



**Universidade de  
Aveiro  
2020**

Escola Superior de Saúde  
da Universidade de Aveiro

**DIANA  
MARQUES  
DA COSTA  
ALVES**

**ANÁLISE DA EXPOSIÇÃO RADIOLÓGICA  
SAZONAL: DA UTILIZAÇÃO DE RECURSOS À  
EXPOSIÇÃO INDIVIDUAL**

**SEASONAL RADIOLOGICAL EXPOSURE  
ANALYSIS: FROM THE USE OF RESOURCES TO  
INDIVIDUAL EXPOSURE**





**Universidade de  
Aveiro  
2020**

Escola Superior de Saúde  
da Universidade de Aveiro

**DIANA  
MARQUES  
DA COSTA  
ALVES**

**ANÁLISE DA EXPOSIÇÃO RADIOLÓGICA  
SAZONAL: DA UTILIZAÇÃO DE RECURSOS À  
EXPOSIÇÃO INDIVIDUAL**

**SEASONAL RADIOLOGICAL EXPOSURE  
ANALYSIS: FROM THE USE OF RESOURCES TO  
INDIVIDUAL EXPOSURE**

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Tecnologias de Imagem Médica, realizada sob a orientação científica do Doutor Milton Rodrigues dos Santos, Professor Adjunto da Escola Superior de Saúde da Universidade de Aveiro (ESSUA) e do Doutor Nelson Fernando Pacheco da Rocha, Professor Catedrático do Departamento de Ciências Médicas da Universidade de Aveiro.

“Tenho em mim todos os sonhos do mundo”

- Fernando Pessoa



## O júri

Presidente

**Professora Doutora Sílvia de Francesco**  
Professora Adjunta, Universidade de Aveiro

Vogais

**Arguente: Professor Doutor João Agostinho Batista de Lacerda Pavão**  
Professor Auxiliar, Universidade de Trás-Os-Montes e Alto Douro

**Orientador: Professor Doutor Milton Rodrigues dos Santos**  
Professor Ajusto, Universidade de Aveiro

**Coorientador: Professor Doutor Nelson Fernando Pacheco da Rocha**  
Professor Catedrático, Universidade de Aveiro



## **Agradecimentos**

A realização deste trabalho não teria sido possível sem a colaboração de vários elementos, que ao longo destes anos me têm apoiado e incentivado nesta jornada. Embora correndo o risco de inadvertidamente omitir alguém, gostaria de aproveitar a oportunidade para reconhecer as seguintes pessoas e instituições: Começo por agradecer ao meu orientador Doutor Milton Santos e coorientador Doutor Nelson Rocha pelo incansável apoio na realização de todo o trabalho. Aproveito também para agradecer ao Doutor Rui Lebre, investigador no Instituto de Engenharia Eletrónica e Telemática de Aveiro (IEETA) pela ajuda dispensada na instalação e execução do *Dicoogle*. Por último, mas não menos importante, gostaria de agradecer à minha família, em especial aos meus pais, por nunca duvidarem das minhas capacidades e me apoiarem incondicionalmente na concretização de todos os meus objetivos.



**Palavras-chave**

Imagiologia Médica, Exposição, Metadados DICOM, Arquivo PACS, *Dicoogle*, Qualidade de prestação de cuidados.

**Resumo**

A exposição à radiação ionizante por parte da população no âmbito da prestação de cuidados de saúde, nomeadamente no âmbito da Imagiologia, tem vindo a ser objeto de análise em múltiplos fóruns. A multiplicidade de situações clínicas cuja avaliação depende de estudos imagiológicos torna premente a análise da evolução da exposição a que a população é submetida, tendo em conta a eficácia da prestação de cuidados de saúde ao longo do tempo. Neste trabalho procurou-se caracterizar a exposição à radiação recorrendo à meta-informação contida nas imagens definidas pela norma *Digital Imaging and Communication in Medicine* (DICOM), mais especificamente a suportada por metadados DICOM, cujo acesso foi realizado a partir da ferramenta "*Dicoogle*". Os resultados obtidos através das análises realizadas permitiram caracterizar a utilização de recursos de imagem médica ao longo do tempo e a sua repercussão na exposição da população à radiação ionizante. Verificou-se, no entanto, uma utilização pouco normalizada desta informação por parte de diferentes fabricantes, com recurso a sistemas de informação e metadados DICOM privados.



**Keywords**

Medical Imaging, Exposure, DICOM metadata, PACS archive, *Dicoogle*, Healthcare Quality.

**Abstract**

Exposure to ionizing radiation to which the population is subject in the field of health care, within the scope of Medical Imaging has been object of analysis in multiple forums. The multiplicity of clinical situations whose evaluation depends on image studies makes it imperious to analyze the evolution of the exposure which the population is submitted based on the efficiency of health care provision, over time. In this work, we tried to characterize radiation exposure using the meta-information contained in the medical images defined by *Digital Imaging and Communication in Medicine* (DICOM) standard, more specifically the supported by DICOM metadata, whose access was performed by a tool named "*Dicoogle*". The results obtained from the analyzes conducted in the study allowed to characterize the use of medical image resources and their impact on the exposure of population to ionizing radiation. However, it was found a lack of standardized use of this information by different manufacturer, using private information systems and DICOM metadata.



# Índice de conteúdos

<b>1. Introdução</b>	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Motivação	2
1.3 Objetivos	4
1.4 Estrutura	4
<b>2. Estado da Arte</b>	6
2.1 Sistemas de Informação em ambiente hospitalar	6
2.2 A Norma DICOM	8
2.2.1 O Dicionário de Dados	10
2.2.2 O Modelo de Informação	11
2.2.3 O Protocolo de Rede	14
2.2.4 Serviços DICOM	14
2.3 O Arquivo PACS	16
2.3.1 Arquitetura Geral	16
2.3.2 Fluxo de Trabalho	16
2.3.2 Mecanismo de Pesquisa	19
<b>3. Acesso e Análise dos Metadados DICOM</b>	21
3.1 Atividade relacionada	22
3.2 O <i>Dicoogle</i>	23
3.2.1. Funcionamento e Arquitetura	24
3.2.2. Extração de Metadados	27
3.3.3 Desafios Éticos	29
<b>4. Materiais e Métodos</b>	32
4.1 Desenho do Estudo	32
4.2 População e Amostra	32
4.3 Recolha de Dados	32
4.4 Fases de Estudo	33
4.5 Confidencialidade	35

<b>5. Resultados e Discussão</b>	36
5.1 Seleção da Amostra	36
5.2 Caracterização da População	40
5.3 Análise Sazonal	46
5.4 Análise de Eficiência	49
5.5 Análise de Exposição	52
5.5.1 Histórico Imagiológico Individual	57
5.6 Discussão de Resultados	58
5.6.1 Qualidade dos Metadados	60
5.6.2 Considerações finais	62
<b>6. Conclusão e Perspetivas Futuras</b>	63
6.1 Conclusão	63
6.2 Perspetivas Futuras	64
<b>Referências bibliográficas</b>	65
<b>Anexos</b>	68
Anexo 1.	69
Anexo 2.	87
Anexo 3.	91

## Índice de tabelas

Tabela 1: Exemplo de linhas extraídas do dicionário de dados DICOM	11
Tabela 2: Serviços especificados pela norma DICOM e respetivos comandos	15
Tabela 3: Serviços web utilizados pelo <i>Dicoogle</i>	25
Tabela 4: Identificação dos equipamentos utilizados por modalidade e instituição	36
Tabela 5: Análise da utilização do atributo DICOM “ <i>Patient Age</i> ”	37
Tabela 6: Atributos comuns aos equipamentos de cada modalidade	38
Tabela 7: Caracterização da amostra final	39
Tabela 8: Estatística descritiva em função da idade	40
Tabela 9: Análise da população por faixa etária e modalidade	42
Tabela 10: Análise sazonal por modalidade	47
Tabela 11: N° de estudos realizados por equipamento	50
Tabela 12: N° exames realizados sazonalmente pelos equipamentos CR	50
Tabela 13: N° exames realizados mensalmente por equipamento CT	52
Tabela 14: Histórico imagiológico individual em CR e DX	58

## Índice de figuras

Figura 1: Metadados extraídos a partir de um ficheiro em formato DICOM	9
Figura 2: Componentes especificados na norma DICOM	10
Figura 3: Representação do mundo real pela norma DICOM	13
Figura 4: Hierarquia de informação utilizada na norma DICOM	13
Figura 5: Arquitetura do arquivo PACS	17
Figura 6: Arquitetura e funcionamento do <i>Dicoogle</i>	26
Figura 7: Exemplo de pesquisa de interface utilizada pelo <i>Dicoogle</i>	27
Figura 8: Atributos DICOM transversais às modalidades analisadas	39



## Índice de gráficos

Gráfico 1: Análise do nº de pacientes com estudos em CR por faixa etária	43
Gráfico 2: Análise do nº de pacientes com estudos em MG por faixa etária	43
Gráfico 3: Análise do nº de pacientes com estudos em CT por faixa etária	44
Gráfico 4: Análise do nº de pacientes com estudos em DX por faixa etária	46
Gráfico 5: Análise do nº de pacientes com estudos em RF por faixa etária	46
Gráfico 6: Análise do nº de pacientes com estudos em XA por faixa etária	46
Gráfico 7: Análise sazonal por modalidade e número de pacientes	48
Gráfico 8: Análise sazonal por modalidade e número de exames	49
Gráfico 9: Análise sazonal comparativa por equipamento CR	51
Gráfico 10: Nº estudos de tórax por género e faixa etária em CR – unidade 1	53
Gráfico 11: Nº estudos de tórax por género e faixa etária em CR – unidade 2	53
Gráfico 12: Nº estudos de tórax por género e faixa etária em CR – unidade 5	54
Gráfico 13: Nº estudos de tórax por género e faixa etária em DX – unidade 1	55
Gráfico 14: Nº estudos de tórax por género e faixa etária em DX – unidade 4	55
Gráfico 15: Nº estudos de tórax realizados anualmente no âmbito de CR e DX	47

## Lista de acrónimos e abreviaturas

ACR	do inglês, American College of Radiology
ADN	do português, Acido Desoxirribonucleico
AE	do inglês, Application Entities
ANSI	do inglês, American National Standards Institute
CH	do português, Centro Hospitalar
CSV	do inglês, Comma Separated Values
CR	do inglês, Computer Radiography
CT	do inglês, Computer Tomography
DICOM	do inglês, Digital Imaging Communication in Medicine
DIM	do inglês, DICOM Information Model
DIMSE	do inglês, DICOM Message Service Element
DIMSE-C	do inglês, Composite DICOM Message Service Element
DIMSE-N	do inglês, Normalized DICOM Message Service Element
DX	do inglês, Digital Radiography
EHR	do inglês, Electronic Health Record
EPE	do português, Entidade Pública Empresarial
ER	do inglês, Entity Relationship
ESSUA	do português, Escola Superior de Saúde da Universidade de Aveiro
GB	do inglês, Gigabyte
GHz	do inglês, Gigahertz
HIPPA	do inglês, Health Insurance Portability and Accountability Act

HIS	do inglês, Hospital Information System
HL7	do inglês, Health Level Seven
HTTP	do inglês, Hypertext Transfer Protocol
ID	do português, Identidade
IEETA	Instituto de Engenharia Eletrónica e Telemática de Aveiro
IOD	do inglês, Information Object Definition
IP	do inglês, Internet Protocol
ISO	do inglês, International Organization for Standardization
KVP	do inglês, Kilovoltage peak
LAN	do inglês, Local Area Network
LUT	do inglês, LookUp Table
MG	do inglês, Mammography
mGy	do inglês, Miligray
NEMA	do inglês, National Association of Electric Machines
NL	do inglês, Near Line
NM	do inglês, Nuclear Medicine
P2P	do inglês, Peer-to-peer
PACS	do inglês, Picture Archiving and Communication System
PN	do inglês, Patient Name
RAID	do inglês, Redundant Array of Independent Disk
RDBMS	do inglês, Relational Database Management System
RF	do inglês, Radio Fluoroscopy

RGPD	do português, Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados
RIM	do inglês, Reference Information Model
RIS	do inglês, Radiology Information System
RM	do português, Ressonância Magnética
RSNA	do inglês, Radiology Society of North America
SCU	do inglês, Service Class User
SCP	do inglês, Service Class Provider
SOP	do inglês, Standard Operating Procedure
SQL	do inglês, Structured Query Language
TB	do inglês, Terabyte
TCP	do inglês, Transmission Control Protocol
TLV	do inglês, Tag Length Value
UID	do inglês, Unique Identifier
VR	do inglês, Value Representation
XA	do inglês, X-Ray Angiography
XML	do inglês, eXtensible Markup Language
WAN	do inglês, Wide Area Network



# Capítulo 1 - Introdução

---

Este capítulo apresenta a motivação do estudo, definição dos objetivos e estrutura geral do documento.

## 1.1 Enquadramento

Nas últimas décadas, a Medicina tem evoluído rapidamente em função dos avanços tecnológicos. No âmbito da Imagiologia, a quantidade de informação produzida, armazenada e tornada disponível no dia-a-dia em contexto clínico tem vindo a aumentar progressivamente, pelo que os sistemas de informação, em particular os relacionados com a gestão de informação imagiológica, desempenham atualmente um papel fundamental nas instituições de saúde [1].

A Imagiologia, enquanto especialidade médica, requer uma interpretação cuidadosa dos estudos imagiológicos provenientes de múltiplas modalidades de imagem médica (e.g. Tomografia Computorizada, Ressonância Magnética, entre outras) a fim de fornecer um diagnóstico preciso, utilizando a informação disponível em prol da melhoria da qualidade da prestação de cuidados de saúde ao utente [2].

Em contexto hospitalar, são produzidos diariamente grandes volumes de dados. Na Imagiologia, a realização de estudos de modalidades de imagem médica inteiramente digitais pode gerar entre 60 a 70% do volume total de imagens produzidas. A enorme variedade e quantidade de estudos imagiológicos realizados bem como a sobrecarga da informação associada origina múltiplas e heterogéneas bases de dados armazenadas em diferentes silos de informação [2-4].

As ferramentas disponíveis para a análise dos dados armazenados são limitadas, não permitindo, geralmente, uma fácil análise do desempenho do departamento de Imagiologia. Relativamente aos estudos imagiológicos, a sua gestão é também suportada por sistemas de arquivo e distribuição de imagens médicas (*Picture Archiving and Communication System - PACS*), onde o seu armazenamento é feito autonomamente recorrendo a meios físicos (i.e., *Redundant Array of Independent Disks* ou discos RAID), cujo número aumenta em função da necessidade [5].

O acesso e análise de metadados armazenados no PACS implica um conjunto de procedimentos complexos realizados pelos dispositivos de imagem e sistemas de informação ao nível da transmissão, receção e armazenamento dos estudos imagiológicos. Este cenário torna muito difícil analisar as informações produzidas não só devido aos vários tipos de equipamentos de diferentes fabricantes, como também pela ampla variedade de sistemas de informação [5].

Uma forma de contornar esta situação é permitir que diferentes utilizadores exerçam pesquisas distintas sobre os metadados compatíveis com a norma *Digital Imaging Communication in Medicine* (DICOM) associados aos diversos estudos [4,5].

Uma solução que permite a indexação, extração e exportação de imagens e metadados DICOM é o *Dicoogle Open Source PACS (Dicoogle)*, uma aplicação desenvolvida pelo grupo de investigação de Bioinformática da Universidade de Aveiro, que permite a substituição do tradicional motor de base de dados PACS por um mecanismo ágil de indexação e recuperação de dados [4,5].

O *Dicoogle* permite a extração, armazenamento e indexação de todos os metadados das imagens DICOM, incluindo eventuais elementos privados, sem necessidade de processos de reengenharia ou reconfiguração. Entre outros casos de utilização, esta aplicação já indexou mais de 36 milhões de imagens provenientes de mais de dez modalidades a partir do PACS de um centro hospitalar português [6,36].

O acesso contínuo aos metadados DICOM a partir do *Dicoogle* pode revelar-se útil na caracterização da prática profissional no departamento de Imagiologia [6].

## 1.2 Motivação

A exposição à radiação resultante de procedimentos de diagnóstico médico por imagem constitui a maior fonte antropológica de exposição pública. Ano após ano, as doses decorrentes dessas atividades tendem a aumentar [7].

Dados estatísticos da *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* (UNSCEAR) revelam que durante a última década, a Imagiologia contribuiu para cerca de 50% da dose total de radiação absorvida pela população atual [7,8].

No que diz respeito à utilização de radiação ionizante para fins de diagnóstico ou terapêutico, é de extrema importância a noção dos efeitos produzidos. O organismo humano é um exemplo de um sistema biológico particularmente suscetível à indução de danos por exposição inadequada à radiação. Após interação da radiação com o organismo ocorre libertação de radicais livres oxidantes que podem danificar moléculas como o ácido desoxirribonucleico (ADN). Quando utilizadas doses muito elevadas, a molécula de ADN pode sofrer uma quebra irreversível na sua constituição, originando morte celular [45].

O crescente interesse na exposição à radiação para fins de diagnóstico é evidente em diferentes cenários. Os fatores que resultam no aumento da exposição à qual a população é submetida estão associados não só ao envelhecimento populacional, como também ao número de estudos imagiológicos realizados ao longo do tempo [9].

A análise da exposição à radiação à qual a população é submetida durante a realização de estudos por imagem é importante não só para identificar situações que possam representar uma exposição inadequada da utilização de radiação ionizante, como também para caracterizar a utilização de recursos [4,6,7].

A existência de diferentes sistemas de informação no ambiente clínico bem como de múltiplas modalidades de imagem, juntamente com a produção de grandes volumes de informação, tornam relevante o desenvolvimento de ferramentas que possam ser utilizadas para extração, processamento, arquivo e análise de grandes quantidades de informação. Tais ferramentas podem ser úteis para a caracterização da prática e desempenho profissional [4].

Neste sentido torna-se pertinente a introdução de novos métodos que permitam a análise dos dados produzidos nomeadamente no âmbito da Imagiologia, a partir dos metadados DICOM associados [4,6].

O *Dicoogle* é uma alternativa gratuita de código aberto que permite a extração de todas as informações textuais armazenadas no arquivo PACS e a realização de consultas flexíveis sobre metadados DICOM [10].

O método de extração e análise de metadados a partir do *Dicoogle* permite obter uma visão consolidada dos dados departamentais, independentemente das fontes de imagem heterogêneas e dos sistemas de informações utilizados. Tal análise pode permitir a racionalização de recursos humanos e materiais existentes no departamento e desta forma melhorar a produtividade clínica [4,6].



### 1.3 Objetivos

Os dados produzidos pelas diferentes modalidades podem ser estudados em diferentes cenários. Os metadados DICOM indexados pelo *Dicoogle* podem ser utilizados em métricas de produtividade e eficiência da instituição, por exemplo a partir da análise da utilização dos equipamentos das diferentes modalidades imagiológicas ou de forma a fornecer dados que possam ser utilizados para diferentes iniciativas (como é o caso de desenvolvimento de indicadores de desempenho) [5].

Desta forma surge a pergunta: É possível caracterizar a utilização de recursos de imagem médica ao longo do tempo e a sua repercussão na exposição da população à radiação ionizante, com base nos metadados DICOM pertencentes a estudos imagiológicos armazenados no PACS?

Atendendo à questão de investigação central, o principal objetivo do trabalho consistiu em caracterizar a utilização de recursos de imagem médica ao longo do tempo e a sua repercussão na exposição da população à radiação ionizante, com base nos metadados DICOM pertencentes a estudos imagiológicos armazenados em arquivo PACS.

O projeto desenvolvido teve como objetivos secundários caracterizar a variação, ao longo de um ano, da utilização dos equipamentos de imagem médica ionizante e afluência de pacientes ao serviço de Imagiologia, bem como avaliar as repercussões da época do ano, no número de estudos imagiológicos realizados.

### 1.4 Estrutura

Para além do capítulo introdutório, o presente documento encontra-se dividido em cinco outros capítulos:

O capítulo 2 descreve de forma genérica o estado de arte atual no âmbito da temática, apresentando os principais sistemas de informação utilizados em ambiente hospitalar. O mesmo capítulo aborda também as características da norma DICOM, referindo os seus principais componentes e apresenta uma visão geral do arquivo PACS, incluindo a sua arquitetura e principais mecanismos de pesquisa suportados.

No capítulo 3, com base na revisão da literatura efetuada no capítulo anterior, são inicialmente apresentados alguns estudos que procuraram aceder aos metadados DICOM armazenados em arquivo PACS, para extração de informação. Perante este contexto, é apresentado na segunda parte do capítulo o *Dicoogle*, dando a conhecer o seu funcionamento, arquitetura e alguns exemplos da sua utilização. Finalmente, são abordados os desafios éticos subjacentes ao uso do *Dicoogle* para fins académicos.

No capítulo 4 são apresentados os métodos utilizados para cumprimento dos objetivos primários e secundários do projeto. Neste, são inicialmente definidos os critérios de inclusão e exclusão da amostra, população alvo e processo de recolha de dados. Posteriormente, são dadas a conhecer as principais fases do estudo, referindo os atributos DICOM utilizados nas pesquisas para aceder aos estudos imagiológicos realizados pelos participantes, durante o período previsto. No final do capítulo é descrita a estratégia de anonimização utilizada para garantia da confidencialidade dos dados recolhidos.

O capítulo 5 apresenta os resultados que emergiram do estudo efetuado. Começa pela análise da dimensão da amostra inicial a partir da determinação dos atributos DICOM que caracterizam cada equipamento imagiológico, no âmbito de cada modalidade. De seguida é dada a conhecer a utilização dos atributos identificados, quando aplicados os critérios de inclusão e exclusão para seleção da amostra final. No mesmo capítulo são identificados os atributos comuns encontrados em cada uma das valências e utilizados posteriormente nas pesquisas para caracterização da população alvo e realização das análises estatísticas com vista à determinação da afluência de pacientes ao serviço de Imagiologia e utilização dos equipamentos, ao longo de um ano. Por último, é feita a análise de exposição a partir de acesso ao histórico imagiológico individual.

O capítulo 6 contém a discussão dos resultados da utilização de metadados DICOM no âmbito do trabalho experimental, abordando a respetiva qualidade a partir da análise de percentagem de campos vazios. No mesmo capítulo são também abordadas algumas considerações finais alusivas ao trabalho desenvolvido.

Por fim, o capítulo 7 contém as conclusões que emergiram do presente relatório e também algumas sugestões pertinentes para trabalhos futuros.

## Capítulo 2 – Estado da Arte

---

### 2.1 Sistemas de Informação em ambiente hospitalar

A Imagiologia é uma especialidade médica com grande relevância para o diagnóstico e terapêutica de inúmeras patologias. Os recentes desenvolvimentos tecnológicos permitiram aos serviços de Imagiologia tirarem partido das soluções e avanços da informática, nomeadamente com a integração dos sistemas de informação [1].

A aplicação de sistemas de informação para armazenamento de imagens e informações clínicas começou a ser estudada de forma mais efetiva no final da década de 80, quando os processos de aquisição digital começaram a ser utilizados em maior escala nos hospitais. Até então, cada equipamento era considerado um sistema isolado, encontrando-se por vezes somente ligado apenas a uma estação de trabalho e/ou uma impressora [12].

O desenvolvimento tecnológico e a implementação dos sistemas digitais levaram à criação de estruturas informáticas que permitem a troca de dados de forma consistente e automática dentro do ambiente hospitalar, mas também com entidades externas à instituição de saúde, promovendo o surgimento dos sistemas de informação [11].

Ao nível da Imagiologia, a quantidade de informação produzida tem tendência a aumentar à medida que as instituições adquirem novos equipamentos que permitem a produção de grandes quantidades de informação. Assim, é essencial que se implementem sistemas capazes de processar, armazenar e gerir toda a informação produzida em tempo útil para que se consigam os melhores resultados no menor tempo possível [1,11].

Os sistemas de informação clínica têm sido reconhecidos como uma tecnologia “chave” no suporte à prestação de cuidados de saúde. Dada a complexidade do domínio clínico e o largo espectro de requisitos, vários sistemas heterogéneos têm sido introduzidos com o objetivo de automatizar as múltiplas tarefas existentes dentro das instituições de saúde de forma a suportar as suas atividades [1,14].

Em ambiente hospitalar, dentro dos sistemas de informação utilizados pelo departamento de Imagiologia destacam-se os sistemas de informação hospitalar e radiológica. O *Hospital Information System* (HIS) é um sistema que gere principalmente dois tipos de informação: médica e administrativa. Este pode ser considerado o sistema de informação “base” de um hospital e tem como principal objetivo gerir a faturação das atividades hospitalares. O *Radiology Information System* (RIS) é um complemento do HIS que é utilizado nos departamentos de Imagiologia e que tem como principais funções a marcação e monitorização dos exames imagiológicos e a gestão dos relatórios produzidos pelas diferentes modalidades [5,13].

Dada a existência dos sistemas heterógenos mencionados e de forma a contornar o problema de informação dispersa, houve necessidade de se criar um repositório de informação clínica em formato digital com o principal objetivo de apoiar a integração e eficiência dos cuidados de saúde [15]. Neste contexto, foram efetuados esforços de forma a uniformizar a informação através dos *Electronic Health Records* (EHR) definidos como “registos de informação clínica que é criada e armazenada digitalmente, passível de ser consultada por clínicos e profissionais de saúde devidamente autorizados”<sup>1</sup>

Ao agregar toda a informação clínica relevante do paciente num único registo, o EHR possibilita a integração de dados de saúde de uma coleção de sistemas para um único paciente, com o propósito de utilizar toda a informação disponibilizada orientada ao mesmo. Para além disso permite a partilha de informação entre diferentes instituições [15].

