



Plano de Dissertação de Mestrado
Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Informática

Aluno

Márcio Dias Costa

Orientador

Professor Dr. Fernando da Fonseca de Souza

Co-Orientador

Professora Dra. Paula Rejane Beserra Diniz

Título Provisório

“Análise de estratégias de persistência de dados para SRES baseados na especificação *openEHR*, utilizando a modelagem de dados relacional”.

Áreas de concentração

- Engenharia de Software;
- Banco de Dados;
- Informática Médica

Sumário

| | | |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. | INTRODUÇÃO | 3 |
| 2. | MOTIVAÇÃO | 4 |
| 3. | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 5 |
| 3.1. | ARQUITETURA OPENEHR..... | 5 |
| 3.1.1. | <i>Modelagem em Dois Níveis</i> | 5 |
| 3.1.2. | <i>Estrutura Geral das Classes.....</i> | 6 |
| 3.1.3. | <i>Arquétipos e Templates</i> | 7 |
| 3.1.4. | <i>Compositions e o EHR.....</i> | 8 |
| 4. | TRABALHOS RELACIONADOS | 10 |
| 4.1. | EVALUATION OF A PERSISTENT STORE FOR OPENEHR (JON PATRICK1, 2006)..... | 10 |
| 4.2. | PROOF-OF-CONCEPT DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN EN13606-BASED ELECTRONIC HEALTH CARE RECORD SERVICE (MUNOZ, SOMOLINOS <i>ET AL.</i> , 2007) | 11 |
| 4.3. | CONSTRUÇÃO DE APLICAÇÕES EM SAÚDE BASEADAS EM ARQUÉTIPOS (NARDON, FRANÇA <i>ET AL.</i> , 2008) | 12 |
| 4.4. | CONSIDERAÇÕES | 13 |
| 5. | OBJETIVO | 14 |
| 5.1. | OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 14 |
| 6. | METODOLOGIA DE TRABALHO | 15 |
| 6.1. | ETAPAS | 15 |
| 7. | ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO..... | 17 |
| 8. | CRONOGRAMA..... | 18 |
| 9. | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 19 |

1. Introdução

Na última década, o aumento da complexidade de Sistemas de informação em saúde cresceu rapidamente. Tais Sistemas de informação, também conhecidos genericamente como Sistemas de Registro Eletrônico em Saúde (SRES), devem apresentar flexibilidade na representação do conhecimento específico na medicina, para suportar a complexidade do domínio e sua constante evolução. Além da flexibilidade para representação do conhecimento, a conectividade é um importante pré-requisito em um sistema de informação em saúde, no entanto, a diversidades de modelos e componentes constitui uma barreira para comunicação com outros sistemas. A falta de padronização dificulta a interoperabilidade entre os sistemas, tornando complexa a integração de bases de dados e o compartilhamento de informações (Begoyan, 2007), (Dias e Freire, 2010).

Um registro eletrônico em saúde (RES) é uma coleção de informações médicas digitalizadas de um ou mais pacientes (Gunter e Terry, 2005). Diante da dificuldade de comunicação entre os sistemas, diversos grupos se organizaram com o objetivo de padronizar o desenvolvimento de RES interoperáveis, de modo que a informação fosse transmitida de forma segura e interpretada adequadamente entre diferentes sistemas de informação. Significantes contribuições foram realizadas através da produção de especificações como o *openEHR* (openEHR, 2012).

A abordagem openEHR é focada no desenvolvimento de padrões abertos para a construção de aplicações interoperáveis, manuteníveis, escaláveis e extensíveis. O ponto chave na sua especificação é a modelagem de dois níveis: o nível de informação (modelo de referência) e o nível de conhecimento. O modelo de referência inclui os modelos ou esquemas de dados necessários para representar um RES. O nível de conhecimento, também chamado de Modelo de Arquétipos, define conceitos relativos ao domínio da aplicação utilizando como base o modelo de referência. Os arquétipos podem ser definidos como metadados, usados para definir padrões que caracterizam especificamente dados clínicos (Beale, 2001), (Kalra, 2006).

A vantagem da utilização da modelagem de dois níveis é a independência entre as atividades dos desenvolvedores de software, que permanecesse focada no modelo de referência, com as especificações realizadas pelos especialistas de domínio, focada no modelo de conhecimento. O modelo de referência é estável e constitui o primeiro nível de modelagem, enquanto que o modelo de conhecimento constitui o segundo nível e é suscetível a alterações de conhecimento do domínio. A separação possibilita a construção de sistemas expansíveis sem a necessidade de alteração no modelo de referência, aumentando a capacidade de interoperabilidade (Beale e Heard, 2007a), (Leslie, 2007).

