standards that cover areas like data communications, guidelines for terminology development, electronic health record formats, medical devices data communication and so on.

The clinical terminologies are collections of concepts associated with some types of rules and classifiers.

It is possible to say that a clinical terminology is an ontology. However there are many important data records in the clinical diaries that can't be interpreted by a terminology.

So, some authors argue that the unstructured text of the diaries is a very important complement to the terminologies despite of the fact that many clinical diaries are made from many different concepts and acronyms. According to Ruffolo et al. , (n.d.) there are some methodologies to identify taxonomies. The usage of some techniques like data mining tools to find patterns could be very complicated and the success depends on the words and abbreviations used.

There are many reasons why the ontologies are so important in healthcare services. In fact, ontologies are a structured manner to describe facts, drugs, assets, procedures and entities relevant to the business.

When there is a type of hierarchy like an anatomic structure, a disease concept, a specific drug and so on we can design taxonomies to define the hierarchy of concepts.

Using ontologies in medical records makes it possible to achieve the following goals:

- Write understandable records with less effort and more efficiency;
- Share more reliable information with other professionals and people in general;
- Avoid data errors;
- Improve knowledge construction;
- Decrease clinical risk;
- Improve clinical benchmarking;
- Make feasible hospital balanced scorecards.

### **Steps to Develop an Ontology**

According to Noy and McGuinness (2001), there are some steps to develop an ontology. First of all the domain must be specified. After that the reutilization of other ontology should be considered. The ontologies have some properties like isomorphism and heritage. If the decision to develop a new ontology is made, the terms and significant classes of terms should be found. Finally the properties of classes and the taxonomy of concepts must be defined.

It is not a simple job and it is never finished. The development of an ontology is an evolutionary task.

There are some normalized languages to describe metadata of ontologies. The OWL (Ontology Web Language) from (w3c, 2004) intends to develop general metadata of ontologies to different domains.

An XML based language named GLIF (Guideline Interchange Format) was introduced by two authors, Peleg and Wang (2010). This language is used to develop guidelines using any kind of medical ontologies. These structures can be transmitted between different systems.

### **Modular Ontologies**

One of the constraints to model the clinical ontologies is their size. There are so many concepts that it is impossible to join all of them in a unique ontology. So we have to split different domain ontologies in sets of concepts. The modularization is a technique to split the ontologies in a way to keep the performance of services, coherence of concepts and understandability.

According to Parent and Spaccapietra (2008) the Modularization strategies are:

- Split overlapping modules;
- Disjoint by semantic means;
- Disjoint by structure strategies.

Each ontology should have a signature. A signature is a set of symbols that identifies univocally each ontology.

The ontologies are dynamic and they should be scalable with knowledge acquisition.

### **The Data Mining Techniques and Rule Extraction from Support Vector Machines**

The rules extraction from common data is a very important way to build ontologies. Inside hospitals there are many sources of data but most of them are only partially used. According to Diederich (2008) there are three different methods:

- Explanation from available information;
- Hypotheses that explain the facts;
- Evaluation of different explanations.

Also according to the same author, there are four major approaches: deductive, schematic, probabilistic and neural.

The classical approach is the deductive that requires a language to describe the solution of the problem.

The schematic uses a representation of the solution. The UML (Unify Modeling Language) is an example of this methodology.

The probabilistic uses a Bayesian tree to describe the solutions.

The neural approach uses rule extraction from support vector machines for knowledge acquisition.

Another application of rule extraction is transfer learning. Transfer learning means the usage of knowledge acquired in a task to improve the learning acquisition in another task. According to Torrey et al. (2008), it is possible to create RL (Reinforcement Learning) algorithms based on a set of features. This theory is based in a thesis that each system is formed by a set of states. The transition between each states depends on the rules and on an advising function. This advising function is dynamic and is based on calculation over the success options taken by the system in the past. This success options are accounted with rewards taken based on good actions. The advising function is a matrix estimating weights.

It is possible to create a vector space model with the words presented in the ontology. This matrix of words represents the words found in all concepts.

Figure 1 represents a collection of words selected from a subset of the ontology of psychology from SNOMED terminology.

With these words it is possible to identify classes of concepts for future analysis.

It is also possible to build a Bayesian tree of concepts to help the doctor write with a normalized terminology, (Figure 1).

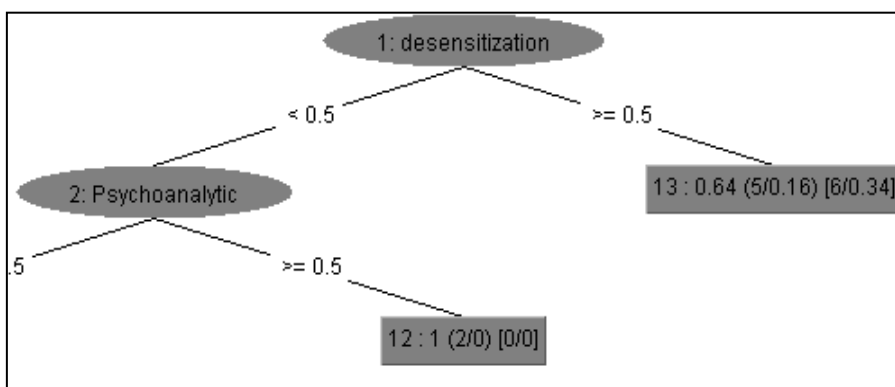


Figure 1 - A sample of decision tree

The REPTree is a fast decision regression tree learner algorithm. The method is based on information gain variance. The output making desensitization the root is shown in Figure 2.

In order to analyze the written text, it is possible to create a vector space model in a multidimensional Euclidian space. A matrix of classes of words can be considered as well as the classes formed with the concepts picked from SNOMED terminology.