De forma a possibilitar a partilha entre entidades é necessária a existência de um formato comum em que a informação é cruzada. Para tal foram definidas diversas normas que ditam as regras de armazenamento e troca de informação médica. Uma destas normas é o *Health Level Seven* (HL7) [15].

O HL7 é uma norma internacional definida pela *American National Standards Institute* (ANSI) que atua na área da saúde desde 1994. Esta tem por missão definir padrões para troca, gestão e integração de dados que propiciem o cuidado clínico de pacientes, além da administração e avaliação de serviços de saúde [12,16].

---

<sup>1</sup> Definição retirada de: Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPPA)  
- Disponível em: <http://www.hhs.gov/>

O protocolo de mensagens HL7, é o mais implementado na área da saúde e consiste num padrão de troca de mensagens entre aplicativos que compartilham informações médicas. Este tem como foco a garantia da interoperabilidade entre sistemas de informação em saúde, incidindo essencialmente na comunicação intra-hospitalar. As normas emitidas pelo HL7 proporcionam uma sincronização dos dados provenientes de diferentes computadores. Através destas é especificada a estrutura e conteúdo das mensagens trocadas, de modo a assegurar que uma determinada atualização nos dados do paciente seja refletida nos sistemas intervenientes [15,16].

O protocolo HL7, na sua versão 2, organiza a transmissão da informação segundo uma sequência pré-estabelecida de envio de dados que segue uma estrutura padrão baseada em *tags*. O formato das mensagens enviadas ou recebidas permite que os dados clínicos sejam trocados de uma forma fiável e rápida entre os vários sistemas informáticos [9,12].

O modelo de informação HL7 versão 3, define como a informação deve ser estruturada, seguindo um modelo compartilhado que toda mensagem HL7 deve respeitar: o Modelo de Informações de Referência (RIM). O RIM representa as conexões que existem entre as informações transportadas nos campos de mensagens HL7 [15].

## 2.2 A Norma DICOM

Inicialmente cada fabricante dispunha do seu próprio protocolo de comunicação, pelo que não existia interoperabilidade e coerência na representação dos dados das imagens médicas produzidas, o que levou à necessidade de se estabelecer uma norma a ser utilizada pela indústria médica [1].

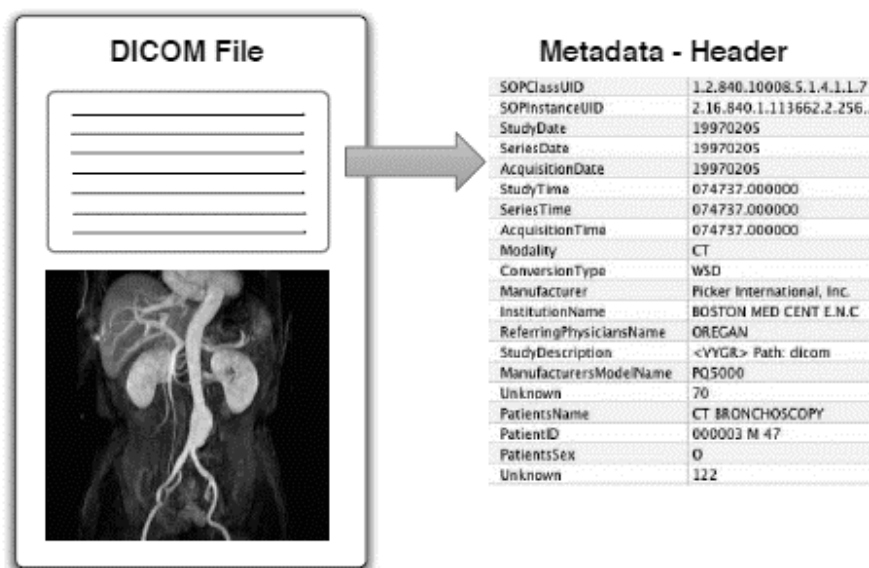
Nesse sentido, a *American College of Radiology* (ACR) e a Associação Nacional de Fabricantes de Equipamentos Elétricos (NEMA) reuniram-se em 1983 para criar uma norma capaz de tornar a imagem digital independente do fabricante e lançaram em 1985 a primeira versão, à qual deram o nome de “ACR-NEMA 1.0” [1].

Três anos mais tarde foi publicada uma segunda versão que fornecia ferramentas para interação de dispositivos de imagem médica, sendo que só em 1993 foi publicada a terceira versão ou “DICOM 3.0” que tem vindo a ser melhorada com regularidade até aos dias de hoje [1,17].

O termo DICOM é acrónimo para “*Digital Imaging Communication in Medicine*” e, de acordo com a ISO 12052<sup>2</sup> define-se como “um padrão internacional utilizado para a manipulação, armazenamento, impressão e comunicação de dados e imagens médicas”. Este define os formatos de ficheiros (.dcm) assim como um protocolo de comunicação de rede baseado na combinação do protocolo de controlo de transmissão e protocolo de internet (TCP/IP) para o processo de comunicação entre serviços ou objetos de informação necessários para uso clínico [1,17].

O padrão DICOM não é apenas um formato de imagem médica, mas sim um protocolo especializado para transferência, arquivo e visualização de imagens médicas e informações clínicas associadas, compatível com as entidades de aplicação. Este não só concede conectividade básica entre dispositivos de imagem, como também fornece diretrizes para fluxo de trabalho num departamento de Imagiologia [18].

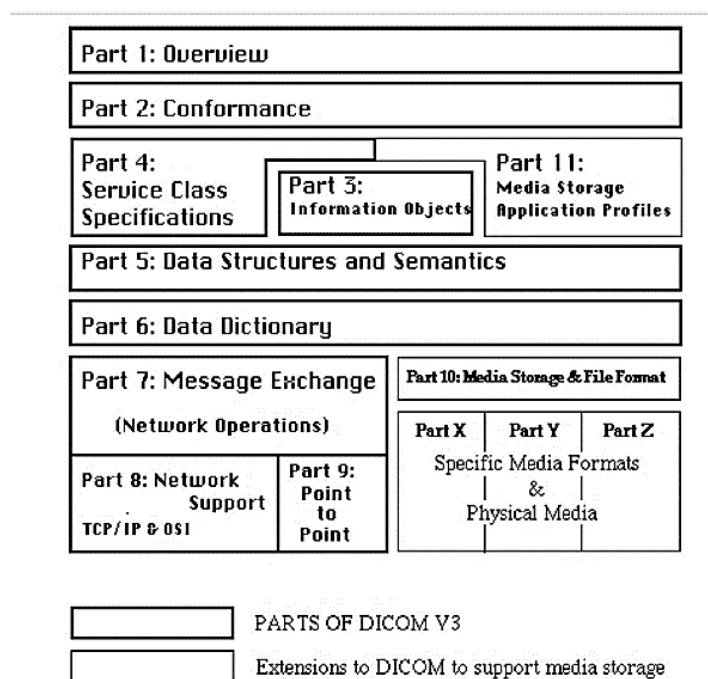
Na norma DICOM são suportados diferentes tipos de informação. Além da imagem, o arquivo DICOM contém o cabeçalho de metadados com informações relacionadas com o paciente, (e.g. dados biométricos), instituição médica, condições do exame, protocolo clínico, entre outras informações relevantes [18] tal como mostra a figura 1:



**Figura 1 - Metadados extraídos a partir de um ficheiro em formato DICOM**  
 Fonte: [18]

<sup>2</sup> Definição retirada da Organização Internacional para Padronização  
 - Disponível em: <https://www.iso.org/>

Implementado em quase todos os setores de Imagiologia, a norma DICOM é a diretriz de comunicação em saúde mais utilizada a nível mundial. Ao contrário das versões anteriores, o DICOM divide grande parte da sua especificação em componentes. A terceira versão do DICOM integra 11 componentes na sua totalidade, como é possível observar através da figura 2:



**Figura 2 – Componentes especificados na norma DICOM**  
 Fonte: [20]

Uma vez que a norma DICOM não é normalmente implementada na sua totalidade devido à sua complexidade, ela não assegura por si só a interoperabilidade entre aplicações. É preciso considerar as declarações de conformidade que indicam quais as partes da norma suportadas e assegurar que as mesmas possuam a mesma estrutura global de forma a facilitar a interoperabilidade com outras aplicações ou dispositivos [1].

### 2.2.1 O Dicionário de Dados

A norma DICOM adota princípios de codificação de informação em sequências de elementos de dados, onde cada elemento é identificado por um nome único. Dada a existência de elevada variedade de dados clínicos é necessário encontrar forma de codificar cada tipo de dado num elemento DICOM. A estas diferentes formas de codificação dá-se o nome de “Representações de Valor” (VR). Atualmente existem 27 VR’s definidos pela norma [11,21].

O Dicionário de dados é incluído no componente 6 da norma DICOM e contém uma lista com mais de 2000 elementos de informação. A lista está estruturada de maneira a manter cada dado associado a um determinado módulo numerado. Desta forma cada elemento é identificado por um número único que identifica o grupo de elemento a que pertence, também conhecido por “tag”. Os elementos identificados pela *tag* são também designados por “atributos”, “elementos de dados DICOM” ou simplesmente “elementos”. A tabela 1 exemplifica um conjunto de linhas pertencentes ao dicionário de dados DICOM [11,21]:

**Tabela 1 - Exemplo de linhas extraídas do dicionário de dados DICOM**  
 Fonte: [11]

<i>(Group,Element) Tag</i>	<i>Attribute name</i>
(0010,0010)	<i>Patient Name</i>
(0010,0020)	<i>Patient ID</i>
(0010,0030)	<i>Patient's Birth Date</i>
(0010,0040)	<i>Patient's Sex</i>

A *tag* de um elemento de informação encontra-se dividida em dois números. O primeiro identifica o número do grupo a que o elemento pertence e o segundo identifica-o de forma única. Isto significa que se a *tag* do paciente for por exemplo [0010,0020], então o Id do paciente faz parte do grupo 0x0010 e do elemento 0x0020 [1,11].

Os elementos de dados que compõem um arquivo DICOM são codificados utilizando uma estrutura TLV, acrónimo para “valor de comprimento de tag”. A *tag* corresponde a um número inteiro que identifica inequivocamente os dados do elemento DICOM (grupo e número do elemento), o campo “comprimento” fornece informações sobre o tamanho do elemento (em bytes) e o campo “*valor*” representa os dados binários que o compõem [6,11].

### 2.2.2 Modelo de informação

A norma DICOM define objetos, serviços, protocolos e requisitos de conformidade de maneira a estabelecer uma comunicação eficaz entre diferentes equipamentos de imagiologia, assumindo um papel fundamental no processo de integração de dados [5,11].



Esta define um Modelo de Informação DICOM (DIM) que visa representar as características ou atributos de objetos do mundo real logicamente agrupados em diferentes módulos. Os elementos de informação do modelo são organizados hierarquicamente em módulos de informação (IM), entidades de informação (IE) e objetos DICOM. Os dados associados a cada um dos módulos são caracterizados por um identificador único designado “tag” e um campo de valor ou atributo [17,19,22,23].

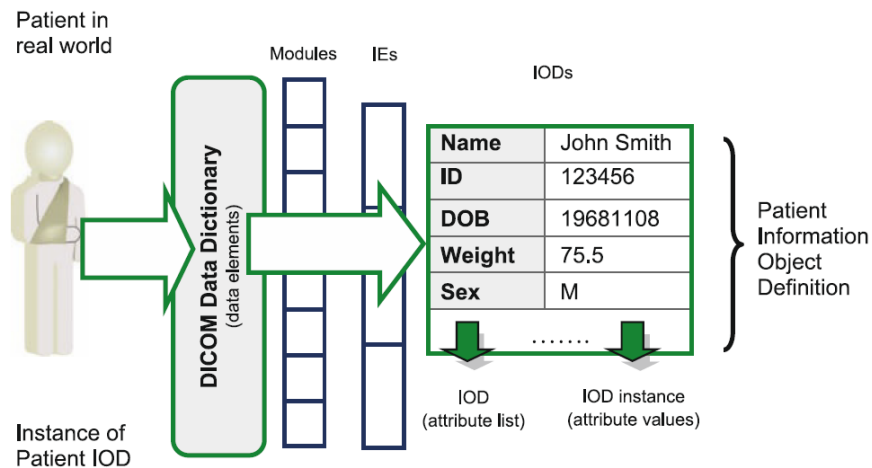
Os arquivos DICOM geralmente contêm a imagem médica e o cabeçalho de metadados que carrega um certo número de campos, de acordo com a modalidade. Esses arquivos podem ser divididos em vários elementos de dados que formam um objeto DICOM, isto é, um conjunto de elementos de dados. O DIM define um conjunto de campos obrigatórios, em todos os arquivos neste formato [6].

O “mundo real” tem uma implicação direta na representação da norma DICOM que divide os dados pertencentes ao “mundo real” em elementos de dados codificados de acordo com os 27 VR’s definidos. O modelo atual de informação representa cada objeto real e descreve a sua relação. A definição de cada objeto segue uma especificação da norma designada de *Information Object Definition* (IOD) [1,6].

Um IOD não representa uma instância do mundo real mas sim uma classe de objetos que partilham os mesmos atributos e que descrevem propriedades relativas à informação considerada relevante, pelo que para manter a consistência dos dados são necessários mais de 2000 atributos padrão. Cada objeto DICOM é executado por IODs específicos. A ideia é representar os mais comuns tipos de dados em imagens médicas digitais [1,11].

As características ou propriedades das entidades “do mundo real” são mapeadas em atributos de objetos DICOM, obtidos a partir das entidades que representam. Basicamente, um IOD corresponde a conjunto de informação que caracteriza um determinado objeto DICOM [10].

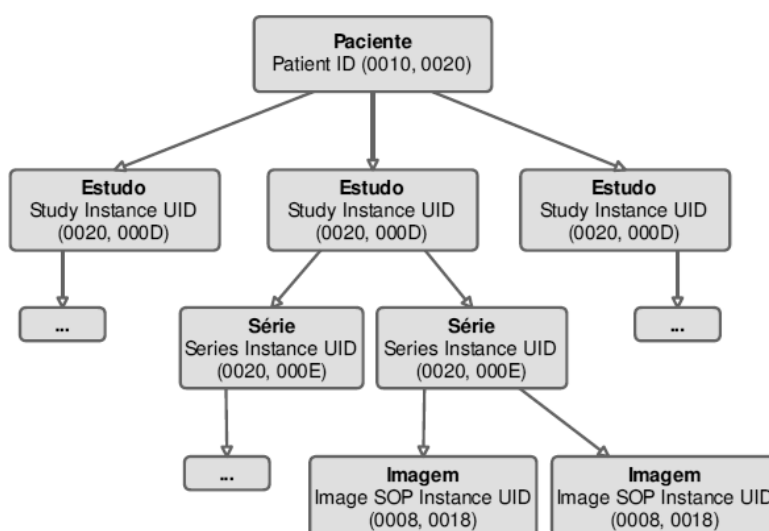
Na figura 3 está esquematizada a comparação entre a representação da informação do mundo real e a sua representação em formato DICOM.



**Figura 3 - Representação do mundo real pela norma DICOM**  
 Fonte: [21]

O Modelo de Informação DICOM baseia-se na hierarquia “paciente-estudo-séries-imagem” de forma a reproduzir modelos de relacionamento de entidades. A cada nível da hierarquia é atribuído um Identificador Único (UID) que identifica cada imagem médica. Por outras palavras, os UID’s correspondem a sequências numéricas que garantem a uniformidade dos dados entre instituições e os distinguem dentre os diversos fabricantes de equipamentos de imagem médica [1,11,20].

A figura 4 mostra as relações hierárquicas presentes no Modelo de Informação DICOM em que cada nível de hierarquia é identificado pelo seu elemento chave:



**Figura 4 –Hierarquia de informação utilizada na norma DICOM**  
 Fonte: [11]

### 2.2.3 O Protocolo de Rede

Dado que os sistemas de informação precisam de comunicarem entre si, a norma DICOM define o protocolo que deve ser utilizado para o acesso aos sistemas PACS. Este baseia-se num protocolo de rede TCP/IP em que a comunicação é feita “ponto a ponto” [11].

Ao nível DICOM, os intervenientes na comunicação designam-se por *Applications Entities* (AE). Tratam-se de dispositivos ou aplicações que utilizam “linguagem” DICOM, sendo que cada uma destas tem associado um determinado “AETitle”, isto é, uma chave numérica que identifica a entidade DICOM [13].

### 2.2.4 Serviços DICOM

A norma DICOM é composta por vários elementos de serviços. O Protocolo de Elementos de Serviço DICOM (DIMSE) define as regras necessárias para a troca de serviços definidos pela norma que se dividem em dois grupos: compostos e normalizados [1,21].

Como o sufixo sugere, os serviços DIMSE que lidam com dados compostos são chamados de serviços “DIMSE-C” . Já os serviços DIMSE que lidam com dados normalizados são designados de “DIMSE-N [1,21].

Os serviços compostos foram projetados para compatibilidade com versões anteriores do Padrão ACR-NEMA. Dentre estes destacam-se os serviços destinados para verificação de conectividade (C-ECHO) armazenamento (C-STORE), consulta (C-FIND), recuperação (C-GET) e transferência de dados e imagens (C-MOVE) [22].

O comando C-ECHO é utilizado quando se pretende verificar se duas entidades de aplicação DICOM se encontram conectadas. Para isso, a entidade solicitante envia um pedido de C-ECHO à entidade cuja conectividade se pretende avaliar. Se este for bem-sucedido, isto é, se a entidade responder com um C-ECHO válido, é gerada uma mensagem de resposta em formato de *Extensible Markup Language* (XML) que comprova a existência de conexão [21].

O comando C-STORE é essencial para captação de imagens médicas por todos os equipamentos que integram as diferentes modalidades. Este é responsável pela transferência de imagens e relatórios de um dispositivo para um servidor DICOM, que armazena os dados enviados [21].

O comando C-FIND é o responsável por permitir a pesquisa e obtenção de imagens a partir do servidor. Este especifica como solicitar uma lista de trabalho (*worklist*) e ainda como processar a transferência dessas imagens [21].

Assim como o C-STORE, o C-FIND funciona através de um processo de negociação entre um cliente (SCU) e um servidor (SCP). Este é feito inicialmente através de um pedido por parte do SCU e posteriormente, por identificação, pesquisa e envio do pedido solicitado por parte do SCP [1,21].

Os serviços normalizados foram projetados para fornecer uma maior quantidade de informação. Estes foram concebidos para utilização a partir de registos que representam as propriedades de uma única entidade do mundo real, ao contrário dos serviços compostos [22].

Os serviços normalizados suportam as informações básicas das operações do sistema DICOM, Dentre eles destacam-se os serviços destinados às funções de criação (N-CREATE), apagamento (N-DELETE), atualização (N-SET) e recuperação de dados (N-GET) [22].

Para a execução de cada um dos serviços referidos, sejam eles compostos ou normalizados, existe um comando DICOM associado. A tabela 2 mostra a relação entre alguns dos serviços referidos anteriormente e os seus respetivos comandos [2].

**Tabela 2 - Serviços especificados pela norma DICOM e respetivos comandos**

Fonte: [2]

<b>Serviço DIMSE</b>	<b>Comando DICOM</b>
<i>Verification</i>	C-ECHO
<i>Storage</i>	C-STORE
<i>Query/Retrieve</i>	C-FIND, C-MOVE, C-GET
<i>Worklist Managment</i>	C-FIND
<i>Printing</i>	N-CREATE, N-SET, N-DELETE, N-ACTION
<i>Storage Commitment</i>	N-CREATE, N-SET

## 2.3 O Arquivo PACS

Desde as últimas décadas, que o sistema de arquivo de imagens e comunicação em Imagiologia sofreu uma evolução significativa, sendo agora considerado uma ferramenta valiosa no processo de pesquisa, diagnóstico e tomada de decisões clínicas. Atualmente a maior parte das instituições de saúde e redes hospitalares utilizam o PACS como sistema de arquivo [2, 12,13].

O desenvolvimento do PACS ocorreu no final dos anos oitenta e foi inicialmente projetado de forma a atender a pequenos subconjuntos de informação, designados de “módulos”. Hoje em dia o *design* do PACS corresponde a um sistema expansível e versátil de maneira a integrar os vários sistemas de informação hospitalar e assegurar a eficiência de fluxo de trabalho [11].

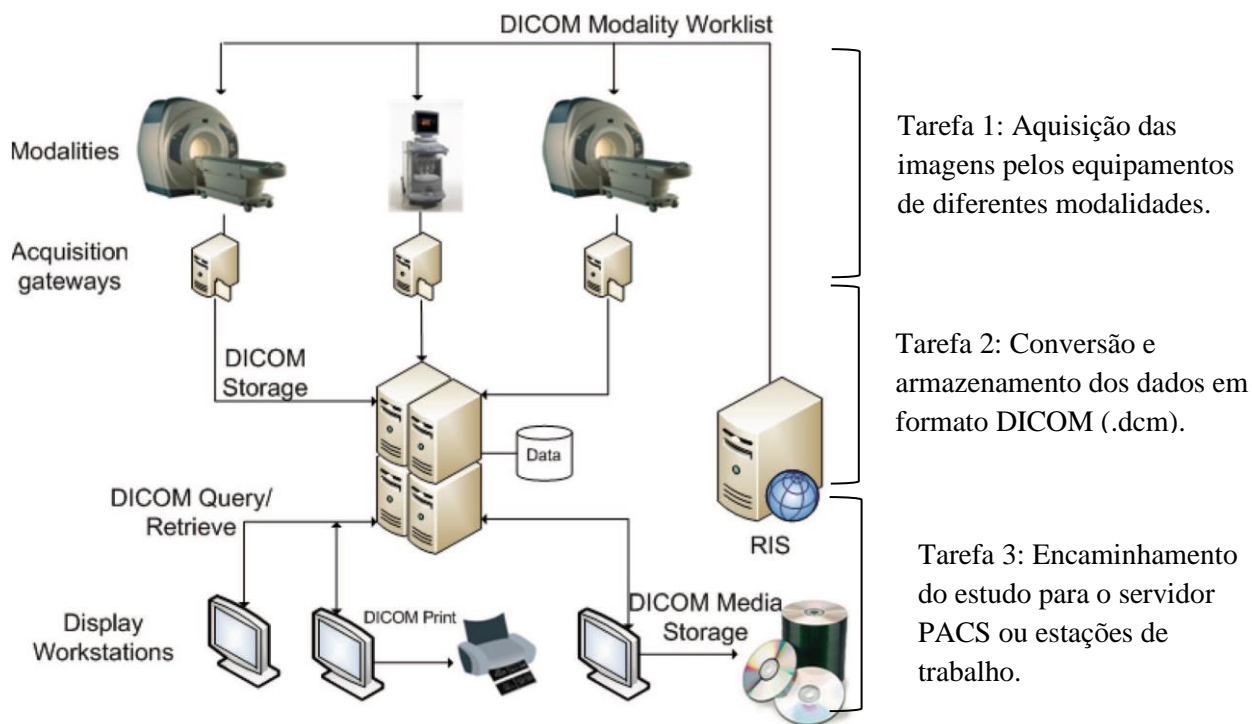
Introduzido pelo comité conjunto da NEMA e da Sociedade Radiológica da América do Norte (RSNA), o conceito de PACS designa um sistema de arquivo de imagens e comunicação direcionado para o diagnóstico que permite o “pronto acesso” às imagens médicas em formato digital a partir de qualquer setor intra-hospitalar, possibilitando aos profissionais o acesso remoto a dados clínicos e estudos de imagem

Segundo a NEMA, um sistema PACS deve oferecer visualização de imagens em estações de diagnóstico remotas, armazenamento de dados em meios magnéticos ou óticos para recuperação a curto ou longo prazo, comunicação utilizando redes locais ou expandidas redes públicas de telecomunicação, sistemas com interfaces por modalidade e conexões para serviços de saúde e informações departamentais que ofereçam uma solução integrada para o utilizador final [12-14].

### 2.3.1 Arquitetura Geral

Nos primórdios da tecnologia digital, estabelecer a comunicação entre os diferentes equipamentos de aquisição e os restantes componentes do PACS era uma tarefa bastante complexa já que a maior parte dos equipamentos não possuíam interoperabilidade entre si, exigindo grande esforço para transformar os dados adquiridos em objetos válidos para o armazenamento no PACS [2].

Hoje em dia os dispositivos mais recentes já possuem computadores acoplados que, para além de armazenarem localmente as imagens adquiridas, formam um canal de comunicação (*gateway*) com o PACS [2,12] desempenhando as tarefas representadas na figura 5.



**Figura 5 - Arquitetura do arquivo PACS**

Fonte: [2] doi:10.1371/journal.pone.0061888.g001

A partir da análise da figura 5 é possível constatar que o sistema PACS incorpora basicamente um sistema de aquisição e armazenamento de dados e imagens (*modalities*) acoplado a subsistemas de exibição integrados por redes digitais (*acquisition gateways*) conectados a várias estações de trabalho (*display workstations*) [14].

Do ponto de vista da arquitetura do PACS, pode afirmar-se que a sua infraestrutura está concebida para a integração de dispositivos de imagem múltiplos e heterogéneos, de maneira a gerir todas as informações relacionadas com o paciente [16].

Quando um determinado estudo de imagem é realizado, as imagens adquiridas são enviadas para o servidor PACS e posteriormente distribuídas para as várias estações de trabalho. Normalmente a distribuição das imagens a partir PACS é realizada através de duas formas: utilizando as comunicações do serviço “DICOM Storage”, em que as imagens são

armazenadas no PACS e enviadas diretamente para as estações de trabalho ou utilizando o serviço de consulta e recuperação DICOM, onde é necessário consultar e aceder às imagens armazenadas nas estações de visualização [23].