2. Motivação

A fundação openEHR publicou diversas especificações formais sobre o Modelo de Referência (Beale, Heard *et al.*, 2007), incluindo a linguagem de definição de Arquétipos (ADL) e o modelo de objetos dos arquétipos (AOM). Apesar de grandes atividades na área da especificação formal, poucos estudos abordaram aspectos relativos à implementação do modelo de referência, sobretudo relativo à persistência de dados. Devido à natureza proprietária de várias implementações do *openEHR*, são raras as publicações sobre propostas de modelagem de dados e suas implementações.

Independentemente da tecnologia particular escolhida, o projeto de persistência para um sistema *openEHR* deve levar em conta as questões de desempenho e capacidade de recuperação de dados através de consultas. Devido a estrutura hierárquica do openEHR, uma abordagem bastante comum é a serialização e armazenamento de sub-árvores em campos BLOB (*binary large object*) ou XML. A disponibilidade de caminhos semânticos na estrutura do openEHR possibilita uma melhoria na abordagem de serialização em BLOB, nessa variação, todos os nós da estrutura de dados são serializados e seus caminhos armazenados em colunas adjacentes. A utilização dessa abordagem é útil em um banco de dados relacional ou objeto-relacional, no entanto, estudos precisam ser realizados para uma melhor aplicação da referente modelagem (Beale, 2008).

3. Fundamentação Teórica

Esta seção, descreve os conhecimentos básicos para a análise das diferentes estratégias de persistência de dados para utilização em sistemas baseados na especificação da Fundação openEHR utilizando a abordagem relacional.

3.1. Arquitetura openEHR

A fundação openEHR é uma organização sem fins lucrativos que possui a propriedade intelectual da especificação e arquitetura do openEHR. O objetivo do padrão é possibilitar à interoperabilidade de RES (Registros Eletrônicos em Saúde), permitindo uma melhoria no acesso as informações na área da saúde (Leslie, 2007). As especificações técnicas do openEHR definem padrões de projeto, modelo de referência e arquétipos, estando estas em contínua evolução. O padrão vem se tornando internacionalmente conhecido como o mais completo padrão de arquitetura para representação da informação de um RES (Kalra, 2006).

O estudo da arquitetura do modelo é essencial para a posterior análise da melhor forma de persistência dos dados de um projeto openEHR. Nesta seção serão apresentados os principais pontos da arquitetura do openEHR, que servirão de base de conhecimento para o desenvolvimento do projeto.

3.1.1. Modelagem em Dois Níveis

A arquitetura do openEHR é basicamente fundamentada na separação ontológica entre o modelo de informação (*information models*) e o modelo conteúdo de domínio (*domain content model*). O modelo de informação caracteriza-se por ser estável, contendo a base semântica que se mantém inalterada durante a vida do sistema de informação, por outro lado, o modelo de domínio é suscetível a mudanças que acontecem no domínio da aplicação. A separação dos modelos possibilita modificações futuras nos sistemas de informação, sem a necessidade de alterações no código do software, uma vez que a

construção do sistema de informação é fundamentada no modelo de informação, resultando em uma maior interoperabilidade e manutenibilidade. Em um sistema de informação baseado no openEHR, os profissionais de TI desenvolvem e modificam o modelo de informação, enquanto que os profissionais do domínio de saúde modificam e constroem o modelo de conteúdo/conhecimento (Beale e Heard, 2007b).

3.1.2. Estrutura Geral das Classes

A estrutura da especificação openEHR é composta por três principais pacotes: o modelo de referência – *reference model (RM)*, o modelo de arquétipos – *archetype model (AM)* e o modelo de service – *service model (SM)*. O *reference model (RM)* representa o nível de informação e é utilizado como base na implementação de softwares e base de dados. O *archetype model (AM)* representa o nível de conhecimento e contém a semântica necessária para suportar a criação de arquétipos e *templates*. O *service model (SM)* é responsável por prover serviços que fazem a interface com repositórios externos de arquétipos e terminologias (Beale e Heard, 2007b). A figura 1 representa a estrutura de pacotes da especificação do openEHR.

