

## **Implementando o prontuário eletrônico OpenEHR em sistemas gestores de conteúdo: uma aproximação**

### **Implementing the OpenEHR electronic record in content management systems: an approximation**

DOI: 10.55905/rcssv12n5-024

Received on: September 01<sup>st</sup>, 2023

Accepted on: October 02<sup>nd</sup>, 2023

**Christiano Pereira Pessanha**

Doutor em Ciência da Informação

Instituição: Universidade Federal Fluminense (UFF)

Endereço: Rua Lara Vilela, 126, São Domingos, Niterói, RJ, CEP: 24210-590

E-mail: [chpessanha@id.uff.br](mailto:chpessanha@id.uff.br)

#### **RESUMO**

Este artigo descreve pesquisa motivada pelos desafios surgidos dos esforços que buscam a interoperabilidade semântica nos Registros Eletrônicos de Saúde (RES) via padrão OpenEHR. A pesquisa buscou a implementação dos modelos de informação OpenEHR em linguagem Python, pois estes modelos proveem a semântica necessária para a construção dos arquétipos OpenEHR. Como contribuição, realiza a implementação e abre a perspectiva de expressão dos Arquétipos OpenEHR nesta plataforma, sugerindo a viabilidade de implementações deste padrão nos diversos frameworks da linguagem. A pesquisa analisa os requisitos envolvidos na implementação do padrão OpenEHR em softwares do tipo RES codificados a partir do zero, constatando as diversas vantagens da sua implementação em CMS's. O resultado desse esforço teórico esclarece as possibilidades de construção desse tipo de software em sistemas gestores de conteúdo, de modo geral.

**Palavras-chave:** registro eletrônico de saúde, interoperabilidade, arquétipos OpenEHR, sistema gestor de conteúdos.

#### **ABSTRACT**

This paper describes research motivated by the challenges arising from efforts that seek to achieve semantic interoperability in Electronic Health Records (EHR) through OpenEHR pattern. The research aimed the implementation of OpenEHR information models in Python, since this models provides the necessary semantic to build OpenEHR archetypes. As contribution, achieve the implementation and open the perspective of to express OpenEHR in this platform, suggesting the feasibility of implementations of this pattern in it's several frameworks. This reseach analyses the requirements involved in the implementation of OpenEHR pattern in EHR softwares coded from scratch, noting the several advantages of this implementation in CMS's. The resulty of this theoretical effort explain the possibilities of building this type of software in content managements systems, generally.

**Keywords:** electronic health record, interoperability, OpenEHR archetypes, content management systems.

## 1 INTRODUÇÃO

O prontuário eletrônico do paciente (PEP) foi desenvolvido para que médicos e enfermeiros recuperem fatos clínicos de forma sistemática, permitindo a todos o acesso às mesmas informações, agilizando o tratamento e diminuindo erros. O arquivamento em fichas individuais leva a problemas (Massad, 2003) como ilegibilidade, ambiguidade, equívocos de leitura, ausência e perda de informações, entre outros. Assim, tem-se proposto o Registro Eletrônico de Saúde (RES) como meio para organizar e agilizar o registro e o acesso à informação clínica.

Porém, cada vez mais, os registros dos pacientes se encontram distribuídos em bases de dados de diferentes sistemas de informação de hospitais e clínicas. Desse desafio adveio o esforço mundial em tornar a interoperabilidade entre esses sistemas uma realidade. Instituições de saúde objetivam poder trocar dados, disponibilizando a informação entre profissionais e para o próprio paciente. O OpenEHR<sup>1</sup> visa permitir a interoperabilidade entre sistemas de RES (Beale; Heard, 2008), representando conhecimentos clínicos via padrões de metadados denominados "arquétipos". Externos aos códigos do sistema, especialistas da área médica podem gerenciá-los de forma independente representando conceitos complexos, como "pressão sanguínea" ou "histórico familiar". Um fator motivador da adoção de arquétipos é a perspectiva do reuso do conhecimento clínico, bem especificado e validado por organizações de referência (Nardon et al., 2008).

Para a construção de arquétipos reutilizáveis, o padrão especifica um modelo de referência, núcleo estável e genérico que define os blocos genéricos para se construir arquétipos (Beale, 2002). Assim, qualquer esforço de implementação numa plataforma de programação deve primeiro responder à questão: é possível expressar informação clínica conforme o padrão OpenEHR nesta plataforma? É alinhado a esse esforço que esta pesquisa se propôs colaborar, num primeiro momento, ao verificar a possibilidade de expressão de informações clínicas no padrão OpenEHR, na linguagem de programação Python.

Num segundo momento, verificada tal possibilidade, analisa-se os ganhos trazidos à gestão da informação clínica por sua implementação em sistemas gestores de conteúdo (CMS).

---

<sup>1</sup> Índice TIOBE, página institucional:<  
<http://www.tiobe.com/index.php/content/paperinfo/tpci/index.html>>

É no contexto especificado acima que esta pesquisa apresenta contribuições para o problema genérico da gestão de informação em saúde.

## 1.1 ESTRUTURA DO ARTIGO

Definiu-se a ordem de apresentação e temáticas de cada seção da seguinte maneira: a Seção 2 descreve os fatores que motivaram o desenvolvimento da pesquisa; a Seção 3 trata da metodologia *design science research*; a Seção 4 expõe os aspectos referentes à interoperabilidade semântica em RES e ao uso de modelos de referência como uma solução para este desafio; a Seção 5 apresenta o modelo dual e ontologias, bases para o padrão OpenEHR; a Seção 6 expõe o padrão OpenEHR, detalhes da formulação da ontologia CIR, que serve de base para o seu modelo de referência e seu modelo de conhecimento ou de arquétipos; na Seção 7, resultados do esforço de implementação do modelo de referência OpenEHR em python bem como da análise concernente à implementação de RES em CMS's. Finalmente, na Seção 8 são apresentadas conclusões da pesquisa.

## 2 MOTIVAÇÃO

Um dos grandes motivadores para a adoção de arquétipos na construção de aplicações é a perspectiva de se reutilizar conhecimento clínico bem especificado e validado por organizações de referência. Torna-se, portanto, essencial aos programas de RES, que buscam interoperabilidade, a adaptação a padrões voltados a este fim, como o OpenEHR.

Conforme Kobayashi e Tatsukawa (2012), as atuais implementações do padrão OpenEHR, considerando-se as estatísticas de adoção das linguagens utilizadas, proveem recursos para aproximadamente 25% dos desenvolvedores de *softwares*, desta forma, implementações adicionais mostram-se necessárias para tornar mais ampla a base de usuários.

Assim, um resultado positivo quanto ao problema da expressão de arquétipos na plataforma Python possibilita o desenvolvimento de aplicativos voltados ao gerenciamento de informações clínicas nesta plataforma<sup>2</sup>. Por sua vez, tal resultado

---

<sup>2</sup> Optou-se pelo uso do termo original "*design science research*", uma vez que o termo traduzido não se mostrou, até o momento da escrita deste trabalho, ter sido adotado na literatura acadêmica pesquisada.

permite, realizar uma análise que torne possível aos proponentes de tais sistemas, decidir entre uma implementação cuja codificação parta do zero e a utilização de um CMS.

