



XVII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação (XVII ENANCIB)

GT 11 – Informação e Saúde

IMPLEMENTANDO O PRONTUÁRIO ELETRÔNICO OPENEHR EM SISTEMAS GESTORES DE CONTEÚDO: SIMILITUDE ENTRE ARQUÉTIPOS E CONTEÚDOS

IMPLEMENTING THE OPENEHR ELECTRONICAL RECORD IN CONTENT MANAGEMENT SYSTEMS: SIMILARITY BETWEEN ARCHETYPES AND CONTENTS

Christiano Pereira Pessanha¹, Marcello Peixoto Bax²

Modalidade da apresentação: Comunicação Oral

Resumo: O padrão OpenEHR³ visa permitir a interoperabilidade entre sistemas de registro eletrônico de saúde (RES), representando conhecimentos clínicos via padrões de metadados denominados "arquétipos". Este artigo descreve pesquisa motivada pelos desafios surgidos dos esforços que buscam a interoperabilidade semântica nos Registros Eletrônicos de Saúde (RES) via adoção do padrão OpenEHR. A pesquisa realizou a implementação dos modelos de informação OpenEHR que proveem semântica aos artefatos de conhecimento deste padrão. Avaliou-se a implementação de RES usando Sistemas de Gestão de Conteúdo (CMS)⁴ frente a implementações "a partir do zero", feitas sem o uso desse tipo de arcabouço. A pesquisa analisa, assim, os requisitos necessários para a implementação de RES em CMSs. Esse esforço teórico permitiu estabelecer argumentação, de escopo geral, que aponta a similitude entre os conceitos de "arquétipo" OpenEHR e "tipo de conteúdo" em CMSs. Tal resultado revela estreita relação entre estes dois conceitos usados por comunidades diferentes, o que amplia a compreensão e as possibilidades de construção desse tipo de software em arcabouços do tipo CMSs de modo geral.

Palavras-chave: Registro Eletrônico de Saúde. Interoperabilidade. Arquétipos OpenEHR. Sistema Gestor de Conteúdos.

¹ UFMG.

² UFMG.

³ OpenEHR, pagina institucional: <<http://www.openehr.org/pt/home.php>>

⁴ Sistema de Gerenciamento de Conteúdo (do inglês *Content Management System* – CMS) é um aplicativo usado para criar, editar, gerenciar e publicar conteúdo de forma consistentemente organizada permitindo que o mesmo seja modificado, removido e adicionado com facilidade.

Abstract: *OpenEHR⁵ pattern aims to permit the interoperability between electronic health record systems (EHR), representing clinical knowledge through metadata patterns denominated archetype. This article describe research motivated by challenges emerged from efforts that searches semantic interoperability in Electronic Health Records (EHR) through OpenEHR pattern adoption. The research realized the implementation of OpenEHR information models, which provide semantic to knowledge artefacts from that pattern. Research evaluated too the implementation of EHR using Content Management systems (CMS)⁶ face implementations codified at the zero. The research analyses, thus, the necessary requirements to implementation of EHR in CMSs. That theoretical effort allow establish general scope argument, which aim at similarity between OpenEHR archetype and CMSs content type concepts. The result reveal close relation between that two concepts used for different communities, which increases the general comprehension and construction possibilities of EHR softwares using CMSs frameworks. The result 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 padrão OpenEHR⁷ visa permitir a interoperabilidade entre sistemas de RES (BEALE; HEARD, 2008), representando conhecimentos clínicos via padrões de metadados denominados "arquétipos". Tais artefatos de conhecimento, gerenciáveis por especialistas médicos, permitem a representação e o reuso de conceitos clínicos complexos, como "pressão sanguínea" e "histórico familiar". Estes conceitos, bem especificados e validados por organizações de referência, potencializam o custo/benefício ao se criar um RES, pois seu reuso torna desnecessária sua re-especificação a cada início de desenvolvimento (NARDON et al., 2008).

Para a construção de arquétipos reutilizáveis, o padrão especifica um modelo de referência, núcleo estável que define os blocos genéricos para criar os arquétipos e um modelo de arquétipos que expressam o conhecimento do domínio (BEALE, 2002). Assim, para a criação de softwares de RES, que expressem informação clínica, deve-se garantir, antes, que tais especificações sejam implementadas. Os resultados deste esforço, correspondente à primeira parte desta pesquisa, as razões para a busca pela interoperabilidade semântica em RES, assim como uma discussão detalhada sobre o modelo dual, os modelos de referência e de conhecimento (ou de arquétipos) do padrão OpenEHR são descritos em Pessanha e Bax

⁵ OpenEHR, Home Page: <<http://www.openehr.org/>>

⁶ Sistema de Gerenciamento de Conteúdo (do inglês Content Management System – CMS) é um aplicativo usado para criar, editar, gerenciar e publicar conteúdo de forma consistentemente organizada permitindo que o mesmo seja modificado, removido e adicionado com facilidade.

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

(2015). Recomenda-se a leitura do artigo precedente aos leitores não familiarizados com estas temáticas, pois fundamenta conceitos e resultados do presente trabalho.