O arquivo PACS incorpora tecnologias distintas de *hardware* e *software* que compreendem equipamentos para aquisição, distribuição, armazenamento e análise de imagens digitais a partir de uma rede digital integrada. Atualmente, existem soluções PACS com diferentes arquiteturas e serviços, desde modelos simples, normalmente instalados em pequenos laboratórios, a modelos mais complexos utilizados em grandes redes hospitalares [2].

A arquitetura de um sistema PACS tradicional geralmente integra componentes de *hardware* que incluem os dispositivos de imagem e respectivas interfaces, os dispositivos de armazenamento, computadores *host*, redes de comunicação e sistemas interligados por um *software* padronizado e flexível para comunicação, agendamento de tarefas e monitorização de rede. A infraestrutura deste sistema é versátil e pode incorporar pesquisas mais complexas e necessidades educacionais. Os módulos de *software* são incorporados de maneira a permitir que os diferentes componentes trabalhem em conjunto e não isoladamente. Estes incluem servidores de dados do paciente, modalidades de imagem, interfaces de dados e estações de trabalho conectadas por redes de comunicação para lidar com fluxo de dados/ imagens existentes no PACS [11].

O servidor do PACS corresponde ao elemento central de todo o sistema e é talvez a peça mais fundamental de toda a sua arquitetura, podendo ser dividido em dois componentes: controlador PACS e servidor de armazenamento de imagens [12,16].

O primeiro componente integra equipamentos e programas que controlam a comunicação de todo o fluxo de dados no PACS. O segundo é responsável pelo armazenamento, segurança e integridade dos dados das imagens recebidas. Este implementa ainda o serviço de armazenamento DICOM que permite a qualquer equipamento o envio direto das imagens para o arquivo PACS centralizado [12,13,16].

Em termos de *hardware*, o servidor de armazenamento de imagens deve estar projetado para lidar com grandes quantidades de informação e responder atempadamente aos requisitos de transmissão, sendo constituído por computadores de alto desempenho e conexões de rede ultrarrápidas. Os principais dispositivos para armazenamento num PACS incluem discos magnéticos, discos independentes conjuntos (i.e., discos RAID) ou fitas magnéticas [2,12].

### 2.3.2 Fluxo de Trabalho

Um aspecto fundamental a ter em consideração dentro do fluxo de trabalho do PACS em ambiente digital é a garantia da consistência da informação transmitida componente a componente dentro da cadeia de eventos presente na dinâmica de processos [14].

O sistema PACS adquire imagens enviadas de diferentes dispositivos de modalidade de imagem relacionados com dados do sistema de informação hospitalar (HIS) e do sistema de informação radiológica (RIS). Para que a consistência seja garantida, a distribuição da informação é feita segundo uma estrutura hierárquica baseada numa distribuição *topdown* em que as informações são propagadas a partir do sistema de informação mais geral (HIS) passando pelo sistema de informação intermediário (RIS) até alcançar o sistema de informação mais específico (PACS) [14].

### 2.3.3 Mecanismo de Pesquisa

Os sistemas de arquivo PACS fornecem flexibilidade para o desenvolvimento de novos métodos de pesquisa. O conceito de pesquisa através do PACS combina as vantagens de pesquisa e acesso a dados destinados a uso clínico ou académico. Um PACS de pesquisa agiliza o processo de disponibilização de dados ao aliar *softwares* independentes de forma a aumentar a capacidade de armazenamento, a partir de uma base de dados comum [24].

Os arquivos PACS tradicionais são componentes indispensáveis para o correto funcionamento de um departamento de Imagiologia. Em contexto clínico estes sistemas são amplamente utilizados em práticas rotineiras que requerem o acesso à informação clínica armazenada neste repositório. Por outro lado, o mesmo sistema revela-se “insuficientemente flexível” quando destinado a fins de pesquisa académica. Para cada um destes cenários, os fluxos de trabalho são significativamente diferentes [12,14,24].

Num fluxo de trabalho clínico, os dados de imagem são transferidos a partir dos dispositivos locais para o PACS institucional, estando este protegido por uma *firewall* de alta segurança, que torna difícil a partilha de dados entre hospitais devido à incompatibilidade de sistemas, requisitos de segurança informática e preocupação com a confidencialidade de dados pessoais [24].



Já num fluxo de trabalho de pesquisa os dados armazenados no PACS são provenientes de uma ampla variedade de modalidades, podendo incluir dados de imagem adicionais, normalmente não utilizados para prática clínica, tais como dados específicos dos equipamentos e fabricantes. Neste contexto, os dados de imagem são recolhidos a partir do dispositivo local para a *workstation* do utilizador [24].

No sistema PACS tradicional, os utilizadores dependem da disponibilidade de um conjunto limitado de dados, que apenas podem ser pesquisados com consultas padronizadas já que as restrições de acesso aos dados armazenados no PACS são suportadas por ferramentas proprietárias de diferentes fabricantes. A grande variabilidade de imagens em formato .dcm provenientes de fabricantes heterógenos interfere com a capacidade dos fabricantes armazenarem os seus dados em “*tags* privadas”, o que condiciona a pesquisa personalizada sobre os metadados DICOM que integram as diferentes modalidades [23,24].

No sentido de contornar estas limitações, surgiram algumas aplicações que podem ser úteis ao desenvolvimento do trabalho:

- O VirtualPACS serve como uma *gateway* entre os clientes locais DICOM e as fontes remotas. Este comporta-se como um servidor PACS virtual que permite a ligação entre múltiplas fontes de dados, incluindo as que não suportam mensagens DICOM [1,41].
- O Microsoft HealthVault é uma aplicação que permite aos utilizadores recolher, utilizar e partilhar informações clínicas *online* a partir de um portal *web* desenvolvido pela Microsoft, com o objetivo de armazenar informações médicas pessoais. Permite a integração com outras aplicações e introdução direta através de dispositivos compatíveis, bem como o armazenamento de imagens médica [1,42].
- O DICOM Grid tem como principal objetivo de facilitar a troca de imagens médicas entre instituições, utilizando para isso a *cloud*. À semelhança do HealthVault da Microsoft possui também um portal de acesso aos pacientes para envio e gestão das imagens médicas [1,43].
- O ShareAgent foi lançado em agosto de 2012 pela empresa ClearCanvas. Trata-se de uma aplicação que permite aos profissionais de saúde transferir e encaminhar imagens médicas de forma automática. Implementa os serviços básicos de DICOM destinados à pesquisa, aquisição, visualização e envio de estudos médicos digitais [1,44].

## Capítulo 3 – Acesso e Análise dos Metadados DICOM

---

Atualmente, grande parte dos fabricantes de equipamentos de imagem médica incorporam a norma DICOM nos seus sistemas. Como resultado, grandes volumes de metadados DICOM têm vindo a ser produzidos nos últimos anos, dando origem a quantidades significativas de dados clínicos armazenados, na maioria dos casos, em arquivos locais. No âmbito da Imagiologia a recuperação da informação associada a este tipo de dados é feita através do PACS. Normalmente, os estudos imagiológicos e respetivas imagens contêm metadados DICOM que poderiam ser utilizados para caracterização do desempenho do departamento de imagiologia ou mesmo da instituição [7,11,13,27].

Os PACS tradicionais muitas vezes disponibilizam um número limitado de campos para pesquisa pelos utilizadores. Apesar de permitir o armazenamento dos metadados que suportam o modelo de informações da norma DICOM, uma grande parte dos metadados não são pesquisáveis [13].

Para análise de metadados DICOM produzidos nos departamentos de Imagiologia Médica, resultantes de estudos imagiológicos produzidos por diferentes equipamentos e de diferentes fabricantes, houve necessidade de se desenvolverem estratégias de acesso e análise centralizadas. A integração de diferentes serviços de saúde nos centros hospitalares com gestão centralizada de pacientes e recursos promoveram o desenvolvimento de algumas soluções informáticas [5,13].

Parte dessas soluções são baseadas na manutenção dos PACS existentes. Nos últimos anos, múltiplos estudos têm sido desenvolvidos de maneira a otimizar o desempenho de repositórios de imagens médicas e a mantê-los totalmente operacionais mesmo quando a quantidade de dados originados aumenta significativamente [5,6]. A maior parte destes estudos tem como principal objetivo a criação de novas estratégias de armazenamento ou melhoria da *performance* do arquivo PACS a fim de potenciar o desempenho global da instituição [28-30].

### 3.1 Atividade relacionada

O acesso aos metadados DICOM armazenados no PACS para extração de conhecimento não é uma tendência nova. Na literatura atual existem alguns artigos que permitem de certa forma avaliar o desempenho do serviço de Imagiologia através de métricas capazes de medir a qualidade do departamento de Imagiologia[10].

Em [25] é apresentado um sistema com interface *web* designado “*Imaging Exam Time Monitor*” cujo principal objetivo passa por demonstrar o valor da informação que está acessível no cabeçalho DICOM das imagens médicas e propor um conjunto de métricas para avaliação da produtividade ao nível da utilização dos equipamentos imagiológicos. Esta solução permitiu aos utilizadores a análise de duração média dos exames e taxa de utilização dos dispositivos de imagem a fim de se criarem métricas de eficiência. Contudo os autores não explicam no artigo qual o mecanismo de transmissão utilizado neste sistema para transmitir os ficheiros em formato DICOM do sistema PACS para o utilizador.

Em [27] os autores apresentaram uma solução focada na criação de um sistema capaz de utilizar diferentes fontes de informação para otimização do departamento de Imagiologia. Este estudo foi projetado de maneira a fornecer indicadores de referência que permitiram a medição da qualidade a partir de duas perspetivas: dose de radiação e produtividade dos dispositivos médicos. O objetivo foi conseguido através do desenvolvimento de um *plugin* estatístico criado pelos autores para a plataforma *Dicoogle*, destinado à extração de dados dosimétricos para monitorização da exposição.

Em [28], Hu et al. focaram-se na extração de metadados DICOM armazenados no arquivo PACS para delinear cinco métricas de monitorização e produtividade de um equipamento de Ressonância Magnética (RM). Estas incluíam a duração do exame, a utilização de tabela, o tempo de intervalo entre paciente, tempo de consulta e tempo entre séries. As métricas utilizadas no estudo foram extraídas a partir do cabeçalho DICOM contido nas imagens armazenadas pelo equipamento e utilizadas para medição da produtividade global do serviço, em prol da sua melhoria.

Em [29], Curtise et al. implementaram um sistema protótipo de computação em nuvem de forma a fornecer imagens médicas a longo prazo, independentemente da plataforma.

O sistema proposto pelos autores foi testado numa ampla variedade de imagens em formato .dcm em diferentes modalidades, através da operação *Query/Retrieve* que, bem sucedida, recebeu e indexou as imagens na *cloud*. O *design* e implementação deste sistema demonstrou a viabilidade da utilização da computação em nuvem como alternativa de arquivo e apresentou vantagens ao nível de redução de custos e capacidade de armazenamento virtual ilimitado [29].

Mais recentemente, Reiner et al. [30] desenvolveram um método padronizado para otimização simultânea de dose de radiação e qualidade de imagem, através do desenvolvimento de índices teóricos que medissem a qualidade de imagem e, ao mesmo tempo, assegurassem a dose mínima de radiação necessária para um exame de imagem específico. Ao conciliar os conceitos de qualidade e segurança padronizados, os autores demonstraram que tal combinação poderia ser utilizada para meta-análise do desempenho do departamento e melhoria de qualidade na prestação de serviços.

Finalmente, em [31] os autores optaram pela revisão bibliográfica de métricas de desempenho existentes de forma a propor etapas de funcionalidade para desenvolvimento de um painel de controlo a ser implementado no departamento de Imagiologia, com o intuito de fornecer visibilidade de informações úteis para este departamento e criar um valor estratégico para a empresa.

### 3.2 O Dicoogle

A produção, armazenamento e transmissão de dados nas diferentes modalidades de imagem é suportada pela norma DICOM para aquisição e gestão dos estudos quando se utiliza um sistema PACS. Normalmente, e no que diz respeito às funções de pesquisa de dados produzidos, os utilizadores estão limitados às condições dos diferentes fabricantes. Esta situação deve-se principalmente ao facto dos arquivos PACS tradicionais não disponibilizarem, para pesquisa, a totalidade dos campos DICOM utilizados e disponibilizados pelas diferentes modalidades imagiológicas, o que significa que uma parte da informação armazenada nos metadados DICOM não é pesquisável [4].

As restrições ao acesso dos metadados DICOM armazenados no PACS são suportadas por ferramentas proprietárias de fabricantes que recorrem a estratégias de privatização de informações para registo e armazenamento de informação clínica [5].

De acordo com os dados que o utilizador deseja analisar, existem soluções emergentes que complementam as funções de busca normalmente fornecidas pelo sistema PACS. Uma solução que permite a indexação, extração e exportação de imagens e metadados DICOM e que procura responder aos requisitos mencionados é o *Dicoogle Open Source PACS (Dicoogle)* [4].

O *Dicoogle* é uma aplicação desenvolvida pelo grupo de Bioinformática da Universidade de Aveiro que, para além de executar as funcionalidades típicas desempenhadas pelo sistema de arquivo PACS, funciona como um motor de busca capaz de aceder aos metadados DICOM armazenados e permitir aos utilizadores implementarem novas funcionalidades, aproveitando os serviços DICOM incorporados [6,7,11].

De acesso gratuito e simples instalação, o *Dicoogle* pode comportar-se como um PACS que, para além das funcionalidades típicas de um PACS tradicional, permite um outro tipo de análise e gestão dos metadados, independente do fabricante e sistemas de informação subsidiários [4,21,25].

O acesso contínuo às informações contidas nos cabeçalhos DICOM das imagens armazenadas a partir do *Dicoogle* é importante para permitir a extração de informação relevante no âmbito da prestação de cuidados em Imagiologia, tornando-o útil para a gestão da informação e qualidade da prestação dos cuidados de saúde [4,21,25].

### 3.2.1 Funcionamento e Arquitetura

O *Dicoogle* oferece aos utilizadores a possibilidade de pesquisar sobre todos os campos de meta informação contida nas imagens médicas digitais em formato DICOM (.dcm) [13].

A metodologia de extração e análise de metadados a partir do *Dicoogle* permite obter uma visão consolidada dos dados departamentais, independentemente das fontes de imagem heterogéneas e dos sistemas de informações utilizados. Tal análise permite racionalizar os meios tecnológicos e humanos despendidos pelo departamento e desta forma melhorar a produtividade clínica [4,6].

O processo de recolha de dados é denominado “indexação” e permite extrair a informação que consta de todos os campos DICOM que fazem parte de uma imagem e posteriormente armazená-la num sistema de arquivo de dados flexível e portátil [4,10,25].

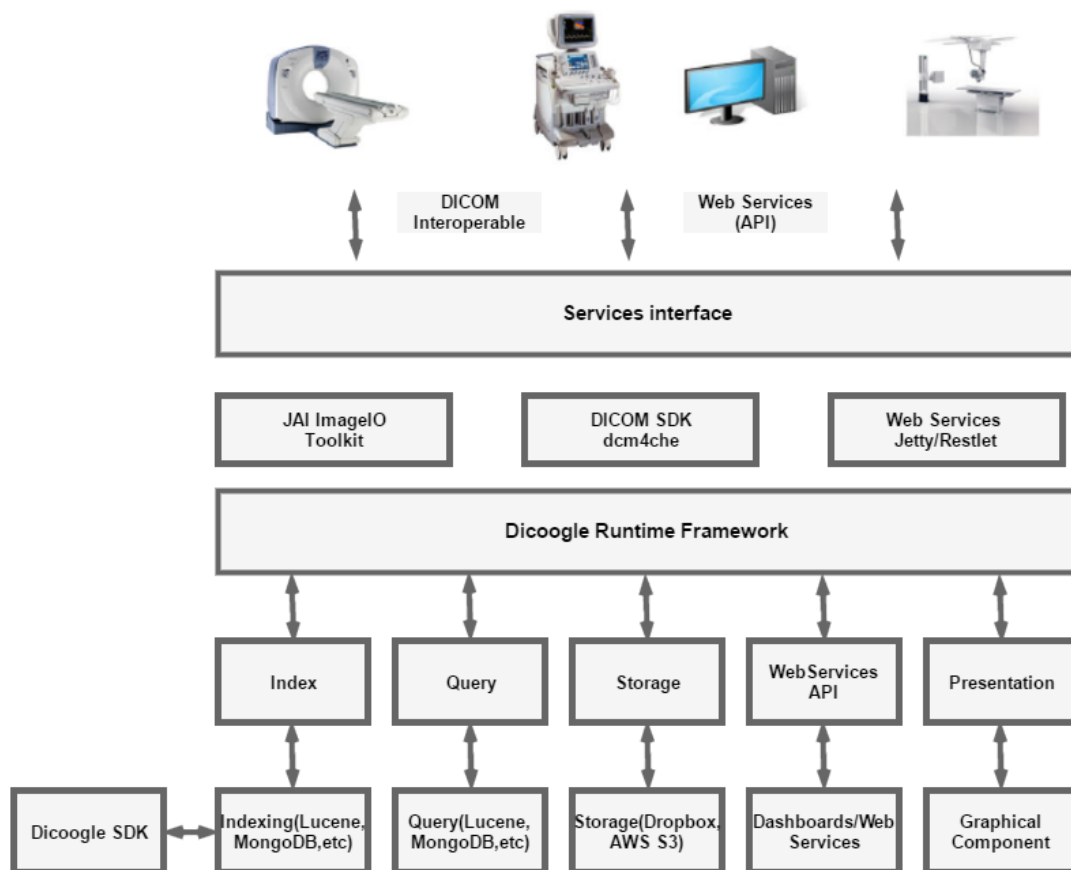
O processo de indexação de metadados DICOM realizado pelo *Dicoogle* pode levar dias ou mesmo semanas até ser concluído, dependendo do número do repositório de objetos DICOM. A indexação pode ocorrer em diferentes arquivos a partir de diferentes modalidades e sistemas PACS uma vez que não é dependente do equipamento fabricante ou sistemas de informação. Para cada base de dados é utilizado um componente do *Dicoogle* para indexar os objetos DICOM do repositório (imagens médicas). Neste processo todo o arquivo lido é convertido numa lista de elementos DICOM e posteriormente numa estrutura de documento (DICOM *Object*) a partir de codificação TLV, já descrita anteriormente [4,6,10,25].

Desenvolvido em Java, o *plugin* “Apache Lucene” é responsável por executar o processo de indexação. O método de indexação baseada neste *plugin* permite indexar diferentes IODs, ou seja, objetos DICOM com diferentes elementos de dados. Desta forma é possível indexar todos os elementos DICOM existentes sem a necessidade de se criarem novos campos, novas tabelas e novas relações que seriam necessárias na abordagem suportada pelo PACS. Para além disso permite a realização de dois tipos de indexação de dados: uma indexação de conteúdo hierárquico em que os metadados seguem a estrutura: paciente-estudo-série-imagem ou uma indexação de conteúdo baseada em consulta de texto livre [6,25].

O *Dicoogle* funciona em múltiplas plataformas e integra uma arquitetura modular baseada em *plugins*. A sua compatibilidade com a *interface web* providencia múltiplos serviços *web* que devolvem mensagens em XML e suportam consultas de texto, pesquisa de imagens, visualização de todos os campos indexados e ainda o *download* da própria imagem [6,11]. A tabela 3 apresenta os *web services* disponibilizados pelo *Dicoogle* [11]:

**Tabela 3 - Serviços web utilizados pelo *Dicoogle***  
 Fonte: [11]

<b>Método HTTP</b>	<b>Dados de entrada</b>	<b>Descrição</b>
GET	<i>Query</i> da pesquisa	Executa uma pesquisa sobre o repositório e obtém a lista de resultados.
GET	UID da imagem médica	Obtém todas as <i>tags</i> indexadas para uma imagem médica e permite fazer o seu <i>download</i> .

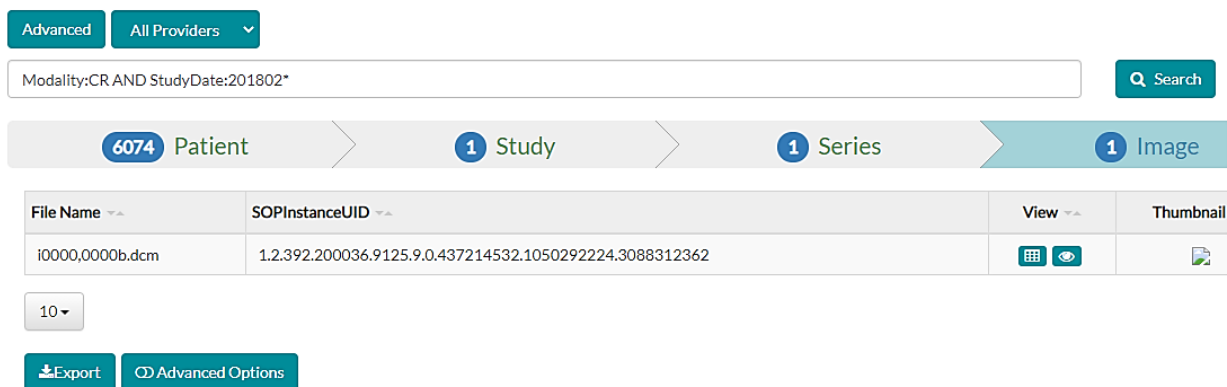


**Figura 6 – Arquitetura e funcionamento do *Dicoogle***  
 Fonte: [6]

A figura 6 descreve a arquitetura subjacente ao *Dicoogle*. Através desta observa-se que dentre as principais funcionalidades desta aplicação destacam-se as funções de indexação (*index*), consulta (*query*), armazenamento (*storage*), serviços WEB (*web services*) e apresentação (*presentation*) de dados em formato DICOM [6].

Após terminado o processo de indexação, o *Dicoogle* permite a realização de diferentes pesquisas consoante os objetivos do utilizador. Em particular pode proceder à introdução manual da pesquisa com os respetivos atributos DICOM [10,11,33].

Relativamente aos atributos DICOM pretendidos, o *Dicoogle* organiza os metadados de acordo com os critérios estabelecidos pelo próprio. A seleção do atributo DICOM específico pode resultar na recolha de dados importantes para análise do desempenho do departamento de Imagiologia [10,11].



**Figura 7 - Exemplo de pesquisa de interface utilizada pelo Dicoogle**  
Fonte: *Print Screen* da utilização da aplicação

Por exemplo, a pesquisa apresentada na figura 7 (Modality: CR AND StudyDate: 201802\*) irá resultar em extração de informações realizadas pelos equipamentos integrados na modalidade de Radiologia Computorizada durante o mês de fevereiro de 2018.

O processo de consulta disponibilizado pelo *Dicoogle* é flexível quando comparado com os processos semelhantes dos sistemas PACS tradicionais. Isto porque a consulta através do PACS restringe-se unicamente ao Modelo de Informação DICOM, enquanto que o *Dicoogle* permite aceder a todos os campos de informação contidos na imagem e simultaneamente, combinar uma consulta booleana complexa. Além disso, todos os resultados podem ser facilmente exportados para uma folha de cálculo em Excel e analisados estatisticamente, através de um plugin de extensão [4].

### 3.2.2 Extração de Metadados

A flexibilidade que o *Dicoogle* permite para realizar consultas de acordo com os interesses do utilizador e a sua capacidade em recuperar o acesso aos metadados armazenados, deixa em aberto a possibilidade de se avaliarem diferentes realidades profissionais que permitam a melhoria contínua da prestação de cuidados de saúde nos departamentos de Imagiologia [4].

Neste contexto, tornou-se pertinente a revisão da literatura existente, tendo-se localizado alguns estudos com temática similar, isto é, orientados para avaliação do desempenho profissional em função da análise de metadados.



Em [10] foi conduzido um estudo retrospectivo por Santos et al. cujo acesso aos dados através da aplicação *Dicoogle* foi realizado a partir de duas unidades de saúde recorrendo a estratégias distintas. Numa das unidades foi criada uma pasta compartilhada (via Internet) cujo acesso era limitado à validação do utilizador com senha e apenas com permissão de leitura. Na outra, o acesso aos dados foi realizado utilizando o *Dicoogle* instalado num computador pessoal (pertencente ao domínio da instituição).

Em ambas as estratégias o acesso aos dados foi realizado com validação como administrador. O processo de indexação levou cerca de 93 horas na unidade de saúde 1 e 212 horas na unidade de saúde 2. Os dados foram adquiridos a partir do arquivo PACS do hospital onde os estudos foram realizados. Como resultado do processo de indexação foram recolhidos dados relativos a 3.0533,99 imagens pertencentes a 254.784 estudos e 87.899 pacientes. A utilização do *Dicoogle* permitiu o acesso a informações relativas a 69.041 pacientes, a partir de um total de 351.248 imagens. Os dados extraídos permitiram a análise do número de pacientes por modalidade de imagem bem como de outras informações pertinentes à caracterização da prática profissional, em cada umas das instituições [10].

Quando da análise de metadados DICOM em [4], Santos et al. procederam à indexação dos estudos armazenados em arquivo PACS de três instituições de saúde, utilizando o *Dicoogle* como máquina virtual. Para o efeito, foram necessários 17 discos para extração dos metadados provenientes de mais de 20 milhões de estudos de imagem, tendo o processo de indexação demorado 63 dias.

A consolidação dos metadados em cada instituição permitiu uma melhor compreensão da evolução do número de estudos efetuados pela população coberta pelas três unidades de saúde ao fornecer uma visão geral do departamento de Imagiologia de cada instituição. Através desta foi possível avaliar a contribuição de cada modalidade para o volume total de informação produzida e armazenada no PACS [4].

Em [9] os autores centraram-se na caracterização da população submetida a radiografias de tórax obtidas pelas modalidades de Radiologia Convencional e Radiologia Digital. O tempo de processo de indexação neste estudo foi de 953 horas.