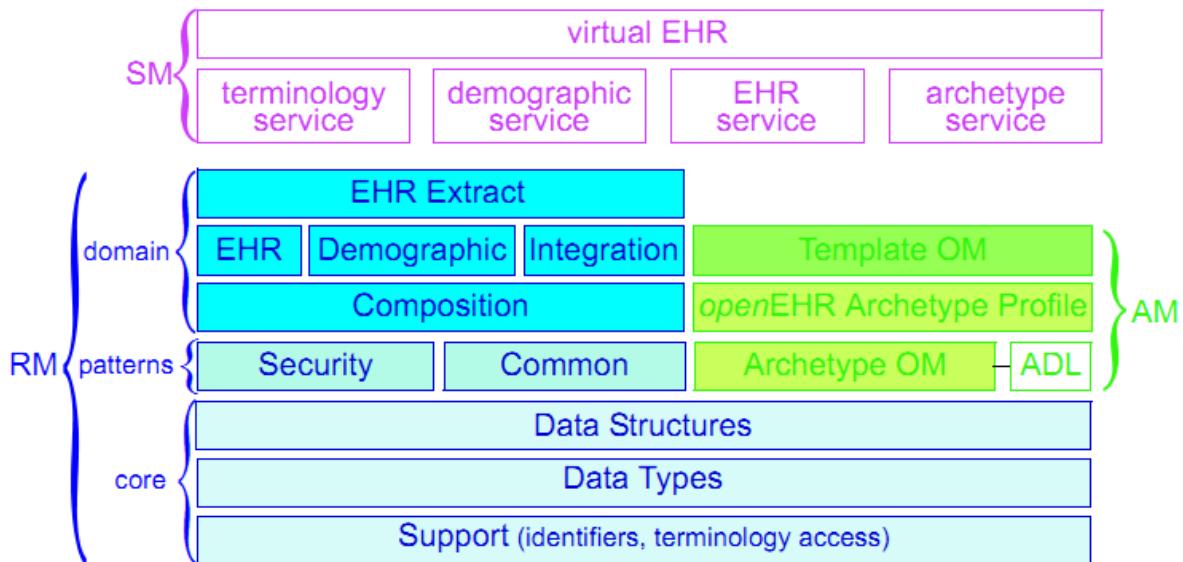


Figura 1 - Estrutura de Pacotes openEHR (Beale e Heard, 2007b)

3.1.3. Arquétipos e *Templates*

Arquétipo é uma definição formal e estruturada de um conceito do domínio. No domínio da saúde, conceitos como “pressão sanguínea” e “exame cardiovascular”, por exemplo, podem ser definidos como arquétipos (Beale e Heard, 2007a). O principal papel dos arquétipos é a definição de restrições no modelo de informação. Esse papel pode ser percebido na figura 2, que mostra como a informação é validada em tempo de execução por um arquétipo antes que ela seja armazenada. A figura 2 também mostra a separação dos arquétipos e do modelo de informação.

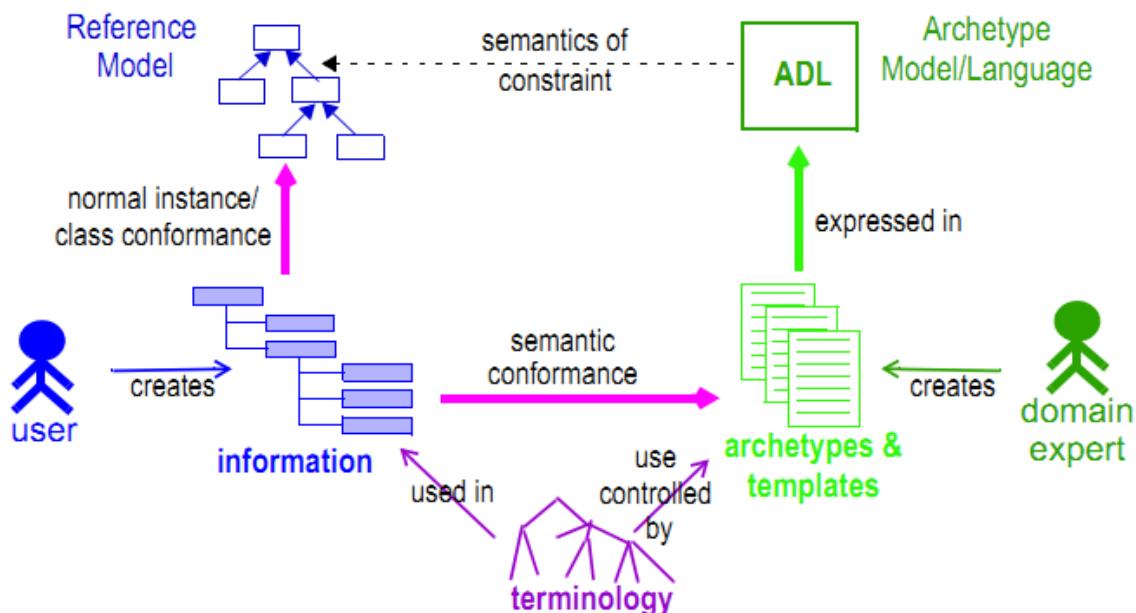


Figura 2 - Informação x Arquétipos (Beale e Heard, 2007b)

Arquétipos são definidos para serem re-utilizados e compartilhados. Em algumas situações os arquétipos podem ser combinados para formar um conceito mais abrangente, os *templates*. Os *templates* usualmente correspondem aos formulários utilizados nos sistemas como entrada de informação pelos usuários (Beale e Heard, 2007b).