Esta pesquisa teve, portanto, como principal objetivo verificar se os modelos (de referência e de arquétipos) do padrão OpenEHR podem ser expressos na plataforma de desenvolvimento Python, bem como a possibilidade de se utilizar um framework como o dos sistemas gestores de conteúdo ou CMS's para a implementação de sistemas do tipo PEP/RES, conforme o padrão OpenEHR.

### 3 METODOLOGIA

A necessidade de lidar com questões de natureza prática e teórica, aninhadas e interdependentes levou à adoção do *design science research*<sup>3</sup> como paradigma norteador da trajetória metodológica desta pesquisa. A abordagem permite, no caso específico de sistemas de informação, trabalhar com a criação de novos conhecimentos através da concepção de algoritmos, interfaces, metodologias, entre outros resultados práticos.

Aponta-se, assim, a possibilidade de se trabalhar com conhecimentos caracterizados como formais, bem como materiais ou empíricos. De fato esta pesquisa, em sua primeira parte, busca possibilitar a expressão de arquétipos via semântica OpenEHR em Python, ou seja, um esforço empírico. A seguir, sugere a análise da possibilidade da implementação de RES OpenEHR em CMS's, num esforço teórico de análise.

Como uma característica essencial, o *design research* enfatiza, a ligação entre duas naturezas de problemas, prática e o conhecimento, procurando mostrar que o conhecimento científico pode ser produzido através do *design* de artefatos úteis (WIERINGA, 2009).

Assim, o contexto desta pesquisa, permeado de problemas de diferentes naturezas, aninhados e influenciando suas soluções de modo encadeado, mostra-se consistente com a metodologia *design research*.

### 4 INTEROPERABILIDADE SEMÂNTICA EM RES

O registro de informações clínicas via PEPs locais limitou sua utilização. A significativa variação entre os sistemas utilizados aumentou a complexidade

---

<sup>3</sup> O código em Python, resultante do esforço de implementação, para cada modelo de informação, pode ser acessado no repositório online: <[https://github.com/chrispess/Doutorado\\_ECI/tree/master/openehr](https://github.com/chrispess/Doutorado_ECI/tree/master/openehr)>.

informacional e inviabilizou a comparação entre os dados provenientes de diferentes hospitais e clínicas.

A heterogeneidade de informação é consequência direta da grande quantidade de modelos de dados e formas de representação existentes, estrutura e sintaxes de dados diferentes entre sistemas de informação. Neste nível também se considera o aspecto semântico, ou seja, as variadas interpretações que estes dados podem receber em diferentes contextos de sistemas de informação. Estas diferenças tornam a integração de diferentes sistemas de informação, utilizados pelas instituições de saúde, um processo complexo. A integração é o arranjo dos sistemas de informação de uma organização num único sistema. Já a interoperabilidade é a capacidade dos sistemas de informação de trabalharem juntos, interna e externamente às fronteiras organizacionais, a fim de promover uma prestação de serviços eficaz (HIMSS, 2010). Assim, interoperabilidade implica em diferentes sistemas de informação agregando suas forças em prol de um objetivo comum, sem, no entanto, alterarem sua autonomia e características próprias (Sheth, 1999). No nível semântico, o significado da informação que é intercambiada deve ser garantido pelo compartilhamento de um vocabulário comum.

O cenário em que se encontram os sistemas de RES caracteriza-se pela heterogeneidade, dentre outros fatores, fruto de uma complexidade informacional advinda das várias especialidades médicas, terminologias, culturas e idiomas. Há ainda os vários sistemas de prontuário disponíveis no mercado, com funcionalidades específicas para diferentes tipos de organizações. Estes fatores ajudam a explicar a importância dada à obtenção de interoperabilidade semântica para os sistemas de RES. Conforme Kalra (2007), a comunidade internacional considera a obtenção de interoperabilidade semântica entre sistemas de RES essencial quando se pensa o futuro dos serviços em saúde, onde o uso de terminologias, ontologias e arquétipos compõe o núcleo de tal desafio.

Conforme ressalta Nardon (2002), dos vários desafios e mudanças culturais necessárias ao desenvolvimento desses sistemas, sob o ponto de vista técnico, o desafio da interoperabilidade e a complexidade das informações, fazem com que seu desenvolvimento seja mais difícil do que o desenvolvimento de outros sistemas de informação.

#### 4.1 MODELOS DE INFORMAÇÃO OU MODELOS DE REFERÊNCIA

A utilização de modelos de informação genéricos ou modelos de referência tem

sido uma abordagem internacionalmente aceita para obtenção de interoperabilidade semântica entre sistemas de RES. Em linhas gerais, eles definem um padrão de representação do dado clínico e suas propriedades comuns. Quando um mesmo modelo de informação genérico é utilizado por sistemas de RES que precisam interoperar. O dado clínico deve ser compartilhado no formato correto, mesmo se a natureza do conteúdo clínico não tenha sido previamente acordada (KALRA, 2007). Em complemento ao modelo de informação genérico existem estruturas de dados clínicos e as terminologias clínicas. As estruturas de dados clínicos permitem que as classes do modelo de informação sejam utilizadas para representar de forma consistente os conceitos clínicos relevantes (KALRA, 2007). Por sua vez, as terminologias são utilizadas na codificação do conhecimento no RES visando uma correta interpretação dos dados envolvidos, tanto para humanos quanto para máquinas (HL7, 2010). O desenvolvimento de padrões ou modelos de referência veio, portanto, como resposta para o tipo de problema apresentado ao se buscar sistemas de RES interoperáveis e com melhor relação custo-benefício.

## 5 REPRESENTAÇÃO DE CONHECIMENTO E ONTOLOGIAS: MODELO DUAL

Ao procurar implementar, através da abordagem tradicional de desenvolvimento num único nível, sistemas que apresentem o grau de complexidade e exigência que os sistemas de RES necessitam, obteve-se um sistema de difícil manutenção, curta vida útil e alto custo (Beale, 2007). A abordagem em dois níveis, advinda das técnicas de representação de conhecimento da I.A., mostrou-se adequada para evitar essas consequências, sendo que um nível refere-se ao modelo de domínio e terminologias e outro ao modelo de informação, procurando deixar a geração do conhecimento diretamente sob a responsabilidade dos especialistas com pequena (idealmente nenhuma) dependência dos profissionais em tecnologia de informação.