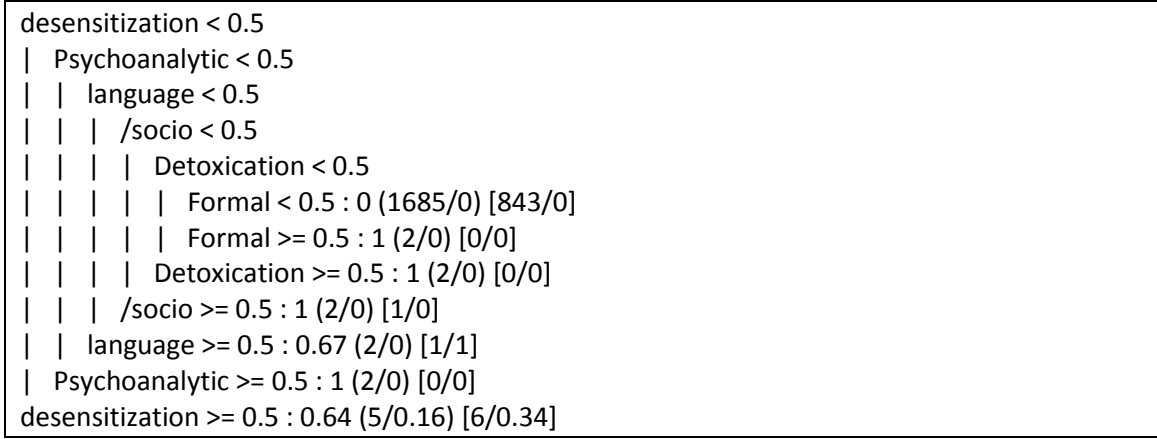


Figure2 - Desensitization Tree

If there are n lines, a matrix of n vectors can be represented. Each value in the matrix can be substituted by 0 if the frequency is zero or one if the frequency is greater than zero. To identify patterns it is possible to define vectors where some concepts are marked as true. Using RL algorithms it is possible to verify if some patterns exist in a text by measuring the Euclidian distance between the text vector and the pattern. This methodology is very important to analyze clinical diaries and find procedures, sequences and diagnosis.

**The Proposed Framework**

Using this methodology it is possible to identify sequences of procedures and build the treatment workflow of each patient.

The first delivery of using ontologies in healthcare is to establish a clear understandind of each patient history. With patients history it is possible to build knowledge and to identify the best practices that conduct to the best results.

The price of healthcare services is established by a reimbursable policy. One well known model is the DRG (Diagnosis Related Group)(Kahn et al., 1990). This methodology assumes that each disease has a diagnosis code with some treatment procedures. The codified procedures and the aggregation of the codes for each patient treatment workflow define the DRG code. The price of the service depends on the DRG and on the other variable named case mix. The case mix is constant for a defined period of time and depends on the variability of treated patients regarding their diseases, (Tsai, 2009). Although the DRG price is not enough to develop the hospital budget. It is necessary to know the production costs. Some costs could be based on direct consumptions like drugs and assets, but others depend on the procedures that are very difficult to account for. Each section or department provides healthcare services that are related to treatment procedures. In a way it is possible to define a standard cost for each

procedure. This cost is calculated based on ABC (Active Based Costing) methodologies. So, at the end, the cost of each patient treatment is a sum of the costs from different sources, only some of them are direct costs like drugs and other are related to procedures. The account system requires the information of each patient's consumptions and the procedures used to treat the diseases. The procedures are captured by the clinical ontologies and again it is very important to identify the ontologies from the text of diaries.

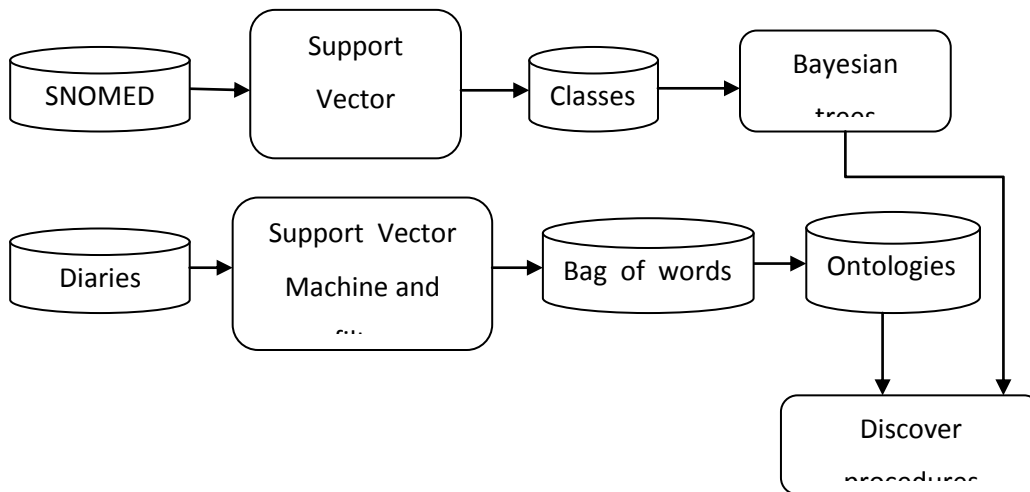


Figure 3 – Proposed Framework (Authors' Proposal)

## Conclusion

This framework will promote the development of medical guidelines and accountability models. At the same time, it will improve the quality of healthcare services. The future work will be to build a model to define an Activity Based Costing model to establish the value of each procedure.

## References

- Clinical, O. (2010). Methods and tools for the development of computer-interpretable guidelines. Retrieved from [http://www.openclinical.org/gmm\\_glif.html](http://www.openclinical.org/gmm_glif.html)
- Diederich, J. (2008). Rule Extraction from Support Vector Machines: An Introduction. In J. Diederich (Ed.), *Rule Extraction from Support Vector Machines*: Springer.
- Guber, T. (1992). What is an Ontology? *Knowledge System AI Laboratory*.
- Kahn, K. L., Keeler, E. B., Sherwood, M. J., Rogers, W. H., Draper, D., Bentow, S. S., et al. (1990). Comparing Outcomes of Care Before and After Implementation of the DRG-Based Prospective Payment System
- Noy, F. N., & McGuinness, D. L. (2001). Ontology Development 101: Guide to Creating Your First Ontology. *Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880*. Retrieved from <http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noy-mcguinness-abstract.html>

- Parent, C., & Spaccapietra, S. (2008). On Overview of Modularity. In H. a. P. Stuckenschmidt, Christine and Spaccapietra, Stefano (Ed.), *Modular Ontologies*: Springer.
- Peleg, M., & Wang, D. (2010). GLIF, the Guideline Interchange Format from [http://www.openclinical.org/gmm\\_glif.html](http://www.openclinical.org/gmm_glif.html)
- Ruffolo, M., Cozza, V., Gallucci, L., Manna, M., & Pizzonia, M. (n.d.). Semantic Information Elicitation from Unstructured Medical Records. Retrieved from [http://cilc2006.di.uniba.it/download/camera/12\\_Ruffolo\\_CILC06.pdf](http://cilc2006.di.uniba.it/download/camera/12_Ruffolo_CILC06.pdf)
- Torrey, L., Shavlik, J., Walker, T., & Maclin, R. (2008). Rule Extraction for Transfer Learning. In J. Diederich (Ed.), *Rule Extraction from Support Vector Machines*.
- Tsai, C.-L. (2009). Analyzing Patient Case Mix and Hospital Rankings
- w3c. (2004). OWL Web Ontology Language Retrieved 04-02-2011, 2011, from <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>

*A Framework model for e-Health services*

Paper apresentado na conferência:

Conference on Technology and Medical Sciences, Porto ,Portugal (2010)

# A Framework Model for e-Health Services

Mario Macedo

*Instituto Politécnico de Tomar*

Pedro Isaías

*Universidade Aberta*

## ABSTRACT:

The normalization and integration of clinical data is a main issue to promote the evidence based medicine, the medical research and hospitals' administration.

