

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO**

Cloves Langendorf Barcellos Junior

**Concepção, desenvolvimento e implantação de uma ferramenta
para uso de laudo estruturado no padrão DICOM SR em sistemas
de telemedicina de larga escala**

Dissertação submetida à
Universidade Federal de Santa
Catarina como parte dos requisitos
para a obtenção do grau de Mestre
em Ciência da Computação
Orientador: Prof. Dr. rer.nat. Aldo
von Wangenheim

Florianópolis
2012

Catálogo na fonte elaborada pela biblioteca da Universidade Federal de Santa Catarina

B242c Barcellos Junior, Cloves Langendorf
Concepção, desenvolvimento e implantação de uma
ferramenta para uso de laudo estruturado no padrão
DICOM SR em sistemas de telemedicina de larga escala
[dissertação] / Cloves Langendorf Barcellos Junior ;
orientador, Aldo von Wangenheim.
- Florianópolis, SC, 2012.
123 p.: il., grafs., tabs., mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Catarina. Centro Tecnológico. Programa de Pós-
Graduação em Ciência da Computação.

Inclui referências

1. Informática. 2. Ciência da computação. 3. DICOM
(Protocolo de rede de computadores). 4. Medicina -
Terminologia - Vocabulário. 5. Saúde pública. 6.
Recuperação da informação. I. Wangenheim, Aldo v.
(Aldo von). II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência da
Computação. III. Título.

CDU 681

Cloves Langendorf Barcellos Junior

**Concepção, desenvolvimento e implantação de uma ferramenta
para uso de laudo estruturado no padrão DICOM SR em sistemas
de telemedicina de larga escala**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, área de concentração de Sistemas de Computação, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

Florianópolis, 27 de fevereiro de 2012.

Prof. Dr. Ronaldo dos Santos Mello
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. rer.nat. Aldo von Wangenheim
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Dr.^a Agma Juci Machado Traina,
Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Eros Comunello,
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Dr.^a Isabela de Carlos Back Giuliano,
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares pelo apoio e paciência.

Ao Prof. Aldo von Wangenheim por acreditar na viabilidade da proposta de mestrado, e pela confiança e apoio nas atividades realizadas no grupo de pesquisa.

Aos colegas de pesquisa do LABTELEMED pelo apoio e participação nos experimentos realizados, em especial aos colegas Harley Miguel Wagner, Richard Schafer de Martini, Thiago Coelho Prado, Andrei de Souza Inácio, Wellington Soares e Alexandre Savaris que contribuíram no processo de implantação.

Aos Professores Adriano Ferreti Borgatto e Dalton Francisco de Andrade por contribuírem com a análise estatística dos resultados obtidos.

Um homem superior é modesto em seu discurso,
mas excede em suas ações.

(Confúcio, 551 AC - 479 AC)

RESUMO

Redes de telemedicina de larga escala lidam com grandes volumes de informações clínicas, essas informações em muitos casos são distribuídas de forma não normalizada, como documentos emitidos em texto simples não garantindo a integridade da informação em transações da rede. Sendo assim, existe uma demanda por procedimentos e metodologias capazes de normalizar informações clínicas, fazendo com que redes de telemedicina atuais evoluam e se adaptem, utilizando padrões confiáveis e maduros como base para a emissão e transmissão de documentos através da rede. Esse trabalho apresenta uma abordagem diferenciada para o uso em larga escala do padrão DICOM SR em redes de telemedicina estendendo o seu uso além da área de Radiologia, por meio da adoção de vocabulários estruturados como alicerce na composição de documentos clínicos. Como resultado obteve-se uma aplicação confiável, eficiente e pronta para receber análises estatísticas e técnicas de mineração de dados. Nesse cenário, redes de telemedicina de larga escala podem oferecer uma oportunidade única para a aquisição de informações epidemiológicas quando os dados de entrada são coletados de uma maneira apropriada. A abordagem apresentada está em funcionamento desde agosto de 2010 em uma rede de larga escala real e operacional com mais de 1,8 milhão de exames em seu banco de dados, onde são emitidos em média 470 laudos estruturados por dia. Experimentos utilizando regressão logística binária ajustada foram executados sobre as informações clínicas indexadas, demonstrando que é possível realizar análise estatística sobre morbidades, diagnósticos e informações clínicas de exames através de uma abordagem baseada em vocabulários estruturados combinados com o padrão DICOM SR, sem comprometer a rotina de profissionais e instituições de saúde.

Palavras-chave: DICOM SR, Telemedicina, Terminologias, Vocabulários, Informática Médica, Saúde Pública, Armazenamento e Recuperação de Informação, Metodologias Computacionais.

ABSTRACT

Large-scale Telemedicine Networks handle large volumes of clinical data which in many cases are distributed in a non-standardized manner, like documents written in plain text that do not guarantee the integrity of the information over the network transactions. Proper procedures and methodologies capable of standardizing clinical information are needed, which is demanding telemedicine networks to evolve and adapt using reliable and mature standards as a basis for writing and transmitting documents over the network. This study presents a different approach for the large-scale use of the DICOM SR standard in telemedicine networks, extending its use beyond Radiology through the adoption of structured vocabularies as the foundation of clinical documents. The result is a reliable, efficient and data mining ready application. At this point, large-scale telemedicine networks can offer a unique opportunity for the acquisition of detailed epidemiological information, if the input data are acquired and handled in an appropriate way. The presented approach has been operating since August 2010 in a real-world large-scale telemedicine network, with more than 1.8 million examinations stored in its database and an average of 470 structured reports written daily. Experiments using adjusted binary logistic regression were performed on indexed clinical information, showing that it is possible to perform statistical analysis on morbidity, diagnostics and clinical information through a structured vocabularies based approach combined with the DICOM SR standard, without compromising the professionals and the healthcare institutions routines.

Keywords: DICOM SR, Telemedicine, Terminologies, Vocabularies, Medical Informatics, Public Health, Information Storage and Retrieval, Computing Methodologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Municípios participantes do STT/SC.	34
Figura 2 - Hierarquia do objeto paciente.	35
Figura 3 - Visualizador de imagens DICOM.....	36
Figura 4 - Modelo de informação do DICOM SR.	37
Figura 5 - Exemplo de relacionamento hierárquico do MeSH.	39
Figura 6 - Hierarquia do descritor Esclerose no DeCS.....	40
Figura 7 - Estrutura do CID-10.	41
Figura 8 - Aplicação DICOMscope.	49
Figura 9 - Cyclops Structured Report Editor	50
Figura 10 - Aplicação Wet Read.....	51
Figura 11 - Modelo ER do vocabulário DeCS.....	57
Figura 12 - Modelo ER da classificação CID-10.....	58
Figura 13 - Estrutura de um descritor SBC/CSR.....	59
Figura 14 - Modelo ER do vocabulário SBC/CSR.....	60
Figura 15 - Modelo ER da integração de entidades e vocabulários.	61
Figura 16 - Interface de entrada de fatores de risco.....	64
Figura 17 - Hierarquia de relacionamento DICOM SR de uma tomografia.....	66
Figura 18 - Cabeçalho de um modelo XML gerado pela CSR.....	68
Figura 19 - Evidências de um estudo DICOM correlacionadas em um documento DICOM SR.....	69
Figura 20 - Parte inicial da seção de conteúdo de um documento estruturado.	71
Figura 21 - Preenchimento de um nodo do tipo texto.....	73
Figura 22 - Nodos contendo o diagnóstico de um ECG.	75
Figura 23 - Laudo de ECG emitido através da aplicação CSR.....	77
Figura 24 - Processo de emissão de laudo.	78
Figura 25 - Interface de emissão de laudo de ECG.	82
Figura 26 - Interface de emissão de laudo em um dispositivo móvel. ..	83
Figura 27 - Tempo médio de emissão de laudos sem a obrigatoriedade de vocabulários em segundos.....	84
Figura 28 - Tempo médio de emissão de laudos de ECG em segundos.....	85
Figura 29 - Resposta da ferramenta <i>dsrdump</i> ao inquirir sobre um arquivo DSR gerado pela aplicação CSR.	86
Figura 30 - Prevalência de isquemia, lesão ou zona elétrica inativa no STT/SC por faixa etária.....	92
Figura 31 - Tempo médio de emissão de laudo considerando todas as modalidades com a CSR.	103
Figura 32 - Tempo médio de emissão de laudos de ECG com a CSR.	103

Figura 33 - Interface de complementos de descritores SBC/CSR.....	121
Figura 34 - Interface completa de emissão de laudo de ECG.....	122
Figura 35 - Interface de emissão de laudo de MRI.....	122

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Trabalhos relacionados mais relevantes.	46
Tabela 2 - Indicações clínicas de ECG.	63
Tabela 3 - Frequência de uso de medicamentos em ECG.	88
Tabela 4 - Frequência e prevalência dos fatores de risco em ECG.	89
Tabela 5 – Valores de prevalência e frequência dos descritores SBC/CSR.....	90
Tabela 6 - Análise sobre diagnóstico de isquemia, lesão ou zona elétrica inativa.	91
Tabela 7 - Prevalência de isquemia, lesão ou zona elétrica inativa no STT/SC por faixa etária.....	101
Tabela 8 - Valores de frequência e prevalência dos motivos de realização de exame de ECG.....	101
Tabela 9 - Valores de frequência e prevalência de dor cardíaca isquêmica.....	102
Tabela 10 - Valores de frequência e prevalência de dor cardíaca não isquêmica.....	102
Tabela 11 - Valores de frequência e prevalência de dor torácica.	102
Tabela 12 - Descritores do vocabulário SBC/CSR.....	117

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACR - American College of Radiology
CID - Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde
CIS - Clinical Information System
CSR – Cyclops Structured Reporting
DeCS - Descritores em Ciências da Saúde
DICOM - Digital Imaging and Communications in Medicine
DSR – DICOM Structured Reporting
ECG - Eletrocardiograma
IOD - Information Object Definition
ISO - International Organization for Standardization
MeSH - Medical Subject Headings
MRI – Ressonância Magnética
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
OMS - Organização Mundial da Saúde
PACS - Picture Archiving and Communication Systems
SBC – Sociedade Brasileira de Cardiologia
SES – Secretaria de Saúde do Estado de Santa Catarina
STT/SC – Sistema Catarinense de Telemedicina e Telessaúde
SUS - Sistema Único de Saúde
VL – Visible Light
WG3 – Work Group 3

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	27
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	27
1.2 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO	28
1.3 OBJETIVOS	30
1.3.1 Objetivo Geral	30
1.3.2 Objetivos Específicos.....	30
1.4 DIFERENCIAL E CONTRIBUIÇÃO	31
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	31
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	33
2.1 CONCEITOS FUNDAMENTAIS	33
2.1.1 Sistema Catarinense de Telemedicina e Telessaúde	33
2.1.2 DICOM.....	34
2.1.3 DICOM Structured Reporting.....	36
2.1.4 Vocabulários Estruturados e Classificações	38
2.1.4.1 Medical Subject Headings (MeSH)	38
2.1.4.2 Descritores em Ciências da Saúde (DeCS)	39
2.1.4.3 SBC/CSR	40
2.1.4.4 CID-10	41
3 ESTADO DA ARTE.....	43
3.1 QUESTÕES DE PESQUISA	43
3.2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA	43
3.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO	45
3.4 SELEÇÃO DOS ESTUDOS	46
3.5 ESTRATÉGIA DE EXTRAÇÃO DE DADOS	46
3.6 DETALHAMENTO DOS TRABALHOS RELACIONADOS	48
4 METODOLOGIA	53
4.1 ANÁLISE DE DADOS PRÉVIOS QUE MOTIVOU ESSA METODOLOGIA	53

4.2 VOCABULÁRIOS ESTRUTURADOS.....	56
4.2.1 Estrutura de armazenamento do MeSH e DeCS	56
4.2.2 Estrutura de armazenamento da CID-10	58
4.2.3 O Vocabulário SBC/CSR.....	59
4.3 MODELO ER INTEGRADO	60
4.4 NORMALIZAÇÃO DA ENTRADA DE EXAMES	62
4.5 GERANDO O DICOM SR	64
4.5.1 Modelo Conceitual	65
4.5.2 Criando Um Modelo XML Válido.....	66
4.5.3 O Algoritmo Gestor da CSR	73
5 RESULTADOS E VALIDAÇÃO	81
5.1 ENTRADA SIMPLIFICADA DE INFORMAÇÕES	81
5.2 TEMPO DE EMISSÃO DE LAUDO	84
5.3 DOCUMENTOS ESTRUTURADOS BEM FORMADOS E INTEROPERABILIDADE	86
5.4 RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÃO	86
6 CONCLUSÃO	93
7 TRABALHOS FUTUROS	95
REFERÊNCIAS	97
APÊNDICE A – Dados complementares da análise estatística ...	101
APÊNDICE B – Gráficos de emissão de laudos	103
APÊNDICE C – Especificação da classe CSR_Document	105
APÊNDICE D – Vocabulário SBC/CSR.....	117
APÊNDICE E – Interfaces de emissão de laudo	121
APÊNDICE F – Publicações	123

1 INTRODUÇÃO

A idealização, o desenvolvimento e a utilização de padrões para dados produzidos na área de saúde são guiados pela necessidade de representar de forma coerente e com precisão a informação contida em dados clínicos. Essa necessidade vem definindo o modo como os modelos de normalização do conteúdo semântico desses dados são modelados e processados, e reflete em esforços como o trabalho do grupo WG3 da ISO/TC 215 em especial em normas como a ISO/NP 12975 (*Health informatics - Guidelines for the maintenance of terminological systems*) (ISO), que trata de diretrizes para a manutenção de sistemas de terminologias para informática médica.

Para que um sistema de telemedicina de larga-escala possa fazer uso de documentos clínicos estruturados e normalizados, uma metodologia com etapas detalhadas deve ser aplicada. Entre essas etapas podemos citar: estudo do cenário atual ao qual o sistema faz parte, conhecimento da bibliografia atual relacionada com padrões para sistemas de saúde, mapeamento de normas e diretrizes que regem a redação de tais documentos e, claro, a adequada transcrição do estudo realizado para um modelo computacional válido.

Este capítulo contextualiza o presente trabalho em relação ao processo supracitado, explicitando seus objetivos e sua organização.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Atualmente no Brasil, cada vez mais instituições e profissionais da saúde estão aderindo ao uso de registros eletrônicos para armazenamento de informações clínicas (Wangenheim, BARCELLOS JUNIOR *et al.*, 2009), o que sem dúvida é uma evolução bem vinda em relação às anotações feitas em papel. Porém, existe um fator que compromete a qualidade e intercâmbio dessas informações: a falta de padronização na composição desses documentos, como também a falta na definição de uma nomenclatura, terminologia ou especificação das informações que devem compor o registro eletrônico final. O uso de um padrão em registros eletrônicos clínicos é indispensável para o intercâmbio desses documentos entre diferentes profissionais e instituições.

Nesse contexto, redes de telemedicina assíncronas de larga escala provendo serviços de diagnóstico remoto para exames de diferentes tipos e modalidades têm um importante papel na contínua aquisição de dados epidemiológicos de forma precisa e confiável, uma vez que

podem abranger grandes áreas e coletam dados não só de unidades de saúde de atendimento terciário como grandes hospitais, mas também de unidades de atendimento primário e secundário como postos de saúde.

Tais redes apresentam um grande potencial para fornecer informações mais detalhadas do panorama da distribuição de morbidades em uma grande população. Sendo assim, a capacidade de efetuar processos de análise, mineração e armazenamento de dados de forma eficiente se torna uma característica desejada em sistemas de telemedicina. Os dados contidos em seus documentos clínicos servem não só para representar e detalhar o cenário em que a rede opera, mas também para auxiliar gestores de sistemas de saúde pública a disponibilizar e alocar profissionais e recursos em locais onde realmente são necessários.

Existem diversos padrões para armazenamento, manipulação e transmissão de informações clínicas, atualmente o padrão *Digital Imaging Communications in Medicine* (DICOM) (DICOM, 2010) se destaca dos demais por ser suportado por diversos equipamentos de diferentes fabricantes.

Atualmente, existem diversas soluções *Clinical Information System* (CIS) e *Picture Archiving and Communication Systems* (PACS) produzidas para uso privado ou livre que não fazem uso de registros eletrônicos normalizados em seus documentos. Muitas dessas soluções ainda utilizam em sua maioria textos de simples como padrão para a composição de seus documentos clínicos, ignorando qualquer formato estruturado que permita interoperabilidade entre diferentes soluções CIS e PACS.

A fim de normalizar e distribuir informações médicas em diferentes equipamentos de diferentes fabricantes, o padrão DICOM no ano de 2000 adicionou uma extensão chamada *DICOM Structured Reporting* (DICOM SR) (Clunie, 2000) que foi lançada oficialmente como parte do padrão DICOM, introduzindo um novo conceito em estrutura e codificação de documentos clínicos de modo estruturado (Riesmeier, Eichelberg *et al.*, 2001).

1.2 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

Instituições e profissionais da saúde têm aderido ao uso de registros eletrônicos para armazenamento de informações clínicas de pacientes e seus exames. Com esse movimento de adesão, cria-se a necessidade de padronizar de forma consistente, precisa e segura os registros eletrônicos de saúde, em especial os documentos clínicos.

O processo de padronização se torna ainda mais importante quando é possível unir os vocabulários e terminologias disponíveis com normas e diretrizes que regem a emissão desses documentos. Dessa forma, é possível produzir documentos clínicos válidos perante órgãos reguladores e com conteúdo semântico e vocabulário consistentes. Os processos tradicionais de emissão de documentos clínicos baseados em texto simples sem o uso de um vocabulário ou terminologia, além de serem suscetíveis a erros semânticos e sintáticos por parte do profissional emissor, possuem também pouca ou nenhuma interoperabilidade entre outros sistemas CIS e PACS. Essa falta de interoperabilidade afeta diretamente o intercâmbio de informações do paciente e de seus exames entre diferentes instituições e profissionais, já que um padrão de comunicação não está estabelecido, fazendo com que os registros tenham que continuar tramitando entre as diferentes partes por meio da impressão em papel.

Esses fatores se tornam ainda mais relevantes quando falamos de redes de telemedicina de larga escala como o STT/SC, onde milhões de pacientes fazem uso de seus serviços. Nesse modelo de rede a adoção de um processo que utilize padrões de comunicação adequados e vocabulários estruturados como alicerce sem causar mudanças negativas na rotina de trabalho de profissionais de saúde, é capaz de garantir a consistência dos documentos emitidos, em especial laudos médicos. Nesse ponto o padrão DICOM SR oferece uma interessante solução para a representação estruturada e semântica de documentos clínicos, podendo ser aplicado não somente no campo radiológico como também em outras áreas como cardiologia e dermatologia, além de possuir total interoperabilidade entre sistemas CIS e PACS que se comuniquem através do padrão DICOM.

Outro fator relevante é que sistemas clínicos e redes de telemedicina atuais apesar de possuírem um grande potencial para aquisição de dados epidemiológicos, não conseguem realizar essa aquisição de forma precisa e confiável devido a não padronização das suas informações clínicas e a falta de vocabulários ou terminologias que possam agregar maiores detalhes ao documento produzido. Um processo baseado em padrões de comunicação e vocabulários estruturados soluciona essas deficiências, resultando em um eficiente conjunto capaz de fornecer informações detalhadas da distribuição de morbidades em uma grande população que faz uso de um determinado sistema de telemedicina. Essas informações são um importante recurso nas mãos de gestores de sistemas de saúde, revelando o panorama de morbidades da

população atendida, como também auxiliar nas decisões de distribuição de recursos e profissionais de saúde.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Conforme descrito nos tópicos anteriores, o uso de registros eletrônicos clínicos no Brasil vem crescendo de maneira constante, porém sem uma normalização adequada e sustentada sobre um padrão formalizado e comprovado. Nesse cenário de crescimento, é essencial definir um processo para composição, armazenamento e transmissão desses documentos de forma segura, usual e intercambiável.

O objetivo deste trabalho é conceber, desenvolver e implantar uma ferramenta para uso de laudo estruturado no padrão DICOM SR, atendendo as necessidades do processo de emissão de laudos de diferentes modalidades DICOM e ao mesmo tempo suprir a necessidade da alta demanda gerada pelos sistemas de telemedicina de larga escala.

1.3.2 Objetivos Específicos

Este trabalho apresenta os seguintes objetivos específicos:

- Obj.1. Conceber um modelo conceitual de documento estruturado atendendo a demanda de redes de telemedicina de larga escala, e atendendo a especificação do padrão DICOM SR;
- Obj.2. Mapear e analisar os vocabulários estruturados disponíveis para o contexto clínico;
- Obj.3. Conceber e desenvolver um vocabulário estruturado específico para cardiologia, atendendo a normas e diretrizes de emissão de laudos eletrocardiográficos;
- Obj.4. Assegurar a adequada integração do padrão DICOM SR com os vocabulários estruturados, gerando uma aplicação gestora do processo de emissão de laudo;
- Obj.5. Garantir uma estrutura adequada de indexação, a fim de prover posterior análise estatística detalhada;
- Obj.6. Implantar e validar a metodologia e a aplicação resultante no STT/SC.

1.4 DIFERENCIAL E CONTRIBUIÇÃO

O emprego de técnicas de normalização e padronização de informações clínicas sem comprometer a rotina de trabalho e a produtividade de profissionais de saúde deve ser um objetivo das redes de telemedicina modernas, melhorando assim a qualidade da informação contida nos documentos eletrônicos emitidos. A metodologia concebida nesse trabalho visa aplicar essas técnicas sem afetar de modo negativo a rotina de trabalho desses profissionais.

Esse trabalho apresenta uma nova abordagem para o uso do padrão DICOM SR em sistemas e redes de telemedicina de larga escala, tendo como principais diferenciais o uso de vocabulários estruturados como alicerces no qual os documentos clínicos estruturados são constituídos, a validação em um ambiente real e de larga escala com média de 470 documentos estruturados emitidos diariamente e a capacidade de aplicação de técnicas de análise e mineração de dados sobre o conteúdo desses documentos, trazendo informações detalhadas e adicionando rastreabilidade de diagnósticos e morbidades sobre o cenário em que o sistema ou rede está operando.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em sete capítulos: Introdução, Revisão Bibliográfica, Estado da Arte, Metodologia, Resultados e Validação, Conclusão e Trabalhos Futuros.

No capítulo Introdução, é realizada uma descrição geral do cenário atual em relação à emissão de documentos clínicos, expectativas e cenário de aplicação. Na Revisão Bibliográfica, são detalhados os conceitos fundamentais e material utilizado no estudo. Em Estado da Arte, o estudo detalhado sobre trabalhos relacionados e uma revisão sistemática são exibidos. Durante o capítulo Metodologia, são detalhadas as etapas da metodologia concebida como estudo de vocabulários e terminologias, arquitetura do sistema e integração com outros sistemas. Em Resultados e Validação, os resultados da aplicação da metodologia desenvolvida, como também da ferramenta resultante em sistemas de telemedicina de larga escala são apresentados em conjunto com o processo de validação. No capítulo de Conclusão é realizada uma discussão sobre a eficácia do uso de um processo de normalização de documentos clínicos baseado em vocabulários estruturados em ambientes de larga escala, conclusões sobre o processo

de desenvolvimento e implantação. E por fim a seção de Trabalhos Futuros, onde são discutidas propostas para estudos posteriores.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesse capítulo são apresentados os conceitos fundamentais e os materiais utilizados nesse trabalho.