### 5.1 O MODELO DUAL

O desenvolvimento de sistemas dessa natureza exige que se especifique de modo abstrato o conhecimento a respeito do domínio, obtendo-se a especificação desejada, para, então, codificá-lo. Ao seguir esse procedimento para gerar um sistema, concentrando-se em especificar o conhecimento desvinculado de um código específico, externo ao sistema, os pesquisadores visualizaram vantagens como **engajamento ontológico ou de**

**conhecimento** (significando que as sentenças lógicas que descrevem a especificação guardam uma relação mais direta com o domínio modelado), legibilidade, capacidade de inferência, fidelidade semântica, reusabilidade, portabilidade do conhecimento, independente do código de implementação e, portanto, independente da máquina. Estas características apresentam-se como atrativos para os esforços em desenvolver sistemas em **modelo dual**, separando o conhecimento do domínio do resto do sistema.

## 5.2 ONTOLOGIAS

Uma vez que se está obtendo o conhecimento relativo ao domínio, desvinculado das especificidades da implementação, passa a ter importância o chamado nível ontológico dos tipos de primitivas utilizadas na descrição de um sistema de conhecimento. Guarino (1995) propôs, para tais sistemas, a inserção de um nível Ontológico, onde o significado associado a uma linguagem de representação do conhecimento poderia ser restringido formalmente.

As ontologias podem ser vistas como resposta contemporânea a uma necessidade dos sistemas baseados em conhecimento. Um propósito é favorecer o compartilhamento e o reuso do conhecimento armazenado em sistemas criados para as mais diversas finalidades. Este último, antes do predomínio da Internet, não podia ser compartilhado ou reutilizado. Em geral era organizado em bases de conhecimento isoladas umas das outras, em linguagens diferentes, sem interfaces capazes de integrá-las e, portanto, sem interoperabilidade.

Uma das mais importantes definições de ontologia advém da linha de pensamento da Ciência da Computação. Segundo Gruber (1995, p.1): “uma ontologia é uma especificação explícita de uma conceitualização”. Logo, para este autor, todo conhecimento formalmente representado é baseado em uma conceitualização: os objetos, conceitos e seus supostos relacionamentos. Essa conceitualização é uma **visão simplificada e abstrata do mundo** que se deseja representar.

Guarino (1995, p.2) apresenta sua definição de ontologia como: “uma teoria lógica que explica de forma explícita e parcial uma conceitualização”. Dessa definição verifica-se que uma ontologia fornece um entendimento sobre uma conceitualização compartilhada de um dado domínio, um vocabulário comum isento de ambiguidades. Idealmente, qualquer instância que fizer uso dos dados e metadados de um domínio dever aderir à ontologia correspondente.

Uma ontologia requer um vocabulário específico que descreva um domínio e um conjunto de axiomas lógicos que garantirão o significado que se deseja para os termos do vocabulário. Isso implica que duas ontologias podem ser diferentes em seus vocabulários referindo-se ao mesmo domínio de conhecimento.

A organização dos conceitos e a integração semântica para a interoperabilidade entre os sistemas é feita via ontologias, que contextualizam os dados e lhes dão significado. Se um RES registrar que um determinado paciente apresenta “alergia”, isso quer dizer que este dado possui o mesmo significado do termo “alergia” na ontologia, implicando num mapeamento correto e consistente entre dados dos modelos de informação e os termos da ontologia (Cannoy; Yier, 2009).

Quanto as terminologias, a **aplicação de ontologias para o domínio de RES** pode torná-las logicamente mais coerentes e intuitivas ao senso comum, mesmo que voltadas a interpretação por um *software* (SMITH; CEUSTERS; TEMMERMAN, 2005).

## 6 INTEROPERABILIDADE SEMÂNTICA EM RES: O PADRÃO OPENEHR

Tornar os registros eletrônicos de saúde interoperáveis é, conforme Chen (2009), um pré-requisito para o suporte à cada vez mais sistemas de saúde distribuídos. Para tanto, torna-se necessário o arranjo de sistemas de PEP/RES, capazes de compartilhar dados clínicos, via uso de um **modelo de referência, estruturas de dados clínicos e terminologias, preservando a semântica existente no domínio de conhecimento**, atualizando e recuperando dados de forma consistente, sem ambiguidade.

Dentro de tal contexto e objetivos, o padrão OpenEHR, apresenta-se, de acordo com Leslie (2007) visando “habilitar a interoperabilidade semântica da informação em saúde entre, e dentro, de sistemas de RES – tudo em um formato não proprietário, evitando a detenção de direitos por parte de fornecedores” (LESLIE, 2007, p.51).

Constatando-se a necessidade de uma base teórica robusta aos modelos de informação clínica, e objetivando requisitos como interoperabilidade, computabilidade, escalabilidade, viabilidade econômica e desempenho, partiu-se de uma ontologia para desenvolver a base formal do modelo OpenEHR.

### 6.1 A GERAÇÃO DE INFORMAÇÃO NOS PROCESSOS CLÍNICO E DE NEGÓCIO

A ontologia da informação clínica descrita por Beale (2007), base do OpenEHR, se inicia a partir de dois tipos de processo: o clínico que descreve a interação entre o

sistema de investigação clínica e o sistema que representa o paciente; e o processo de negócio, que contém o processo clínico e se insere no contexto administrativo.

Visando a serialização e troca de mensagens entre sistemas de informação, Beale (2007) apresentará os tipos de informação que podem ser criadas nos processos anteriormente descritos.

Figura 1 - Informações Criadas pelo Investigador Clínico



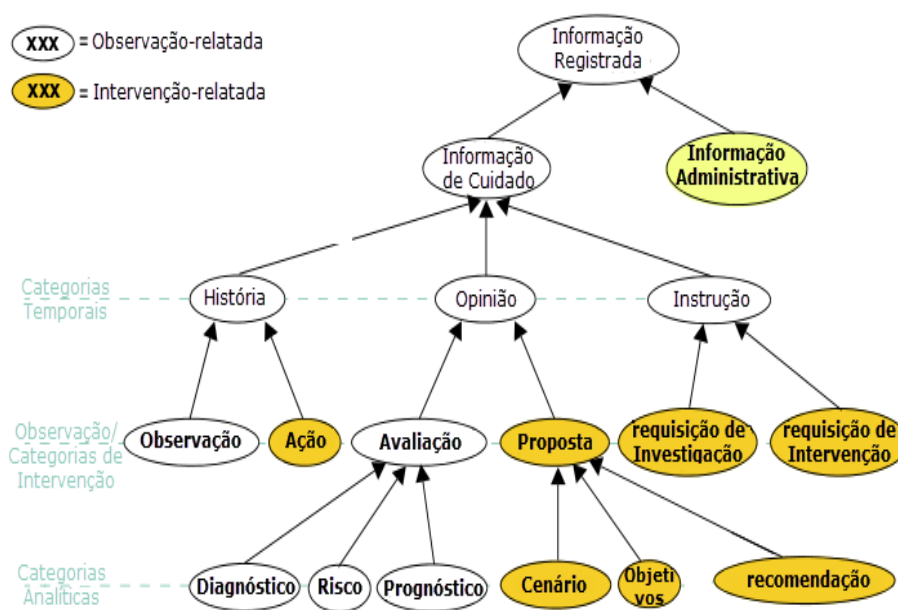
Fonte: Traduzido de Beale (2007)

Assim, cinco tipos distintos de informação podem ser criados durante o processo de atendimento ao paciente: observações, informações criadas por um ato de observação; medição, questionamento ou teste de um paciente ou substância relacionada (ex: urina ou tecido); opiniões, inferências realizadas pelo investigador; instruções, instruções baseadas em observações; ações, registro de ações de intervenção ocorridas via instruções ou outra causa; eventos administrativos, registro de eventos ocorridos no contexto administrativo.

