

Codificando Arquétipos em linguagem ADL com base no modelo de referência da norma ISO 13606

Marcelo R. Santos¹, Marcello Peixoto Bax¹, Christiano Peçanha¹

¹Escola de Ciência da Informação – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

{marrsantos, bax, chrispess}@eci.ufmg.br

Abstract. *Among the existing patterns of EHR interoperability, the ISO 13606 standard is an important consideration. Based on the two-level modeling approach it presents a reference model to exchange clinical data extract between EHR systems. The two-level approach has as its basic principle the distinction of a reference model (information) used to represent the generic properties of the information health record, and an archetypes model (knowledge), which are meta-data used to set constraints to specific features of the clinical data. This paper aims to present a discussion on the codification of archetypes in Archetype Definition Language (ADL), based on the reference model of ISO 13606.*

Resumo. *Dentre os padrões de interoperabilidade de sistemas de RES existentes, destaca-se o padrão ISO 13606. Baseado na modelagem em dois níveis, ele distingue um modelo de referência (informação) utilizado para representar as propriedades genéricas do registro eletrônico de informações de saúde, e um modelo de arquétipos (conhecimento), que são metadados usados para aplicar restrições a características específicas de dados clínicos. Este artigo apresenta uma discussão sobre a codificação de arquétipos baseados no modelo de referência da norma ISO 13606, utilizando a linguagem Archetype Definition Language (ADL).*

1. Introdução

A questão da adequação da modelagem em dois níveis para o sucesso dos sistemas de Registro Eletrônico de Saúde (S-RES), e a busca pela interoperabilidade semântica entre esses sistemas, têm sido temas de relevância na comunidade científica internacional de informática em saúde.

A modelagem em dois níveis, em síntese, distingue um modelo de referência (informação), usado para representar as propriedades genéricas da informação de registro de saúde, e um modelo de arquétipos (conhecimento), que são metadados usados para definir padrões para características específicas dos dados clínicos [Kalra, 2006]. Em outras palavras, os arquétipos são expressões formais de um modelo de conteúdo de domínio específico na forma de declarações de restrições estruturadas sobre um modelo de dados de referência [Beale 2007a]. Uma das linguagens mais utilizadas para a codificação de arquétipos é a

Archetype Definition Language (ADL), desenvolvida pela fundação *openEHR*¹. A ADL é uma linguagem que se baseia em modelos de restrições de entidades de domínio, ou “regras de negócio estruturadas”. Descreve restrições para dados que são instâncias de um modelo de referência qualquer. Como exemplo de padrão de interoperabilidade que usa a modelagem em dois níveis destaca-se a norma ISO 13606² [ISO 2008]. Esse padrão propõe um modelo de extrato (conjuntos de dados clínicos) que representa a informação parcial ou completa do RES de um paciente [Kalra 2006].

Em projeto recente na Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais (SES/MG³) utilizou-se o modelo de referência da norma ISO 13606 e um conjunto de arquétipos na construção de um repositório de registros eletrônicos de saúde. Estas abordagens buscaram, de forma conjunta, possibilitar a governança dos conceitos clínicos utilizados por diversas atividades no domínio da saúde, mas principalmente as atividades de atendimento médico.

Neste contexto, o artigo pretende apresentar uma discussão sobre a codificação de arquétipos em *Archetype Definition Language* (ADL), tendo como base o modelo de referência da norma ISO 13606. O artigo se estrutura apresentando na Seção 2 a abordagem de modelagem em dois níveis, na Seção 3 a norma ISO 13606, na Seção 4 a linguagem ADL, na Seção 5 a metodologia utilizada no projeto que é objeto de descrição e na Seção 6 um exemplo simplificado para fins didáticos do que seria a modelagem do conceito de Alergia utilizando arquétipos. Em seguida a Seção 7 apresenta uma discussão e a Seção 8 às conclusões.

