

Uma API baseada em arquétipos para promover interoperabilidade para o serviço de suporte ao diagnóstico e estadiamento da DRC

Janyelson Victor Lacerda de Oliveira



CENTRO DE INFORMÁTICA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

João Pessoa, 2018

Janyelson Victor Lacerda de Oliveira

Uma API baseada em arquétipos para promover interoperabilidade para o serviço de suporte ao diagnóstico e estadiamento da DRC

Monografia apresentada ao curso Ciência da Computação do Centro de Informática, da Universidade Federal da Paraíba, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Natasha Correia Queiroz Lino.

Novembro de 2018

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

O48a Oliveira, Janyelson Victor Lacerda de.

Uma API baseada em arquétipos para promover interoperabilidade para o serviço ao diagnóstico e estadiamento da DRC / Janyelson Victor Lacerda de Oliveira. - João Pessoa, 2018.
60 f. : il.

Monografia (Graduação) - UFPB/CI.

1. Arquétipos. 2. Informática na Saúde. 3. Nefrologia.
4. Ontologia. 5. Interoperabilidade. I. Título

UFPB/BC



CENTRO DE INFORMÁTICA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 06 dias do mês de **Novembro** de **2018**, às **10** horas, em sessão pública na sala **Laboratório LIAA** do Campus I da Universidade Federal da Paraíba, na presença da banca examinadora presidida pelo professor(a) orientador **Natasha Correia Queiroz Lino** e pelos professores **Gustavo Henrique Matos Bezerra Motta** e **Clairton de Albuquerque Siebra**, o(a) aluno(a) **Janyelson Victor Lacerda de Oliveira**, apresentou o trabalho de conclusão de curso intitulado: **Uma API baseada em arquétipos para promover interoperabilidade para o serviço de suporte ao diagnóstico e estadiamento da DRC** como requisito curricular indispensável para a integralização do Curso de **Ciência da Computação**.

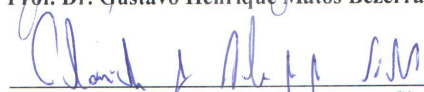
Após a exposição oral, o(a) candidato(a) foi arguido(a) pelos componentes da banca que reuniram-se reservadamente, e decidiram, Aprovar a monografia, com nota 9,5. Divulgando o resultado formalmente ao aluno e demais presentes, eu, na qualidade de Presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais examinadores e pelo aluno.



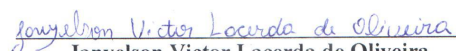
Prof. Dr. Natasha Correia Queiroz Lino



Prof. Dr. Gustavo Henrique Matos Bezerra Motta



Prof. Dr. Clairton de Albuquerque Siebra



Janyelson Victor Lacerda de Oliveira

Centro de Informática, Universidade Federal da Paraíba
Rua dos Escoteiros, Mangabeira VII, João Pessoa, Paraíba, Brasil CEP: 58058-600
Fone: +55 (83) 3216 7093 / Fax: +55 (83) 3216 7117

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais pelo incentivo e apoio durante essa etapa da minha vida, a minha orientadora pela orientação e confiança na realização deste trabalho e todos aqueles que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

Neste trabalho foi realizado o desenvolvimento de uma API com a capacidade de promover interoperabilidade entre um sistema de suporte ao diagnóstico e estadiamento da DRC com outros sistemas ou profissionais da saúde que queiram utilizar os serviços providos por esse sistema. Essa API foi desenvolvida devido ao problema de comunicação relacionado com a falta de padronização dos dados clínicos utilizados no processo de diagnóstico e estadiamento da DRC. Para promover interoperabilidade, a API foi desenvolvida baseada em arquétipos, onde foi possível especificar o formato de cada dado clínico necessário (tipos de dados, nomenclatura, etc.). Então, quaisquer sistemas que queiram utilizar o serviço disponibilizado pelo sistema de suporte ao diagnóstico e estadiamento da DRC precisa traduzir ou exportar suas informações médicas para o formato especificado pelo conjunto arquétipos que formam a API. E, por último, essas informações médicas serão mapeadas para instância de dados no formato OWL, que é o formato trabalhado pelo sistema, podendo assim, o serviço de Suporte à Decisão Clínica para o diagnóstico e estadiamento da DRC, baseado em Representação do Conhecimento e Raciocínio Automático.

Palavras-chave: Arquétipos, Informática em Saúde, Nefrologia, Ontologia, Interoperabilidade.

ABSTRACT

This work was the development of an API with a capability of promoting interoperability between a system of diagnosis and staging of DRC with other systems or professionals of health that want to use the services provided by this system. This API was developed for the communication problem related to the lack of standardization of clinical data used in the process of diagnosis and staging of CKD. To promote interoperability, the API was developed based on archetypes, where it was possible to specify the format of each clinical data needed (data types, names, etc.). So any systems that want to use the service provided by DRC's diagnostic and staging support system need to translate or export their medical information to the format specified by the set archetypes set archetypes that form the API. And finally, this medical information will be mapped to the OWL format data instance, which is the format worked by the system, and thus, the Service of Support to the Clinical Decision of Diagnosis and Staging of the DRC, based on the Representation of Knowledge and Automatic Reasoning.

Key-words: Archetypes, Health Informatics, Nephrology, Ontology, Interoperability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de arquétipos da ADL 1.4.....	21
Figura 2. Modelo em 2 níveis.....	23
Figura 3. Passos Metodológicos.....	31
Figura 4. Estrutura do arquétipo “dados do paciente” em RTF.....	36
Figura 5. Estrutura do arquétipo “creatinina sérica” em RTF.....	37
Figura 6. Estrutura do arquétipo “equ e as urina tipo 1” em RTF.....	38
Figura 7. Estrutura do arquétipo “Nível de albuminúria” em RTF.....	39
Figura 8. Estrutura do arquétipo “TFG” em RTF.....	40
Figura 10. Mindmap do arquétipo “Alteração da Imagem”.....	41
Figura 11. Processo de criar e validar dados clínicos. Fonte: Autoria Própria.....	42
Figura 12. Mapear creatinina serica.....	43
Figura 13. Arquétipos clínicos para a DRC.....	44
Figura 14. Caso clínico 1 - Individual para Categoria RAC e TFG na OntoDRC.....	45
Figura 15. Caso clínico 1 - Individual para Alteração da imagem na OntoDRC.....	45
Figura 16. Caso clínico 1 - <i>Individuals</i> visualizados com Protégé.....	46
Figura 17. Caso clínico 2 - Individual para os dados do paciente na OntoDRC.....	46
Figura 18. Caso clínico 2 - <i>Individuals</i> visualizados com Protégé.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Exemplos de Aplicações de Arquétipos.....	29
Tabela 2. Critério para diagnosticar paciente com DRC.	34
Tabela 3. Classificação da DRC.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS

RES	–	Registros Eletrônicos de Saúde
DRC	–	Doença Renal Crônica
API	–	<i>Application Programming Interface</i>
IA	–	Inteligência Artificial
OpenEHR	–	Padrão aberto de gerenciamento de RES
ADL	–	<i>Archetype Definition Language</i>
FOPL	–	<i>First-order Predicate Logic</i>
cADL	–	Linguagem de definição de restrições em arquétipos
dADL	–	Linguagem para descrição em arquétipos
SIS	–	Sistema de Informação da Saúde
TIC	–	Tecnologias de Informação e Conhecimento
RFG	–	Ritmo de Filtração Glomerular
IRC	–	Insuficiência Renal Crônica
CMS	–	<i>Content Management System</i>
OWL	–	<i>Ontology Web Language</i>
SWRL	–	<i>Semantic Web Rule Language</i>
GDL	–	<i>Guideline Definition Language</i>
RTF	–	<i>Rich Text Format</i>
XML	–	<i>Extensible Markup Language</i>
HTML	–	<i>Hypertext Markup Language</i>
RAC	–	Relação Albumina Creatinina
TFG	–	Taxa de Filtração Glomerular

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Contextualização.....	13
1.2 Motivação.....	14
1.2.1 Objetivo geral.....	15
1.2.2 Objetivos específicos.....	15
1.3 Estrutura da monografia.....	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1 Informática na Saúde.....	17
2.1.1 Doença Renal Crônica.....	18
2.1.2 Modelos de Referência.....	18
2.1.3 Arquétipos.....	20
2.1.4 Templates.....	22
2.1.5 Modelo em 2 níveis.....	22
2.2 Representação de Conhecimento e Raciocínio.....	24
2.2.1 Ontology Web Language.....	25
3 TRABALHOS RELACIONADOS.....	26
3.1 Problemas relacionados ao uso de Arquétipos.....	26
3.2 Aplicações de Arquétipos.....	27
4 METODOLOGIA.....	30
4.1 Passos Metodológicos.....	30
4.2 Ferramentas.....	32
4.3 Identificar informações das diretrizes clínicas da DRC.....	33
4.3.1 Diagnóstico.....	33
4.3.2 Estadiamento e Risco.....	34
4.4 Construção dos Arquétipos.....	35
4.4.1 Dados do paciente.....	36
4.4.2 Exames.....	37
4.4.3 TFG 39	
4.4.4 Outros Problemas.....	40
4.4.5 Alteração de Imagem.....	41
4.5 Instanciar e Validar Dados Clínicos com Arquétipos.....	41
4.6 Mapeamento dos Dados para OWL.....	42
5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	44
6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	48

REFERÊNCIAS.....	50
APÊNDICE A – MANUAL DE USUÁRIO.....	53

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Com o aumento da produção de informações sobre diretrizes clínicas e prontuários médicos, e da procura pelo acesso à esses dados pelos profissionais de saúde, surgiu a necessidade de armazenar esses dados por meio digital. Com isso, a estratégia de usar os registros eletrônicos da saúde (RES) passou a ser a mais utilizada. Os RES servem para armazenamento de informações sobre diretrizes clínicas, isto é, informações sobre os processos médicos para atendimento a pacientes, além de informações históricas sobre o atendimento, de forma digital (KALRA; INGRAM, 2006; WOLLERSHEIM; SARI; RAHAYU, 2009).

Os RES possuem as seguintes características que permitem vantagens em relação a forma de armazenamento antiga: centrado no paciente, tem foco nas informações a respeito do paciente; longitudinal, capaz de armazenar informações de toda a vida do paciente; compreensivo, armazenar informações de qualquer tipo de evento; e prospectivo, pois pode armazenar instruções além de outras informações como objetivos, planos, avaliações e pedidos (GARDE et al, 2007).

Os sistemas de suporte à decisão médica oferecem funcionalidades nas quais ajudam os profissionais da saúde a tomarem decisões clínicas (e.g. diagnóstico de uma doença). Esses sistemas utilizam os RES para prover suas funcionalidades, pois é a partir dos RES em que os sistemas de suporte à decisão consegue acessar as informações médicas a respeito dos pacientes e do protocolo a ser seguido para a tomada de decisão (MARCOS et al, 2013). Além disso, como as informações passaram a ser armazenadas por meio digital, passou a existir uma maior preocupação com a segurança desses dados e, também, houve um aumento na dificuldade como os dados são representados visto que as informações médicas, desde a implantação dos sistemas RES, ficaram mais complexas e com maior quantidade de dados e, por isso, foi preciso melhorar a arquitetura de dados (KALRA; INGRAM, 2006).

1.2 Motivação

A estratégia de utilizar os RES trouxe fácil acesso as informações do paciente pelos usuários autorizados, onde essas informações estariam distribuídas entre vários sites com diferentes formatos (KALRA; INGRAM, 2006). Atualmente, existem vários sistemas que oferecem suporte à decisão clínica e, portanto, também existem vários RES com formatos diferentes, onde cada um desses sistemas de suporte à decisão pode oferecer diferentes funcionalidades de acordo com o domínio abordado (por exemplo, doença renal crônica). No entanto, devido a essa heterogeneidade dos dados clínicos, surgiu o problema na comunicação entre sistemas clínicos, pois cada um deles pode utilizar RES com diferentes terminologias de conhecimento, modelagem de dados, *schemas*, nível de detalhamento (MARCOS et al, 2013; MARTÍNEZ-COSTA et al, 2009), isto é, se um sistema quiser utilizar serviços de outro sistema de suporte à decisão, então, os dados utilizados precisam estar no mesmo formato e utilizar as mesmas terminologias de conhecimento, ou seja, os dados precisam estar compatíveis.

Uma solução para interoperabilidade entre sistemas heterogêneos é a formalização das informações médicas com arquétipos. Os arquétipos clínicos, ou arquétipos utilizados no domínio médico, permite a padronização dos dados clínicos transferidos entre sistemas heterogêneos, e seja computável e promova interoperabilidade (LEZCANO; SICILIA; RODRÍGUEZ-SOLANO, 2011). Com isso, arquétipos podem ser utilizados para que sistemas possam utilizar serviços de outros sistemas através da formalização dos dados transferidos requeridos pelo serviço.