2.1 CONCEITOS FUNDAMENTAIS

2.1.1 Sistema Catarinense de Telemedicina e Telessaúde

Localizado no sul do Brasil, o Estado de Santa Catarina tem uma área física de 95,3 mil km², e pode ser comparado em extensão a pequenos países da Comunidade Européia (como Áustria, Hungria, Irlanda ou Portugal). Com uma população de aproximadamente 6,2 milhões de pessoas, é dividido em 293 municípios (IBGE, 2010).

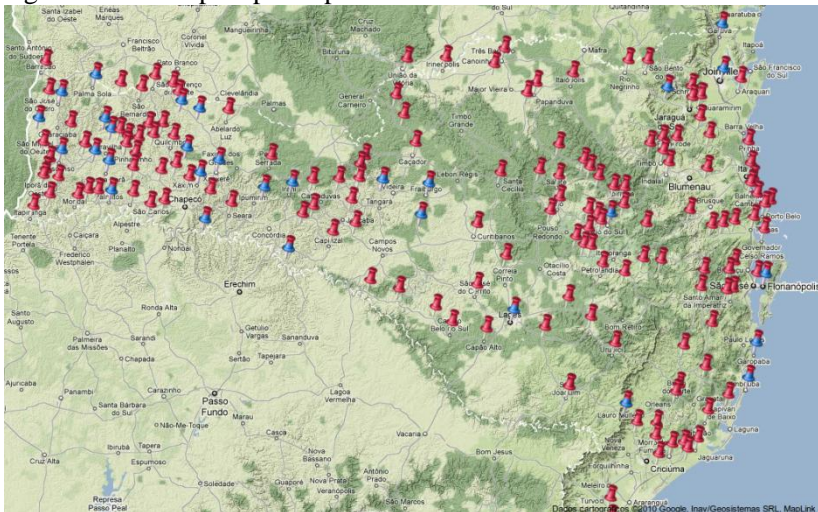
Devido à centralização de profissionais e equipamento médico no litoral, o paciente do interior precisa ser transportado por vias terrestres ou aéreas quando necessita de tratamento especializado, o que acarreta um custo adicional ao sistema de Saúde do Estado. Ainda, logicamente a transferência de pacientes no sentido interior - litoral provoca uma sobrecarga do serviço de Saúde nos grandes centros. Como consequência, temos superlotação e atraso no atendimento. Essa demora, hoje, pode levar até vários meses, de acordo com dados fornecidos pela Secretaria de Estado da Saúde de Santa Catarina (Wangenheim, BARCELLOS JUNIOR *et al.*, 2009).

Para que o setor público de saúde de países em desenvolvimento, em especial sistemas de fonte pagadora única como o Sistema Único de Saúde (SUS) brasileiro, se beneficie dos recursos providos pela Teleradiologia, Telecardiologia e outras modalidades de Telemedicina Assistencial baseada em imagens, é necessário que seja disponibilizada à rede pública de hospitais uma tecnologia que seja ao mesmo tempo aberta, confiável, usual e com desempenho satisfatório.

Esses aspectos geográficos, políticos e de infraestrutura tornam o Estado de Santa Catarina, através do seu Sistema Catarinense de Telemedicina e Telessaúde (STT/SC) um cenário ideal para a implantação e validação de uma ferramenta para uso de laudo estruturado no padrão DICOM SR. O STT/SC está em operação desde 2005, nela são disponibilizados um número variado de modalidades de exames em mais de 287 municípios do estado, totalizando mais de 1,8 milhão de exames realizados desde o início da sua operação. Os dados armazenados no STT/SC são acessados por meio de um sistema com interface web, estando disponível aos profissionais de saúde 24 horas

por dia, podendo ser acessado de qualquer navegador de internet. A Figura 1 apresenta o mapa geográfico do Estado de Santa Catarina com marcadores demarcando todos os municípios onde o STT/SC está presente.

Figura 1 - Municípios participantes do STT/SC.



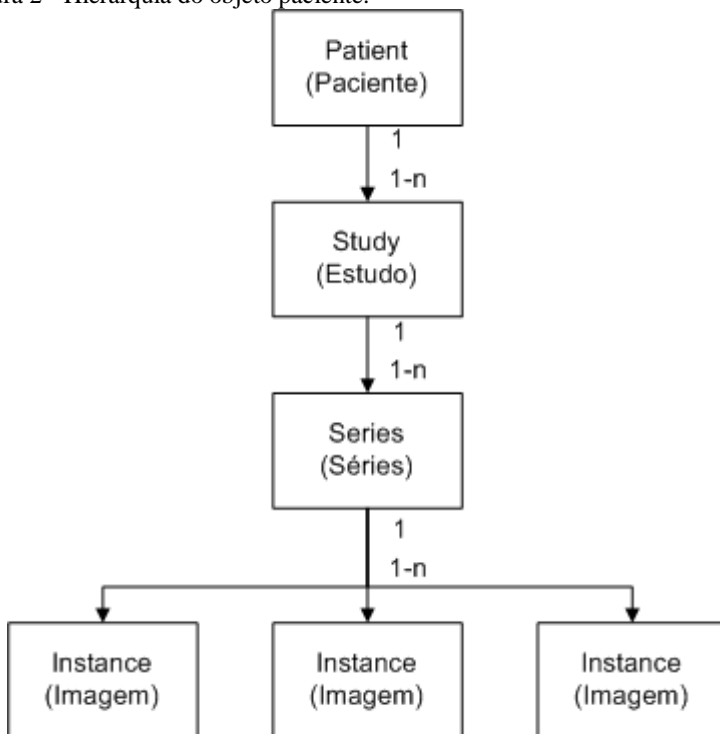
2.1.2 DICOM

Nos últimos anos houve um crescimento no uso de equipamentos digitais no ambiente médico, englobando diversas modalidades. A integração entre diferentes equipamentos de diferentes fabricantes foi o fator principal para o estabelecimento do padrão DICOM que se tornou o padrão central em radiologia, teve o seu uso estendido em outras modalidades e ganhou a adesão da maioria dos fabricantes de equipamentos.

Em 1983 um comitê formado pela *American College of Radiology* (ACR) e pela *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA), decidiram se unir para criar um padrão capaz de possibilitar a transferência de informações independente do fabricante do equipamento. Em 1985 o padrão ACR-NEMA foi publicado em sua versão 1.0, sendo a primeira forma aceita de comunicação de dados sem utilizar uma forma proprietária ligada a algum fabricante. A versão 1.0 foi substituída pela versão 2.0 em 1988, essa versão incluía as principais definições independente da terminologia, estrutura de dados e

codificação. Finalmente depois de muitos aprimoramentos em 1993 foi apresentada a versão 3.0, chamada *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM), nessa versão foi introduzido o uso do protocolo TCP/IP para possibilitar a comunicação independente do fabricante do equipamento (Pianykh, 2008). A estrutura de dados também foi modificada para suportar um modelo que comporta identificadores únicos para serviços e objetos como imagens, dados de pacientes, formato *wave* ou laudos estruturados.

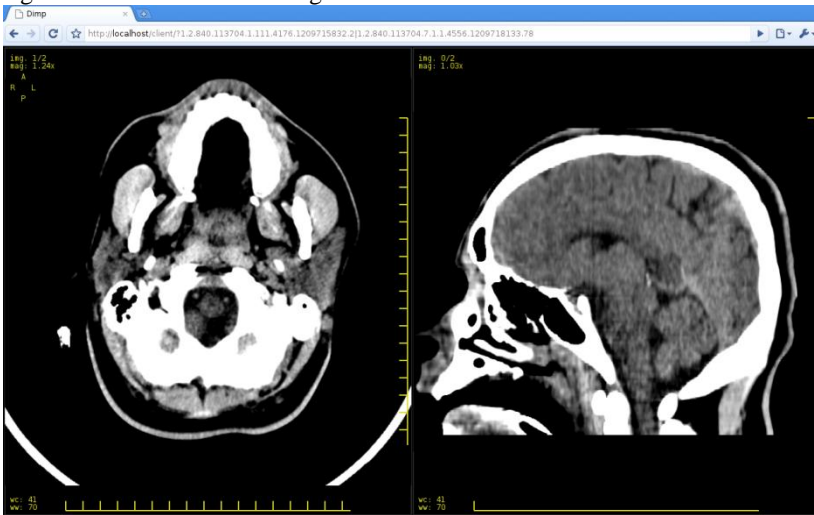
Figura 2 - Hierarquia do objeto paciente.



O padrão DICOM mapeia objetos do mundo real por meio de modelos entidade/relação criando uma abstração chamada *Information Object Definition* (IOD), cada IOD possui um conjunto de elementos que, por sua vez possuem tuplas que são seus identificadores individuais, os IOD por sua vez possuem identificadores únicos chamados UID.

A Figura 2 exibe a hierarquia do objeto paciente, onde um paciente pode possuir um ou mais estudos DICOM, que por sua vez podem possuir uma ou mais séries e por fim cada série pode possuir uma ou mais instâncias. As instâncias podem ser imagens DICOM ou como no caso de documentos estruturados, objetos DICOM SR. Toda a estrutura hierárquica de um objeto DICOM é formalizada por (NEMA, 2011). A Figura 3 exibe um visualizador de imagens no padrão DICOM.

Figura 3 - Visualizador de imagens DICOM



Fonte: (Cyclops, 1992).

2.1.3 DICOM Structured Reporting

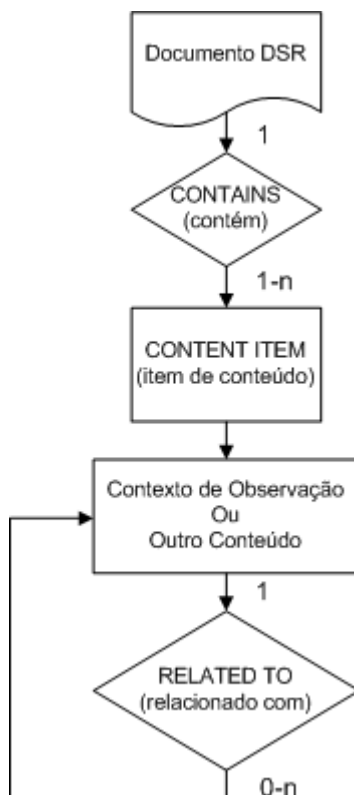
No ano de 2000 uma extensão chamada *DICOM Structured Reporting* (DICOM SR) (Clunie, 2000) foi lançada oficialmente como parte do padrão DICOM, introduzindo um novo conceito em estrutura e codificação de laudos médicos de modo padronizado (Riesmeier, Eichelberg *et al.*, 2001).

O DICOM SR provê total suporte aos formatos de escrita convencional livre e estruturado adicionando precisão, clareza e valor a um documento clínico. Provavelmente a funcionalidade de criar documentos bem formados e estruturados não seja a melhor característica do padrão DICOM SR, e sim a sua capacidade de vincular e ligar o texto presente em um laudo com outros tipos de dados DICOM como imagens e *waveforms*, preenchendo a lacuna que existia entre

sistemas de imagens e informações textuais (Hussein, Rada, Engelmann, Uwe *et al.*, 2004a).

DICOM SR é uma arquitetura para documentos desenhada para codificar e intercambiar informações clínicas utilizando a estrutura hierárquica do padrão DICOM. O DICOM SR utiliza IODs, que são abstrações para representar objetos do mundo real como pacientes, imagens, laudos que estão envolvidos em um determinado estudo DICOM.

Figura 4 - Modelo de informação do DICOM SR.



Fonte: Traduzido de (NEMA, 2009).

Um documento DICOM SR, consiste essencialmente de uma sequência de nodos ou *Content Itens* esses nodos são interligados através de relações em uma estrutura hierárquica. A Figura 4 exhibe a

relação de documentos estruturados para itens de conteúdo e as relações de itens de conteúdo para outros itens de conteúdo e contexto de observação. Cada nodo é representado por um par composto por um nome e valor, o nome corresponde a um único nome de conceito (*Concept Name*). Esse nome normalmente é definido com um código para facilitar a indexação.

Cada conceito é definido por três parâmetros:

- *Code Value*: o identificador no formato para uso em um algoritmo;
- *Code Scheme*: é o identificador da organização da codificação apresentada;
- *Code Meaning*: esse é o identificador que possui um valor para leitura humana.

Laudos estruturados gerados no padrão DICOM SR, permitem a interoperabilidade entre os diferentes sistemas de informações médicas oferecendo um eficiente mecanismo para a distribuição e gerenciamento de documentos médicos, sem as falhas de um sistema de gerenciamento baseado em texto livre.

2.1.4 Vocabulários Estruturados e Classificações

Vocabulários estruturados são coleções de termos ou descritores, organizados de acordo com uma metodologia que especifica o relacionamento entre os diferentes termos e conceitos, a fim de facilitar o acesso a informação. Esses vocabulários, são utilizados como uma espécie de filtro entre a linguagem do autor e o domínio especificado, podendo ser considerados assistentes de pesquisa auxiliando o usuário a refinar, expandir e aprimorar a sua pesquisa, obtendo resultados mais relevantes. Nesse trabalho os vocabulários MeSH (NLM, 2010), DeCS (Bireme, 2010) e SBC/CSR são os principais descritores de informações clínicas utilizados. A Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde (CID-10) também é utilizada como terminologia adicional.

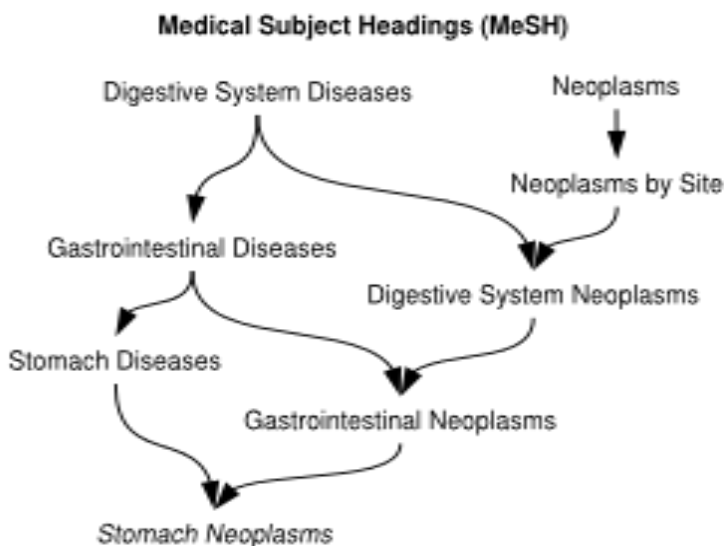
2.1.4.1 Medical Subject Headings (MeSH)

O *Medical Subject Headings* (MeSH) é um indexador comumente utilizado em ambiente clínico que teve o seu início em 1960. É controlado pela *U.S. National Library of Medicine* (NLM, 2010), e

consiste em uma estrutura hierárquica de termos de diversos níveis de especialidade, totalizando 25.671 descritores na versão 2010.

Além destes descritores, existem mais de 172.000 tópicos denominados *Supplementary Concept Records* ou registros de conceitos suplementares em um vocabulário separado, como também existem 97.000 termos para auxiliar a busca pelo descritor apropriado. A Figura 5 exibe a estrutura de relacionamento hierárquico do MeSH, ao buscar por um determinado descritor.

Figura 5 - Exemplo de relacionamento hierárquico do MeSH.



Fonte: (WikiDoc, 2011).

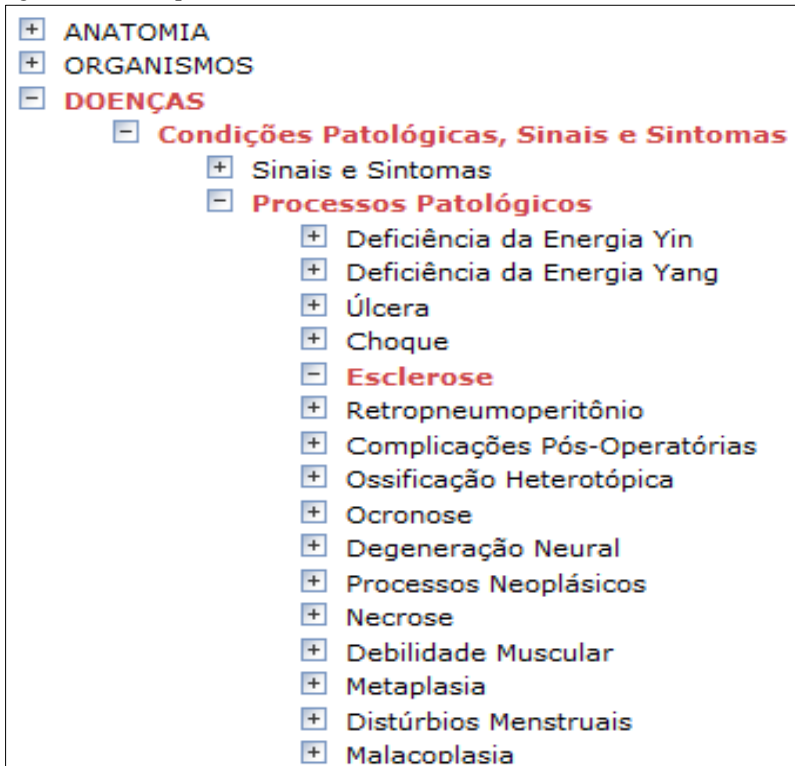
2.1.4.2 Descritores em Ciências da Saúde (DeCS)

Os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) foi criado a partir do descritor MeSH com o objetivo de permitir o uso de terminologia comum para pesquisa em três idiomas (português, inglês e espanhol), proporcionando um meio consistente e único para a recuperação da informação independentemente do idioma.

Isso qualifica a aplicação a também inquirir sobre conceitos do MeSH. Utiliza um vocabulário estruturado, permitindo a recuperação da informação com o termo exato utilizado para descrever o conteúdo daquele documento científico. É um vocabulário dinâmico com

aproximadamente 30.369 descritores, sendo destes 25.671 do MeSH, 219 de Ciência e Saúde, 1.950 de Homeopatia, 3.491 de Saúde Pública e 830 de Vigilância Sanitária em sua versão 2010. O número é maior que o total de descritores individuais, pois um descritor pode ocorrer mais de uma vez na hierarquia. Por ser dinâmico, registra o processo constante de crescimento e mutação (Barcellos Junior, Andrade *et al.*, 2008). Na Figura 6 é exibida a árvore de relacionamento do descritor Esclerose, esse descritor tem como antecessores o descritor Processos Patológicos, Condições Patológicas, Sinais e Sintomas e por final o nodo raiz chamado Doenças.

Figura 6 - Hierarquia do descritor Esclerose no DeCS.



2.1.4.3 SBC/CSR

No ano de 2003 o Grupo de Estudos de Eletrocardiografia da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC), como resultado da reunião

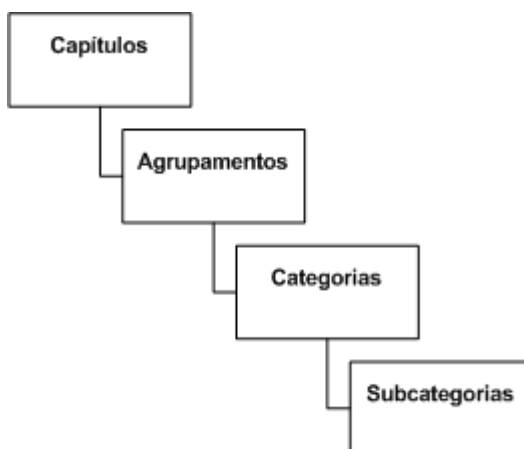
de especialistas de todo o Brasil, definiu normas e diretrizes iniciais para a análise e emissão de laudos eletrocardiográficos, visando agregar mais conhecimento aos exames de eletrocardiograma. Em 2009 essas normas foram aperfeiçoadas originando um documento intitulado "Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Análise e Emissão de Laudos Eletrocardiográficos 2009" (Pastore CA, 2009).

Nesse trabalho um extenso estudo foi realizado, a fim de criar um vocabulário estruturado eletrônico contendo as diretrizes presentes no documento produzido pela SBC em conjunto com termos utilizados por cardiologistas que emitem laudos no STT/SC, esse estudo gerou o vocabulário chamado SBC/CSR, contendo 92 descritores. O processo de desenvolvimento desse vocabulário é melhor detalhado no capítulo 4 METODOLOGIA.

2.1.4.4 CID-10

A 10ª Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde ou simplesmente CID-10, é publicada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e fornece códigos para classificação de doenças e de uma variedade de sintomas, aspectos anormais, queixas, circunstâncias sociais, entre outros.

Figura 7 - Estrutura do CID-10.



Sua estrutura é formada por categorias, que possuem códigos de três caracteres (uma letra e dois algarismos) e subcategorias, onde é

atribuído outro número, tem-se, portanto, as subdivisões de três caracteres iniciais acrescidos de um ponto e de outro número (DATASUS, 2008). As categorias são postas em agrupamentos que por sua vez são os conteúdos de 22 capítulos como exibido na Figura 7.

3 ESTADO DA ARTE

Nesse estudo foi utilizada a técnica intitulada Revisão Sistemática da Literatura, ela é descrita em (Kitchenham e Charters, 2007). Essa técnica é um meio de identificar, avaliar e interpretar todas as pesquisas relevantes para uma questão, tópico ou fenômeno de interesse. Com essa técnica foi possível criar um método de pesquisa sobre possíveis abordagens para o assunto tratado nesse trabalho.

Essa técnica é dividida em três etapas:

- Planejamento da revisão;
- Condução da revisão;
- Relatório da revisão;

A revisão sistemática apresentada nesse estudo tem como foco a concepção, desenvolvimento e implantação de modelos funcionais para uso do padrão DICOM SR em ambientes clínicos de larga-escala e em relação a extração de informações em documentos clínicos.

3.1 QUESTÕES DE PESQUISA

As seguintes questões de pesquisa foram abordadas na revisão sistemática:

- P1. Quais são as abordagens existentes sobre aplicação do padrão DICOM SR em ambiente clínico ?
- P2. Qual o ambiente de validação e implantação das abordagens existentes ?
- P3. As abordagens existentes fazem uso de estruturas de indexação de conhecimento como vocabulários estruturados, para assegurar a legibilidade dos documentos DICOM SR criados ?
- P4. As abordagens existentes foram aplicadas em outras modalidades DICOM além da Radiologia ?
- P5. As abordagens existentes permitem a realização de mineração de dados detalhada como dados sobre morbidade, diagnósticos, histórico do paciente e fatores de risco ?

3.2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

As seguintes ferramentas de pesquisa acadêmica foram utilizadas: IEEEExplore, ScienceDirect e ACM Digital Library.

Para cada uma das ferramentas foram executadas consultas específicas seguindo a especificação de cada ferramenta.