2. Modelagem em dois níveis

A modelagem em dois níveis (*two-level modeling*) pretende promover a separação dos chamados níveis de conhecimento e informação em sistemas de informação [Beale 2002]. O modelo de informação inclui as classes de objetos e os esquemas de dados, enquanto o modelo de conhecimento acomoda os conceitos específicos do domínio, baseados em terminologias e ontologias [Michelsen, 2005]. A vantagem desta separação é a possibilidade de fazer um modelo de especialistas de domínio (modelo de conhecimento) baseado na utilização de arquétipos e a atividade dos desenvolvedores focada em um modelo de referência (modelo de informação) [Beale 2007a][Beale 2007b] [Michelsen 2005].

O modelo de referência é estável e constitui o primeiro nível de modelagem, enquanto as definições formais do conteúdo clínico na forma de arquétipos constituem o segundo nível de modelagem. Esse tipo de abordagem reduz significativamente a dependência de manutenção dos sistemas implantados em função de dados com conteúdo variável [Beale 2007c].

¹ O modelo openEHR é uma especificação aberta para sistemas de RES, originada dos resultados do projeto GEHR da comunidade Européia na década de 90 (cf. <http://www.openehr.org>).

² A norma ISO 13606 é um padrão internacional publicado pela ISO que especifica o modelo de informação e vocabulários necessários para a interoperabilidade de sistemas de RES (cf. <http://www.en13606.eu>)

³ Secretaria de Estado da Saúde de Minas Gerais (cf. <http://www.saude.mg.gov.br>)

Os arquétipos especificam hierarquias válidas das classes do modelo de referência componentes de um registro, definindo ou restringindo seus nomes e outros valores de atributos relevantes, opcionalidade e multiplicidade em qualquer ponto da hierarquia, os tipos de dados e intervalos de valores que os elementos de dados podem assumir [Kalra, 2006]. Em geral, são definidos visando uma ampla utilização, entretanto, eles podem ser especializados para incluir particularidades locais e podem acomodar quaisquer idiomas e terminologias [Beale 2007a]. As instâncias de arquétipos são validadas por um modelo formal, conhecido como modelo de arquétipos.

3. Norma ISO 13606

A norma ISO 13606 foi desenvolvida pelo Comitê Técnico ISO/TC 215, Informática em Saúde, e concebida a partir de experiência prática obtida durante a implementação do pré-padrão precursor europeu, ENV 13606. Propõe um modelo de referência simplificado e inspirado no modelo de referência proposto pelo padrão *openEHR*. Baseada na abordagem de modelagem em dois níveis, define uma arquitetura da informação para comunicar parte ou todo o registro eletrônico de saúde de um paciente, preservando o significado clínico original; bem como a confidencialidade dos dados [Kalra 2006].

Seu modelo de referência representa as características globais de componentes de um RES, como eles são agregados, e o requerido contexto de informação para reunir os requisitos éticos, legais e de originalidade necessários. Define várias classes genéricas, sendo as mais importantes [ISO 2008]:

- ✓ *EHR_EXTRACT* – o próprio registro eletrônico de saúde de uma pessoa;
- ✓ *FOLDER* – organização em pastas das informações de um RES;
- ✓ *COMPOSITION* – seção de cuidado clínico, encontro ou documento;
- ✓ *SECTIONS* – títulos clínicos refletindo o fluxo de trabalho ou processo de consulta;
- ✓ *ENTRY* – declarações clínicas sobre “observações”, “avaliações” etc.;
- ✓ *CLUSTER* – estruturas de dados complexos compostos de múltiplas partes;
- ✓ *ELEMENT* – último nível de estrutura onde se encontram os valores de dados.

4. Archetype Definition Language - ADL

A Linguagem de Definição de Arquétipos (ADL) é uma linguagem formal para serialização de arquétipos, que se baseia em modelos de restrições de entidades de domínio, ou “regras de negócio estruturadas”. Descreve restrições para dados que são instâncias de um modelo de referência e pode ser utilizada em qualquer domínio onde existem modelos de objetos formais que descrevem instâncias de dados. Utiliza-se de três diferentes sintaxes: Data ADL (dADL) - modo de definição de dados, Constraint ADL (cADL) - modo de restrições, e a First-Order Predicate Logic (FOPL) – versão de lógica de predicados de primeira ordem [Beale 2007b].