Some barriers already exist due to some reasons:

1. Inadequate information systems' architectures;
2. Proprietary databases;
3. Lack of terminology and of medical ontologies alignment.

This paper aims to show firstly that there are norms and regulations sufficient and suitable to develop a normalized information system. Secondly this paper suggests a framework to develop a normalized platform.

The expected deliveries of normalized clinical repositories are an improvement in data accessibility, ubiquity and medical knowledge construction.

Keywords: Helthcare, EHR, Archetype, ISO 18308, ISO 21090, ISO 13606, TC215, RIM, SNOMED

## 1 INTRODUCTION

The ontologies are very useful in the medical sciences because they describe the knowledge related to pathologies, micro organisms, drugs, medical acts, medical devices, anatomic structures and other concepts related with healthcare.

Due to a huge diversity of guidelines, cultures, science progress, variables and terminologies, it can happen that the clinical records of each a person only can be understood by its own author.

This fact is a real barrier to the development of scientific knowledge of each person, sharing of data, development of collaborative treatment plans and sharing of research information. The lack of aligned terminologies is also a barrier to the drop of clinical risk.

It is possible to conclude that aligned ontologies are crucial to the rise of quality in healthcare services.

The development of models to improve the shring of clinical data increases the longevity and

quality and at same time to make the data independent of the used technology is a main goal nowadays.

The concept of EHR (Electronic Health Record) has different definitions. According to a report published by a working group of ISO organization, TC215-WG1, [1], the EHR definition had some equivalences such as EHCR (Electronic Health Care Record), CPR (Computarized Patient Record) and EPR (Electronic Patient Record). All these terms had the same meaning with different origins.

The Centre for Health Informatics and Multiprofessional Education of the University College London defined the requirements of an EHR [2]. The main objectives of these requirements for an EHR are completeness, to be communicable, pervasive, coherent and suitable for interoperability between different systems, countries and cultures. At the same time the EHR should be compliant with the law of different regions and ethical practices.

In 2004 the ISO published a norm named 18308 to establish the requirements for a normalized clinical information system.

Different working groups have developed recommendations about this subject. The TC215 working group has proposed some of the ISO norms.

## 2. THE NORMALIZED METADATA

One of the goals of metadata normalization is to create databases which could be shared by different systems. These systems can use standardized messages' structures. The logic of these messages and correspondent workflows guarantees the data alignment.

There are a set of ISO rules for normalization and standardization of variables related to demographic data and quantitative metrics.

The ISO 11404 [3] specifies a set of data types available to model data structures. These atomic data types are the boolean, the integer, the real, the nominal and the class among others.

The main goal of this rule is to define a set of data types and their aggregation to guarantee the software code portability among different programming languages, different versions of each language and promote new technologies like for example JBI (Java for Business Integration), data representation in XML using namespaces and XLST.

The usage of this rule allows software sharing among different entities. This improves the development of the Open Source industry.

The ISO 21090 rule [4] defines a set of metadata structures related to healthcare services.

The model is developed with UML 2 terminology and uses classes with attributes whose data types are defined by ISO 11404.

The ISO 21090 has an enormous improvement for clinical text. This particularity is named *Nullfavor*. This new type allows specifying situations that the clinical variable is unknown because of many reasons like for instance disability of the person, lack of knowledge, impossible to know, ethical reasons, privacy and confidentiality.

The Openehr organization [5] has developed the *Nullfavor* data type and created some normalized values to this type of situations.

The ISO 18308 [6] defined the requirements of an electronic health record. These rules specify the structure, data architecture and terminologies to provide a reliable platform to manage the processes and their orchestration, security and privacy.

In the field of communications, ISO published a rule named 13606, [7]. This rule described the data and structures of messages for the system interoperability.

The rules referred so far and others in this domain were developed by TC215 [8] which is formed by 8 working groups.

The clinical data has multidimensional characteristics from other domains and specific metrics.

It is also possible that data from other software applications like, for instance, geographic coordinates can be included in health record.

It is possible to replicate identical structures, so the isomorphism propriety is confirmed like hereditary.

It is also possible to use the data aggregation to build more complex structures.

These properties motivate the usage of the concept of business objects for clinical data like it is defined by OMG.

The definition of clinical objects can be achieved with the usage of OML (Object Modeling Language). In addition, the development of patterns of business objects will make viable different data repositories with normalized structures.

Some attributes of these objects can be complex variables structured by different rules.

There are some rules for data acquisition. The ECGs, the EEGs, the laboratory systems, and so on use different data types and protocols to communicate. The data from these systems can be included in other clinical objects.

At the end it is possible to have complex objects that encapsulate atomic objects and so on.

According to [9], *Semantic interoperability and secondary use of data are important informatics challenges in modern healthcare*. The author argues that the implementations of Archetypes model accomplishes with ISO 18308.

The HL7 version 3 (Health Level 7) is an implementation of communication and data repository rules. The metadata definition is made with a language named CDA (Clinical Document Architecture). This language can define not only the data structures but also the messages and the constraints of the objects.

The communication of clinical data in this norm is made by XML documents.

The HL7 has a RIM (Reference Information Model) [10]. This RIM has an archive of metadata structures and links to a terminology database.

According to [11] *HL7 Templates and EN/ISO 13606 Archetypes are essential components for a semantically interoperable exchange of electronic health record (EHR) data*.

The main object definitions available are the following:

- ❖ Entities
- ❖ Roles
- ❖ Structured Documents
- ❖ Acts
- ❖ Communications

A very important issue in clinical data records is the information about relatives.

The genealogic tree establishes the relationships between persons and it is a very important tool to know the probability of genetic diseases.

This information should be kept in a clinical record. So, HL7 can provide objects to archive genetic data.

There are situations in which the patient is not able to describe the relationship with a relative.

The HL7 has proposed a set of codes for special situations like this one, [12].

The OpenEHR organization presented an architecture based on archetypes. An archetype is an object class that can be described with XML language.

The model of OpenEHR [13] is based in three components:

- ❖ RM (Reference Model);
- ❖ AM (Archetype Model);
- ❖ SM (Service Model).

The Reference Model is composed by all the metadata definitions and terminologies. The Archetype Model defines all the semantic contents using a language called ADL (Archetype Definition Language).

To query the data records was developed an HER query language. This language is not yet standardized. According to [14], *EQL is neutral to EHR systems, programming languages and system environments and depends only on the openEHR archetype model and semantics.*

### Clinical ontologies

According to MEDline a clinical ontology is defined as a set of linked concepts. An ontology is intended to describe evidences to preserve the knowledge. There are several ontologies in information systems context. The OASIS organization normalized a language to share knowledge in the Web, the OWL.

