



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA**

**UMA ABORDAGEM PARA SUPORTE À DECISÃO CLÍNICA
BASEADA EM SEMÂNTICA NO DOMÍNIO DA NEFROLOGIA**

ESAÚ ALENCAR TAVARES

JOÃO PESSOA - PB

Fevereiro - 2016

ESAÚ ALENCAR TAVARES

**UMA ABORDAGEM PARA SUPORTE À DECISÃO CLÍNICA
BASEADA EM SEMÂNTICA NO DOMÍNIO DA NEFROLOGIA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal da Paraíba por Esaú Alencar Tavares, sob a orientação da Profa. Dra. Natasha Correia Queiroz Lino, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Informática.

Linha de Pesquisa: Computação Distribuída

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

JOÃO PESSOA - PB

Fevereiro – 2016

T231u Tavares, Esaú Alencar.
 Uma abordagem para suporte à decisão clínica baseada
 em semântica no domínio da nefrologia / Esaú Alencar
 Tavares.- João Pessoa, 2016.
 226f. : il.
 Orientadora: Natasha Correia Queiroz Lino
 Dissertação (Mestrado) - UFPB/CI
 1. Informática. 2. Computação distribuída. 3. Informática
 médica. 4. Decisão clínica - suporte. 5. Ontologias.

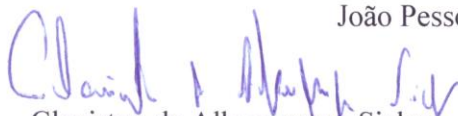
UFPB/BC

CDU: 004(043)

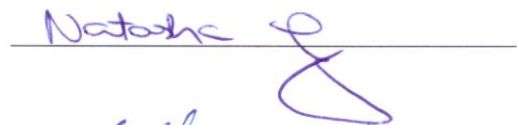
Ata da Sessão Pública de Defesa de Dissertação de Mestrado de **ESAU ALENCAR TAVARES**, candidato ao título de Mestre em Informática na Área de Sistemas de Computação, realizada em 29 de fevereiro de 2016.

Ao vigésimo nono dia do mês de fevereiro do ano de dois mil e dezesseis, às oito horas, no Centro de Informática - Universidade Federal da Paraíba (unidade Mangabeira), reuniram-se os membros da Banca Examinadora constituída para julgar o Trabalho Final do **Sr. Esau Alencar Tavares** vinculado a esta Universidade sob a matrícula 2013116221, candidato ao grau de Mestre em Informática, na área de “*Sistemas de Computação*”, na linha de pesquisa “*Computação Distribuída*”, do Programa de Pós-Graduação em Informática, da Universidade Federal da Paraíba. A comissão examinadora foi composta pelos professores: **Dra Natasha Correia Queiroz Lino (PPGI-UFPB)**, Orientador e Presidente da Banca, **Dr Gustavo Henrique Matos Bezerra Motta (PPGI-UFPB)**, Examinador Interno, **Dra Cecilia Neta Alves Pegado Gomes (UFPB)**, Examinador Externo ao Programa, e **Dr Frederico Luiz Gonçalves de Freitas (UFPE)**, Examinador Externo à Instituição. Dando início aos trabalhos, o professor Presidente da Banca cumprimentou os presentes, comunicou aos mesmos a finalidade da reunião e passou a palavra ao candidato para que o mesmo fizesse, oralmente, a exposição do trabalho de dissertação intitulado “*Uma Abordagem para Suporte à Decisão Clínica Baseada em Semântica no Domínio da Nefrologia*”. Concluída a exposição, o candidato foi arguido pela Banca Examinadora que emitiu o seguinte parecer: “*aprovado*”. Assim sendo, eu, Claurton de Albuquerque Siebra, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Informática - PPGI, lavrei a presente ata que vai assinada por mim e pelos membros da Banca Examinadora.

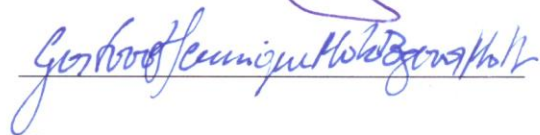
João Pessoa, 29 de fevereiro de 2016.


Claurton de Albuquerque Siebra

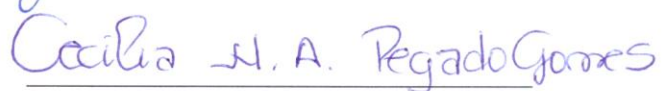
Prof Dra Natasha Correia Queiroz Lino
Orientadora (PPGI-UFPB)



Prof Dr Gustavo Henrique Matos Bezerra Motta
Examinador Interno (PPGI-UFPB)



Prof Dra Cecilia Neta Alves Pegado Gomes
Examinador Externo ao Programa (UFPB)



Prof Dr Frederico Luiz Gonçalves de Freitas
Examinador Externo à Instituição (UFPE)



“Faça ou não faça. A tentativa não existe.”