3.1.4. Compositions e o EHR

A representação de um RES – Registro Eletrônico de Saúde ou EHR – *Electronic Health Record* contém um identificador global único. Esse identificador pode ser utilizado entre diferentes sistemas de informação, habilitando a reconstrução de um histórico de saúde de mais de uma base de dados. A estrutura geral de um RES, apresentada na figura 3, contém: informações e configurações de controle de acesso ao registro; informações de status e controle do paciente relacionado ao registro; composições (*compositions*) que são organizadas em uma estrutura hierárquica de diretórios; e uma lista de contribuições utilizada para controle de alterações no registro (openEHR, 2012).

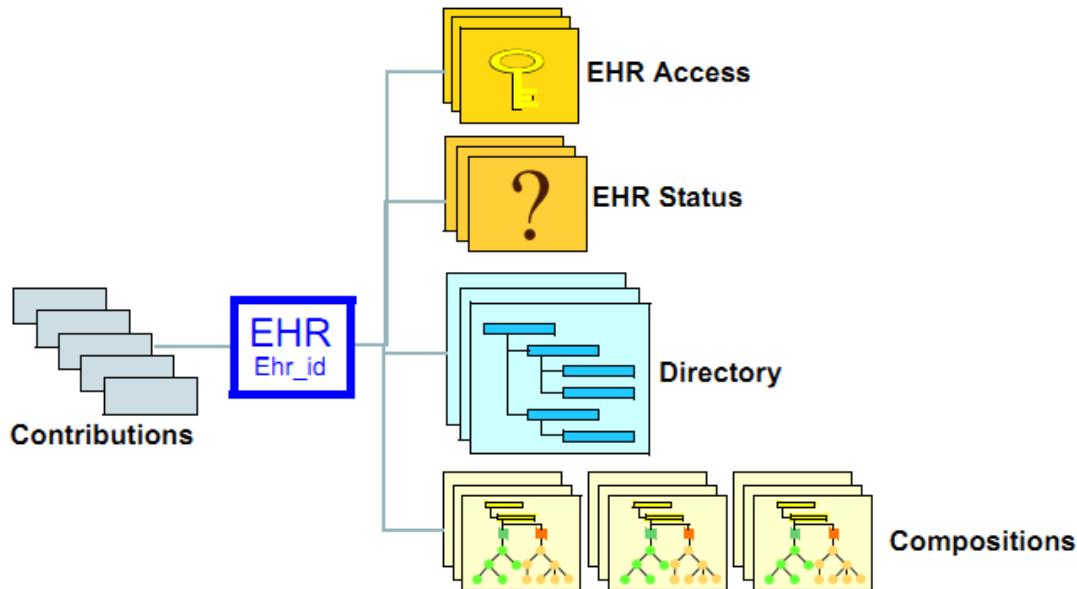


Figura 3 - Estrutura geral de um RES (Beale e Heard, 2007b)

As composição (*composition*) é a principal estrutura de persistência de dados em um sistema de informação openEHR. Uma nova composição corresponde a um fato clínico que será armazenado no RES, que é composto por uma coleção de composições. A estrutura geral de uma composição é representada na figura 4. Na figura, os vários níveis hierárquicos são representados, além dos vários tipos de dados que possibilitam o registro de um fato clínico.