IEEEExplore:

("Abstract":dicom report) OR ("Abstract":dicom reporting) OR ("Abstract":dicom structured reporting) OR ("Abstract":dicom sr) OR ("Abstract":dicom structured report) OR (("Abstract":dicom report) AND ("Abstract":vocabulary)) OR (("Abstract":dicom reporting) AND ("Abstract":vocabulary)) OR (("Abstract":dicom structured reporting) AND ("Abstract":vocabulary)) OR (("Abstract":dicom sr) AND ("Abstract":vocabulary)) OR (("Abstract":dicom structured report) AND ("Abstract":vocabulary)) OR (("Abstract":dicom report) AND ("Abstract":terminology)) OR (("Abstract":dicom reporting) AND ("Abstract":terminology)) OR (("Abstract":dicom structured reporting) AND ("Abstract":terminology)) OR (("Abstract":dicom sr) AND ("Abstract":terminology)) OR (("Abstract":dicom structured report) AND ("Abstract":terminology)) OR (("Abstract":dicom report) AND ("Abstract":telemedicine)) OR (("Abstract":dicom reporting) AND ("Abstract":telemedicine)) OR (("Abstract":dicom structured reporting) AND ("Abstract":telemedicine)) OR (("Abstract":dicom sr) AND ("Abstract":telemedicine)) OR (("Abstract":dicom structured report) AND ("Abstract":telemedicine)) OR ("Search Index Terms":dicom report) OR ("Search Index Terms":dicom reporting) OR ("Search Index Terms":dicom structured reporting) OR ("Search Index Terms":dicom sr) OR ("Search Index Terms":dicom structured report) OR (("Search Index Terms":dicom report) AND ("Search Index Terms":vocabulary)) OR (("Search Index Terms":dicom reporting) AND ("Search Index Terms":vocabulary)) OR (("Search Index Terms":dicom structured reporting) AND ("Search Index Terms":vocabulary)) OR (("Search Index Terms":dicom sr) AND ("Search Index Terms":vocabulary)) OR (("Search Index Terms":dicom structured report) AND ("Search Index Terms":vocabulary)) OR (("Search Index Terms":dicom report) AND ("Search Index Terms":terminology)) OR (("Search Index Terms":dicom reporting) AND ("Search Index Terms":terminology)) OR (("Search Index Terms":dicom structured reporting) AND ("Search Index Terms":terminology)) OR (("Search Index Terms":dicom sr) AND ("Search Index Terms":terminology)) OR (("Search Index Terms":dicom structured report) AND ("Search Index Terms":terminology)) OR (("Search Index Terms":dicom report) AND ("Search Index Terms":telemedicine)) OR ("Search Index

Terms":dicom reporting) AND ("Search Index Terms":telemedicine)) OR (("Search Index Terms":dicom structured reporting) AND ("Search Index Terms":telemedicine)) OR (("Search Index Terms":dicom sr) AND ("Search Index Terms":telemedicine)) OR (("Search Index Terms":dicom structured report) AND ("Search Index Terms":telemedicine))

ScienceDirect:

Title-Abstr-Key("dicom report" OR "dicom reporting" OR "dicom structured reporting" OR "dicom sr" OR "dicom structured report" OR ("dicom sr" AND "vocabulary") OR ("dicom structured reporting" AND "vocabulary") OR ("dicom structured report" AND "vocabulary") OR ("dicom sr" AND "terminology") OR ("dicom structured reporting" AND "terminology") OR ("dicom structured report" AND "terminology") OR ("dicom sr" AND "telemedicine") OR ("dicom structured reporting" AND "telemedicine") OR ("dicom structured report" AND "telemedicine"))

ACM Digital Library:

"dicom report" OR "dicom reporting" OR "dicom structured reporting" OR "dicom sr" OR "dicom structured report" OR ("dicom sr" AND "vocabulary") OR ("dicom structured reporting" AND "vocabulary") OR ("dicom structured report" AND "vocabulary") OR ("dicom sr" AND "terminology") OR ("dicom structured reporting" AND "terminology") OR ("dicom structured report" AND "terminology") OR ("dicom sr" AND "telemedicine") OR ("dicom structured reporting" AND "telemedicine") OR ("dicom structured report" AND "telemedicine")

3.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Foram incluídos artigos escritos na língua inglesa e portuguesa diretamente relacionados com a concepção, desenvolvimento ou proposta de implantação do padrão DICOM SR em ambientes clínicos, e que estejam catalogados pelas fontes de pesquisa listadas no item 3.2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA.

Artigos sem avaliação dos resultados foram excluídos.

3.4 SELEÇÃO DOS ESTUDOS

As consultas retornaram 19 resultados para a ferramenta ScienceDirect, 54 para a IEEEExplore e 2 para a ACM Library. Desses, 7 foram selecionados por serem os mais relevantes para a pesquisa e que envolviam diretamente experimentos e abordagens relacionadas com as questões abordadas no item 3.1 QUESTÕES DE PESQUISA.

3.5 ESTRATÉGIA DE EXTRAÇÃO DE DADOS

Para cada um dos estudos selecionados para análise foram extraídas informações separadas nas seguintes categorias:

- **Referência:** Referência do estudo
- **Ambiente:** Ambiente de validação/implantação do estudo;
- **Indexação:** Tipo de indexação de informação;
- **Cobertura:** Quais modalidades DICOM a abordagem abrange;
- **Mineração de dados:** quais os tipos de informação podem ser extraídos utilizando a abordagem;

A Tabela 1 apresenta a síntese dos dados extraídos dos trabalhos considerados mais relevantes para o contexto do estudo realizado.

Tabela 1 - Trabalhos relacionados mais relevantes.

Referência	Ambiente /Objetivo	Indexação	Cobertura	Mineração de dados
(Riesmeier, Eichelberg et al., 2001)	Estações de trabalho. Desenvolvimento de um software para demonstrar que o uso de DICOM SR é um esforço justificado.	Indexação não descrita.	Radiologia	Sem técnica específica.
(Hussein, Rada, Engelman)	Estações de trabalho conectadas	Indexação não descrita.	Radiologia	Não descreve técnica de

n, Uwe et al., 2004b) (Arnold, Bui et al., 2007)	em Intranet e web Acesso web dentro de uma rede local	Indexação não descrita, faz menção ao uso de códigos do Colégio Americano de Radiologia (ACR)	Radiologia	mineração de dados. Não descreve técnica de mineração de dados.
(Bortoluzzi, von Wangenheim et al., 2003)	Estações de trabalho com acesso local. Artigo relata o desenvolvimento de uma ferramenta capaz de criar modelos de laudo estruturado.	Não utiliza indexação de dados	Radiologia	Não descreve técnica de mineração de dados.
(Korman, Delvaux et al., 1998)	Ainda não aplicado em ambiente real. Trata-se de uma proposta de modelo de documentos estruturados para endoscopia.	Indexação não descrita, faz menção ao uso do dicionário SNOMED DICOM (SDM).	Endoscopia	Não descreve técnica de mineração de dados.

(Welter, Deserno <i>et al.</i>, 2010)	Uso local, trata-se de uma proposta de modelos de documentos SR para mamografia e raio-x de tórax.	Nenhuma técnica de indexação é mencionada	Radiologia	Fala-se do potencial de mineração de dados, mas não descreve técnica de mineração de dados.
(Frommelt, Gorentz <i>et al.</i>, 2008)	Uso em uma rede local. Relata a experiência bem sucedida de trocar emissão de laudos transcritos em texto livre por emissão com DICOM SR em Ecocardiografia pediátrica.	Nenhuma técnica de indexação é mencionada	Cardiologia	Não descreve técnica de mineração de dados.

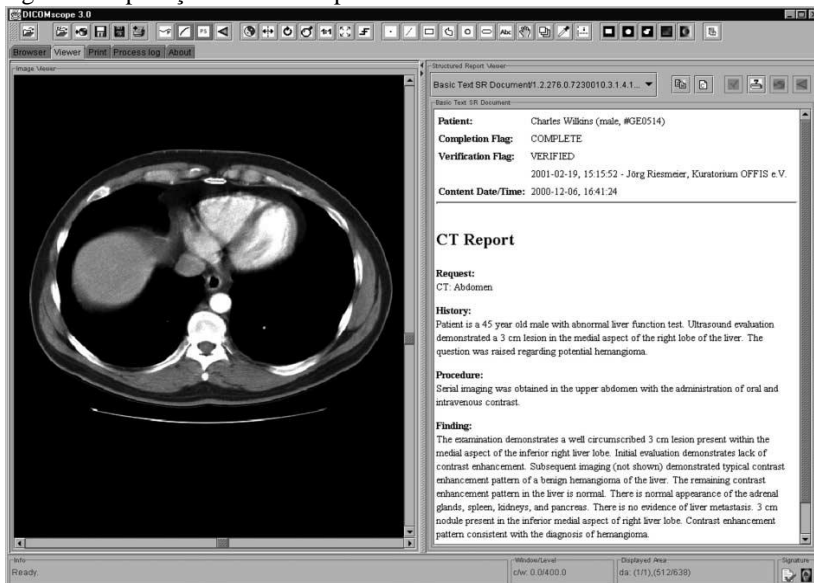
3.6 DETALHAMENTO DOS TRABALHOS RELACIONADOS

Alguns estudos descreveram a necessidade de técnicas de indexação e recuperação de informações em documentos clínicos, em alguns desses estudos existe a menção ao uso de terminologias para a construção de um documento clínico de qualidade. Em 1998 o trabalho de (Korman, Delvaux *et al.*, 1998) já tratava dessa necessidade. Nesse trabalho os autores propuseram uma terminologia mínima para aplicar o

padrão DICOM SR em exames de endoscopia gastrointestinal, deixando claro que apesar dos avanços tecnológicos realizados na área de vídeo endoscopia, poucos foram os avanços realizados para melhorar a qualidade da informação complementar as imagens ou vídeos do exame.

(Riesmeier, Eichelberg *et al.*, 2001) descrevem o desenvolvimento de um protótipo de um editor de laudos estruturados e visualizador de imagens no padrão DICOM. Esse trabalho foi realizado em 2001, resultando em um protótipo funcional desenvolvido na linguagem C++, que estende algumas funcionalidades da bem conhecida biblioteca OFFIS DICOM, resultando em sua incorporação na aplicação chamada DICOMscope (OFFIS, 2001). O experimento realizado demonstra que é possível implementar a especificação do DICOM SR com algum esforço justificado. Os autores também deixam claro que o problema de desenvolver alguma solução baseada em DICOM SR está na dificuldade de compreender e transcrever os conceitos do padrão de uma forma prática. A aplicação gerada a partir desse estudo é exibida na Figura 8.

Figura 8 - Aplicação DICOMscope.

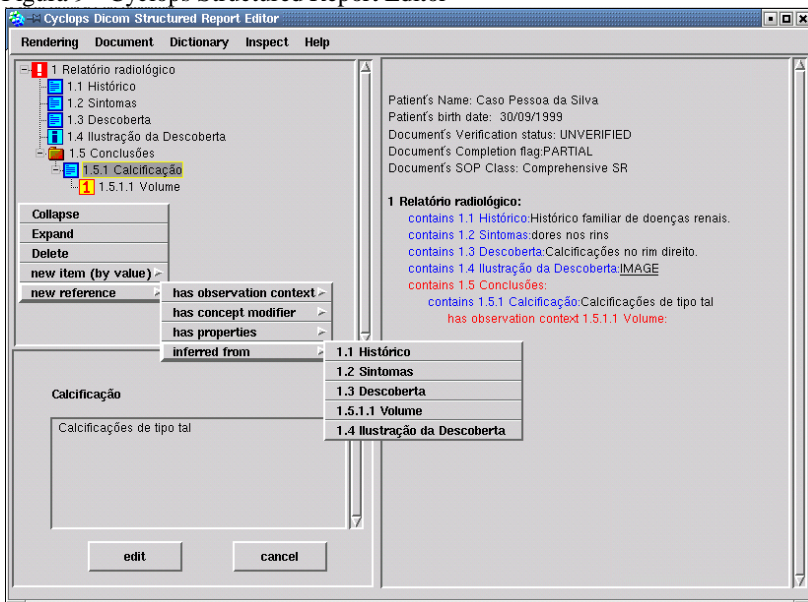


Fonte: (Riesmeier, Eichelberg *et al.*, 2001).

O grupo de pesquisa The Cyclops Group (Cyclops, 1992) desenvolveu um protótipo de um editor de modelos de laudos

estruturados no padrão DICOM chamado *Cyclops Structured Report Editor*. Esse trabalho foi realizado no ano de 2002, com o intuito de gerar modelos de laudos estruturados para diferentes modalidades de exame. A abordagem utilizada pelos autores se mostrou pouco prática para o uso diário de profissionais, já que para criar um modelo de laudo o usuário deveria obrigatoriamente conhecer a hierarquia que rege os objetos do padrão DICOM SR. A interface do editor desenvolvido nesse trabalho é exibida na Figura 9.

Figura 9 - Cyclops Structured Report Editor




Fonte: (Bortoluzzi, von Wangenheim *et al.*, 2002)

Em 2004 (Hussein, Rada, Engelmann, Uwe *et al.*, 2004b) escreveu em dois trabalhos sobre os desafios de desenvolver e implantar o padrão DICOM SR em estações de trabalho de sistemas PACS. Em seu trabalho, é descrita a metodologia que resultou no protótipo de um editor e visualizador de laudos estruturados integrado a um sistema de telerradiologia chamado CHILI (Hussein, R., Engelmann, U. *et al.*, 2004). O sistema resultante desse trabalho criou com sucesso uma rede de estações de trabalho onde imagens e documentos estruturados utilizando padrão DICOM são enviados entre diferentes estações.

Um protótipo de um sistema de documentos estruturados *Onsite* e *Offsite* baseado em distribuição *web* para comunicação clínica foi descrito por (Arnold, Bui *et al.*, 2007) em 2007. O protótipo desenvolvido é capaz de fornecer acesso a exames de radiologia e oferecer interfaces para inserção de informação adicional estruturada em uma rede local, como exibe a Figura 10. Essa aplicação já se mostra mais evoluída que a de outros trabalhos, trazendo uma interface de emissão mais adequada a rotina de profissionais em saúde.

Figura 10 - Aplicação Wet Read.



The image shows a web-based form titled "Wet Read Request Form". At the top, there is a header with the text "Wet Read" in large, bold, black letters. To the right of the header, there is a logo for "ucla medical imaging informatics" with a small image of a building. Below the header, the form contains several input fields and controls:

- Patient ID**: A text input field.
- Patient First Name**: A text input field.
- Patient Last Name**: A text input field.
- Study Date**: A date selection interface with dropdown menus for month and day, and a year dropdown set to "2005", followed by a "Calendar" link.
- Patient Gender**: Radio buttons for "Male" and "Female".
- Request type**: A dropdown menu with "Select..." as the current selection.
- Chief Complaint**: A large text area for entering the patient's main complaint.
- Additional Comments**: A larger text area for providing further details or notes.

At the bottom of the form, there are three buttons: "Submit", "Cancel", and "Log Out".

Fonte: (Arnold, Bui *et al.*, 2007).

O trabalho de (Frommelt, Gorentz *et al.*, 2008) em cardiologia foi aplicado em uma rede local, mas em uma rotina real onde inicialmente os laudos de exames de ecocardiografia pediátrica eram emitidos via telefone com a transcrição do áudio para texto livre. Os autores então implantaram o uso do padrão DICOM SR diretamente pelo médico emissor do laudo anteriormente ditado, como resultado o documento estruturado é enviado diretamente para o médico requisitante sem a necessidade de transcrição do áudio. Esse trabalho exhibe em seus resultados números da melhora do tempo de emissão de um laudo de 23,4 horas no método com transcrição de áudio para 1,2 horas com o novo método utilizando DICOM SR.

No estudo realizado em 2010 por (Welter, Deserno *et al.*, 2010), um modelo de documento estruturado no padrão DICOM SR para recuperação de imagens baseado em conteúdo foi concebido. Nesse trabalho, os autores contribuem desenvolvendo um modelo de documento DICOM SR para recuperação de imagens de radiologia adaptado para o fluxo de trabalho de sistemas PACS. O modelo gerado é então submetido ao conhecido grupo de ferramentas DCMTK (OFFIS, 2011), que por sua vez gera o documento final. Os autores também mencionam a importância de utilizar documentos estruturados para mineração posterior de dados, comparando a técnica proposta com modelos tradicionais baseados em simples consultas textuais.

Fabricantes de equipamentos também realizaram estudos e descreveram o uso de documentos clínicos estruturados e normalizados, como um caminho natural e inevitável para armazenamento e distribuição de grandes volumes de informações clínicas. Em (Sluis, Lee *et al.*, 2002), os autores concluem em seu artigo que o DICOM SR representa um passo crucial para alcançar a integração de informações clínicas com os dados de imagens utilizando terminologias da área médica.

Ao avaliar esses trabalhos, fica claro que a tarefa de desenvolver e implantar uma solução baseada no DICOM SR não é uma tarefa trivial. Alguns aspectos são comuns entre os trabalhos descritos: existe uma dificuldade explícita em oferecer ao usuário uma interface usual para entrada dos dados, o que reduziria o impacto de mudança na sua rotina de trabalho; o segundo aspecto é a falta de flexibilidade entre os protótipos apresentados de interagir com diferentes soluções CIS e PACS, mesmo utilizando um padrão de interoperabilidade como DICOM e por último os protótipos apresentados quando implantados foram em ambientes controlados e de baixa escala.

4 METODOLOGIA

O padrão DICOM SR é de certa forma flexível, permitindo a sua customização em algumas áreas específicas. Normalmente qualquer processo de customização ou implantação de DICOM SR em um sistema médico acaba incluindo três aspectos principais: a apresentação do laudo estruturado pronto ao usuário (visualização e impressão), a interface utilizada para entrada das informações no laudo e a estrutura de dados utilizada para armazenar as informações do laudo como também o algoritmo responsável pela sua manipulação (Barcellos Junior, von Wangenheim *et al.*, 2011).

A abordagem apresentada nesse trabalho cobre esses três aspectos e uma adicional que envolve conceber uma estrutura capaz de receber técnicas de análise de dados para a recuperação de informações clínicas.

Nesse capítulo o processo metodológico é dividido em etapas que vão desde análise de dados legados do STT/SC, passando pela concepção de vocabulários estruturados, mapeamento do modelo relacional, entrada normalizada de exames até a geração do laudo estruturado.

4.1 ANÁLISE DE DADOS PRÉVIOS QUE MOTIVOU ESSA METODOLOGIA

As tecnologias e técnicas empregadas nos sistemas de telemedicina atuais, armazenam e recuperam informações clínicas de um modo tradicional, onde documentos clínicos com conteúdo textual são tratados e armazenados de um modo não normalizado (Norris, 2002). Quando falamos de informações clínicas como documentos e laudos isso fica mais evidente, já que esses sistemas ainda utilizam emissão de documentos por meio de texto simples sem qualquer terminologia ou vocabulário associado, o que resulta em uma base de dados não normalizada dificultando a aplicação de técnicas de análise de dados (Barcellos Junior, von Wangenheim *et al.*, 2011).

Tendo a realidade de operação dessas redes como cenário de aplicação desse trabalho, tornou-se necessário conhecer de forma detalhada o funcionamento do sistema de armazenamento e recuperação de informações de uma dessas redes. No ano de 2009 iniciou-se um trabalho com os dados da rede STT/SC referentes ao período compreendido entre agosto de 2005 e agosto de 2010 foram os objetos de uma análise prévia e aplicação da metodologia desenvolvida como descrito em capítulos anteriores.

O STT/SC está em operação por mais de seis anos, os dados avaliados nessa etapa estão compreendidos nos primeiros cinco anos de operação da rede. Nesse período, o STT/SC oferecia os modelos de laudos mais recorrentes à rotina de trabalho dos médicos usuários da rede, mas nem sempre os laudos eram redigidos utilizando esses modelos, ou ainda, não utilizavam qualquer modelo resultando em um número significativo de laudos em escrita simples não normalizados ou indexados. Tal flexibilidade de registro acarreta em inúmeras variantes desses modelos, como também composições gramaticais típicas de cada médico, portanto um mecanismo simplista de busca por campos ou palavras chave não seria efetivo para realizar uma análise estatística dos dados contidos nesse cenário. Para que o maior número de informações do paciente e dos seus exames fossem recuperados, foi necessário utilizar e desenvolver mecanismos de busca capazes de compreender a solicitação do usuário e expandir o universo de pesquisa sem perder a especificidade do objetivo. Durante essa etapa, o universo de análise foram 200.000 laudos eletrocardiográficos redigidos de forma simples, desse modo por meio de entrevistas com os cardiologistas que emitiram laudos durante os primeiros cinco anos foi possível mapear o conteúdo, termos e sentenças mais utilizados por cada um individualmente quando um laudo de ECG é composto, já que não existia nenhum processo normalizado. Esse processo de mapeamento, resultou em um conjunto de 55 sentenças que caracterizavam o cenários de emissão de laudos dos primeiros cinco anos de operação da rede.

Deu-se então início a uma análise minuciosa do modelo empregado no STT/SC para armazenar e recuperar as informações de sua base de dados. Essa análise teve como escopo as informações clínicas ligadas diretamente ao paciente usuário da rede como: dados pessoais anonimizados (idade, altura, sexo, localização), indicações clínicas, exames e principalmente laudos de exames realizados. No período de agosto de 2005 até agosto de 2010, o STT/SC mantinha em seu banco de dados um número limitado de informações clínicas relacionado com os pacientes.

Dessa forma, foram combinados diferentes algoritmos, técnicas e ferramentas a fim de realizar uma análise estatística do STT/SC em relação a laudos de ECG emitidos nos seus primeiros cinco anos de operação. Entre essas técnicas podemos destacar a Distância Levenshtein, que utiliza o conceito matemático de matrizes para realizar operações de inserção, exclusão ou substituição de um único caractere nas expressões a serem comparadas, com o objetivo de transformar uma

expressão em outra. Essa técnica compara duas expressões a fim de obter um grau de similaridade entre si (Ristad e Yianilos, 1998). Por exemplo, a distância Levenshtein entre as palavras “carro” e “barco” é dois, ou seja, são necessárias duas operações para transformar uma palavra em outra, substituindo a letra “c” por “b” e a letra “r” por “c”. Outra técnica de indexação e classificação combinada a Distância Levenshtein foi o algoritmo *Cover Density Ranking* ou simplesmente CDR, nele a proximidade, sequência e número de ocorrências entre as palavras de uma determinada sentença recebem maior pontuação do que o método comum em buscas por palavras-chave onde somente o maior número de ocorrências de palavras é levado em consideração (BARCELLOS JUNIOR, 2008). Essas técnicas de cálculo de similaridade foram então integradas ao algoritmo de busca padrão da ferramenta Apache Lucene (Hatcher e Gospodnetic, 2004) em forma de extensões, essa ferramenta utiliza uma estrutura de índices invertidos para armazenamento em disco das informações a serem indexadas.

Após integrar as diferentes técnicas ao algoritmo de busca do Apache Lucene, aplicou-se a ferramenta estendida em uma amostra de mais de 200.000 exames de eletrocardiograma do STT/SC dos cinco primeiros anos de atividade, o algoritmo de busca foi alimentado com os termos mapeados pelos cardiologistas durante entrevistas prévias. Foi durante esse processo de indexação e busca que as falhas no procedimento de emissão de laudo em texto simples ficaram claras, dos 200.000 exames avaliados aproximadamente 13.000 exames, ou seja, 6% da amostra não pode ser mapeada ou relacionada com os termos propostos pelos especialistas. Em resumo, mesmo utilizando uma abordagem atual e detalhada para indexação e busca de informação em texto simples como é a da ferramenta Apache Lucene, não foi possível classificar o diagnóstico contido em 6% dos laudos de eletrocardiográficos emitidos.