A Doença Renal Crônica (DRC) é um problema de saúde já considerado mundialmente, visto que vem aumentando a frequência de casos de pacientes essa doença. Essa doença é tratável apenas, mas pode ter a sua progressão prevenida caso o paciente seja diagnosticado com a doença previamente. No entanto, a DRC não é tratada e subdiagnosticada de forma correta e, por conseguinte, não é possível a sua prevenção. Além disso, caso não tratado corretamente, a DRC pode levar o paciente a uma série de complicações, podendo até chegar à óbito (BASTOS; BREGMAN; KIRSZTAJN, 2010).

O sistema de apoio ao diagnóstico e estadiamento da DRC pode ajudar na prevenção e/ou tratamento da doença. Esse sistema foi desenvolvido baseado no paradigma *Knowledge-as-a-Service* e utiliza ontologia OWL para compartilhamento de conhecimento relacionando a diretrizes clínicas da DRC, ajudando os profissionais da saúde na decisão do diagnóstico e estadiamento da DRC (BARRETO, 2018).

Contudo, para qualquer sistema que queira utilizar o serviço de apoio clínico disponibilizado pelo sistema citado, precisa conhecer qual formato utilizado por esse sistema e mapear os dados clínicos requeridos para esse formato. Ou seja, existe o problema de comunicação ocasionada pela falta de formalização dos dados clínicos utilizados na comunicação, isto é, não existe interoperabilidade entre o sistema de apoio ao diagnóstico e estadiamento da DRC com outros sistemas clínicos.

Devido a esse problema, esta pesquisa propõem a formalização entre as informações, utilizando arquétipos clínicos. Quaisquer sistemas que queiram utilizar o serviço de suporte ao diagnóstico e estadiamento da DRC precisa traduzir suas informações médicas para o formato de arquétipos, para que essas informações sejam utilizadas no serviço.

1.2.1 Objetivo geral

Como objetivo geral, esta pesquisa propõem uma *Application Programming Interface* (API) para permitir interoperabilidade entre entidades detentoras de prontuários de pacientes e um serviço baseado em representação do conhecimento e raciocínio automático, para o diagnóstico e estadiamento da DRC. Ajudando aos profissionais da saúde a tomarem decisão em relação ao diagnóstico e/ou estadiamento de um paciente em relação a DRC.

1.2.2 Objetivos específicos

A seguir estão os objetivos específicos listados em ordem para o estudo e desenvolvimento da API mencionada:

1. Identificar as informações clínicas necessários para representar informações relativas às diretrizes clínicas da DRC.
2. Definir o padrão das informações clínicas computadas através das restrições e terminologias do conhecimento ligados a essas informações.
3. Definição do conjunto mínimo de arquétipos clínicos que abrangerá todos os conceitos médicos utilizados em uma ontologia sobre a DRC que permite raciocínio automático para diagnóstico e estadiamento da DRC.
4. Fazer o manual do usuário que explicará como instanciar dados clínicos no formato especificado pelos arquétipos.
5. Mapear os dados instanciados para ontologia OWL sobre a DRC, que permite raciocínio automático sobre diagnóstico e estadiamento..

1.3 Estrutura da monografia

Este documento está dividido em 6 capítulos. Cada um dos capítulos abordará os seguintes tópicos, respectivamente:

O capítulo 1 apresenta a introdução sobre o tema abordado na pesquisa, descrevendo onde a pesquisa está sendo aplicada, os problemas que motivaram a realização desta pesquisa, o objetivo geral e os objetivos específicos deste trabalho, e como este documento está estruturado.

O capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica dos conceitos abordados na pesquisa para melhor entendimento.

O capítulo 3 apresenta os trabalhos relacionados na literatura e que abordem problemas similares a esta pesquisa.

O capítulo 4 apresenta a metodologia aplicada nesta pesquisa com o intuito de resolver os problemas abordados.

O capítulo 5 apresenta as análises e resultados da aplicação da metodologia.

O capítulo 6 apresenta as considerações finais a respeito do problemas e os resultados apresentado, e mostra os possíveis trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O objetivo deste capítulo é proporcionar o referencial teórico que ajudará no entendimento do tema e da metodologia utilizada nesta pesquisa. Esta seção está dividida nos seguintes tópicos: O tópico 2.1 proporciona uma explicação sobre a área e do problema médico que será aplicada a solução proposta e descreve sobre os arquétipos e assuntos relacionados utilizados na metodologia. E, em seguida, o tópico 2.2 descreve sobre a representação de conhecimento e raciocínio e qual representação foi utilizada para a resolução dos problemas mencionados.

2.1 Informática na Saúde

Segundo Kidd et al (2010), a informática na saúde, ou *e-health*, é uma área que está relacionado a atividade de coleta, consulta, armazenamento e processamento de informações e conhecimento associado à saúde por meio das tecnologias de informação e conhecimento (TIC). Então, qualquer sistema de informação que possua as funcionalidades mencionadas, podem ser consideradas sistema de informação da saúde (SIS), por exemplo, sistemas RES, sistemas de suporte à decisão médica, entre outros.

O propósito de usar as TICs no domínio da saúde é devido às necessidades dos processos clínicos serem mais eficientes, resolver os problemas relacionados à dificuldade de registro de dados médicos devido a complexidade e quantidade das informações, reduzir erros médicos e ajudar em situações onde a distância atrapalha nos cuidados médicos (HOYT, 2010; WEN, 2008).

O tópico Doença Renal Crônica, descreve o problema da saúde DRC e os outros tópicos, Modelos de Referências, Arquétipos, *Templates* e Modelo em 2 níveis, explicam as formas de representação de conhecimento no domínio da saúde utilizados para desenvolver a solução proposta neste documento. Cada um dos tópicos representam como as informações clínicas podem ser modelados e interpretados.

2.1.1 Doença Renal Crônica

A DRC é uma problema de saúde que abrange condições nas quais há lesão renal com função ainda preservada, além de condições de insuficiência renal (SETTE; TITAN; ABENSUR, 2010).

De acordo com Bastos, Bregman e Kirsztajn (2010), a DRC é uma doença definida pela lesão do parênquima renal (com função renal normal) e/ou pela diminuição funcional renal presentes por um período igual ou superior a três meses. A DRC está diretamente relacionada com os valores do ritmo de filtração glomerular (RFG), anormalidades na estrutura do rim, alteração sanguínea ou urinária e alteração nas imagens dos exames (BASTOS; BREGMAN; KIRSZTAJN, 2010; BASTOS et al, 2004).

Além disso, outros problemas podem contribuir para o surgimento de pacientes com DRC, por exemplo, aumento na prevalência da obesidade, diabetes, hipertensão arterial, tabagismo e sedentarismo (SETTE; TITAN; ABENSUR, 2010).

Caso o paciente com DRC não tenha um tratamento correto ou tenha um diagnóstico incorreto, o paciente pode chegar em estágios críticos, onde, no último caso, o paciente pode chegar no estado terminal (SETTE; TITAN; ABENSUR, 2010). Por isso que o uso de sistema de suporte a diagnóstico e estadiamento da DRC é importante, pois dará apoio na prevenção de problemas citados.

2.1.2 Modelos de Referência

De acordo com a definição contida na ISO 13606:2008, os modelos de referência são modelos orientados a objetos utilizados para representar atributos genéricos e instâncias de informações clínicas, isto é, modelos que definem uma estrutura genérica que deve ser seguida para a instanciação de informações clínicas. Isso significa que esses modelos não definem propriedades particulares de um conceito médico, mas definem um conjunto de classes genéricas que podem ser utilizadas como base de criação de outras classes particulares, sendo responsável pela semântica da informação (PESSANHA; BAX, 2015).

O modelo de referência utilizada nesta pesquisa é definida pela OpenEHR. De acordo com Eeguzkiza et al (2015) e definido no documento OpenEHR *Health Information Models* (2012) e na ISO 13606:2008, o conjunto de classes genéricas que podem ser utilizadas são:

1. **COMPOSITION**: É a classe mais genérica. Toda informação armazenada no RES está contida dentro dessa classe, podendo ser tanto informações clínicas (e.g. conceitos médicos) quanto informações administrativas (e.g. instruções), além de conter informações históricas (e.g. data). Analogamente, essa classe funciona como um papel em branco, onde será preenchido informações correspondente a um documento clínico e, como qualquer documento clínico em papel, a composição é validado como um documento clínico legal.

2. **SECTION**: Uma classe genérica contida dentro de uma *COMPOSITION*. As classes *SECTION* representam seções dentro de um documento clínico. Elas servem para dividir e organizar informações dentro desse documento. Analogamente, as seções podem ser cabeçalhos que categorizam as informações contidas dentro de um documento clínico em papel.

3. **ENTRY**: Classe que define os registros das informações clínicas que representa uma unidade semântica de informação. Essa classe possui 4 categorias ou subclasses que representam um tipo de informação, que são:

- a) **Observation**: São informações sem representação ou informações ‘brutas’. Essas informações são coletadas a partir da observação da situação do paciente (sintomas), exames, eventos, etc.
- b) **Evaluation**: Informações adicionais feita pelos profissionais da saúde a respeito de uma observação, isto é, são meta-observações constituídos de ideias, comentários, visões ou relatos sobre uma observação.
- c) **Instruction**: As instruções são informações que contém o que deve acontecer no futuro (e.g. solicitação de medicação).
- d) **Action**: São informações do que aconteceu após uma instrução, ou seja, *instruction* e *action* se completam. Cada ação é realizada depois de uma instrução e a ação diz o estado do resultado da ação, por exemplo, instrução cancelada, concluída ou programada.

4. **CLUSTER**: Classe que define um conjunto de arquétipos que podem ser usado em outros arquétipos do tipo *ENTRY* ou em outro *CLUSTER* que possuem um cenário em comum.

2.1.3 Arquétipos

Segundo Beale e Heard (2011), o termo “arquétipo” é uma expressão para um modelo de informação de domínio que define um conjunto de instruções para restrição das informações, com base em um modelo de referência. Os arquétipos são modelos para formalização das informações de domínio a partir da definição de restrições de uso das terminologias de conhecimento.

Os arquétipos clínicos definem como os dados são coletado, transferidos entre sistemas de saúde e processados (KALRA et al, 2012). De acordo com a definição contida na ISO 13606:2008, os arquétipos clínicos é uma representação de um modelo de informação clínica, isto é, definem um conjunto de configurações particulares do modelo de referência. A partir dessas configurações, os arquétipos clínicos promovem interoperabilidade semântica entre sistemas RES.

Os arquétipos são definidos utilizando a Linguagem de Definição de Arquétipos (ADL). A construção de um arquétipo se baseia no modelo de arquétipos utilizando a ADL, que foi adotada pela ISO 13606:2008 na versão 1.4 da ADL. Como mostrado na figura (ver Figura 1) , esse modelo é dividido em três seções principais: *header*, *definition* e *terminology* (ou *ontology*) (MONER et al, 2006).

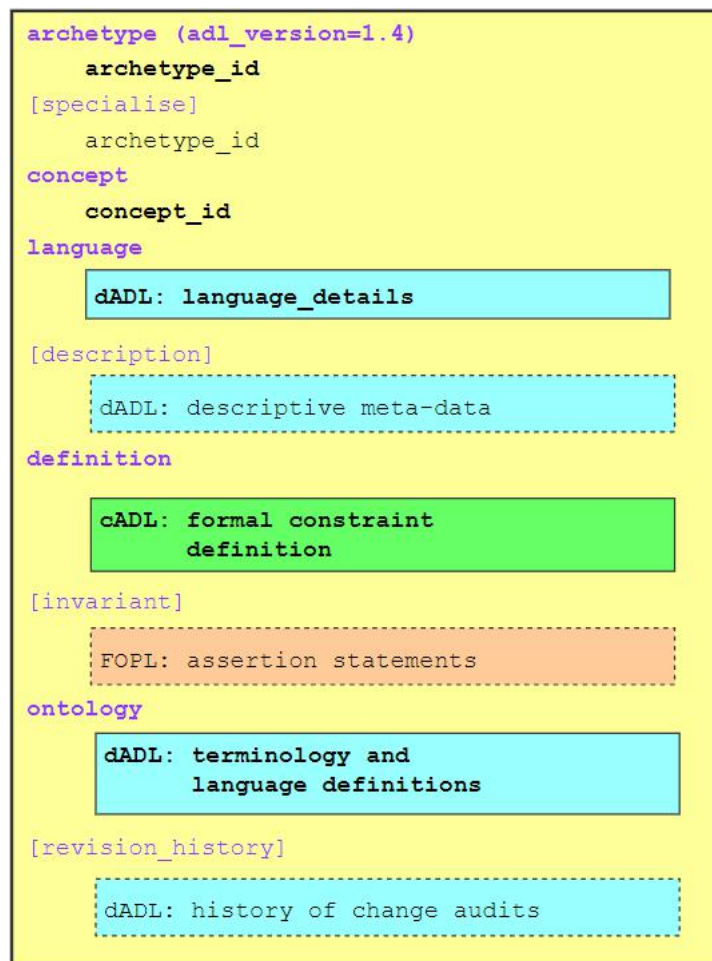


Figura 1. Modelo de arquétipos da ADL 1.4.