A análise da exposição individual foi realizada em função do maior número de radiografias de tórax realizadas em cada uma das três unidades [9].

Em 2017, no âmbito da avaliação da exposição à radiação ionizante a partir de análise do histórico individual, Santos et al. utilizaram o *Dicoogle* para exportação e indexação dos metadados DICOM armazenados no PACS de um centro hospitalar regional, tendo sido necessários 19 discos para o efeito [5].

De forma a agregar os metadados indexados foi realizada uma consulta para identificar a história individual de cada paciente a partir dos estudos imagiológicos armazenados. A indexação dos metadados resultou na aquisição de mais de 36562284 imagens pertencentes a 1321755 estudos, realizados a 435866 pacientes e em mais de 10 modalidades. Os resultados obtidos neste estudo foram comparados com os resultados obtidos por consultas semelhantes, não tendo existido discrepância de resultados quanto à identificação do paciente submetido a um maior número de estudos por imagem [5].

Com o objetivo de avaliar a qualidade dos metadados recolhidos, Santos et al. [26] acederam aos metadados DICOM armazenados em arquivo PACS de um centro hospitalar de média dimensão, durante um período de um ano.

As análises da qualidade da informação foram suportadas pelo *Dicoogle*, por sua vez instalado num computador pertencente ao domínio da instituição. A amostra resultante incluiu metadados pertencentes a 5153870 imagens, correspondendo a 97612 estudos realizados em 61256 pacientes. A análise estatística evidenciou variabilidade significativa no número de atributos DICOM utilizados em diferentes modalidades de imagem [26].

### 3.2.3 Desafios Éticos

Apesar da flexibilidade que o *Dicoogle* possui em permitir a realização de diferentes consultas consoante os objetivos do utilizador, existem alguns riscos associados à sua utilização para fins de pesquisa académica, que vão desde possíveis perdas, a duplicações e corrupções de dados, podendo estes últimos ser particularmente problemáticos desde a entrada do Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD) em vigor.

Este apresenta um conjunto de regras a considerar no tratamento de dados pessoais para todas as empresas, organizações, autoridades públicas, agências e outros organismos que procedam ao tratamento de dados pessoais na União Europeia, desde o dia 25 de maio de 2018 [32].

O RGPD define um regulamento que impõe a revisão das políticas de privacidade e obriga à informação da base legal para o tratamento de dados e exercício dos direitos dos titulares, prevalecendo este sobre a atual diretiva de proteção de dados [32].

Relativamente à natureza dos dados, o regulamento define como dados sensíveis os “dados que estão sujeitos a condições específicas para o seu tratamento, nomeadamente direitos e decisões automatizadas” (i.e., dados biométricos). Os processos de proteção dos dados sensíveis compreendidos pelo RGPD obrigam assim ao controlo do risco associado a possíveis fugas de informação [32].

O controlo deverá ser garantido através de medidas de segurança efetivas que assegurem a confidencialidade e integridade dos dados, ao prevenir a sua perda, alteração e destruição (acidental ou ilícita) e impedir a sua divulgação. O não cumprimento das medidas impostas pelo RGPD poderá resultar em coimas avultadas [32].

No âmbito da disponibilização e partilha de dados, o estabelecimento de acordos para a partilha de informação entre a entidade externa e a organização implica que se cumpram determinados princípios relativos à privacidade, confidencialidade e segurança dos dados disponibilizados [33].

Os participantes do estudo devem ser conhecedores de que os seus dados possam ser utilizados para um determinado fim, seja este clínico ou académico. Também a aprovação por parte de comissões de Ética é essencial para cumprimento das normas morais necessárias ao projeto de investigação [33].

Desde a implementação do RGPD que a anonimização dos dados clínicos tem sido tema de múltiplas discussões no meio científico. A adoção de uma estratégia de anonimização para proteger a confidencialidade dos utentes e satisfazer os requisitos legislativos é o “elemento chave” de qualquer estudo de investigação. As normas atuais recomendam que a anonimização deva ser feita o mais precocemente possível [11,24,33].

O processo de anonimização pode todavia ser destrutivo para qualquer investigação uma vez que envolve frequentemente a remoção, não apenas do nome do paciente, como também de outras informações demográficas relevantes, por sua vez contidas nos cabeçalhos das imagens extraídas [11].

Por esse motivo, o mecanismo de anonimização alternativo deve ser capaz de manter a relação entre dados do mesmo paciente sem permitir relacionar dados com o paciente real [11,24].

No âmbito da Imagiologia, a especificidade do exercício profissional faz com que as questões relativas à privacidade e anonimização dos dados se moldem como fatores que afetam a utilização de dados imagiológicos no âmbito do uso secundário de informação, principalmente em cenários de elevada complexidade informacional. É necessário garantir que os participantes e utilizadores não possam ser identificados no processo de análise dos metadados [11,33].

Com o objetivo de manter a relação entre informações de um mesmo paciente e de um mesmo exame, é geralmente adotada uma estratégia de pseudo-anonimização, ainda antes do processo de extração de metadados [11,24,33].

A pseudo-anonimização mantém a relação entre informações de um mesmo paciente e de um mesmo exame através da substituição dos nomes reais e IDs por outros que não correspondem aos reais. Durante o processo de indexação é mantida a relação entre o nome real e o nome fictício, o que faz com que o mesmo ID real seja sempre traduzido no mesmo pseudónimo, de forma a impossibilitar a identificação de um utente específico [11,24,33].

# Capítulo 4 - Materiais e Métodos

---

## 4.1 Desenho de Estudo

Desenvolveu-se um estudo retrospectivo e exploratório utilizando uma metodologia descritiva baseada em observação. O estudo recorreu a metadados DICOM pertencentes a estudos de imagem armazenados no PACS de um centro hospitalar, analisados durante o período de um ano e teve como principal objetivo a caracterização da utilização de recursos de imagem médica ao longo do tempo e a sua repercussão na exposição da população à radiação ionizante.

## 4.2 População e Amostra

Para cumprimento dos objetivos deste trabalho procedeu-se ao pedido de autorização para realização do estudo ao Presidente do Conselho de Administração de um Centro Hospitalar (CH) constituído por cinco unidades (anexo 3).

Após autorização da instituição, definiu-se como população alvo os pacientes que acederam ao CH durante os anos de 2017 e 2018 e tenham realizado estudos no âmbito das modalidades imagiológicas de Angiografia, Radiofluoroscopia, Radiologia Computorizada, Radiologia Digital, Tomografia Computorizada e Mamografia.

A seleção da amostra (N) baseou-se exclusivamente na condição dos estudos imagiológicos estarem armazenados no arquivo PACS da instituição para o período de observação definido: 1 de novembro de 2017 a 31 de outubro de 2018. Foi considerado como critério de exclusão a existência de pelo menos um campo DICOM automático não preenchido e não transversal às modalidades analisadas no estudo.

## 4.3 Recolha de Dados

No contexto de onde emergiram os estudos imagiológicos analisados no presente trabalho, o armazenamento físico dos estudos imagiológicos e respetivos metadados é feito em discos RAID, sendo que no momento de indexação o arquivo PACS era constituído por 28 discos rígidos *nearline* (NL).

Após seleção da amostra, o processo de recolha de dados passou pela indexação de 4 discos rígidos NL. Os discos relativos ao período em análise (NL25, NL26, NL27 e NL28) foram indexados recorrendo à aplicação - *Dicoogle* instalado numa máquina virtual pertencente ao domínio do CH, suportada por um processador Intel (R) Xeon (R) E5540 com velocidade de 2,53 GHz e 2GB de RAM. O volume de cada um dos discos indexados foi de 11.0 GB, 10.9 GB, 11.5 GB e 13.0 GB, respetivamente.

Localmente, a aplicação *Dicoogle Open Source PACS* versão 2.5.0-20171229\_1522 foi instalada no computador pessoal da autora com sistema operativo Windows 10 Home e processador Intel Core Duo CPU E6550 com velocidade de 2.33 GHz e 6,00 GB de RAM instalada.

#### 4.4 Fases de Estudo

O processo global da metodologia adotada neste estudo foi dividida em 4 fases. A primeira fase do estudo diz respeito à recolha de dados e passou pelo acesso e indexação dos metadados DICOM armazenados nos discos NL25, NL26, NL27 e NL28, a partir do *Dicoogle*.

Na segunda fase e concluído o processo de indexação, foi definida a estrutura apropriada das *queries* necessárias ao cumprimento dos objetivos do trabalho. As *queries* “Study Date:2017X<sup>3</sup>\* AND Modality:Y<sup>4</sup>” e “Study Date:2018X\* AND Modality:Y” permitiram identificar os estudos realizados pelas diferentes modalidades nos anos de 2017 e 2018.

Dependendo da modalidade e fabricante existem diferentes tipos de informação. Em cada uma das modalidades referidas podem estar associados um ou mais tipos de imagem (*Image Type*) com o seu respetivo IOD.

Na terceira fase do projeto, foram realizadas diferentes consultas sob critérios específicos de forma a aceder aos campos de informação pertinentes para estudo. Destas resultaram todos os campos que caracterizam os IODs das imagens relativas às modalidades em estudo, tendo sido posteriormente determinados os atributos DICOM transversais a cada um dos IODs das imagens produzidas pelas diferentes modalidades

---

<sup>3</sup> X - mês

<sup>4</sup> Y - modalidade

De seguida, foram exportados em formato “Excel” os campos pertinentes para a caracterização da população, análise sazonal, análise de produtividade e exposição individual. Para o efeito, os dados armazenados nos atributos DICOM “*Patient Birth Date*”, “*Patient Sex*” e “*Modality*” foram exportados de forma a caracterizar a população pelo sexo e idade, para cada uma das modalidades no período previsto.

Já os atributos “*Patient ID*” e “*Study Instance UID*” serviram respetivamente para identificar o número de pacientes numa amostra e número de estudos realizados por paciente. Estes, em conjunto com os dados relativos ao atributo “*Study Date*” permitiram ainda caracterizar o acesso da população ao serviço de Imagiologia, ao longo do ano.

O atributo DICOM “*Manufacturer*” permitiu caracterizar a utilização dos equipamentos de imagem, por departamento. Por sua vez, o atributo “*Study Description*” permitiu o acesso ao histórico imagiológico com vista à caracterização da exposição individual, nomeadamente no âmbito da realização de estudos torácicos em Radiologia Computorizada e Digital.

Através da exportação dos dados relativos aos atributos “*Patient Name*” e “*Patient ID*” foi possível determinar o número de pacientes com estudos realizados no âmbito de cada modalidade. Já os atributos “*Patient Sex*” e “*Patient Age*” permitiram a sua caracterização, por género e faixa etária, respetivamente. Neste contexto, o atributo “*Patient BirthDate*” foi também analisado uma vez que o atributo “*Patient Age*” nem sempre foi corretamente utilizado nas diferentes modalidades.

De maneira a contornar esta limitação, foi desenvolvida uma fórmula de cálculo que permitiu a determinação da idade do paciente através da subtração da data de estudo (indicada pelo atributo “*Study Date*”) à data de nascimento (indicada pelo atributo “*Patient Birth Date*”).

No âmbito da análise sazonal, as *queries* realizadas sobre os atributos “*Patient ID*” e “*Study Instance UID*” permitiram exportar os valores relativos aos metadados DICOM pertinentes ao trabalho desenvolvido. Estes são responsáveis por caracterizar, respetivamente, o paciente e o estudo de imagem realizado pelo próprio de forma única, pelo que a sua contagem em conjunto com o atributo “*Study Date*” permitiu determinar o número de pacientes e estudos presentes na amostra, para cada mês do período previsto.

Relativamente à análise da produtividade, a exportação dos dados teve por objetivo identificar e comparar o número mensal de estudos realizados entre equipamentos (identificados pelos atributos *Manufacturer* e *Manufacturer ModelName*) pertencentes a diferentes instituições (atributos *Institution Name* e *Institucional Department Name*) e modalidades (atributo *Modality*) durante o período de estudo.

A identificação dos estudos imagiológicos, quer textualmente (atributo *Study Description*) quer através do seu identificador único (atributo *Study Instance UID*), permitiu conhecer o paciente que, em cada instituição realizou mais estudos radiográficos do tórax no âmbito das modalidades de Radiologia Computorizada e Digital, durante o período de um ano.

Por fim, a análise da qualidade dos metadados recolhidos foi realizada a partir da percentagem de atributos DICOM com campos vazios existentes nos arquivos. Na quarta e última fase do projeto foram analisados estatisticamente os resultados obtidos de cada análise.

## 4.5 Confidencialidade

No âmbito da Imagiologia, a caracterização do exercício profissional implica a utilização de dados imagiológicos no âmbito do uso secundário de informação. Relativamente à privacidade, a elevada quantidade de informação a ser recolhida, utilizada e partilhada quando da prestação de cuidados de saúde torna importante que sejam definidos processos para a proteção dos dados e confidencialidade dos intervenientes envolvidos [33].

De forma a assegurar a confidencialidade das entidades intervenientes na amostra, foram eliminados do estudo todos os dados que, de alguma forma, pudessem caracterizar a instituição hospitalar. Para o efeito foram excluídos da análise os atributos “*Institution Department Name*” e “*Institution Address*”.

Com o mesmo intuito foi também adotada uma estratégia de pseudo-anonimização dos equipamentos e unidades hospitalares que constituem o CH, através da codificação dos atributos “*Manufacturer*”, “*Manufacturer Model Name*” e “*Institution name*” a que foram atribuídos um código numérico a fim de impedir a sua associação direta.

Por fim, o anonimato dos pacientes e profissionais de saúde abrangidos pelo estudo foi assegurado através da remoção dos dados que os pudessem identificar. Como tal os atributos



*“Patient name”, “Referring Physician Name”, “Performing Physician Name e Operator Name”* foram igualmente removidos.

# Capítulo 5 - Resultados e Discussão

---

## 5.1 Seleção da Amostra

A partir da informação obtida nas unidades de saúde abrangidas pelo estudo foi possível identificar as modalidades imagiológicas (i.e., Radiologia Computorizada – CR, Radiologia Digital – DX, Tomografia Computorizada – CT, Angiografia – XA, Mamografia – MG e Radiofluoroscopia – RF), os fabricantes dos equipamentos e as suas características, tais como o modelo ou a versão. Na Tabela 4 é apresentado o número de equipamentos associados a cada modalidade, em cada uma das cinco unidades de saúde pertencentes ao domínio do CH, de forma codificada:

**Tabela 4 - Identificação dos equipamentos utilizados por modalidade e instituição**

<b>Modalidade</b>	<b>Instituição</b>	<b>Equipamentos</b>
<b>CR</b>	1	<i>CR_1</i>
	3	<i>CR_2</i>
	2	<i>CR_3</i>
	1	<i>CR_4</i>
	2	<i>CR_5</i>
<b>DX</b>	1	<i>DX_1</i>
	5	<i>DX_2</i>
<b>CT</b>	2	<i>CT_1</i>
	4	<i>CT_2</i>
	1	<i>CT_3</i>
<b>MG</b>	2	<i>MG_1</i>
<b>XA</b>	1	<i>XA_1</i>
	1	<i>XA_2</i>
	2	<i>XA_3</i>
<b>RF</b>	1	<i>RF_1</i>

O *Dicoogle* permitiu identificar a totalidade de atributos DICOM públicos que constituíam o IOD das imagens analisadas, independentemente do fabricante e modalidades imagiológicas existentes em cada uma das unidades de saúde.

O facto de existirem atributos DICOM de carácter obrigatório imposto pela norma, facultativos ou privados, tornou pertinente a análise de utilização dos atributos DICOM disponibilizados pelos equipamentos utilizados por cada modalidade .

Como exemplo, a tabela 5 apresenta o total de campos analisados relativamente ao atributo “*Patient Age*” (de preenchimento opcional) por cada uma das modalidades em estudo:

**Tabela 5 - Análise da utilização do atributo DICOM “*Patient Age*”**

<b>Modalidade</b>	<b>Total de campos analisados</b>	<b>Nº campos preenchidos</b>	<b>Nº campos vazios</b>
<b>CR</b>	178796	57421	121375
<b>CT</b>	7885196	7850466	4730
<b>DX</b>	37953	31678	6275
<b>MG</b>	6683	6441	272
<b>XA</b>	6661	0	6661
<b>RF</b>	60782	0	60782

Das *queries* realizadas através do *Dicoogle* em função dos atributos apresentados no capítulo anterior resultaram todos os atributos DICOM que caracterizam o IOD dos equipamentos de imagem, no âmbito de cada modalidade, encontrando-se estes resultados no capítulo “Anexos”. As tabelas 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 e 1.6 do Anexo 1 apresentam os atributos transversais às modalidades CR, DX, CT, XA, MG e RF, respetivamente.

Dependendo do fabricante, a lista de atributos que caracteriza os IODs dos diferentes tipos de imagem pode variar, fazendo com que no âmbito de uma mesma modalidade existam mais do que um IOD. Da exportação dos metadados relativos aos estudos de imagem realizados pela modalidade CR resultaram inicialmente 29 atributos DICOM que caracterizam o IOD das imagens de cinco equipamentos (Anexo 1 – Tabela 1.1).

Os atributos “*Modalities in Study*”, “*Number of Study Related Instances*”, “*Patient Telephone Numbers*”, “*Performed Location*”, “*Performing Physician Name*” e “*Priority*” foram excluídos pelo motivo de não se encontrarem preenchidos.

Da amostra inicial de DX emergiram igualmente 29 atributos DICOM que caracterizam o IOD das imagens de dois equipamentos (Anexo 1 – Tabela 1.2). Desta foram excluídos os atributos “*Modalities in Study*”, “*Patient Telephone Numbers*”, “*Performed Location*”, “*Performing Physician Name*” e “*Priority*” pelo mesmo motivo.

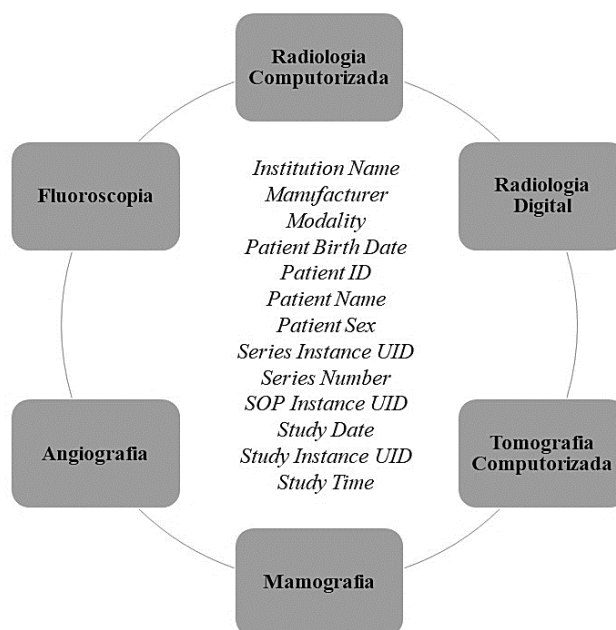
Da exportação dos metadados relativos aos estudos de imagem realizados pelas modalidades CT e XA resultaram, respetivamente, 147 e 69 atributos DICOM que caracterizam o IOD das imagens produzidas por três equipamentos. Da análise dos metadados relativos aos estudos de imagem realizados pelas modalidades MG e RF, foram respetivamente identificados 157 e 29 atributos DICOM que caracterizam o IOD das imagens de um único equipamento. A tabela 1.7 do “Anexo 1” apresenta de forma resumida, os atributos excluídos das amostras de cada uma das modalidades referidas anteriormente.

A amostra final de estudos contou com um total de 378 atributos DICOM que caracterizam o IOD das imagens dos equipamentos analisados, no âmbito de cada modalidade. A tabela 6 resume os atributos comuns encontrados a partir da análise de tais equipamentos:

**Tabela 6 – Atributos comuns aos equipamentos de cada modalidade**

<b>Modalidade</b>	<b>Nº atributos iniciais</b>	<b>Nº atributos excluídos</b>	<b>Nº atributos comuns</b>	<b>Nº equipamentos</b>
<b>CR</b>	29	6	15	5
<b>DX</b>	29	5	22	2
<b>CT</b>	147	17	40	3
<b>MG</b>	157	22	135	1
<b>XA</b>	69	20	48	3
<b>RF</b>	29	12	17	1

Conhecidos os atributos comuns ao IOD das imagens produzidas por cada equipamento, foram identificados os atributos transversais às modalidades analisadas (Figura 8):



**Figura 8 - Atributos DICOM transversais às modalidades analisadas**

Fonte: Elaborado pela autora

Após o processo de análise e normalização dos dados, a amostra inicial (N) contabilizou 176169 estudos de imagem realizados por 115018 pacientes, para a janela temporal de observação definida. Na amostra final apenas foram incluídos para análise os exames conduzidos pelas instituições que compõem o CH e cujos resultados se encontram resumidos na seguinte tabela:

**Tabela 7 – Caracterização da amostra final**

<b>Modalidade</b>	<b>Estudos</b>	<b>Pacientes</b>
<b>CR</b>	109985	67602
<b>DX</b>	27276	17020
<b>CT</b>	33578	26742
<b>MG</b>	1912	1876
<b>RF</b>	406	401
<b>XA</b>	3012	1377
<b>Total</b>	176169	115018

## 5.2 Caracterização da População

De forma a caracterizar a população, procedeu-se primeiramente a uma análise estatística com vista à determinação de medidas de tendência central relativamente à idade dos pacientes em função da modalidade, durante o período de estudo (Tabela 8).

Tabela 8 – Estatística descritiva em função da idade

A n o	Mês	Medidas Estatísticas	Modalidade					
			CR	MG	CT	DX	RF	XA
2 0 1 7	Nov.	Média	59,39	62,97	64,66	53,46	47,12	62,28
		Moda	81	47	79	62	32	75
		Mediana	65	55	68	58	55	69
	Dez.	Média	60,43	59,52	64,74	56,55	56,57	64,51
		Moda	81	82	85	82	65	62
		Mediana	66	59	68	59	65	64
	Jan.	Média	61,50	59,57	64,34	57,93	46,57	67,61
		Moda	80	72	79	78	41	83
		Mediana	67	59	67	62	50	70
Fev.	Média	60,23	58,09	64,20	56,54	42,85	68,43	
	Moda	86	67	73	81	73	64	
	Mediana	66	56	68	60	44,5	69,5	
Mar.	Média	60,01	57,84	63,61	54,83	43,93	70,33	
	Moda	66	46	82	82	65	77	
	Mediana	64	58	67	59	51	74	
2 0 1 8	Abr.	Média	60,65	56,36	63,94	57,31	47,39	68,27
		Moda	83	44	68	83	31	76
		Mediana	66	55	67	61	55	71
Mai.	Média	59,60	58,5	63,58	55,21	43,21	68,79	
	Moda	81	46	70	82	51	75	
	Mediana	65	58	67	60	47,5	51	
Jun.	Média	59,51	59,30	63,55	58,49	53,19	66,87	
	Moda	78	49	78	85	65	57	
	Mediana	65	58	66	60	54	71	
Jul.	Média	60,17	60,99	63,87	57,35	55,43	69,47	
	Moda	78	62	79	84	65	81	
	Mediana	66	60	66	60,5	66	71	
Ago.	Média	59,29	60,01	55,75	57,13	48,41	68,59	
	Moda	84	70	59	60	77	66	
	Mediana	63	61	63	60	58	70	
Set.	Média	60,14	61,79	64,53	55,57	48,56	67,33	
	Moda	86	57	78	62	60	77	
	Mediana	65	61,5	67	59	60	69	
Out.	Média	59,23	60,22	64,41	54,34	48,27	66,88	
	Moda	75	75	75	68	65	67	
	Mediana	64	59	67	57	59	69	

A partir da análise da tabela anterior é de notar que a média de idade dos participantes registou valores significativamente maiores para as modalidades de CT e XA, do que para as restantes categorias, tendo sido o valor máximo de 70,33 registado durante o mês de março para esta última modalidade.

Nas modalidades CR, MG, DX e RF, os valores variaram entre os 42 e os 62 anos de idade, mostrando-se mais incidentes na faixa etária dos 50-60 anos.

Na modalidade CR, o valor mínimo e máximo obtidos foram de 59,23 e 61,5 para os meses de outubro e janeiro de 2018, respetivamente. Já para a modalidade MG, os valores variaram de igual forma entre os 56,36 e os 62,97, para os meses de abril e novembro.

Na modalidade CT os valores médios obtidos foram maioritariamente superiores a 60 anos de idade em todos os meses, à exceção do mês de agosto onde se registou um valor médio de 57,13 anos de idade.

O mesmo aconteceu de forma idêntica na modalidade DX, para a faixa etária dos 50-60 anos, tendo estes valores oscilando entre os 53 e os 58 anos de idade.

A modalidade de RF foi a que apresentou os valores médios mais baixos, tendo sido o menor valor (42,85) registado no mês de fevereiro.

Contrariamente, a modalidade XA registou os valores mais altos para a faixa etária dos 60-70 anos de idade, comparativamente às restantes valências.