Assim, uma vez verificada tal possibilidade, analisa-se os ganhos trazidos à gestão da informação clínica por sua implementação em arcabouços (ou *frameworks*) denominados sistemas gestores de conteúdo (CMS). Como um resultado inicial, necessário para o desenvolvimento desta etapa, está a análise dos requisitos para a implementação de arquétipos OpenEHR como conteúdos em CMSs. Para tanto, torna-se necessária uma caracterização dos conceitos de conteúdo e de arquétipo. Apenas após a realização da etapa anterior, ao elencar extensivamente tais requisitos, uma análise comparativa entre estes dois conceitos-chave para esta pesquisa apresenta-se viável.

Tais esforços conjugados possibilitaram a obtenção de resultado abrangente, cujo escopo se estende a CMSs e arquétipos em geral, qual seja: a similitude entre o conceito de arquétipo e o conceito de conteúdo em CMSs. Tal resultado estabelece uma ligação teórica entre estes dois conceitos, antes desprovidos de qualquer aproximação formal, esclarecendo vantagens advindas da implementação de RES em CMSs.

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

2 ESTRUTURA DO ARTIGO

Definiu-se a ordem de apresentação e temáticas de cada seção da seguinte maneira: Seção 1 introdução; a Seção 2 descreve a estrutura das seções do artigo; a Seção 3 descreve os fatores que motivaram o desenvolvimento da pesquisa; a Seção 4 trata da metodologia *design science research*; a Seção 5 expõe os aspectos referentes à interoperabilidade semântica em RES; a Seção 6 apresenta o modelo dual e ontologias, bases para o padrão OpenEHR; a Seção 7 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; a Seção 8 apresenta os sistemas orientados a metadados e discute as características dos CMSs e os elementos e a análise que permitiram concluir a respeito da similitude entre os conceitos de arquétipo e de conteúdo. Na Seção 9 são apresentados os resultados e, na Seção 10, as conclusões da pesquisa.

3 ADOÇÃO DOS ARQUÉTIPOS NO DESENVOLVIMENTO DE RES

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 OpenEHR proveem recursos para aproximadamente 25% dos desenvolvedores de *softwares*. Desta forma, expressar arquétipos na linguagem Python (algo ainda inexistente) torna possível o gerenciamento de informações clínicas nesta plataforma⁸. Os pormenores deste resultado, em particular, são detalhados em (PESSANHA; BAX, 2015).

Por fim, realizar uma análise que mostre, aos proponentes de tais sistemas, a possibilidade e as vantagens da utilização de um *framework* CMSs para a implementação de sistemas do tipo PEP/RES, conforme o padrão OpenEHR.

4 METODOLOGIA

A necessidade de lidar com questões de natureza prática e teórica, aninhadas e interdependentes levou à adoção do *design science research*⁹ como paradigma norteador da trajetória metodológica desta pesquisa.

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

No caso específico de sistemas de informação, trabalha-se com a criação de novos conhecimentos através da concepção de algoritmos, interfaces, metodologias, entre outros resultados práticos.

Trabalha-se, assim, com conhecimentos formais, bem como materiais ou empíricos. De fato esta pesquisa buscou, num primeiro momento, expressar arquétipos OpenEHR em Python, num esforço empírico. A seguir, trabalhou a possibilidade da implementação de RES OpenEHR em CMSs, num amplo esforço teórico de análise.

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*.

⁸ Linguagem Python, página institucional:< <https://www.python.org>>

⁹ 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.

5 INTEROPERABILIDADE SEMÂNTICA EM RES

O cenário em que se encontram os sistemas de RES caracteriza-se pela heterogeneidade, fruto de uma complexidade informacional advinda das várias especialidades médicas, terminologias, culturas, idiomas, bem como os vários sistemas existentes. Fatores que explicam a importância da obtenção da interoperabilidade semântica para os sistemas de RES.

Deve-se considerar o aspecto semântico, ou seja, as várias interpretações que os dados recebem em diferentes contextos de sistemas de informação. Isso torna a integração dos sistemas de informação em saúde um processo complexo. Integração é o arranjo dos sistemas de informação de uma organização num único sistema. Interoperabilidade é a capacidade dos sistemas de informação de trabalharem juntos, interna e externamente às organizações, promovendo uma prestação de serviços eficaz (HIMSS, 2010). Assim, interoperabilidade implica em sistemas de informação agregando suas forças sem alterarem sua autonomia e características próprias (SHETH, 1999). No nível semântico, o significado da informação compartilhada é garantido pelo compartilhamento de um vocabulário comum.

Conforme Kalra (2007), a comunidade internacional considera a interoperabilidade semântica entre sistemas de RES essencial para o futuro dos serviços em saúde, e o uso de terminologias, ontologias e arquétipos compõe este desafio. Por sua vez, Nardon (2002) ressalta que, sob o ponto de vista técnico, o desafio da interoperabilidade e a complexidade das informações, torna o desenvolvimento de tais sistemas mais difícil do que o de outros sistemas de informação.