Fonte: OpenEHR ADL 1.4 specification (2008).

A ADL utiliza três sintaxes, que são: cADL (definição de restrições), FOPL (descrição de regras com lógica de primeira ordem) e dADL (definição dos dados). Essas sintaxes são utilizadas para descrever cada um dos componentes da estrutura do arquétipo. De acordo com Martínez-Costa, Menárguez-Tortosa e Fernandez-Breis (2011) e definido no documento OpenEHR ADL 1.4 specification (2008), o *header* é subdividido pelas seguintes seções:

1. **Archetype:** Mostra o identificador do arquétipo.
2. **Specialize:** Indica outro arquétipo na qual este arquétipo está se especializando.
3. **Concept:** Mostra o identificador do conceito médico representado no arquétipo.
4. **Description:** Contém informações a respeito do próprio arquétipo ou metadados (e.g. autor, propósito, etc.). Essa seção é escrita utilizando a sintaxe dADL.

5. **Language:** Linguagem utilizada para a construção do arquétipo. Essa seção é escrito utilizando a sintaxe dADL.

A seção *definition* é onde será descrito as restrições formais associadas aos conceitos médicos usando a sintaxe cADL. Por último, a seção *ontology* mostra as descrições dos conceitos que foram definidos na seção *definition* e suas ligações com as terminologias do conhecimento (MARTÍNEZ-COSTA; MENÁRGUEZ-TORTOSA; FERNANDEZ-BREIS, 2011; MONER et al, 2006).

2.1.4 Templates

De acordo com Beale e Heard (2007), o termo “template” é uma expressão que define uma composição de arquétipos em estruturas maiores, muitas vezes em forma de documento, tela, relatório ou mensagem. *Template* pode adicionar outras restrições locais, além das restrições definidas nos arquétipos que compõem o *template*. Essas restrições podem incluir a remoção ou a obrigatoriedade de seções opcionais e/ou definir valores padrões as entidades definidas nos arquétipos.

Template é a formação de um conjunto de arquétipos para uma coleta de dados específica, com o propósito de definir um padrão entre os arquétipos que restringem esse tipo de dado (arquétipos primários ou arquétipos da classe *ENTRY*) e os arquétipos que definem a estrutura do documento (arquétipos organizacionais ou arquétipos da classe *SECTION*) (BEALE et al, 2003). Como foi mencionado, os arquétipos baseados no modelo de referência *SECTION* tem por objetivo estruturar o documento clínico. Já os arquétipos baseados no modelo de referência *ENTRY*, são composições de restrições dos conceitos médicos.

2.1.5 Modelo em 2 níveis

A metodologia em 2 níveis ou *dual-model* é adotada pela OpenEHR para o desenvolvimento de sistemas com arquétipos. Nessa metodologia há a separação da informação semântica das terminologias de conhecimento nos dois níveis do modelo. O primeiro nível é composto pelos modelos de referências e as informações clínicas e

o segundo nível é onde está expresso os conceitos e suas ligações com as terminologias do domínio médico (BEALE, 2002). Segundo Lezcano, Sicilia e Rodríguez-Solano (2011), essa separação permite que o uso de arquétipos promova interoperabilidade, pois não existe ligação entre a estrutura geral da informação com os conceitos específicos.

O processo de instanciação das informações clínicas é dado pelo relacionamento entre os 2 níveis definidos na metodologia, representado na figura abaixo.

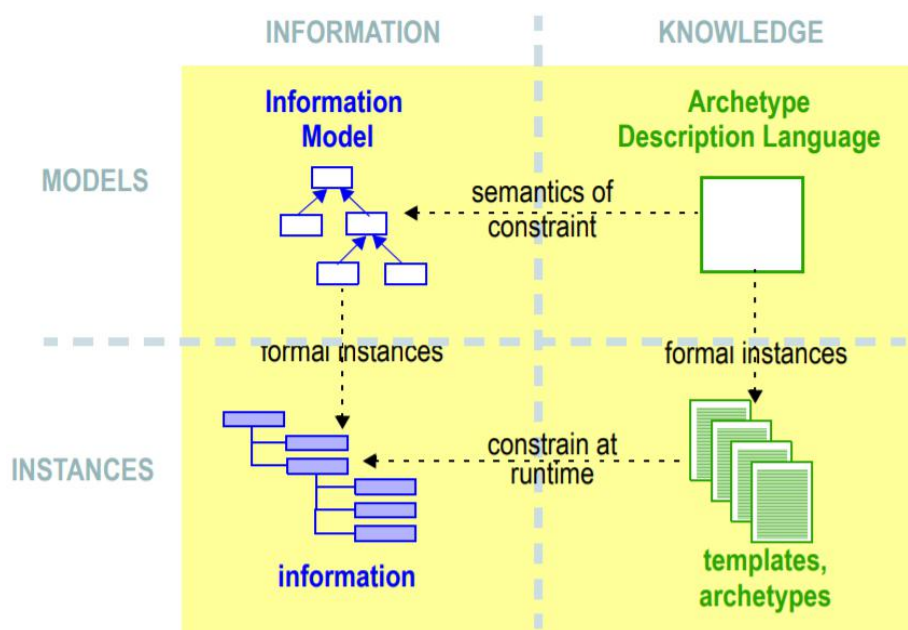


Figura 2. Modelo em 2 níveis. Fonte: Beale e Heard (2007).

De acordo com Beale e Heard (2007), a figura acima mostra os seguintes relacionamentos:

1. As informações serão instância de dados de acordo como está definido no modelos de referência.
2. Como mencionado anteriormente, os arquétipos serão definidos de acordo com o modelo de arquétipos da ADL.
3. O modelo de arquétipo está associado ao modelo de referência, pois é a partir das classes genéricas definidas nos modelos de referência que os arquétipo se baseiam (semântica).

4. As informações tem que está de acordo com as restrições (configurações) definidas nos arquétipos se essas informações são criadas ou modificadas utilizando esses arquétipos.

2.2 Representação de Conhecimento e Raciocínio

A representação de conhecimento e raciocínio é uma área da Inteligência Artificial (IA) bastante importante, pois é a partir dela que o agente inteligente consegue adquirir informações e criar representações sobre o ambiente em que atua, por seguinte, agindo de acordo com a sua interpretação e raciocínio (GROSAN; ABRAHAM, 2011).

De acordo com Brachman e Levesque (2014), a representação de conhecimento nada mais é do que representar um conjunto de proposições ou sentenças através de símbolos, por exemplo, o símbolo 2 (dígito) ou II (letra) representa o número 2. Assim, uma agente inteligente ou um sistema baseado em conhecimento agem de acordo com a sua base de conhecimento formada por sentenças.

As sentenças, também chamados de axiomas, são expressas através de uma linguagem de representação de conhecimento e, depois, adicionadas a base de conhecimento do agente. Cada sentença é constituído por uma configuração e o regras relacionadas com algum fato do ‘mundo’, definidas, respectivamente, pela sintaxe e semântica da linguagem (RUSSEL; NORVIG, 2009). Assim, a partir das sentenças, o agente tem a capacidade de raciocinar e agir.

Além disso, segundo Russel e Norvig (2009), o agente pode criar novas sentenças através das sentenças antigas a partir do raciocínio do agente, isto é, o agente consegue fazer inferências.

2.2.1 Ontology Web Language

De acordo com a W3C (2012) , a *Ontology Web Language* (OWL) “é uma linguagem da Web Semântica projetada para representar um conhecimento rico e complexo sobre coisas, grupos de coisas e relações entre as coisas”, ou seja, o objetivo é representar conhecimento sobre um ou mais objetos e seus relacionamentos.

A OWL utiliza lógica proposicional e define documentos para web, chamados de ontologias, onde as informações contidas podem ser computadas. A ontologia é composta por classes - representa alguma coisa ou um conjunto de várias coisas -, o relacionamento entre as classes e, além disso, é possível verificar se esse conhecimento representado está conciso ou tornar explícito o conhecimento implícito (W3C, 2012).

Uma ontologia web pode ser aplicada a um domínio específico, por exemplo, a ontologia OntoDRC. Essa ontologia tem como objetivo promover suporte aos profissionais de saúde no diagnóstico e estadiamento da DRC ao proporcionar capacidade de raciocínio e representação de conhecimento da DRC (GOMES et. al, 2017).

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo é apresentado os trabalhos relacionados ao uso de arquétipos para resolução de problema de comunicação entre SIS com o objetivo de entender problemas e dificuldades do uso de arquétipos para interoperabilidade, e suas aplicações nas metodologias propostas pelos estudos analisados.

De acordo com os objetivos do seguinte estudo, este capítulo foi dividido em dois tópicos. O tópico 3.1 que apresenta os problemas encontrados no uso de arquétipos e o tópico 3.2 que mostra onde foi aplicado os arquétipos, demonstrando o objetivo geral de cada trabalho.

3.1 Problemas relacionados ao uso de Arquétipos

Como apresentado anteriormente, a grande vantagem de utilizar o padrão de arquétipos clínicos para comunicação é devido a capacidade de promover interoperabilidade entre sistema de registros eletrônicos da saúde. No entanto, existem um problema em utilizar arquétipos para representação de informações clínicas. A forma de como as informações clínicas são instanciadas e representadas não permite a tomada de decisão, isto é, as informações instanciadas de acordo com os modelos de referências e os arquétipos não são os suficientes para tomar decisões (GARCIA; CINTHO; MORO, 2014; LEZCANO; SICILIA; RODRÍGUEZ-SOLANO, 2011). De acordo com, Garcia, Cintho e Moro (2014), isso é devido a ADL não possuir suporte a especificação de inferências e regras.

Contudo, existe uma solução para suprir as dificuldades dos arquétipos clínicos em especificar regras e realizar inferências, que é a combinação dos arquétipos clínicos com qualquer estrutura que permita definir regras e permita inferências. As estruturas apresentadas pelos trabalhos analisados são:

1. ***Guideline Definition Language (GDL)***: A GDL é a principal estrutura de combinação com os arquétipos pois essa linguagem é baseado na ADL e aproveita os modelos de referência de arquétipos para a criação das regras (CINTHO; MORO, 2016; GARCIA; CINTHO; MORO, 2014), ou seja, a GDL possui maior suporte de implementação com os arquétipos. A partir dessa linguagem é

possível especificar regras baseadas nas informações contidas nos arquétipos, expressando a lógica clínica como regras de produção. As regras de produção são definidas a partir do par “se-então” de condição-ação, isto é, caso a condição seja satisfeita então realiza-se uma ação. No caso da GDL, a condição e a ação são ambos composto por um bloco, ou seja, analogamente, caso o bloco de condições sejam satisfeitas é realizado um conjunto de ações (ARAÚJO; TIMES; SILVA, 2016).

2. Ontologias OWL e regras SWRL: Segundo Lezcano, Sicilia e Rodríguez-Solano (2011), outra solução é a combinação dos arquétipos com ontologias OWL e regras SWRL (*Semantic Web Rule Language*). A solução é traduzir as definições expressas pela ADL em representações formais expressas pelas ontologias OWL. Além disso, para a instanciação dos dados clínicos, as ontologias OWL resultantes da tradução incorpora as regras SWRL (LEZCANO; SICILIA; RODRIGUEZ-SOLANO, 2011).

Além da solução de suprir as dificuldades dos arquétipos clínicos em especificar regras e realizar inferências proporcionada pela combinação entre arquétipos clínicos e ontologias OWL, as ontologias OWL também podem ser utilizadas na validação dos arquétipos clínicos, de acordo com a metodologia apresentada pelo trabalho de (MENÁRGUEZ-TORTOSA; FERNANDEZ-BREIS, 2013). Neste trabalho é proposto métodos para verificar a qualidade dos arquétipos clínicos ao analisar se esses arquétipos estão consistentes com os modelos de referência, e suas definições dos conceitos clínicos estão corretamente associados com as terminologias de conhecimento (ontologias) e de acordo com os modelos de arquétipos.

