

UNIVERSIDADE FEEVALE

WILLIAM HUMBERTO DO COUTO BECHER

ANÁLISE COMPARATIVA DE BANCOS DE DADOS DE
IMAGENS MÉDICAS OPEN-SOURCE

(Título Provisório)

Anteprojeto de Trabalho de Conclusão

Novo Hamburgo
2017

WILLIAM HUMBERTO DO COUTO BECHER

ANÁLISE COMPARATIVA DE BANCOS DE DADOS DE
IMAGENS MÉDICAS OPEN SOURCE

(Título Provisório)

Anteprojeto de Trabalho de Conclusão de
Curso, apresentado como requisito parcial
à obtenção do grau de Bacharel em
Ciência da Computação pela
Universidade Feevale

Orientador: Prof. Ricardo Ferreira de Oliveira

Novo Hamburgo
2017

RESUMO

Com a modernização proporcionada pelos computadores, e a agilidade necessária para identificação dos sintomas, de modo a acelerar o tratamento dos pacientes, a utilização de bancos de dados de imagens médicas vem sendo adotada cada vez mais por todos os hospitais e clínicas de diagnóstico. Os softwares utilizados para o armazenamento destas imagens médicas, são conhecidos como PACS (*Picture Archiving and Communication System*). Existem diversos softwares que desempenham esta função, e este trabalho tem como objetivo analisar alguns PACS *open source* utilizados atualmente, e desenvolver um instrumento de avaliação de modo a auxiliar os profissionais que necessitem utilizar esses softwares a escolherem o que melhor se adapta às suas necessidades.

Palavras-chave: Avaliação de Software, Bancos de dados, DICOM, Imagens Médicas, PACS, Qualidade de Software.

SUMÁRIO

| | |
|--------------------|----|
| MOTIVAÇÃO..... | 5 |
| OBJETIVOS..... | 10 |
| METODOLOGIA..... | 11 |
| CRONOGRAMA | 12 |
| BIBLIOGRAFIA | 13 |

MOTIVAÇÃO

A aplicação de sistemas de informação para gerenciamento de imagens e informações clínicas começou a ser estudada de forma mais efetiva no final da década de 1980, quando os processos de aquisição digital começaram a ser utilizados em maior escala nos hospitais. (AZEVEDO-MARQUES; SALOMÃO, 2009)

O desenvolvimento do uso da informação em formato digital criou a necessidade de se estabelecer uma estrutura computacional que possibilitasse a troca de dados de imagens de forma consistente e automática dentro do ambiente hospitalar. Em resposta a essa necessidade, surgiu o conceito de PACS (do inglês, *Picture Archiving and Communication System*). (AZEVEDO-MARQUES; SALOMÃO, 2009) A gama de imagens que podem ser digitalizadas em um ambiente hospitalar, é grande, segundo Guimarães (2002), as imagens mais comuns a serem estudadas são os Raios-X, que compreende aproximadamente 70% do total. O restante das imagens produzidas em exames são imagens de radiografia computadorizada (CR), tomografia computadorizada (CT), ressonância magnética (MRI), ultra-sonografia, medicina nuclear (NMI), angiografia de subextração digital (DAS), entre outras, que ocupam os outros 30% do volume.