Yoda

Dedico esse trabalho a todos aqueles que ficaram ao meu lado durante todo o caminho. Acima de tudo, dedico em especial aos meus pais, exemplos de superação.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais e às minhas irmãs por tudo que sou, tudo o que fizeram por mim, por sempre estarem ao meu lado e por acreditarem no meu sucesso. À minha mãe, Jacquelline, por sempre ter derramado sobre mim seu amor e sua compaixão, por ter me ensinado a nunca desistir na vida e por ser um exemplo de honestidade e fidelidade. Ao meu pai, Fernando, por ter me mostrado que as dificuldades existem para serem superadas e pelos seus conselhos nas horas mais difíceis. À minha irmã Fernanda, por todo seu carinho de irmã mais velha e à minha irmã Livia, por sempre me proteger de tudo e de todos.

Agradeço à minha avó Maria Leizanira, por ser exemplo de uma pessoa trabalhadora, forte e determinada. Agradeço à minha segunda mãe, “Tia Vlândia”, pelas conversas e conselhos que me fizeram ter uma mente mais aberta sobre o mundo e sobre as dificuldades da vida.

Agradeço à minha namorada Nicolle Fagherazzi pelo seu companheirismo e amor durante os 10 anos em que estamos juntos e por, independentemente da situação, nunca ter desistido de mim.

Agradeço ao meu grande amigo Sidney pela amizade verdadeira e pela parceria durante todo o mestrado. Agradeço também a sua mãe, minha querida “Tia Amor”, por todo o carinho maternal que ela teve por mim e pelas suas refeições deliciosas.

Agradeço à professora Natasha Correia Queiroz Lino pela sua orientação e paciência. Agradeço pela confiança na minha capacidade e por ter me apresentado o mundo fascinante da Inteligência Artificial.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo seu apoio financeiro durante o desenvolvimento do meu mestrado.

Por fim, agradeço aos meus amigos, por todos os momentos felizes proporcionados durante toda minha vida.

UMA ABORDAGEM PARA SUPORTE A DECISÃO CLÍNICA BASEADA EM SEMÂNTICA NO DOMÍNIO DA NEFROLOGIA

Resumo

Na área da saúde, as orientações e diretrizes para a prática clínica estão sendo projetadas para melhorar a qualidade dos cuidados em saúde e diminuir o uso de intervenções desnecessárias, ineficazes ou prejudiciais. Neste ambiente, abordagens de suporte à Decisão Clínica, utilizando como base de conhecimento a representação da informação contida nessas diretrizes, podem usufruir de um guia para fazer inferências com base nas decisões, ações e recomendações clínicas validadas, auxiliando com qualidade a prestação de cuidados em saúde. A identificação e o manejo nefrológico adequado de pacientes com Doença Renal Crônica (DRC) têm sido reconhecidos como importantes oportunidades de impedir a sua progressão e desfechos desfavoráveis, como a mortalidade. Como estas situações são geralmente de evolução progressiva, insidiosa e assintomática, existem dificuldades relacionadas ao seu diagnóstico, estadiamento e encaminhamentos, sobrecarregando o trabalho dos médicos especialistas. Diante desses fatos, este trabalho teve como objetivo propor o desenvolvimento de uma abordagem de suporte à decisão clínica, baseada em semântica e raciocínio, para auxiliar os médicos que trabalham na Atenção Primária à Saúde, na tomada de decisões relacionadas ao diagnóstico e estadiamento da DRC buscando, assim, dar suporte ao encaminhamento apropriado para os especialistas em nefrologia. A abordagem propôs a criação e o uso de uma base de conhecimento fundamentada na OntoDecideDRC, uma ontologia de domínio que representou os conhecimentos relacionados aos propósitos da abordagem. Essa abordagem foi então implementada na forma de um protótipo de web service, onde foram aplicados métodos de avaliação com a ajuda de uma médica especialista na área, através da utilização de questões de competência e casos clínicos. Este estudo contribui para a compreensão dos métodos relacionados ao desenvolvimento de abordagens de suporte à decisão utilizando como base de conhecimento uma ontologia na área da saúde. Ao final, essa abordagem fornece informações sobre recomendações válidas, a fim de promover a qualidade nos cuidados médicos relacionados à doença em estudo. Essas informações estão em um formato capaz de ser compartilhado, atualizado e reutilizado por outros sistemas ou abordagens na área.