6 REPRESENTAÇÃO DE CONHECIMENTO E ONTOLOGIAS: MODELO DUAL

Ao implementar, num único nível, sistemas complexos e altamente exigentes como os sistemas de RES, obteve-se um sistema de difícil manutenção, curta vida útil e alto custo. Ao buscar solucionar os problemas anteriormente descritos, a abordagem em dois níveis, advinda das técnicas de representação do conhecimento da I.A., mostrou-se adequada para evitar essas consequências (BEALE, 2007).

6.1 O Modelo Dual

O desenvolvimento de sistemas dessa natureza exige a especificação abstrata do domínio, para, então, o codificar numa linguagem apropriada. Gera-se, assim, um sistema concentrado em conhecimento e sem relação com código específico, externo ao sistema. Isso traz vantagens como **engajamento ontológico ou de conhecimento** (significando que as

sentenças lógicas que descrevem a especificação guardam uma relação mais direta com o domínio que se está modelando), legibilidade, capacidade de inferência, fidelidade semântica, reusabilidade e portabilidade do conhecimento.

6.2 Ontologias

Ao buscar o conhecimento do domínio, desvinculado da implementação, torna-se importante o nível ontológico utilizado na descrição do sistema de conhecimento. Guarino (1995) propôs, para tais sistemas, um nível Ontológico, onde o significado associado a uma linguagem de representação do conhecimento poderia ser restringido formalmente.

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 diferentes sistemas. Este último, antes do predomínio da Internet, não podia ser compartilhado ou reutilizado. Em geral era organizado em bases de conhecimento isoladas, em linguagens diferentes, sem interfaces integradoras, logo, sem interoperabilidade.

Uma definição de ontologia advinda da Ciência da Computação afirma que: “uma ontologia é uma especificação explícita de uma conceitualização” (GRUBER, 1995). 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) define ontologia como: “uma teoria lógica que explica de forma explícita e parcial uma conceitualização”. Assim, uma ontologia fornece um entendimento sobre uma conceitualização compartilhada de um 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 do domínio e um conjunto de axiomas lógicos que garantirão a semântica ao significado que se deseja para os termos do vocabulário. Assim, duas ontologias podem ter diferentes vocabulários e referirem-se à mesma conceitualização, ou seja, ao mesmo domínio.

A organização dos conceitos bem como a integração semântica, possibilitando a interoperabilidade entre os sistemas é feita através do desenvolvimento de ontologias, que contextualizam os dados e lhes dão significado. Se em um RES se registra o termo “alergia”, implica que este dado possui o mesmo significado do termo “alergia” na ontologia, daí a

necessidade do mapeamento correto e consistente entre o modelo de informação e os termos da ontologia (CANNOY; YIER, 2009).

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

7 INTEROPERABILIDADE SEMÂNTICA EM RES: O PADRÃO OpenEHR

Tornar os RES interoperáveis é pré-requisito para o suporte a sistemas de saúde distribuídos (CHEN, 2009). Para tanto, torna-se necessário o uso de modelos de referência, estruturas de dados clínicos e terminologias, preservando a semântica do domínio de conhecimento, atualizando e recuperando dados de forma consistente e não ambígua.

Dada a necessidade de robustez teórica nos modelos de informação clínica, buscando interoperabilidade, computabilidade, escalabilidade, viabilidade econômica e desempenho, partiu-se de uma ontologia para desenvolver a base formal do modelo OpenEHR.

7.1 A Geração de Informação nos Processos Clínico e de Negócio

A ontologia da informação clínica descrita por Beale (2007) se inicia a partir de dois tipos de processo: o clínico que descreve a interação entre o sistema de investigação clínica e o paciente; e o de negócio, que contém o clínico e o contexto administrativo.

E, visando a serialização e troca de mensagens entre sistemas de informação, os tipos de informação criados nestes processos são elencados em cinco tipos distintos que podem ser criados durante o processo de atendimento ao paciente (Figura 1): **observações**, informações criadas por um ato de observação; medição, questionamento ou teste de um paciente ou substância relacionada; **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 no contexto administrativo.



Figura 1 - Informações Criadas pelo Investigador Clínico
Fonte: Traduzido de Beale (2007)

7.2 A Ontologia CIR e o Modelo de Referência do Padrão OpenEHR

A partir destas categorias Beale (2007) propõe uma ontologia inicial, que situa os tipos de informação com respeito às categorias de informações administrativas (*admin information*) e de cuidados (*care information*). Esta ontologia, acrescida de categorias necessárias, resulta na **ontologia da informação clínica** ou ontologia CIR (*Clinical Investigator Record*), base para o modelo de referência OpenEHR que, por sua vez servirá de base para o modelo de arquétipos (figura 2):