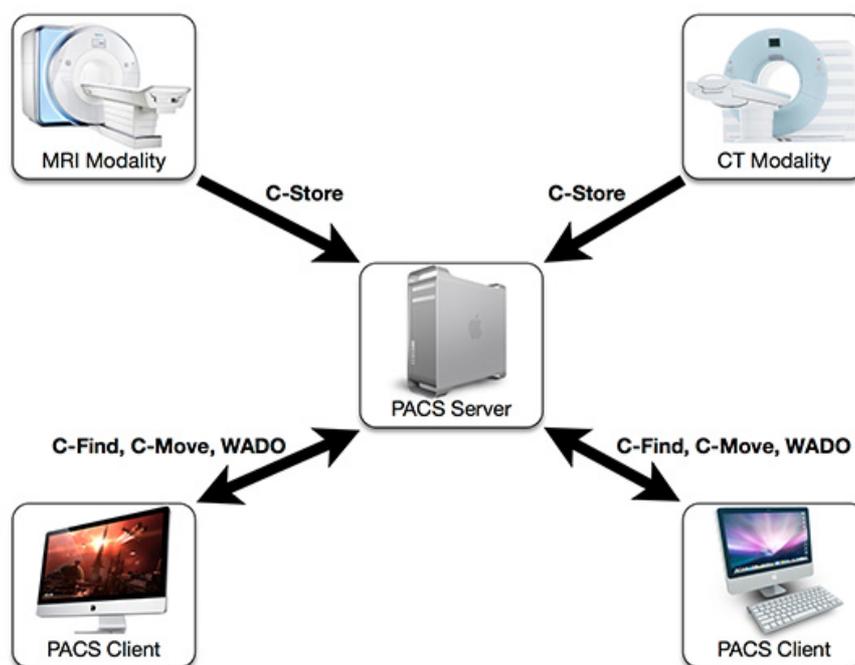
Até meados da década de 1980, a única forma de aquisição de uma radiografia era por meio de filme. De forma semelhante, quando outras modalidades, como ultrassom, tomografia computadorizada e ressonância magnética surgiram, ainda era necessário imprimir as imagens em filme para visualização. Com o surgimento do PACS, percebeu-se a possibilidade da utilização de monitores acoplados a computadores para visualização de imagens. Os primeiros monitores padrão CRT não forneciam a qualidade necessária em comparação à de um filme radiológico e, portanto, os fabricantes tiveram de produzir monitores específicos para a área médica, com fósforos especiais para atingir níveis maiores de luminância e contraste e menor distorção espacial e latência. Mais tarde, os monitores LCD foram adotados devido ao seu baixo custo, durabilidade e qualidade de exibição, inclusive de imagens coloridas. (AZEVEDO-MARQUES; SALOMÃO, 2009)

De acordo com Seixas (2005), a demanda dos hospitais por um diagnóstico de exames de imagens digitais de forma rápida e precisa, somada aos avanços computacionais e de processamento de imagens, fizeram surgir novas frentes de pesquisa relacionadas ao diagnóstico radiológico auxiliado por computador.

A implantação de um serviço de radiologia “*filmless*” tem resultado em grande número de avanços operacionais, incluindo melhoria no gerenciamento das imagens e leitura mais rápida, possibilitando acessos quase que em tempo real, eliminação de certo número de passos no processo de disponibilização das imagens, eliminação de exames perdidos e melhoria na produtividade do trabalho em grupo. (CARITÁ; MATOS; AZEVEDO-MARQUES, 2004)

Segundo definição da NEMA (*American National Association of Electric Machines*), um PACS deve oferecer visualização de imagens em estações de diagnóstico remotas; armazenamento de dados em meios magnéticos ou ópticos para recuperação em curto ou longo prazo; comunicação utilizando redes locais (*Local Area Network, LAN*) ou expandidas (*Wide Area Network, WAN*), ou outros serviços públicos de telecomunicação; sistemas com interfaces por modalidade e conexões para serviços de saúde e informações departamentais que ofereçam uma solução integrada para o usuário final. (AZEVEDO-MARQUES; SALOMÃO, 2009)

Figura 1 - Esquema da arquitetura de rede de um PACS com vários clientes



Fonte: OsiriX, 2017

É importante que a implantação do sistema PACS em um hospital ou clínica atenda seus requisitos, pois o desempenho do sistema exerce forte influência no atendimento aos pacientes. (SEIXAS, 2005)

Segundo Ratib (2016), há uma tendência mundial no desenvolvimento de softwares *open-source* na medicina, que provêm uma alternativa muito robusta e confiável para soluções de visualização e análise de imagens médicas. Esses softwares, implementam o padrão DICOM, que segundo Azevedo-Marques, Salomão (2009) é o padrão global para transferência de imagens radiológicas e outras informações médicas entre computadores. Para um software ser considerado um PACS, ele deve seguir esse padrão DICOM, e permitir o uso de comandos DICOM para interação entre os clientes e o servidor.