Palavras-Chave: Informática Médica; Suporte à Decisão Clínica; Ontologias.

AN APPROACH FOR CLINICAL DECISION SUPPORT BASED ON SEMANTICS ON DOMAIN OF NEPHROLOGY

Abstract

In health area, the orientations and guidelines for clinical practice are being projected to improve the quality of healthcare and reduce the use of unnecessary, inefficient or harmful interventions. In this atmosphere, approaches for Clinical Decision Support, using as knowledge base the representation of the information restrained in these guidelines, may usufruct of a guide for making inferences based on decisions, actions and validated clinical recommendations, helping with quality the provision of healthcare. The adequate nephrological identification and attendance of patients with Chronic Kidney Disease (CKD) have been appreciated as important opportunities to block its progression and unfavorable outcome, as the mortality. Since these situations are generally of progressive, insidious and asymptomatic evolution, there are difficulties related to its diagnosis, staging and routing, overloading the specialists doctors' work. In face of these facts, this work's aim was to propose the development of an approach of Clinical Decision Support, based on semantics and logic, to help the ones that work in the Primary Attention of health, in the decision making related to the diagnosis and staging of CKD, searching this way to give support to the appropriate routing to the nephrology specialists. The approach proposed the creation and use of a knowledge base which was based on OntoDecideDRC, an ontology of domain that represented the knowledge related to the purposes of the approach. This approach was implemented in shape of a prototype of web service, where evaluation methods were applied with help of a specialist doctor of the area, through the utilization of competence issues and clinical cases. This study contributes to the comprehension of the methods related to the development of approaches of support to decision using as knowledge base an ontology in the health area. At the end, this approach provides informations about valid recommendations, in order to promote the quality in the medical healthcare related to the disease under study. These informations are in a shape that is capable of being shared, updated, and reused by others systems or approaches in the area.

Keywords: Medical Informatics; Clinical Decision Support; Ontologies.

Lista de Figuras

Figura 1 - Total Estimado de Pacientes em Tratamento Dialítico por Ano	22
Figura 2 - Fórmula Completa Da Modification Of Diet In Renal Disease (MDRD).....	54
Figura 3 - Fórmula Simplificada da Modification Of Diet In Renal Disease (MDRD) .	54
Figura 4 - Fórmulas CKD-EPI para Estimativa da TFG de Pacientes do Sexo Masculino	56
Figura 5 - Fórmulas CKD-EPI para Estimativa da TFG de Pacientes do Sexo Feminino.....	57
Figura 6 - Artigos Classificados de Acordo com a Taxonomia Desenvolvida por Mota (2013C)	62
Figura 7 - Fluxograma Parcial Relacionado À Investigação E Diagnóstico Da DRC.	96
Figura 8 - Uma das Perguntas que estão Presentes no Questionário para os Médicos da Atenção Primária.....	101
Figura 9 - Uma das Perguntas que estão Presentes no Questionário para os Médicos Nefrologistas	101
Figura 10 - Fluxo de Atividades Realizadas para a Conceitualização, Formalização e Implementação da OntoDecideDRC	105
Figura 11 - Descrição no Léxico do Termo “Nefrologista”	115
Figura 12 - Descrição no Léxico do Termo “Encaminhamento”	116
Figura 13 - Descrição no Léxico do Termo “Exames”	116
Figura 14 - Descrição no Léxico do Termo “Estágio 1”	117
Figura 15 - Visão Geral do Grafo Gerado a Partir dos Termos do Léxico	118
Figura 16 - Visão Geral dos Relacionamentos do Termo “Nefrologista” Ilustrados no Grafo	119
Figura 17 - Visão Geral dos Relacionamentos do Termo “Diagnóstico” Ilustrados no Grafo	120
Figura 18 - Métricas Relacionadas à OntoDecideDRC Obtidas na Ferramenta Protégé.....	132
Figura 19 - Hierarquia das Classes “Paciente” e “Informações Básicas”	134
Figura 20 - Hierarquia da Classe “DRC”	135
Figura 21 - Hierarquia da Classe “Encaminhamento”	135
Figura 22 - Hierarquia da Classe “Médico”	136