The ontologies in the medical sciences are named terminologies.

There are some different terminologies in healthcare domain.

The selection of one terminology is related to the semantic objectives.

Some organizations like IHTSDO promoted the SNOMED-CT terminology, but other like ICD, LOINC and ICPC are also well known.

The discussion and analysis of the different terminologies is out of the scope of this paper.

The SNOMED-CT is widely used in medical services. This terminology has the possibility to add synonymous and cross tables to others codifications. It has also the possibility to be multilingual.

### Proposed framework

This Framework is based on a RIM. The proposal of the RIM is in accordance with the ISO 21090. The model is based on archetypes to archive clinical data and to communicate between different systems.

The development goal is to use the classes defined in ISO 21090 and to model a system in which the archetypes are a specialization of this rule.

The classes defined by ISO 21090 are of different types. With these classes and the related basic data types it is possible to specify all the necessary variables associated with terminologies, persons' identification, locations, binary files from medical equipments and so on.

A new approach of enterprise modeling shows the benefit of business archetype pattern and Model Driven Architectures [15]. The model is formed by classes of objects with some mandatory implementations and others optional.

With the classes defined by this ISO 21090 it is possible to define a clinical data model using MDA (Model Drives Architectures), [15] and develop data patterns.

The terminology repository can be included in the RIM and modeled with MDA techniques. Using this methodology it is possible to have one or more sets of a terminology inside the RIM or even more than one terminology.

The services available on the platform can be modeled with MDA techniques. Once again it is possible to implement some or all the services in each platform. This benefit guarantees the portability and interoperability of the platform.

The platform developed with this framework will accomplish all the requirements defined by the ISO 18308.

The proposed model has a Service Model component to access the terminologies, archetype model, ISO rules repository and Data repository.

The available methods are:

- ❖ Creation of objects and their instancing;
- ❖ Query of data objects;
- ❖ Update of data objects;
- ❖ Maintenance of MDA model ;
- ❖ Browsing of terminologies;
- ❖ Maintenance of terminology.

The objects are defined by the MDA model of classes.

There are some archetypes editors available to edit the metadata structures. One of these editors is LinkEHR-Ed [16].

The Service Model consults the class model and instances the object with defined attributes and methods.

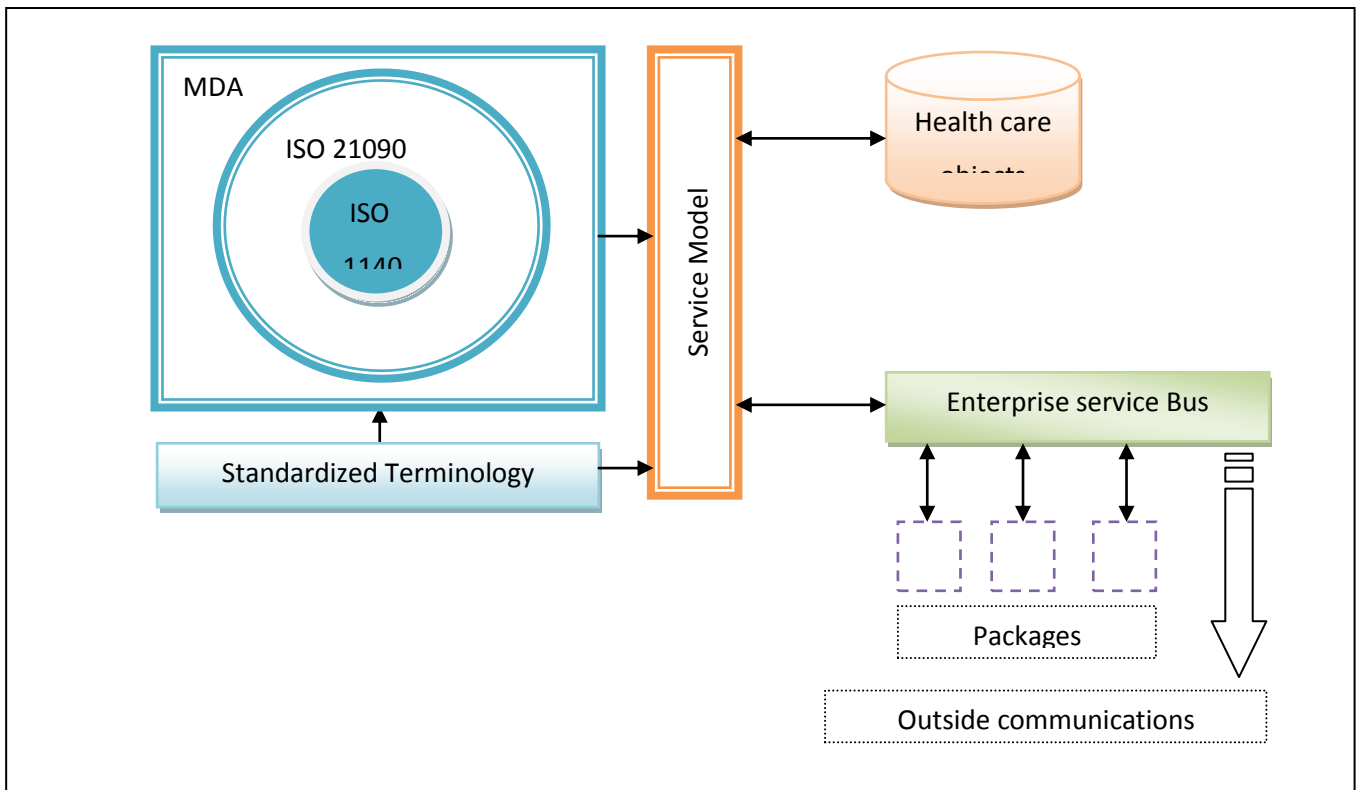


Figure 1- Framework Model for e-Health Services (authors' proposal)

The type of each object and the ID that identifies the terminology concept are verified by the Service Model.

If an object is related with another already created object, the service model will establish the necessary links.

The queries and updates of data objects are made by the semantic contents, relationships and values of the attributes.

The MDA model can be created and updated with an MDA pattern. This pattern has all mandatory classes, attributes and methods. The optional elements are marked and can be excluded from the model.

The Enterprise Service Bus is the component that establishes the communications with internal software applications and external services.

The Enterprise Service Bus has an engine of the business rules that is responsible for the integrity of transactions and its completeness.

There are a set of webservices which are available to integrate the internal software applications.

The communication with external software applications is also available by webservices.

This platform uses the ISO 13606 rule in order to normalize the communication of data with external applications

This rule is available in the framework and normalizes the XML messages used to communicate clinical data.

The XML documents are available by webservices functions. These components are a part of a complete SOA (Service Oriented Architecture).

The SOA architecture to share clinical information as services has been cited by many authors, like Bridges [17].