3.2 Aplicações de Arquétipos

O quadro abaixo (ver Tabela 1) apresenta algumas aplicações dos arquétipos no domínio da saúde. Percebe-se que o principal uso de arquétipos é para a elaboração de um modelo para representação de informações clínicas de diretrizes clínicas, por exemplo, a pesquisa realizada por (GARCIA; CINTHO; MORO, 2014), onde os

arquétipos clínicos integrados com GDL são utilizados para prover capacidade de suporte à decisão em relação a diretriz clínica da DRC, no entanto, as decisões são apenas para as diretrizes clínicas de prevenção da DRC (fator de risco e sintomas).

Outras pesquisas com o objetivo de utilizar arquétipos para diretriz clínica são apresentados no trabalho de (EGUZZI et al, 2015), em que é modelado o serviço de triagem para a retinopatia diabética ou para persistência de dados (MARTINS et al, 2016).

Além disso, temos a visualização de conhecimento em arquétipos clínicos através dos arquétipos visuais, uma classe específica dos arquétipos específico para visualização das informações (SASIETA; BEPPLER; PACHECO, 2012) (1); estudo dos requisitos de implantação de arquétipos OpenEHR para conteúdos a um sistemas de gerenciamento de conteúdo (CMS) (PESSANHA; BAX, 2015) (2); elaboração de um algoritmo de tradução de arquétipos para ontologias OWL, com o intuito de integrar regras e promover a capacidade de realizar inferências (LEZCANO; SICILIA; RODRÍGUEZ-SOLANO, 2011) (3); representação de restrições temporais em diretrizes clínicas através de arquétipos em conjunto com GDL (CINTHO; MORO, 2016) (4); e validação de arquétipos e geração de esquemas de dados relacionais utilizando arquétipos (ARAÚJO; TIMES; SILVA, 2016) (5).

Tabela 1: Exemplos de Aplicações de Arquétipos. Fonte: Autoria Própria.

Aplicações	Referências
Integrar diretrizes clínicas ao Registro Eletrônico de Saúde (RES) para possibilitar apoio aos profissionais de saúde sobre o risco da Doença Renal Crônica (DRC).	(GARCIA; CINTHO; MORO, 2014)
Análise dos requisitos necessários para a implementação de arquétipos OpenEHR como conteúdos em CMSs.	(LEZCANO; SICILIA; RODRÍGUEZ-SOLANO, 2011)
Modelar o serviço de triagem para a retinopatia diabética.	(EGUZZKIZA et al, 2015)
Visualizar conhecimento em arquétipos clínicos	(SASIETA; BEPPLER; PACHECO, 2012)
Elaborar estratégias para persistir dados de acordo com os padrões especificados pelos arquétipos.	(MARTINS et al, 2016)
Representar restrições temporais (RT) através de arquétipos clínicos.	(CINTHO; MORO, 2016)
Geração de esquemas de dados relacionais para armazenamento do RES utilizando arquétipos	(ARAÚJO; TIMES; SILVA, 2016)

4 METODOLOGIA

Nesta seção está contida o método utilizado para o desenvolvimento da API para interoperabilidade entre o sistema de suporte ao diagnóstico e estadiamento da DRC e dados clínicos de pacientes. Essa API é formada por um conjunto de arquétipos clínicos que especificam o padrão de formato dos dados clínicos da diretriz clínica do domínio da DRC.

O grupo de arquétipos clínicos que formam a API especificam um conjunto mínimo de configurações ou restrições que devem ser seguidas na instânciação dos dados clínicos provenientes de prontuários de pacientes. Assim, a transferência de dados clínicos e seu entendimento é possível para dois sistemas heterogêneos que conhecem esse conjunto mínimo de configurações e traduzem seus dados clínicos para o formato especificado.

De acordo a necessidade do entendimento da metodologia e procedimento aplicados, este capítulo foi dividido em seis tópicos. O tópico 4.1 especifica os passos metodológicos que foram seguidos para o desenvolvimento da API; o tópico 4.2 que apresenta as ferramentas utilizadas para a criação dos arquétipos clínicos; o tópico 4.3 que mostrar as diretrizes clínicas da DRC, os conceitos clínicos e o processo de diagnóstico e estadiamento da DRC; o tópico 4.4 que apresenta a criação dos arquétipos clínicos baseados nas diretrizes clínicas da DRC; o tópico 4.5 que mostra a parte de instânciação e validação dos dados clínicos; e, por último, o tópico 4.6 que especifica como os dados no formato de arquétipos é instanciado na ontologia OWL.

4.1 Passos Metodológicos

Na figura abaixo, estão especificados os passos metodológicos ou as etapas que compõem o processo para atingir o objetivo desta pesquisa.

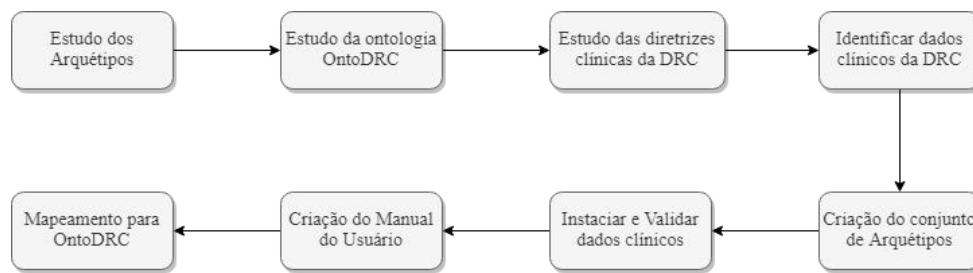


Figura 3. Passos Metodológicos. Fonte: Autoria própria.

Passo 1: Inicialmente, foi realizado o estudo dos arquétipos. O estudo tinha como objetivo entender para que serve, como funciona os arquétipos para o domínio médico e como construir novos arquétipos (ferramentas, exemplos, etc.).

Passo 2: Neste passo foi feito o estudo da OWL e da ontologia OntoDRC. Esse estudo é necessário tanto para entender as informações médicas que devem ser representadas pelos arquétipos (Passo 4) e para entender a estrutura da OntoDRC (classes, propriedades, etc.), importante para o último passo (Passo 8).

Passo 3: O estudo das diretrizes clínicas da DRC tem o propósito de ajudar na identificação dos dados clínicos necessários para o diagnóstico e estadiamento da DRC.

Passo 4: Nesta etapa, foi feita a identificação das informações clínicas da diretriz clínica da DRC. A identificação desses dados permitiu o desenvolvimento dos arquétipos clínicos que irão representar esses dados.

Passo 5: Assim, com a identificação dos dados clínicos no passo anterior, foi possível criar o conjunto mínimo de arquétipos que representam os dados clínicos necessários para o diagnóstico e estadiamento da DRC (exames, dados do paciente, etc.).

Passo 6: Neste passo, foi realizado o estudo de como instanciar os dados clínicos de acordo com os arquétipos e a construção do programa para validar os dados clínicos instanciados.

Passo 7: Para o melhor entendimento do usuário no uso da API, foi criado um manual do usuário. Esse manual, presente no Apêndice A deste documento, explica todo o processo de instanciação dos dados clínicos e validação desses dados, para que sejam mapeados para a ontologia OntoDRC.

Passo 8: Por último, foi realizado o desenvolvimento da funcionalidade de mapear os dados para a ontologia OntoDRC. Essa funcionalidade foi incorporada ao programa e nela constitui a última etapa deste trabalho. Consiste em exportar os dados no formato de arquétipos para o formato da ontologia OntoDRC, onde essa ontologia é utilizada pelo sistema de suporte ao diagnóstico e estadiamento da DRC, que é baseado em representação do conhecimento e raciocínio.

4.2 Ferramentas

Para o desenvolvimento dos arquétipos clínicos, foram utilizados três ferramentas de edição e suporte a criação de arquétipos baseados no modelo de referência da OpenEHR. Essas ferramentas são:

- ***Ocean Archetype Editor:*** É um editor da OpenEHR que permite ao cliente desenvolver arquétipos por meio da ADL. Esse editor dá suporte a arquétipos escritos com a versão 1.4 da ADL, possui uma interface amigável ao usuário que permite a edição de arquétipos sem a necessidade de alteração com a própria ADL. Além disso, este editor possui outras funcionalidades que foram utilizadas no desenvolvimento dos arquétipos clínicos desta pesquisa.
 - Visualização da estrutura do arquétipos através de outras linguagens além da ADL, como, *Rich Text Format* (RTF), *Extensible Markup Language* (XML) e *HyperText Markup Language* (HTML).
 - E visualização de um formulário HTML para entrada de dados, de acordo com o que foi definido no arquétipo.
- ***ADL Designer:*** É um ferramenta web para criação e gerenciamento de repositórios de arquétipos clínicos baseado no modelo de referência da OpenEHR. Essa ferramenta ajuda na organização dos arquétipos, além de possuir a funcionalidade de visualizar e editar arquétipos contidos em um repositório. Diferente do *Ocean Archetype Editor*, a ferramenta *ADL Designer* possui suporte a arquétipos desenvolvidos com a ADL 2.0, além de possuir outras funcionalidades utilizadas no desenvolvimento dos arquétipos clínicos desta pesquisa.

- Visualização de dados analíticos a respeito do repositório de arquétipos (e.g. quantidade de arquétipos por tipo de modelo de referência ou linguagem).
- Validação dos arquétipos (verificação de erros de sintaxes, incoerências, etc.).
- Visualização do mapa mental para arquétipos baseados no modelo de referência do tipo *Observation*.
- **Template Designer:** Ferramenta para definir templates a partir de arquétipos. Além disso, essa ferramenta pode criar um arquivo de *schema* XML para que, a partir desse arquivo, possa ser criado os documentos (em XML) que contém os dados no formato de arquétipos

4.3 Identificar informações das diretrizes clínicas da DRC

O conhecimento das diretrizes clínicas do problema da DRC é necessário para o desenvolvimento dos arquétipos clínicos que irão compor a API, pois são os dados médicos, representadas por esse conjunto de arquétipos clínicos, necessários para o andamento do processo de diagnóstico e estadiamento que compõem o protocolo clínico para o problema da DRC. Por isso, é indispensável identificar as informações clínicas para o diagnóstico, estadiamento e risco da DRC.

4.3.1 Diagnóstico

De acordo com Menárguez-Tortos e Fernandez-Breis (2013) e definido pelo Ministério da saúde (2014), o diagnóstico da DRC serve para confirmar se o paciente possui a DRC. No caso, o parâmetro principal utilizado no diagnóstico é o valor da taxa de filtração glomerular (TFG). O critério primário é mostrado na tabela abaixo (Tabela 2):

Tabela 2. Critério para diagnosticar paciente com DRC. Fonte: Adaptado de MINISTÉRIO DA SAÚDE (2014).

Valor da TFG	Categorias	Condição
$\geq 60\text{ml/min/1,73m}^2$	TFG1 e TFG2	Alteração na imagem ou dano renal parenquimatoso.
$< 60\text{ml/min/1,73m}^2$	TFG3A, TFG3B, TFG4 e TFG5	3 meses consecutivos com esse valor da TFG (independente da causa).

Foi identificado, a partir da Tabela 2, que os dados sobre o valor da TFG que o paciente possui e qual a sua respectiva categoria são importantes para o diagnóstico da DRC, por isso, é preciso a representação e formalização pelos arquétipos e torná-lo uma informação obrigatória.

De acordo com Menárguez-Tortos e Fernandez-Breis (2013) e pelo Ministério da saúde (2014), a alteração da imagem em exames (raios-X simples de abdome, ultrassonografia dos rins e vias urinárias ou tomografia) e quais os danos renais parenquimatosas são importantes para o diagnóstico da DRC em pacientes. Por isso é preciso o conhecimento sobre esses dois assuntos para que os arquétipos clínicos desta pesquisa estruturam essas informações da melhor forma.

Para os danos renais parenquimatosas, foram identificados a necessidade da representação dos exames para o valor da creatinina sérica, do nível de albuminúria (proteinúria) ou a relação entre albumina e creatinina (RAC), e do resultado do exame de urina tipo 1 (EQU EAS Urina tipo 1). Já os exames com imagem, raios-X simples de abdome, ultrassonografia dos rins e vias urinárias ou tomografia, é preciso representar informações que indiquem se, nas imagens, existem anormalidades (alteração na imagem).

4.3.2 Estadiamento e Risco

O estadiamento ou classificação da DRC serve para informar qual estágio da DRC em que está o paciente, após o paciente ser diagnosticado com DRC. Segundo

Menárguez-Tortos e Fernandez-Breis (2013) e o Ministério da Saúde (2014), a classificação pode ser feita a partir do valor da TFG, como mostrado na tabela (ver tabela 3). No caso do risco da DRC, este pode ser verificado a partir do valor do nível da albumina com o valor da TFG.