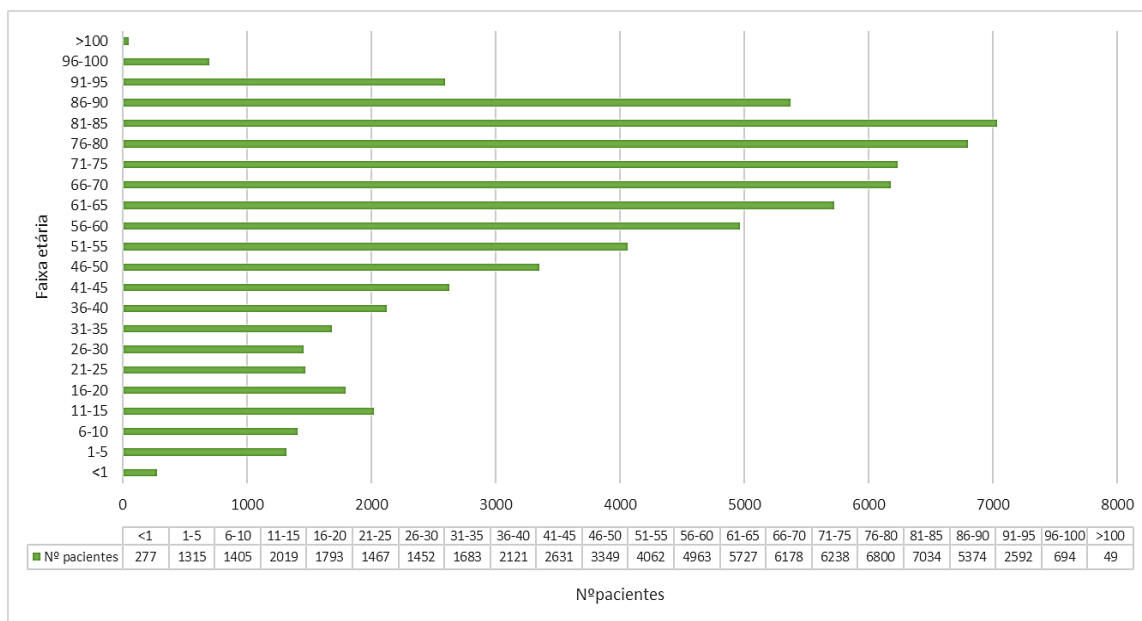
Posteriormente à análise estatística descritiva, foi determinado o número de pacientes pertencentes a uma determinada faixa etária [37] para cada uma das modalidades analisadas, conforme apresentado na tabela 9.

**Tabela 9 – Análise da população por faixa etária e modalidade**

<b>Faixa etária</b>	<b>CR</b>	<b>MG</b>	<b>CT</b>	<b>DX</b>	<b>RF</b>	<b>XA</b>
<1	277	0	0	16	8	0
1-5	1315	0	63	286	31	5
6-10	1405	0	692	529	10	5
11-15	2019	0	271	793	9	2
16-20	1793	0	437	786	0	7
21-25	1467	0	408	544	6	9
26-30	1452	7	432	503	12	10
31-35	1683	36	541	547	27	13
36-40	2121	78	817	738	25	34
41-45	2631	217	1110	893	20	27
46-50	3349	253	1433	1061	13	61
51-55	4062	232	1963	1315	21	112
56-60	4963	212	2318	1511	39	115
61-65	5727	195	2583	1378	41	158
66-70	6178	209	2667	1340	28	154
71-75	6238	165	2748	1348	37	181
76-80	6800	139	3163	1507	38	167
81-85	7034	79	2695	1616	4	171
86-90	5374	28	1838	1243	8	117
91-95	2592	13	754	531	5	27
96-100	694	1	154	134	0	8
>100	49	1	22	3	0	0
<b>Total</b>	<b>69223</b>	<b>1865</b>	<b>27109</b>	<b>18622</b>	<b>382</b>	<b>1383</b>

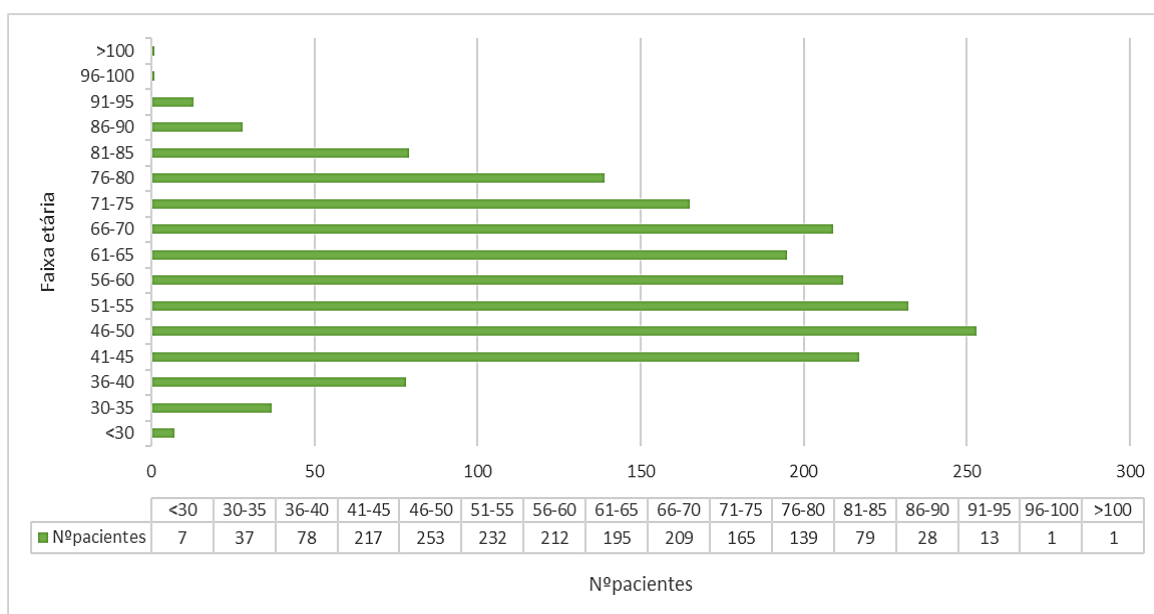
A análise do número de pacientes por faixa etária para cada uma das modalidades foi realizada com base na amostra apresentada na tabela anterior. Os resultados obtidos estão distribuídos por ordem de frequência nos gráficos seguidamente apresentados:





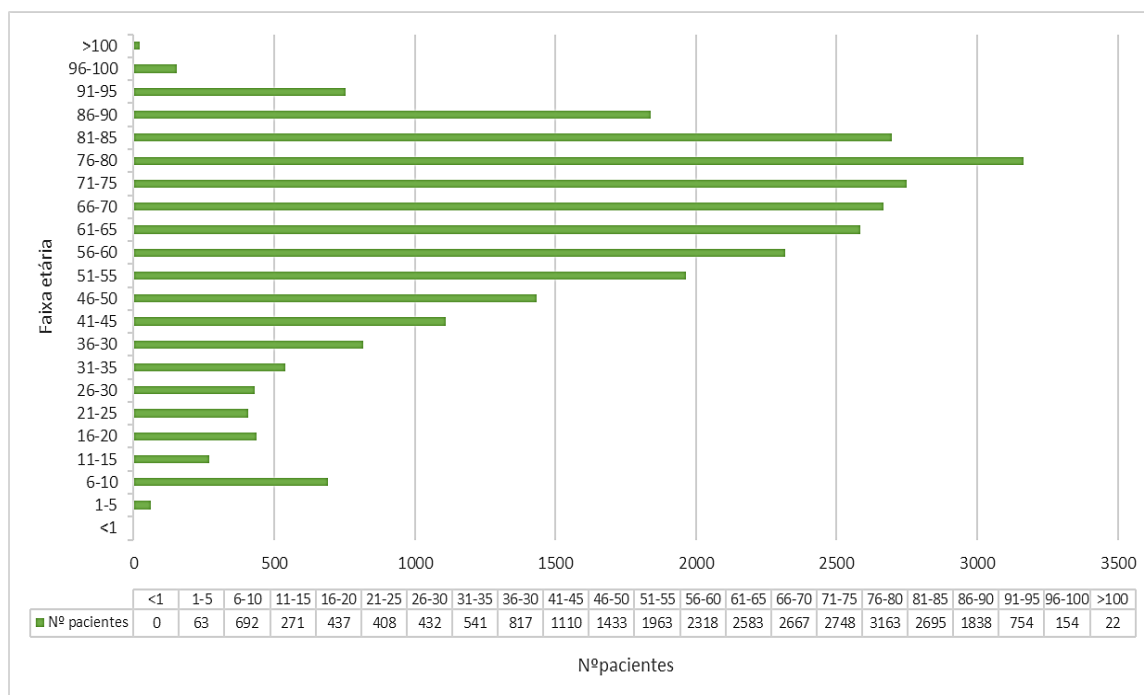
**Gráfico 1 – Análise do nº de pacientes com estudos em CR por faixa etária**

Através da análise do gráfico anterior é evidente o maior número de estudos realizados por uma população mais envelhecida, ainda que só se tenham registado 49 pacientes com idade superior a 100 anos. A faixa etária predominante para esta modalidade foi a de 81-85 anos seguida da de 86-90 anos, constituídas por 7034 e 5374 pacientes, respetivamente.



**Gráfico 2 – Análise do nº de pacientes com estudos em MG por faixa etária**

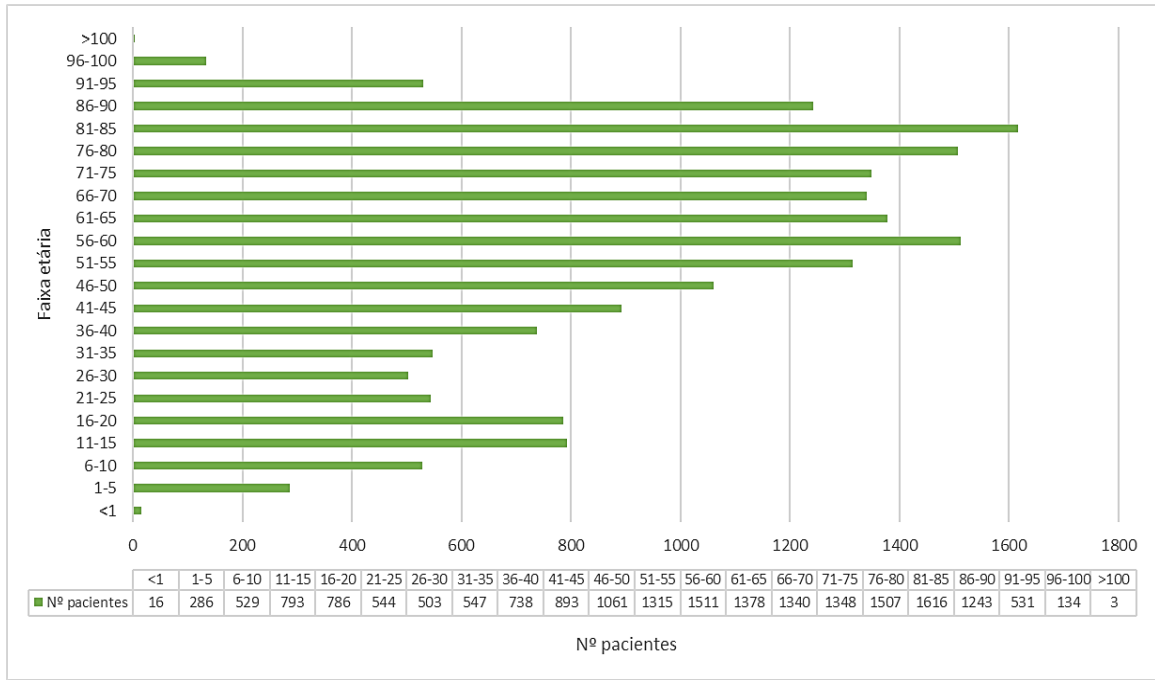
No âmbito da modalidade MG é de notar um maior número de estudos realizados pela população na faixa etária dos 46-50 anos de idade, comparativamente a uma população mais jovem com idade inferior a 40 anos que, segundo dados da Direção Geral de Saúde (DGS)<sup>5</sup>, constituem cerca de 7% de todos os casos de diagnóstico de cancro de mama.



**Gráfico 3 – Análise do nº de pacientes com estudos em CT por faixa etária**

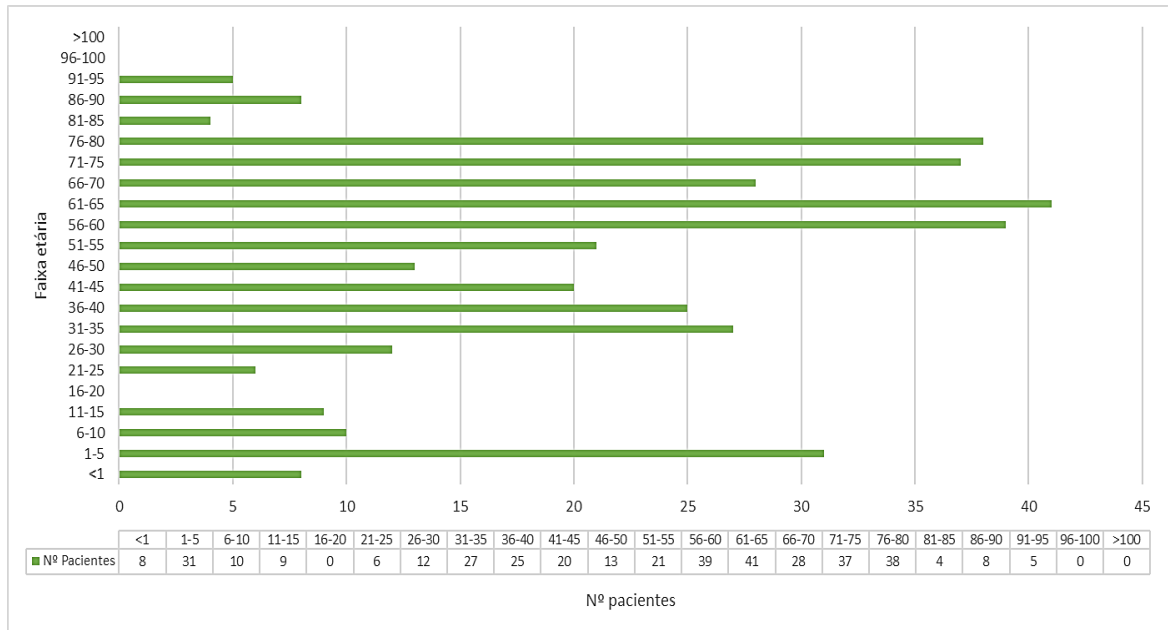
Semelhante à modalidade de CR, observa-se através do gráfico 3 um maior número de estudos realizados pelo grupo etário dos 81-85 anos para a modalidade CT. Por outro lado não foram registados exames efetuados por indivíduos com idades inferiores a 1 ano.

<sup>5</sup> Retirado de: DGS - Direção Geral de Saúde  
Disponível em <https://www.dgs.pt>



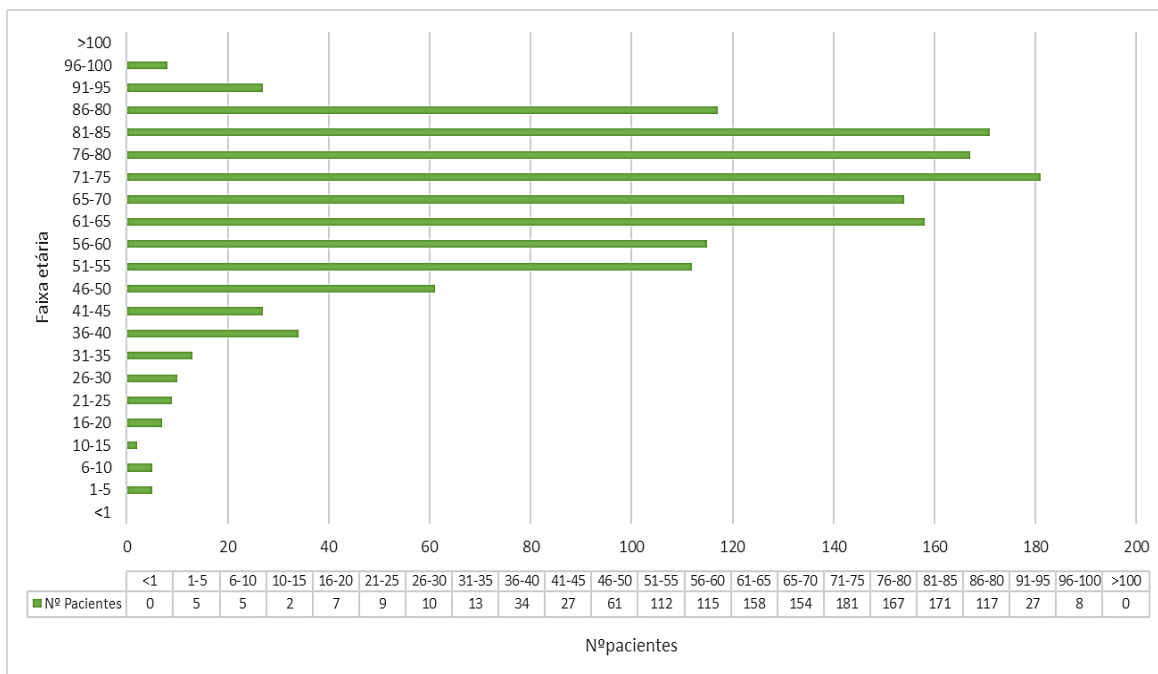
**Gráfico 4 – Análise do nº de pacientes com estudos em DX por faixa etária**

No âmbito de DX verifica-se, através do gráfico 4, uma maior incidência de estudos para o intervalo etário dos 81-85 e os 76-80 anos, correspondentes a 1616 e 1507 dos utentes que afluíram a esta modalidade, respetivamente.



**Gráfico 5 – Análise do nº de pacientes com estudos em RF por faixa etária**

Da análise do número de pacientes com estudos em RF concluiu-se que a faixa etária dos 61-65 anos foi a que prevaleceu para esta modalidade, não tendo sido registados exames realizados por pacientes com idade superior a 96 anos.



**Gráfico 6 – Análise do nº de pacientes com estudos em XA por faixa etária**

Da análise do gráfico 6 observa-se um maior número de estudos realizados por pacientes com idades compreendidas entre os 71 e os 75 anos. Contrariamente a modalidade registou poucos estudos para uma população mais jovem, com idade inferior a 30 anos.

### 5.3 Análise Sazonal

A análise sazonal foi realizada com vista à caracterização da afluência de pacientes ao serviço de Imagiologia, por modalidade, para o período de um ano. Esta foi obtida com base nos dados apresentados na tabela 10, onde os valores máximos se encontram a vermelho e os valores mínimos a azul.

**Tabela 10 - Análise sazonal por modalidade**

		<b>CR</b>	<b>MG</b>	<b>CT</b>	<b>DX</b>	<b>RF</b>	<b>XA</b>	
<b>2017</b>	<b>Nov.</b>	<b>Pacientes</b>	5718	158	1355	1418	45	110
		<b>Exames</b>	9163	165	2667	2222	45	249
	<b>Dez.</b>	<b>Pacientes</b>	6058	126	2196	1581	22	91
		<b>Exames</b>	9568	129	2679	2387	24	204
<b>Jan.</b>	<b>Pacientes</b>	6719	220	2057	1725	47	106	
	<b>Exames</b>	10708	224	3217	2617	48	261	
<b>Fev.</b>	<b>Pacientes</b>	6011	148	2234	1576	34	110	
	<b>Exames</b>	9590	149	2761	2365	35	238	
<b>Mar.</b>	<b>Pacientes</b>	6147	162	2452	1635	47	137	
	<b>Exames</b>	9876	164	3054	2485	47	270	
<b>Abr.</b>	<b>Pacientes</b>	5843	151	2365	1565	41	104	
	<b>Exames</b>	9453	157	2863	2453	41	250	
<b>Mai.</b>	<b>Pacientes</b>	5793	105	2412	1510	36	131	
	<b>Exames</b>	9352	107	2994	2324	36	261	
<b>Jun.</b>	<b>Pacientes</b>	5631	194	2382	963	31	113	
	<b>Exames</b>	9202	194	2971	2296	31	271	
<b>Jul.</b>	<b>Pacientes</b>	5472	235	2159	1409	19	123	
	<b>Exames</b>	9271	240	2731	2339	19	255	
<b>Ago.</b>	<b>Pacientes</b>	5756	130	3621	1467	26	115	
	<b>Exames</b>	9952	130	3379	2359	27	272	
<b>Set.</b>	<b>Pacientes</b>	5306	147	2029	1364	34	124	
	<b>Exames</b>	8843	148	2525	2199	34	274	
<b>Out.</b>	<b>Pacientes</b>	3148	100	1480	807	19	113	
	<b>Exames</b>	5007	105	1737	1230	19	207	

Da leitura da tabela 10 conclui-se que o mês de janeiro foi o que registou um maior número de pacientes (6719) e exames (10708) realizados na modalidade CR. Contrariamente, o mês de outubro registou os valores mais baixos na ordem dos 3148 utentes e 5007 exames para esta modalidade.

Para a modalidade CT, o mês de agosto foi aquele em que se verificou uma maior utilização de recursos, já que se registaram 3379 estudos conduzidos por 3621 utentes, ao contrário do que aconteceu em novembro, onde apenas 1355 pacientes afluíram a esta modalidade.

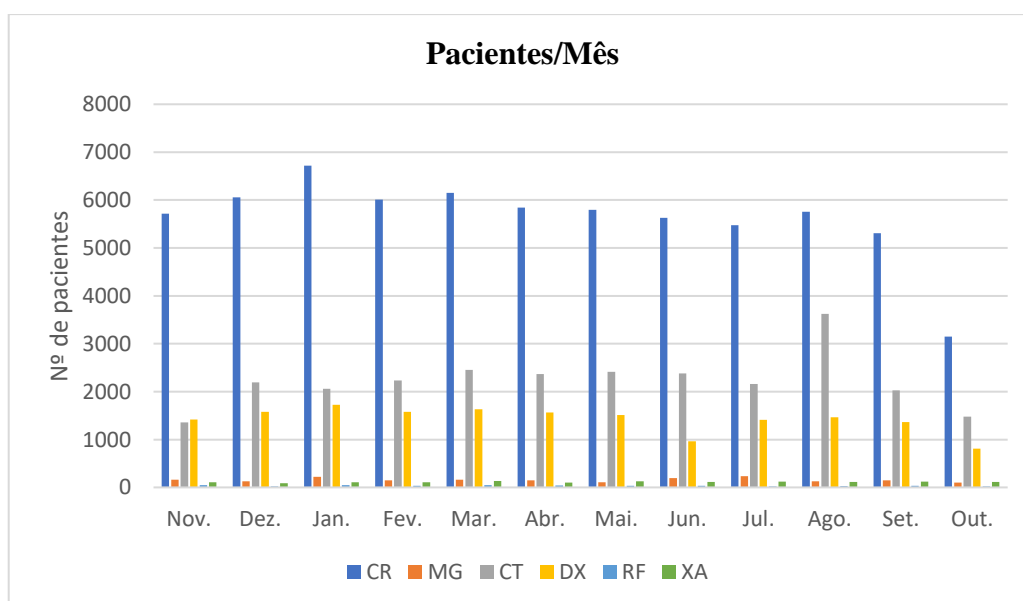
Para a modalidade MG, os valores obtidos foram os que menos divergiram entre o número de pacientes e exames realizados. A diferença entre o mês com maior e menor afluência foi de 220 e 100 pacientes, para os meses de janeiro e outubro, respetivamente.

Na modalidade DX, os valores não registaram uma grande variação ao longo do ano, tendo estes sido mantidos entre os 807 e 1725 pacientes com 1230 e 2617 exames realizados respetivamente durante os meses de outubro e janeiro de 2018.

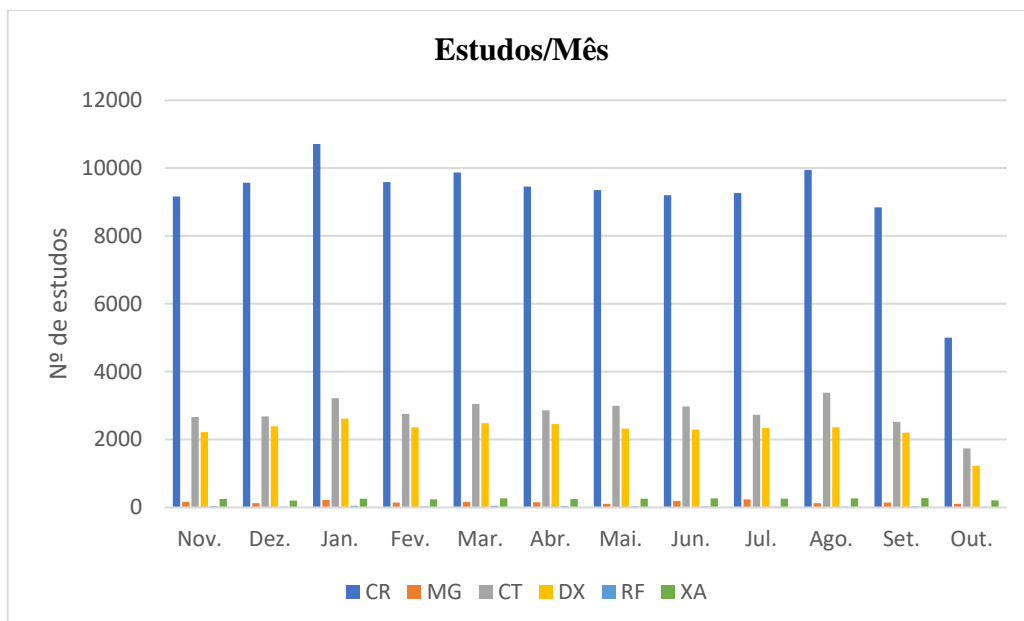
Também a modalidade RF não revelou grande oscilação entre os valores de número de pacientes e exames registados durante o período anual, tendo sido o mês de janeiro o que registou maior número de pacientes (47) e exames (48), ao invés do mês de julho e outubro, onde apenas 19 pacientes deram entrada no serviço.

Para a modalidade XA observa-se que março foi o mês em que se registou o maior número de pacientes (137) mas não o maior número de exames, tendo este último sido obtido durante o mês de setembro, com um total de 274 exames.