A estrutura utilizada pelo STT/SC durante esse período era claramente deficiente quanto ao conteúdo armazenado, as informações eram limitadas a idade e sexo do paciente, modalidade e imagens do exame e um laudo textual, é principalmente nessa última entidade que a análise se concentrou. Ao analisar a composição textual do conteúdo dos laudos emitidos, ficou claro que a simples transcrição dessas informações de texto simples para uma estrutura pré-definida não atenderia por completo o processo de normalização desses dados para o padrão DICOM SR, refletindo diretamente na rastreabilidade dessas informações. Esse modelo de laudo emitido por um especialista, nada mais era que um simples texto armazenado em um banco de dados, ou

seja, o documento eletrônico emitido sem obedecer a um padrão não apresentando relacionamento com as imagens ou exame de uma forma declarada dentro do seu conteúdo, e muito menos possibilitava a interoperabilidade entre o DICOM imagem do exame e o DICOM SR laudo do exame. Essa estrutura dificultava a aplicação de técnicas de indexação e de mineração de dados.

4.2 VOCABULÁRIOS ESTRUTURADOS

Outra etapa dessa metodologia é a concepção do modelo relacional da estrutura de armazenamento dos vocabulários estruturados. Esses vocabulários servem para agregar conhecimento a documentos clínicos podendo também ser considerados assistentes de pesquisa ao usuário do sistema. Dessa forma são produzidos documentos normalizados sem erros sintáticos ou semânticos. Durante esta etapa, cada um dos vocabulários utilizados foi devidamente mapeado de diferentes fontes e formatos e transcritos para um modelo ER, dessa forma as informações e os relacionamentos entre os vocabulários ficam mantidos em um banco de dados integrado. Nessa seção os modelos ER concebidos para cada vocabulário são detalhados e no final desse capítulo apresentamos a integração e o relacionamento que cria índices entre um documento DICOM SR e os vocabulários estruturados em um banco de dados relacional. Nesse trabalho o sistema de gerenciamento utilizado foi o PostgreSQL, que é um sistema de gerenciamento de banco de dados objeto relacional distribuído sob licença MIT (Abiteboul, Hull *et al.*, 1995).

4.2.1 Estrutura de armazenamento do MeSH e DeCS

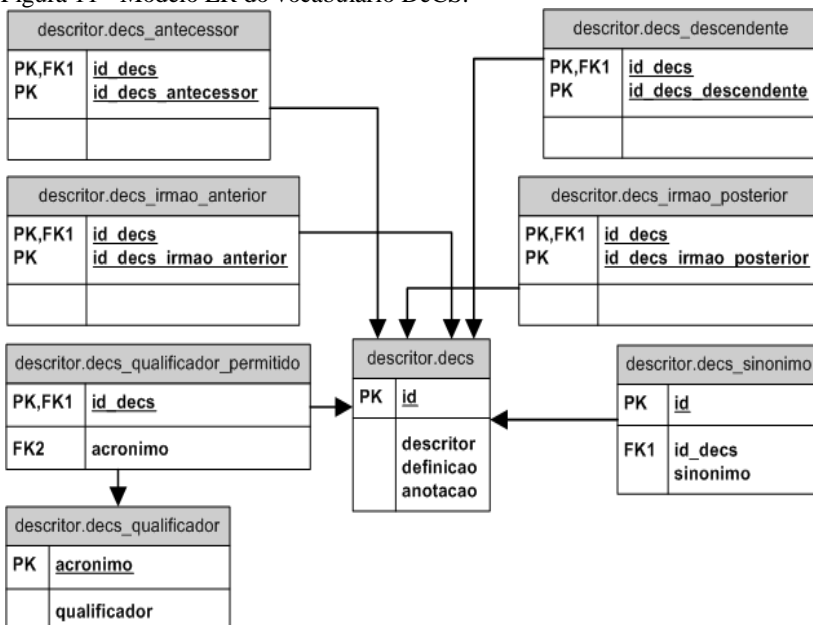
O uso do MeSH e DeCS nesse trabalho tem como principal objetivo permitir o uso de terminologia comum para pesquisa em três idiomas (português, inglês e espanhol), proporcionando um meio consistente e único para a recuperação da informação independentemente do idioma. Podendo ser correlacionado com outros vocabulários e descritores como SBC/CSR e CID-10.

Sendo assim, iniciou-se o processo de concepção do modelo relacional do DeCS, já que o mesmo é uma extensão do MeSH o que resultou em oito entidades:

- *descriptor.decs*: essa entidade armazena as informações mais comuns de um descritor, seu identificador, nome, definição formal e anotação para indexação;

- *descriptor.decs_antecessor*: são todos os descritores que estão posicionados abaixo na hierarquia se comparados com um determinado descritor;
- *descriptor.decs_descendente*: por sua vez, são todos os descritores que estão posicionados acima na hierarquia se comparados com um determinado descritor;
- *descriptor.decs_irmao_anterior* e *descriptor.decs_irmao_posterior*: são entidades que armazenam descritores posicionados no mesmo nível hierárquico de um determinado descritor, sendo que o primeiro contém os posicionados anteriormente e o segundo as posicionados posteriormente;
- *descriptor.decs_sinonimo*: essa entidade armazena os sinônimos de um determinado descritor;
- *descriptor.decs_qualificador* e *descriptor.decs_qualificador_permitido*: são entidades que armazenam as informações de referência dos qualificadores de um determinado descritor;

Figura 11 - Modelo ER do vocabulário DeCS.



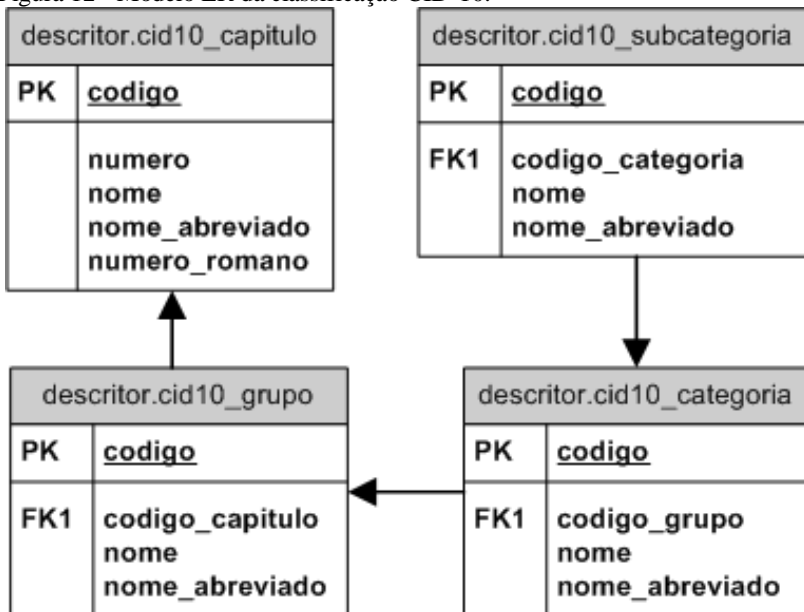
Nesse modelo o atributo *id* da entidade *descriptor.decs* é o identificador único do vocabulário DeCS, e ele é uma chave estrangeira para todas as outras entidades, servindo de conector entre os diferentes tipos de informação, como exibe a Figura 11.

4.2.2 Estrutura de armazenamento da CID-10

Para a classificação CID-10 o modelo ER gerado, é uma transcrição exata da lista tabular disponibilizada pelo DATASUS (DATASUS, 2008) e especificada anteriormente no capítulo 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

Essa estrutura tabular é composta por quatro entidades relacionais: *descriptor.cid10_capitulo*, *descriptor.cid10_grupo*, *descriptor.cid10_categoria* e *descriptor.cid10_subcategoria* que possuem chaves estrangeiras entre si, essas entidades e seus relacionamentos são detalhados na Figura 12.

Figura 12 - Modelo ER da classificação CID-10.

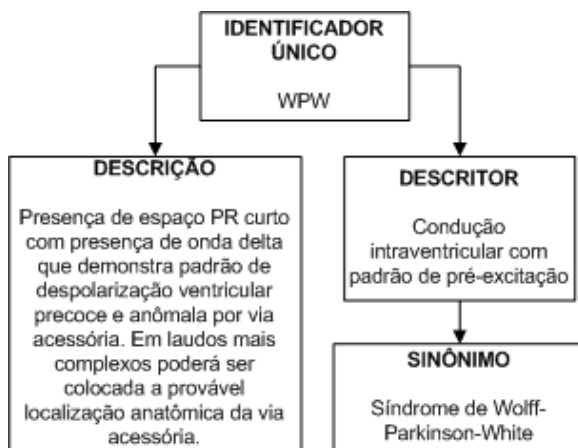


4.2.3 O Vocabulário SBC/CSR

Tendo os três aspectos do processo de customização ou implantação de DICOM SR e o adicional de mineração de dados como objetivos específicos a serem atingidos, como também os resultados da análise dos dados prévios do STT/SC como fatores chave para garantir a qualidade dos documentos estruturados emitidos, decidiu-se por utilizar uma abordagem baseada em vocabulários estruturados, tornando esses a base para a emissão de qualquer documento eletrônico estruturado.

Como detalhado no início do capítulo, com o processo de análise dos dados prévios do STT/SC, ficou claro que somente os vocabulários MeSH, DeCS e a classificação CID-10 não seriam suficientes para cobrir todo o universo de laudos emitidos pela rede, já que o sistema era flexível o suficiente no registro de documentos clínicos a ponto de permitir inúmeras variantes de modelos de laudo não normalizados, como também composições gramaticais típicas de cada usuário. Sendo assim, deu-se início a um extenso estudo a fim de identificar outros vocabulários existentes, como também normas e diretrizes que regem a emissão de laudos de diferentes modalidades de exames.

Figura 13 - Estrutura de um descritor SBC/CSR.



Nesse processo, identificou-se que para a modalidade com maior volume de exames, o eletrocardiograma, os vocabulários MeSH/DeCS e a classificação CID-10 não atendiam as necessidades de emissão de laudos eletrocardiográficos. Nesse momento, o estudo identificou que a

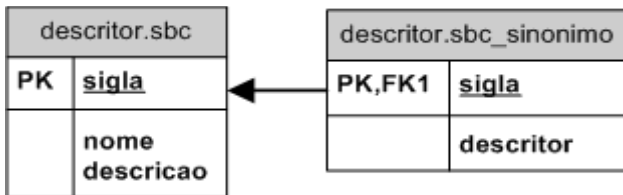
Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC) havia produzido documentos detalhando normas e diretrizes para a emissão de laudos eletrocardiográficos, como descrito anteriormente no tópico 2.1 CONCEITOS FUNDAMENTAIS.

Após estudar o documento contendo as diretrizes da SBC e depois de uma série de entrevistas com um grupo de cardiologistas que emitem laudos no STT/SC, foi concebido e desenvolvido o vocabulário SBC/CSR específico para emissão de laudos eletrocardiográficos. Esse vocabulário apresenta os descritores presentes no documento oficial da SBC, adicionado de descritores complementares especificados pelos cardiologistas do STT/SC.

O vocabulário foi estruturado a partir de um identificador único, que é uma sigla que representa um descritor (termo). Cada descritor possui uma descrição completa que é a definição formal do descritor, e pode ou não possuir um sinônimo relacionado. A Figura 13 apresenta a estrutura do descritor da Síndrome de Wolff-Parkinson-White.

O identificador único é a referência do cardiologista na lista de descritores, ele é utilizado em uma interface onde o profissional simplesmente seleciona qual o descritor quer adicionar ao laudo final, sem a necessidade de adicionar texto livre, resultando em um laudo de ECG completamente normalizado sem erros conceituais ou de sintaxe.

Figura 14 - Modelo ER do vocabulário SBC/CSR.



O modelo conceitual foi então transcrito para um modelo relacional como exibido na Figura 14. Os descritores que compõem esse vocabulário são exibidos no APÊNDICE D – Vocabulário SBC/CSR.

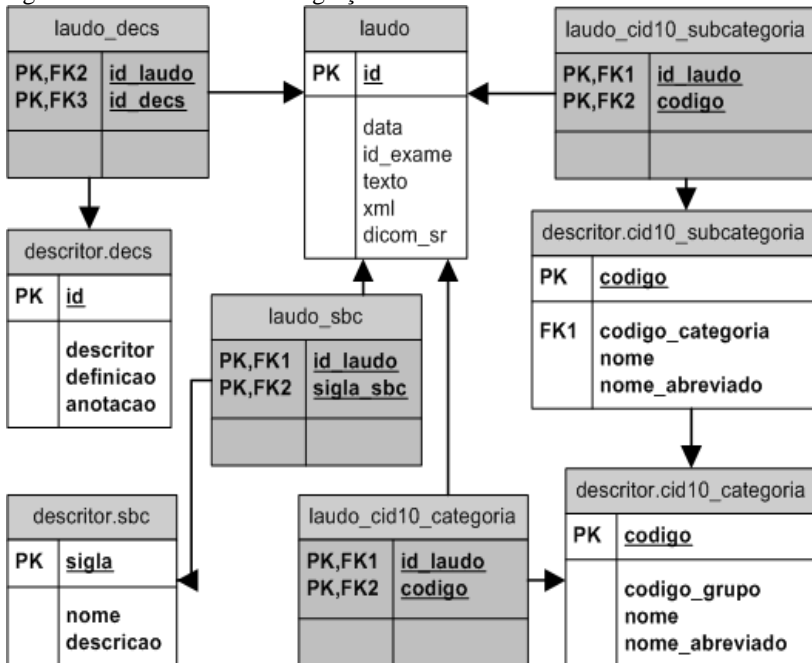
4.3 MODELO ER INTEGRADO

Após modelar cada um dos vocabulários estruturados e entidades relacionadas com o processo de emissão de laudo, deu-se início a integração entre as entidades base de um sistema clínico com as entidades geradas para os vocabulários estruturados.

Sendo assim, o passo inicial foi a composição da entidade laudo, composta por um identificador próprio (id), data de emissão do laudo (data), identificador do exame (id_exame), texto digitado pelo usuário em situações onde o uso de vocabulário estruturado não é obrigatório (texto), o modelo XML gerado pela aplicação CSR (xml) e por fim o documento DICOM SR também gerado pela SR (dicom_sr). Nesse modelo a entidade laudo faz o papel central dos relacionamentos, auxiliada por entidades relação destacadas na Figura 15 que armazenam os identificadores únicos dos laudos emitidos e dos descritores de cada vocabulário ou classificação.

Esse modelo torna possível inferir sobre laudos indexados por descritores de um determinado vocabulário, e ao mesmo tempo relacionar o diagnóstico emitido com descritores de outros vocabulários, ou seja, mesmo o laudo tendo sido emitido com um determinado descritor é possível relacionar o seu conteúdo com outros vocabulários disponíveis.

Figura 15 - Modelo ER da integração de entidades e vocabulários.



4.4 NORMALIZAÇÃO DA ENTRADA DE EXAMES

À medida que os estudos sobre o padrão DICOM SR e a análise do modelo anterior de emissão em laudo de texto simples utilizado pelo STT/SC foram evoluindo, percebeu-se que resultados mais significativos quando a análise e mineração de dados seriam obtidos se não só o processo de emissão de laudos fosse normalizado, mas também o processo de entrada de exames. Essa necessidade de normalização foi constatada durante as entrevistas com médicos e gestores da rede, e principalmente durante o processo de análise dos dados contidos nos primeiros cinco anos do STT/SC relatados no tópico 4.1 ANÁLISE DE DADOS PRÉVIOS QUE MOTIVOU ESSA METODOLOGIA. O universo sintático e semântico encontrado na redação dos laudos desse período, revelou a falta de normalização ou adoção de normas na emissão de laudos, já que no processo de recuperação de informação detalhado nesse tópico 6% dos laudos analisados não puderam ser classificados em categorias predefinidas pelos profissionais consultados.

Para esse estudo, foi escolhida a modalidade de Eletrocardiograma (ECG) como a modalidade inicial para aplicação desse processo de normalização, essa modalidade representa aproximadamente 70% do total de exames enviados ao STT/SC a tornando um caso ideal para validação dessa metodologia. Outras modalidades como Dermatologia (VL) e Ressonância Magnética (MRI) também receberam processos de normalização similares quanto à entrada de exame.

O processo de normalização teve início com reuniões periódicas com os profissionais que trabalham no STT/SC, no caso de ECG esses profissionais são cardiologistas devidamente alocados para emissão de laudos de ECG pela Secretaria de Saúde do Estado (SES). Nessas reuniões foram discutidas quais são as informações necessárias a serem enviadas pelo médico que solicitou o exame (médico solicitante), para que um laudo referente a um exame de ECG obtenha o diagnóstico mais preciso possível. Dessa forma foram obtidas características e especificações necessárias para o envio de um ECG, essas especificações levam em consideração fatores como o histórico familiar do paciente, medicamentos que ele utiliza regularmente, uma investigação detalhada de dor e co-morbidades e fatores de risco como Hipertensão Arterial e Obesidade. O médico solicitante também pode descrever a sua hipótese diagnóstica a partir da avaliação prévia ao qual o paciente foi submetido, algumas especificações de características utilizadas na entrada do exame de ECG são listadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Indicações clínicas de ECG.

Característica	Especificação
Hipótese Diagnóstica	Dor Cardíaca Isquêmica; Dor Cardíaca Não Isquêmica; Dor Não Cardíaca; Febre Reumática; Cardiopatia Congênita; Valvulopatia; Observações.
Medicamentos em Uso	Diuréticos; Digital; Betabloqueadores; Inibidores de enzima conversora; Amiodorona; Bloqueadores de Cálcio; Outro; Nenhum.
Co-morbidades e Fatores de Risco	Hipertensão Arterial; Doença de Chagas; Obesidade; Diabete Mellitus; Tabagismo; Infarto do Miocárdio; Dislipidemia; Histórico Familiar de Doença Coronariana; Doença Renal Crônica; Doença Pulmonar Crônica; Revascularização Miocárdica Prévia; Nenhum.
Investigação de Dor	Data do Último Episódio; Duração do Último Episódio; Há Quanto Tempo Apresenta os Sintomas.
Classificação da Dor	Membro Superior Direito; Membro Superior Esquerdo; Pescoço; Dorso; Região Precordial; Região Torácica Direita; Epigástrico
Caracterização da Dor Torácica	Provocada por Esforço e/ou Emoção; Aliviada por Repouso ou nitrato; Desconforto retroesternal com qualidade e duração características.

Através da obrigatoriedade do preenchimento dessas especificações auxiliada por uma interface de entrada adequada e usual, foi possível normalizar a entrada de informações do paciente e do exame. A Figura 16 apresenta uma dessas interfaces, nela o médico solicitante seleciona os medicamentos em uso pelo paciente e também as co-morbidades e fatores de risco a serem considerados pelo cardiologista que irá avaliar o Eletrocardiograma e emitir o laudo final.

As especificações são então devidamente armazenadas, indexadas e relacionadas com o exame, o laudo e vocabulários estruturados no banco de dados da aplicação facilitando os procedimentos de análise e mineração de dados.

Figura 16 - Interface de entrada de fatores de risco.

Medicamentos em uso (*)		
<input checked="" type="checkbox"/> Diuréticos	<input type="checkbox"/> Digital	<input type="checkbox"/> Betabloqueadores
<input type="checkbox"/> Inibidores de enzima conversora	<input type="checkbox"/> Amiodarona	<input type="checkbox"/> Bloqueadores de cálcio
<input type="checkbox"/> Nenhum	Outros	<input type="text"/>
Co-morbidades e Fatores de Risco (*)		
<input type="checkbox"/> Hipertensão arterial	<input type="checkbox"/> Doença de Chagas	
<input checked="" type="checkbox"/> Obesidade	<input type="checkbox"/> Diabetes Mellitus	
<input type="checkbox"/> Tabagismo	<input type="checkbox"/> Infarto do miocárdio	
<input type="checkbox"/> Dislipidemia	<input checked="" type="checkbox"/> Histórico familiar de doença coronariana	
<input type="checkbox"/> Doença renal crônica	<input type="checkbox"/> Doença pulmonar crônica	
<input type="checkbox"/> Revascularização miocárdica prévia	<input type="checkbox"/> Nenhum	

Outros exemplos de interfaces de entrada de dados e resultados de análise de dados sobre essas especificações em exames de ECG são apresentadas posteriormente no capítulo 5 RESULTADOS E VALIDAÇÃO.

4.5 GERANDO O DICOM SR

Uma vez estabelecida à base para os documentos estruturados e concluída a etapa de modelagem e armazenamento dos dados dos vocabulários estruturados, os esforços foram concentrados em desenvolver a aplicação principal chamada *Cyclops Structured Reporting* (CSR). Essa aplicação é responsável por prover uma interface usual para os usuários, interpretar e codificar o texto de entrada de forma estruturada, conectar ao banco de dados e ao servidor DICOM, garantir a comunicação com ferramentas de terceiros, exibir o documento final e recuperar informações de documentos já emitidos.

Na CSR, existem três modos de emissão de documentos:

- O primeiro onde são utilizados exclusivamente descritores de vocabulários estruturados. Como exemplo esse modo é utilizado na modalidade de eletrocardiograma;
- No segundo modo o usuário pode fazer uso ou não de vocabulários estruturados para complementar o seu laudo,

caso não utilize a CSR provê três campos padrão para a emissão do laudo;

- No terceiro modo, a CSR permite personalização dos campos do laudo, assim o usuário emissor pode criar diferentes campos, independente dos três campos oferecidos por padrão;

4.5.1 Modelo Conceitual

Seguindo as normas e diretrizes estabelecidas para composição de documentos estruturados por (Clunie, 2000) e pelo suplemento 23 do padrão DICOM (NEMA, 2009), a CSR compõe um registro hierárquico de relacionamentos entre informações, esses relacionamentos ocorrem entre o documento principal e os diferentes containers de informações, que por sua vez podem ter novos relacionamentos com propriedades adicionais.

Como descrito em capítulos anteriores, um documento DICOM SR ou simplesmente DSR consiste em uma estrutura de nodos ou *containers* com informações, ligadas entre si através de relacionamentos dos tipos *CONTAINS*, *HAS PROPERTIES*, *SELECTED FROM*, *INFERRED FROM*, entre outros.