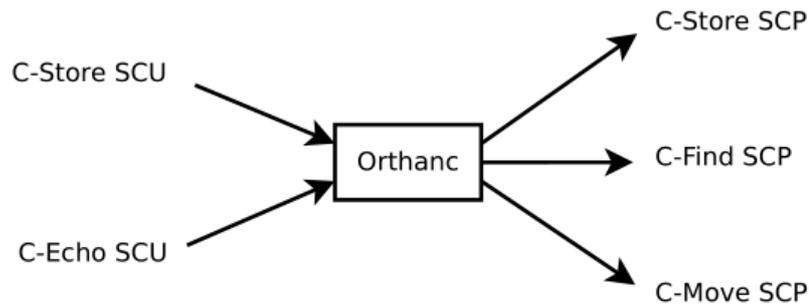
A qualidade do software utilizado é importante para qualquer empresa, visto que a falta de qualidade pode gerar diversos prejuízos, e na área da saúde esse ponto é ainda mais importante, visto que um mal funcionamento pode acarretar na demora no atendimento de um paciente. A ISO/IEC 9126 (NBR13596) propõe um modelo de avaliação de software com seis categorias básicas a serem analisadas: funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade.

Pelo acima exposto, este trabalho propõe uma comparação entre alguns dos PACS *Open-Source* existentes no mercado, de maneira a facilitar o processo de escolha do software que melhor se adapta as necessidades das instituições. Considerando isto, serão realizados testes de *benchmark*, testes de usabilidade e comparações das características de cada software, avaliando as categorias da ISO/IEC 9126 (NBR13596) citadas anteriormente. Pretende-se comparar os seguintes PACS: OsiriX/Horos, Orthanc, Conquest, dcm4che e Dicoogle.

O OsiriX (Rosset, 2004) é um software gratuito, distribuído sob o acordo de licença open-source GNU. Segundo Rosset (2004), o OsiriX é um software que foi projetado para visualizar e interpretar grandes conjuntos de imagens médicas multidimensionais. Ele se beneficia da capacidade do padrão OpenGL para mostrar gráficos de maneira muito rápida e otimizada, já que é um padrão amplamente usado pela indústria de games, e consegue fazer uso de qualquer placa de vídeo com aceleradora 3D. O Horos, é um software baseado no código fonte do OsiriX, e pode ser considerado uma versão *premium* do OsiriX, visto que oferece todas as funcionalidades disponíveis na versão paga deste.

O Orthanc (Jodogne, 2013) é um leve, porém poderoso software de armazenamento DICOM para a área da saúde e pesquisa médica. Múltiplas instâncias do Orthanc podem ser implantadas na rede do hospital, ou até mesmo no mesmo computador, o que simplifica a interconexão entre as diversas aplicações DICOM e facilita a gestão de imagens médicas.

Figura 2: Comandos DICOM suportados pelo Orthanc



Fonte: Jodogne, 2013

De acordo com Costa (2011), Dicoogle é um PACS que utiliza uma indexação baseada em documento, e protocolos *peer-to-peer* (P2P). Substituindo o tradicional banco de dados relacional por uma organização documental, que permite coletar e indexar dados de repositórios baseados em arquivos, o que permite realizar consultar de texto livre. E como resultado dessa estratégia, é que mais informação pode ser extraída de repositórios de imagens digitais, quando comparados com os atuais serviços DICOM que não se utilizam desta técnica.

O Conquest DICOM, é um servidor de imagens médicas criado por Marcel van Herk e Lambert Zijp no Instituto do Câncer da Holanda. Foi utilizado como base o código fonte em C++ de domínio público do UCDCM DICOM, de Mark Oskin. O Conquest funciona como servidor das imagens, além de também poder ser utilizado como visualizador, entre outras funcionalidades. O servidor pode ser instalado com diversos bancos de dados, ODBC, DbaseIII, MySQL, Postgres, Microsoft SQL Server e SQLite.

O dcm4che é um conjunto de aplicações *open source* e utilitários usados na área da saúde, desenvolvidas em Java, para auxiliar na utilização de imagens médicas. A base desse conjunto de ferramentas foi desenvolvida por Gunter Zeilinger no ano 2000. Em 2006, ele reestruturou as ferramentas, focando as melhorias em performance, uso de memória, flexibilidade e simplicidade de uso.