Em resumo, a modalidade CR foi a que apresentou os valores mais altos de número de pacientes e exames realizados durante o período de estudo (gráficos 7 e 8):



**Gráfico 7 - Análise sazonal por modalidade e número de pacientes**



**Gráfico 8 - Análise sazonal por modalidade e número de exames**

A partir de análise dos gráficos anteriores verifica-se uma maior afluência ao serviço no âmbito da modalidade CR, cuja amostra foi superior às restantes valências.

Em segundo lugar ficou a modalidade CT cujo acesso se mostrou superior durante o mês de Agosto, altura em que se registou um maior número de pacientes. Já a modalidade DX atingiu o pico de pacientes e exames no mês de Janeiro.

As modalidades RF, XA e MG mostraram-se pouco perceptíveis através dos gráficos obtidos dada a dimensão da amostra ser significativamente inferior à das restantes modalidades.

#### 5.4 Análise de Eficiência

No âmbito da análise de eficiência dos equipamentos imagiológicos foram utilizados os atributos DICOM: “*Manufacturer*” e “*Manufacturer Model name*”. Estes identificam os equipamentos segundo marca e modelo, dentro de cada modalidade.

O atributo “*Study Instance UID*” permitiu determinar o número de estudos realizados por cada um dos equipamentos analisados, apresentados na tabela 11.

**Tabela 11 - Número de estudos realizados por equipamento**

<b>Modalidade</b>	<b>Equipamento</b>	<b>Nº exames</b>
<b>CR</b>	<i>CR_1</i>	4662
	<i>CR_2</i>	5336
	<i>CR_3</i>	66388
	<i>CR_4</i>	33644
	<i>CR_5</i>	1957
<b>DX</b>	<i>DX_1</i>	22543
	<i>DX_2</i>	4335
<b>CT</b>	<i>CT_1</i>	558
	<i>CT_2</i>	19018
	<i>CT_3</i>	11550
<b>XA</b>	<i>XA_1</i>	77
	<i>XA_2</i>	1884
	<i>XA_3</i>	920
<b>RF</b>	<i>RF_1</i>	460
<b>MG</b>	<i>MG_1</i>	1768

A tabela 11 mostra o número de estudos realizados por equipamento, no âmbito de cada modalidade de forma a analisar a sua produtividade. Através desta observa-se que o equipamento “CR\_3” foi o responsável pela realização de um maior número de exames na modalidade CR e o “CT\_2” na modalidade CT. Contrariamente o “XA\_1” obteve o menor número de estudos registados por esta modalidade.

O número de estudos realizados mensalmente por cada equipamento foi também determinado de forma a comparar a sua utilização.

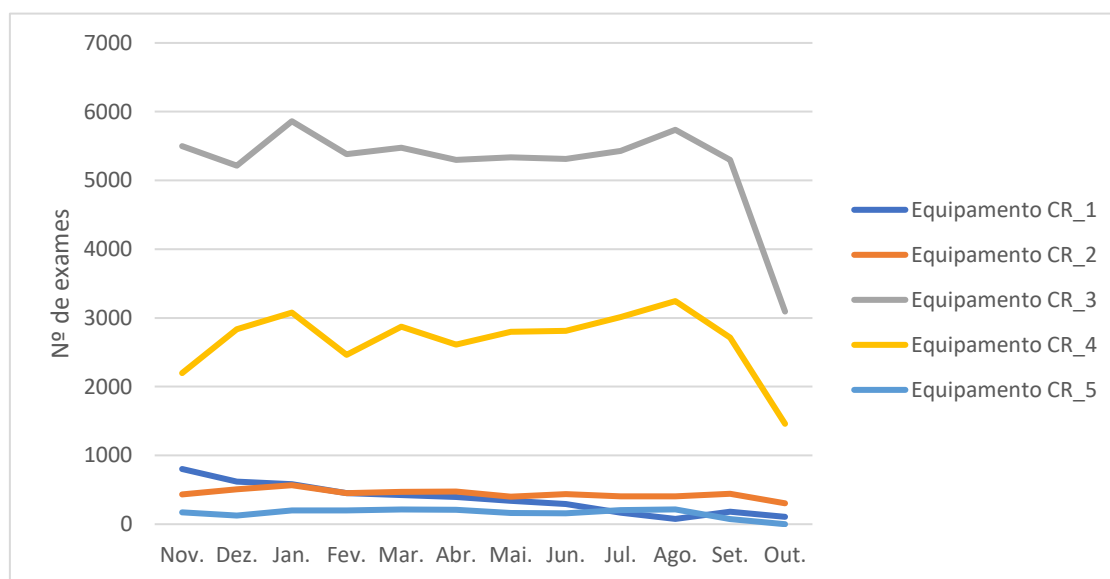
A tabela 12 apresenta (de forma codificada) o total de estudos realizados por cada um dos cinco equipamentos constituintes da modalidade CR, por cada unidade de saúde:



**Tabela 12 - Nº exames realizados sazonalmente pelos equipamentos CR**

		EQUIPAMENTOS:				
MÊS		CR_1	CR_2	CR_3	CR_4	CR_5
<b>2017</b>	Nov.	803	431	5498	2196	170
	Dez.	617	509	5217	2838	128
<b>2018</b>	Jan.	582	567	5861	3077	202
	Fev.	453	453	5383	2462	199
	Mar.	423	472	5477	2874	212
	Abr.	396	474	5300	2612	210
	Mai.	339	402	5338	2798	165
	Jun.	293	440	5315	2811	160
	Jul.	169	405	5429	3014	206
	Ago.	77	403	5738	3245	215
	Set.	182	441	5297	2715	74
	Out.	108	304	3093	1460	0
	<b>Unidade</b>		<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

O gráfico 9 ilustra o número de exames realizados mensalmente por cada um dos cinco equipamentos analisados na tabela anterior:



**Gráfico 9 - Análise sazonal comparativa por equipamento CR**

A taxa de utilização dos equipamentos CT foi analisada com base na determinação dos estudos realizados pelos três equipamentos que compõem a modalidade, durante o mês de maior afluência ao serviço, de acordo com o gráfico 8. A tabela 13 apresenta o total de exames realizados por cada um dos equipamentos durante o mês de agosto de 2018:

**Tabela 13 – Nº exames realizados mensalmente por equipamento CT**

<b>Unidade</b>	<b>Equipamento</b>	<b>Nº exames</b>	<b>Valor (%)</b>
1	CT_1	667	52,1%
2	CT_2	204	15,9%
4	CT_3	408	32,0%

Dos 3379 estudos conduzidos durante o mês agosto, 1279 deles foram conduzidos pelos três equipamentos referidos anteriormente. Através da análise da tabela 13 é possível concluir que o “equipamento CT\_1” foi o equipamento responsável pela realização de 52,1% do volume total de exames, em comparação ao “equipamento CT\_2” que apenas executou 204 dos estudos executados por esta modalidade.

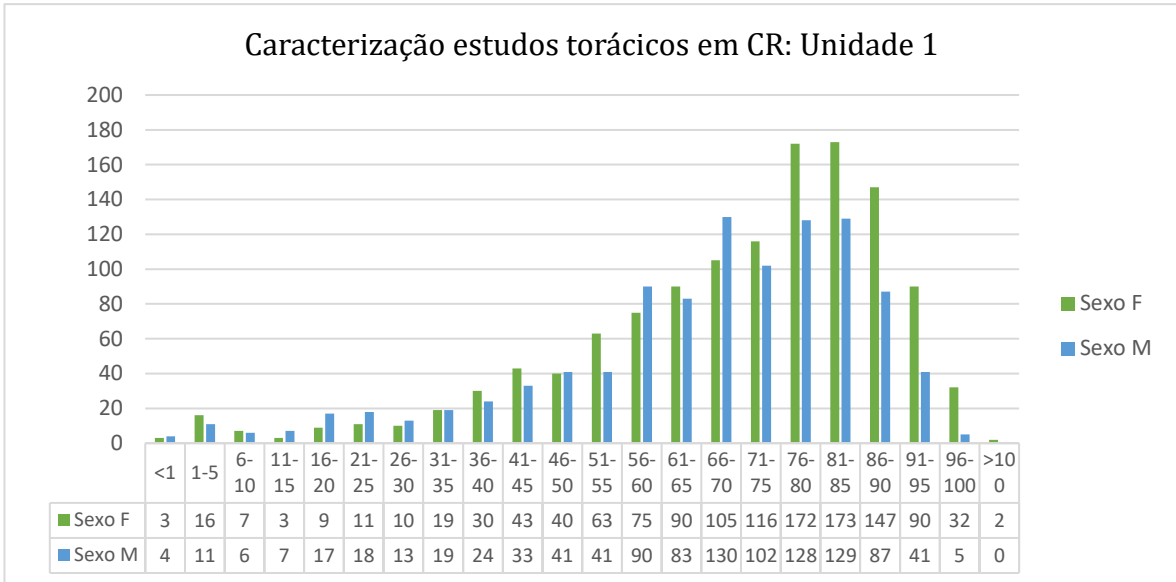
## 5.5 Análise de Exposição

No âmbito das modalidades CR e DX, o estudo mais realizado a nível nacional é o estudo radiográfico ao tórax, tornando-o dos maiores contribuintes para o número de estudos de imagem que fazem parte do histórico imagiológico individual [33].

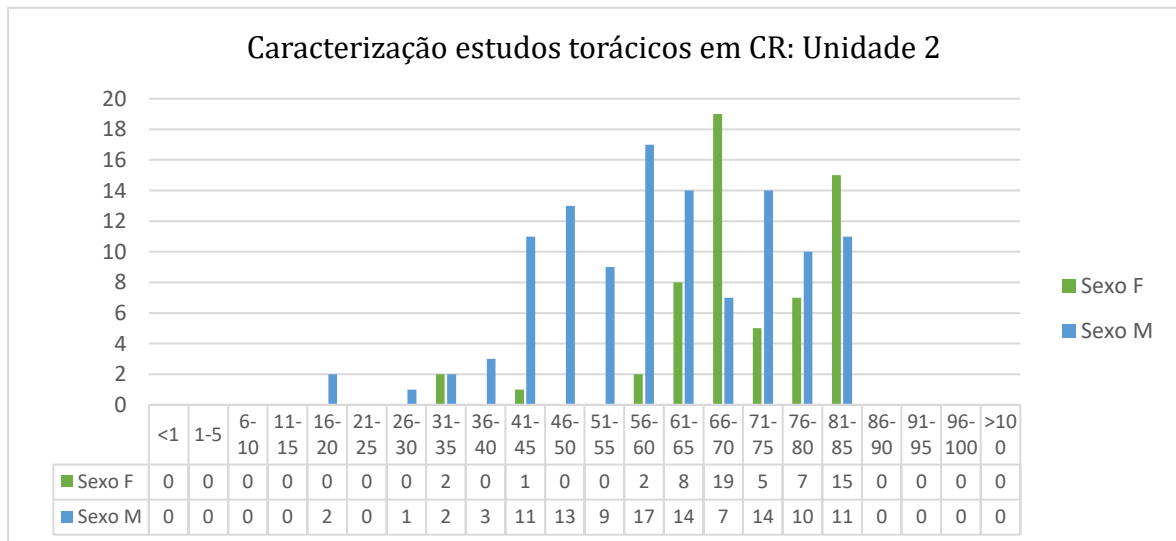
O número de estudos realizados a esta região foi analisado em ambas as modalidades durante o mês de maior afluência ao serviço (janeiro de 2018).

A amostra final foi constituída por 2623 radiografias torácicas para a modalidade CR e 1081 para DX, o que representa uma taxa de 25 e 41% da totalidade de exames realizados respetivamente por cada modalidade, atendendo aos valores apresentados na tabela 10.

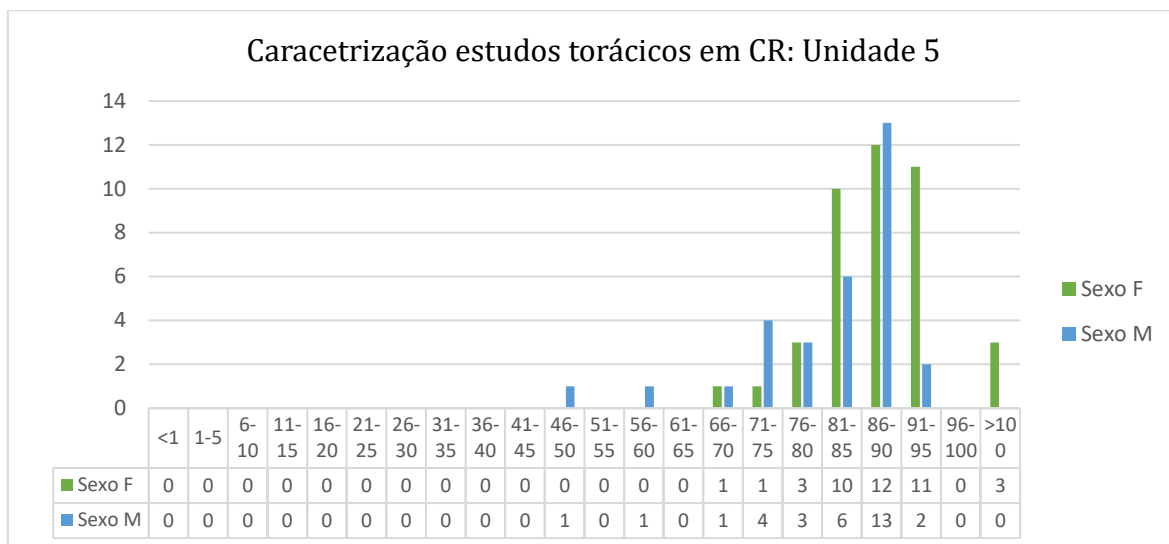
A distribuição do número de estudos torácicos por género, faixa etária e unidade, para a modalidade CR é apresentada nos gráficos 10,11 e 12.



**Gráfico 9 - Nº estudos de tórax por género e faixa etária em CR – unidade 1**



**Gráfico 11 - Nº estudos de tórax por género e faixa etária em CR – unidade 2**



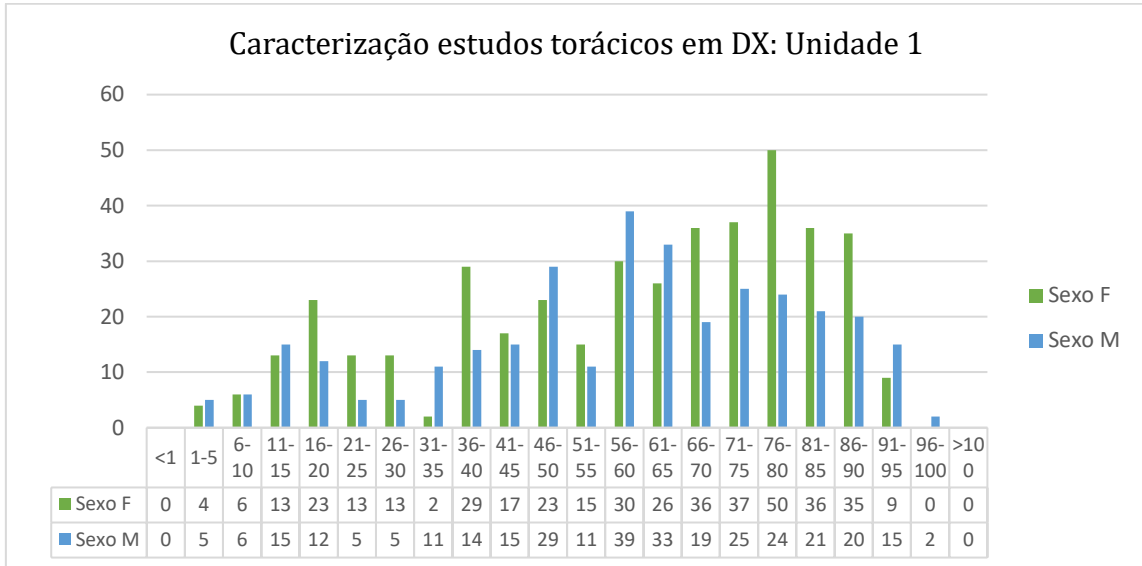
**Gráfico 12 - Nº estudos de tórax por género e faixa etária em CR – unidade 5**

A partir da análise dos gráficos 10 a 12 observa-se um maior número de estudos de tórax realizados na unidade 1 comparativamente às restantes unidades do CH. Destes, 1256 foram executados por utentes do sexo feminino e 1029 por utentes do sexo masculino, tendo a faixa etária dos 76-85 anos prevalecido de forma idêntica, para ambos os géneros. Por outro lado, apenas 2 utentes com idade superior a 100 anos realizaram radiografia ao tórax nesta unidade, durante o mês de janeiro de 2018.

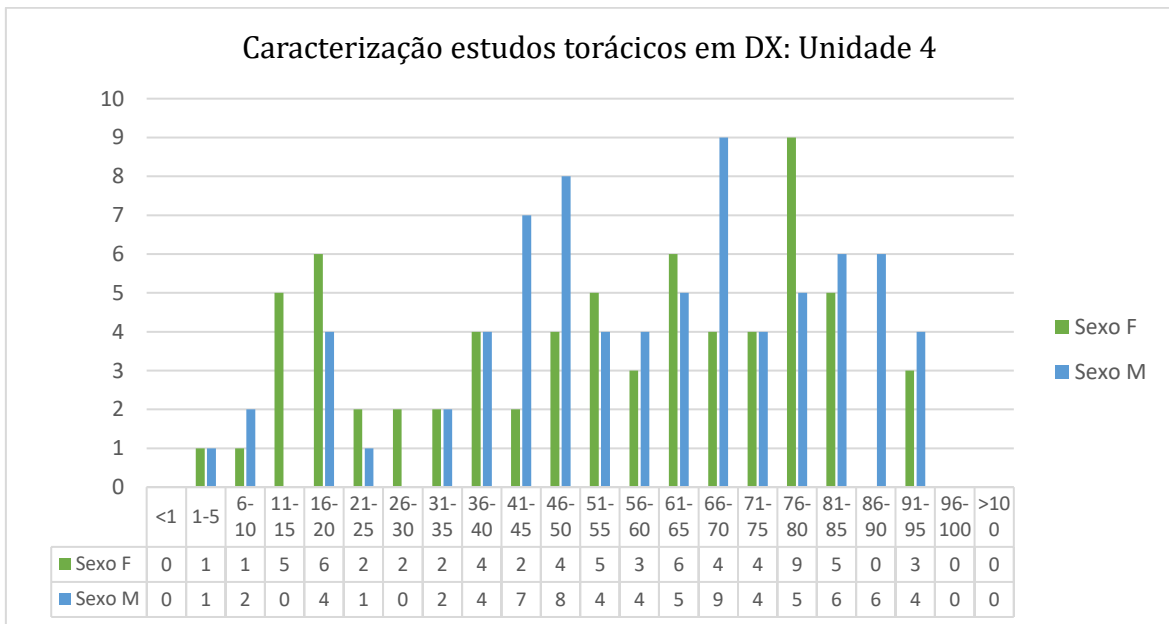
Ao contrário do que se verificou na unidade 1, dos 173 estudos torácicos em CR realizados na unidade 2 durante o mês de janeiro, 114 deles foram realizados por utentes do sexo masculino, predominando a faixa etária dos 56-60 para este género. Para o sexo oposto, o pico de estudos foi atingido por pacientes pertencentes à faixa etária dos 66 aos 70 anos de idade. De notar que a idade máxima registada foi de 85 para ambos os sexos, não existindo registo de radiografias torácicas realizadas por utentes com idades superiores, durante o mês em questão.

Ainda no âmbito de CR, é correto afirmar-se que a unidade 5 foi a que registou um menor número de exames ao tórax realizados durante o mês de janeiro (72), quando comparada às restantes. Estes foram realizados maioritariamente por utentes pertencentes à faixa etária dos 86-90 anos, tanto para o sexo feminino como para o sexo masculino. De frisar que esta foi a unidade em que não houve registo de radiografias torácicas realizadas a indivíduos entre os 0 e os 45 anos, durante o mês em questão.

A distribuição do número de estudos ao tórax, por género e faixa etária para cada uma das unidades que constitui a modalidade DX encontra-se apresentada gráficos seguintes:



**Gráfico 13 - Nº estudos de tórax por género e faixa etária em DX – unidade 1**



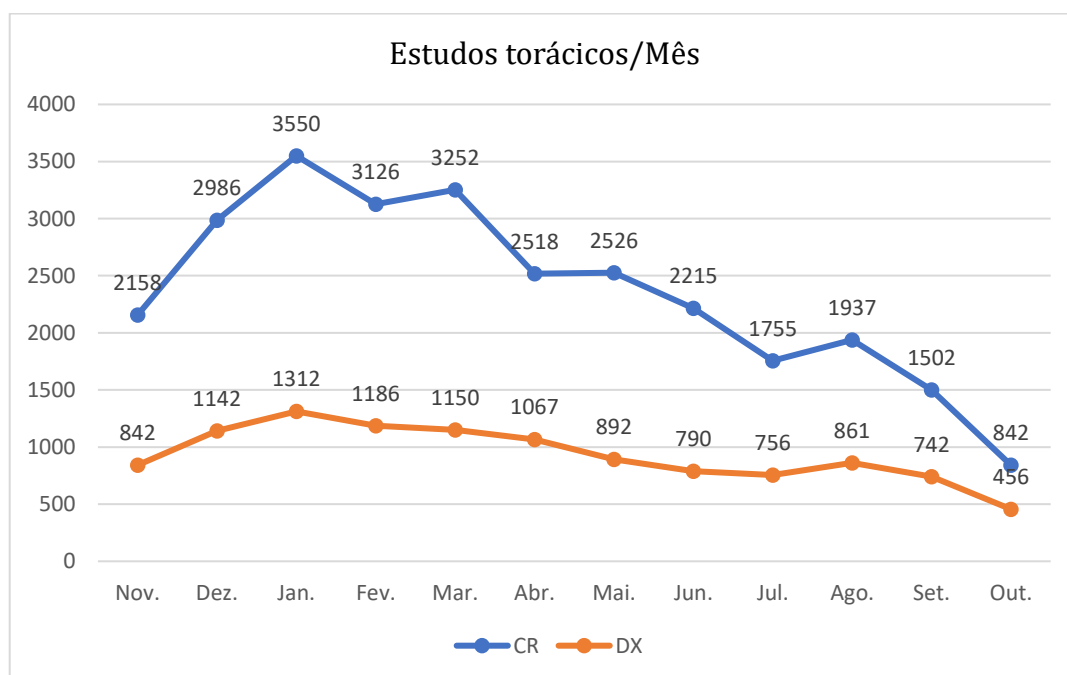
**Gráfico 14 - Nº estudos de tórax por género e faixa etária em DX – unidade 4**

Relativamente à modalidade DX, através da análise dos gráficos 13 e 14 verifica-se igualmente que a unidade 1 foi a responsável pela realização da maior parte dos exames torácicos, em comparação com a unidade 4. Destes, 417 foram executados por indivíduos do sexo feminino, tendo a faixa etária dos 76-80 anos dominado para este género. Já o pico de estudos realizados maioritariamente por utentes do sexo masculino foi atingido na faixa etária dos 56-60 anos de idade, para esta unidade.

Na unidade 4 os utentes que registaram um maior número de exames ao tórax tinham entre os 76 e os 80 anos e eram do sexo feminino. Já para o sexo masculino a faixa etária dos 66-70 foi a que registou um maior número de estudos torácicos, durante o período de estudo.

No que diz respeito à faixa etária com menor prevalência para a modalidade DX, verifica-se em ambas as unidades um menor número de radiografias ao tórax realizadas em crianças com idades inferiores a 11 anos e a inexistência de estudos executados por indivíduos com menos de 1 ano de idade.

De forma a caracterizar mensalmente a procura deste tipo de exames, procedeu-se à identificação dos estudos torácicos realizados em CR e DX para o período de estudo. O gráfico 15 ilustra a variação, ao longo de um ano, da realização de estudos torácicos para cada uma das modalidades:



**Gráfico 15 - N° estudos de tórax realizados anualmente no âmbito de CR e DX**

A partir do gráfico 15 observa-se, para ambas as modalidades, uma maior realização de radiografias ao tórax durante o mês de janeiro, altura durante a qual ocorre maior atividade gripal segundo dados da DGS<sup>6</sup> e que pode justificar uma maior procura ao serviço. Estes correspondem a cerca de 33% do volume total de exames realizados em CR e 50% em DX, tendo como referência os valores apresentados na tabela 16.

Em oposição, o mês de outubro foi o que registou uma menor procura, tendo-se realizado 842 e 456 radiografias torácicas para as modalidades CR e DX, respetivamente.

### 5.5.1 Histórico Imagiológico Individual

Segundo o Relatório sobre os resultados do projeto *Dose Datamed 2 Portugal*, o exame com maior expressividade em Portugal é o estudo radiográfico do tórax com aproximadamente 400 exames/1000 habitantes, correspondendo ao “exame que mais contribui para a dose coletiva à escala europeia” [37].

A análise de exposição permitiu a identificação das faixas etárias em que existe um maior número de estudos torácicos realizados por paciente, o que pode ter implicações no Histórico Imagiológico Individual.

A análise da informação relativa ao histórico imagiológico individual começou com a identificação do paciente que, em cada unidade de saúde realizou mais radiografias ao tórax (consulta realizada sobre os atributos “*Study Description*” e “*Study Instance UID*”) no âmbito das modalidades CR e DX.

Após conhecido o seu identificador único (atributo DICOM *Patient ID*) foi realizada uma pesquisa somente com este atributo em cada uma das instituições, estando os resultados apresentados na tabela 14.