Figura 23 - Hierarquia da Classe “Fórmulas”	137
Figura 24 - Hierarquia da Classe “Classificação da DRC”	138
Figura 25 - Hierarquia da Classe “Estratégias”	140
Figura 26 - Hierarquia da Classe “Exames”	143
Figura 27 - Hierarquia da Classe “Grau de Risco da DRC”	144
Figura 28 - Hierarquia da Classe “Fatores de Risco”	146
Figura 29 - Hierarquia da Classe “Grupo de Risco”	147
Figura 30 - Hierarquia da Classe “Sintomas”	148
Figura 31 - Hierarquia da Classe “Vacinação”	149
Figura 32 - Hierarquia da Classe “Medicamentos”	150
Figura 33 - Listas de Propriedades da OntoDecideDRC	151
Figura 34 - Interface do Protótipo Responsável pela Identificação do Tipo de Médico	161
Figura 36 - Interface do Protótipo Responsável pela Captura de Informações do Paciente	162
Figura 35 - Representação Parcial do Formulário de Preenchimento Fornecido pela British Columbia	162
Figura 37 - Interface do Protótipo Exibindo o Resultado Do Raciocínio	166
Figura 38 – Fluxo das ações realizadas no método de raciocínio	167

Lista de Tabelas e Quadros

Tabela 1 - Estadiamento da DRC.....	Erro! Indicador não definido.
Quadro 1 - Principais fatores pertencentes ao grupo de risco para Doença Renal Crônica	49
Quadro 2 - Lista de Questões de Pesquisa.....	77
Quadro 3 - Especificação do Domínio, Propósito e Escopo do Conhecimento.....	83
Quadro 4 - Técnicas Seleccionadas para Elicitação de Requisitos	84
Quadro 5 - Lista das Diretrizes para Práticas Clínicas que foram Seleccionadas.....	87
Quadro 6 - Modelo Definido em um 8-Tupla para Captura e Estruturação do Conhecimento	91
Quadro 7 - Lista de Perguntas Utilizadas Nas Entrevistas	98
Quadro 9 - Lista de Termos Candidatos	111
Quadro 10 - Regras de Formação do LAL	113
Quadro 11 - Funcionalidade da Ferramenta C&L que Auxiliou o Estudo	115
Quadro 12 - Algoritmo Utilizado no Processo de Mapeamento do Léxico para a Ontologia OntoDecideDRC	123
Quadro 13 - Lista dos Termos do Léxico Organizados Conforme o Tipo.....	124
Quadro 14 - Definição Do Nome E Descrição Da Classe Nefrologista	126
Quadro 16 - Inclusão de Restrições à Classe Nefrologista	128
Quadro 17 - Lista de Classes que se Relacionam com as Subclasses da Classe “Grau de Risco da DRC”	145
Quadro 18 - Lista de Questões de Competência	171

Lista de Abreviaturas e Siglas

APS - Atenção Primária à Saúde

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CKD-EPI - *Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration*

CICr - Clearance de Creatinina

DL - *Description Logic*

DOQI - *Disease Outcome Quality Initiative*

DPC - Diretrizes para Prática Clínica

DRC - Doença Renal Crônica

EP - Encaminhados Precocemente

ET - Encaminhamento Tardio

FG - Filtração Glomerular

IA - Inteligência Artificial

IM – Informática Médica

IS – Informática em Saúde

K/DOQI - *Kidney Disease Outcomes Quality Initiative*

MDRD - *Modification Of Diet In Renal Disease*

MS - Mapeamento Sistemático

NFK - *National Kidney Foundation*

OMS - Organização Mundial de Saúde

RC- Representação do Conhecimento

SBC - Sistemas Baseados em Conhecimento

SBSI - Sociedade Brasileira de Informática em Saúde

SI - Sistemas Inteligentes

SSD- Sistema de Suporte à Decisão

SSDC - Sistema de Suporte à Decisão Clínica

SUS - Sistema Único de Saúde

TFG- Taxa de Filtração Glomerular

TRS - Terapias Renais Substituíveis

W3C - *World Wide Web Consortium*

Sumário

Capítulo 1 - Introdução	17
1.1 Contextualização.....	17
1.2 Motivação.....	19
1.3 Objetivo Geral	23
1.4 Objetivos Específicos	24
1.5 Estrutura da Dissertação.....	25
 Capítulo 2 - Fundamentação Teórica.....	26
2.1 Informática em Saúde	26
2.2 Inteligência Artificial.....	28
2.3 Raciocínio	30
2.4 Representação do Conhecimento através de Ontologias	30
2.5 Decisão	33
2.6 Sistemas de Suporte à Decisão	36
2.7 Suporte à Decisão Clínica.....	38
 Capítulo 3 - Domínio da Nefrologia.....	42
3.1 Contextualizando o Domínio da Nefrologia	42
3.2 Doença Renal Crônica	43
3.3 Estadiamento	44
3.5 Diagnóstico da Doença Renal Crônica.....	49
3.5.1 Modification of Diet in Renal Disease (MDRD)	53
3.5.2 Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration (CKD-EPI)	55
3.5.3 Detecção de DRC em Pacientes Idosos	57
3.6 Encaminhamento precoce e apropriado para Tratamento Nefrológico	58
 Capítulo 4 - Estado da Arte.....	61
4.1 Representação do Conhecimento através de Ontologias em Sistemas de Suporte à Decisão.....	61
4.2 Sistemas de Apoio à Decisão Clínica baseados em Conhecimento Presente nas Diretrizes Clínicas	66