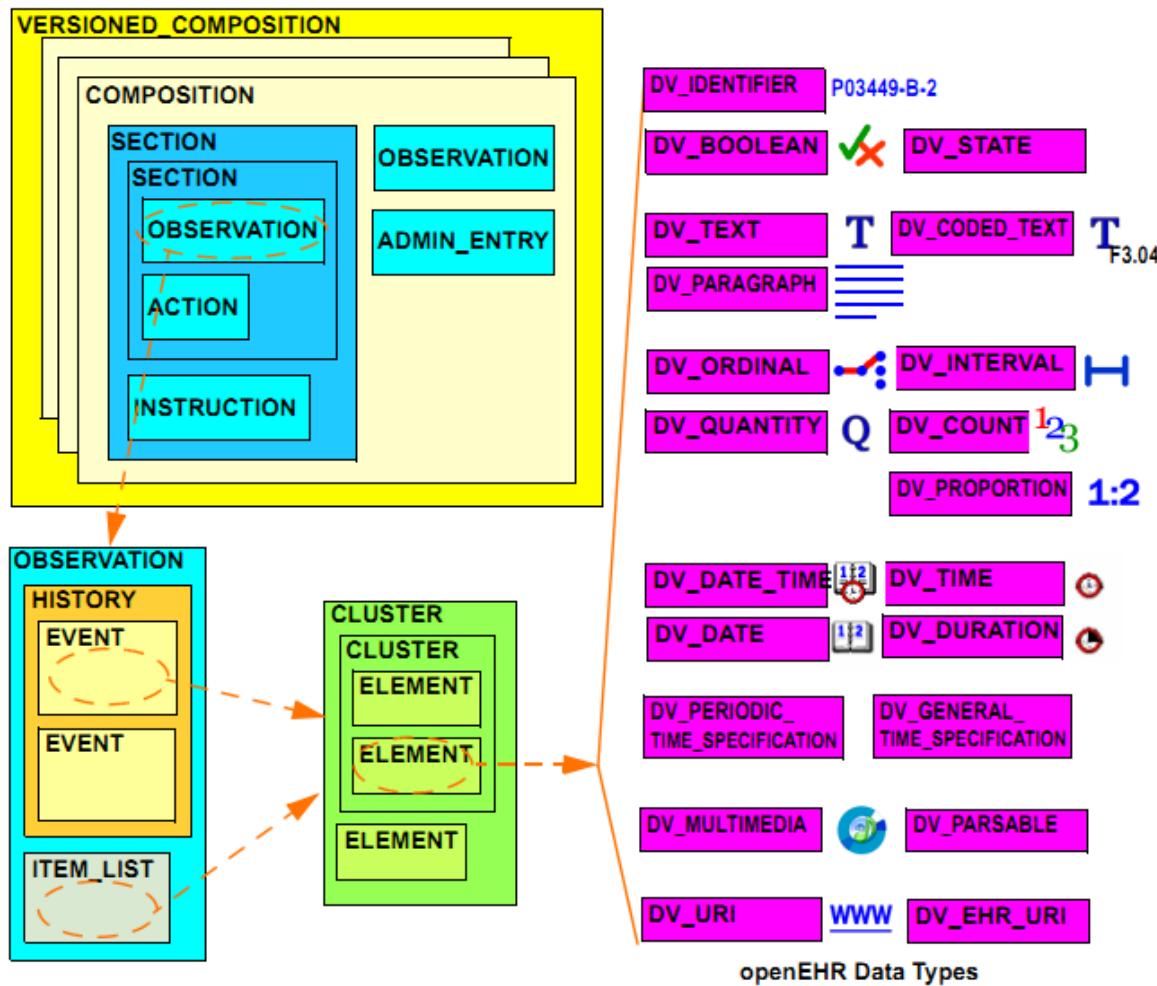


Figura 4 – Principais componentes de uma composição (Beale e Heard, 2007b)

As composições podem conter nenhum item ou um ou mais objetos de “Section” e “Entry”. Seções (Sections) agrupam Entradas (Entries) em uma estrutura lógica e também podem agrupar outras Seções, criando uma estrutura hierárquica mais profunda. As entradas são representadas por uma ontologia de registro de uma investigação clínica, que descreve o modelo de tipos de dados que médicos capturam na avaliação do estado clínico (Beale, 2007).

4. Trabalhos Relacionados

Nesta seção, serão apresentados os principais trabalhos relacionados ao tema proposto, estudados para a avaliação do estado da arte e para fundamentar e orientar as etapas desse trabalho. Nos trabalhos apresentados, foram analisados aspectos relativos à estratégia de persistência adotada, decisões sobre suas características e seus métodos de implementação.

4.1. Evaluation of a Persistent Store for openEHR (Jon Patrick1, 2006)

Nesse trabalho foi desenvolvido um modelo lógico de dados para o armazenamento de EHR, objetivando comprovar a viabilidade de construção de sistemas de informação utilizando a arquitetura proposta da fundação openEHR.

Na modelagem de dados tradicional, cada atributo do objeto que se deseja persistir é representado por uma coluna no esquema do banco de dados. No entanto, essa modelagem é bastante inflexível e não acompanha o crescimento da aplicação, de modo que qualquer alteração dos atributos provoca uma modificação do esquema do banco de dados. Segundo o autor, essa abordagem não atende as necessidades do meio de saúde, e a abordagem EAV (Entidade, Atributo, Valor) foi utilizada na modelagem do esquema proposto no trabalho. (Jon Patrick1, 2006).