Tabela 3. Classificação da DRC. Fonte: Adaptado de MINISTÉRIO DA SAÚDE (2014).

Estágio	Valor da TFG	Categoria
1	≥ 90	TFG1
2	60-89	TFG2
3A	45-59	TFG3A
3B	30-44	TFG3B
4	15-29	TFG4
5	< 150	TFG5

4.4 Construção dos Arquétipos

Os arquétipos que compõem a API foram desenvolvidos a partir dos dados clínicos necessários para o andamento do processo de diagnóstico e estadiamento da DRC. Ou seja, a partir da identificação e extração das informações sobre as diretrizes clínicas da DRC, foi possível desenvolver um conjunto de arquétipos clínicos que compõem a API proposta nesta pesquisa.

4.4.1 Dados do paciente

O arquétipo foi desenvolvido para representar as informações básicas do paciente: altura, gênero, raça (cor de pele) e idade. Essas informações são necessárias para o cálculo do valor da TFG, exceto a altura, utilizando a fórmula CKD-EPI.

```
Header
Concept: Dados do paciente

Definition
OBSERVATION

DATA = {
  Structure = TREE
  Items
    Gênero (1..1)
    Gênero
    DataType = Text
    Constraint: Internal; 'Masculino', 'Feminino'

    Raça (1..1)
    Raça
    DataType = Text
    Constraint: Internal; 'Negro', 'Branco', 'Amarelo', 'Pardo'

    Idade (1..1)
    Idade
    DataType = Count
    Constraint: 0..120

    Altura (0..1)
    Altura
    DataType = Quantity
    Constraint: Physical property = Length;
    Units = cm; >=50; <=300;

  EventSeries = {
    Any event (0..1)
    - *
    Event
  } -- end EventSeries
} -- end Data
```

Figura 4. Estrutura do arquétipo “dados do paciente” em RTF. Fonte: Autoria Própria.

Como apresentado nas figuras acima, os itens, gênero, raça e idade, são obrigatórios, pois sem esses dados não é possível realizar o cálculo da TFG utilizando a fórmula CKD-EPI e por isso que a altura é a única informação do paciente que não é obrigatória. Além disso, temos as seguintes restrições:

- Gênero é do tipo texto com restrição do valor, onde os possíveis valores são: Masculino e Feminino.
- Raça é do tipo texto com restrição de valor, onde os possíveis valores são: Branco, Negro, Amarelo e Pardo.

- Idade é do tipo *count* e com restrição de valor entre o intervalo 0 á 120.
- Altura é do tipo quantidade (*DV_QUANTITY*) e com valor apenas entre o intervalo 50 á 300 em centímetros (cm).

4.4.2 Exames

4.4.2.1 Creatinina Sérica

A figura abaixo (Figura 5) apresenta a estrutura do arquétipo para o exame de creatinina sérica. O valor da creatinina foi adicionado como uma informação obrigatória, com o tipo quantidade (*DV_QUANTITY*) com propriedade concentração e unidade mg/dL, com seu valor maior ou igual a 0. Além disso, foi adicionado um campo para comentários do profissional da saúde relacionados ao exame.

```
Header
Concept: Creatinina Serica

Definition
OBSERVATION

DATA = {
  Structure = TREE
  Items
    Creatinina (1..1)
      Creatinina
      DataType = Quantity
      Constraint: Physical property = Concentration;
      Units = mg/dl; >=0;

    Comentário (0..*)
      Comentário
      DataType = Text
      Constraint: Text;

  EventSeries = {
    Any event (0..1)
      - *
      Event
  } -- end EventSeries
} -- end Data
```

Figura 5. Estrutura do arquétipo “creatinina sérica” em RTF. Fonte: Autoria Própria.

4.4.2.2 EQU EAS Urina Tipo 1

O arquétipo que representa o exame de urina tipo 1 serve para registrar o resultado desse exame. O valor do campo “Elementos Anormais do Sedimento”, do tipo *boolean* (DV_BOOLEAN), indica se existem elementos anormais na urina, caso ocorra, o profissional da saúde tem a opção de descrever as características dessas anormalidades através de texto .

```
Header
Concept: EQU EAS Urinatipo1

Definition
OBSERVATION

DATA = {
  Structure = TREE
  Items
    Elementos Anormais do Sedimento (1..1)
    Elementos Anormais do Sedimento
    DataType = Boolean
    Constraint: *

    Características (0..*)
    Características
    DataType = Text
    Constraint: Text;

  EventSeries = {
    Any event (0..1)
    - *
    Event

  } -- end EventSeries
} -- end Data
```

Figura 6. Estrutura do arquétipo “equ eas urina tipo 1” em RTF.

Fonte: Autoria Própria.

4.4.2.3 Nível de Albuminúria ou RAC

A figura 7 apresenta a estrutura do arquétipo para o exame de nível de albuminúria ou a relação albumina creatina.

```

Header
  Concept: Nível de albuminúria

Definition
  OBSERVATION

DATA = {
  Structure = TREE
  Items
    Nível de albuminúria (1..1)
    Nível de albuminúria
    DataType = Quantity
    Constraint: Physical property = Flow rate, Mass;
    Units = mg/24h;

    Categoria (1..1)
    Categoria
    DataType = Text
    Constraint: Internal; 'A1', 'A2', 'A3'

    Comentário (0..*)
    Comentário
    DataType = Text
    Constraint: Text;

  EventSeries = {
    Any event (0..1)
    - *
    Event
  } -- end EventSeries
} -- end Data

```

Figura 7. Estrutura do arquétipo “Nível de albuminúria” em RTF.

Fonte: Autoria Própria.

O valor do nível de albuminúria foi registrado com o tipo quantidade e com unidade mg/24h (correspondente ao mg/g do RAC). Além disso, foi preciso adicionar qual a categoria correspondente ao valor registrado, sendo: A1 (< 30), A2 (30 - 300) e A3 (> 300). Além disso, foi adicionado um campo para comentários do profissional da saúde relacionados ao exame.

4.4.3 TFG

O arquétipo desenvolvido representa as informações médicas sobre o exame da TFG, que corresponde ao valor da TFG e a categoria relacionada. Essas informações são opcionais pois pode ser calculado a partir dos dados do paciente e o valor da creatinina sérica.

```

Header
Concept: TFG

Definition
OBSERVATION

DATA = {
  Structure = TREE
  Items
    TFG (1..1)
    TFG
    DataType = Quantity
    Constraint: Physical property = Activity;
    Units = ml/min/1.73m2;

    Categoria TFG (1..1)
    Categoria TFG
    DataType = Text
    Constraint: Internal; 'TFG1', 'TFG2', 'TFG3A', 'TFG3B', 'TFG4', 'TFG5'

    Comentário (0..*)
    Comentário
    DataType = Text
    Constraint: Text;

  EventSeries = {
    Any event (0..1)
    -#
    Event
  } -- end EventSeries
} -- end Data

```

Figura 8. Estrutura do arquétipo “TFG” em RTF. Fonte: Autoria Própria.

Como mostrado nas figuras acima, os campos “TFG” e a “Categoria TFG” são dados obrigatórios. No primeiro item, o tipo é quantidade e está relacionado a uma propriedade física de atividade, com unidade *ml/min/1.73m²*. O segundo item é do tipo texto com restrição de valor, e os únicos valores possíveis para este dado é referente às categorias da TFG, que são: TFG1 (< 15), TFG2 (15-29), TFG3A (30-44), TFG3B (45-59), TFG4 (60-89) e TFG5 (> 90). Além disso, foi adicionado um dado para comentários do profissional da saúde em relação ao resultado do exame.

4.4.4 Outros Problemas

O arquétipo que representa informações sobre outros problemas foi desenvolvido para considerar os fatores de risco que o paciente possui. Para isso, foi utilizado o tipo *boolean* para cada problema, indicando se o paciente possui ou não esse problema. Esses problemas são: Diabetes, litíase renal, doença policística renal, infecção urinária recorrente e hipertensão arterial sistêmica. A figura abaixo (Figura 11), mostra o mapa mental do arquétipo desenvolvido.

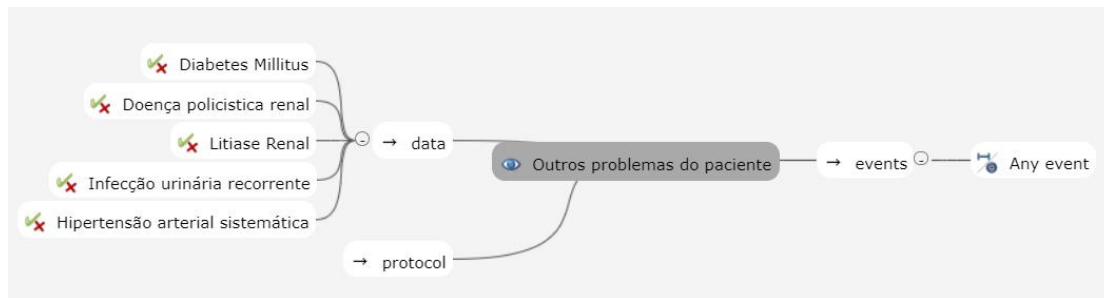


Figura 9. Mindmap do arquétipo “Outros Problemas”. Fonte: Autoria Própria.

4.4.5 Alteração de Imagem

Para a alteração da imagem em exames, o arquétipo representa se um exame apresentou alguma alteração no resultado por imagem. No caso, foi utilizado o tipo *boolean* para indicar se houve alteração na imagem em conjunto com um dado do tipo texto (campo “Exame”) para dizer qual exame teve a imagem com alteração. Como pode ser vários exames, então pode ter mais de uma alteração e mais de um exame.

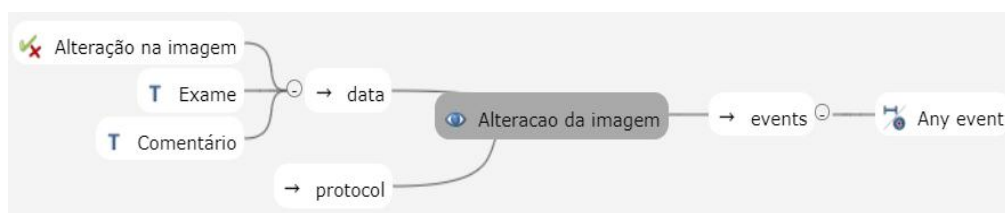


Figura 10. Mindmap do arquétipo “Alteração da Imagem”. Fonte: Autoria Própria.

4.5 Instanciar e Validar Dados Clínicos com Arquétipos

A ferramenta *Template Designer* foi utilizada para a criação de dois artefatos importantes para a exportação dos dados clínicos para o formato especificados pelos arquétipos. Foi utilizado o conjunto de arquétipos construídos na etapa anterior para a criação de um esquema para documentos no formato XML, chamado de *Template Design Schema* (TDS). Esse esquema define o modelo para a criação de documentos *Template Design Documents* (TDDs), no formato XML, onde serão registradas todas as informações médicas no formato de arquétipos.

Então, qualquer um que queira instanciar para o formato especificado nos arquétipos, precisa criar um documento TDD de acordo com o esquema TDS. Esse documento deve ser preenchido de acordo com o que está especificado no esquema, pois depois será validado. Caso não esteja no formato especificado pelos arquétipos, os dados clínicos não poderão ser utilizados pelo sistema de suporte ao diagnóstico e estadiamento da DRC.

A validação pode ser feita, automaticamente, utilizando o programa escrito na linguagem C#. Esse programa é um protótipo que faz parte da API desenvolvida nesta pesquisa, além do conjunto de arquétipos. Tanto os passos para a criação de TDDs quanto o uso do programa de validação está contido no manual do usuário.