## 6.2 A ONTOLOGIA CIR E O MODELO DE REFERÊNCIA DO PADRÃO OPENEHR

A partir destas categorias Beale (2007) propõe uma ontologia inicial, que tem o objetivo de situar os tipos de informação apresentados com respeito às categorias de informações administrativas (*admin information*) e informações de cuidados (*care information*), acrescida de categorias necessárias (Beale, 2007), denominada **ontologia da informação clínica** ou ontologia CIR (*Clinical Investigator Record*), conforme a mostra a figura 2:

Figura 2 - A Ontologia da Informação Clínica (CIR)



Fonte: Traduzido de Beale (2007)

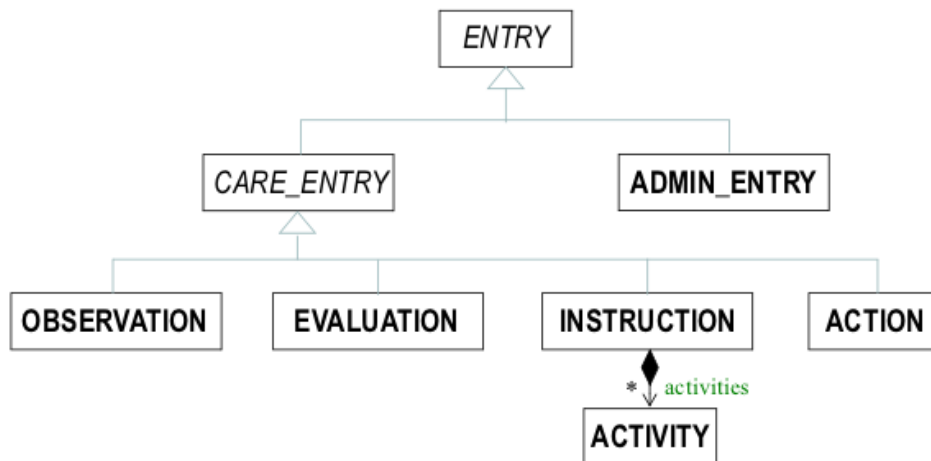
Pode-se categorizar a CIR como uma ontologia da informação, que versa sobre qualquer tipo de informação, entidades que possuam comprometimento com algum tipo de meio como o escrito, audiovisual etc. Em suma, algo da realidade que está sendo registrado e possui características como o tipo de entidade registrada, notas, resultados de exames, diagnósticos, estrutura dos registros feitos, relações entre informações registradas, etc.

Assim, a ontologia CIR, base da classe ENTRY (entradas) do padrão OpenEHR é definida para versar sobre informações, mais especificamente sobre informações em saúde. Pois, o ponto mais importante sobre os arquétipos, construídos a partir dela, é que não são descrições de coisas reais, mas registros de algo que os profissionais de saúde, por sua experiência ou seguindo um procedimento padrão, julgam ser necessário registrar. Desse modo, norteados pela CIR, os profissionais de saúde, ao registrar informações via formulários, o farão de maneira mais intuitiva, pois as categorias nela definidas correspondem a informações geradas durante o fluxo de trabalho desses profissionais.

A ontologia CIR provê a **base para as classes de entrada** (classes *Entry*) do **modelo de referência definido pelo padrão OpenEHR**, com a principal característica de ser um **modelo genérico**, que representar a informação da assistência à saúde, porém, sem a especificação semântica dos conceitos clínicos particulares. Esquemáticamente, a hierarquia conceitual definida na ontologia CIR inicia-se com uma superclasse abstrata

denominada *ENTRY*, seguida de duas subclasses responsáveis pelas entradas para informações do tipo **administrativo** (*ADMIN\_ENTRY*), bem como a de **cuidados médicos** (*CARE\_ENTRY*) seguida de quatro subclasses correspondendo às categorias explicitadas anteriormente quando da sua apresentação, ou seja, **observação, avaliação, instrução e ação** (Figura 3).

Figura 3 - A Superclasse ENTRY, Baseada na Ontologia CIR



Fonte: Beale (2008)

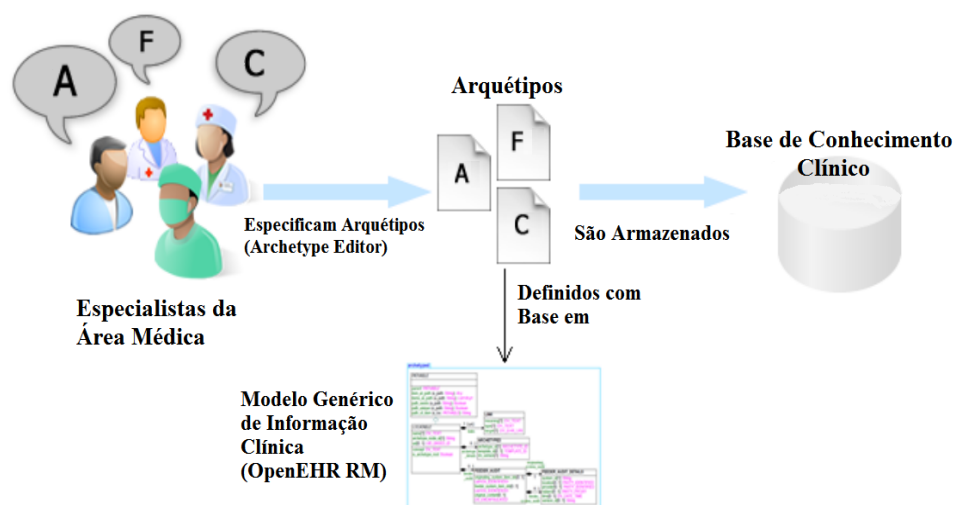
Sendo o modelo de referência OpenEHR genérico, como serão representados conceitos clínicos específicos como, por exemplo, a pressão arterial do paciente? Nos modelos de informação vistos, não há classe específica para representar pressão arterial, mas existe uma classe que possui os conceitos clínicos para expressar medições a respeito do paciente: a classe (subclasse de ENTRY) observação (OBSERVATION). Portanto, pressão arterial será definida como uma observação. Mas surge, em seguida, a questão: como expressar as particularidades desta observação? A resposta a esta questão levará ao modelo de conhecimento proposto pelo padrão OpenEHR, ou modelo de arquétipos.