The SOA architecture can include BPMS (Business Process Management System) to negotiate de services with ESB and to automate the workflows with the users and other external software applications. This approach was argued by Papakonstantinou [18].

To guarantee the semantic alignment, each message has an ID that identifies the used terminology and its version.

The data integrity and semantic alignment are by this way guaranteed.

### Conclusions

The usage of ISO 13606, ISO 21090 and other related rules to model clinical information systems is undoubtedly the most suitable way to develop interoperability.

According to [19], *CEN EN13606 is one of the most promising approaches. It covers the technical needs for semantic interoperability and, at the same time, it incorporates a mechanism (archetype model) that enables clinical domain experts to participate in building an EHR system.*

The proposed framework has some benefits that makes possible a total integration of data and services.

This framework can be adapted to the needs and sizes of the different hospitals.

It is also possible to upgrade the models without losing their integrity.

The usage of an Enterprise Service Bus allows the integration with all the software applications that use this technology.

The usage of an engine of business rules makes the model very flexible and robust.

The usage of ISO 13606 to communicate with other platforms makes this model suitable with any other normalized platform.

Finally, the framework is independent of the programming languages, database management systems and other technologies selected.

## References

1. TC215, I. *Requirements for an Electronic Health Record Reference Architecture*. 2000; Available from: [http://secure.cihi.ca/cihiweb/en/downloads/infostand\\_ihisd\\_isowg1\\_TSV0.5\\_e.pdf](http://secure.cihi.ca/cihiweb/en/downloads/infostand_ihisd_isowg1_TSV0.5_e.pdf).
2. Lloyd, D. and D. Kalra. *EHR Requirements*. n.d.; Available from: <http://eprints.ucl.ac.uk/1583/1/A5.pdf>.
3. ISO 11404, *Information technology — General Purpose Datatypes (GPD)*. 2007.
4. ISO 21090, *Health Informatics — Harmonized data types for information interchange*.
5. Beale, T. *Null Flavours and Boolean data in openEHR* 2007; Available from: <http://www.openehr.org/wiki/display/spec/Null+Flavours+and+Boolean+data+in+openEHR>.
6. ISO 18308, in *Meetings ISO/TC 215/WG1* 2002.
7. ISO 13606, *Health informatics — Electronic health record communication*.
8. ISO TC215. *TC215 Working Group*. Available from: <http://www.tc215wg3.nhs.uk/documents/docs09>.
9. Bernstein, K., et al., *Can openEHR archetypes be used in a national context? The Danish archetype proof-of-concept project*. Stud Health Technol Inform, 2009. **150**: p. 147-51.
10. HL7, *HL7 Reference Information Model* 2003.
11. Bointner, K. and G. Duftscheid, *HL7 template model and EN/ISO 13606 archetype object model - a comparison*. Stud Health Technol Inform, 2009. **150**: p. 249.
12. Wendy Huang. *Proposal: New PersonalRelationshipRoleType codes*. 2009; Available from: [http://wiki.hl7.org/index.php?title=Proposal: New PersonalRelationshipRoleType codes](http://wiki.hl7.org/index.php?title=Proposal:_New_PersonalRelationshipRoleType_codes).
13. OpenEhr. *openEHR Architecture*. 2007.
14. Ma, C., et al., *EHR query language (EQL)--a query language for archetype-based health records*. Stud Health Technol Inform, 2007. **129**(Pt 1): p. 397-401.
15. Arlow, J. and I. Neustadt, *Enterprise Patterns and MDA*, ed. C. Szyperski. 2004: Addison Wesley.
16. Maldonado, J.A., et al., *LinkEHR-Ed: a multi-reference model archetype editor based on formal semantics*. Int J Med Inform, 2009. **78**(8): p. 559-70.
17. Bridges, M.W., *SOA in healthcare, Sharing system resources while enhancing interoperability within and between healthcare organizations with service-oriented architecture*. Health Manag Technol, 2007. **28**(6): p. 6, 8, 10.
18. Papakonstantinou, D., F. Malamateniou, and G. Vassilacopoulos, *Using ESB and BPEL for evolving healthcare systems towards SOA*. Stud Health Technol Inform, 2008. **136**: p. 747-52.
19. Brass, A., et al., *Standardized and Flexible Health Data Management with an Archetype Driven EHR System (EHRflex)*. Stud Health Technol Inform, 2010. **155**: p. 212-8.

*Patient Standardization Identification as a Healthcare Issue*  
Paper apresentado na conferência:  
Human Computer Interactio, HCI 2009, San Diego, EUA (2009)

# The standardization of patient identification as a Healthcare Issue

Mario Macedo

IPT-Escola Superior Tecnologia Abrantes, Rua 17 de Agosto de 1808, 2200-370 Abrantes, Portugal.

[mario.macedo@mail.telepac.pt](mailto:mario.macedo@mail.telepac.pt)

Pedro Isaías

Universidade Aberta, Rua da Escola Politécnica, 141-147,

1269-001 Lisbon, Portugal. [pisaias@univ-ab.pt](mailto:pisaias@univ-ab.pt)

**Abstract.** Healthcare organizations use information systems with several different types of data and user interfaces. The lack of standardization means loss of efficiency and effectiveness. It limits the expected quality of Healthcare services. Some difficulties in establishing this standardization are known. However there are models that can respond to the complexity of this area of science and evolve with the development of knowledge.

One problem which is common to several organizations is the lack of automatic identification of patients. Another is how to solve the problem of having information duplicated in different databases.

The purpose of this paper is to show the importance of the standardization of clinical data and the development of models of identification that will enable setting universal access keys and the interconnection between all the clinical data.

The empowerment of systems that support clinical decision and the use of workflows for treatment plans that involve more than a Healthcare organization will only be possible if they use standard models, open technologies and unique patient identification

**Keywords:** EHR, Medical Guidelines, Healthcare Plan Workflow

## Background

The prime objective of having a universal ID for identification of a patient and access to his/her clinical data is to avoid clinical records becoming lost and to ensure the correct relationship to each individual's data. Each individual's historical records, along with those of his/her forbearers, constitute essential background information for the evaluation of his/her state of health and the likelihood of future pathologies.

The storage, integration and standardization of clinical data also make it possible to provide personalized healthcare.

The supply of personalized clinical data makes it possible to make more accurate diagnoses and prescribe the treatment most suitable for each pathology and each individual.

In order to assist with diagnosis it is possible to develop systems to help the clinical decisions. There exist three levels of a system to assist in clinical decisions. According to HL7 CDS Project Update, (2008) [1], those levels are information, rules and computer-interpretable guidelines.

At the information level only the data is provided. At the rules level alarms, data interchange and data validation become available.

According to Shabo (2005) [2], having the possibility to include genetic data in the electronic record of clinical data for each patient increases the amount of knowledge on which to base health care provision decisions.