4.2.1 Abordagens e Estratégias no Domínio da Nefrologia	68
---	----

Capítulo 5 - Uma Abordagem para Suporte à Decisão Clínica Baseada em Semântica no Domínio da Nefrologia.....72

5.1 Escolha e Composição da Metodologia Proposta.....	73
5.2 Especificação do Domínio da Abordagem	74
5.3 Especificação do Tipo de Usuário e do Tipo de Apoio à Decisão	74
5.4 Especificação da Engenharia do Conhecimento.....	75

Capítulo 6 - Especificação e Aquisição de Conhecimento 81

6.1 Especificação do Conhecimento	82
6.2 Aquisição de Conhecimento	84
6.2.1 Parte 1: Análise de Documentos.....	85
6.2.2 Parte 2: Realização de Entrevistas e Questionários	97
6.3 Considerações Finais.....	102

Capítulo 7 - Modelagem Semântica: Conceitualização, Formalização e Implementação da OntoDecideDRC 104

7.1 Investigação de Ontologias Disponíveis na Área da Doença Renal Crônica	105
7.2 Conceitualização através da construção do Léxico Ampliado da Linguagem	109
7.2.1 Parte 1: Seleção dos Termos Candidatos	110
7.2.2 Parte 2: Modelagem do Léxico Ampliado da Linguagem.....	113
7.3 Formalização e Implementação da Ontologia OntoDecideDRC	121
7.4 A Ontologia OntoDecideDRC.....	131
7.4.1 Classes da Ontologia.....	132
7.4.2 Propriedades da Ontologia	151
7.5 Considerações Finais.....	156

Capítulo 8 - Método de Raciocínio 158

8.1 Regras para o Raciocínio Semântico.....	158
8.2 Raciocínio Semântico sobre a Base de Conhecimento	160

Capítulo 9 - Avaliação da Abordagem 168

Capítulo 10 - Considerações Finais	177
9.1 Discussões sobre o Trabalho.....	177
9.2 Resultados Relacionados ao Trabalho	181
9.3 Principais Contribuições.....	182
9.4 Trabalhos Futuros	184
9.5 Limitações dessa Abordagem	185
 Capítulo 11 – Referências Bibliográficas	 186
 Apêndice A - Fluxogramas	 203
Apêndice B - Questionário – Médicos Atenção Básica	211
Apêndice C - Questionário – Médicos Nefrologistas	217
Apêndice D - Hierarquia de Classes da OntoDecideDRC	223

Capítulo

1

Introdução

“Nada há como começar para ver como é árduo concluir.”

Victor Hugo

1.1 Contextualização

O diagnóstico médico é uma atividade fundamental na prática da medicina e de outras áreas da saúde. Este processo compreende a fase de obtenção de dados do paciente e seu processamento. A obtenção de dados é proveniente da anamnese, relembrar todos os fatos que se relacionam com a doença e a pessoa doente, ou histórico médico, exame físico e exames complementares. Nesta fase, há a coleta de informações essenciais para o diagnóstico. De posse de um conjunto suficiente de informações sobre o paciente, o profissional da saúde utiliza seu conhecimento e experiência para processar essas informações convenientemente, ou seja, interpretá-las, selecioná-las e combiná-las de modo a alcançar a decisão diagnóstica correta, (LOPEZ; MEDEIROS, 2004).

Vários métodos são utilizados pelos profissionais neste importante processo de tomada de decisão com o intuito de diminuir a incerteza do diagnóstico. Contudo, fatores diversos podem interferir na elaboração das hipóteses diagnósticas, como por exemplo, a atribuição de uma maior probabilidade favorecendo um determinado diagnóstico devido à lembranças de casos mais recentes ou catastróficos. Além disso, fatores ligados ao estilo da prática do profissional, fatores relacionados com os recursos disponíveis no momento da consulta, incentivos financeiros, dentre

outros, também influenciam os profissionais da saúde na execução de suas atividades, (MARK, 2002).