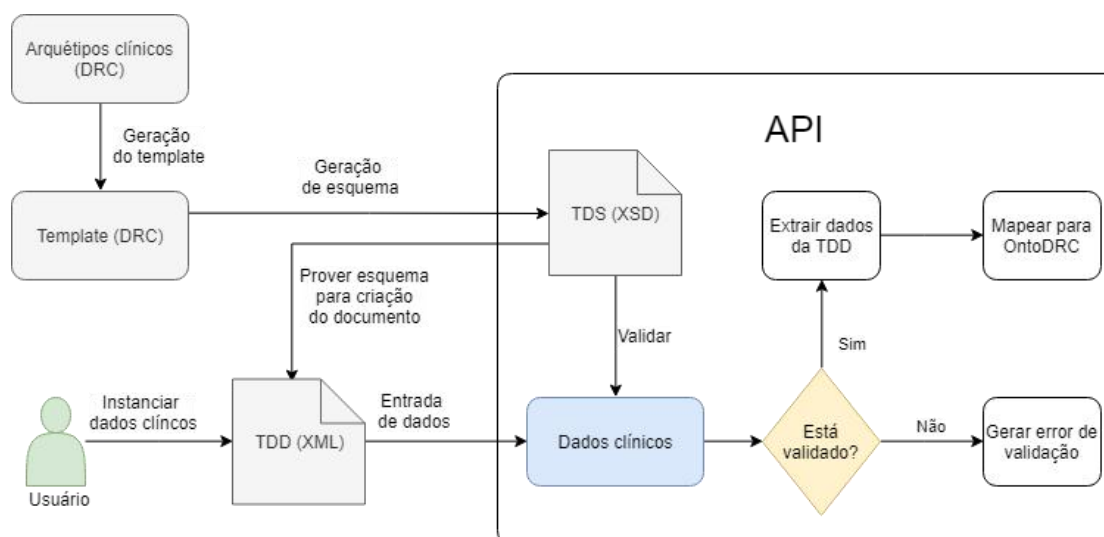


Figura 11. Processo de criar e validar dados clínicos. Fonte: Autoria Própria.

4.6 Mapeamento dos Dados para OWL

Para que seja possível o uso do serviço de suporte ao diagnóstico e estadiamento por outros que possuam dados clínicos em formato diferente ao desse serviço, é preciso o mapeamento desses dados clínicos para OWL, formato utilizado pelo serviço.

O mapeamento consiste em criar instância de dados na ontologia web utilizada pelo serviço (a ontologia OntoDRC) a partir dos dados instanciados no formato de arquétipos. Para isso, foi utilizado a definição das classes na OntoDRC para mapear os dados, onde esses dados estariam no formato OWL.

A criação dessas instâncias de dados na OntoDRC foi feita utilizando a própria ontologia no formato OWL e modificando-o através de *tags* de definição de instâncias. Assim, tornou-se fácil criar esses dados na ontologia e de forma que estivessem de acordo com os relacionamento entre as classes e propriedades definidos na ontologia.

```
//Creatinina Serica
if (creatinina != null)
{
    element.Add(new XElement(owl + "Declaration",
        new XElement(owl + "NamedIndividual", new XAttribute("URI", "#creatinina"))));
    element.Add(new XElement(owl + "ClassAssertion",
        new XElement(owl + "Class", new XAttribute("URI", "#CreatininaSerica")),
        new XElement(owl + "NamedIndividual", new XAttribute("URI", "#creatinina"))));
    element.Add(new XElement(owl + "DataPropertyAssertion",
        new XElement(owl + "DataProperty", new XAttribute("abbreviatedIRI", "owl:topDataProperty")),
        new XElement(owl + "NamedIndividual", new XAttribute("URI", "#creatinina")),
        new XElement(owl + "Literal", new XAttribute("datatypeIRI", "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int", creatinina)));
}
```

Figura 12. Mapear creatinina serica. Fonte: Autoria Própria.

Por exemplo, a criação da instância da creatinina sérica é feita através do código apresentado na figura acima. Primeiro é feito a declaração do *Individual* (instância), e atribui-se a instância a classe classe “CreatininaSerica” e, em seguida, adiciona o valor a propriedade correspondente referente a variável da creatinina, extraído do TDD.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como resultado desta pesquisa, foi desenvolvido um conjunto de arquétipos clínicos para compor a API que resolve o problema de comunicação ao promover interoperabilidade entre um sistema de suporte ao diagnóstico e estadiamento da DRC com outros serviços que tenham dados clínicos com formato diferente ao sistema e mesmo assim queiram utilizar esse sistema. Para isso, o uso das funcionalidades providas pelo sistema de suporte a diagnóstico e estadiamento da DRC necessita que outros sistemas traduzam seus dados de prontuários médicos para o formato especificado pela API proposta neste trabalho, que utiliza o padrão de Arquétipos.

Como mostrado nas figuras abaixo, ao todo foram desenvolvidos 8 arquétipos baseados no modelo de referência do tipo *Observation* da OpenEHR, 5 arquétipos do tipo *SECTION* e 1 do tipo *COMPOSITION*. Os arquétipos do tipo *Observation* são:



A	openEHR-EHR-OBSERVATION.alteracao_da_imagem.v0
A	openEHR-EHR-OBSERVATION.cretinina_serica.v0
A	openEHR-EHR-OBSERVATION.dados_do_paciente.v0
A	openEHR-EHR-OBSERVATION.equ_eas_urinatipo1.v0
A	openEHR-EHR-OBSERVATION.nivel_de_albuminuria.v0
A	openEHR-EHR-OBSERVATION.outros_problemas_paciente.v0
A	openEHR-EHR-OBSERVATION.tfg.v0

Figura 13. Arquétipos clínicos para a DRC. Fonte: Autoria Própria

Nenhum arquétipo clínico foi baseado ou utilizado do repositório da OpenEHR. Todos os arquétipos foram validados utilizando a ferramenta *ADL Designer* e cada um dos arquétipos contém uma descrição sobre o seu propósito e uso.

Para validar a funcionalidade de exportar dados para o formato especificado nos arquétipos e mapear esses dados para a OntoDRC, foram utilizados casos clínicos reais e de uso permitido.

Caso Clínico 1: “JHC, 50 anos, negro, sexo masculino, nível de albuminúria de 84, correspondendo a categoria A2, TFG com valor 45.79 de categoria TFG3A e com alteração de imagem.”

Com a descrição acima, podemos criar um documento TDD de acordo com o especificado no manual do usuário, validar e exportar esses dados para a ontologia OntoDRC, o resultado fica da seguinte forma:

```
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#TFG3A"/>
  <NamedIndividual IRI="#tfg"/>
</ClassAssertion>
<SameIndividual>
  <NamedIndividual IRI="#TFGI3A"/>
  <NamedIndividual IRI="#tfg"/>
</SameIndividual>

<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#tfg"/>
</Declaration>

<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#categoria_albuminuria"/>
</Declaration>

<ClassAssertion>
  <Class IRI="#A2"/>
  <NamedIndividual IRI="#categoria_albuminuria"/>
</ClassAssertion>
```

Figura 14. Caso clínico 1 - Individual para Categoria RAC e TFG na OntoDRC.
Fonte: Autoria Própria

```
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#alteracao_de_imagem"/>
</Declaration>

<ClassAssertion>
  <Class IRI="#AlteracaoDaImagem"/>
  <NamedIndividual IRI="#alteracao_de_imagem"/>
</ClassAssertion>
```

Figura 15. Caso clínico 1 - Individual para Alteração da imagem na OntoDRC.
Fonte: Autoria Própria

Como resultado, podemos ver que teve a adição das instâncias para os dados da TFG, RAC, alteração de imagem, como mostrado nas figuras acima, além dos dados do paciente, na ontologia OntoDRC no formato OWL.

Para vermos se as seguintes alterações na OntoDRC aconteceram, podemos visualizar a ontologia com a ferramenta para edição de ontologias web, chamada de Protégé (STANFORD CENTER, 2016), e visualizar se teve adição de novos *Individuals*.



Figura 16. Caso clínico 1 - Individuals visualizados com Protégé.
Fonte: Autoria Própria

Caso Clínico 2: “JSS, 68 anos, amarelo, sexo feminino, nível de albuminúria de 64, correspondendo a categoria A2, Creatinina com valor 1.6 md/dL.”

```
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Idade"/>
  <NamedIndividual IRI="#idade"/>
</ClassAssertion>
<DataPropertyAssertion>
  <DataProperty abbreviatedIRI="owl:topDataProperty"/>
  <NamedIndividual IRI="#idade"/>
  <Literal datatypeIRI="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int">68</Literal>
</DataPropertyAssertion>

<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Raca"/>
  <NamedIndividual IRI="#raca"/>
</ClassAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="http://purl.obolibrary.org/obo/ontoneo.owl#temRaca"/>
  <NamedIndividual IRI="#raca"/>
  <NamedIndividual IRI="http://purl.obolibrary.org/obo/ontoneo.owl#Amarelo"/>
</ObjectPropertyAssertion>

<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Genero"/>
  <NamedIndividual IRI="#genero"/>
</ClassAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="http://purl.obolibrary.org/obo/ontoneo.owl#temGenero"/>
  <NamedIndividual IRI="#genero"/>
  <NamedIndividual IRI="http://purl.obolibrary.org/obo/ontoneo.owl#Feminino"/>
</ObjectPropertyAssertion>
```

Figura 17. Caso clínico 2 - Individual para os dados do paciente na OntoDRC.
Fonte: Autoria Própria

Como resultado do instanciação e mapeamento do caso clínico 2, podemos perceber que teve a adição dos dados da creatinina, categoria da RAC e dos dados do paciente para a ontologia OntoDRC.

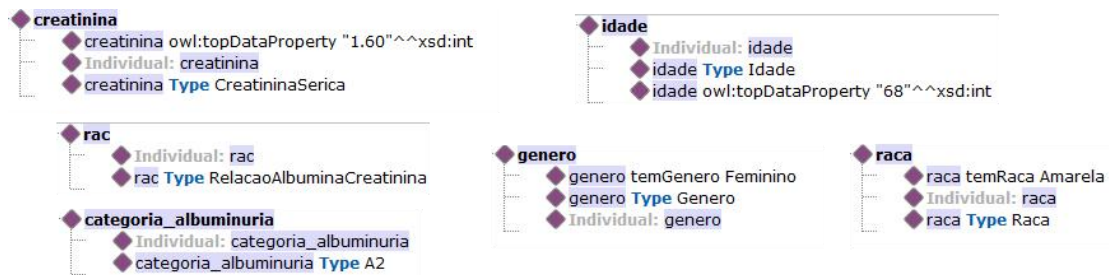


Figura 18. Caso clínico 2 - *Individuals* visualizados com Protégé.
Fonte: Autoria Própria

Percebe-se que as instâncias foram criadas de acordo com os dados fornecidos pela descrição do caso clínico e cada dado está de acordo com os relacionamentos definidos pela OntoDRC.

6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Nesta pesquisa foi proposta uma API para formalização de dados que especifica o padrão das informações clínicas utilizadas em um serviço de suporte ao diagnóstico e estadiamento da DRC (BARRETO, 2018). A partir dessa API, é possível que outros sistemas que queiram utilizar o serviço de suporte ao diagnóstico e estadiamento da DRC ao passar os dados do prontuário eletrônico para o formato especificado na API, onde posteriormente, a API transforma esses dados para instâncias na ontologia OntoDRC.

A API foi desenvolvida a partir de um conjunto de arquétipos clínicos. Esses arquétipos são responsáveis por definir um conjunto de restrições para todos os conceitos médicos utilizados no processo de diagnóstico e estadiamento realizado pelo serviço mencionado. Assim, ajudando aos profissionais da saúde a tomarem decisão em relação ao diagnóstico e/ou estadiamento de um paciente em relação à DRC.

Para o desenvolvimento dos arquétipos foi necessário o estudo sobre as diretrizes clínicas da DRC para o processo de diagnóstico e estadiamento da DRC. Nesse estudo, foi identificado quais dados são indispensáveis para o andamento desse processo e, assim, os arquétipos foram desenvolvidos para representar os dados, dividindo cada arquétipo para representar um conceito médico relacionado ao processo estudado.

Apartir dos arquétipos, a API desenvolvida é capaz de promover interoperabilidade para o sistema de apoio ao diagnóstico e estadiamento da DRC. Assim, é possível que qualquer sistema possa utilizar o serviço de suporte clínico disponibilizado pelo sistema citado ao utilizar essa API.

Como trabalho futuro relacionado a esta pesquisa, uma possibilidade é incorporar a API no próprio sistema de suporte ao diagnóstico e estadiamento da DRC. Os dados de entrada seriam preenchidos pelo usuário através de uma interface e, depois, criado um TDD para validar.

Outra possibilidade de investigação é a formalização ao utilizar o SNOMED-CT, fazendo a ligação das terminologias do conhecimento com os dados representados pelos arquétipos.