Conceitualmente a modelagem EAV pode ser representada por três tabelas no banco de dados: tabela Entidade ligada à tabela Atributos que por sua vez é ligada a uma tabela de Valor. A relação entre as tabelas está representada na Figura 5. Na modelagem EAV, os atributos que eram armazenados em colunas na modelagem convencional são armazenados em linhas nas tabelas, permitindo um vasto armazenamento de dados em apenas algumas tabelas.

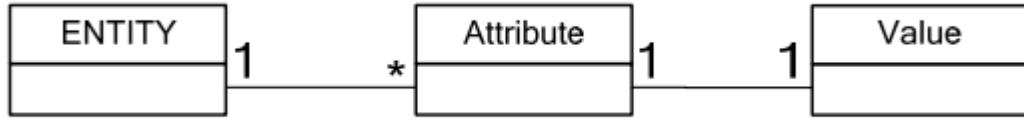


Figura 5 - Modelagem EAV (Jon Patrick1, 2006)

Segundo o autor, durante o desenvolvimento do modelo, tornou-se evidente que o modelo EAV poderia apresentar problemas de desempenho em um ambiente operacional. A principal causa desses problemas é a natureza genérica das estruturas de dados presentes no modelo de referência do openEHR. Inserção, recuperação e validação são as principais causas de problemas de desempenho nessa abordagem. A obtenção de informação da base de dados se torna dispendiosa devido à grande quantidade de pré e pós-processamento na decomposição e recomposição das estruturas de dados genéricas. (Jon Patrick1, 2006).

Apesar de possuir problemas de desempenho, a abordagem EAV possui a vantagem de representação das informações de forma genérica, além de ter um esquema bastante simplificado em relação a abordagens tradicionais, facilitando a manutenção do banco de dados. Devido à grande importância no desempenho dos sistemas, o armazenamento de dados deve ser estudado com mais detalhes e com maior volume de dados.

4.2. Proof-of-concept Design and Development of an EN13606-based Electronic Health Care Record Service (Munoz, Somolinos *et al.*, 2007)

O principal objetivo do referente estudo foi a implementação de um servidor EHR (Registro eletrônico em Saúde) com características de interoperabilidade, compatíveis com o padrão EN13606, para realização de uma prova de conceito. O desenvolvimento do sistema visou analisar as capacidades representadas no padrão e na arquitetura proposta.

Após um estudo do estado da arte para determinar quais soluções tecnológicas eram adequadas para cada componente do servidor, foi decidido que para a persistência de informações seria utilizado o padrão ODBC (*Open Database Connectivity*), que permite a utilização de servidores externos mais robustos, caso necessário.

O servidor foi equipado com uma base de dados relacional com uma interface ODBC, na qual cada classe é representada por uma tabela, tanto para os tipos de dados quanto para as classes demográficas do modelo de referência do padrão utilizado. Desse modo, cada objeto, quando instanciado, possui um identificador que é utilizado para a realização das relações entre as classes.

Segundo o autor, o ponto fraco da arquitetura proposta é no armazenamento de dados devido ao tempo necessário para a persistência e recuperação das informações. Estudos devem ser realizados para promover a melhoria da estratégia de armazenamento de dados. (Munoz, Somolinos *et al.*, 2007).

4.3. Construção de Aplicações em Saúde Baseadas em Arquétipos (Nardon, França *et al.*, 2008)

O artigo apresentou uma discussão sobre a construção de aplicações baseadas na especificação de arquétipos, proposta pela Fundação OpenEHR. No estudo foram apresentadas estratégias, soluções e dificuldades na adoção deste padrão e apresentados resultados provenientes de experiências obtidas pelos autores.

Em relação à persistência dos dados, os autores afirmam que a estratégia mais comum adotada nos sistemas é o armazenamento de todo o conteúdo de uma *composition* em uma coluna de uma tabela em um banco de dados relacional. Essa abordagem facilita o armazenamento, mas traz alguns problemas como as pesquisas que envolvem os dados das *compositions* que precisam ser processadas uma a uma para recuperação da informação. Por questões de desempenho, é inviável processar todas as *compositions* a cada solicitação de dados realizada no sistema. (Nardon, França *et al.*, 2008).

Os autores também afirmam que uma alternativa a abordagem de armazenamento de *compositions* é a adoção de tabelas verticais. Tabelas verticais são modeladas de modo que uma coluna contém o identificador da informação e a outra contém o valor associado a ele. No entanto, uma abordagem baseada em tabelas verticais pode gerar um volume de dados enorme se for a única abordagem utilizada no armazenamento. (Nardon, França *et al.*, 2008).