O dADL serve para expressar instâncias de dados baseados em um modelo de informação, e sua estrutura é legível para humanos e computadores. As seções do código ADL: *language e translation, description, terminologies_available, term_definitions,*

constraint_definitions, *term_binding* e *constraint_binding* utilizam esta sintaxe. Um documento dADL pode trabalhar com um ou mais objetos de um mesmo modelo de objetos e todos os seus identificadores são oriundos de um modelo de referência (informação). Dois tipos de identificadores são utilizados: nomes de tipos e nomes de atributos.

O cADL é uma sintaxe que aplica restrições sobre os dados definidos por modelos de informação orientados a objetos. Pode ser utilizado em tempo de desenvolvimento, por autores e ferramentas, e em tempo de execução por algoritmos computacionais para validação de instâncias de dados. Dentre suas palavras reservadas destacam-se: *matches* que define uma relação pertinência; *occurrences* que indica o número de instâncias possíveis de um atributo; *existence* que indica a opcionalidade de um atributo; *cardinality* que define se o atributo é um *container* e as palavras *ordered*, *unordered* e *unique* que definem o tipo de agrupamento lógico usado no *container*. Expressões regulares podem ser incorporadas para validação de *strings*.

O FOPL é uma linguagem de lógica de predicados de primeira ordem que vem inserida em cláusulas na seção *Definition* e seção *Invariant*. Utiliza-se principalmente de operadores de comparação e igualdade.

Em síntese, um código ADL apresenta as seguintes seções básicas na estrutura do código [Beale 2007b]:

- ✓ *Header* – esta seção descreve a identificação do arquétipo e do respectivo conceito em foco, especialização, linguagem original, possíveis traduções, dados de autoria, informações que descrevem o arquétipo e que poderiam ser utilizadas para recuperação em um repositório. Subseções: *archetype*, *specialise*, *concept*, *language*, *translation* e *description*;
- ✓ *Definition* - onde são definidas as restrições para os objetos e atributos considerados no arquétipo. As restrições são escritas em cADL;
- ✓ *Invariant* - define declarações de lógica de primeira ordem utilizadas para restrições que não são possíveis de criar dentro das estruturas de bloco da seção *definition*, muitas vezes *constraints* que contem fórmulas matemáticas ou lógicas. Os objetos e propriedades são referenciados através de paths. Deve ser escrita em FOPL;
- ✓ *Ontology* – onde os códigos que representam os objetos (*nodes*), *constraints* e *links* para terminologias são definidos. Subseções: *terminologies_available*, *term_definitions*, *constraint_definitions*, *term_binding* e *constraint_binding*. É codificada em dADL;
- ✓ *Revision_history* – é opcional e mostra o histórico de alterações ocorridas no arquétipo em questão. É codificada em dADL.

5. Metodologia

Este estudo foi realizado como uma das atividades do projeto de construção do repositório central do S-RES da SES/MG, que teve início em janeiro de 2009 e alcançou resultados significativos em termos de arquitetura e construção de arquétipos. A arquitetura deste projeto foi construída assumindo o modelo de referência da norma ISO 13606, que foi

utilizado como alicerce para a construção dos arquétipos. O processo completo de concepção dos arquétipos durou em torno de 10 meses. Maiores informações sobre o projeto, arquitetura e modelagem de arquétipos podem ser obtidas em [Santos 2010a][Santos 2010b].

A estratégia de condução do estudo apresentado neste artigo, foi então escolher um dos conceitos do Sumário Clínico do Paciente da SES/MG, realizar a codificação deste conceito em ADL e apresentar os resultados da codificação. Para melhor exemplificar a codificação, e por didática, foi escolhido como exemplo nesse artigo um conceito que incluía o uso de *CLUSTERS* e referência a terminologia externa. Optou-se por codificar o conceito “Alergias”.