Desde o primeiro momento em que foram utilizados computadores na área da saúde, a perspectiva de que esses poderiam desempenhar um papel ativo, no sentido de ajudar a resolver problemas relacionados à tomada de decisões, estimulou muito interesse e entusiasmo e foi um dos motivadores primários para prosseguir com a utilização de computadores. Este fato foi manifestado tanto em termos de pesquisa e desenvolvimento, como na imaginação e atenção do público, (GREENES, 2007).

Observando que em todas as áreas profissionais o processo de tomada de decisão está presente e que em todas as situações é importante tomar a melhor decisão, o desenvolvimento de sistemas informatizados de representação e gerenciamento de dados em saúde foi fundamental para auxiliar a evolução da prática da medicina nas últimas três décadas. Entre as modalidades de aplicação de sistemas informatizados à área de saúde e medicina encontram-se os sistemas capazes de auxiliar o profissional da saúde no apoio à decisão clínica, chamados Sistemas de Suporte à Decisão Clínica (SSDC) (MUSEN et al., 2006).

Segundo Greenes e Berner (2007), o apoio à decisão clínica baseada em computador pode ser definido como o uso deste para trazer conhecimento relevante para dar suporte aos cuidados de saúde e bem-estar de um paciente. Um Sistema de suporte à decisão Clínica é baseado em princípios de análise de decisões, que organizam e esclarecem informações importantes quanto aos riscos e benefícios de cada tratamento possível, simplificando o processo de decisão para o paciente e para o médico.

Os SSDC manipulam conhecimento e informação de forma inteligente e são desenvolvidos para serem usados em problemas que requerem uma quantidade considerável de conhecimento humano e de especialização, como é o caso do diagnóstico clínico. (REZENDE, 2004).

No desenvolvimento de SSDCs, o uso de conceitos da Inteligência Artificial têm se destacado muito nesses últimos anos, entre eles, o de Ontologias. Segundo o Mapeamento Sistemático sobre o uso de ontologias na Informática em Saúde,

realizado por Mota et al. (2014), da maioria dos trabalhos que foram analisados, 13% utilizavam ontologias para auxiliar ou tornar sistemas de suporte a decisão mais eficientes. Isso ocorre porque, na Ciência da Computação, a Ontologia é uma técnica de Representação do Conhecimento que se refere a um artefato de engenharia constituído por um vocabulário específico usado para descrever uma determinada realidade, por uma série de suposições sobre o significado pretendido do vocabulário, (BREITMAN, 2005). Russell e Norvig (2009) definem a ontologia como uma representação formal, explícita e consensual de conhecimento, passível de processamento automático, recuperação de informações e realização de mecanismos de inferência.

1.2 Motivação

Uma das principais motivações para o uso de sistemas automatizados de suporte à decisão em saúde é a esperança de que eles possam ajudar a superar algumas das dificuldades intrínsecas à própria natureza do conhecimento médico, que é incerto, impreciso e incompleto. Aproveitando os recursos da informática, os sistemas automatizados de suporte à decisão possuem a capacidade de incorporar e representar uma enorme quantidade de informações médicas e de codificar estratégias de seleção e decisão que levem a respostas úteis para o processo de acompanhamento e tomada de decisão de um profissional de saúde (BOUCHON-MEUNIER, 2000).

Em áreas com problemas de decisão complexos, como tratamento e gestão a longo prazo, a capacidade de organizar e coordenar a sequência de passos para a realização de diversas ações, avaliar resultados, e fazer escolhas dos próximos passos são ações valiosas. Orientações também podem ser usadas para incorporar as melhores práticas, com a esperança de que seu uso irá melhorar a qualidade de cuidados na saúde, reduzir a variação, e aumentar a eficiência e fluxo de trabalho, (GREENES, 2007).

Na área da saúde, a gestão do conhecimento tem se mostrado ineficiente (SABBATINI, 2004). Conforme a Organização Mundial da Saúde, citando Wechsler et al. (2003), a quantidade de informações referentes à área da saúde dobra a cada

três anos, surgindo novos métodos de diagnósticos e terapêutica, novos princípios químicos, inovações da área da biologia molecular e da genética, entre outros avanços medicinais. Segundo Silva (2005), os conhecimentos tácitos (experiências) de profissionais da saúde normalmente ficam retidos somente em suas mentes, não havendo um repasse satisfatório para a comunidade médica, limitando assim, a utilização destas experiências em pesquisas ou em diagnósticos para casos médicos correlatos.

Como foi dito, tomar decisões no contexto atual na área da saúde é algo complexo. Administrar esta complexidade é o desafio de todo dirigente moderno. Boas ferramentas para dar suporte ao moderno processo decisório são imprescindíveis (BISPO, 1998).