Tabela 1. Comparação básica entre os PACS a serem analisados

| Software | OsiriX / Horos | Orthanc | dcm4che | Conquest | Dicoogle |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------------|--|-----------------------|
| Linguagem Utilizada | Objective-C | C/C++ | Java, XML | Borland Delphi / C++ (base) | Java |
| Sistema Operacional Suportado | Mac OSX | Windows / Mac OSX | Windows / Linux / Mac OSX | Windows / Linux | Windows / Linux / Mac |
| Bancos de Dados | Próprio / File-system | PostgreSQL | MySQL | Dbase III, ODBC, Microsoft SQL Server, MySQL, SQLite | Próprio / File-system |

Fonte: Próprio Autor

A teoria na qual será embasado a pesquisa bibliográfica dos softwares e o modelo de instrumento de avaliação será pesquisada durante o desenvolvimento do Trabalho de Conclusão I.

OBJETIVOS

Objetivo Gerais

Desenvolver um instrumento de avaliação de PACS, considerando na análise as categorias básicas para avaliação de softwares citadas na ISO/IEC 9126 (NBR13596), funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade, portabilidade, e *benchmarks*, para ser aplicado no TC II, onde serão comparados os PACS listados anteriormente neste anteprojeto.

Objetivos Específicos

- Apresentar uma visão geral sobre Bancos de Dados de Imagens Médicas, explicando o seu funcionamento comum;
- Instalar alguns PACS, definidos na motivação deste anteprojeto, e pesquisar o seu funcionamento;
- Estudar os modelos de avaliação de software, com base na NBR ISO/IEC 9126-1, para definir quais seriam os aspectos básicos necessários a serem avaliados nos PACS;
- Definir benchmarks para serem realizados;
- Elaborar um instrumento de avaliação de PACS;
- Analisar os softwares de acordo com as características definidas nos tópicos anteriores (TC II);
- Realizar os benchmarks (TC II);
- Analisar os resultados (TC II);

METODOLOGIA

O presente trabalho desenvolvido terá natureza aplicada, visto que envolve uma análise prática de softwares, de modo a ajudar a tomada de decisão de hospitais e clínicas na definição de um PACS para ser implementado.

A pesquisa será, sob o ponto de vista dos objetivos, considerada exploratória, que segundo Prodanov e Freitas (2013), é quando a pesquisa se encontra na fase preliminar, e tem como finalidade proporcionar mais informações sobre o assunto.

Os procedimentos técnicos para a obtenção desses quesitos têm como definição, caráter bibliográfico, pois, de acordo com Prodanov e Freitas (2013), é elaborada a partir de material já publicado. A forma de abordagem é qualitativa, visto que os resultados serão tabulados, comparados e interpretados de acordo com o instrumento de avaliação.

O Trabalho de Conclusão I terá como objetivo principal, aprofundar o conhecimento sobre os PACS escolhidos para análise e desenvolver, de acordo com a NBR ISO/IEC 9126-1, um instrumento de avaliação de PACS, para posterior aplicação desse instrumento no Trabalho de Conclusão II, onde serão analisados os resultados. O detalhamento do cronograma de trabalho pode ser vista no capítulo seguinte.

A pesquisa bibliográfica será realizada utilizando os recursos encontrados em bibliotecas da região, documentação oficial dos softwares analisados, e através de teses e artigos com assuntos relacionados ao tema encontrados nas bases de artigos online.