No artigo, os autores optaram por uma arquitetura de armazenamento híbrida, considerando tanto a utilização de armazenamento de *compositions* como o uso de tabelas verticais. Nessa arquitetura, as *compositions* são armazenadas no banco de dados em formato XML e os elementos utilizados em pesquisas são armazenados e indexados como colunas em tabelas verticais. A arquitetura foi testada em um banco de dados com mais de 2 milhões de *compositions* e obteve um bom desempenho. (Nardon, França *et al.*, 2008)

4.4. Considerações

Após a análise dos trabalhos relacionados, ficou clara a natureza empírica das informações a respeito do desempenho do banco de dados na persistência de dados provenientes de Arquétipos, além da ausência do modelo lógico utilizado para a construção da base de dados. No entanto, a importância do estudo de estratégias e propostas de modelagens para o armazenamento eficiente dos dados é ressaltada pelos autores citados.

Portanto, trabalhos com objetivo de formalizar os resultados das análises das diferentes abordagens de armazenamento de dados, provenientes de Arquétipos, são oportunos e relevantes para a comunidade científica.

5. Objetivo

O objetivo geral desse trabalho é realizar um estudo sobre possibilidades de modelagem de dados para a persistência de informações de sistemas baseados na especificação openEHR utilizando a abordagem relacional, analisando o seu desempenho e capacidade de recuperação de dados.

5.1. Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral, alguns objetivos específicos foram definidos:

1. Realizar estudo da arquitetura da especificação openEHR;
2. Realizar levantamento das abordagens de modelagem de dados utilizadas em projetos anteriores;
3. Realizar a modelagem conceitual e lógica das principais abordagens identificadas;
4. Definir as métricas que serão utilizadas para comparação das abordagens;
5. Realizar testes de desempenho de armazenamento e velocidade de recuperação de informações através de consultas;
6. Analisar os resultados e consolidar as informações através da produção do trabalho final do projeto.

6. Metodologia de Trabalho

Esta seção tem como objetivo apresentar a metodologia que será utilizada para que os objetivos sejam alcançados ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

6.1. Etapas

1. Levantamento dos documentos e especificações da fundação openEHR, para realizar o estudo da arquitetura, do modelo de referência, dos arquétipos e de seus métodos de implementação, que constituem conhecimento necessário para o desenvolvimento do projeto;
2. Levantamento bibliográfico para construção do referencial teórico envolvido no trabalho, identificando as soluções utilizadas para persistência de dados em projetos anteriores;
3. Identificação de soluções tecnológicas *open-source* no mercado que sejam adequadas para implementação do projeto, incluindo a linguagem de programação e o SGBD para persistência de dados;
4. Implementação das soluções de modelagem de dados identificadas, em diferentes cenários de utilização da base de dados, analisando as dificuldades no processo de desenvolvimento e as características de cada modelagem, construindo uma documentação referente ao processo e metodologia aplicados;
5. Realização de pesquisa bibliográfica para identificar as principais métricas utilizadas para análise de desempenho de base de dados, além da identificação de métricas de desenvolvimento de software para avaliação da produtividade na utilização das abordagens avaliadas;

6. Desenvolvimento do ambiente e o componente de testes que será utilizado para avaliação das modelagens implementadas;
7. Realização dos testes das soluções implementadas, documentando seus resultados para posterior análise;
8. Análise da documentação dos testes, identificando, nos diferentes cenários, os pontos fortes e fracos de cada solução de modelagem implementada;

7. Estrutura da Dissertação

A dissertação será composta pelos seguintes capítulos:

Capítulo 1 – Introdução

Descrição: Introdução, motivação, objetivos e estrutura do trabalho.

Capítulo 2 – Sistemas de Informação em Saúde (SRES).

Descrição: Características dos SRES, aspectos normativos no desenvolvimento de SRES interoperáveis.

Capítulo 3 – Especificação openEHR.

Descrição: Estudo da arquitetura do padrão openEHR, focado no estudo do modelo de informação e modelo de arquétipos.

Capítulo 4 – Modelo relacional.

Descrição: Estudo do modelo de dados relacional, suas vantagens e desvantagens.

Capítulo 5 – Metodologia proposta.

Descrição: metodologia aplicada e metodologia de avaliação.

Capítulo 6 – Modelagem das abordagens de persistência propostas.

Descrição: apresentação das possibilidades de persistência que serão avaliadas.

Capítulo 7 – Avaliação das abordagens de persistência.

Descrição: Estudo dos resultados obtidos no experimento realizado.