A CSR utiliza como estrutura base para emissão de laudos três *containers*:

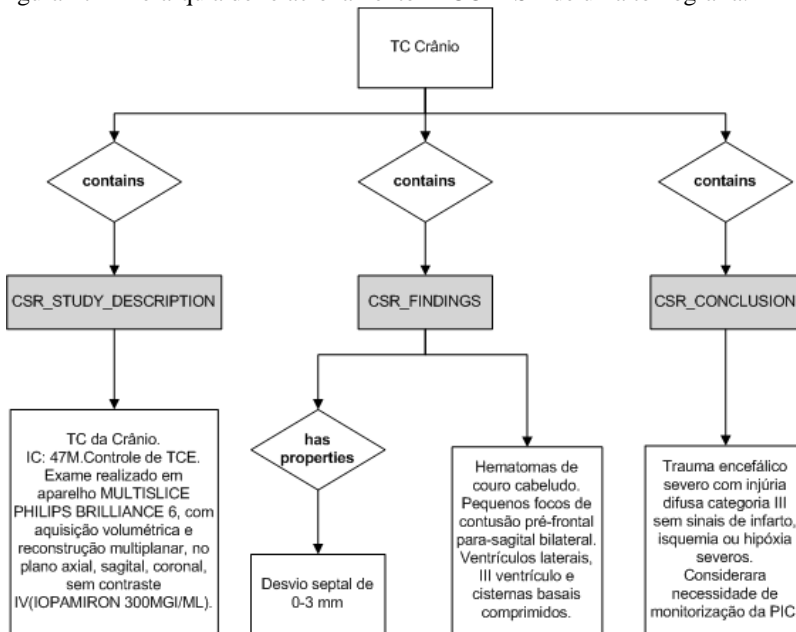
- **CSR_STUDY_DESCRIPTION**: esse *container* é responsável por armazenar informações que descrevem o estudo realizado em um determinado exame. Essas informações por exemplos, podem ser descrições das condições de realização do exame, como tipo de aparelho e condições fisiológicas;
- **CSR_FINDINGS**: nesse *container* é armazenado o laudo em si, ou seja, o conteúdo textual ou descritores de vocabulários estruturados, descrevendo os achados e o diagnóstico completo;
- **CSR_CONCLUSION**: armazena a descrição textual da conclusão diagnóstica para as evidências do exame relacionado.

A Figura 17 apresenta a estrutura de um laudo referente a um exame de Tomografia Computadorizada, gerado pela aplicação CSR. Nesse exemplo os relacionamentos são do tipo *CONTAINS* (contém) e *HAS PROPERTIES* (possui propriedades), onde o documento (nodo TC Crânio) contém os *containers* **CSR_STUDY_DESCRIPTION**,

CSR_FINDINGS e CSR_CONCLUSION. Esses *containers* podem ter ou não informações adicionais relacionadas a eles, nessa figura o diagnóstico e os achados armazenados no *container* CSR_FINDINGS possuem uma propriedade relacionada que é o "Desvio Septal de 0-3 mm".

A metodologia para a geração do laudo DSR final consiste basicamente em quatro etapas: concepção do modelo conceitual de um documento estruturado, concepção da estrutura necessária para o modelo XML que serve como base para a geração do DSR final, desenvolvimento do algoritmo que gere a aplicação CSR, apresentação do documento ao usuário.

Figura 17 - Hierarquia de relacionamento DICOM SR de uma tomografia.



4.5.2 Criando Um Modelo XML Válido

Antes de gerar o objeto DICOM propriamente dito, é necessário criar uma modelo na linguagem XML que represente a estrutura desejada para o objeto como também todo o conteúdo textual do laudo. Esse modelo é então submetido a uma biblioteca que é responsável por gerar um arquivo DSR e um arquivo HTML, ambos os arquivos são

utilizados no processo de armazenamento no banco de dados como também a apresentação do laudo finalizado ao usuário. Esse tópico apresenta as diferentes seções, nodos e campos de um modelo XML cada seção é detalhada e explicada por meio de exemplos.

A etapa de geração do modelo XML que é a base necessária para a formação de um documento DICOM SR válido começa pelo seu cabeçalho, nele são armazenados os valores principais que identificam o documento estruturado, como:

- **REPORT TYPE:** é o tipo documento que podendo assumir os valores *Basic SR*, *Enhanced SR* ou *Comprehensive SR*;
- **MODALITY:** modalidade DICOM que esse modelo XML está representando, ou seja, SR (*Structured Reporting*). Essa modalidade não deve ser confundida com a modalidade do exame analisado, tal identificação é atribuída no preenchimento da descrição do estudo;
- **CHARSET:** é a codificação ISO utilizada no conteúdo do documento;
- **REFERRING PHYSICIAN:** nesse campo são armazenados os dados do médico de referência;
- **PATIENT:** dados como número de identificação e nome são armazenados nesse campo;
- **STUDY, SERIES e INSTANCE:** como discutido em capítulos anteriores, arquivos DICOM são representados por identificadores de qual estudo e série fazem parte. Para arquivos DICOM SR não é diferente, esses são valores do estudo, série e instância do documento que está sendo emitido. A aplicação CSR gera os identificadores únicos de modo automatizado, tal processo será detalhado posteriormente nesse capítulo;
- **CODING:** nessa seção do modelo é especificado o *coding scheme* utilizado no documento, ou seja, o identificador da organização que provê a codificação das informações contidas no documento. Nesse trabalho foi especificado um identificador próprio chamado 99_CSR, isso se deve a particularidade da metodologia desenvolvida que utiliza uma abordagem diferenciada baseada nos vocabulários estruturados, como outros esquemas não contemplavam tais informações, foi necessário especificar um novo esquema de codificação.

Figura 18 - Cabeçalho de um modelo XML gerado pela CSR.

```

<report type="Basic SR">
  <sopclass uid="1.2.840.10008.5.1.4.1.1.88.11">Basic SR</sopclass>
  <modality>SR</modality>
  <charset>ISO_IR 192</charset>
  -<referringphysician>
    -<name>
      <first>Profissional</first>
      <last>Requisitante</last>
      <suffix>Dr</suffix>
    </name>
  </referringphysician>
  -<patient>
    <id>153137</id>
    -<name>
      <first>Um</first>
      <last>Paciente</last>
    </name>
  </patient>
  -<study uid="1.2.826.0.1.3680043.8.213.120.201110081555502234000000471170">
    <description>Exame nº. 471170</description>
  </study>
  -<series uid="1.2.826.0.1.3680043.8.213.121.201110081555502234000000471170">
    <number>1</number>
    <description>Exame nº. 471170</description>
  </series>
  -<instance uid="1.2.826.0.1.3680043.8.213.122.201110081555502234000000471170">
    <number>1</number>
    -<creation uid="1.2.826.0.1.3680043.8.213.12">
      <date>2011-10-08</date>
      <time>15:55:50</time>
    </creation>
  </instance>
  -<coding>
    -<scheme designator="99_CSR">
      <uid>1.2.826.0.1.3680043.8.213.91</uid>
      <name>99_CSR</name>
      <organization>The Cyclops Group</organization>
    </scheme>
  </coding>

```

Sendo um documento DICOM SR também um objeto DICOM, é obviamente necessário possuir o objeto DICOM normalizado referente a informações do estudo ao qual esse documento pertence. A CSR mantém a integridade desse objeto gerando os identificadores únicos (*UID*) para estudo, série e instância do laudo. Esses valores são obtidos

através da composição entre identificadores numéricos do exame que esse laudo representa, data e hora do momento da emissão como também o *timestamp* (uma sequência de caracteres denotando data e horário em um determinado momento) Unix (Bach e Bell Telephone Laboratories, 1986) em microssegundos do momento da finalização do documento. O método responsável por esses *UID's* é chamado *_generateUniqueUid* e é parte integrante da classe *CSR_Document* que é detalhada no APÊNDICE C – Especificação da . A Figura 18 exibe um cabeçalho de uma modelo XML gerado pela CSR.

Figura 19 - Evidências de um estudo DICOM correlacionadas em um documento DICOM SR.

```

<evidence type="Current Requested Procedure">
- <study uid="1.2.392.200036.9116.2.6.1.48.1221428859.1318042718.530848">
- <series uid="1.2.392.200036.9116.2.6.1.48.1221428859.1318042829.159352">
- <value>
  <sopclass uid="1.2.840.10008.5.1.4.1.1.2">Tomografia Computadorizada</sopclass>
  <instance uid="1.2.392.200036.9116.2.6.1.48.1221428859.1318042874.12597"/>
  </value>
- <value>
  <sopclass uid="1.2.840.10008.5.1.4.1.1.2">Tomografia Computadorizada</sopclass>
  <instance uid="1.2.392.200036.9116.2.6.1.48.1221428859.1318042868.161009"/>
  </value>
</series>
- <series uid="1.2.392.200036.9116.2.6.1.48.1221428879.1318042921.115912">
- <value>
  <sopclass uid="1.2.840.10008.5.1.4.1.1.2">Tomografia Computadorizada</sopclass>
  <instance uid="1.2.392.200036.9116.2.6.1.48.1221428879.1318042922.65047"/>
  </value>
</series>
- <series uid="1.2.392.200036.9116.2.6.1.48.1221428859.1318042882.739801">
- <value>
  <sopclass uid="1.2.840.10008.5.1.4.1.1.2">Tomografia Computadorizada</sopclass>
  <instance uid="1.2.392.200036.9116.2.6.1.48.1221428859.1318042903.223159"/>
  </value>
</series>
</study>
</evidence>

```

Um importante passo na geração do modelo XML é documentar o relacionamento entre as evidências presentes em um exame, com o laudo que está sendo emitido, ou seja, deixar claro que específicos objetos DICOM de um determinado estudo evidenciam o diagnóstico e

as conclusões emitidas no laudo final. O padrão DICOM permite que esse relacionamento seja declarado em um documento estruturado, para tal o campo *evidence* e sua hierarquia de subcampos é disponibilizada. Sendo assim, a API da CSR foi desenvolvida para ser flexível quanto a necessidade de adicionar evidências a um documento DSR, desse modo quando for solicitado a CSR a inclusão de evidências o usuário da aplicação pode enviar como parâmetros o estudo, series e instâncias dos objetos DICOM que deseja relacionar como evidências do documento que está emitindo. O método *_setEvidence* da classe *CSR_Document* é o responsável por gerar o bloco *evidence* do modelo XML, a Figura 19 exibe o bloco de evidências de um laudo que tem tomografias como evidências do diagnóstico.

A próxima seção do modelo XML é responsável por armazenar as informações do documento propriamente dito, ela descreve não só o conteúdo dos achados e diagnósticos sejam eles textuais ou provenientes de vocabulários estruturados, como também define a situação atual do conteúdo do documento. Por exemplo, através de valores pré-definidos como VERIFIED e UNVERIFIED podemos informar que um documento foi verificado ou não, ou ainda, qualificar um documento como completo ou incompleto através dos valores COMPLETE e PARCIAL. Esses valores pré-definidos são atribuídos a variáveis chamadas de *verification flag* (marcador de verificação) e de *completion flag* (marcador de finalização). Com essas variáveis podemos informar a situação de um documento, essas variáveis são importantes na composição do documento principalmente quando falamos de instituições de saúde que possuem regras hierárquicas quando a emissão de laudos pela sua equipe, como os Hospitais Universitários presentes no Brasil, esses hospitais treinam futuros profissionais através da residência médica, tais profissionais podem ter permissão de emitir laudos, mas os seus laudos somente podem ser liberados para o paciente após uma validação do seu supervisor, que no caso é um médico da instituição. Nesse cenário, o laudo emitido pelo médico residente é considerado um laudo sem finalização e não verificado (PARCIAL e UNVERIFIED) não podendo ser tratado como um laudo final. Assim, no momento em que o médico supervisor valida o laudo emitido pelo residente esse laudo recebe os valores COMPLETE e VERIFIED, o que torna esse laudo finalizado e pode ser encaminhado ao paciente ou ao médico solicitante do exame.

Figura 20 - Parte inicial da seção de conteúdo de um documento estruturado.

```

<document>
  <completion flag="COMPLETE"/>
  <verification flag="VERIFIED">
    <date>2011-10-08</date>
    <time>15:55:50</time>
  </verification>
  <content>
    <date>2011-10-08</date>
    <time>15:55:50</time>
    <container flag="SEPARATE">
      <concept>
        <value>CT</value>
        <scheme>
          <designator>99_CSR</designator>
        </scheme>
        <meaning>Exame n°. 471170</meaning>
      </concept>
      :
    </container>
  </content>
</document>

```

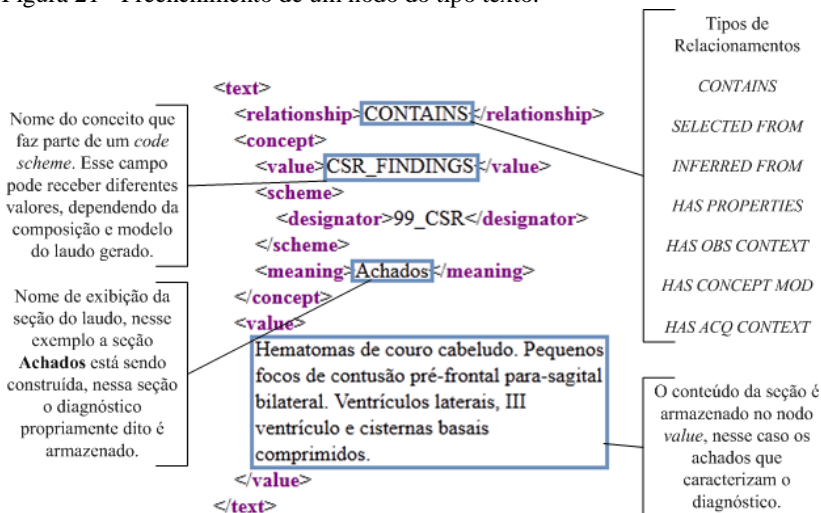
Nessa metodologia, através da aplicação CSR o usuário tem a liberdade de atribuir os valores para essas variáveis, seguindo uma regra básica que consiste em um documento que tem o seu marcador de finalização atribuído como COMPLETE não pode ter o seu marcador de verificação atribuído como UNVERIFIED. A data e horário em que o documento é verificado também são armazenados na seção *verification*, já os dados referentes ao momento em que o documento é criado ou alterado são registrados em uma seção chamada *content* (conteúdo), onde estabelecemos o conteúdo do laudo propriamente dito em forma de nodos do tipo texto. A Figura 20 apresenta o início da seção *document* do modelo XML, com as variáveis de finalização e verificação preenchidas significando que o documento foi finalizado e verificado no dia 8 de outubro de 2011 no horário 15:55:50, essas datas e horários são controladas automaticamente pelo método *_startDocument* da classe *Document*, na seção *content* também notamos os valores de data e hora que caracterizam o momento da última alteração no conteúdo do documento.

É ainda na seção *document* que os achados e o diagnóstico são descritos. Eles são dispostos no *container* principal na forma de nodos do tipo texto, nesse nodo estão dispostos os seguintes campos:

- **RELATIONSHIP**: o valor desse campo corresponde ao tipo de relacionamento que o *container* superior possui com o nodo texto que está sendo criado. Por exemplo, podemos dizer que o documento contém um nodo texto que representa os Achados de um exame, para isso definimos o valor do campo como CONTAINS. No cenário de aplicação dessa metodologia, os relacionamentos CONTAINS e HAS PROPERTIES são os mais utilizados, sendo este último responsável por descrever alguma propriedade especial.
- **CONCEPT**: nesse campo o nome do conceito, o *code scheme* e o nome de identificação são definidos. O nome do conceito é um valor que faz parte do *code scheme* utilizado, esse campo pode receber diferentes valores já que a CSR permite que o usuário crie novos campos texto atendendo a sua necessidade por um modelo de laudo personalizado ou mais apropriado a sua rotina de trabalho. Já o valor do nome de identificação representado no campo *meaning*, nada mais é que um nome de exibição que será apresentado ao usuário final, enquanto o nome do conceito não é apresentado.
- **VALUE**: nesse campo é armazenado o conteúdo emitido pelo profissional, ou seja, o conteúdo que faz parte do diagnóstico e da conclusão a respeito do exame avaliado. Esse valor pode receber um texto simples em modalidades que não fazem uso exclusivo de vocabulários estruturados no processo de emissão, para os demais são armazenados os descritores desses vocabulários.

A Figura 21 exibe um nodo do tipo texto sendo preenchido e suas opções de preenchimento. Essa figura representa o segundo e terceiro modos de preenchimento disponíveis na CSR, onde o usuário pode escrever livremente sem o uso obrigatório de vocabulários. Esses modos de preenchimento estão disponíveis para algumas modalidades que ainda necessitam de texto livre para qualificar o conteúdo do laudo, modalidades como ECG fazem uso exclusivo de vocabulários estruturados e outras como Dermatologia utilizam texto livre combinado com vocabulários estruturados.

Figura 21 - Preenchimento de um nodo do tipo texto.



4.5.3 O Algoritmo Gestor da CSR

A aplicação CSR já foi citada em seções anteriores, essa aplicação intitulada *Cyclops Structured Reporting* ou somente CSR é o fruto do estudo realizado nesse trabalho e o seu funcionamento será detalhado nessa seção.

Como descrito no início desse capítulo, o processo de geração de documentos estruturados no padrão DICOM SR consiste basicamente em quatro grandes etapas: concepção do modelo conceitual de um documento DSR, concepção do modelo XML base de um documento DSR, desenvolvimento do algoritmo que gere a aplicação como um todo e apresentação da ferramenta e do documento ao usuário. O modelo conceitual de um documento ou laudo estruturado na CSR foi apresentado no início desse capítulo, como também os seus modos de emissão de laudos, esse modelo segue as diretrizes e normas definidas no suplemento 23 do padrão DICOM e muito bem descritas no livro de (Clunie, 2000).

Na seção anterior foi detalhado o modelo XML que serve como base para a geração do objeto DSR final. Todas as seções e nodos necessários no modelo foram detalhados, seus parâmetros e exemplos também foram discutidos, o detalhamento apresentado na seção anterior é importante, já que o modelo gerado é a representação completa e legível do objeto DICOM SR.

A etapa representada por essa seção diz respeito ao algoritmo que gere a aplicação CSR por completo, esse algoritmo é responsável por interpretar a entrada de informações provenientes de uma interface, codificar apropriadamente essa informação criando o modelo XML, codificar o objeto DICOM, comunicar-se com aplicativos de terceiros e armazenar e indexar a informação no banco de dados.

Essa etapa começa com a entrada de dados através de uma interface usual e transparente onde o médico usuário da aplicação preenche formulários normalizados, separados por campos que caracterizam desde o tipo do estudo realizado, até o diagnóstico e conclusões. No início desse capítulo foram listados os tipos de emissão de documentos suportados por essa metodologia, sendo assim quando falamos de formulários normalizados com entrada em texto livre estamos falando do primeiro e segundo modos de emissão de laudos. Nesses modos o usuário pode utilizar o formulário padrão de emissão de laudos que possui os campos Descrição do Estudo, Achados e Conclusão ou ainda criar modelos próprios de formulários mais adequados a sua rotina de trabalho, já no terceiro modo de emissão o usuário não faz uso de texto livre para a emissão do laudo, esse modo faz uso exclusivo de vocabulários estruturados para a composição do documento final.

Independente do modo de emissão o algoritmo da CSR segue as diretrizes e normas estabelecidas para a composição do objeto DICOM SR onde cada documento é representado por um conjunto de *containers*, seções e relacionamentos. O algoritmo possui métodos específicos para receber a informação proveniente dos formulários de entrada, a medida que a interface envia os campos do formulário como parâmetros para os métodos de entrada, o algoritmo começa a compor um modelo XML como o descrito na seção anterior. A aplicação CSR possui uma biblioteca chamada *CSR_Document* que tem como função criar o modelo XML para a geração do objeto DSR, o algoritmo então inicia o seu modo de escrita compondo o cabeçalho, os dados do médico e do paciente e os identificadores (UID) das evidências relacionadas com o exame. A seguir, para cada campo preenchido pelo usuário e enviado como parâmetro o algoritmo cria um nodo do tipo TEXT ou *content item* (item de conteúdo), já para o terceiro modo de emissão utilizando exclusivamente vocabulários estruturados o algoritmo cria um item de conteúdo para cada um dos descritores selecionados pelo médico. A Figura 22 exibe dois itens de conteúdo contendo descritores do vocabulário CSR/SBC de um laudo de ECG.

Figura 22 - Nodos contendo o diagnóstico de um ECG.

<pre> <text> <relationship>CONTAINS</relationship> <concept> <value>CSR_FINDINGS</value> <scheme> <designator>99_CSR</designator> </scheme> <meaning>BDAS</meaning> </concept> <value>Bloqueio divisional anterossuperior</value> </text> </pre>	<pre> <text> <relationship>CONTAINS</relationship> <concept> <value>CSR_FINDINGS</value> <scheme> <designator>99_CSR</designator> </scheme> <meaning>ADRV</meaning> </concept> <value>Alteração difusa da repolarização ventricular</value> </text> </pre>
--	--

Durante qualquer momento no processo de emissão, a interface permite que o usuário insira ou remova campos do formulário. O algoritmo automaticamente ajusta o conteúdo que está compondo o XML adicionando ou removendo itens de conteúdo.

O algoritmo então utiliza o método *_startDocument()* para iniciar a seção *Document* do modelo XML, nesse momento a biblioteca realiza a leitura dos parâmetros enviados para identificar quais valores serão atribuídos as variáveis *verification flag* (marcador de verificação) e de *completion flag* (marcador de finalização), identificando se o documento que está sendo gerado está completo ou não, e se ele foi verificado ou não pela entidade observadora. Também são adicionados os valores de data e hora da verificação e da alteração do conteúdo, nesse momento a biblioteca executa os métodos *_closeDocument* e *_setReport* para fechar a seção *Document* e finalizar o modelo XML respectivamente. Ao executar esses métodos o algoritmo adiciona e posiciona cada uma das seções geradas (texto livre e vocabulário estruturado) a um container principal, utilizando o tipo de relacionamento CONTAINS (contém).

Na implementação da CSR, cada modalidade DICOM possui sua própria classe dentro da biblioteca *CSR_Document* com variáveis e métodos próprios para atender a uma determinada modalidade, esses métodos então criam estruturas diferenciadas quanto a composição do modelo XML de acordo com a modalidade DICOM do exame. Assim, a composição de um modelo XML varia não só do método de emissão de laudo como também de acordo com características da modalidade ou de acordo com normas definidas por instituições ou órgãos de saúde. Por exemplo, para a modalidade de ECG foi definido pela SES que o laudo final de um exame de ECG deveria conter também a indicação clínica contendo hipótese diagnóstica e fatores de risco do paciente enviados

pelo médico solicitante no momento da execução do exame, sendo assim o algoritmo da classe *CSR_Document_ECG* possui métodos específicos para criar uma estrutura que armazene essas informações. A estrutura da indicação clínica foi detalhada anteriormente no tópico 4.4 NORMALIZAÇÃO DA ENTRADA DE EXAMES.

O próximo passo é o processo de codificação do modelo XML e geração do objeto e arquivo DSR, é nesse ponto que essa metodologia faz uso de uma ferramenta de terceiros, a conceituada e comprovada biblioteca DCMTK Toolkit (OFFIS, 2011). A CSR utiliza dois executáveis dessa biblioteca:

- *xml2dsr*: é um utilitário utilizado para converter um arquivo XML em um documento no formato DICOM SR;
- *dsr2html*: esse utilitário é responsável por converter um documento no formato DICOM SR em um documento no formato HTML ou XHTML;

Nesse passo o algoritmo salva o modelo XML recentemente gerado e executa o utilitário *xml2dsr* tendo como parâmetro o arquivo XML, então um processo de validação ocorre e se o arquivo XML de entrada for válido o utilitário gera um objeto DICOM SR válido e um arquivo DSR. Já o utilitário *ds2html* trata da apresentação do documento, o arquivo DSR gerado pelo utilitário *xml2dsr* é enviado como parâmetro de entrada para o executável *dsr2html*, onde é decodificado gerando um arquivo HTML para a leitura do usuário. Se o *dsr2html* lê um conjunto de dados puros ou *raw data* (dados DICOM sem um cabeçalho com o formato do arquivo), o utilitário tenta então identificar corretamente a sintaxe de transferência examinando os primeiros bytes do arquivo DSR.