A codificação foi baseada no modelo de referência da norma ISO 13606. A escolha de um editor de arquétipos recaiu sobre o editor *linkEHR*⁴, em função do mesmo trabalhar com o modelo de referência da ISO 13606.

6. Descrição do Conceito “Alergias”

O conceito alergias, segundo definição da SES/MG, é formado por dois elementos de dados: “classificação da alergia” e “observações”. Esses elementos de dados são complementares e multivalorados, ou seja, o paciente pode apresentar vários tipos de alergias e, para cada tipo de alergia, pode haver uma observação que complementa a informação clínica.

O elemento de dado “classificação da alergia” descreve o metadado para um código de tipo alergia, numérico, cujo domínio é definido por uma terminologia médica⁵ específica disponível em <http://terminologias.exemplo.br/alergias.xml>⁶. O segundo elemento de dado, “observações”, é um texto livre (tipo *string*) que pode receber até 300 caracteres. Como os dois elementos de dados não podem ser dissociados e são multivalorados, *CLUSTERS* são utilizados para garantir a semântica das instâncias. Neste caso, de acordo com o modelo de referência da norma ISO 13606, dois objetos *CLUSTER* são necessários. Um primeiro objeto do tipo *CLUSTER* (“*list*”) para receber as linhas da tabela, e um segundo objeto *CLUSTER* (“*table*”) para receber as duas colunas da tabela. A Figura 1 apresenta uma estrutura de árvore para este arquétipo.

⁴ LinkEHR foi desenvolvido pelo Grupo de Informática Biomédica na Universidade Técnica de Valência, Espanha (cf. <http://www.linkEHR.com>)

⁵ A terminologia em questão é descrita nos editais publicados sobre o projeto de RES de Minas Gerais (cf. <http://www.licitacoes.prodemge.gov.br/mprocesso.asp?anoproc=2009&numproc=002&tipproc=AP>)

⁶ URL ilustrativa.

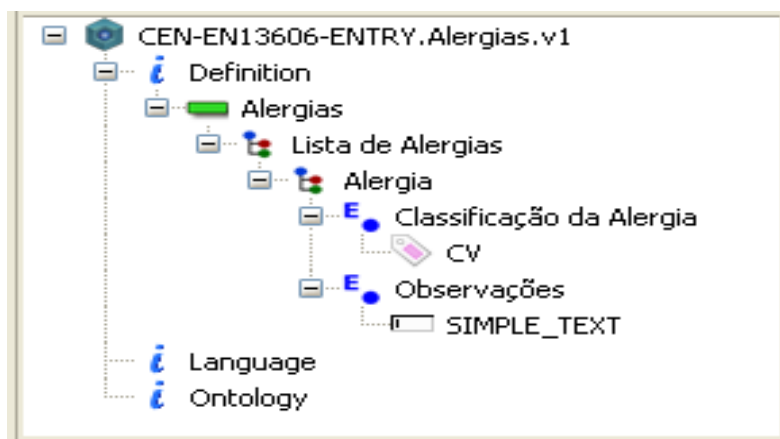


Figura 1 – Estrutura de árvore do arquétipo Alergias⁷

Conforme apresentado na Figura 1, a modelagem para este exemplo prevê a criação de um arquétipo de *ENTRY* denominado CEN-EN13606-ENTRY.Alergias.v1, que conterá um objeto *CLUSTER* chamado “Lista de Alergias” e outro chamado “Alergia”. Esse último contendo dois *ELEMENTs*: “Classificação da Alergia” e “Observações”.

Para a apresentação deste exemplo, optou-se pela divisão do mesmo em três seções: Seção de cabeçalho (identificação e descrição); Seção de definição; Seção de ontologia. A seguir apresenta-se o detalhamento do código ADL referente a cada uma destas seções mencionadas.