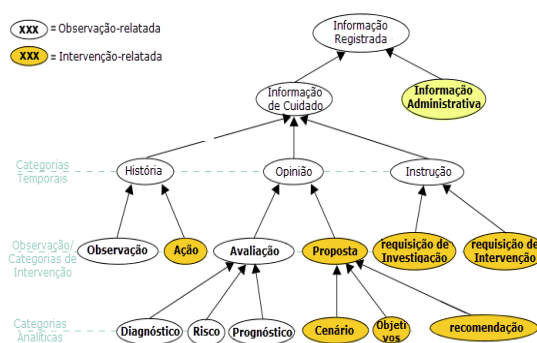


Figura 2 - A Ontologia da Informação Clínica (CIR)
Fonte: Traduzido de Beale (2007)

Para um entendimento da CIR, pode-se categorizá-la como uma ontologia da informação, que versa sobre qualquer entidade informacional que possua 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 é definida para versar sobre informações em saúde, pois, os arquétipos não são descrições de coisas reais, mas registros de algo que despertou o interesse do profissional de saúde durante o processo clínico. Desse modo, norteados pelas categorias definidas na ontologia CIR, os profissionais de saúde, ao realizar as entradas de informações via formulários, o farão de maneira mais intuitiva e com menor curva de aprendizado, pois suas categorias correspondem a informações geradas durante o fluxo de trabalho desses profissionais.

Uma vez que o **modelo de referência** OpenEHR, baseado na ontologia CIR, é genérico, como poderão ser representados conceitos clínicos específicos como, por exemplo, a pressão arterial do paciente? Vê-se, porém, que existe um conceito da ontologia CIR voltado para a expressão de medições a respeito do paciente: a **observação**. 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.

7.3 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. Através da modelagem de dois níveis, o corpo médico determina as características do registro de saúde mais adequadas as suas necessidades, criando os arquétipos que irão compor as bases de conhecimento clínico conforme a Figura 3.

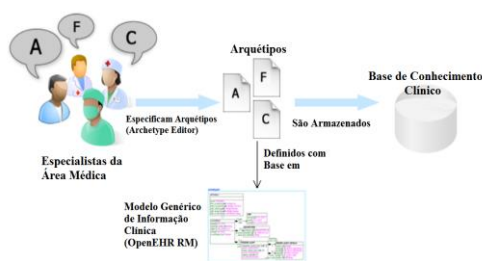


Figura 3 - Construção de Arquétipos por Especialistas Médicos
Fonte: Traduzido de Gutiérrez e Carrasco (2013)

Sob a ótica da restrição ao modelo de referência, os arquétipos podem ser vistos conforme Martínez-Costa *et al.*(2009):

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*.

Arquétipos podem ser descritos como um modelo formal e reutilizável de um conceito de um domínio que, representado por um arquétipo pode vir a ser reutilizado em vários cenários que exijam sua aplicação.

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 4) respeitando a divisão proposta pelo modelo dual.

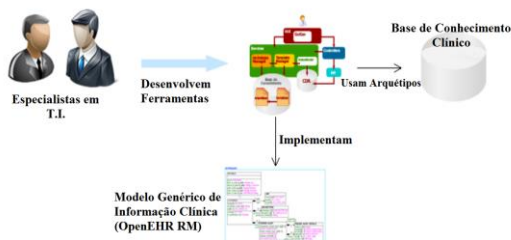


Figura 4 - Construção de Aplicações por Especialistas em T.I.
Fonte: Traduzido de Gutiérrez e Carrasco (2013)

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. Assim, sistemas de RES baseados no modelo de arquétipos podem ser atualizados sob a supervisão de equipes médicas, até mesmo sem gerar interrupções no sistema.

8 FRAMEWORKS ORIENTADOS A METADADOS: SISTEMAS GESTORES DE CONTEÚDO – CMS

8.1 Informação Clínica, Metadados e CMSs

Ao se buscar uma solução tecnológica que permita o trabalho com arquétipos OpenEHR, deve-se ter em conta que não se está trabalhando com o processamento de dados, mas com informação num nível de complexidade mais elevado, advinda das várias especialidades médicas, dados demográficos, terminologias, etc.

Coloca-se, portanto, a necessidade de, uma arquitetura pensada, não apenas para lidar com dados, mas manipular informações num nível de complexidade e granularidade que advém da natureza da informação clínica. Pois, todo documento clínico compartilha, informações específicas e várias propriedades comuns como terminologias, persistência, coerência, completude, capacidade de ser lido por um ser humano, autenticabilidade, validade, entre outras.

O segundo nível envolve o uso de estruturas de metadados que podem ser processadas entre emissores e receptores de informação clínica, buscando possibilitar a validação semântica de tais informações. No caso do OpenEHR, estas estruturas de **metadados** são denominadas **arquétipos**, que pode ser visto como uma representação de metadados desenvolvida para organizar, padronizar e compartilhar dados de domínios de conhecimento. Sem perda de generalidade, metadado é entendido no contexto desta pesquisa como:

Metadado é o que se necessita além do próprio dado para compreender e utilizar esse mesmo dado. Metadados agem como instruções que vem junto ao dado. Em contrapartida, metadado é o que não será visto se se olhar apenas para o dado em si. Metadados existem em adição ou por trás dos dados. Eles acrescentam contexto e uma interpretação mais extensa ao dado (BOIKO, 2005).