CRONOGRAMA

Trabalho de Conclusão I

| Etapa | Meses | | | | |
|--|-----------|-------|-------|-------|-------|
| | Fevereiro | Março | Abril | Maior | Junho |
| Estudo sobre PACS | | | | | |
| Produção do Anteprojeto | | | | | |
| Revisão do Anteprojeto | | | | | |
| Produção do TC I | | | | | |
| Revisão bibliográfica sobre avaliação de softwares | | | | | |
| Elaboração do instrumento de avaliação | | | | | |
| Revisão do TC I | | | | | |
| Entrega do TC I | | | | | |

Trabalho de Conclusão II

| Etapa | Meses | | | |
|--|--------|----------|---------|----------|
| | Agosto | Setembro | Outubro | Novembro |
| Aplicação de instrumento de avaliação | | | | |
| Comparação das características entre os PACS | | | | |
| Realização de Benchmarks | | | | |
| Análise dos experimentos | | | | |
| Análise dos testes e resultados | | | | |
| Produção do TC II | | | | |
| Revisão do TC II | | | | |
| Entrega do TC II | | | | |

BIBLIOGRAFIA

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO/IEC 9126-1: Engenharia de software - Qualidade de Produto - Parte 1: Modelo de qualidade**. Rio de Janeiro. 2003.

AZEVEDO-MARQUES, Paulo Mazzoncini, SALOMÃO Samuel Covas. **PACS: sistemas de arquivamento e distribuição de imagens**. Revista Brasileira de Física Médica. 2009;3:131–9.

CARITÁ, Edilson Carlos, MATOS, André Luiz Mendes Matos, AZEVEDO-MARQUES, Paulo Mazzoncini. **Ferramenta para visualização de imagens médicas em hospital universitário**. Ribeirão Preto, SP. 2004.

CONQUEST. **Conquest DICOM Software**. Disponível em: <<https://ingenium.home.xs4all.nl/dicom.html>>. Acesso em 12 de abril de 2017.

COSTA, C., FERREIRA, C., BASTIÃO, L., RIBEIRO, L., SILVA, A., & OLIVEIRA, J. L. **Dicoogle-an open source peer-to-peer PACS**. Journal of digital imaging. 2011.

DATE, C.J. **Introdução a Sistema de Bancos de Dados**. Rio de Janeiro, RJ: Campus, 2008.

DCM4CHE. **Open Source Clinical Image and Object Management**. Disponível em: <<http://www.dcm4che.org/>>. Acesso em 12 de abril de 2017.

DICOOGLE. **DICoogle**. Disponível em: <<http://www.dicoogle.com/>>. Acesso em 12 de abril de 2017.

GUIMARÃES, Renato Rangel. **Conversão de Imagens do Formato DICOM Visando a Inter-Operacionalidade de Sistemas Através da WEB**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Informática. Porto Alegre, RS, 2002.

HOROS. **Horos or OsiriX: What are the differences?** Disponível em: <<https://www.horosproject.org/horos-or-osirix/>>. Acesso em 12 de abril de 2017.

JODOGNE, S., Bernard, C., Devillers, M., Lenaerts, E., & Coucke, P. **Orthanc-A lightweight, restful DICOM server for healthcare and medical research**. Biomedical Imaging (ISBI), 2013.

ORTHANC. **Orthanc – DICOM Server**. Disponível em: <<http://www.orthanc-server.com/>>. Acesso em 12 de abril de 2017.

OSIRIX. **OsiriX | PACS**. Disponível em: <<http://www.osirix-viewer.com/resources/pacs/>>. Acesso em 12 de abril de 2017.

PRODANOV, Cleber Cristiano, FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. Universidade Feevale. 2013.

RATIB, O., RODUIT, N., NIDUP, D., DE GEER, G., ROSSET, A., & GEISSBUHLER, A. **PACS for Bhutan: a cost effective open source architecture for emerging countries.** Insights into Imaging, 2016.

ROSSET, Antoine; SPADOLA, Luca; RATIB, Osman. **OsiriX: an open-source software for navigating in multidimensional DICOM images.** Journal of digital imaging. 2004.

SEIXAS, Flávio Luiz. **Diagnóstico Auxiliado por Computador.** 2005. 40f. Monografia – Departamento em Engenharia da Computação, Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2005. Disponível em: <<http://www.midiacom.uff.br/~debora/fsmm/trab-2005-2/CAD.pdf>>. Acesso em: 03 março 2017.

VALENTE, F., SILVA, L. A. B., GODINHO, T. M., & COSTA, C. **Anatomy of an extensible open source PACS.** Journal of digital imaging. 2016