6.1 Seções de cabeçalho (identificação e descrição do arquétipo)

Esta parte do código ADL apresenta as seções *archetype*, *concept*, *language* e *description*. A seção é bastante intuitiva e apenas informa sobre a identificação do arquétipo, se é uma especialização de outro arquétipo, sua linguagem original, dados de autoria, ciclo de vida, propósito e uso intencionado. A Figura 2 apresenta o código ADL correspondente a esta parte do código.

001	Archetype (adl_version=1.4)
002	CEN-EN13606-ENTRY.Alergias.v1
003	concept
004	[at0000]
005	language
006	original_language = <[ISO_639-1::pt-br]>
007	description
008	original_author = <
009	["date"] = <"20100113">
010	["name"] = <"Marcelo Rodrigues dos Santos">
011	["organisation"] = <"Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais">
012	>
013	lifecycle_state = <"Draft">
014	details = <

⁷ A estrutura de árvore foi criada com o editor linkEHR.

```

015 ["pt-br"] = <
016 language = <[ISO_639-1::pt-br]>
017 purpose = <"Este arquétipo define a semântica dos elementos de dados do ENTRY Alergias.">
018 keywords = <"Alergias">
019 copyright = <"Secretaria de Saúde de Minas Gerais">
020 use = <"Arquétipos descritivos do repositório central – SES/MG - versão 1.0">
021 >
022 >

```

Figura 2 – Primeira parte do exemplo de código ADL

6.2 Seção de definição

Nesta seção são apresentadas as principais restrições formais do arquétipo, escritas em linguagem cADL (*constraints* ADL). Parte de código ADL referente a esta seção pode ser vista na Figura 3. Essa figura explicita as restrições em código cADL, necessárias à formação da estrutura de árvore do arquétipo Alergias, tal como apresentada na Figura 1.

```

024 Definition
025 ENTRY[at0000] occurrences matches {1..1} matches { -- Alergias
026 items existence matches {0..1} cardinality matches {1..1; unordered; unique} matches {
027 CLUSTER[at0001] occurrences matches {1..1} matches { -- Lista de Alergias
028 parts existence matches {0..1} cardinality matches {1..*; unordered; unique} matches {
029 CLUSTER[at0004] occurrences matches {1..1} matches { -- Alergia
030 parts existence matches {0..1} cardinality matches {1..2; ordered; unique} matches {
031 ELEMENT[at0011] occurrences matches {0..1} matches { -- Classificação da Alergia
032 value matches {
033 CV[at0023] occurrences matches {1..1} matches { -- CV
034 codeValue matches {[ac0001]}
035 codingscheme matches {"2.16.840.1.113883.13.88"}
036 codingSchemeName matches ["ALERGIAS"]
037 }
038 }
039 }
040 ELEMENT[at0014] occurrences matches {0..1} matches { -- Observações
041 value matches {
042 SIMPLE_TEXT[at0024] occurrences matches {1..1} matches { -- SIMPLE_TEXT
043 originalText matches {/.{,300}/}
044 }
045 }
046 }
047 }
048 structure_type matches {
049 CS[at0013] occurrences matches {1..1} matches { --
050 codeValue matches {"STRC01"}
051 codingSchemeName matches {"CEN/TC251/EN13606-3:STRUCTURE_TYPE"}
052 }
053 }
054 }
055 }
056 structure_type matches {
057 CS[at0003] occurrences matches {1..1} matches { --
058 codeValue matches {"STRC02"}
059 codingSchemeName matches {"CEN/TC251/EN13606-3:STRUCTURE_TYPE"}
060 }
061 }
062 }
063 }
064 }

```

Figura 3 – Segunda parte do exemplo de código ADL

Cada objeto é identificado por um código próprio. O objeto *ENTRY*, por exemplo é

identificado por at0000, na linha 25. As assertivas “*occurrences matches {1..1}*” restringem sua estrutura, para que o mesmo esteja necessariamente presente nas instâncias geradas.