Existe também a possibilidade de criar um sistema de suporte a decisão (diagnóstico e estadiamento) para a DRC ao adicionar regras e a capacidade de realizar inferência aos arquétipos desenvolvidos nesta pesquisa utilizando GDL. Entretanto o estado da arte em representação do conhecimento e raciocínio é a lógica de descrição, na qual as ontologias OWL se baseiam.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A.; TIMES, V.; SILVA, M. Um serviço para geração de esquemas de dados utilizando arquétipos. In: XVI Congresso Brasileiro em Informática em Saúde – CBIS 2016, Goiânia. **Anais eletrônico....** Goiânia: Centro de Convenções de Goiânia, 2016. Disponível em: <http://www.sbis.org.br/biblioteca_virtual/cbis/Anais_CBIS_2016_Diversos.pdf>. Acesso em: 14 Set. 2018.
- BARRETO R., Aversari L.O.C., Gomes C.N.A.P., Lino N.C.Q. Clinical Decision Support Based on OWL Queries in a Knowledge-as-a-Service Architecture. In: International Joint Conference on Rules and Reasoning, RuleML+RR, 2018. **Anais eletrônicos....** Luxembourg: Luxembourg. Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-99906-7_15>. Acesso em: 14 Set. 2018.
- BASTOS, M. et al. Chronic Kidney Disease: Problems and Solutions. **Braz. J. Nephrol.** (J. Bras. Nefrol.), v. 26, n. 4, p. 202-215, Agosto, 2004.
- BASTOS, M.; BREGMAN, R.; KIRSZTAJN, G. Doença renal crônica: frequente e grave, mas também prevenível e tratável. **Revista Associação Médica Brasileira**, vol. 56, n. 2, p. 248-253, Janeiro, 2010.
- BEALE, T.; HEARD, S. “**Archetype Definitions and Principles**”. 2007. Disponível em: <https://www.openehr.org/releases/1.0.2/architecture/am/archetype_principles.pdf>. Acesso em: 14 Set. 2018.
- BEALE, T. et al. “**Templates and Archetypes: how do we know what we are talking about?**”. 2003. Disponível em: <http://www.hl7.org/documentcenter/public_temp_4DF690AC-1C23-BA170C5F124448032A4A/wg/ehr/archives/Templates%20and%20Archetypes1.pdf>. Acesso em: 14 Set. 2018.
- BEALE, T. Archetypes: Constraint-based Domain Models for Future-proof Information Systems. In: Eleventh OOPSLA Workshop on Behavioral Semantics, 2002. **Anais eletrônicos....** Washington: Northeastern University, 2002. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=985111>>. Acesso em: 12 Set. 2018.
- BRACHMAN, R.; LEVESQUE, H. **Knowledge Representation and Reasoning**, 1.ed. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2004.
- CINTHO, L.; MORO, C. Arquétipos OpenEHR para representação de restrições temporais em diretrizes clínicas. In: XVI Congresso Brasileiro em Informática em Saúde – CBIS 2016, Goiânia. **Anais eletrônico....** Goiânia: Centro de Convenções de Goiânia, 2016. Disponível em: <http://www.sbis.org.br/biblioteca_virtual/cbis/Anais_CBIS_2016_Diversos.pdf>. Acesso em: 14 Set. 2018.
- EGUZKIZA, A. et al. Formalize clinical processes into electronic health information systems: Modelling a screening service for diabetic retinopathy. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 56, n. 1, p. 112-126, Agosto, 2015.
- GARCIA, D.; CINTHO, L.; MORO, C. Integrando Regras de Decisão de Guidelines a Sistemas com Arquétipos. In: XIV Congresso Brasileiro em Informática em Saúde – CBIS, Santos. **Anais eletrônicos....** São Paulo: Santos. 2014. Disponível em: <http://sbis.org.br/files/CBIS2014_GDL.pdf>. Acesso em: 14 Set. 2018.

GARDE, S. et al. Towards Semantic Interoperability for Electronic Health Records: Domain Knowledge Governance for openEHR Archetypes. **Methods of information in medicine**, v. 46, n. 3, p. 332-343, Fevereiro, 2007.

GOMES, C. et al. OntoDRC: Prevenindo a Doença Renal Crônica. In: 15th Ibero-Americana WWW/Internet 2017 Conference (CIAWI 2017), Vilamoura. **Anais eletrônicos....** Algarve: Vilamoura, 2017. Disponível em: <<http://www.iadisportal.org/digital-library/ontodrc-Prevenindo-a-doen%C3%A7a-renal-cr%C3%B4nica>>. Acesso em: 14 Set. 2018

GROSAN, C.; ABRAHAM, A. **Intelligent Systems: A modern approach**. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.

HOYT, R. **Medical informatics: practical guide for healthcare and information technology professionals**. Florida, USA: Lulu, 2010.

ISO/TC 215 Health Informatics. “**ISO 13606 standard Electronic Health Record Communication**”, 2008. Disponível em: <<http://veratechnas1.synology.me:6969/iso13606/information.html>>. Acesso em: 14 Set. 2018.

KALRA, D.; INGRAM, D. Information Technology Solutions for Healthcare. In: ZIELINSKI, K.; DUPLAGA, M.; INGRAM, David (Orgs.). **Electronic Health Records**. London: Springer-Verlag London, 2006. p. 135-181.

KALRA, D. et al. Quality requirements for EHR archetypes. **Studies in health technology and informatics**, v. 180, n. 1, p. 48-52, Agosto, 2012.

KIDD, M. et al. Health Informatics - An Introduction. In: HOVENGA, E. J. S. et al. (Orgs.). **Health Informatics: An Overview**. IOS Press, 2010. p. 9-15

LEZCANO, L.; SICILIA, M.; RODRÍGUEZ-SOLANO, C. Integrating reasoning and clinical archetypes using OWL ontologies and SWRL rules. **Journal of biomedical informatics**, v. 44, n. 2, p. 343-353, Abril, 2011.

MARCOS, M. et al. Interoperability of clinical decision-support systems and electronic health records using archetypes: a case study in clinical trial eligibility. **Journal of biomedical informatics**, v. 46, n. 4, p. 676-689, Agosto, 2013.

MARTINS, B. et al. Estratégias para persistência de dados clínicos baseada no OpenEHR. In: XVI Congresso Brasileiro em Informática em Saúde – CBIS 2016, Goiânia. **Anais eletrônico....** Goiania: Centro de Convenções de Goiânia, 2016. Disponível em: <http://www.sbis.org.br/biblioteca_virtual/cbis/Anais_CBIS_2016_Diversos.pdf>. Acesso em: 14 Set. 2018.

MARTÍNEZ-COSTA, C.; MENÁRGUEZ-TORTOSA, M.; FERNANDEZ-BREIS, J. Clinical data interoperability based on archetype transformation. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 44, n. 5, p. 869-880, Maio, 2011.

MARTÍNEZ-COSTA, C. et al. A model-driven approach for representing clinical archetypes for Semantic Web environments. **Journal of biomedical informatics**, v. 42, n. 1, p. 150-164, Fevereiro, 2009.

MENÁRGUEZ-TORTOSA, M.; FERNANDEZ-BREIS, J. OWL-based reasoning methods for validating archetypes. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 46, n. 2, p. 304-317, Maio, 2013.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Diretrizes clínicas para cuidado ao paciente com doença renal crônica - DRC no sistema único de saúde**. Brasília, 2014. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_clinicas_cuidado_paciente_renal.pdf>. Acesso em: 14 Set. 2018

MONER, D. et al. Archetype-Based Semantic Integration and Standardization of Clinical Data. In: 2006 International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, New York. **Anais eletrônicos....** New York: IEEE Xplore, 2006. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/4462961>>. Acesso em: 14 Set. 2018

OpenEHR. **Health Information Models**, 2012. Disponível em: <<https://openehr.atlassian.net/wiki/spaces/healthmod/pages/2949191/Introduction+to+Archetypes+and+Archetype+classes>>. Acesso em: 14 Set. 2018.

OpenEHR. **Archetype Definition Language 1.4 specification**, 2008. Disponível em: <<https://www.openehr.org/releases/AM/latest/docs/ADL1.4/ADL1.4.html>>. Acesso em: 14 Set. 2018.

OpenEHR. **Guideline Definition Language (GDL)**, Julho, 2015. Disponível em: <<https://www.openehr.org/releases/CDS/latest/docs/GDL/GDL.html>>. Acesso em: 14 Set. 2018.

W3C. **W3C Web Ontology Language (OWL): Semantic Web Language**. Dezembro, 2012. Disponível em: <<https://www.w3.org/OWL>>. Acesso em: 14 Set. 2018.

PESSANHA, C.; BAX, M. P. Implementando o prontuário eletrônico openehr em sistemas gestores de conteúdo: uma aproximação. **Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**, v. 8, n. 2, p. GT11-1, Dezembro, 2015. Disponível em: <<http://www.brapci.inf.br/v/a/19448>>. Acesso em: 14 Set. 2018.

STANFORD CENTER. **Protégé: national resource for biomedical ontologies and knowledge bases supported by the National Institute of General Medical Sciences**. 2016. Disponível em: <<https://protege.stanford.edu>>. Acesso em: 14 Set. 2018.

RUSSEL, S.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A modern approach**, 3 ed. New Jersey: Prentice-Hall Inc, 2009.

SASIETA, H.; BEPLER, F. D.; PACHECO, R. Um modelo para a visualização do conhecimento baseado em arquétipos visuais. **Acta Scientiarum Technology (Acta Sci Tech)**, v. 34, n. 4, p. 381-389, Outubro, 2012.

SETTE, L.; TITAN, S.; ABENSUR, H. **Doença Renal Crônica**, 2010. Disponível em: <http://www.medicinanet.com.br/conteudos/revisoes/2518/doenca_renal_cronica.htm?_mobile=off>. Acesso em: 14 Set. 2018.

WEN, C. Telemedicina e Telessaúde – Um panorama no Brasil. **Informática Pública**, v. 10, n. 2, p. 7-15, 2008. Disponível em: <http://www.ip.pbh.gov.br/ANO10_N2_PDF/telemedicina_teleasaude.pdf> Acesso em: 14 Set. 2018.

WOLLERSHEIM, D.; SARI, A.; RAHAYU, W.. Archetype-Based Electronic Health Records: A Literature Review and Evaluation of Their Applicability to Health Data Interoperability and Access. **Health Information Management Journal**, v. 38, n. 2, p. 7-17, Junho, 2009.

APÊNDICE A – MANUAL DE USUÁRIO

Para exportar os dados clínicos para o formato especificado nos arquétipos, é preciso conhecer quais são as restrições definidas para cada tipo de dados e onde, exatamente, colocar esses dados dentro do TDD. Para isso, nesta seção dividimos o processo de instanciação nos seguintes subtópicos: Dados do paciente, Alteração de imagem, Exames e Outros problemas.

Dados do paciente

Os dados do paciente são informações necessárias para o cálculo da TFG, caso o valor da TFG não seja especificado no prontuário do paciente. As restrições de cada uma dessas informações são:

Nome	Obrigatório	Restrições	Tipo
Gênero	Sim	Masculino (at0007) ou Feminino (at0008)	Text; Interval (DV_CODED_TEXT)
Raça	Sim	Negro (at0009), Branco (at0010), Amarelo (at0011) ou Pardo (at0012)	Text; Interval (DV_CODED_TEXT)
Idade	Sim	0 à 120	Inteiro (DV_COUNT)

Observação 1: Para dados do tipo *Text* e *Interval* (DV_CODED_TEXT), é preciso especificar o CÓDIGO do respectivo valor no TDD e não o próprio valor. Ex.: Para gênero masculino, o valor deve ser o código at0007.

Observação 2: É obrigatório caso seja especificado os dados do paciente.

```

<data archetype_node_id="at0001"> <Any_event_as_Point_Event archetype_node_id="at0002" type="POINT_EVENT">
  <name> <value>Any event</value> </name>

  <time><value xmlns="http://schemas.openehr.org/v1">2002-05-30T09:30:10Z</value></time>
  <data archetype_node_id="at0003" type="ITEM_TREE">
    <Gênero archetype_node_id="at0004" type="ELEMENT" valueType="DV_CODED_TEXT">
      <name> <value>Gênero</value> </name>

      <value>
        <defining_code>
          <terminology_id> <value>local</value> </terminology_id>
          <code_string> <!-- Masculino (at0007) ou Feminino (at0008) --> </code_string>
        </defining_code>
      </value>
    </Gênero>

    <Raça archetype_node_id="at0005" type="ELEMENT" valueType="DV_CODED_TEXT">
      <name> <value>Raça</value> </name>

      <value>
        <defining_code>
          <terminology_id> <value>local</value> </terminology_id>
          <code_string> <!-- Negro (at0009), Branco (at0010), Amarelo (at0011) ou Pardo (at0012) --> </code_string>
        </defining_code>
      </value>
    </Raça>

    <Idade archetype_node_id="at0006" type="ELEMENT" valueType="DV_COUNT">
      <name> <value>Idade</value> </name>

      <value>
        <magnitude> <!-- Inteiro de 0 á 120 --> </magnitude> </value>
      </Idade>
    </data>
  </Any_event_as_Point_Event> </data>

```

Preencher o gênero com:

- at0007 - Masculino
- at0008 - Feminino

Preencher raça com:

- at0009 - Negro
- at0010 - Branco
- at0011 - Amarelo
- at0012 - Pardo

Inserir um valor inteiro de 0 á 120 para indicar a idade do paciente

Como mencionado, os dados devem ser colocados de acordo com as restrições, pois senão não será aceito como dados no formato especificado pelos arquétipos no processo de validação.