Conforme a constatação de Pessanha (2014) tais metadados apresentam-se como de fundamental importância para a construção dos artefatos de conhecimento, sendo parte indispensável da própria natureza dos arquétipos. Tal constatação é reforçada pelo comentário feito por Nadkarni (2011) à constatação de Marco (2000) quando este afirma “Quando falamos a respeito de metadados, nós, realmente, estamos falando a respeito de conhecimento.”:

De uma perspectiva prática, isso significa que se você possui metadados acompanhando dados, isso significa que é possível fazer coisas com os dados que seriam muito mais difíceis, ou talvez, impossíveis de fazer se esses metadados não existissem. (NADKARNI, 2011).

O mesmo Nadkarni salienta, conforme os parágrafos anteriores, a adequação dos registros eletrônicos de saúde na categoria dos sistemas orientados a metadados:

Sistemas em ambientes de biomedicina - como sistemas de Registro Eletrônico de Saúde, sistemas de gerenciamento de dados de estudos clínicos e sistemas de gerenciamento de informações de laboratórios de pesquisa básica - são candidatos ideais para a aplicação de técnicas baseadas em metadados. (NADKARNI, 2011).

No contexto de arquétipos contendo informações estruturadas de alta complexidade, o conceito de capitalização do conhecimento (ARANCON et al, 2008) associa naturalmente sistemas orientados a metadados e sistemas gestores de conteúdo:

Capitalização do conhecimento cobre um grupo de 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).

8.2 Sistemas Gestores de Conteúdo (CMS): Definição e Características

Gestão de conteúdo se refere a sistemas e processos onde a informação é criada, gerenciada, publicada e arquivada. Um sistema gestor de conteúdo (CMS) provê a

infraestrutura necessária para que várias pessoas contribuam efetivamente com o conteúdo e colaborem durante seu ciclo de vida (SUH et al., 2003).

Desta caracterização dos CMSs, pode-se constatar sua inserção junto a Ciência da Informação como sistemas gestores de informação. Conforme Han (2005, p.356): “[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 posicionar os arquétipos junto aos CMSs, estes também são posicionados junto a gestão da informação, logo, junto a Ciência da Informação. E, pela importância dos metadados nos CMSs, conforme Boiko (2005), pode-se incluí-los na categoria dos sistemas orientados a metadados:

Metadados são críticos, não apenas para permitir que o CMS se integre a outras fontes de dados distintas, mas também para possibilitar o CMS a unificar e fazer um uso mais eficiente e automatizado das funcionalidades e informações que gerencia. [...] Se o gerenciamento é a arte de nomear a informação, metadados são o conjunto de nomes. Em outras palavras, gestão de conteúdo é totalmente a respeito de metadados. O sistema de metadados por trás de um CMS é o que define o sistema. O conjunto de nomes e relações contidos no *framework* orientado a metadados é o esqueleto onde são alocados os conteúdos. Sem essa estrutura, o conteúdo torna-se disforme e flácido como um corpo humano sem os ossos (BOIKO, 2005).

8.3 Arquétipos e Tipos de Conteúdo: Conceitos Análogos dos Domínios CMS e OpenEHR

Uma vez atingida a percepção do CMS como orientado a metadados foi possível entender arquétipos como estruturas de metadados bem como verificar que um sistema de RES pode se enquadrar nessa categoria.

O cenário acima permite a correlação entre uma estrutura de metadados, os arquétipos, e seu correspondente num sistema orientado a metadados, neste caso, os CMSs. Tal correlação entre elementos pertencentes a domínios diferentes (Figura 5), abre possibilidades para a construção de softwares de RES/PEP e ao gerenciamento de seus artefatos de conhecimento com melhor custo-benefício do que a originalmente proposta pela arquitetura OpenEHR.

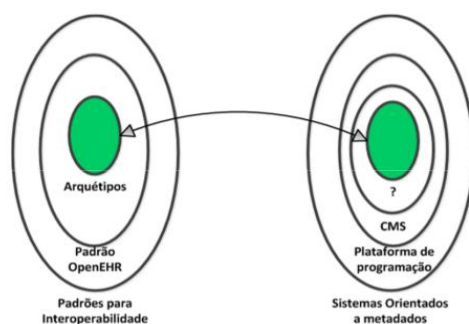


Figura 5 –Correlação entre os Elementos dos Padrões para Interoperabilidade Versus CMSs
 Fonte: Pessanha (2014)

Torna-se necessário, portanto, encontrar na arquitetura dos CMSs, o conceito cujas propriedades e funções assemelhem-se às do conceito de arquétipo. **É essencial auferir a similitude entre estes conceitos se se busca a gestão de arquétipos via CMSs.**

O conceito de conteúdo, definido por Boukar (2012), pela semelhança com a noção central de arquétipos (informação acrescida de metadados), apresenta-se como suporte para sua representação no domínio dos CMSs:

Para gerenciar conteúdo, é necessário contextualizar a informação. Na prática, conteúdo é informação enriquecida com dados. Basicamente, conteúdo é uma suíte de dados estruturados que um computador pode organizar em um sistema para sua coleção, gerenciamento e publicação.[...] É informação acrescida de uma camada de conjuntos de dados [metadados] num contexto específico (BOUKAR, 2012).