O atributo *Items*, linha 26, é uma associação entre as classes *ENTRY* e *ITEM*⁸. Trata-se de um atributo do tipo *container*. As assertivas “*existence matches {0..1}*” indicam que o atributo *items* neste caso é opcional. O caso vazio poderia indicar em conjunto com outros atributos do Modelo de Referência uma transação de exclusão do *ENTRY*. A assertiva “*cardinality matches {1..1}*” indica que apesar do atributo ser um *container* não poderia receber mais que uma instância do objeto *CLUSTER*.

As assertivas “*cardinality matches {1..*; unordered; unique}*” indicam que o atributo *parts*, linha 28, é um *container* que deve ter no mínimo uma instância ou ilimitadas instâncias do objeto *CLUSTER*. Ou seja, uma estrutura tipo “*bag*” não ordenado e com instâncias que não se repetem. As linhas 29 e 30 repetem a lógica mencionada, com uma alteração da assertiva “*cardinality matches {1..2; ordered; unique}*” que indica um atributo *container* que deve ter no mínimo uma e no máximo duas instâncias do objeto *CLUSTER*. Neste caso, uma estrutura do tipo “*lista*” ordenada e com instâncias que não se repetem.

O objeto *ELEMENT* é definido na linha 31 e recebe o código at0011. Na linha 33 o objeto CV (*datatype*) é tratado como obrigatório. Na linha 34, o seu atributo *codevalue* está relacionado com o código de *constraint* ac0001. Este código é definido na seção “*ontology/constraint_binding*”. O atributo *codingscheme*, linha 35, define o código OID⁹ da terminologia em utilização. O atributo *codingschemename*, linha 36, define o nome da terminologia (neste caso, uma referência interna ao arquétipo). O atributo recebe a *string* “*ALERGIAS*”. Essa *string* é referenciada na linha 116, para a definição do local onde o domínio da *constraint* ac0001 pode ser encontrado.

6.3 Seção de ontologia

Nesta seção são descritos em dADL (*data ADL*) os códigos dos objetos presentes no arquétipo, traduções, restrições sobre os termos e referências feitas a terminologias. A linguagem ADL separa descrições e terminologias (dADL) do código de restrição (cADL) visando facilitar a manutenção do arquétipo. Parte do código ADL referente a esta seção pode ser vista na Figura 4.

065	Ontology
066	terminologies_available = <"ALERGIAS", ...>
067	term_definitions = <
068	["pt-br"] = <
069	items = <
070	["at0000"] = <
071	text = <"Alergias">
072	description = <"Alergias">

⁸ Ver a classe *ITEM* no modelo de referência da norma ISO 13606 [ISO 13606 2008].

⁹ O HL7 Brasil é a entidade certificadora de números OID (Object ID) para área de Informática em Saúde para o Brasil (cf. <http://www.hl7.org/oid/menu.cfm>)


```

073      >
....    ...
....    ...
101    constraint_definitions = <
102      ["pt-br"] = <
103        items = <
104          ["ac0001"] = <
105            text = <"Classificação de Alergias da SES/MG">
106            description = <"Classificação de Alergias pertencente a versão 1.0 da B-RES. Janeiro de 2010">
107          >
108        >
109      >
110    >
111    term_binding = <
112    >
113    constraint_binding = <
114      ["ALERGIAS"] = <
115        items = <
116          ["ac0001"] = <http://terminologias.prodemge.gov.br/alergiasSESMG.xml>
117        >
118      >
119    >
120  >

```

Figura 4 – Terceira parte do exemplo de código ADL

A assertiva *terminologies_available* define as terminologias utilizadas no arquétipo. A assertiva *term_definitions* descreve todos os códigos de termos [atxxxx] utilizados no arquétipo. Os códigos são indexados considerando-se o idioma, neste caso ["pt-br"], o que permite um arquétipo multilíngüe. As assertivas *constraint_definitions* possibilitam o detalhamento de todos os códigos de *constraints* utilizados no arquétipo. Apesar de vazia neste exemplo, a parte de *term_binding* é utilizada para definir as terminologias descritivas que explicam a semântica dos termos internos utilizados no arquétipo. Por fim, a parte de *constraint_binding* define as terminologias externas que são relacionadas com cada código de *constraint* e o local onde as mesmas estão disponíveis.