---

<sup>6</sup> Retirado de: DGS - Direção Geral de Saúde  
Disponível em <https://www.dgs.pt>

**Tabela 14 - Histórico imagiológico individual em CR e DX**

Modalidade de pesquisa	Unidade de saúde	ID do paciente	Sexo	Idade	Estudo	Nº estudos	Período temporal
<b>DX</b>	1	3....7	F	88	“TORAX 1 INCIDENCIA”	2	20180109
					“TORAX 2 INCIDENCIAS”	4	a 20180116
<b>CR</b>	1	1....0	F	81	“T√≥rax”	8	20171128
					“TORAX 1 INCIDENCIA”	3	a
					“Tórax”	2	20180725

## 5.6 Discussão de Resultados

A caracterização da população, realizada com base nos atributos “*Patient ID*”, “*Patient Age*”, “*Modality*”, “*Patient Birth Date*” e “*Study Date*” permitiu determinar o número de pacientes pertencentes a uma determinada faixa etária, por cada uma das modalidades analisadas no período previsto. Tais resultados permitiram identificar o intervalo etário predominante em cada uma das modalidades, não tendo este se apresentado em concordância com nenhuma das valências analisadas, como se pôde verificar pelos gráficos 1 a 6.

Ainda assim, a caracterização da população por faixa etária foi útil para perceber que as modalidades de CR e DX são as responsáveis pela realização de estudos a uma população mais envelhecida contraditoriamente à modalidade RF, que apresentou resultados percentuais consideráveis para uma população mais jovem.

A análise sazonal deu a conhecer a variação da afluência de pacientes ao serviço de Imagiologia. Esta baseou-se nos atributos “*Patient ID*” e “*Study Instance UID*” para identificar, respetivamente, o número de pacientes e de estudos realizados entre 1 de novembro de 2017 a 31 de outubro de 2018, por cada umas das modalidades.



Tal análise permitiu conhecer o mês com menor e maior afluência de utentes ao serviço e perceber qual a sua variação durante o período de estudo. De salientar que a amostra para a modalidade CR foi significativamente superior às restantes, contando com 6719 pacientes e 10708 exames realizados maioritariamente durante o mês de janeiro. Já a modalidade CT atingiu o pico de maior afluência ao serviço em agosto, mês em que foram realizados 3379 estudos de imagem por 3621 pacientes.

Por outro lado, o mês de outubro registou os valores mais baixos tanto do número de pacientes, como do número de exames para as modalidades DX e RF enquanto que as modalidades de MG e XA não registaram uma grande variação. De referir que a discordância obtida relativamente ao número de pacientes e exames se deve à possibilidade do mesmo paciente ter efetuado mais do que um estudo, no âmbito da mesma modalidade.

Este aspeto verificou-se mais preeminente nas modalidades de CR, CT, DX e XA, onde é comum a realização de múltiplos estudos pelo mesmo utente, comparativamente às modalidades MG e RF em que os valores obtidos se revelaram quase sempre constantes para estas variáveis.

A análise da eficiência dos equipamentos de imagem, realizada com base nos atributos DICOM: “*Manufacturer*”, “*Manufacturer Model name*” e “*Modality*” possibilitou a comparação sazonal de utilização de equipamentos pertencentes à mesma modalidade, tendo-se concluído que o mês de janeiro foi, igualmente, o que registou um maior número de estudos por parte dos equipamentos pertencentes à modalidade CR.

Já a análise de exposição individual permitiu identificar por género e faixa etária, os pacientes com estudos torácicos realizados pelas modalidades CR e DX, ao longo de um ano. Esta revelou um maior número de radiografias ao tórax realizadas maioritariamente por pacientes do sexo feminino com idades entre os 66 e os 85 anos, para ambas as modalidades.

Da análise da informação relativa ao histórico imagiológico individual, foram conhecidos os dois pacientes que, em cada modalidade, apresentaram um maior número de estudos de tórax realizados durante o período de estudo.

### 5.6.1 Qualidade dos Metadados

No âmbito da utilização de metadados DICOM, o registo inadequado de informação pode comprometer a realização de estudos sobre os mesmos. O uso de informação DICOM só é vantajosa se os metadados possuírem a qualidade desejável para alcançar os objetivos associados à sua utilização. Esta passa não só pela existência de dados de interesse, como também pela inexistência de erros [33].

Da amostra final fizeram parte os metadados DICOM pertencentes a 170129 estudos realizados a 100823 pacientes. Como se pode constatar, o contributo de cada unidade de saúde varia de acordo com a sua dimensão e tipo de cuidados prestados.

Por exemplo, na unidade 1 e 4 são realizados estudos radiográficos ao tórax nas modalidades CR e DX, simultaneamente. Os estudos de mamografia são executados na modalidade MG nas unidades 2 e 3. Já os estudos de tomografia computadorizada são realizados em todas as unidades pela modalidade CT. Quanto aos estudos de angiografia e radiofluoroscopia, afirma-se que os mesmos são realizados nas unidades 2 e 3, no âmbito das modalidades de XA e RF, respetivamente. O número de pacientes, por modalidade variou entre os 5 pacientes na modalidade XA e os 43220 na modalidade CR (unidade 2).

No âmbito dos metadados que resultaram da prestação de cuidados em Imagiologia, verificou-se uma variabilidade no número de atributos DICOM utilizados para identificação dos utilizadores, equipamentos e estudos imagiológicos provenientes das modalidades analisadas. Esta oscilou entre os 29 atributos disponibilizados pelas modalidades CR, DX e RF e os 157 disponibilizados pela modalidade MG.

A variabilidade no número de atributos disponibilizados e a forma como são utilizados não só para a caracterização dos profissionais envolvidos na prestação de cuidados de saúde, como também para a caracterização dos equipamentos e estudos imagiológicos foi evidente em todas as modalidades.

A caracterização do número de atributos disponibilizados nas diferentes modalidades tornou claro que, apesar de alguns campos serem facultados pelos fabricantes de cada equipamento, muitos deles não são preenchidos na totalidade.

Tal disparidade levou a que fossem excluídos da amostra todos os estudos com campos não preenchidos. Para o efeito, os atributos “*Modalities in Study*”, “*Number of Study Related Instances*”, “*Patient Telephone Numbers*”, “*Performed Location*” e “*Priority*”, identificados em todas as modalidades, foram excluídos dado não possuírem a qualidade desejada face aos objetivos da sua utilização (Anexo 2).

No âmbito dos atributos disponibilizados, observou-se que 13 deles eram comuns a todas as modalidades (figura 11) e que por isso podiam estar associados ao facto de serem de preenchimento automático, isto é, independentes do envolvimento do operador. Quanto aos restantes, verificou-se que houve uma série de atributos que, apesar de serem de preenchimento automático, não foram disponibilizados na maioria das vezes (e.g. “*Patient Age*”). Tal facto pode estar relacionado com múltiplos fatores, tais como a introdução manual dos dados relativos à idade do paciente em cenários de emergência médica (quando estes não fazem parte do sistema de informação hospitalar), falhas de rede nas transações entre sistemas de informação HIS e RIS e ainda atualizações deficitárias da base de dados [33].

No âmbito dos atributos que identificam os prestadores de saúde (sejam estes profissionais requisitantes ou executantes) verificou-se, através dos dados apresentados nas tabelas que compõem o “Anexo 2”, um preenchimento inexistente do atributo “*Performing Physician Name*” em quatro das seis modalidades analisadas. Isto faz com que nem sempre seja possível a identificação do profissional responsável pela realização do procedimento. Já o atributo “*Operator Name*” surgiu em cinco de seis modalidades, tendo sido excluído para a modalidade XA. Contudo, verificaram-se diferenças significativas quando da utilização deste pelas diferentes unidades e modalidades. Tal ocorrência pode ser justificada pelo facto de este se tratar de um atributo DICOM de preenchimento opcional ou não automático, o que torna oportuno a normalização da sua utilização.

Também a inexistência de preenchimento dos atributos “*Referring Physician Name*” e “*Referring Physician*” para as modalidades XA e MG, respetivamente, dificultou a identificação do clínico requisitante, o que pode originar problemas de comunicação e partilha de informação entre profissionais de saúde

Tendo em conta o número de pacientes e estudos que constituíram a amostra final, as percentagens de exclusão revelaram-se significativas, apesar do esforço de normalização por parte da modalidade CT que revelou uma maior consistência no número de campos preenchidos, relativamente às restantes modalidades.

### 5.6.2 Considerações finais

A metodologia apresentada no trabalho provou que a utilização dos metadados DICOM pertencentes a estudos imagiológicos armazenados no PACS de diferentes unidades de saúde é eficaz para caracterizar a utilização dos equipamentos de imagem médica e afluência de pacientes ao serviço de Imagiologia e por isso fornecer informações valiosas da produtividade e eficiência dos vários departamentos.

A demonstração da exequibilidade da análise realizada no âmbito da qualidade de prestação de cuidados de saúde, ainda que numa escala temporal reduzida, permitiu não só estabelecer relações entre os diferentes intervenientes da ação, como também interpretar os resultados inerentes à prestação de cuidados. A interpretação dos resultados que emergem da realização do estudo manifesta-se na qualidade final da prestação de cuidados. Desta forma assume-se que o pedido de requisição do estudo imagiológico tem influência na utilização de recursos, sejam estes materiais ou humanos.

No âmbito da interpretação dos resultados da prestação de cuidados, é correto afirmar que o paciente assume um papel importante, já que as suas características influenciam a forma de como o Técnico de Radiologia executa o exame e daí a utilização da informação clínica constituir uma parte fundamental do seu desempenho. A qualidade desta informação pode no entanto ser comprometida por fatores diretamente relacionados com a prestação de cuidados, tais como os serviços heterogéneos disponibilizados pelos diferentes fabricantes de equipamentos e pelos próprios sistemas de informação.

O contributo de cada interveniente no âmbito da prestação de cuidados em Imagiologia está dependente do seu desempenho individual. A utilização de metadados DICOM para caracterização desta prestação permite o desenvolvimento de indicadores de desempenho do serviço, que podem ocorrer no âmbito da análise de desempenho de cada profissional ou ainda ser inseridos em iniciativas que tenham por objetivo a análise da qualidade da prestação de cuidados.

# Capítulo 6 – Conclusão e Perspetivas Futuras

---

## 6.1 Conclusão

A maior parte da informação que resulta do exercício profissional no âmbito da Imagiologia faz parte de um conjunto de metadados armazenados em diferentes arquivos das entidades de saúde. A metodologia de extração dos metadados armazenados foi suportada a partir de uma ferramenta de acesso gratuito, desenvolvida pelo departamento de Bioinformática da Universidade de Aveiro, denominada *Dicoogle Open Source PACS*.

Quando analisados os metadados DICOM relativos aos estudos armazenados nos diferentes arquivos de imagem médica, tornou-se evidente a quantidade de informação que pode resultar da prestação de cuidados de Imagiologia. A consolidação dos metadados acedidos a partir do *Dicoogle* permitiu uma melhor compreensão da evolução do número de estudos efetuados pela população, ao fornecer uma visão geral do departamento de Imagiologia.

A análise sazonal deu a conhecer a variação da afluência de pacientes ao serviço de Imagiologia e identificar os meses com maior e menor número de estudos imagiológicos realizados por cada uma das modalidades, durante o período de estudo. Desta concluiu-se que o mês de Janeiro foi o que registou tanto um maior número de pacientes como de exames para as modalidades CR, DX e RF. Já o mês de Outubro registou os valores mais baixos para pelo menos quatro, das seis valências analisadas, entre as quais CR, MG, DX e XA.

A análise de eficiência dos equipamentos pertencentes à mesma modalidade permitiu a comparação sazonal da sua utilização de forma a identificar o mês e equipamento com mais estudos imagiológicos realizados. Desta concluiu-se igualmente que o mês de janeiro foi o período em que ocorreu maior realização de exames, por parte do equipamento “CR\_3” para a modalidade CR. Na modalidade CT, o equipamento “CT\_1” foi o que mais produziu durante o mês de maior afluência ao serviço (agosto de 2018).

No âmbito da análise de exposição individual, foram dados a conhecer os utentes com maior número de estudos torácicos realizados pelas modalidades CR e DX. Tratam-se de duas pacientes do sexo feminino com 81 e 88 anos e que realizaram mais do que uma radiografia de tórax durante o período de estudo, respetivamente.

Os resultados obtidos a partir das várias análises permitiram identificar situações em que podem ser utilizados procedimentos de melhoria no âmbito da exposição a que a população é submetida e no âmbito de uma melhor gestão de utilização de equipamentos de imagem médica.

O desenvolvimento do presente relatório teve como questão inicial de investigação a pergunta “É possível caracterizar a utilização de recursos de imagem médica ao longo do tempo e a sua repercussão na exposição da população à radiação ionizante, com base nos metadados DICOM pertencentes a estudos imagiológicos armazenados no PACS?”. Face aos resultados obtidos, diríamos que a resposta a esta questão apontou no sentido positivo. As análises apresentadas no trabalho não só permitiram avaliar a utilização dos recursos imagiológicos pertencentes ao serviço de Imagiologia, como também caracterizar a sua repercussão.

## 6.2 Perspetivas Futuras

O presente trabalho foi desenvolvido de forma a caracterizar a utilização de recursos de imagem médica ao longo do tempo e a sua repercussão na exposição da população à radiação ionizante com base em metadados DICOM.

A análise dos resultados obtidos evidenciou alguma incongruência na utilização dos metadados face à falta de normalização. A variabilidade no número de atributos disponibilizados para a caracterização dos profissionais e equipamentos imagiológicos foi evidente em todas as modalidades estudadas, aspeto que poderá merecer uma maior atenção para facilitar a integração futura de informação DICOM proveniente de diferentes fontes.

A exclusão de pacientes por défice de preenchimento dos campos relativos aos estudos de imagem realizados revelou ser a principal limitação do estudo e prendeu-se com a falta de qualidade dos metadados DICOM analisados e que por esse motivo foram excluídos da amostra.

As direções futuras para o presente estudo passam assim por direções que permitam de certa forma melhorar a metodologia adotada, quer no âmbito das estratégias de acesso e extração de metadados, quer no âmbito da gestão de qualidade dos mesmos.

## Referências bibliográficas

- [1] D. Ramalho, “*DICOM Server: Aplicação para aquisição e encaminhamento automáticos de imagens médicas entre instituições de saúde*”, FEUP, 2014. Dissertação de mestrado
- [2] F. Valente, C. Costa, and A. Silva, “*Dicoogle, a Pacs Featuring Profiled Content Based Image Retrieval*,” PLoS One, vol. 8, 2013.
- [3] E. Samei [et al.], “*AAPM / RSNA Tutorial on Equipment Selection : PACS Equipment Overview General Guidelines for Purchasing and Acceptance Testing of PACS Equipment*”, RadioGraph., pp. 313–334, 2004.
- [4] M. Santos [et al.], “*DICOM Metadata Access, Consolidation and Usage in Radiology Department Performance Analysis. A Non-proprietary Approach*”, Procedia Comput. Sci, vol. 64, pp. 651–658, 2015.
- [5] M. Santos [et al.], “*DICOM metadata aggregation from multiple healthcare facilities*”, ENBENG 2017 - 5th Portuguese Meeting on Bioengineering, Proceedings, pp. 3–6, 2017.
- [6] A. Alves, “*Dicoogle: No-SQL for supporting Big Data environments*”, Universidade de Aveiro, 2016. Dissertação de mestrado
- [7] A. Sulieman [et al.], “*Assessment of medical radiation exposure to patients and ambient doses in several diagnostic radiology departments*”, Radiation Physics and Chemistry, vol. 140, pp. 202–206, 2017.
- [8] Report of the United Nations, “*UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE*”, 1964.
- [9] M. Santos [et al.], “*DICOM Metadata Analysis for Population Characterization: A Feasibility Study*” Procedia Computer Science, vol. 100, pp. 355–361, 2016.
- [10] M. Santos [et al.], “*Multi vendor DICOM metadata access: A multi site hospital approach using Dicoogle*”, 2013.
- [11] S. Campos, “*Dicoogle: Plataforma de análise para redes de imagem médica*”, Universidade de Aveiro, 2012. Dissertação de mestrado
- [12] P. Marques and S. Salomão, “*PACS: Picture Archiving and Communication Systems*”, 2009.
- [13] C. Costa [et al.], “*Dicoogle - An open source peer-to-peer PACS*”, Journal of Digital Imaging, vol. 24, pp. 848–856, 2011.
- [14] H. Huang, PACS Fundamentals, “*PACS and Imaging Informatics: Basic Principles and Applications – Second Edition*”, pp.217-387, 2010.
- [15] L. Velte, “*Repositório de Registo Electrónicos de saúde baseado em OpenEHR*”, 2011.
- [16] A. Cunha, “*Normas e Standards na Área da Informática Médica*”, 2003.
- [17] S. Rosslyn, “*Digital Imaging and Communications in Medicine ( DICOM ) Part 1 : Introduction and Overview*”, Medicine (Baltimore), pp. 1–22, 2011.

- [18] L. Silva [et al.], “*Normalizing medical imaging archives for dose quality assurance and productivity auditing*”, IEEE MeMeA - IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications, 2014.
- [19] DICOM Overview [Internet] disponível em: <http://dicom.nema.org/>. Acedido a Maio de 2018.
- [20] S. Horiil [et al.], “*DICOM: An Introduction to the Standard*”, 1993.
- [21] O. Pianykh, DICOM Communications, “*Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM): A practical introduction and survival guide*”, pp: 121-164, 2008.
- [22] W. Bidgood [et al.], “*Understanding and Using DICOM, the Data Interchange Standard for Biomedical Imaging*”, Journal of the American Medical Informatics Association, vol. 4, pp. 199–212, 1997.
- [23] M. Santos [et al.], “*DICOM and Clinical Data Mining in a Small Hospital PACS: A Pilot Study*”, Communications in Computer and Information Science, vol. 221 CCIS, pp. 254–263, 2011.
- [24] S. Doran [et al.], “*Informatics in Radiology Development of a Research PACS for Analysis of Functional Imaging Data in Clinical Research and Clinical Trials*”, RadioGraphics, vol. 32, pp: 2135-2150, 2012.
- [25] L. Silva [et al.], “*Normalizing Heterogeneous Medical Imaging Data to Measure the Impact of Radiation Dose*”, Journal of Digital Imaging, vol. 28, pp. 671–683, 2015.
- [26] M. Santos, A. Silva, and N. Rocha, “*Characterization of the Stakeholders of Medical Imaging Based on an Image Repository*” Recent Advances in Information Systems and Technologies, vol. 2, pp:825-834, 2017.
- [27] B.Marques, B.Pinto and T.Costa, “*Detection of Adverse Events Through Hospital*”, vol. 2, pp. 825-834, October 2017.
- [28] M. Hu [et al.], “*Informatics in Radiology: Efficiency Metrics for Imaging Device Productivity*”, RadioGraphics, vol. 31, pp. 603–616, 2011.
- [29] C. Teng [et al.], “*A Medical Image Archive Solution in the Cloud*”, Proceedings IEEE - International Conference on Software Engineering and Service Sciences, pp. 431–434, 2010.
- [30] B. Reiner, “*The Quality/Safety Medical Index: A Standardized Method for Concurrent Optimization of Radiation Dose and Image Quality in Medical Imaging*”, Journal of Digital Imaging, vol. 27, pp. 687–691, 2014.
- [31] M. Karami and R. Safdari, “*From Information Management to Information Visualization*”, Applied Clinical Informatics, vol. 07, pp.308-329, 2016.
- [32] Proteção de dados: O regulamento [Internet]. Disponível em <https://protecao-dados.pt/oregulamento/>. Acedido a 27-05-2018.
- [33] M.Santos, “*Indicadores de Desempenho Imagiológico Baseados em Meta-Informação*”, Universidade de Aveiro, 2015. Tese de doutoramento.
- [34] W and V. Raghupathi, “*Big data analytics in healthcare: promise and potential*”, Communications of the ACM, vol.55, pp.11-13, 2012.



- [35] A. Kansagra [et al.], "*Big Data and the Future of Radiology Informatics*", Academic Radiology, vol.23, pp.30-42, 2016.
- [36] M. Santos [et al.], "*DICOM metadata aggregation from multiple healthcare facilities*," 2017 IEEE 5th Portuguese Meeting on Bioengineering (ENBENG), pp. 1-4, Coimbra, 2017.
- [37] P.Teles [et al]., "*Relatório sobre os resultados do projecto Dose Datamed 2 Portugal*", Image Wisely, pp.1-40, 2012.
- [38] S. Suehring, "*MySQLTM Bible*", Wiley Pub, 202, p. 661, isbn: 0-7645-4932-4.
- [39] U. Dar [et al.], *PostgreSQL server programming*, p. 320, isbn: 9781783980598.
- [40] T. Conrad, "*Postgresql vs. mysql vs. commercial databases: it's all about what you need*", Jupitermedia Corporation, pp. 1-5, 2004.
- [41] A. Sharma [et al.], "*A federating gateway to access remote image data resources over the grid*", Journal of Digital Imaging, 22(1):1-10, 2009.
- [42] Microsoft. Microsoft HealthVault [Internet]. Disponível em [www.healthvault.com.com/](http://www.healthvault.com.com/). Acedido a Julho de 2018.
- [43] DicomGrid [Internet]. Disponível em <http://www.dicomgrid.com/>. Acedido a Julho de 2018
- [44] ClearCanvas [Internet]. Disponível em <http://www.clearcanvas.ca/>. Acedido a Julho de 2018.
- [45] F.Attix, "*Introduction to radiological physics and radiation dosimetry*", 1986.

# Anexos

---

## Anexo 1

**Tabela 1.1:** Identificação dos atributos transversais à modalidade de CR

IOD CR	Equipamentos				
	Agfa CR85	Fuji Photo Film	Philips Digital Diagnost	P. Digital Diagnost C50	P. Mobile Diagnost wDR
<i>Acession Number</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Institution Department Name</i>	✓		✓	✓	✓
<i>Institution Name</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Manufacturer</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Manufacturer Model Name</i>	✓		✓	✓	✓
<i>Modalities in Study</i>					
<i>Modality</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Nr of Study Related Instances</i>					
<i>Operator Name</i>	✓		✓	✓	✓
<i>Patient Age</i>			✓	✓	✓
<i>Patient Birth Date</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Patient ID</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Patient Name</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Patient Sex</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Patient Telephone Numbers</i>					
<i>Performed Location</i>					
<i>Performing Physician Name</i>					
<i>Pregnancy Status</i>			✓	✓	✓
<i>Priority</i>					
<i>Referring Physician Name</i>	✓		✓	✓	✓
<i>Series Description</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Series Instance UID</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Series Number</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>SOP Instance UID</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Study Date</i>	✓	✓	✓	✓	✓

<i>Study Description</i>	✓		✓	✓	✓
<i>Study ID</i>	✓		✓	✓	✓
<i>Study Instance UID</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Study Time</i>	✓	✓	✓	✓	✓

**Tabela 1.1:** Identificação dos atributos transversais à modalidade de DX

<b>IOD DX</b>	<b>Equipamentos</b>	
	Philips Digital Diagnost	Philips Easy Upgrade
<i>Accession Number</i>	✓	✓
<i>Institution Department Name</i>	✓	✓
<i>Institution Name</i>	✓	✓
<i>Manufacturer</i>	✓	✓
<i>Manufacturer Model Name</i>	✓	✓
<i>Modalities in Study</i>		
<i>Modality</i>	✓	✓
<i>Number of Study Related Instances</i>		✓
<i>Operator Name</i>	✓	✓
<i>Patient Age</i>	✓	✓
<i>Patient Birth Date</i>	✓	✓
<i>Patient ID</i>	✓	✓
<i>Patient Name</i>	✓	✓
<i>Patient Sex</i>	✓	✓
<i>Patient Telephone Numbers</i>		
<i>Performed Location</i>		
<i>Performing Physician Name</i>		
<i>Pregnancy Status</i>	✓	✓
<i>Priority</i>		
<i>Referring Physician Name</i>	✓	✓
<i>SOP Instance UID</i>	✓	✓
<i>Series Description</i>	✓	✓
<i>Series Instance UID</i>	✓	✓

<i>Series Number</i>	✓	✓
<i>Study Date</i>	✓	✓
<i>Study Description</i>	✓	✓
<i>Study ID</i>	✓	✓
<i>Study Instance UID</i>	✓	✓
<i>Study Time</i>	✓	✓

**Tabela 1.2:** Identificação dos atributos transversais à modalidade de CT

<b>IOD CT</b>	<b>Equipamentos</b>		
	Philips Big Bore	Philps Brilliance 6	Siemens S.Scope
<i>Accession Number</i>	✓	✓	✓
<i>Acquisition Date</i>	✓	✓	✓
<i>Acquisition Number</i>			✓
<i>Acquisition Time</i>	✓	✓	✓
<i>Admission ID</i>			
<i>Allergies</i>			
<i>Angular Position</i>			
<i>Bits Allocated</i>	✓	✓	✓
<i>Bits Stored</i>	✓	✓	✓
<i>Body Part Examined</i>	✓		✓
<i>Burned In Annotation</i>	✓		
<i>Columns</i>	✓	✓	✓
<i>Comments on Radiation Dose</i>	✓		
<i>Confidentiality Constraint on Patient</i>			
<i>Content Date</i>	✓	✓	✓
<i>Content Time</i>	✓	✓	✓
<i>Contrast Bolus Agent</i>			
<i>Conversion Type</i>	✓		✓
<i>Convolution Kernel</i>		✓	✓
<i>CTDI vol</i>			✓