O utilitário *dsr2html* gera um arquivo HTML com campos na língua inglesa, não adequado para a apresentação ao paciente e a profissionais de saúde brasileiros, sendo assim o algoritmo da CSR realiza mais um passo para adequar a linguagem do HTML gerado aos termos utilizados pelos profissionais brasileiros.

Esse passo consiste em ler o documento gerado substituindo títulos e adequando a estrutura para a apresentação final de acordo com a configuração pré-estabelecida no arquivo de configuração da CSR, a Figura 23 exhibe um laudo finalizado referente a um exame da modalidade Eletrocardiograma com os identificadores únicos do vocabulário estruturado SBC/CSR em destaque.

Figura 23 - Laudo de ECG emitido através da aplicação CSR.

Laudo

Paciente: PACIENTE (feminino, *1932-03-27, #156749)
Médico Executor: Cardiologista, Dr
Preenchimento: FINALIZADO
Situação: CONFIRMADO
Data/Hora: 2011-10-23 23:30:48

Laudo do exame nº 1033464
Requisição:
 Eletrocardiograma requisição nº 4319
Indicação Clínica:
 Medicamentos: Diuréticos, Betabloqueadores
 Fator de Risco: Hipertensão arterial, Obesidade
 Observações: EXAME DE ROTINA
Achados:
 FA - Fibrilação atrial
 EEV - Extra-sístoles ventriculares
 ADRV - Alteração difusa da repolarização ventricular

IDENTIFICADOR ÚNICO DO SBC/CSR

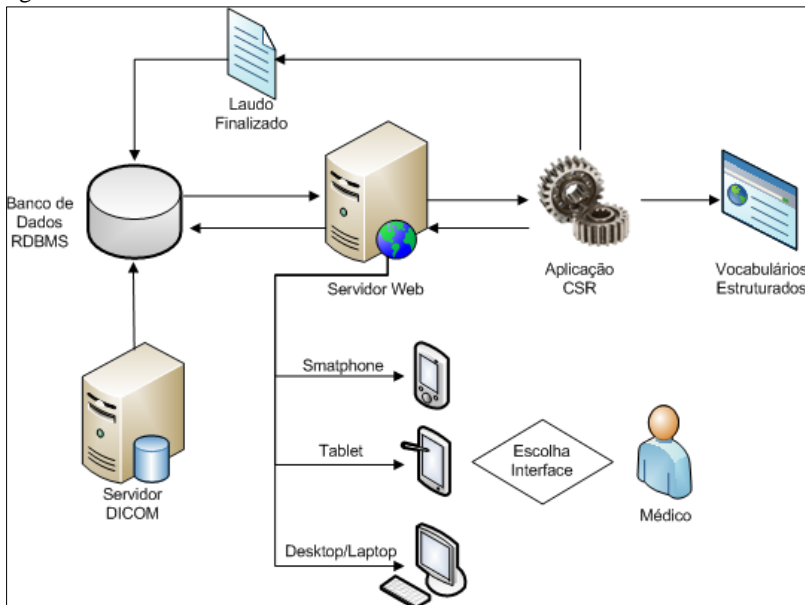
Por fim, inicia-se o processo de armazenamento do conteúdo no banco de dados objeto relacional descrito anteriormente no tópico 4.3 MODELO ER INTEGRADO, nas entidades apresentadas existe uma entidade chamada laudo onde são armazenados o identificador do laudo, do exame ao que o laudo se refere, o texto que representa o conteúdo do laudo, o modelo XML que deu origem ao objeto DICOM SR e o arquivo DSR propriamente dito. O ponto mais importante está nas entidades de relacionamento que conectam o identificador do laudo a um identificador de um determinado vocabulário estruturado, nesse ponto o algoritmo adiciona ao banco de dados os registros do laudo e o seu conteúdo, os arquivos gerados no processo de codificação e por último adiciona todos os descritores que o médico relacionou com o conteúdo do laudo.

Nesse momento existem várias referências cruzadas entre os dados do exame, do laudo e do estudo DICOM. Mas as referências

mais importantes para um processo de análise, mineração ou rastreabilidade de dados são os relacionamentos gerados pela CSR entre o identificador do laudo, a entrada normalizada de informações do exame (indicação clínica) e os descritores (identificadores) dos diferentes vocabulários estruturados utilizados por essa metodologia.

Através dessas entidades de relacionamento, criamos um processo de entrada de informações clínicas propriamente indexadas onde os índices são os identificadores únicos de cada um dos vocabulários estruturados, esses índices tornam o processo de análise e mineração de dados um processo mais fácil, íntegro e detalhado quando comparado com os processos de armazenamento de texto simples e consultas realizadas por meio de palavras chave. Dessa forma através de uma entrada de informação devidamente normalizada e indexada podemos fazer uso de técnicas tradicionais como SQL (Abiteboul, Hull *et al.*, 1995) para caminhar entre os índices a procura de informação ou ainda trabalhar com ferramentas mais atuais como o Apache Lucene (Hatcher e Gospodnetic, 2004) para recuperar informações propriamente.

Figura 24 - Processo de emissão de laudo.



Fonte: (Barcellos Junior, von Wangenheim *et al.*, 2011).

A Figura 24 exhibe todo o processo de emissão de laudos estruturados da metodologia apresentada, desde a entrada de informação na interface até a troca de informação entre o servidor DICOM, o algoritmo da CSR, os vocabulários estruturados e o banco de dados utilizando o protocolo HTTP e interfaces *web* como conectores entre as diferentes partes.

Quanto ao processo de leitura de um laudo já armazenado a CSR provê suporte para qualquer arquivo DSR devidamente codificado, sendo possível realizar a leitura de conteúdo a partir do modelo XML, do arquivo DSR ou ainda das informações contidas no banco de dados. Quando um médico decide fazer modificações no laudo recém emitido ou quando confirma um laudo emitido por um médico residente, o algoritmo busca nas três fontes de dados possíveis o último laudo emitido por esse profissional para um determinado exame. O médico então realiza as alterações desejadas e em sequência armazena as informações como um novo laudo e um novo identificador que passa a ser armazenado nas entidades de relacionamento do banco de dados. Os laudos emitidos anteriormente continuam armazenados para manter um registro histórico de alterações.

Em resumo, o algoritmo da aplicação CSR é responsável por coordenar o processo de emissão de laudos através de diferentes tecnologias e dispositivos, funcionando como uma biblioteca no servidor HTTP acessando informações de estudos DICOM, de banco de dados e de vocabulários estruturados transmitindo a mesma informação clínica a diferentes interfaces e dispositivos, significando que profissionais podem escrever e recuperar informações de laudos estruturados utilizando *smartphones*, *tablets* ou simplesmente navegadores de internet em computadores pessoais.

5 RESULTADOS E VALIDAÇÃO

Nesse capítulo são apresentados os principais resultados obtidos durante a concepção, desenvolvimento e implantação da metodologia apresentada nesse trabalho. Estes resultados são divididos em tópicos que abordam o impacto da mudança de paradigma da rotina dos usuários, desempenho, interoperabilidade entre diferentes sistemas clínicos, e recuperação de informação com análise estatística do cenário ao qual a metodologia foi aplicada e validada.

5.1 ENTRADA SIMPLIFICADA DE INFORMAÇÕES

Provavelmente o aspecto mais relevante de qualquer experimento ou tentativa de aplicar o padrão DICOM SR em um ambiente clínico em especial em redes de telemedicina de larga escala, é o impacto da mudança do paradigma de uma escrita de laudos em texto livre para um modelo guiado, normalizado e estruturado. O impacto dessa mudança obviamente não pode ser comparado com a mudança da escrita de laudos em papel para o modelo eletrônico, mas não deixa de ser relevante a ponto de um modelo conceitual ou uma implantação falhos causarem um forte impacto negativo sobre a rotina de profissionais da saúde e de instituições participantes das redes de telemedicina.

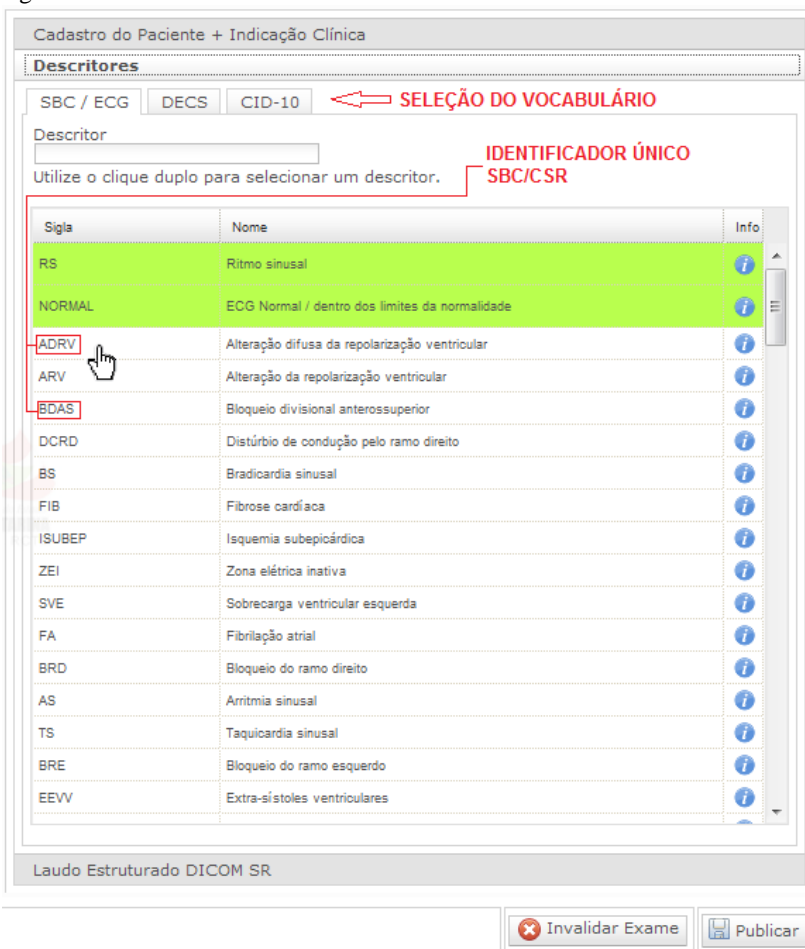
Esses profissionais necessitam de uma aplicação usual, confiável e com desempenho adequado a suas necessidades diárias de emissão de laudos independente se utiliza ou não o padrão DICOM SR. Com isso em mente, foram concebidas interfaces onde os usuários não percebem que estão construindo um objeto DICOM SR até o estágio final de publicação do documento. A eles, são apresentadas interfaces comuns com formulários que guiam os passos de preenchimento dos campos mantendo a flexibilidade e permitindo a personalização de campos por parte dos mesmos, então a aplicação CSR age por trás dessa interface compondo o modelo XML e posteriormente gerando o arquivo DSR.

Para a modalidade de ECG a concepção de uma interface adequada passou por um processo mais específico, já que essa modalidade faz uso exclusivo de vocabulários estruturados e tem o vocabulário SBC/CSR como obrigatório. Anteriormente no STT/SC os laudos de ECG eram emitidos como qualquer outra modalidade com uma simples caixa de texto onde o cardiologista escrevia o seu parecer sem qualquer processo normalização, sendo assim tendo o vocabulário SBC/CSR como base para a composição desses laudos foi construída uma interface onde cardiologistas pudessem contar com um vocabulário

voltado exclusivamente para cardiologia, de fácil uso e que não afete a sua rotina diária de emissão de laudos.

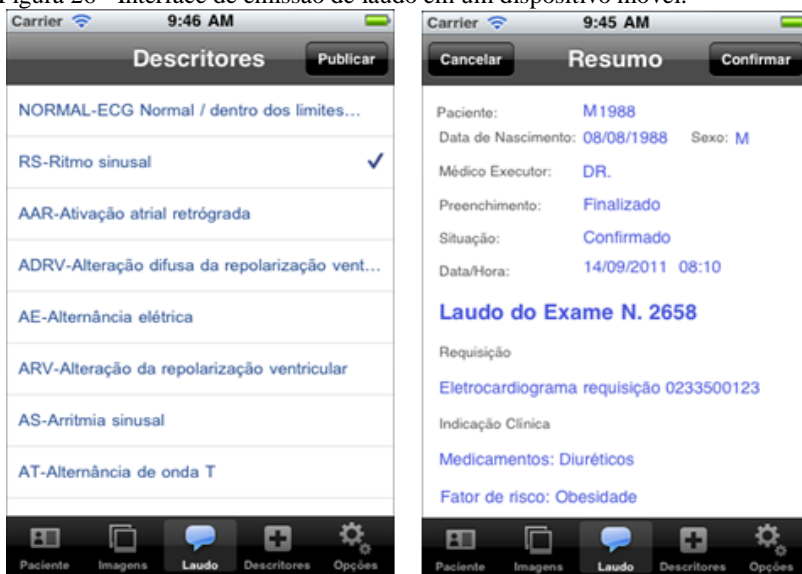
A Figura 25 exibe a interface de emissão de laudos de ECG, nela o cardiologista inicia o laudo escolhendo o vocabulário controlado que irá utilizar, sendo o uso do vocabulário SBC/CSR obrigatório e do DeCS opcional ele ainda pode adicionar descritores da classificação CID-10. Após selecionar o vocabulário, o usuário começa a selecionar os descritores que farão parte do diagnóstico, o algoritmo automaticamente cria modelo XML e o objeto DICOM SR enquanto o laudo é emitido.

Figura 25 - Interface de emissão de laudo de ECG.



Sabendo que os profissionais de saúde em particular médicos executores de laudos são profissionais muito requisitados com uma agenda complicada e que muitas vezes são alocados em diferentes instituições em diferentes horários, foi concebida e desenvolvida uma versão para dispositivos móveis da interface original antes disponível somente em navegadores de computadores pessoais. O aplicativo desenvolvido para esses dispositivos possui todas as funcionalidades da interface original, ou seja, o usuário continua selecionando os descritores do vocabulário estruturado escolhido e emite o laudo final que é apresentado na tela do dispositivo como exibido na Figura 26.

Figura 26 - Interface de emissão de laudo em um dispositivo móvel.



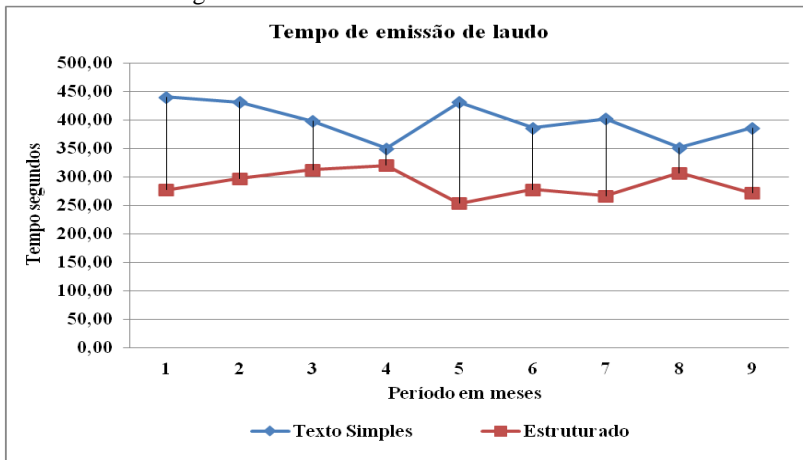
A aplicação instalada no dispositivo móvel acessa a aplicação CSR presente no servidor *web* através de um serviço (*webservice*), a aplicação móvel envia os dados para o serviço que cria o modelo XML, o arquivo DSR e armazena os dados no banco de dados, os dados são imediatamente disponibilizados no servidor, podendo ser acessado de qualquer dispositivo. Sendo o algoritmo da CSR disponível em um servidor web e podendo ser acessado por outros dispositivos e interface através de um serviço. Desse modo foi possível disponibilizar diferentes meios de emissão de laudos mantendo a integridade e a confiabilidade oferecida por uma abordagem baseada em vocabulários estruturados

sem impactar de forma negativa a rotina de profissionais da saúde. Exemplos de interfaces complementares são listados no APÊNDICE E – Interfaces de emissão de laudo.

5.2 TEMPO DE EMISSÃO DE LAUDO

Foram realizados experimentos para medir o tempo total do processo de emissão de laudo a fim de analisar o impacto da metodologia sobre o tempo que o profissional leva para emitir um laudo. Para tal, foi selecionada uma amostra de aproximadamente 100.000 laudos de dez diferentes modalidades dos nove últimos meses de operação do sistema antecessor e da metodologia apresentada nesse documento, onde qualquer laudo emitido pelo sistema utilizava uma caixa de texto com emissão em texto livre e representado pela legenda *Texto Simples*, e os nove últimos meses de operação da aplicação CSR representada pela legenda *Estruturado*. A escolha pelos nove últimos meses se deu, com intuito de obter um amostra do período onde o processo de emissão de laudos já se apresente bem estabelecido e assimilado por usuários. Esses dados foram comparados em duas situações, em primeiro lugar a situação representada pela Figura 27 onde são considerados laudos emitidos de todas as modalidades da rede menos a modalidade ECG, ou seja, todas as modalidades que fazem uso de formulários pré-definidos e com preenchimento guiado, mas que não fazem uso obrigatório de vocabulários estruturados.

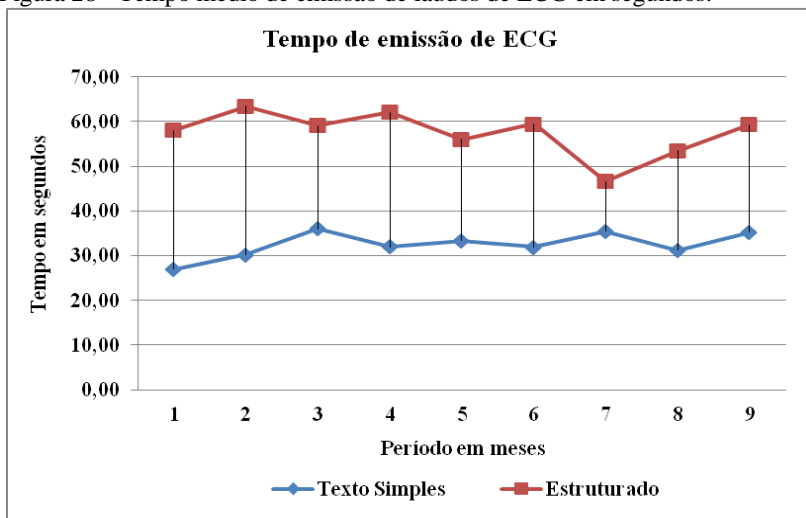
Figura 27 - Tempo médio de emissão de laudos sem a obrigatoriedade de vocabulários em segundos.



O gráfico da Figura 27 exibe a distribuição dos tempos de emissão em segundos, indicam que a metodologia apresentada nesse documento não causou impacto negativo na emissão de laudos de modalidades que utilizavam texto simples, pelo contrário, a implantação da CSR reduziu o tempo médio de emissão de laudo. Uma análise estatística mais detalhada se mostra necessária, a fim de verificar os resultados apontados pelos indicadores de tempo de emissão.

Já para a amostra que considera somente os laudos da modalidade eletrocardiograma representada pela Figura 28, nota-se uma inversão nos tempos emissão onde o sistema anterior em texto simples que não fazia uso de DICOM SR ou de vocabulários estruturados apresentou um tempo médio de emissão inferior ao da metodologia desse documento. Esse resultado aparentemente negativo é justificável, a aplicação CSR possui mais etapas durante o processo de emissão que o sistema em texto simples. Etapas como o carregamento dos vocabulários estruturados a partir da base de dados, o envio de parâmetros para o servidor, a geração dos arquivos XML e DSR, o armazenamento com indexação no banco de dados e a apresentação do laudo ao usuário tem um carga computacional superior a de um simples envio de um texto a um campo do banco de dados. Sendo assim, avalia-se que o impacto no tempo de emissão é mínimo, resultando em um tempo médio de 63,83 segundos para a emissão de um laudo de ECG no STT/SC utilizando vocabulários estruturados e a aplicação CSR.

Figura 28 - Tempo médio de emissão de laudos de ECG em segundos.



Gráficos complementares a respeito do tempo de emissão de laudos utilizando a metodologia apresentada nesse documento são exibidos no APÊNDICE B – Gráficos de emissão de laudos, nele podemos observar que o tempo médio de emissão de laudo considerando todas as modalidades é de 103 segundos.

5.3 DOCUMENTOS ESTRUTURADOS BEM FORMADOS E INTEROPERABILIDADE

Sendo essa uma metodologia que tem sua base ligada diretamente a um padrão da indústria como o DICOM SR, é imprescindível que os objetos e arquivos emitidos pela aplicação CSR sejam totalmente válidos perante processos e ferramentas de verificação disponíveis. A Figura 29 apresenta a resposta do utilitário *dsrdump* do DCMTK Toolkit quando inquirido um arquivo DSR gerado pela aplicação CSR, sendo o arquivo válido o utilitário exibe todo o conteúdo do arquivo seguindo o formato estabelecido por (Clunie, 2000). A geração de arquivos válidos perante um formato estabelecido é fundamental quando tratamos de interoperabilidade de sistemas clínicos, a metodologia apresentada nesse trabalho e por consequência a aplicação CSR garantem a geração de documentos válidos que podem ser lidos em outras aplicação que fazem uso do padrão DICOM SR.

Figura 29 - Resposta da ferramenta *dsrdump* ao inquirir sobre um arquivo DSR gerado pela aplicação CSR.

```

Basic Text SR Document

Patient          : PACIENTE^UM (M, 19390112, #153837)
Referring Physician: CARDIOLOGISTA^UM^^Dr
Completion Flag  : COMPLETE
Verification Flag : VERIFIED
Content Date/Time : 20110114 124225

<CONTAINER:(,,"Laudo do exame nº 893677")=SEPARATE>
  <contains TEXT:(,,"Requisição")="Eletrocardiograma requisic...">
  <contains TEXT:(,,"Indicação Clínica")="Fator de Risco: Obesidade O...">
  <contains TEXT:(,,"RS")="Ritmo sinusal">
  <contains TEXT:(,,"BDAS")="Bloqueio divisional anteros...">
  <contains TEXT:(,,"ADRV")="Alteração difusa da repol...">

```

5.4 RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÃO

Como discutido no capítulo 4 METODOLOGIA, muitas das redes de telemedicina atuais utilizam tecnologias e técnicas tradicionais quando armazenam e recuperam informações clínicas. É nesse ponto

que essas redes não apresentam uma importante e desejável funcionalidade frente a redes de telemedicina modernas, a capacidade de prover dados estatísticos através de técnicas de análise e mineração de dados. Em posse desses dados um administrador ou o órgão governamental responsável por uma determinada rede pode conhecer em detalhes o cenário em que a rede está inserida, podendo planejar a distribuição de recursos como medicamentos, equipamentos e profissionais onde eles realmente são necessários, podendo ter um forte impacto sobre os gastos financeiros de operação de uma rede.

Através da abordagem apresentada em capítulos anteriores, onde vocabulários estruturados são utilizados como alicerce para a emissão de um documento estruturado é possível extrair dados estatísticos de morbidade, distribuição populacional, medicamentos em uso, comorbidades, fatores de risco, entre outros. Também é possível realizar uma análise estatística mais detalhada relacionando o diagnóstico reportado em um laudo com a hipótese diagnóstica e indicação clínica relatada pelo médico solicitante no momento da realização do exame.