As Diretrizes para Prática Clínica (DPC) são recomendações baseadas em evidências para auxiliar a tomada de decisão clínica, sendo uma das diversas aplicações da Medicina Baseada em Evidência. Baseados nestes resultados gerados, são formulados guias de práticas clínicas para tratamento de determinadas doenças ou pacientes em certas condições de saúde. Este processo pode ser realizado de maneira automática, com a utilização de sistemas de suporte à decisão com representação do conhecimento baseada em ontologias, por exemplo. Neste tipo de aplicação, as ontologias têm o objetivo de permitir uma busca automática e eficaz de conhecimento através de guias de práticas clínicas. Além disso, como é visto no Mapeamento Sistemático realizado por Mota et al. (2014), o uso de ontologias na Informática em Saúde e na construção de SSDC ainda tem como vantagens motivadoras: Fornecer a interoperabilidade e/ou integração entre sistemas diferentes, a possibilidade de compartilhamento do conhecimento, a adição de semântica às bases de dados existentes e diminuir erros durante o processo de extração de informações.

O desenvolvimento e uso das Diretrizes para Prática Clínica foi motivado pela preocupação com as variações injustificáveis na prática clínica para o mesmo estado, o aumento da disponibilidade de novos tratamentos e tecnologias, a incerteza sobre a eficácia de muitas intervenções para melhorar a saúde das pessoas e um desejo de melhorar o uso dos recursos disponíveis para a saúde (NHMRC, 1999).

Orientações e diretrizes para a prática clínica estão sendo projetados para melhorar a qualidade dos cuidados em saúde e diminuir o uso de intervenções desnecessárias, ineficazes ou prejudiciais. Em uma era da medicina baseada em evidências, as diretrizes estão se tornando um dos links críticos entre as melhores evidências disponíveis e a boa prática clínica (RNAO, 2012).

Sistemas de Suporte à Decisão Clínica, desenvolvidos utilizando como base de conhecimento um conjunto de diretrizes para prática clínica, podem usufruir de um guia para fazer inferências com base nas decisões, ações e recomendações clínicas validadas, padronizar a prestação de cuidados em saúde e identificar sobre quais os dados do paciente são realmente necessários e relevantes (GREENES, 2007).

Diante do domínio da Saúde, foi escolhida como oportunidade de pesquisa a Doença Renal Crônica (DRC), por ter um caráter progressivo e ser considerada um problema de Saúde Pública, sendo uma das principais causas de morbidade e mortalidade em países desenvolvidos e em desenvolvimento (SAÚDE, 2014). Além desses fatos, o crescente número de casos e a alta taxa de mortalidade nos estágios avançados da doença tem impulsionado estudos relacionados à prevenção, diagnóstico precoce e melhorias no tratamento (SODRÉ; OLIVEIRA, 2014).

Outro fator motivacional para a escolha da área da Nefrologia como domínio de aplicação, dá-se aos dados epidemiológicos relacionados a DRC, tanto internacionais como nacionais. Alguns dos dados mais relevantes para definição dessa escolha foram:

- Segundo a Sociedade Brasileira de Nefrologia (SBN), estudos populacionais em todo o mundo têm demonstrado prevalência de Doença Renal Crônica de 7,2% para adultos acima de 30 anos e de 28% a 46% em pessoas acima de 64 anos. Nos Estados Unidos a prevalência de DRC é de 110/100.000, no Japão de 205/100.000 e no Brasil apresenta 50/100.000.
- No Brasil, a mortalidade anual em pacientes em programa dialítico tem sido estimada em aproximadamente 15% (OLIVEIRA, 2005).

- Dados de 2007 mostram uma taxa de prevalência global de pacientes em terapia renal substitutiva (incluindo os transplantes) de 518 pacientes por milhão de habitantes (SESSO, 2007).

De acordo com o Censo Brasileiro de Diálise publicado em 2013, o número de pacientes com DRC Terminal no Brasil praticamente duplicou na última década, passando de 42.695 em 2000 para 100.397 em 2013. Estimativas de 2011 revelam que cerca de 10 milhões de brasileiros são portadores de DRC e 75% desconhecem o fato (SAÚDE, 2014). Na Figura 1 é apresentado um gráfico obtido no Censo da Sociedade Brasileira de Nefrologia, em 2013, representando o número estimado de pacientes em tratamento dialítico no decorrer dos anos de 2000 e 2013.