### 6.3 O MODELO DE CONHECIMENTO OU MODELO DE ARQUÉTIPOS DO PADRÃO OPENEHR

Tomando como elementos constituintes os modelos de informação clínica, que permitem representar conceitos clínicos gerais, chega-se ao **modelo de conhecimento** do padrão OpenEHR, que tem por objetivo representar conceitos clínicos particulares (ao contrário do modelo de referência, que representa conceitos clínicos gerais e reside dentro do software).

Os conceitos clínicos particulares são representados como um conjunto de restrições sobre o modelo de informação genérico. A abordagem do OpenEHR, através da modelagem de dois níveis, habilita o corpo médico a determinar as características do registro de saúde mais adequadas para suas necessidades, ilustra a separação entre a atividade dos especialistas de domínio (neste caso, em específico, a área médica) na criação dos arquétipos através do modelo genérico de informação e que, por sua vez, irão compor as bases de conhecimento clínico conforme a Figura 4.

Figura 4 - Construção de Arquétipos por Especialistas Médicos



Fonte: Traduzido de Gutiérrez e Carrasco (2013)

Descrito sob a ótica da restrição aos objetos do modelo de referência, os arquétipos podem ser vistos conforme Martínez-Costa *et al.*:

O modelo de referência representa as características globais das anotações dos registros de saúde, como elas são agregadas e o contexto de informação requerido. Este modelo define o conjunto de classes que formam os blocos genéricos de construção do registro eletrônico de saúde e contém as características não voláteis do registro eletrônico de saúde. [...] Arquétipos aplicam restrições aos objetos, que podem ser considerados descritores dos níveis ontológicos do domínio, definidos num modelo de referência. Os arquétipos fazem a ponte entre a generalidade dos conceitos definidos no modelo de referência e a variabilidade da prática clínica, tornando-se assim, uma ferramenta para representar estes conceitos (MARTÍNEZ-COSTA *et al.*, 2009, p.151).

O **modelo de arquétipos**, portanto, pode ser visto como **uma representação de metadados** desenvolvida para organizar e padronizar dados de domínios de conhecimento. Através dos arquétipos os conceitos clínicos são capturados

estruturadamente **fora** do *software*.

Ao se desenvolver o RES como um sistema baseado em conhecimento, obtém-se um aplicativo robusto, de mais fácil manutenção e modificação, cujo acréscimo de conhecimentos é feito via arquétipos, que são a expressão computável de um conceito em nível de domínio na forma de declarações de restrições estruturadas, baseada em algum modelo de informação de referência.

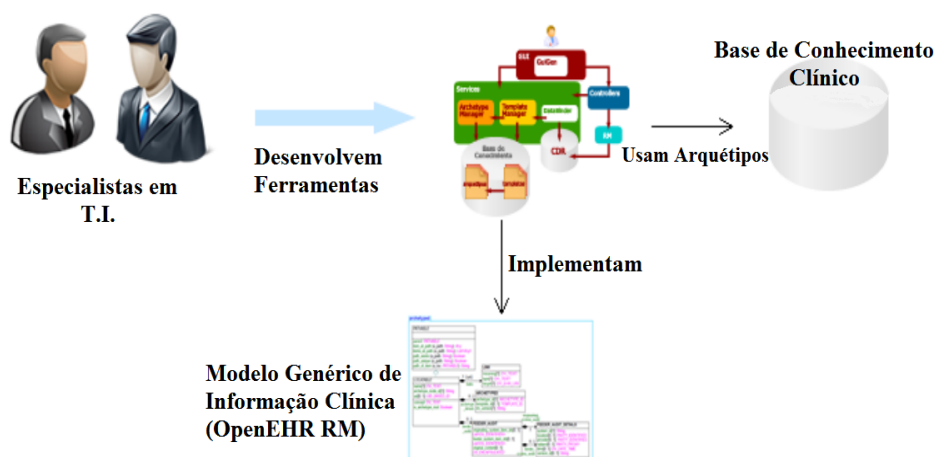
Arquétipos podem ser descritos como um modelo formal e, ao mesmo tempo, reutilizável de um conceito pertencente a um dado domínio que, uma vez representado por um arquétipo pode vir a ser novamente utilizado em vários cenários que exijam sua aplicação.

Sob o ponto de vista da **interoperabilidade semântica**, o modelo de arquétipos pode ser entendido como especificações que buscam garantir a semântica das informações trocadas entre os diferentes sistemas de RES, permitindo a incorporação de conhecimento ao sistema diretamente no modelo de domínio, tornando viável a interoperabilidade semântica na troca de informações entre os sistemas de RES.

De acordo com Beale (2007), o Modelo de Referência corresponde à camada de informação enquanto o Modelo de Arquétipos formaliza a ponte entre o modelo de informação e o modelo de conhecimento. O tipo mais elementar de distinção em qualquer modelo de sistema é o ontológico, isto é, no nível de abstração da descrição do mundo real, pois todos os modelos carregam algum tipo de conteúdo semântico. **O modelo de conhecimento**, portanto, **posiciona o sistema no nível ontológico**, isto é, no nível de abstração da descrição do mundo real, pois todos os modelos carregam algum tipo de conteúdo semântico.

A maior expectativa é a possibilidade de **reuso** das complexas estruturas de registro de informação, criadas pelos especialistas do domínio. Uma vez criados os repositórios de arquétipos, estes podem ser utilizados pelos especialistas em tecnologias da informação para a criação dos programas de RES (Figura 5) respeitando a divisão proposta pelo modelo dual.

Figura 5 - Construção de Aplicações por Especialistas em T.I.



Fonte: Traduzido de Gutiérrez e Carrasco (2013)

Além de fomentar o maior reuso do conhecimento, a utilização de arquétipos pode ser vista como uma solução possível para a heterogeneidade das informações em saúde. Uma vez que promovem a separação entre processos e dados, tornam os sistemas mais flexíveis e interoperáveis. Assim, sistemas de RES baseados no modelo de arquétipos podem ser constantemente atualizados sob a supervisão mais direta de equipes médicas, até mesmo sem gerar interrupções no sistema.

## 7 RESULTADOS

### 7.1 IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO DE REFERÊNCIA OPENEHR NA PLATAFORMA PYTHON

Na arquitetura proposta pelo padrão OpenEHR, o modelo de referência é responsável pela semântica da informação que será trabalhada via restrições na camada de conhecimento (BEALE, 2002). Assim, através da implementação dos modelos de informação definidos no modelo de referência, é possível expressar informações clínicas conforme a semântica OpenEHR nas diferentes plataformas de desenvolvimento de *softwares*. No caso específico deste trabalho de pesquisa, escolheu-se a plataforma Python.

O resultado deste esforço foi positivo, implementou-se em Python<sup>4</sup> o modelo de referência da especificação que constitui o primeiro nível do modelo dual, proposto no *design* do padrão OpenEHR. Pode-se, assim, afirmar de modo categórico, a possibilidade

<sup>4</sup> *Templates*: São gabaritos voltados à formatar e facilitar a entrada de dados em um sistema.

de se expressar informação clínica conforme a semântica OpenEHR nesta plataforma.