Capítulo 8 – Conclusões.

Descrição: Conclusões, principais contribuições, limitações e sugestões de trabalhos futuros.

8. Cronograma

| Atividade | Data Inicial | Data Final |
|------------------------------------------------------------|--------------|------------|
| Revisão Bibliográfica | 02/01/2012 | 31/01/2012 |
| Produção do Primeiro Capítulo | 01/02/2012 | 29/02/2012 |
| Produção do Segundo Capítulo | 01/03/2012 | 31/03/2012 |
| Produção do Terceiro Capítulo | 01/04/2012 | 30/04/2012 |
| Produção do Quarto Capítulo | 01/05/2012 | 16/05/2012 |
| Especificação da Metodologia / Produção do Quinto Capítulo | 17/05/2012 | 17/06/2012 |
| Modelagem e implementação das abordagens de persistência | 18/06/2012 | 18/08/2012 |
| Escrita do artigo | 19/08/2012 | 19/09/2012 |
| Produção do Quinto Capítulo | 20/09/2012 | 11/10/2012 |
| Realização dos testes das modelagens implementadas | 12/10/2012 | 12/11/2012 |
| Análise dos Resultados | 13/11/2012 | 30/11/2012 |
| Produção do Sétimo Capítulo | 01/12/2012 | 20/12/2012 |
| Produção do Oitavo Capítulo | 21/12/2012 | 31/12/2012 |
| Ajustes e correções finais | 02/01/2013 | 31/01/2013 |
| Preparação da apresentação | 01/02/2013 | 14/02/2013 |
| Defesa do Mestrado | 15/02/2013 | 15/02/2013 |

9. Referências Bibliográficas

- BEALE, T. Archetypes Constraint-based Domain Models for Futureproof Information Systems. 2001. Disponível em: <http://www.openehr.org/publications/archetypes/archetypes_beale_web_2000.pdf>.
- _____. Archetype Object Model. 2007. Disponível em: <<http://www.openehr.org/releases/1.0.2/architecture/am/aom.pdf>>.
- _____. Node+Path Persistence. 2008. Disponível em: <<http://www.openehr.org/wiki/pages/viewpage.action?pageId=786487>>.
- BEALE, T.; HEARD, S. Archetype Definitions and Principles. 2007a. Disponível em: <http://www.openehr.org/releases/1.0.2/architecture/am/archetype_principles.pdf>.
- _____. Architecture Overview. 2007b. Disponível em: <<http://www.openehr.org/releases/1.0.1/architecture/overview.pdf>>. Acesso em: 2012.
- BEALE, T. et al. The openEHR Reference Model. 2007. Disponível em: <http://www.openehr.org/releases/1.0.2/architecture/rm/ehr_im.pdf>.
- BEGOYAN, A. **An overview of interoperability standards for electronic health records. Integrated Design and Process Technology.** London 2007.
- DIAS, R. D.; FREIRE, S. M. **Arquétipos para Representar as Informações Demográficas em Saúde.** XII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde Porto de Galinhas, Pernambuco. 2010.
- GUNTER, T. D.; TERRY, N. P. The emergence of national electronic health record architectures in the United States and Australia: models, costs, and questions. **J Med Internet Res**, v. 7, n. 1, p. e3, 2005. ISSN 1438-8871 (Electronic) 1438-8871 (Linking). Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15829475>>.
- JON PATRICK¹, R. L., DONNA TRURAN². Evaluation of a Persistent Store for openEHR. **HIC 2006 Bridging the Digital Divide: Clinician, consumer and computer** Sydney, Australia, 2006.
- KALRA, D. Electronic health record standards. **Yearb Med Inform**, p. 136-44, 2006. ISSN 0943-4747 (Print) 0943-4747 (Linking). Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17051307>>.
- LESLIE, H. **openEHR - The World's Record.** PulseIT. Sidney, Australia: 7 p. 2007.

MUNOZ, A. et al. Proof-of-concept design and development of an EN13606-based electronic health care record service. **J Am Med Inform Assoc**, v. 14, n. 1, p. 118-29, Jan-Feb 2007. ISSN 1067-5027 (Print) 1067-5027 (Linking). Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17068357> <http://jamia.bmjjournals.org/content/14/1/118.full.pdf>>.

NARDON, F. B.; FRANÇA, T.; NAVES, H. **Construção de Aplicações em Saúde Baseadas em Arquétipos** XI Congresso Brasileiro de Informática em Saúde Campos do Jordão, São Paulo 2008.

openEHR. p. Open Specifications for an Electronic Health Record (EHR), 2012. Disponível em: <<http://www.openehr.org/>>.