De modo análogo, Boiko (2005) define conteúdo em função de informação e metadados, reforçando a percepção da equivalência conceitual com arquétipos:

Conteúdo, portanto, é informação que se rotula com [meta]dados e reunida em coleções que um computador pode organizar, sistematizar, gerenciar e publicar. Tal sistema, um sistema gestor de conteúdo, é bem sucedido, se pode aplicar metodologias [orientadas a metadados] em seus dados sem deixar que se perca, ao longo do percurso, o interesse e significado da informação (BOIKO, 2005, p.495).

O mesmo Boiko (2005) esclarece que um sistema gestor de conteúdo pode ser visto como uma interação balanceada pelos metadados, entre as forças de entidades que o definem, como autores, tipos de conteúdo, publicações, *workflow*, entre outras. São os metadados que mantém o sistema coeso e lhe proveem sua forma. Esse alto grau de abstração dos CMSs se adéqua à característica de independência de hardwares e softwares sobre os quais se constrói o sistema. Antes, apresenta-se como um processo organizacional para alinhar, colaborativamente, forças competitivas visando reunir e fornecer conteúdos valorados.

Percebe-se assim, o papel central desempenhado pelo conceito de conteúdo nos CMSs e sua ligação com os metadados, pois metadados e tipos de conteúdo relacionam-se fortemente um com o outro. A maioria dos metadados é armazenada nos elementos dos tipos de conteúdo que são definidos. Tipos de conteúdo podem ser vistos como porções de informação ou de funcionalidades envolvidos em metadados. Fica, assim, patente a estreita similaridade entre os conceitos de tipo de conteúdo e o de arquétipos, não só em termos dos conceitos de informação e metadados, mas pelo conceito de reuso.

Feita a argumentação de como os conceitos de arquétipo e conteúdo, podem, em seus respectivos domínios, ser considerados similares, cabe, agora, verificar se tal similitude persiste no aspecto funcional que envolve os arquétipos.

A questão a ser colocada é: Se conteúdo é o similar conceitual, no domínio dos CMSs, ao conceito de arquétipos; possui o primeiro um mecanismo de instanciação análogo, que possibilite o seu *reuso* no sistema definido neste domínio? A resposta à indagação anterior pode ser respondida pelos conceitos do domínio dos CMSs denominados, **modelo de conteúdo, tipos de conteúdo e componentes de conteúdo**, cuja importância no sistema é ressaltada por Boiko (2005):

No coração de qualquer sistema gestor de conteúdos há agrupamentos de informação que são reutilizáveis em suas várias publicações. Cada um desses agrupamentos, que denomino componentes de conteúdo, origina-se de um grupo que chamo tipo de conteúdo. Dividir suas informações em tipos é o primeiro e maior passo para se tornar capaz de gerenciar a criação e distribuição de suas informações (BOIKO, 2005).

Estes três conceitos devem ser entendidos numa hierarquia de abstração em que o modelo de conteúdo se apresenta como o nível mais abstrato (análogo a um modelo de dados), e que trata estritamente sobre como a informação é armazenada. A seguir o tipo de conteúdo (análogo a classes em Orientação a Objetos), que diz respeito ao que a informação é, por fim os tipos de conteúdos (seriam como as instâncias dos tipos de conteúdo), viabilizando a criação e armazenagem dos conteúdos de diversos tipos, como uma notícia, um arquivo de mídia, um formulário, entre outros.

[...]Quando se cria e armazena conteúdos, se está criando porções de conteúdo que podem ser de vários tipos. Essas porções são denominadas componentes. Componentes são porções de conteúdo que seguem o modelo de conteúdo definido para um tipo de conteúdo particular (BOIKO, 2005).

Uma vez que se busca identificar um isomorfismo funcional entre elementos dos domínios dos CMSs e do padrão OpenEHR, o esquema conceitual e a discussão apresentados permitem confirmar, em resposta a indagação anteriormente posta, a

relação entre tipos de conteúdo e arquétipos, como também entre componentes de conteúdo e instâncias de arquétipos.

Buscando apresentar tal correlação de uma maneira mais intuitiva, Boiko utiliza uma analogia com a programação orientada a objetos que vale, tanto para o domínio OpenEHR/arquétipos quanto para CMS/conteúdos:

Como um programador de linguagens orientadas a objetos, o arquiteto de conteúdo cria classes de conteúdo (chamadas tipos de conteúdo) e instâncias de conteúdo (chamadas componentes). A classe/tipo define a estrutura geral e a instância/componente o conteúdo específico para dentro da estrutura geral do sistema (BOIKO, 2005).

Assim, tipos de conteúdo dividem as informações com as quais se necessita lidar em porções gerenciáveis e com dimensão conveniente. Para tanto, são definidos tipos de conteúdo visando estabelecer um conjunto de objetos de conteúdo que se pode criar, manter e distribuir. No CMS, o conteúdo é armazenado na forma de componentes, que são instâncias de tipos de conteúdo particulares (Figura 6).