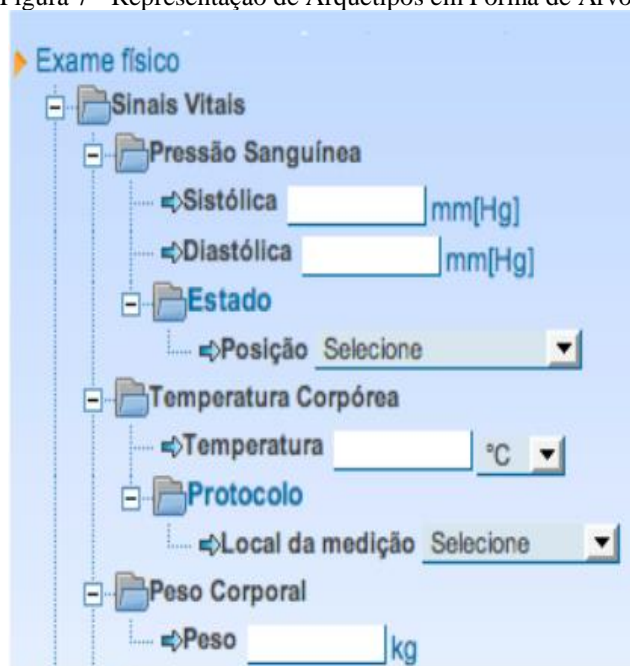
A obtenção de tal resultado abre a possibilidade para os desenvolvedores de sistemas de informação, bem como para projetos acadêmicos, escreverem códigos nesta linguagem, e expressar um modelo clínico capaz de criar e utilizar dados clínicos em acordo com tal semântica.

## 7.2 VIABILIDADE E GANHOS DA GESTÃO DA INFORMAÇÃO DE UM RES OPENEHR VIA CMS

Uma vez obtida a certeza quanto a expressão da semântica OpenEHR em Python, analisou-se o custo benefício e os desafios que podem surgir ao se seguir uma proposta de implementação de softwares de PEP e RES a partir "do zero", como a proposta da arquitetura para um sistema de cinco camadas ("*5-tier System Architecture*") definida pelo OpenEHR (BEALE; HEARD, 2008).

Conforme visto na seção 6, o modelo de referência define a estrutura e a semântica da informação clínica, enquanto os arquétipos aplicam restrições às classes do modelo de referência para chegar aos conceitos ou artefatos de conhecimento definidos pelos especialistas clínicos. Tais artefatos quando usados por *templates*<sup>5</sup> permitem dar forma às entradas dos prontuários eletrônicos (Figura 7).

Figura 7 - Representação de Arquétipos em Forma de Árvore



Fonte: Nardon e França (2008)

<sup>5</sup> Multi level healthcare Information Modelling. Página Institucional:< <http://mlhim.org/>>.

### 7.2.1 Requisitos necessários para a implementação de um PEP OpenEHR

Para se construir sistemas como o da ilustração acima, além da serialização de *compositions* e arquétipos, codificação das regras de negócio em alguma linguagem de programação, há a necessidade da utilização de recursos, como bibliotecas de componentes para a interface visual com o usuário e *frameworks* ORM (no caso de linguagens orientadas à objetos e banco de dados relacionais), entre outros.

O padrão OpenEHR prevê ainda, entre vários requisitos, a necessidade de um *parser* ADL, que transforma arquétipos em ADL (*archetype description language*) para o formato de objetos na memória (OpenEHR, 2013). Para realizar o caminho inverso (de objetos para ADL), torna-se necessário implementar um serializador ADL, que parte dos arquétipos no formato AOM da memória, para a representação textual em ADL. Segundo Chen e Klein (2007): “[...] tal procedimento é frequentemente usado antes que um arquétipo seja armazenado e transmitido entre sistemas”.

Os componentes acima descritos podem ser considerados como parte essencial de um *software* para gerenciamento de informação clínica, no caso de implementações que seguem a arquitetura computacional proposta pelo padrão OpenEHR. Diante das funcionalidades exigidas por tais sistemas, pode-se levantar a questão: haveria a necessidade de se construir tais *softwares* seguindo sempre os mesmos requisitos? Ou, haveria a possibilidade de se utilizar um *framework* sistêmico que, além de agregar valor a *softwares* do tipo RES/PEP, evitasse a queda recorrente em problemas como o da **importação circular** na implementação da classe ARCHETYPE, descrito por Kobayashi e Tatsukawa (2012). Tal *framework*, deveria permitir a implementação de acordo com as características desejadas e necessidades específicas, poupando o tempo/esforço de uma codificação a partir “do zero”.

A necessidade de pesquisar soluções para a implementação do padrão OpenEHR, numa linha de pesquisa, harmônica ao trabalho desenvolvido nesta pesquisa é salientada por Gök (2008, p 50): “[...] ao longo do tempo a abordagem do padrão OpenEHR amadureceu, porém, persiste um hiato de conhecimento de como criar um sistema baseado em OpenEHR (estratégias de implementação e migração)”.

### 7.2.2 Gestão do conhecimento clínico via gestão de conteúdo

Existe, num RES, a necessidade de uma arquitetura pensada para lidar com **dados** e manipular **informação** num nível de complexidade e granularidade naturais da

informação clínica. Segundo Velde e Degoulet (2003, p.108): “A granularidade das declarações clínicas/de saúde variam da orientação a texto (não-estruturado), passando pela orientação à seção (semiestruturado), às estruturas orientadas à conteúdo (codificadas)”. Neste contexto, de elevada complexidade, Arancon *et al* ressaltam os sistemas gestores de conteúdo como:

[...] aplicações devotadas a gerenciar conteúdo, documentos e informação, estruturadas de modo a permitir aos usuários fácil acesso ao conhecimento e adição ou modificação de dados. Atualmente, soluções diferentes estão disponíveis para tais propósitos, sob categorias como Sistemas Gestores de Conteúdo (CMS), Sistemas Gestores de Documentos (DMS), *wikis*, portais web dinâmicos, máquinas de busca, etc. (ARANCON *et al.*, 2008, p.245).

Um CMS possuirá características como facilidade na criação e edição de conteúdo por não técnicos, segurança no acesso, fluxo de trabalho (*workflow*) estruturado no processo para aprovação de conteúdo, versionamento e arquivamento de conteúdo, *templates* para gerar saídas consistentes, gestão do conteúdo, acessibilidade do conteúdo e redução de custo. (Boukar, 2012), (Boiko, 2005) e (Suh, 2003). Para uma situação específica da área de saúde, Mooney e Baenziger (2008, p. 70) constataam que: "um CMS pode prover uma alternativa atraente ao uso de sistemas gestores de informação laboratorial caros, ao possibilitar o desenvolvimento da sua própria infraestrutura web".

A análise detalhada dos requisitos dos sistema de RES (Beale *et al.*, 2008) e as funcionalidades dos CMS's trouxe a constatação de que características do modelo de referência OpenEHR, necessárias aos arquétipos podem ser implementadas através do uso da estrutura de um CMS (Boiko, 2005).