7. Discussão

Como apresentado nas Figuras 3, 4 e 5, a linguagem ADL possui uma sintaxe simples e fácil de ser assimilada por desenvolvedores. Consegue representar com clareza restrições aplicadas ao modelo de referência. O arquétipo do conceito “Alergias” foi representado pela classe *Entry* do modelo de referência. Da mesma forma, o dado “Classificação de alergias” foi representado pelas classes *Cluster* e *Element*, e o dado “observações” pela classe *Element*.

Em síntese, o arquétipo foi usado para restringir as estruturas válidas de instâncias dessas classes representando os conceitos de domínio desejados [Beale 2007a]. As assertivas *existence*, *occurrences* e *cardinality* possibilitaram flexibilidade de representação das relações entre os objetos e atributos do modelo de referência. Em consequência tem-se a correta representação do conhecimento implícito no conceito “Alergias”. Por fim, o conjunto de seções propostas pela linguagem ADL mostrou-se satisfatório para a representação das restrições aplicadas ao modelo de referência em estudo. Tais representações podem ser interpretadas tanto por humanos quanto por computadores.

8. Conclusão

O artigo apresentou uma discussão sobre o uso da técnica de modelagem por arquétipos e a técnica de modelagem em dois níveis, propostas originalmente por [Beale 2002]. A partir do caso de S-RES da SES/MG, descreveu o conceito “Alergias”. Na sequência, baseado na utilização do modelo de referência da norma ISO 13606, desenvolveu o arquétipo de *ENTRY* (classe genérica do modelo de referência) para o referido conceito. A partir deste arquétipo desenvolvido, foram explicitadas as principais assertivas da linguagem ADL.

O exemplo apresentado no artigo ilustrou o poder de representação do conhecimento da linguagem ADL, além de sua adequação com a abordagem de modelagem em dois níveis. O uso da linguagem ADL permitiu a restrição das classes genéricas do modelo de referência da norma ISO 13606, através de estruturas de instâncias válidas (arquétipo). Apesar de não ter sido demonstrado diretamente, pode-se inferir que seria possível através do código ADL analisado, gerar instâncias válidas segundo a estrutura do modelo referência, atendendo as restrições específicas do conceito intencionado.

9. Referências

- Beale, T. Archetypes: Constraint-based Domain Models for Future-proof Information Systems. OOPSLA 2002 workshop on behavioural semantics, 2002.
- Beale T; Heard S. Archetype definitions and principles. Rev. 0.5. The OpenEHR Foundation, 2007a.
- Beale T; Heard S. Archetype Definition Language 1.4. Rev. 1.4.0. The OpenEHR Foundation, 2007b.
- Beale T; Heard S. Architecture Overview. Rev. 1.1. The OpenEHR Foundation, 2007c.
- Kalra, Dipak. Electronic Health Record Standards. IMIA, 2006.
- ISO/TC251 13606 Health informatics - Electronic record communication - Part 1: Reference Model e Part 2: Archetype interchange. ISO, 2008.
- Michelsen, Line; Pedersen, Signe S.; Tilma, Helene B.; Andersen, Stig K. Comparing different approaches to *Two-level* modeling of Electronic Health Records. European Federation for Medical Informatics - IOS Press, 2005.
- Santos, Marcelo R.; Bax, Marcello P.; Kalra, Dipak. Building a Logical EHR architecture based on ISO 13606 standard and Semantic Web Technologies. MEDINFO - África do Sul, 2010
- Santos, Marcelo R.; Bax, Marcello P. Modelagem de arquétipos para a construção de um repositório central de sistemas de RES federado. CBIS, 2010 (No Prelo).