<i>Data Collection Diameter</i>	✓	✓	✓
<i>Data Description</i>			
<i>Date of Last Calibration</i>			✓
<i>Date of Secondary Capture</i>			✓
<i>Derivation Description</i>	✓		✓
<i>Device Serial Number</i>			✓
<i>Distance Source to Detector</i>	✓		✓
<i>Distance Source To Patient</i>			✓
<i>Estimated Dose Saving</i>	✓	✓	✓
<i>Exposure</i>	✓	✓	✓
<i>Exposure Modulation Type</i>		✓	✓
<i>Exposure Time</i>	✓		
<i>Filter Type</i>	✓	✓	✓
<i>Focal Spots</i>		✓	✓
<i>Frame Of Reference UID</i>		✓	✓
<i>Gantry Detector Tilt</i>	✓	✓	✓
<i>Generator Power</i>			✓
<i>High Bit</i>	✓	✓	✓
<i>Image Comments</i>	✓	✓	
<i>Image Frame Origin</i>			✓
<i>Image Orientation Patient</i>		✓	✓
<i>Image Position Patient</i>		✓	✓
<i>Image Type</i>	✓	✓	
<i>Implementation Class UID</i>	✓	✓	✓
<i>Implementation Version Name</i>	✓	✓	✓
<i>Instance Creation Date</i>	✓	✓	
<i>Instance Creation Time</i>	✓	✓	
<i>Instance Number</i>	✓	✓	✓
<i>Institution Address</i>	✓	✓	✓
<i>Institution Department Name</i>	✓	✓	
<i>Institution Name</i>	✓	✓	✓
<i>Issuer of Patient ID</i>			✓
<i>KVP</i>	✓	✓	

<i>Laterality</i>			
<i>Lossy Image Compression</i>			
<i>Manufacturer</i>	✓	✓	✓
<i>Manufacturer Model Name</i>	✓	✓	✓
<i>Media Storage SOP Class UID</i>	✓	✓	✓
<i>Media Storage SOP Instance. UID</i>	✓	✓	✓
<i>Medical Alerts</i>			
<i>Modalities in Study</i>			
<i>Modality</i>	✓	✓	✓
<i>Number of Frames in Overlay</i>			✓
<i>Number of Study Related Instances</i>			
<i>Operator Name</i>		✓	
<i>Other Patient IDs</i>			
<i>Overlay Bits Allocated</i>	✓		✓
<i>Overlay Bit Position</i>			✓
<i>Overlay Columns</i>			✓
<i>Overlay Description</i>			✓
<i>Overlay Origin</i>	✓		✓
<i>Overlay Rows</i>	✓		✓
<i>Overlay Type</i>	✓		✓
<i>Patient Age</i>	✓	✓	✓
<i>Patient Birth Date</i>	✓	✓	✓
<i>Patient ID</i>	✓	✓	✓
<i>Patient Name</i>	✓	✓	✓
<i>Patient Orientation</i>			
<i>Patient Position</i>	✓	✓	
<i>Patient Sex</i>	✓	✓	✓
<i>Patient State</i>			
<i>Patient Telephone Numbers</i>			
<i>Patient Weight</i>			
<i>Performed Location</i>			
<i>Performing Physician Name</i>			

<i>Performed Procedure Step Description</i>	✓	✓	
<i>Performed Procedure Step ID</i>	✓	✓	
<i>Performed Procedure Step Start Date</i>			
<i>Performed Procedure Step Start Time</i>			
<i>Performing Physician Name</i>			
<i>Photometric Interpretation</i>	✓	✓	✓
<i>Pixel Representation</i>	✓	✓	✓
<i>Pixel Spacing</i>		✓	
<i>Planar Configuration</i>			
<i>Position Reference Indicator</i>			
<i>Pregnancy Status</i>	✓	✓	
<i>Pre Medication</i>			
<i>Priority</i>			
<i>Protocol Name</i>	✓	✓	✓
<i>Reconstruction Diameter</i>	✓	✓	✓
<i>Referring Physician Name</i>	✓	✓	✓
<i>Requested Contrast Agent</i>			
<i>Requested Procedure Description</i>			✓
<i>Rescale Intercept</i>	✓	✓	✓
<i>Rescale Slope</i>	✓	✓	✓
<i>Rotation Direction</i>	✓	✓	✓
<i>Rows</i>	✓	✓	✓
<i>Samples Per Pixel</i>	✓	✓	✓
<i>Scan Arc</i>	✓		
<i>Scan Options</i>	✓	✓	
<i>Scheduled Step Start Date</i>			
<i>Scheduled Step End Date</i>			
<i>Scheduled S. Start Time</i>			
<i>Scheduled S. End Time</i>			
<i>Secondary Capture M.</i>	✓	✓	
<i>Secondary C. Model Name</i>	✓	✓	



<i>Secondary Software Version</i>	✓		
<i>Series Date</i>			✓
<i>Series Description</i>		✓	✓
<i>Series Instance UID</i>	✓	✓	✓
<i>Series Number</i>	✓	✓	✓
<i>Series Time</i>			✓
<i>Single Collimation Width</i>			✓
<i>Slice Location</i>		✓	
<i>Slice Thickness</i>		✓	
<i>Software Versions</i>	✓	✓	✓
<i>SOP Class UID</i>	✓	✓	✓
<i>SOP Instance UID</i>	✓	✓	✓
<i>Special Needs</i>			
<i>Specific Character Set</i>			✓
<i>Station Name</i>	✓	✓	✓
<i>Study Date</i>	✓	✓	✓
<i>Study Description</i>	✓	✓	✓
<i>Study ID</i>	✓	✓	✓
<i>Study Instance UID</i>	✓	✓	✓
<i>Study Time</i>	✓	✓	✓
<i>Table Height</i>	✓	✓	✓
<i>Table Speed</i>			✓
<i>Time of Last Calibration</i>			✓
<i>Time of Secondary Capture</i>			✓
<i>Total Collimation Width</i>			✓
<i>Total Number of Exposures</i>	✓		
<i>Transfer Syntax UID</i>	✓	✓	✓
<i>Window Center</i>	✓	✓	✓
<i>Window Center Width Explanation</i>			✓
<i>Window Width</i>	✓	✓	✓
<i>XRay Tube Current</i>	✓	✓	✓

**Tabela 1.4:** Identificação dos atributos transversais à modalidade de XA

<b>IOD XA</b>	<b>Equipamentos</b>		
	<i>Philips Veradius</i>	<i>Philips BV Pulsera</i>	<i>Philips AlluraXper</i>
<i>Accession Number</i>			
<i>Bits Allocated</i>	✓	✓	✓
<i>Bits Stored</i>	✓	✓	✓
<i>Columns</i>	✓	✓	✓
<i>Content Date</i>	✓	✓	✓
<i>Content Time</i>	✓	✓	✓
<i>Conversion Type</i>	✓	✓	✓
<i>Date of Secondary Capture</i>	✓	✓	✓
<i>High Bit</i>	✓	✓	✓
<i>Image Type</i>	✓	✓	✓
<i>Implementation Class UID</i>	✓	✓	✓
<i>Implementation Version Name</i>	✓	✓	✓
<i>Instance Number</i>	✓	✓	✓
<i>Institution Department Name</i>			
<i>Institution Name</i>	✓	✓	✓
<i>Laterality</i>			
<i>Manufacturer</i>	✓	✓	✓
<i>Manufacturer Model Name</i>	✓	✓	✓
<i>Media Storage SOP Class UID</i>	✓	✓	✓
<i>Media Storage SOP Inst. UID</i>	✓	✓	✓
<i>Modalities in Study</i>			
<i>Modality</i>	✓	✓	✓
<i>Number of Study Related Instances</i>			
<i>Operator Name</i>			
<i>Other Patient IDs</i>			
<i>Other Patient Names</i>			
<i>Patient Age</i>			
<i>Patient Birth Date</i>	✓	✓	✓

<i>Patient Birth Time</i>	✓	✓	✓
<i>Patient ID</i>	✓	✓	✓
<i>Patient Name</i>	✓	✓	✓
<i>Patient Orientation</i>			
<i>Patient Sex</i>	✓	✓	✓
<i>Patient Telephone Numbers</i>			
<i>Patient Weight</i>			
<i>Performed Location</i>			
<i>Performed Procedure Step Description</i>	✓	✓	✓
<i>Performed P.S. Start Date</i>	✓	✓	✓
<i>Performed P.S. Start Time</i>	✓	✓	✓
<i>Performing Physician Name</i>			
<i>Photometric Interpretation</i>	✓	✓	✓
<i>Pixel Representation</i>	✓	✓	✓
<i>Pregnancy Status</i>			
<i>Priority</i>			
<i>Protocol Name</i>			
<i>Referring Physician Name</i>			
<i>Rows</i>	✓	✓	✓
<i>SOP Class UID</i>	✓	✓	✓
<i>SOP Instance UID</i>	✓	✓	✓
<i>Samples per Pixel</i>	✓	✓	✓

**Tabela 1.5:** Identificação dos atributos transversais à modalidade de MG

IOD MG	Equipamentos
	<i>Philips Mammo Diagnost DR</i>
<i>Accession Number</i>	✓
<i>Acquisition Date</i>	✓
<i>Acquisition Device Processing Description</i>	✓
<i>Acquisition Time</i>	✓
<i>Additional Patient History</i>	
<i>Allergies</i>	
<i>Anode Target Material</i>	✓
<i>Bits Allocated</i>	✓
<i>Bits Stored</i>	✓
<i>Body Part Examined</i>	✓
<i>Body Part Thickness</i>	✓
<i>Breast Implant Present</i>	✓
<i>Burned in Annotation</i>	✓
<i>Collimator Left Vertical Edge</i>	✓
<i>Collimator Lower Horizontal lEdge</i>	✓
<i>Collimator Right Vertical Edge</i>	✓
<i>Collimator Shape</i>	✓
<i>Collimator Upper Horizontal lEdge</i>	✓
<i>Columns</i>	✓
<i>Compression Force</i>	✓
<i>Content Date</i>	✓
<i>Content Time</i>	✓
<i>Date of Last Detector Calibration</i>	✓
<i>Detector Active Dimensions</i>	✓
<i>Detector Active Origin</i>	✓
<i>Detector Active Shape</i>	✓
<i>Detector ID</i>	✓

<i>Detector Manufacturer Model Name</i>	✓
<i>Detector Manufacturer Name</i>	✓
<i>Detector Mode</i>	✓
<i>Detector Primary Angle</i>	✓
<i>Detector Temperature</i>	✓
<i>Detector Type</i>	✓
<i>Device Serial Number</i>	✓
<i>Distance Source to Detector</i>	✓
<i>Distance Source to Patient</i>	✓
<i>Entrance Dose</i>	✓
<i>Entrance Dose in mGy</i>	✓
<i>Estimated Radiographic Magnification Factor</i>	✓
<i>Ethnic Group</i>	
<i>Exposure</i>	✓
<i>Exposure Control Mode</i>	✓
<i>Exposure in uAs</i>	✓
<i>Exposure Time</i>	✓
<i>Exposure Time in uS</i>	✓
<i>Exposures on Detector Since Manufactured</i>	✓
<i>Field of View Dimensions</i>	✓
<i>Field of View Horizontal Flip</i>	✓
<i>Field of View Origin</i>	✓
<i>Field of View Rotation</i>	✓
<i>Field of View Shape</i>	✓
<i>FilterMaterial</i>	✓
<i>Focal Spots</i>	✓
<i>Frame Of Reference UID</i>	✓
<i>Grid</i>	✓

<i>High Bit</i>	✓
<i>Image And Fluoroscopy Area Dose Product</i>	✓
<i>Image Laterality</i>	✓
<i>Image Type</i>	✓
<i>Imager Pixel Spacing</i>	✓
<i>Imaging Service Request Comments</i>	
<i>Implementation Class UID</i>	✓
<i>Implementation Version Name</i>	✓
<i>Instance Number</i>	✓
<i>Institution Address</i>	✓
<i>Institution Department Name</i>	✓
<i>Institution Name</i>	✓
<i>Issue Date of Imaging Service Request</i>	
<i>Issuer of Patient ID</i>	✓
<i>KVP</i>	✓
<i>Lossy Image Compression</i>	✓
<i>Manufacturer</i>	✓
<i>Manufacturer Model Name</i>	✓
<i>Media Storage SOP Class UID</i>	✓
<i>Media Storage SOP Instance UID</i>	✓
<i>Medical Alerts</i>	
<i>Modalities in Study</i>	
<i>Modality</i>	✓
<i>Names of Intended Recipients of Results</i>	
<i>Number os Study Related Instances</i>	
<i>Operator Name</i>	✓
<i>Organ Dose</i>	✓

<i>Organ Exposed</i>	✓
<i>Other Patient IDs</i>	
<i>Partial View</i>	✓
<i>Patient Age</i>	✓
<i>Patient Birth Date</i>	✓
<i>Patient ID</i>	✓
<i>Patient Name</i>	✓
<i>Patient Orientation</i>	✓
<i>Patient Sex</i>	✓
<i>Patient Size</i>	✓
<i>Patient Telephone Numbers</i>	
<i>Patient Transport Arrangements</i>	
<i>Patient Weight</i>	✓
<i>Performed Location</i>	
<i>Performed Procedure Step Description</i>	✓
<i>Performed Procedure Step End Date</i>	✓
<i>Performed Procedure Step End Time</i>	✓
<i>Performed Procedure Step ID</i>	✓
<i>Performed Procedure Step Start Date</i>	✓
<i>Performed Procedure Step Start Time</i>	✓
<i>Performed Procedure Step Status</i>	
<i>Performed Station AETitle</i>	✓
<i>Performing Physician Name</i>	
<i>Photometric Interpretation</i>	✓
<i>Pixel Intensity Relationship</i>	✓
<i>Pixel Intensity Relationship Sign</i>	✓
<i>Pixel Representation</i>	✓

<i>Pixel Spacing</i>	✓
<i>Positioner Primary Angle</i>	✓
<i>Positioner Type</i>	✓
<i>PregnancyStatus</i>	✓
<i>Presentation Intent Type</i>	✓
<i>Presentation LUT Shape</i>	✓
<i>Priority</i>	
<i>Protocol Name</i>	✓
<i>Quality Control Image</i>	✓
<i>Reason for the Imaging Service Request</i>	
<i>Reason for the Requested Procedure</i>	
<i>Referring Physician Name</i>	✓
<i>Relative XRay Exposure</i>	✓
<i>Requested Procedure Comments</i>	
<i>Requested Procedure Description</i>	✓
<i>Request Procedure ID</i>	✓
<i>Request Procedure Priority</i>	
<i>Requesting Physician</i>	
<i>Requesting Service</i>	
<i>Rescale Intercept</i>	✓
<i>Rescale Slope</i>	✓
<i>Rescale Type</i>	✓
<i>Rows</i>	✓
<i>SOP Class UID</i>	✓
<i>SOP Instance UID</i>	✓
<i>Samples Per Pixel</i>	✓
<i>Series Date</i>	✓



<i>Series Description</i>	✓
<i>Series Instance UID</i>	✓
<i>Series Number</i>	✓
<i>Series Time</i>	✓
<i>Software Versions</i>	✓
<i>Spatial Resolution</i>	✓
<i>Specific Character Set</i>	✓
<i>Station Name</i>	✓
<i>Study Date</i>	✓
<i>Study Description</i>	✓
<i>Study ID</i>	✓
<i>Study Instance UID</i>	✓
<i>Study Time</i>	✓
<i>Time of Last Detector Calibration</i>	✓
<i>Total Number of Exposures</i>	✓
<i>Transfer Syntax UID</i>	✓
<i>View Position</i>	✓
<i>Window Center</i>	✓
<i>Window Width</i>	✓
<i>XRay Tube Current</i>	✓
<i>XRay Tube Current in uA</i>	✓

**Tabela 1.6:** Identificação dos atributos transversais à modalidade de RF

IOD RF	Equipamentos
	<i>Philips Digital Imaging</i>
<i>Accession Number</i>	✓
<i>Institution Department Name</i>	
<i>Institution Name</i>	✓
<i>Manufacturer</i>	✓
<i>Manufacturer Model Name</i>	✓
<i>Modalities in Study</i>	
<i>Modality</i>	✓
<i>Number of Study Related Instances</i>	
<i>Operator Name</i>	
<i>Patient Age</i>	
<i>Patient Birth Date</i>	✓
<i>Patient ID</i>	✓
<i>Patient Name</i>	✓
<i>Patient Sex</i>	✓
<i>Patient Telephone Numbers</i>	
<i>Performed Location</i>	
<i>Performing Physician Name</i>	
<i>Pregnancy Status</i>	
<i>Priority</i>	
<i>Referring Physician Name</i>	✓
<i>SOP Instance UID</i>	✓
<i>Series Description</i>	
<i>Series Instance UID</i>	✓
<i>Series Number</i>	✓
<i>Study Date</i>	✓
<i>Study Description</i>	✓
<i>Study ID</i>	
<i>Study Instance UID</i>	✓
<i>Study Time</i>	✓

**Tabela 1.7:** Atributos excluídos da amostra das modalidades CT, XA, MG e RF

<b>Modalidade</b>	<b>Atributos excluídos</b>
<b>CT</b>	<p><i>Admission ID</i>  <i>Allergies</i>  <i>Confidentiality Constraint on Patient</i>  <i>Data Description</i>  <i>Laterality</i>  <i>Medical Alerts</i>  <i>Modalities in Study</i>  <i>Number of Study Related Instances</i>  <i>Patient State</i>  <i>Patient Telephone Numbers</i>  <i>Patient Weight</i>  <i>Performed Location</i>  <i>Position Reference Indicator</i>  <i>Pre-Medication</i>  <i>Priority</i>  <i>Requested Contrast Agent</i>  <i>Special Needs</i></p>
<b>XA</b>	<p><i>Accession Number</i>  <i>Institution Department Name</i>  <i>Laterality</i>  <i>Modalities in Study</i>  <i>Number of Study Related Instances</i>  <i>Operator Name</i>  <i>Other Patient IDs</i>  <i>Other Patient Names</i>  <i>Patient Age</i>  <i>Patient Orientation</i>  <i>Patient Telephone Numbers</i>  <i>Patient Weight</i>  <i>Performed Location</i>  <i>Performing Physician Name</i>  <i>Pregnancy Status</i>  <i>Priority</i>  <i>Protocol Name</i>  <i>Referring Physician Name</i>  <i>Series Description</i>  <i>Study ID</i></p>

<b>MG</b>	<p><i>Additional Patient History</i></p> <p><i>Allergies</i></p> <p><i>Ethnic Group</i></p> <p><i>Imaging Service Request Comments</i></p> <p><i>Issue Date of Imaging Service Request</i></p> <p><i>Medical Alerts</i></p> <p><i>Modalities in Study</i></p> <p><i>Names of Intended Recipients of Results</i></p> <p><i>Number of Study Related Instances</i></p> <p><i>Other Patient IDs</i></p> <p><i>Patient Telephone Numbers</i></p> <p><i>Patient Transport Arrangements</i></p> <p><i>Performed Location</i></p> <p><i>Performed Procedure Step Status</i></p> <p><i>Performing Physician Name</i></p> <p><i>Priority</i></p> <p><i>Reason for the Imaging Service Request</i></p> <p><i>Reason for the Requested Procedure</i></p> <p><i>Requested Procedure Comments</i></p> <p><i>Request Procedure Priority</i></p> <p><i>Requesting Physician</i></p> <p><i>Requesting Service</i></p>
<b>RF</b>	<p><i>Institution Department Name</i></p> <p><i>Modalities in Study</i></p> <p><i>Number of Study Related Instances</i></p> <p><i>Operator Name</i></p> <p><i>Patient Age</i></p> <p><i>Patient Telephone Numbers</i></p> <p><i>Performed Location</i></p> <p><i>Performing Physician Name</i></p> <p><i>Pregnancy Status</i></p> <p><i>Priority</i></p> <p><i>Series Description</i></p> <p><i>Study ID</i></p>

## Anexo 2

**Tabela 2.1:** Análise de utilização de atributos não preenchidos para CR e DX

Atributos DICOM	Modalidade	Total de atributos	Campos não preenchidos	Percentagem campos vazios
Modalities in Study Number of Study Related Instances Patient Telephone Numbers	CR	176991	176991	100%
Performed Location Performing Physician Name Priority	DX	37957	37957	100%

**Tabela 2.2:** Análise de utilização de atributos não preenchidos para CT

Atributos DICOM	Mês/Ano	Número atributos	Campos não preenchidos	Percentagem campos vazios
Admission ID	Nov/17	526781	536781	100%
Allergies	Dez/17	552040	552040	100%
Confidentiality Constraint on Patient	Jan/18	527607	527607	100%
Data Description	Fev/18	580951	580951	100%
Laterality	Mar/18	772328	772328	100%
Medical Alerts	Abr/18	666252	66252	100%
Modalities in Study	Mai/18	686600	686600	100%
Number of Study Related Instances	Jun/18	721486	721486	100%
Patient State	Jul/18	717317	717317	100%
Patient Telephone Numbers	Ago/18	913277	913277	100%
Patient Weight	Set/18	662756	662756	100%
Performed Location	Out/18	529274	529274	100%
Position Reference Indicator	<b>Total</b>	<b>7856669</b>	<b>7856669</b>	<b>100%</b>
Pre Medication				
Priority				
Requested Contrast Agent				
Special Needs				

**Tabela 2.3:** Análise de utilização de atributos não preenchidos para XA

<b>Atributos DICOM</b>	<b>Mês/Ano</b>	<b>Número atributos</b>	<b>Campos não preenchidos</b>	<b>Porcentagem campos vazios</b>
Accession Number	Nov/17	8294	8294	100%
Institution Department Name	Dez/17	3087	3087	100%
Laterality	Jan/18	4400	4400	100%
Modalities in Study	Fev/18	5017	5017	100%
Number of Study Related Instances	Mar/18	6884	6884	100%
Operator Name	Abr/18	4429	4429	100%
Other Patient IDs	Mai/18	4870	4870	100%
Other Patient Names	Jun/18	4715	4715	100%
Patient Age	Jul/18	6241	6241	100%
Patient Orientation	Ago/18	4805	4805	100%
Patient Telephone Numbers	Set/18	4702	4702	100%
Patient Weight	Out/18	3621	3621	100%
Performed Location	<b>Total</b>	<b>61065</b>	<b>61065</b>	<b>100%</b>
Pregnancy Status				
Priority				
Protocol Name				
Referring Physician Name				
Series Description				
Study ID				

**Tabela 2.4:** Análise de utilização de atributos não preenchidos para RF

<b>Atributos DICOM</b>	<b>Mês/Ano</b>	<b>Número atributos</b>	<b>Campos não preenchidos</b>	<b>Percentagem campos vazios</b>
Institution Department Name	Nov/17	707	707	100%
	Dez/17	415	415	100%
Modalities in Study Number of Study Related Instances	Jan/18	1051	1051	100%
	Fev/18	558	558	100%
Operator Name	Mar/18	653	653	100%
Patient Age	Abr/18	1029	1029	100%
Patient Telephone Numbers	Mai/18	683	683	100%
Performed Location	Jun/18	935	935	100%
Performing Physician Name	Jul/18	488	488	100%
Pregnancy Status	Ago/18	351	351	100%
Priority	Set/18	363	363	100%
Series Description Study ID	Out/18	334	334	100%
	<b>Total</b>	<b>7567</b>	<b>7567</b>	<b>100%</b>

**Tabela 2.5:** Análise de utilização de atributos não preenchidos para MG

<b>Atributos DICOM</b>	<b>Mês/Ano</b>	<b>Número atributos</b>	<b>Campos não preenchidos</b>	<b>Percentagem campos vazios</b>
Additional Patient History	Nov/17	659	659	100%
Allergies	Dez/17	523	523	100%
Ethnic Group				
Imaging Service				
Request Comments	Jan/18	883	883	100%
Issue Date of Imaging Service Request				
Medical Alerts	Fev/18	551	551	100%
Modalities in Study				
Names of Intended Recipients of Results	Mar/18	613	613	100%
Number os Study Related Instances				
Other Patient IDs	Abr/18	603	603	100%
Patient Telephone Numbers				
Patient Transport Arrangements	Mai/18	394	394	100%
Performed Location				
Performed Procedure	Jun/18	757	757	100%
Step Status				
Performing Physician Name	Jul/18	880	880	100%
Priority				
Reason for the Imaging Service Request	Ago/18	473	473	100%
Reason for the Requested Procedure				
Requested Procedure	Set/18	541	541	100%
Comments				
Request Procedure Priority	Out/18	397	397	100%
Requesting Physician				
Requesting Service	<b>Total</b>	<b>7274</b>	<b>7274</b>	<b>100%</b>



## Anexo 3

### Solicitação de autorização para a realização do estudo

**Assunto:** Solicitação de autorização para a realização de estudo no âmbito do Mestrado em Tecnologias da Imagem Médica

O meu nome é Diana Marques da Costa Alves e sou Licenciada em Radiologia pela Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico do Porto.

No presente, encontro-me a frequentar o Mestrado em Tecnologias da Imagem Médica, na Universidade de Aveiro, onde estou a realizar o projeto de final de curso intitulado: *“Análise da Exposição Radiológica Sazonal suportada em repositórios de imagem médica: Da Utilização de Recursos à Exposição Individual”*, com orientação do Sr. Professor Doutor Milton Rodrigues dos Santos e da Sr. Professor Doutor Nelson F. Pacheco da Rocha, ambos docentes na Universidade de Aveiro, com o objetivo de analisar a utilização de recursos imagiológicos, mas também a exposição a que os pacientes são submetidos durante o ano, recorrendo aos Metadados DICOM relativos aos estudos imagiológicos armazenados no *Picture Archiving and Communication System (PACS)*.

De acordo com os propósitos do trabalho apresentado, solicito a Vossas Exas., autorização para a realização do estudo/projeto de investigação no Centro Hospitalar. Destaco, que o acesso aos dados é condicionado, estando a confidencialidade assegurada pelo anonimato dos profissionais e utentes abrangidos pelo estudo.

Ciente que será dispensada a atenção e colaboração necessária, antecipadamente agradece, enviando os melhores cumprimentos,

Pede deferimento

Diana Marques da Costa Alves