Situação idêntica ocorre com a necessidade, num registro médico eletrônico ideal, de possuir uma interface intuitiva que modele os hábitos naturais dos médicos para entrada, revisão de informação e adaptabilidade. Assim como prover a fácil entrada de informação detalhada dos pacientes, prototipagem de *interfaces* intuitivas, menos dispendiosa e *workflow* avançado. Os CMS's atenden estes requisitos, possibilitando redução em uso de papel, bem como decrescendo a carga de documentação. (LUSK, 2002, p.1227)

Da caracterização dos CMS's acima, pode-se constatar sua inserção junto à **Ciência da Informação**, mais especificamente como **sistemas gestores de informação**. Tal constatação é corroborada por Han (2005, p.356) quando afirma que: “[Um] CMS ideal é um sistema gerenciador de informação que preserva, organiza, dissemina e

gerencia documentos desenvolvidos localmente e documentos externos com metadados associados”.

Assim, ao buscar posicionar os sistemas de RES junto ao domínio dos sistemas gestores de conteúdo, estes também puderam ser posicionados junto à gestão da informação, ou seja, junto à Ciência da Informação.

## 8 CONCLUSÕES

Inicialmente a pesquisa buscou viabilizar, pela implementação do OpenEHR na plataforma Python, mecanismos que possibilitem a interoperabilidade semântica em sistemas de RES/PEP nela construídos. A seguir, o mesmo é feito à luz do esforço na busca por um *framework* sistêmico que viabilize a representação de informação clínica, frente a uma implementação "a partir do zero". Esta análise ocorre sob a ótica das especificidades dos sistemas gestores de conteúdo ou CMS.

Pesquisa envolvendo assunto amplo como a interoperabilidade semântica em sistemas de registro de saúde poderia incluir considerações e trajetórias tão variadas que uma providência salutar no início do trabalho foi delimitar o escopo do problema a ser tratado. A proposta adotada foi, após estudo exaustivo da especificação OpenEHR, verificar como tornar possível a expressão dos artefatos de conhecimento ou arquétipos na plataforma de programação Python.

A percepção propiciada, neste caso, pela modelagem dual tornou patente que, antes de se obter a expressão de artefatos de conhecimento OpenEHR, pertencentes à **camada de conhecimento**, seria necessário verificar que os elementos da semântica contidos nos modelos de informação da **camada de informação**, poderiam ser expressos nesta mesma plataforma.

Tal verificação, antes da implementação da camada de conhecimento é crucial para a pretensão de expressar informação clínica em qualquer plataforma, pois todo artefato de conhecimento, ou arquétipo, é “construído” a partir de instâncias das classes definidas pelos modelos de informação.

Em suma, utilizando-se as classes dos modelos de informação, um número ilimitado de arquétipos pode ser construído. Com efeito, tais classes representam as características globais dos componentes do registro em saúde. Ele define o conjunto de classes que formam os blocos genéricos para construir o RES.

Após esforço de estudo da especificação, adaptação à plataforma escolhida e

codificação (em ordem crescente de complexidade das classes dos seus vários modelos de informação), o objetivo, posto como necessário para que se pudesse afirmar, de modo categórico, a possibilidade de se expressar informação clínica (no padrão OpenEHR) na plataforma Python foi atingido.

Tal resultado, não apenas abre caminho para a utilização de arquétipos OpenEHR na plataforma Python, mas também para artefatos de conhecimento de padrões que utilizem, ou possam vir a se utilizar do modelo de referência OpenEHR. Este é o caso do padrão *Multi-Level Healthcare Information Modelling* ou MLHIM<sup>6</sup>, cujo equivalente ao arquétipo é denominado “Definições de Restrições para os Conceitos” (*Concept Constraint Definitions*) ou CCD, e que se utiliza do modelo de referência do padrão OpenEHR.

Uma vez obtido o resultado que permite a expressão do modelo de referência na plataforma Python, seguiu-se a realização de uma análise do contexto que envolveria os principais requisitos de uma possível implementação à partir do zero.

Como trabalhos futuros, apresenta-se como desenvolvimento natural da pesquisa a implementação, na plataforma Python, do modelo de informação demográfico<sup>7</sup>, que constitui parte essencial do padrão OpenEHR e permite a inserção de conteúdo demográfico nos arquétipos criados, bem como do seu modelo de conhecimento, ou de arquétipos. O mesmo pode ser dito para as ferramentas necessárias para o *parseamento* de arquivos ADL e para a geração de objetos na memória conforme especificado pelo *archetype object model* ou AOM proposta pelo OpenEHR (Pessanha, 2014, p. 109-110).

---

<sup>6</sup> Especificação do Modelo de Informação Demográfico OpenEHR: <<http://www-test.openehr.org/programs/specification/releases/currentbaseline>>

<sup>7</sup> OpenEHR, página institucional: <<http://www.openehr.org/pt/home.php>>

## REFERÊNCIAS

- ARANCÓN, José; POLO, Luis; BERRUETA, Diego; LESAFFRE, François-Marie;
- DE ABAJO, Nicolás; CAMPOS, Antonio. Ontology-based Knowledge Management in the Steel Industry. In CARDOSO, J.; HEEP, M.; LYTRAS, M. D. (Eds.). **The Semantic Web: Real-World Applications from Industry (Semantic Web and Beyond)**. v. 6. New York: Springer, 2008.
- BEALE, T. Archetypes: Constraint-based domain models for future-proof information systems. In: Eleven OOPSLA Workshop on Behavioural Semantics: Serving the Costumer, 2002, New York. **Proceedings of OOPSLA '02 Companion of the 17th annual ACM SIGPLAN conference on Object-oriented programming, systems, languages, and applications**. Baclawski, K.; Kilov, H. (Eds). New York: ACM, 2002.
- BEALE, T; HEARD, S. An Ontology-based Model of Clinical Information. In: MEDINFO, 2007, Brisbane. **Proceedings of the 12th World Congress on Health (Medical) Informatics (Studies in Health Technology and Informatics)**. K. Kuhn *et al.* (Eds). Brisbane: IOS Press, 2007.
- BEALE, T.; HEARD, S. **OpenEHR architecture overview**. OpenEHR, 2008. Disponível em: <<http://www.openehr.org/svn/specification/TAGS/Release1.0.1/publishing/architecture/overview.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2011.
- BOIKO, B. **Content Management Bible**. 2. ed. Indianapolis: Wiley Publishing Inc, 2005.
- BOUKAR, M. M. Content Management System (CMS) Evaluation and Analysis. **Journal of Technical Science and Technologies**. v. 1. n. 1, 2012. Disponível em: <<http://journal.ibsu.edu.ge/index.php/jtst/article/view/240>>. Acesso em: 25 fev. de 2013.
- CANNOY, S. D.; IYER, L. Semantic Web Standards and Ontologies in the Medical Sciences and Healthcare. In: TAN, J. (Org). **Medical Informatics: Concepts, methodologies, tools, and applications**. New York: Medical Information Science Reference, 2009. p 65-77.
- CHEN, R.; KLEIN, G. The OpenEHR Java Reference Implementation Project. In: MEDINFO-2007, 2007, Brisbane. **Proceedings of the 12th World Congress on Health (Medical) Informatics (Studies in Health Technology and Informatics)**. K. Kuhn *et al.* (Eds). Brisbane: IOS Press, 2007. p. 58-62.
- CHEN, R. **Towards Interoperable and Knowledge-Based electronic Health Record Using Archetypes Methodology**. Tese (Doutorado em Informática Medica) - Departamento de Engenharia Biomedica, Universidade de Linköping, Linköping, 2009.
- GÖK, M. **Introducing an openEHR-Based Electronic Health Record System in a Hospital Case Study, Emergency Department, Austin Health, Melbourne**. Tese (Doutorado em Informática Aplicada) - Centro de Informatica, Universidade de Göttingen, Göttingen, 2008.