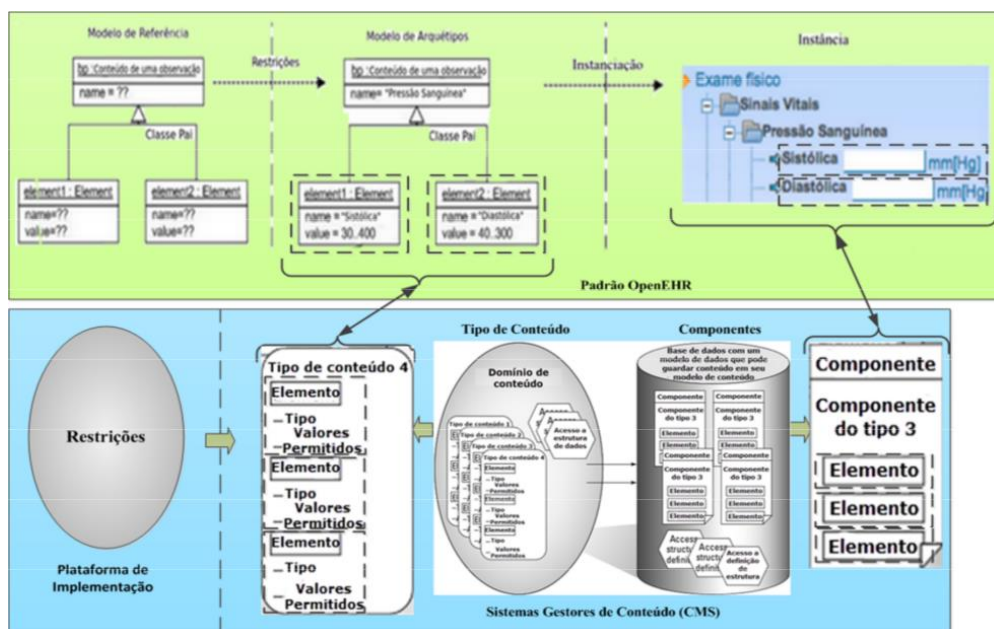


Figura 6 - Correspondência entre Arquétipos OpenEHR e Tipos de Conteúdo em CMSs

Fonte: Pessanha (2014)

8.4 Ressalvas Quanto a Representação de Arquétipos OpenEHR como Tipos de Conteúdo

Uma vez discutida, em termos conceituais, a similitude entre os conceitos de arquétipo, de tipo de conteúdo, de instância de arquétipo e de componente de conteúdo, cabe ressaltar que, apesar da garantia de que todo CMS possui um modelo de conteúdo, isso não implica

necessariamente numa facilidade imediata para se expressar e utilizar qualquer arquétipo publicado como conteúdo.

Os requisitos para a expressão das instâncias das classes do modelo de referência e do próprio(s) arquétipo(s) com o qual se deseja trabalhar devem ser confrontados com as possibilidades de modelagem de conteúdos expressa pelo modelo de conteúdo e pelo modelo de dados do CMS. Este último é construído sobre uma plataforma de desenvolvimento em particular para atender a determinados requisitos e, tais requisitos podem não ser compatíveis com aqueles necessários para a expressão de um arquétipo.

8.5 Implementando RES/PEP via Sistemas de Gestão de Conteúdos (CMS)

A possibilidade da representação de arquétipos via tipos de conteúdo em sistemas gestores de conteúdos abre possibilidades para o desenvolvimento ágil de sistemas de PEP/RES, sem a necessidade de implementá-los “a partir do zero”. Consequentemente, evita-se o dispêndio de tempo e esforço na implementação das etapas e componentes necessários à solução que siga por essa via. Além disso, expressar arquétipos como tipos de conteúdo num CMS torna mais intuitiva e menos dispendiosa a prototipagem de interfaces. Aliado à natural capacidade gestora de conteúdo dos CMSs, permite lidar com um dos problemas que, segundo Lusk (2002), mais levam a falhas em sistemas dessa natureza:

Muitos registros médicos eletrônicos falham devido a interfaces de entrada de dados não intuitivas. [...] muitos sistemas são inflexíveis e não permitem aos médicos o design de uma interface que satisfaça suas necessidades. Um bom sistema de registro médico eletrônico reúne informação de outros sistemas de informação existentes e a apresenta num formato intuitivo e consistente, agindo como uma interface universal para imagens, texto, e acesso a documentos legados (LUSK, 2002).

O mesmo autor assinala que o registro médico eletrônico ideal deve possuir uma interface intuitiva que modela os hábitos naturais dos médicos para entrada e revisão de informação. Deve ser adaptável para permitir as variações necessárias nas documentações, deve prover uma entrada fácil de informação altamente detalhada de qualquer paciente, *workflow* eficiente para documentações, reduzindo o uso de papel, bem como versionamento, recuperação, segurança, escalabilidade, robustez, geração de *logs* e de relatórios. Tais requisitos podem ser atendidos por sistemas construídos de modo mais eficiente e com melhor custo-benefício sobre plataformas do tipo CMS.