According to that author Shabo (2007) [3], there are three essential hurdles in the way of complete recording of all of a patient's clinical data:

- Because of data protection legislation each hospital generates its own policies for data security and filing methods compatible with preserving the privacy and confidentiality of clinical information. For this reason it is impossible for a patient who go to different hospitals on different days to have all his/her data integrated.
- Another hurdle is a time-based one. It is a simple fact that an individual's average life span is far greater than the maximum time that data can be stored. If an individual lives for 70 years it is very unlikely that the hospital will be able to keep records that long.
- Another hurdle derives from the fact that, even if clinical terminology were all standardized between various Health Care Units, it would be extremely difficult to maintain semantic compatibility over a period of several years because the terminology itself is also in permanent evolution.

To those three hurdles can be added the question of genetic data, which has evolved in structure and complexity at one and the same time as the science itself has evolved.

Those hurdles aside, it is self-evident that genetic information needs to be included in the electronic record of clinical data.

The SNOMED standard already includes genetic terminology, thus opening the door to the creation of genetic data archetypes.

For the HL7 standard a working group was formed to develop a limited model for the storage of chromosome data. That data is referenced by a set of metadata stored in a RIM platform (Reference Information Model). This model is still used in only a limited fashion to communicate data between hospitals and the pharmaceutical industry.

Open EHR works in this area but no defined genotype model as yet exists.

Meanwhile another question has to be raised. If clinical data needs to be kept for a long time, and if it needs to retain all data concerning genetics, pathologies and treatment given to every individual what will the storage infrastructure need to be like? There will have to exist either distributed data bases or clinical data banks. The FEHR (Federation Electronic Health Record) concept.

The domain of the data is another highly important aspect. What will be the nature and type of data to constitute the identification of an individual and what data quality frameworks will need to be put in place.

Some types of data can identify a specific individual unequivocally, whereas other data are secondary or of less importance. Characterization and definition of models is rather complex?

Access to clinical data is limited to specific users. There will be a need for various levels of access interconnected with temporal windows. Access to personalized data will be available only for the purpose of providing care for the patient.

Another consideration is whether only public entities should have access to a patient's data or whether, private entities will also have access to these data.

Identification of those users permitted access to clinical data needs to be protected with secure authentication, and in no way to permit one user's identification to be used by any other person. In addition, access to the system by non-identified users should not be possible.

Legal protection relating to the use and communication of clinical data needs to prevent unauthorized use and transfer of data to third parties. As an example let us examine the case of prescriptions for each individual. Knowing only the medication prescribed, it should be possible to deduce the pathologies, and their frequency of for each individual.

Is this information, which is available to pharmacies (chemist's), actually protected?

The storage systems for each individual citizen's identification are also extremely significant in relation to the architecture of the entire system. Clearly, each patient's identification will need to be stored in a central data base available to all players in the health system. However, if there are public entities, private entities and entitled entities what will need to be the nature of the central file to allow the identification of all users?

There are writers who argue that clinical data should be de-identified. What this means is that after being used in a medical episode they should be removed.

But how and where would this function be carried out? In the event of it being necessary again to access the patient's historical data what should the data personalization process be like?

## **I. Security**

The security has some dimensions like privacy and confidentiality, identity verification, users identification and authentication. These concepts can have different meanings.

### **Privacy**

According to Kent (2002) [4], *privacy is the right of an individual to decide for himself or herself when and on what terms his or her attributes should be revealed.*

According to British Department of Health (2007) [5], *Patient information is generally held under legal and ethical obligations of confidentiality. Information provided in confidence should not be used or disclosed in a form that might identify a patient without his or her consent. There are a number of important exceptions to this rule but it applies in most circumstances.*

### **Identity**

According to Kent (2002) [4], *The identity of X according to Y is a set of statements believed by Y to be true about X.*

According to The Department of Health (2007) [5], *Patient Identifiable Information includes name, address, full post code, date of birth, pictures, photographs, video, images, NHS number and anything else that may be used to identify a patient directly or indirectly.*

### **Identification**

According to Kent (2002) [4], *is the process of determining to what identity a particular individual corresponds.*

According to The United Kingdom Parliament (n.d.) [6], citing The *Data Protection Act 1998*, *personal data is defined as:*

*Data which relate to a living individual who can be identified from that data,[...]*

### **Authentication**

According to Kent (2002) [4], *is the process of confirming a recognized identity.*

The Patient identification and data archives should be compliant with all these issues. Our proposed model for a Federation of Electronic Health Record should include the necessary features to overcome these issues.

## II- The Patient Identification Domain

For any individual there exist several possible IDs. For example, NHS, Medicare, Health Care number, Identity Card, passport number, drivers license number, Internal Revenue, IRS number or even just a number generated for the specific purpose.

There are, however, some considerations to be taken into account.

The first question is that not all of the above IDs are available at the time of the individual's birth.

For this reason, only a code generated for each individual will act continuously and without fail throughout an individual's life. The genetic code is, a priori, an element unique to, and permanently present in, every individual.

The principal advantage of using the DNA code as a key to access each individual's clinical data is that it is unique and works across all existing systems. In addition, analysis of gene mutations can help in the identification of pathologies or the likelihood of pathologies occurring.

For these reasons, the use of genetic data to assist in clinical decisions is of the utmost importance.

The HL7 organization has introduced a standard called Clinical Genomes Level 7, (Clinical Genomics, 2009) [5]. The model put forward by the HL7 includes a layer of associations between genotype and phenotype entitled Clinical Genomics Standard.

The models for recording genetic data are somewhat more complicated than the archetypes for recording other clinical data. The main reasons for this are:

- The quantity of data
- The complexity of representing the DNA molecule and its variants
- The semantic transcription of the genotype/phenotype association.

Accessibility to genetic data even makes it possible to develop genomic-oriented applications to assist in clinical decisions. These applications can possess parser for identifying sequences of significant genes for any study taking place.

The use of DNA data in the electronic records of clinical data represents an unprecedented advance in medicine and in the provision of medical care. It will be possible not only to identify patients unequivocally and access their entire history but also to take preventative action. It is even possible to observe genetic changes through systems based on artificial intelligence.

According to Marko (2005) [8], *the challenges of creating an EHR that integrates an organization's clinical record system with a biorepository and a genomic information system involve complex organizational, social, political, and ethical issues that must be resolved.*

In fact, if, on the one hand, it is going to be possible to analyze the likelihood of a patient succumbing to a particular illness, on the other hand, that patient's privacy must be guaranteed lest society discriminate against certain individuals.

According to Nakaya(2007) [9], *The elemental techniques of the data collection platform are the information model, the ontology and the data format.*

According to this author, *the Genomic Sequence Variation Markup Language (GSVML) is the data exchanging format of genomic sequence variation data best used for human health. This norm is expected to the standard in near future.*

## III – Proposed Technologies

The select in our propose model uses some technologies that will be compliant with already established standards and industry best practices.