A seguir são detalhados alguns experimentos de análise de dados realizados nos objetos DICOM, nas informações clínicas e nos índices armazenados no banco de dados pela CSR. Esses experimentos foram realizados em uma amostra 150.000 laudos da modalidade eletrocardiograma, com o intuito de exemplificar os resultados que podem ser obtidos quando utilizamos uma abordagem baseada em vocabulários estruturados combinada ao padrão DICOM SR para emissão de documentos clínicos. Nos resultados exibidos a seguir, são citados conceitos muito utilizados em epidemiologia provenientes das disciplinas de estatística e probabilidade, como:

- *Prevalência*: é o número total ou proporção de casos existentes em uma determinada população durante um determinado momento temporal. Através dos valores de prevalência é possível compreender o quanto é comum uma determinada morbidade em uma população;
- *Razão de chance*: é a razão entre a chance de um determinado evento ocorrer em um determinado grupo e a chance de ocorrer em outro grupo, onde chance é a razão entre a probabilidade desse evento ocorrer e a probabilidade do evento não ocorrer;
- *Morbidade*: é a taxa de ocorrência de uma determinada doença em relação a uma determinada população, em determinado local e determinado momento;

Através dessa abordagem, foi possível inferir sobre valores de prevalência e razão de chance de diferentes fontes como co-morbidades, fatores de risco e medicamentos em uso além de possibilitar a definição de perfis demográficos da população de uma determinada região. A seguir são exibidas tabelas com uma análise estatística referente a prevalência de medicamentos em uso e fatores de risco apontados por médicos solicitantes em sua indicação clínica e hipótese diagnóstica no momento em que o exame de eletrocardiograma é realizado. Nesses experimentos são apresentados valores referentes a população do estado de Santa Catarina usuários do Sistema Único de Saúde (SUS) no momento em que realizaram um exame de ECG.

O fato de um paciente que está realizando um exame de ECG estar utilizando algum tipo de medicamento no momento da execução do exame ou apresentar algum fator de risco pode ter influência sobre o diagnóstico descrito no laudo, sendo assim através da entrada normalizada de dados do exame detalhada no tópico 4.4 NORMALIZAÇÃO DA ENTRADA DE EXAMES foi possível detalhar o uso de medicamento por pacientes da rede, os resultados são apresentados na Tabela 3. Nessa tabela podemos inferir por exemplo, que existe uma prevalência de 22,9% sobre o uso de Diuréticos, ou seja, 22,9% da população submetida a exames de ECG faz uso regular de Diuréticos.

Tabela 3 - Frequência de uso de medicamentos em ECG.

Medicamentos em uso	Frequência	%
Nenhum	49.880	66,5%
Diuréticos	17.194	22,9%
Inibidores de enzima conversora	13.925	18,6%
Betabloqueadores	5.374	7,2%
Bloqueadores de cálcio	1.847	2,5%
Digital	1.031	1,4%
Amiodarona	474	0,6%

A Tabela 4 exhibe os valores de prevalência de fatores de risco cardíaco. Ao analisar os dados de fatores de risco no mesmo grupo populacional, é possível observar que o fator de risco Hipertensão Arterial está presente em 39,5% da população encaminhada para a realização de exame de eletrocardiograma, enquanto a Doença de

Chagas é pouco observada na mesma população. Da mesma forma, observa-se que a grande maioria da pacientes submetidos a exames de eletrocardiograma não fazem uso rotineiro de medicamentos.

Tabela 4 - Frequência e prevalência dos fatores de risco em ECG.

Fatores de Risco	Frequência	%
Nenhum	31.892	42,5%
Hipertensão Arterial	29.615	39,5%
Obesidade	11.750	15,7%
Histórico familiar de doença coronariana	10.511	14,0%
Dislipidemia	7.104	9,5%
Tabagismo	6.096	8,1%
Diabetes Mellitus	5.833	7,8%
Doença pulmonar crônica	1.319	1,8%
Infarto do miocárdio prévio	965	1,3%
Revascularização miocárdica prévia	512	0,7%
Doença renal crônica	465	0,6%
Doença de Chagas	51	0,1%

Durante o processo de análise estatística, um grupo de cardiologistas do STT/SC foi consultado para definir classificações para os descritores do vocabulário SBC/CSR, essas classificações tem o intuito de facilitar a análise e a apresentação de resultados diretamente ligados ao diagnóstico emitido através desse vocabulário. Sendo assim, todos os 92 descritores do vocabulário foram classificados em 10 categorias, essas classificações são exibidas na Tabela 5 junto com os seus valores de frequência e prevalência em relação ao grupo populacional de pacientes do STT/SC que realizaram um exame de ECG. É possível observar que a classificação de *Ritmo sinusal e arritmias cardíacas* está presente em mais da metade dos diagnósticos emitidos por cardiologistas do STT/SC, também é possível constatar que 39,6% dos pacientes encaminhados para exames de ECG obtiveram como resultado um *ECG normal*, ou seja, dentro dos parâmetros de normalidade para a os dados de indicação clínica e hipótese diagnóstica apresentados pelo médico solicitante no momento da execução do exame. Alterações no segmento ST e onda T como também Repolarização Ventricular aparecem com forte presença na população de Santa Catarina estando presente em 47,8% da amostra.

Com os laudos propriamente indexados através do algoritmo da CSR, decidiu-se avançar um pouco mais na análise estatística e examinar possíveis associações entre co-morbidades e fatores de risco relatados pelo médico solicitante no momento da execução do exame, com o diagnóstico final emitido pelo cardiologista da rede. O diagnóstico escolhido para esse experimento foi o de *Isquemia, lesão ou área eletricamente inativa*, entende-se Isquemia e lesão subendocárdica e subepicárdica.

Tabela 5 – Valores de prevalência e frequência dos descritores SBC/CSR.

Classificação	Frequência	%
Ritmo sinusal e arritmias cardíacas	43.911	58,5%
Repolarização ventricular / Alt. no segmento ST e onda T	35.829	47,8%
ECG normal	29.723	39,6%
Bloqueios intraventriculares	9.640	12,9%
Isquemia, lesão ou área eletricamente inativa	5.595	7,5%
Arritmias de origem supraventricular	2.674	3,6%
Sobrecargas das câmaras cardíacas	1.776	2,4%
Arritmias ventriculares	1.266	1,7%
Condução atrioventricular	886	1,2%
Situações especiais	49	0,1%

Para analisar possíveis associações das co-morbidades e dos fatores de risco com o diagnóstico de *Isquemia, lesão ou área eletricamente inativa*, utilizou-se a regressão logística binária ajustada, esse modelo elimina possíveis multicolinearidades entre os fatores associados (Hsieh, Tien *et al.*, 2008). Para mensurar o efeito dos fatores associados com o diagnóstico utilizou-se a razão de chance ajustada, sendo incorporadas todas as co-morbidades e fatores de risco que

apresentaram significância estatística ao nível de 5% (valor $p^* \leq 0,05$), a Tabela 6 apresenta os resultados obtidos durante essa análise.

Tabela 6 - Análise sobre diagnóstico de isquemia, lesão ou zona elétrica inativa.

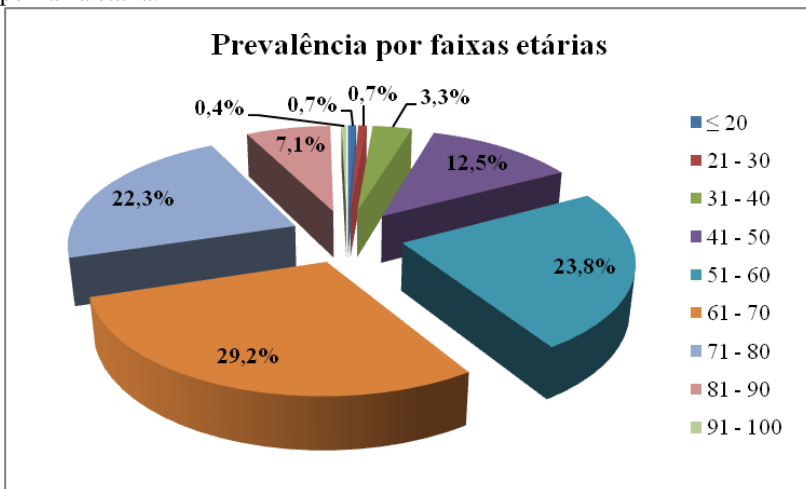
Co-Morbidades e Fatores de Risco	Prevalência	Razão de chance (IC95%)	Valor p*
<i>Diabetes Mellitus</i>			
Sim	13,7%	1,51 (1,39 ; 1,65)	<0,001
Não	6,9%	1	
<i>Hipertensão arterial</i>			
Sim	11,0%	2,00 (1,89 ; 2,12)	<0,001
Não	5,2%	1	
<i>Infarto Prévio do miocárdio</i>			
Sim	36,2%	4,76 (4,12 ; 5,50)	<0,001
Não	7,1%	1	
<i>Revascularização miocárdica prévia</i>			
Sim	34,0%	3,18 (2,59 ; 3,91)	<0,001
Não	7,3%	1	

Por exemplo, através da aplicação dessa metodologia de análise sobre os dados gerados pelo processo indexação e recuperação de informação da CSR, é possível observar que os dados estatísticos apontam que um paciente portador de Diabetes Mellitus que realize um exame de ECG na rede do STT/SC, tem 51% mais chance de ser diagnosticado com *Isquemia, lesão ou área eletricamente inativa* do que um paciente que não apresenta Diabetes Mellitus.

Também é possível constatar que a presença dos fatores de risco Hipertensão Arterial e Infarto Prévio do Miocárdio estão diretamente relacionados com o diagnóstico de *Isquemia, lesão ou área eletricamente inativa*. Um experimento para a definição de um perfil demográfico sobre esse diagnóstico também foi realizado a fim de determinar em qual faixa etária o diagnóstico de *Isquemia, lesão ou área eletricamente inativa* aparece com mais frequência.

A Figura 30 apresenta a prevalência em que esse diagnóstico é emitido em laudos do STT/SC separado por faixa etária, observa-se que a faixa etária de 61 a 70 anos é a faixa com maior número de paciente que foram diagnosticados com *Isquemia, lesão ou área eletricamente inativa*.

Figura 30 - Prevalência de isquemia, lesão ou zona elétrica inativa no STT/SC por faixa etária.



Os experimentos detalhados nesse tópico deixam claro que é possível atingir um elevado grau de rastreabilidade de informações clínicas, como também definir o perfil demográfico da população atendida por uma rede de telemedicina de larga escala através da metodologia apresentada nesse trabalho. Dados estatísticos adicionais estão disponíveis no APÊNDICE A – Dados complementares da análise estatística.

6 CONCLUSÃO

Redes de telemedicina de larga escala geram grandes volumes de dados, sejam esses dados na forma de imagens ou de informações clínicas textuais como laudos, um exemplo dessas redes é o STT/SC com mais de 1,8 milhão de exames contidos em seu banco de dados. Do mesmo modo usuários como pacientes, médicos solicitantes e instituições de saúde necessitam de desempenho e qualidade nas informações transmitidas pela rede, impactando diretamente no envio de exames, e por consequência na entrega do laudo contendo o diagnóstico que em muitas ocasiões dificulta e até impossibilita a implantação de mudanças que venham a alterar a rotina das instituições de saúde e dos profissionais que atuam nelas.

Mas ao mesmo tempo existe a necessidade da adoção de procedimentos normalizados dentro dessa rotina por meio do uso de padrões já estabelecidos, tornando o uso de um procedimento normalizado e mais preciso algo inevitável. No específico cenário de emissão de laudos, a fim de reduzir o impacto na rotina desses profissionais durante a mudança do paradigma de emissão em texto simples para a emissão em formato estruturado e guiado, é fundamental apresentar uma metodologia usual, confiável e com desempenho adequado.

Esse trabalho relatou o processo de concepção, desenvolvimento, implantação e validação da metodologia que deu origem a aplicação CSR, que representa uma solução para aplicação do padrão DICOM SR no processo de emissão de laudos de redes de telemedicina de larga escala, com o mínimo impacto negativo sobre a rotina de instituições e profissionais da saúde. A abordagem apresentada tem como diferenciais a perfeita integração do padrão DICOM SR com diferentes vocabulários estruturados agregando conhecimento às informações clínicas emitidas no laudo; concepção e desenvolvimento de um vocabulário estruturado específico para cardiologia a partir de normas e diretrizes estabelecidas pela Sociedade Brasileira de Cardiologia quanto à emissão de laudos eletrocardiográficos; a implantação e validação de um processo de emissão de laudos que utiliza exclusivamente a seleção de descritores de vocabulários estruturados para compor um diagnóstico resultando em um laudo sem erros sintáticos ou conceituais tendo na interface de emissão uma ferramenta de auxílio ao preenchimento do laudo.

O modelo conceitual concebido, se mostrou flexível o suficiente para atender diferentes modalidades de exames DICOM onde a entrada de informação pode ser realizada em três diferentes métodos: somente

em texto simples, somente com vocabulários estruturados e a combinação de texto simples com vocabulários estruturados.

A abordagem defendida nesse trabalho passou por um processo de validação de um ano, e hoje é utilizada diariamente (24 horas por dia) na emissão de todos os laudos de uma das maiores redes de telemedicina em operação, a rede do STT/SC onde são emitidos em média 470 laudos diariamente por mais de 60 médicos de 10 diferentes modalidades como Ressonância Magnética, Eletrocardiograma, Dermatologia, Ultrassom e Tomografia Computadorizada. Desde o início do processo de implantação e validação em agosto de 2010 já foram emitidos mais de 180.000 laudos estruturados no padrão DICOM SR utilizando a aplicação fruto desse trabalho, com impacto direto na população de Santa Catarina que faz uso do sistema público de saúde por meio do SUS.

A aplicação CSR também provou ser uma ferramenta confiável, assegurando a recuperação de informação e análise estatística de dados através do seu processo de indexação diversificado, onde os índices são os descritores dos vocabulários estruturados podendo ser armazenados tanto em uma estrutura de banco de dados relacional ou até em estruturas de indexação diferenciadas como a da ferramenta Apache Lucene.

Uma característica desejável em sistemas de larga escala é a escalabilidade das suas funções e métodos, essa característica é obtida com a aplicação CSR resultado da metodologia desenvolvida. Seus métodos são flexíveis e expansíveis a diferentes modalidades de exame, sendo comprovada em seus 180.000 laudos emitidos de dez diferentes modalidades.

Em resumo, quando é adotado um procedimento normalizado e construído a partir de fundamentos clínicos, padrões comprovados e bem estabelecidos além do uso de vocabulários e terminologias auxiliares atuando como um indexador de informações é possível implantar o padrão DICOM SR na rotina de grandes redes de telemedicina ou instituições de saúde com o mínimo de impacto sobre a sua rotina.

7 TRABALHOS FUTUROS

Durante o andamento do desenvolvimento, implantação e validação da metodologia apresentada nesse trabalho, ficou claro o grande potencial de expansão dessa metodologia para cobrir diferentes modalidades DICOM e situações. Por exemplo, o processo de adequação dos laudos de ECG relatados nesse documento foi o caso mais significativo quanto a resultados que podem ser atingidos quando existe interesse de instituições de saúde em normalizar seus dados clínicos e procedimentos, agregando normas e diretrizes que podem ser transcritas para um modelo computacional e aplicadas em um ambiente real, melhorando não só a qualidade do diagnóstico emitido por um médico como também auxiliando gestores de saúde a destinar apropriadamente recursos.

Desse modo, essa metodologia pode e deve ser expandida para complementar outras modalidades de exames como aconteceu com a modalidade de ECG. Um processo que já está na sua etapa de projeto e que é um trabalho futuro desse estudo, é a melhoria do processo de emissão de laudos de Radiologia, onde está sendo avaliado o uso obrigatório do vocabulário estruturado RSNA RadLex (Langlotz, 2006), a fim de normalizar processo de emissão de laudos de modalidades como Tomografia e Radiografia Computadorizadas criando índices ligados diretamente ao vocabulário RadLex. Assim, será possível atingir um alto grau de rastreabilidade facilitando a recuperação de informação de exames e laudos dessas modalidades.

REFERÊNCIAS

- ABITEBOUL, S.; HULL, R.; VIANU, V. **Foundations of databases**. 1. Addison Wesley, 1995. ISBN 0201537710.
- ARNOLD, C. W. et al. A Prototype Web-based Reporting System for Onsite-Offsite Clinician Communication I. **Radiographics**, v. 27, n. 4, p. 1201, 2007. ISSN 0271-5333.
- BACH, M. J.; BELL TELEPHONE LABORATORIES, I. **The design of the UNIX operating system**. Prentice-Hall Englewood Cliffs, NJ;, 1986.
- BARCELLOS JUNIOR, C. L. **Busca Semântica para a Extração e Indexação do Conhecimento Aplicada a Informações Médicas**. 2008. 93 (Bacharelado). Departamento de Informática e Estatística - INE, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- BARCELLOS JUNIOR, C. L. et al. Busca Semântica Aplicada a Informações Clínicas. 2008.
- BARCELLOS JUNIOR, C. L.; VON WANGENHEIM, A.; ANDRADE, R. A reliable approach for applying DICOM structured reporting in a large-scale telemedicine network. Computer-Based Medical Systems (CBMS), 2011 24th International Symposium on, 2011. 27-30 June 2011. p.1-6.
- BIREME. DeCS - Descritores em Ciências da Saúde. 02/12/2010 2010. Disponível em: < <http://decs.bvs.br> >.
- BORTOLUZZI, M. et al. Um editor de laudos no padrão DICOM Structured Report. CBIS'2002 - VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE, 2002. Natal.
- BORTOLUZZI, M. K.; VON WANGENHEIM, A.; MAXIMINI, K. A clinical report management system based upon the DICOM structured report standard. 2003. ISSN 1063-7125.
- CLUNIE, D. **DICOM structured reporting**. PixelMed Publishing, 2000.
- CYCLOPS. The Cyclops Group. Florianópolis, 1992. Disponível em: < <http://www.cyclops.ufsc.br/> >. Acesso em: 15/10/2010.
- DATASUS. CID-10. 2008. Disponível em: < <http://www.datasus.gov.br/cid10/v2008/cid10.htm> >.
- DICOM. Digital Imaging and Communications in Medicine. 2010. Disponível em: < <http://medical.nema.org/> >. Acesso em: 20/10/2010.

FROMMELT, P. et al. Digital Imaging, Archiving, and Structured Reporting in Pediatric Echocardiography: Impact on Laboratory Efficiency and Physician Communication. **Journal of the American Society of Echocardiography**, v. 21, n. 8, p. 935-940, 2008. ISSN 0894-7317. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0894731708001181> >.

HATCHER, E.; GOSPODNETIC, O. Lucene in Action (In Action series). 2004.

HSIEH, M. C. et al. High-sensitivity C-reactive protein and silent myocardial ischemia in Chinese with type 2 diabetes mellitus. **Metabolism**, v. 57, n. 11, p. 1533-1538, 2008. ISSN 0026-0495.

HUSSEIN, R. et al. DICOM Structured Reporting: Part 1. Overview and Characteristics. **Radiographics**, v. 24, n. 3, p. 891-896, May 1, 2004 2004a. Disponível em: <
<http://radiographics.rsna.org/content/24/3/891.abstract> >.

_____. DICOM Structured Reporting: Part 2. Problems and Challenges in Implementation for PACS Workstations **Radiographics**, v. 24, n. 3, p. 897-909, May 1, 2004 2004b. Disponível em: <
<http://radiographics.rsna.org/content/24/3/897.abstract> >.

_____. Implementing a full-feature PACS solution in accordance with the IHE technical framework:: the CHILI approach1. **Academic radiology**, v. 11, n. 4, p. 439-447, 2004. ISSN 1076-6332.

IBGE. **Censo 2010**: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2010.

ISO. International Organization for Standardization. Disponível em: <
<http://www.iso.org> >. Acesso em: 26/10/2011.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. **Engineering**, v. 2, n. EBSE 2007-001, 2007. ISSN 1595933751.

KORMAN, L. Y.; DELVAUX, M.; BIDGOOD, D. Structured reporting in gastrointestinal endoscopy:: Integration with DICOM and minimal standard terminology. **International Journal of Medical Informatics**, v. 48, n. 1-3, p. 201-206, 1998. ISSN 1386-5056. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1386505697001263> >.

LANGLOTZ, C. P. RadLex: A New Method for Indexing Online Educational Materials1. **Radiographics**, v. 26, n. 6, p. 1595-1597, 2006. ISSN 0271-5333.

NEMA. **Supplement 23: Structured Reporting SOP Classes**. DICOM Supplements19/12/2009. 2009

_____. Digital Imaging and Communications in Medicine. 2011. Disponível em: < <http://medical.nema.org/> >. Acesso em: 20/10/2011.

NLM. MeSH - Medical Subject Headings. 02/12/2010 2010. Disponível em: < <http://www.nlm.nih.gov/mesh/> >.

NORRIS, A. C. **Essentials of telemedicine and telecare**. John Wiley & Sons Inc, 2002. ISBN 0471531510.

OFFIS. DICOMscope - DICOM Viewer. 2001. Disponível em: < <http://dicom.offis.de/dscope.php.en> >. Acesso em: 03/10/2010.

_____. DCMTK Toolkit. 2011. Disponível em: < <http://dicom.offis.de/dcmk.php.en> >. Acesso em: 03/06/2011.

PASTORE CA, P. C., GERMINIANI H, SAMESIMA N, MANO R, ET AL. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Análise e Emissão de Laudos Eletrocardiográficos (2009). **Arq Bras Cardiol**, v. 93, n. 3 supl 2, p. 1-19, 2009.

PIANYKH, O. S. **Digital imaging and communications in medicine (DICOM): a practical introduction and survival guide**. Springer Verlag, 2008. ISBN 354074570X.

RIESMEIER, J. et al. DICOM Structured Reporting--a prototype implementation. 2001. Elsevier. p.795-800.

RISTAD, E. S.; YIANILOS, P. N. Learning string-edit distance. **Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on**, v. 20, n. 5, p. 522-532, 1998. ISSN 0162-8828.

SLUIS, D.; LEE, K.; MANKOVICH, N. DICOM SR-integrating structured data into clinical information systems. **Medicamundi**, v. 46, n. 2, p. 31-36, 2002. ISSN 0025-7664.

WANGENHEIM, A. et al. Ways to implement large scale telemedicine: The Santa Catarina Experience. **Latin American Journal of Telehealth**, v. 3, n. 1, p. 364-377, 2009. ISSN 2175-2990.

WELTER, P. et al. Exemplary design of a DICOM structured report template for CBIR integration into radiological routine. **Procs SPIE Medical Imaging**, v. 7628, 2010.

WIKIDOC. WikiDoc. 2011. Disponível em: < <http://www.wikidoc.org> >. Acesso em: 22/12/2010.

APÊNDICE A – Dados complementares da análise estatística

A Tabela 7 apresenta a prevalência e a frequência em que o diagnóstico de *Isquemia, lesão ou área eletricamente inativa* é emitido em laudos do STT/SC separado por faixa etária, observa-se que a faixa etária de 61 a 70 anos é a faixa com maior número de paciente que receberam esse diagnóstico.