GRUBER, T. R. Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. In: **International Journal of Human-Computer Studies**, v.43, Issue 5-6. Duluth: Academic Press, 1995. p. 907-928.

GUARINO, N. Formal Ontology, Conceptual Analysis and Knowledge Representation. In: **International Journal of Human and Computer Studies**, v.43. Issue 5-6. Duluth: Academic Press, 1995. p. 625-640.

GUTIÉRREZ, P. P.; CARRASCO, L. Open EHR-Gen Framework Generador de sistemas normalizados de historia clínica electrónica basados en el estándar OpenEHR. In: Jornadas de Sistemas de Información en Salud del Hospital Italiano de Buenos Aires. 2013, Buenos Aires. **Oficina do Programa de Internacionalização do OpenEHR**. Buenos Aires, 2013. Disponível em: <<http://informatica-medica.blogspot.com.br/2013/12/talleres-de-openehr-en-hiba-2013.html>>. Acesso em: 15 jul. 2013.

HIMSS. **Electronic Health Record**, 2010. Disponível em: <[http://www.himss.org/ASP/topics\\_ehr.asp](http://www.himss.org/ASP/topics_ehr.asp)>. Acesso em: 25 jun. 2011.

HL7. **What is HL7?** Health Level Seven, 2009. Disponível em: <[www.cplire.ru/alt/telemed/HL7/WhatIsHL7.doc](http://www.cplire.ru/alt/telemed/HL7/WhatIsHL7.doc)>. Acesso em: 20 maio. 2010.

KITSIOU, S.; MANTHOU, V; VLACHOPOULOU, M. Overview and Analysis of Electronic Health Record Standards. In: LAZAKIDOU, A. A.; SIASSIAKOS, K. M. **Handbook of research on distributed medical informatics and e-health**. Hershey: Medical information science reference, 2009. p.84-102.

KALRA, D. Barriers, Approaches and Research Priorities for Semantic Interoperability in Support of Clinical Care Delivery. In: **SemanticHealth Project IST 027328**. Bruxelas: Comissão Europeia, 2007. Disponível em: <[http://www.semantichealth.org/DELIVERABLES/SemanticHealth\\_D4\\_1\\_final.pdf](http://www.semantichealth.org/DELIVERABLES/SemanticHealth_D4_1_final.pdf) >. Acesso em: 20 abr. 2011.

KOBAYASHI, S.; TATSUKAWA, A. Ruby Implementation of the OpenEHR Specifications. **Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics**. v.16. n.1, 2012. p.42-47.

LESLIE, H. **OpenEHR: The Word's Record**. PULSE+IT, 2007. Disponível em: <[http://issuu.com/pulseitmagazine/docs/pulseit\\_november2007/50](http://issuu.com/pulseitmagazine/docs/pulseit_november2007/50) > Acesso em: 20 set. 2011.

MARTÍNEZ-COSTA, Catalina; MENÁRGUEZ-TORTOSA, Marcos; FERNANDEZ-BREIS, Jesualdo Tomás; MALDONADO, José Alberto. A model-driven approach for representing clinical archetypes for Semantic Web environments. **Journal of Biomedical Informatics**. v. 42. Elsevier, 2009. p. 150-164.

MASSAD, E.; MARIN, H. de Fátima; AZEVEDO, R. S. de. **O Prontuário Eletrônico do Paciente na Assistência, Informação e Conhecimento Médico**. São Paulo, 2003. Disponível em <[http://www.lampada.uerj.br/lampada/ementas/aulas/info\\_med/Prontuario\\_livro.pdf](http://www.lampada.uerj.br/lampada/ementas/aulas/info_med/Prontuario_livro.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2010.

MOONEY, S. D.; BAENZIGER, P. H. Extensible open source content management systems and frameworks: a solution for many needs of a bioinformatics group. **Briefings in Bioinformatics**. v. 9. n.1. Oxford: Oxford University Press Journals, 2008. p. 69-74.

NARDON, F. B. N. **Utilizando XML para Representação de Informação em Saúde**. Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento, Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP, São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://www.tridedalo.com.br/fabiane/publications/XML-SBISNews.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2011.

NARDON, F. B.; FRANÇA, T.; NAVES, H. Construção de Aplicações de Saúde Baseadas em Arquétipos. In: XI Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 2008, Campos de Jordão. **Anais do XI Congresso Brasileiro de Informática em Saúde**. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.sbis.org.br/cbis11/arquivos/947.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2010.

OpenEHR. **The openEHR Archetype Model: Archetype Object Model**. 2013. Disponível em : <<http://www-test.openehr.org/releases/trunk/architecture/am/aom1.5.pdf>>. Acesso em: 25 nov. de 2011.

PESSANHA, C. P. **Implementando o Prontuário Eletrônico OpenEHR em CMS's: Uma Aproximação**. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) - Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

SHETH, A. P. Changing Focus on Interoperability in Information Systems: From System, Syntax, Structure to Semantics. In: Goodchild MF, Egenhofer MJ, Fegeas R, Kottman CA (eds). **Interoperating Geographic Information Systems**. Norwell: Kluwer; 1999. Disponível em <<http://lstdis.cs.uga.edu/library/download/S98-changing.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2012.

SMITH, B.; CEUSTERS, W.; TEMMERMAN, R. Wüsteria. In: Studies in Health Technology and Informatics. 2005, Geneva. **Proceedings of Medical Informatics Europe 2005**. Geneva: Stud Health Technol Inform, 2005. p. 617-652.

SUH, Phil; ADDEY, Dave; THIEMECKE, David; ELLIS, James. **Content Management Systems**. Glasshaus, 2003.

VELDE, R. Van de; DEGOULET, P. **Clinical Information Systems: a Component-Based Approach**. New York: Springer. 2003.

WIERINGA, R.J. Design Science as Nested Problem Solving. In: 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology. 2009, Philadelphia. **Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology**. Philadelphia, 2009. p. 1-12.