### Communications

The IETF (Internet Engineering Task Force) ( n.d.) [10] develops norms and standards for communication on the Internet. The standardization documents are designated as RFC, Request for Comments. RFC 2821 defines the SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) and RFC 2616 the http (Hypertext Transfer Protocol)

RFC 3335 specifies how EDI (Electronic Data Interchange) messages can be transmitted securely via a peer to peer link. This standard, addition, ensures communication of messages according to the protocols *for Electronic Data Interchange, (EDI – either the American Standards Committee X12 or UN/EDIFACT, Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport), XML or other protocol used for business to business data interchange,* (Request for Comments: 3335, Network Working Group.) (2002) [11].

This standard specifies several messages such as the format of the message delivery receipt with or without digital signature, the non-repudiation of receipt message, the format of the message envelope (MIME), with or without signature, and the body of the EDI message with or without cryptography.

Using this technology it is possible to define a peer-to-peer archetype communication relationship.

These archetypes can contain the clinical data necessary for the EHR.

### Archetypes

The word “archetype” comes from Greek and means “original pattern”.

According to Soley (2004) [12], *an archetype is a primordial thing or circumstance that recurs consistently and is thought to be a universal concept or situation.*

The concept of “archetype” defined in this way makes it possible to define business objects suitable for any and every activity. These business objects can be any kind of data model stereotype.

Object-oriented (OO) information technology reflects the archetype application domain.

In this way, an archetype model can be constructed and applied to situations with real data.

The archetypes define for each type of data the various possible dimensions and methods available. Archetypes can even contain rules for coherence and inter-association. Archetypes also have the property of pleomorphism, which enables different instances of each archetype to be created.

Archetype models are specified in UML (Unified Modeling Language) (2009) [13], language, for which several modeling tools exist. Some of these tools even enable UML models to be transposed into physical models.

Even archetype patterns can be defined. An archetype pattern contains optional elements that can be implemented or not implemented. The name “pattern configuration” is attributed to each instance of an archetype pattern. Both well-formed and ill-formed configurations can exist.

In order to avoid ill-formed configurations there has been created a set of rules to which the name “Pattern Configuration Rules” has been applied.

According to Soley (2004) [12] a *Pattern Configuration Rule is a formal language for expressing the rules for well-formed pattern configuration.*

Some party archetype patterns are standardized. For instance, ISO 3166 contains country codes and country names and ISO 5218 contains a representation of the human sexes.

In the health area there exist two different approaches to information system architectures, HL7 (Health Level 7) (2009) [14] and OpenEHR (OpenEHR) (2009) [15].

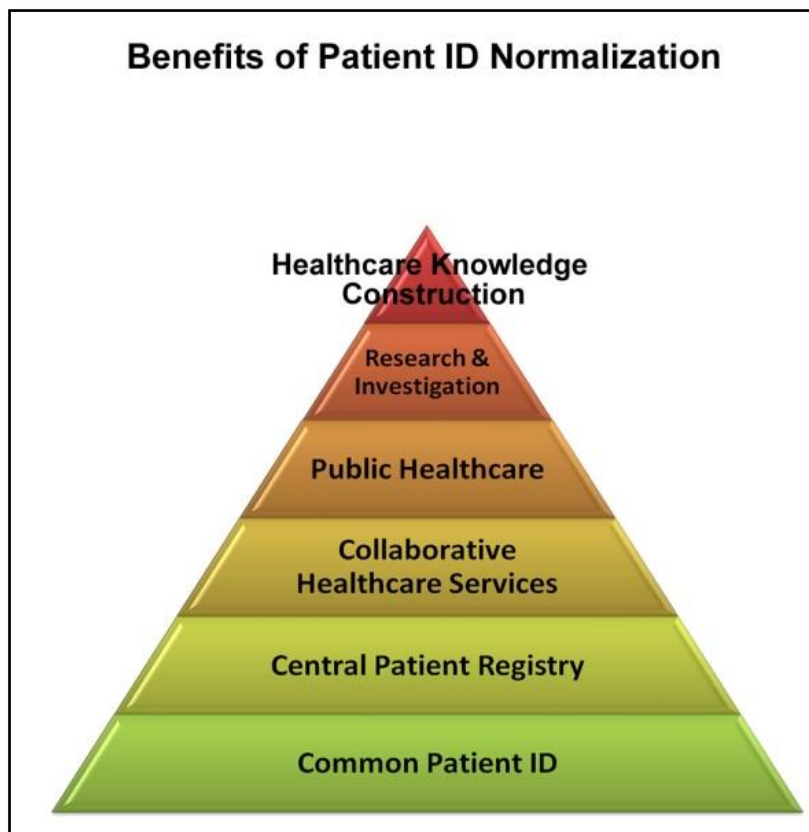
Both approaches present both a model designed for object programming and a reference model. OpenEHR also puts forward a language called “Archetype Definition Language” for defining archetype models.

#### IV - Proposed Model

The correct registration, treatment and integration of clinical data are of utmost importance for the provision of health care.

Integration of clinical data makes it possible to be alert for public health indicators to carry out epidemiological research and scientific investigation.

It is of the greatest importance to develop systems that enable patients to be treated collaboratively and that simultaneously provide data for other levels of tactical, strategic and scientific management.



Benefits of Patient ID Standardization, (Authors Proposal)

The model proposed is intended to create an integration framework for all the clinical data for each patient.

Clinical data can be integrated into repositories called data pools. These data pools are in their turn filed in a data base called Master Patient Index where all data are stored.

The de-identification process enables data to be depersonalized once each episode has been closed. In this way the data from each closed-episode data pool are guaranteed not to contain any data compromising personal information. However, via the Master Index data can be re-personalized.

Access to de-personalized data is controlled by search filters that possess no authentication or access authority. Data relating to episodes still open is only available to be consulted by the service that opened the episode, and this authority can be passed on only if the patient has been transferred to another service. The policies relating to access and personalized data search procedures will be approved by a privacy and data protection commission, and will need to be relieved of authorization case by case.

With this model the various actors involved in health care provision will be able to share data about each episode.

Messages will have to be transmitted under AS1 or AS2 protocol with digital signature and data encryption.