Tabela 7 - Prevalência de isquemia, lesão ou zona elétrica inativa no STT/SC por faixa etária.

Faixa etária	Frequência	%
≤ 20	36	0,7%
21 a 30	41	0,7%
31 a 40	184	3,3%
41 a 50	697	12,5%
51 a 60	1.329	23,8%
61 a 70	1.641	29,2%
71 a 80	1.248	22,3%
81 a 90	396	7,1%
91 a 100	23	0,4%

A Tabela 8 apresenta os valores de frequência e prevalência dos motivos que levaram um paciente do STT/SC a ser encaminhado para a realização de um eletrocardiograma.

Tabela 8 - Valores de frequência e prevalência dos motivos de realização de exame de ECG.

Motivo do exame	Frequência	%
Nenhum	65.707	87,6%
Somatização	6.679	8,9%
Pulmonar	403	0,5%
Gastrointestinal	380	0,5%
Aorta	177	0,2%
Mediastino	130	0,2%
Cutânea	57	0,1%

A Tabela 9 detalha valores de frequência e prevalência de dor cardíaca isquêmica em paciente do STT/SC identificados no momento da execução do exame de ECG.

Tabela 9 - Valores de frequência e prevalência de dor cardíaca isquêmica.

Dor cardíaca isquêmica	Frequência	%
Nenhum	71.246	95,0%
Angina estável	2.813	3,8%
Angina instável	762	1,0%
Infarto do miocárdio	218	0,3%

A Tabela 10, apresenta resultados quanto a presença de dor cardíaca não isquêmica identificada no momento da execução do exame de eletrocardiograma. Já a Tabela 11 exibe aos valores de frequência e prevalência de dor torácica nos pacientes que realizaram ECG no STT/SC.

Tabela 10 - Valores de frequência e prevalência de dor cardíaca não isquêmica.

Dor cardíaca não isquêmica	Frequência	%
Nenhum	72.619	96,82%
Outro	2.091	2,79%
Doença valvular	243	0,32%
Miocardite	48	0,06%
Pericardite	13	0,02%

Tabela 11 - Valores de frequência e prevalência de dor torácica.

Dor torácica	Frequência	%
Nenhum	71,571	95,4%
Provocada por esforço e/ou emoção	2.575	3,4%
Desconforto retroesternal	767	1,0%
Aliviada por repouso ou nitrato	567	0,8%

APÊNDICE B – Gráficos de emissão de laudos

Os gráficos exibidos nesse apêndice demonstram o tempo médio de emissão de laudos (eixo vertical) pelos meses do ano avaliados (eixo horizontal). A Figura 31 apresenta os valores médios referentes a todas as modalidades de exames do STT/SC, enquanto na Figura 32 somente são apresentados tempos médios da modalidade eletrocardiograma.

Figura 31 - Tempo médio de emissão de laudo considerando todas as modalidades com a CSR.

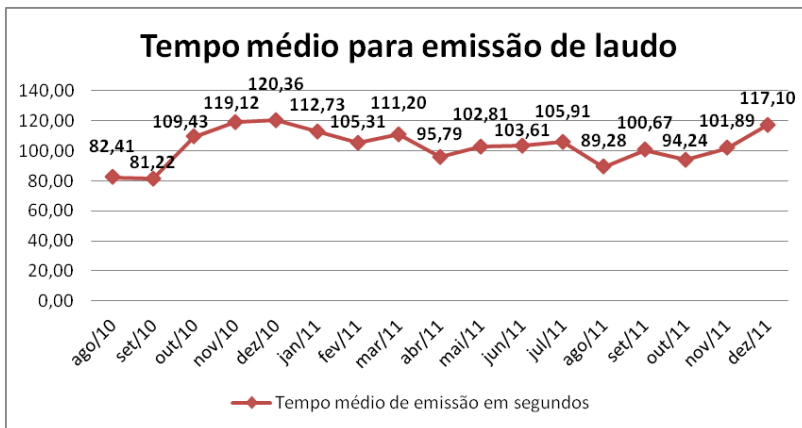
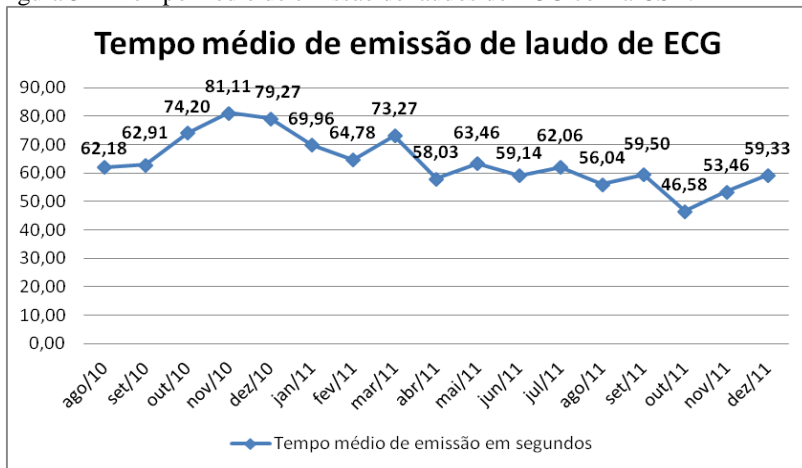


Figura 32 - Tempo médio de emissão de laudos de ECG com a CSR.



APÊNDICE C – Especificação da classe CSR_Document

CSR - Cyclops Structured Reporting (Codename: CLBJ Structured Reporting)

Classe para manipular (criar/inquirir) sobre modelo para DICOM SR.

- **author:** Cloves Langendorf Barcellos Junior.
(cloves@inf.ufsc.br)
- **version:** 3.0
- **copyright:** Copyright (c) 2009-2011 CLBJ.
- **license:** Licença

Variáveis

mixed **\$ codingScheme**
mixed **\$ codingSchemeUid**
mixed **\$ csrEvidence**
mixed **\$ csrUid**
mixed **\$ dcmtkPath**
mixed **\$ examinationId**
mixed **\$ instanceUid**
mixed **\$ modalityTag**
mixed **\$ organization**
mixed **\$ report**
mixed **\$ reportDate**
mixed **\$ reportDate Time**
mixed **\$ reportId**
mixed **\$ reportTime**
mixed **\$ seriesDescription**
mixed **\$ seriesUid**
mixed **\$ sopclassName**
mixed **\$ sopclassUid**
mixed **\$ studyDescription**
mixed **\$ studyId**
mixed **\$ uniqueId**

Métodos

Constructor __construct (line 51)**Método construtor da classe**

- **access:** public

CSR_Document **__construct** (*integer* **\$examinationId**, [*integer* **\$reportId** = null], [*string* **\$dcmtkPath** = null])

- *integer* **\$examinationId**
- *integer* **\$reportId**
- *string* **\$dcmtkPath**

generateAll (line 218)

Método para gerar todos os arquivos ligados ao DICOM SR, o modelo XML, o DSR e o HTML. Recebe o caminho completo para o diretório onde os arquivos serão criados.

- **access:** public

boolean **generateAll** (*string* **\$path**)

- *string* **\$path**

generateAllFromStream (line 245)

Método para gerar todos os arquivos ligados ao DICOM SR, o modelo XML, o DSR e o HTML. Recebe o caminho completo para o diretório onde os arquivos serão criados e o string xml para a geração dos arquivos.

- **access:** public

boolean **generateAllFromStream** (*string* **\$path**, *string* **\$stream**)

- *string \$path*
- *string \$stream*

generateDsr (line 167)

Método que utiliza o OFFIS DCMTK para gerar um arquivo .dsr válido, a partir do XML gerado pelo CSR. Recebe o caminho completo para o arquivo .xml

- `access: public`

boolean generateDsr (string \$path)

- *string \$path*

generateDsrFromStream (line 193)

Método que utiliza o OFFIS DCMTK para gerar um arquivo .dsr válido, a partir do XML gerado pelo CSR. Recebe o caminho completo para o arquivo .xml e o stream a ser incluído nesse arquivo.

- `access: public`

boolean generateDsrFromStream (string \$path, string \$stream)

- *string \$path*
- *string \$stream*

getXml (line 112)

- `access: public`

void getXml ()

saveXml (line 126)

Método para salvar o modelo XML criado em um caminho (\$path) específico.

- **access:** public

boolean saveXml (string \$path)

- *string \$path*

saveXmlFromStream (line 147)

Método para salvar o modelo XML a partir de um stream XML vindo do banco de dados.

- **access:** public

boolean saveXmlFromStream (string \$path, string \$stream)

- *string \$path*
- *string \$stream*

_add (line 322)

- **access:** protected

void _add (\$content)

- *\$content*

_addText (line 623)

Método para definir adicionar um nodo text ao xml.

- **access:** protected

void _addText (\$data)

- *\$data \$data*

_build (line 814)

Método utilizado para a construção do documento final.

- **access:** protected

void **_build** (*\$data*)

- *array* **\$data**

_cleanHtml (line 270)

Método para excluir do código html desnecessário gerado pelo software dsr2html. Recebe o caminho completo para o arquivo .html.

- **access:** protected

boolean **_cleanHtml** (*string* **\$path**)

- *string* **\$path**

_closeContainer (line 591)

- **access:** protected

void **_closeContainer** ()**_closeDocument** (line 563)

- **access:** protected

void **_closeDocument** ()**_closeReport** (line 358)

- **access:** protected

void **_closeReport** ()

_generateUniqueId (line 668)

Método para gerar um identificador único para o laudo

- **access:** protected

void **_generateUniqueId** ()

_setCoding (line 499)

- **access:** protected

void **_setCoding** ()

_setComments (line 649)

Método para adicionar o campo de comentários ao laudo.

- **access:** protected

string **_setComments** (*\$data*)

- *array* *\$data*

_setConclusion (line 766)

Método para adicionar a conclusão de um laudo

- **access:** protected

string **_setConclusion** (*\$data*)

- *array* *\$data*

_setDcmtkPath (line 92)

Método para atribuir o valor padrão do caminho para os executáveis do OFFIS DICOM toolkit. Por padrão a aplicação assume que os aplicativos já estão acessíveis no shell do usuário.

- access: protected

void _setDcmtkPath (string \$dcmtkPath)

- *string \$dcmtkPath*

_setEvidence (line 519)

Método para atribuir os dados das evidências de um laudo, ou seja, as imagens.

Espera um array \$data['evidence']

- access: protected

void _setEvidence (\$data)

- *array \$data*

_setFindings (line 710)

Método para adicionar os achados de um exame

- access: protected

string _setFindings (\$data)

- *array \$data*

_setModality (line 105)

Método para atribuir a modalidade do exame para o laudo.

- access: protected

```
void _setModality (string $modalityTag, string $sopclassName,
string $sopclassUid)
```

- *string* **\$modalityTag**
- *string* **\$sopclassName**
- *string* **\$sopclassUid**

```
_setMultipleFindings (line 734)
```

Método para adicionar os achados de um exame

- **access:** protected

```
string _setMultipleFindings ( $data)
```

- *array* **\$data**

```
_setPatient (line 441)
```

Método para atribuir os dados do paciente.

Dados de altura (size), e peso (weight) devem ter o separador "."

Espera um array \$data['patient']

- **access:** protected

```
void _setPatient ( $data)
```

- *array* **\$data**

```
_setPerformingPhysicianName (line 414)
```

Método para atribuir os dados do médico laudador

- **access:** protected

```
void _setPerformingPhysicianName ( $data)
```

- *array \$data*

`_setReferringPhysicianName` (line 368)

Método para atribuir os dados do médico de referência

- `access: protected`

void `_setReferringPhysicianName` (*\$data*)

- *array \$data*

`_setRequest` (line 602)

Método para definir a requisição do exame.

Espera string com número da requisição

- `access: protected`

void `_setRequest` (*string \$request*)

- *string \$request*

`_setRequestingPhysicianName` (line 391)

Método para atribuir os dados do médico solicitante do exame

- `access: protected`

void `_setRequestingPhysicianName` (*\$data*)

- *array \$data*

`_setSection` (line 787)

Método para adicionar um nova seção no laudo.

- **access:** protected

string **_setSection** (*\$data*)

- *array* *\$data*

_setStudyDescription (line 689)

Método para adicionar a descrição do estudo.

- **access:** protected

string **_setStudyDescription** (*\$data*)

- *array* *\$data*

_setUids (line 479)

- **access:** protected

void **_setUids** ()

_startContainer (line 575)

Método para definir a estrutura do principal nodo container.

- **access:** protected

void **_startContainer** (*\$data*)

- *\$data* *\$data*

_startDocument (line 547)

Método para definir a estrutura principal do nodo document.

Espera um array *\$data*['document']

- **access:** protected

void **_startDocument** (*\$data*)

- *\$data* ***\$data***

_startReport (line 332)

Método para atribuir o tipo de Dicom SR

- **access:** protected

void **_startReport** (*string* ***\$type***)

- *string* ***\$type***

APÊNDICE D – Vocabulário SBC/CSR

A Tabela 12 apresenta os descritores que compõem o vocabulário SBC/CSR.

Tabela 12 - Descritores do vocabulário SBC/CSR

Sigla	Descritores
AAR	Ativação atrial retrógrada
ADRV	Alteração difusa da repolarização ventricular
AE	Alternância elétrica
ARV	Alteração da repolarização ventricular
AS	Arritmia sinusal
AT	Alternância de onda T
BAV2:1	Bloqueio AV 2:1
BAVA	Bloqueio AV avançado ou de alto grau
BAVI	Bloqueio AV de primeiro grau
BAVII-MI	Bloqueio AV de segundo grau tipo Mobitz I
BAVII-MII	Bloqueio AV de segundo grau tipo Mobitz II
BAVP	Bloqueio AV Paroxístico
BAVT	Bloqueio AV do terceiro grau ou BAV total
BDAM	Bloqueio divisional anteromedial
BDAM+BDAS	BDAM+BDAS
BDAS	Bloqueio divisional anterossuperior
BDPI	Bloqueio divisional posteroinferior
BEA	Batimento de escape atrial
BEV	Batimento de escape ventricular
BF	Batimento de fusão
BRD	Bloqueio do ramo direito
BRD/BDAM+BDAS	BRD/BDAM+BDAS
BRD/BDAS	BRD/BDAS
BRD/BDPI	BRD/BDPI
BRE	Bloqueio do ramo esquerdo
BRE/BDAS	BRE/BDAS

BRE/BDPI	BRE/BDPI
BRUG	Síndrome de Brugada
BS	Bradicardia sinusal
BSAI	Bloqueio sino atrial do segundo grau tipo I
BSAII	Bloqueio sino atrial do segundo grau tipo II
DAV	Dissociação AV
DCRD	Distúrbio de condução pelo ramo direito
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
EA	Extra-sístole atrial
EAAC	Extra-sístole atrial com aberrância de condução
EANC	Extra-sístole atrial não conduzida
EEAA	Extra-sístoles atriais
EEVV	Extra-sístoles ventriculares
EJ	Extra-sístole juncional
EPRC	Espaço PR curto
ESV	Extra-sístole supraventricular
EV	Extra-sístole ventricular
FA	Fibrilação atrial
FIB	Fibrose cardíaca
FluAC	Flutter atrial comum - típico ou tipo I
FluAI	Flutter atrial incomum - atípico ou tipo II
FV	Fibrilação ventricular
IA	Infarto atrial
IAM	Infarto agudo do miocárdio
IMVD	Infarto do miocárdio de ventrículo direito
ISUBEN	Isquemia subendocárdica
ISUBEP	Isquemia subepicárdica
LGL	Síndrome do Complexo PR Curto-QRS Normal
LSUBEN	Lesão subendocárdica
LSUBEP	Lesão subepicárdica
NEC	Necrose

NORMAL	ECG Normal / dentro dos limites da normalidade
PS	Parada sinusal
PV	Parassistole ventricular
QT/QTc-longos	Intervalos QT e QTc prolongados
RAE	Ritmo atrial ectópico
RAM	Ritmo atrial multifocal
RIV	Ritmo idioventricular de escape
RIVA	Ritmo idioventricular acelerado
RJ	Ritmo juncional
RJA	Ritmo juncional ativo
RJE	Ritmo juncional de escape
RM	Ritmo de Marcapasso
RP	Repolarização precoce
RS	Ritmo sinusal
SAD	Sobrecarga atrial direita
SAE	Sobrecarga atrial esquerda
SBA	Sobrecarga biatrial
SBV	Sobrecarga biventricular
SVD	Sobrecarga ventricular direita
SVE	Sobrecarga ventricular esquerda
TAFNS	Taquicardia atrial focal não sustentada
TAFS	Taquicardia atrial focal sustentada
TAM	Taquicardia atrial multifocal
TB	Taquicardia bidirecional
TdP	Taquicardia ventricular tipo Torsades de Pointes
TRAVA	Taquicardia por reentrada atrioventricular antidrômica
TRAVO	Taquicardia por reentrada atrioventricular ortodrômica
TRN	Taquicardia por reentrada nodal típica
TRNA	Taquicardia por reentrada nodal atípica

TS	Taquicardia sinusal
TVNS	Taquicardia ventricular não sustentada
TVSM	Taquicardia ventricular sustentada monomórfica
TVSP	Taquicardia ventricular sustentada polimórfica
WPW	Condução intraventricular com padrão de pré- excitação
ZEI	Zona elétrica inativa

APÊNDICE E – Interfaces de emissão de laudo

A Figura 33 apresenta a interface complementar a de seleção dos descritores SBC/CSR, onde o usuário pode fazer uso de modificadores e atributos adicionais aos descritores já estabelecidos pelo vocabulário.

Figura 33 - Interface de complementos de descritores SBC/CSR.

The screenshot displays a software interface titled "Cadastro do Paciente + Indicação Clínica" with a sub-section "Descritores". It features tabs for "SBC / ECG", "DECS", and "CID-10". A search field for "Descritores" is present, with the instruction "Utilize o clique duplo para selecionar um descritor." Below this is a table of descriptors:

Sigla	Nome	Info
RS	Ritmo sinusal	?
NORMAL	ECG Normal	?
ADRV	Alteração de	?
ARV	Alteração de	?
BDAS	Bloqueio de	?
DCRD	Distúrbio de	?
BS	Bradicardia	?
SVE	Sobrecarga	?
ISUSEP	Isquemia su	?
FIB	Fibrose card	?
ZEI	Zona eléctri	?
FA	Fibrilação at	?
BRD	Bloqueio do	?
AS	Arritmia sinu	?
TS	Taquicardia	?
BRE	Bloqueio do ramo esquerdo	?
EEVV	Extra-sístoles ventriculares	?
ESV	Extra-sístole supraventricular	?
BAVI	Bloqueio AV de primeiro grau	?
EV	Extra-sístole ventricular	?

A modal dialog titled "Adicionando termo SBC" is open, allowing the user to select a modifier and add attributes. The dialog contains the following elements:

- Seleção do Modificador:** Radio buttons for "Nenhum", "Discutível", "Encontrado" (selected), "Provável", and "Sugestivo".
- Atributos pós-descritor:** A dropdown menu currently showing "alta resposta ventricular".
- Observações (Max: 200 caracteres):** A text area containing "observações do cardiologista".
- Buttons:** "Gravar" and "Cancelar".

At the bottom of the interface, there are buttons for "Invalidar Exame" and "Publicar". The status bar at the very bottom reads "Laudo Estruturado DICOM SR".

Na Figura 34 é apresentada a interface completa de emissão de laudo de ECG. O médico cardiologista pode avaliar o traçado gerado pelo eletrocardiograma a esquerda da interface, enquanto seleciona os descritores do vocabulário SBC/CSR na lista a direita da interface.

Figura 34 - Interface completa de emissão de laudo de ECG.

Paciente: UNIDADE Data: 01/11/2011 Próximo Exame

Exame: 2517 Nome: FC: 54 bpm
Reg.Clin.: ECG de Repouso Filtros: 60Hz Muscular Data: 1/11/2011 Nasc.: 12/8/1991 Vel.: 25 mm/s

DI 10 DII 10 DIII 10
aVR 10 aVL 10 aVF 10
VI 10 V2 10 V3 10

Descrições: Invaldar Exame Publicar

Cadastro do Paciente + Indicação Clínica

Descritores

SBC / ECG DECS CID-10

Descritores

Utilize o clique duplo para selecionar um descritor.

Siga	Nome	Info
RS	Ritmo sinusal	?
NORMAL	ECG Normal: dentro dos limites de normalidade	?
ADRV	Alteração difusa da repolarização ventricular	?
ARV	Alteração da repolarização ventricular	?
BCAS	Bloqueio divisionar anterossuperior	?
DCRD	Distúrbio de condução pelo ramo direito	?
BS	Bradicardia sinusal	?
ISUBEP	Isquemia subepicárdica	?
FIB	Fibras cardíacas	?
ZBI	Zona branca miocárdica	?
BVE	Bloqueio ventricular esquerdo	?
FA	Fibrilhação atrial	?
BPD	Bloqueio do ramo direito	?
AS	Arritmia sinusal	?
TS	Taquicardia sinusal	?
BRE	Bloqueio do ramo esquerdo	?
EEVV	Extrasístoles ventriculares	?

Laudo Estruturado DICOM SR

A interface de emissão de laudo de um exame de Ressonância Magnética é exibida na Figura 35.

Figura 35 - Interface de emissão de laudo de MRI.

Laudo

Paciente: HOSPITAL Data: 01/04/2011

Imagens [ARI T2 SPAR Fast] Exibir Série

Cadastro do Paciente + Indicação Clínica

Laudo Textual

Descritores

Dimp

Laudo Estruturado DICOM SR

Laudo

Paciente:

Médico Executor:

Preenchimento: FINALIZADO

Situação: CONFIRMADO

Data/Hora: 2011-04-11 22:54:58

Laudo do exame nº 15078

Requisição:

Ressonância Magnética requisição nº 35480762

Descrição do Estudo:

COLUNA LOMBOSACRAL

Achados:

Corpos vertebrais anatómicos.

Pedículos e estruturas dos arcos posteriores íntegros.

Espaços discais mantidos.

Articulações interapofisárias sem alterações.

Canal vertebral, forâmens neurais e recessos laterais de amplitude normal.

Não há sinais de hérnia discal.

Descrições: Invaldar Exame Publicar

APÊNDICE F – Publicações

Título: A reliable approach for applying DICOM structured reporting in a large-scale telemedicine network.

Evento: IEEE 24th Symposium on Computer-Based Medical Systems.

Ano: 2011.

Local: Bristol - Inglaterra.

Autores: BARCELLOS JUNIOR, C. L.; VON WANGENHEIM, A.; ANDRADE, R.

Estrato Qualis: B2

Título: Semantic Information Indexing and Retrieval on Patient Medical Data.

Evento: 8th International Information and Telecommunication Technologies Symposium

Ano: 2009.

Local: Florianópolis - SC.

Autores: ANDRADE, R.; CABRAL, R. B.; BARCELLOS JUNIOR, C. L.; WANGENHEIM, A.v

Estrato Qualis: B4

Título: Ways to implement large scale telemedicine: The Santa Catarina Experience.

Evento: Latin American Journal of Telehealth, Vol. 3, No 1.

Ano: 2009.

Autores: Wangenheim, A, BARCELLOS JUNIOR, C. L., Wagner, HM, Cavalcante, C