9 RESULTADOS: Sistemas Gestores de Conteúdo como *Framework* para a Implementação de Softwares de RES/PEP

Tendo-se obtido, via implementação computacional, a certeza da expressão do OpenEHR em Python (PESSANHA; BAX, 2015), analisou-se a utilização de um *framework*

sistêmico capaz de atender a etapas da construção de um software de RES/PEP no padrão OpenEHR, reduzindo o esforço da implementação tradicional.

O *framework* analisado restringiu-se aos sistemas gestores de conteúdo. Nesse esforço de análise, o que permitiu o estabelecimento da relação entre esse tipo específico de *software* e os artefatos de conhecimento do padrão OpenEHR foi o fato de arquétipos serem estruturas de metadados, enquanto que os CMSs são classificados como sistemas orientados a metadados.

A importância dos metadados para este tipo de software é crucial, pois permite organizar e padronizar as estruturas do conhecimento presentes nos domínios trabalhados como tipos de conteúdos. Os sistemas gestores de conteúdo possibilitam o uso eficiente e automatizado da informação do domínio de conhecimento através de sua representação via determinada tipologia de conteúdos.

A análise realizada, tendo o conceito de metadados como pano de fundo, possibilitou estabelecer o argumento da **similitude conceitual entre arquétipos e tipos de conteúdos**, numa ligação teórica, antes inexistente, entre o domínio dos sistemas gestores de conteúdo e dos padrões para a interoperabilidade de dados clínicos.

10 CONCLUSÕES

Uma vez verificada a similitude entre arquétipos e tipos de conteúdos, trabalhos futuros devem considerar a construção de artefatos de conhecimento, na forma de tipos de conteúdos em CMSs, confrontando os requisitos dos arquétipos OpenEHR com as possibilidades dos diferentes CMSs.

Tal resultado possibilitará a realização de provas de conceito, abrindo caminho para futuras implementações de softwares RES/PEP bem como a comparação dos resultados obtidos via o uso de frameworks de conteúdo com os obtidos através da codificação “pura”.

Implementações e provas em CMSs, como as propostas acima, tornam possível, também, a realização de testes envolvendo a utilização de padrões de design (SCHMIDT; STAL; ROHNERT; BUSCHMANN, 2000) como o MVC, acrônimo para o padrão *Model-View-Controller*, que descrevem uma solução geral reutilizável para algum problema recorrente no desenvolvimento de sistemas de software orientados a objetos, podendo ser utilizada em muitas situações diferentes.

Os CMSs, embora, a princípio, possam permitir a aplicação de padrões de design não os impõe *à priori*. Isso abre espaço para a verificação sobre possíveis ganhos de desempenho de arquétipos como tipos de conteúdo aplicando o padrão MVC. Um resultado positivo

agregaria valor ao permitir que uma solução testada, bem documentada e de conhecimento geral seja utilizada em futuros RES/PEP desenvolvidos sobre esse tipo de plataforma.

Em termos teóricos, a similitude conceitual entre arquétipos e tipos de conteúdos posiciona a temática norteadora desta pesquisa, qual seja, o uso de padrões para interoperabilidade semântica em sistemas de registro eletrônico de saúde, junto a pesquisas análogas do campo da Ciência da Informação. Mais especificamente junto a pesquisas de Gestão da Informação. Dessa forma, o desafio da interoperabilidade semântica em RES passa a ser visto e tratado também sob a ótica da teoria e das técnicas da Ciência da Informação. O que agrega valor à busca, já existente, de soluções sob a perspectiva da Ciência da Computação.

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 Customer, 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 Médica) - 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.

HAN, Y. **Digital Content Management: The Search for a Content Management System**. Library Hi Tech. v. 22. Issue 4. 2005. p. 355-365.

HIMSS. **Electronic Health Record**, 2010. Disponível em: <http://www.himss.org/ASP/topics_ehr.asp>. Acesso em: 25 jun. 2011.

HL7. **What is HL7?** Health Level Seven, 2009. Disponível em: <<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>. 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.

LUSK, R. Update on the Electronic Medical Record. **Otolaryngologic Clinics of North**

America. v. 35, p. 1223-1236. 2002.

MARCO, D. Building and Managing the Meta Data Repository: A Full Lifecycle Guide.

New York: John Willey and Sons, 2000.

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>. 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.

NADKARNI, P. Metadata-driven Software Systems in Biomedicine : Designing Systems that can adapt to Changing Knowledge. London: Springer-Verlag, 2011.

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.; BAX, M. P.. **Implementando o Prontuário Eletrônico OpenEHR em Sistemas Gestores de Conteúdo**: uma Aproximação. In: XVI Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação (XVI ENANCIB), 2015, João Pessoa. XVI ENANCIB, 2015.

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.

SCHMIDT, Douglas; STAL, Michael; ROHNERT, Hans; BUSCHMANN, Frank.. **Pattern-Oriented Software Architecture : A System of Patterns**. v. 1. New York: John Wiley & Sons, 2000.

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.