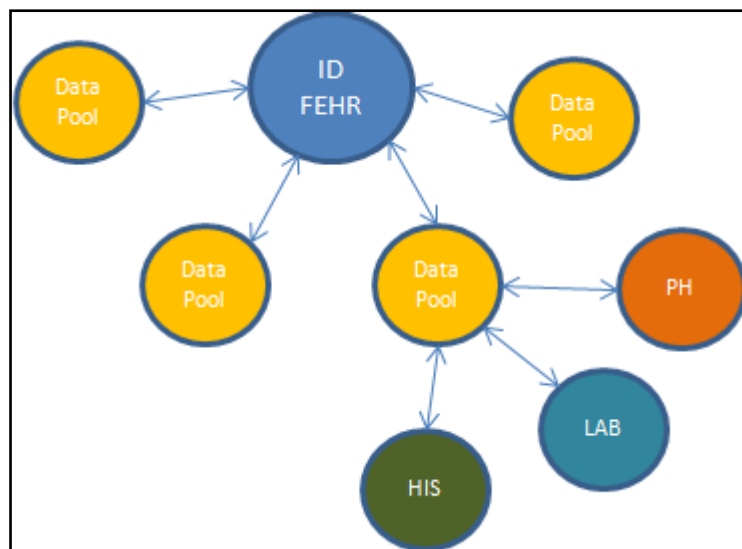
In this way authentication, confidentiality and interoperationality between the various information systems within each organization can be insured.

The Master Index will even act as a Federation of Electronic Health Records. This Master Index will control the relationship between the various keys, (DNA, NHS, Healthcare Service number, ID, passport number, and Tax Number) and for each system will establish which keys are necessary for indexing the various systems.

In addition, it is proposed that there be created an ontology language which will set out the search rules to be enacted in order to ensure the citizen's privacy and the security of their personal data.

Interoperationality among the various systems is insured via communication protocols that allow online and offline communication between systems. At the same time encryption and authenticity of data must be guaranteed.

The protocol proposed is AS1 on smtp. The advantage of this protocol is that it is an asynchronous message protocol in xml.



The Proposed Model, (Authors Proposal)

This protocol can be used to communicate among systems of various technologies and in addition it employs a message technology, smtp, which is already well distributed in the market.

When a patient is presented to the system, the Hospital Information System Queries the ID FEHR (Federation Electronic Health Records), to find an identification, an associate open episode and all clinical data related with the patient.

The Patient Identification is resolved with data mining algorithms.

The identity resolution is intended to find who is who and create links among data that belongs to the same patient.

The data used is demographic data and background clinical history. If there are some proximity of data attributes around a centric cluster it would be possible to say that all data belongs to the same patient.

The resolution of identification process is intended to find all correlation between the data of different patients. The clusters can be built using a data mining algorithm- Inside the cluster all the data that is less than a  $\delta$  distance from the cluster center belongs to individuals relationships.

The type of relationships in clinical data are:

- Pathologies and diagnostics;
- Drugs and treatments prescribed;
- Hospitals where patients were treated;

And demographic such as:

- Nationality, Gender, date of birth and race;
- Family relationships;
- Living habitats;
- Professions

The relevant clinical and demographic data are presented to the clinician as long as the treatment episode is open and would be uploaded to the data pool when the episode is closed.

In the data pool there is a hash algorithm that processes a de-identification of clinical data.

The process of de-identification is intended to overcome the privacy and confidentiality of clinical data. The primary key to access records is substituted by a hash key data and can only be decrypted by master index algorithm. This master index algorithm is one of the functionalities of ID FEHR.

The master index in ID FEHR can be addressed by all sorts of patient identification keys including genome coding, National Security Number, or others. In addition the master index keeps track of nearby identification data and the coded primary key for data pool clinical records.

The ID FEHR is also responsible for users' authentication and retrieval ontologies. These ontologies are used each time a query of data pools is needed. When a patient does not belong to an ID FEHR a negotiation with other ID FEHR is initiated.

## Conclusions

The model proposed is founded on three fundamental aspects:

- An architecture already well distributed around the market;
- Use of existing technology allowing interconnection of heterogeneous systems that incorporate privacy and security guarantees;
- Use of alternative search keys and ontologies with data access rules;

The reasoning behind this proposal is that it is inconceivable to render obsolete the many existing systems, all with their own different characteristics, and to develop one single, global information system. Additionally, the fact that only one single data repository exists potentially increases the vulnerability of the data.

Development via existing technologies also potentially reduces the development lead-time necessary and reduces the cost.

Further research is required to find out:

How much data will be needed to store in the Master Index to identify unequivocally a patient with a high degree of confidence?

What algorithm should be implemented to refine different patient matches ?

## References

1. HL7 CDS Project Update: Virtual Medical Record (VMR). In: Clinical Genomics (2008), <http://www.hl7.org/library/committees/clingenomics/HL7%20Phoenix%20-%20May%2008%20-%20CDS%20Genomics%20J%20Session.pdf>.
2. Shabo, Amnon: The Implication of Electronic Health Records for Personalized Medicine. In: Future Medicine (2005), <http://www.hhs.gov/healthit/documents/Tab3part2Implications103106.pdf>.
3. Shabo, Amnon.: Health Record Banks: Integrating clinical and genomic data into patient-centric longitudinal and cross-institutional health records. In : Future Medicine (2007), <http://www.futuremedicine.com/doi/pdf/10.2217/17410541.4.4.453?cookieSet=1>.
4. Kent, Stephen T. and Millet, Lynette I.: IDs- Not That Easy: Question About Nationwide Identity Systems. In: Committee on Authentication Technologies and Their Privacy Implications , National Research Council (2002).
5. The Department of Health: Patient confidentiality and Access to Health Records (2007), [http://www.dh.gov.uk/en/Managingyourorganisation/Informationpolicy/PatientConfidentialityAndCaldicottGuardians/DH\\_4084181](http://www.dh.gov.uk/en/Managingyourorganisation/Informationpolicy/PatientConfidentialityAndCaldicottGuardians/DH_4084181).
6. The United Kingdom Parliament (2009), <http://www.parliament.uk>.
7. Clinical Genomics. HL7 (2009), <http://www.hl7.org/Special/committees/clingenomics/docs.cfm>.
8. Marko, Peter Groen and Marc Wine and Joanne.: Genomic Information Systems and Electronic Health Records (EHR). In: *Virtual Medical World* (2005), <http://www.hoise.com/vmw/05/articles/vmw/LV-VM-10-05-1.html>.

- 9.** Nakaya, Jun: Clinical Genome Informatics (CGI) and its Social. In: IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, VOL 7 No.1, January 2007(2007), [http://paper.ijcsns.org/07\\_book/200701/200701A08.pdf](http://paper.ijcsns.org/07_book/200701/200701A08.pdf) .
- 10.** The Internet Engineering Task Force ( 2009), <http://www.ietf.org/>.
- 11.** Request for Comments: 3335 , Network Working Group. MIME-based Secure Peer-to-Peer. In: Network Working Group (2002), <http://www.ietf.org/rfc/rfc3335.txt>.
- 12.** Soley, Richard Mark: Enterprise Patterns and MDA. USA: Addison-Wesley (2004).
- 13.** Unified Modeling Language. UML Resource Page (2009), <http://www.uml.org/>.
- 14.** Health Level 7 (2009), <http://www.hl7.org/>.