Observação: É necessário especificar a data de quando foi coletado essas informações antes de cada arquétipo. Essa informação deve estar dentro da tag 'time' como especificado na imagem abaixo. O formato deve estar de acordo com a ISO 8601 - YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ (e.g. 2002-05-30T09:30:10Z).

Data, deve ser preenchido antes de qualquer arquétipo (Dados do paciente, TFG, Alteração de imagem, etc.)

O valor deve estar de acordo com o formato da ISO 8601

```

<data archetype_node_id="at0001"> <Any_event_as_Point_Event archetype_node_id="at0002" type="POINT_EVENT">
  <name> <value>Any event</value> </name>

  <time><value xmlns="http://schemas.openehr.org/v1"><!-- YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ --> 2002-05-30T09:30:10Z</value></time>

```

Alteração de imagem

Os dados da alteração de imagem apenas especifica se houve alteração na imagem do exame. O valor do campo 'Alteração na imagem' diz se houve alteração na imagem do exame e o campo 'Exame' especifica qual exame ou comentários sobre o exame.

Nome	Obrigatório	Restrições	Tipo
Alteração na imagem	Sim	true ou false	Boolean (DV_BOOLEAN)
Exame	Não	Nenhuma	Text (DV_TEXT)

```
<data archetype_node_id="at0003" type="ITEM_TREE">
  <Alteração_na_imagem archetype_node_id="at0004" type="ELEMENT" valueType="DV_BOOLEAN">
    <name> <value>Alteração na imagem</value> </name>

    <value>
      <value xmlns="http://schemas.openehr.org/v1"><!-- true ou false --></value>
    </value>
  </Alteração_na_imagem>

  <Exame archetype_node_id="at0005" type="ELEMENT" valueType="DV_TEXT"> <!-- 0 ou varias -->
    <name> <value>Exame</value> </name>

    <value>
      <value xmlns="http://schemas.openehr.org/v1"><!-- Texto --></value>
    </value>
  </Exame>
</data>
```

Preencher com 'true' ou 'false' para alteração na imagem do exame.
true: teve alteração.
false: não teve alteração

Preencher com nomes (string) dos exames que tiveram a imagem alterada.

TFG

O valor da TFG pode ser registrado caso o paciente possua o respectivo exame. Caso tenha os dados deste exame do paciente, então pode ser registrado da seguinte forma:

Nome	Obrigatório	Restrições	Tipo
TFG	Sim	Maior ou igual que 0	Double; <i>ml/min/1.73m²</i> (DV_QUANTITY)
Categoria TFG	Sim	TFG1 (<i>at0013</i>), TFG2 (<i>at0015</i>), TFG3A (<i>at0025</i>), TFG3B (<i>at0026</i>), TFG4 (<i>at0027</i>) ou TFG5 (<i>at0028</i>)	Text; Interval (DV_CODED_TEXT)

A categoria da TFG são definidos de acordo com o valor da TFG. Cada categoria especifica um intervalo: TFG1 (maior que 90), TFG2 (entre 60-89), TFG3A (entre 45-59), TFG3B (entre 30-44), TFG4 (entre 15-29) e TFG5 (menor que 15).

```

<data archetype_node_id="at0003" type="ITEM_TREE">
  <TFG archetype_node_id="at0030" type="ELEMENT" valueType="DV_QUANTITY">
    <name> <value>TFG</value> </name>

    <value>
      <magnitude><!--double em ml/min/1.73m2--></magnitude>
      <units>ml/min/1.73m2</units>
    </TFG>

  <Categoria_TFG archetype_node_id="at0012" type="ELEMENT" valueType="DV_CODED_TEXT">
    <name> <value>Categoria_TFG</value> </name>

    <value>
      <defining_code>
        <terminology_id> <value>local</value> </terminology_id>
        <code_string>
          <!-- TFG1 (at0013), TFG2 (at0015), TFG3A (at0025), TFG3B (at0026), TFG4 (at0027) ou TFG5 (at0028) -->
        </code_string>
      </defining_code>
    </value>
  </Categoria_TFG>
</data>

```

Inserir valor da TFG em double dentro da tag 'magnitude'

Unidade do valor da TFG em ml/min/1.73m²
NÃO deve ser alterado

Preencher com a categoria da TFG correspondente dentro da tag 'code_string':

- at0013 - TFG1
- at0015 - TFG2
- at0025 - TFG3A
- at0026 - TFG3B
- at0027 - TFG4
- at0028 - TFG5

Creatinina sérica

Essa parte apenas tem o valor da creatinina sérica necessária para o cálculo da TFG. Por isso, essa informação é obrigatória. O campo da creatinina deve ser preenchida com valor do tipo (DV_QUANTITY), com unidade mg/dl e não pode ser menor que 0 com precisão 2.

```
<data archetype_node_id="at0003" type="ITEM_TREE">
  <Creatinina archetype_node_id="at0005" type="ELEMENT" valueType="DV_QUANTITY"> <!-- obrigatorio -->
    <name> <value>Creatinina</value> </name>
    <value>
      <magnitude><!--double "mg/dl" pattern (\+|\-)?(0|[1-9][0-9]*)?(\. [0-9]{2})?--></magnitude>
      <precision>2</precision>
      <units>mg/dl</units>
    </value>
  </Creatinina>
</data>
```

Precisão em 2 (duas casas decimais) e unidade em mg/dl
NÃO deve ser alterado

Dentro da tag 'magnitude', inserir o valor da creatinina em double.

Nível albuminúria ou RAC

O nível de albuminúria ou a relação albuminúria creatinúria é necessário para o diagnóstico e estadiamento da DRC, assim, como o valor da TFG. Existem dois campos principais, o valor da albumina e a categoria referente a esse valor, A1, A2 ou A3.

Nome	Obrigatório	Restrições	Tipo
Nível de albumina	Sim	Maior ou igual que 0	Double; mg/dl (DV_QUANTITY)
Categoria	Sim	A1 (at0006), A2 (at0007) ou A3 (at0008)	Text; Interval (DV_CODED_TEXT)

A categoria da albumina são definidos de acordo com o valor da albumina. Cada categoria especifica um intervalo: A1 (menor que 30), A2 (entre 30-300) e A3 (maior que 300).

```
<data archetype_node_id="at0003" type="ITEM_TREE"> <!-- Obrigatório -->
  <Nível_de_albuminuria archetype_node_id="at0004" type="ELEMENT" valueType="DV_QUANTITY"> <!-- obrigatorio -->
    <name> <value>Nível de albuminuria</value> </name>

    <value>
      <magnitude><!--Double "mg/24h"--></magnitude>
      <units>mg/24h</units>
    </value>
  </Nível_de_albuminuria>

  <Categoria archetype_node_id="at0005" type="ELEMENT" valueType="DV_CODED_TEXT">
    <name> <value>Categoria</value> </name>

    <value>
      <defining_code>
        <terminology_id> <value>local</value> </terminology_id>
        <code_string><!-- A1 (at0006), A2 (at0007) ou A3 (at0008)--></code_string>
      </defining_code>
    </value>
  </Categoria>
</data>
```

O valor do nível de albuminúria ou RAC

Unidade do nível de albuminúria 'mg/24h', correspondente ao RAC 'mg/g'

NÃO deve ser alterado

A categoria correspondete ao nível de albuminúria ou RAC.

at0006 - A1
at0007 - A2
at0008 - A3

EQU EAS Tipo 1

Os dados da EQU EAS Tipo 1 apenas especifica se o exame de urina tipo 1 apresentou elementos anormais no sedimento, além de poder especificar quais são as características desses elementos.

Nome	Obrigatório	Restrições	Tipo
Elementos Anormais do Sedimento	Sim	true ou false	Boolean (DV_BOOLEAN)
Características	Não	Nenhuma	Text (DV_TEXT)

```
<data archetype_node_id="at0003" type="ITEM_TREE">
  <Elementos_Anormais_do_Sedimento archetype_node_id="at0004" type="ELEMENT" valueType="DV_BOOLEAN">
    <name><value>Elementos Anormais do Sedimento</value></name>

    <value> <value xmlns="http://schemas.openehr.org/v1"><!-- true ou false --></value> </value>
  </Elementos_Anormais_do_Sedimento>

  <Características> <!-- Nao Obrigatorio, sem limite -->
    <name><value>Características</value></name>

    <value> <value xmlns="http://schemas.openehr.org/v1"><!-- Texto --></value> </value>
  </Características>
</data>
```

Indica se o exame EQU EAS urina tipo 1 apresentou elementos anormais no sedimento (true) ou não (false)

Características do resultado do exame de urina

Outros problemas

Essa parte deve registrar fatores de risco do paciente em relação a outros problemas que interferem na decisão de diagnóstico e estadiamento da DRC. Os outros problemas são: diabetes, infecção urinária recorrente, litíase renal, doença policística renal e hipertensão sistêmica. Cada um possui seu respectivo campo onde pode ser registrado se o paciente possui ou não esse problema (true or false) do tipo Boolean (DV_Boolean).

The image shows a snippet of XML code on the left and a corresponding form on the right. The XML code defines five boolean fields: Diabetes Mellitus, Doença policística renal, Litíase Renal, Infecção urinária recorrente, and Hipertensão arterial sistêmica. Each field is of type 'ELEMENT' and 'DV_BOOLEAN'. The form on the right displays these fields with labels and checkboxes. Red arrows point from the XML code to the form fields.

XML Code	Form Field
<pre><Diabetes_Mellitus archetype_node_id="at0003" type="ITEM_TREE"> <Diabetes_Mellitus archetype_node_id="at0004" type="ELEMENT" valueType="DV_BOOLEAN"> <name><value>Diabetes Mellitus</value></name> <value> <value xmlns="http://schemas.openehr.org/v1"><!-- true ou false --></value> </value> </Diabetes_Mellitus></pre>	O paciente tem diabetes: true: tem diabetes false: não tem
<pre><Doença_policística_renal archetype_node_id="at0005" type="ELEMENT" valueType="DV_BOOLEAN"> <name><value>Doença policística renal</value></name> <value> <value xmlns="http://schemas.openehr.org/v1"><!-- true ou false --></value> </value> </Doença_policística_renal></pre>	O paciente possui a doença policística renal: true: possui false: não possui
<pre><Litíase_Renal archetype_node_id="at0007" type="ELEMENT" valueType="DV_BOOLEAN"> <name><value>Litíase Renal</value></name> <value> <value xmlns="http://schemas.openehr.org/v1"><!-- true ou false --></value> </value> </Litíase_Renal></pre>	O paciente tem litíase renal: true: sim false: não
<pre><Infecção_urinária_recorrente archetype_node_id="at0008" type="ELEMENT" valueType="DV_BOOLEAN"> <name><value>Infecção urinária recorrente</value></name> <value> <value xmlns="http://schemas.openehr.org/v1"><!-- true ou false --></value> </value> </Infecção_urinária_recorrente></pre>	O paciente tem Infecção urinária recorrente: true: sim false: não
<pre><Hipertensão_arterial_sistêmica archetype_node_id="at0009" type="ELEMENT" valueType="DV_BOOLEAN"> <name><value>Hipertensão arterial sistêmica</value></name> <value> <value xmlns="http://schemas.openehr.org/v1"><!-- true ou false --></value> </value> </Hipertensão_arterial_sistêmica></pre>	O paciente tem hipertensão arterial sistêmica: true: possui false: não possui

Validação

A validação pode ser feita automaticamente, utilizando o programa desenvolvido na linguagem C#. Esse programa faz a validação a partir da TDS e deve ser executado utilizando o comando de linha da seguinte forma: `./ValidateXML caminho-do-TDD` (sem aspas).

A partir disso, o programa irá verificar se o documento está de acordo com o modelo especificado no XSD. Caso não esteja de acordo, então será apresentado aonde está o erro. Assim, o usuário poderá verificar se os seus dados estão de acordo com o que foi especificado pelo conjunto de arquétipo.

Vale lembrar que todas as informações que não foram especificadas aqui não devem ser modificadas, pois essas informações presentes no TDD são estáticas e não devem ser alteradas para que a validação ocorra corretamente.