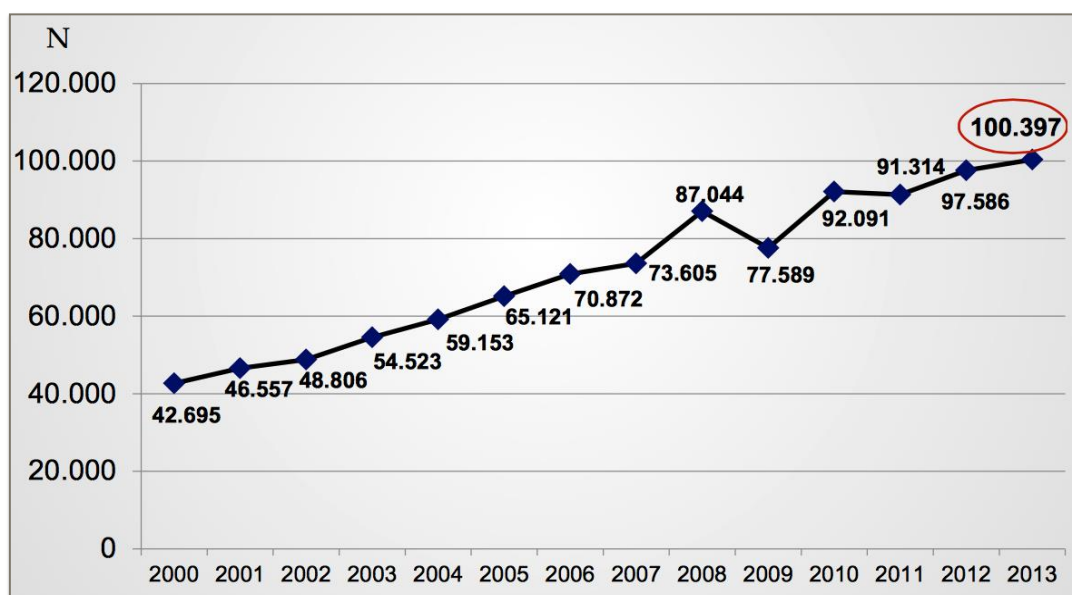


Figura 1 - Total Estimado de Pacientes em Tratamento Dialítico por Ano

Fonte: (NEFROLOGIA, 2013)

No Brasil, o Ministério da Saúde, principal financiador das TRS, afirma que a prevalência de pacientes em terapias renais substitutivas no Brasil está abaixo de nações com perfil semelhante, e que atualmente cerca de 94,8% dos centros especializados são conveniados ao Sistema Único de Saúde (SUS). Contudo, devido ao crescente aporte de indivíduos e ao alto custo, o sistema deverá apresentar severas limitações em um futuro próximo (OLIVEIRA, 2005). Ainda de acordo com Nefrologia (2013), os números estimados de óbitos nos anos de 2011,

2012 e 2013 foram de 18.187, 18.333 e 17.944, respectivamente. Apesar da redução de óbitos no ano de 2013, estes valores ainda se tornam alarmantes.

Assim, a identificação precoce e o manejo nefrológico adequado de pacientes com DRC moderada têm sido reconhecidos cada vez mais como importantes oportunidades de impedir a sua progressão e desfechos desfavoráveis, como a mortalidade. Como estas situações são geralmente de evolução progressiva, insidiosa e assintomática, há dificuldades em seu diagnóstico nas fases iniciais. Muitas vezes, o achado de alterações da função renal é incidental, ou então ocorre através de testes laboratoriais e avaliações de rotina voltados para grupos de alto risco, por exemplo, como diabéticos e hipertensos.

Diante desses fatos, a motivação deste estudo busca na Ciência da Computação mecanismos de aplicação para a gestão do conhecimento, visando a conscientização e vigilância nos cuidados primários à saúde, auxiliando no diagnóstico e encaminhamento apropriado ao nefrologista e na instituição de diretrizes apropriadas, ajudando no tratamento da DRC, podendo retardar a sua progressão e prevenir possíveis complicações. Foi escolhida então como área de investigação para esse trabalho: a área de Suporte à Decisão Semântica, utilizando o conhecimento presente nos conjuntos de diretrizes para prática clínica no domínio da Nefrologia.

1.3 Objetivo Geral

Esse trabalho tem como objetivo geral propor uma abordagem de suporte à decisão clínica, baseada em semântica e raciocínio, relacionado ao diagnóstico e estadiamento da DRC, buscando dar suporte ao encaminhamento apropriado para os especialistas em nefrologia. Espera-se que a abordagem possa auxiliar a organizar e tornar os dados sobre pacientes com suspeita de DRC mais fáceis de serem avaliados, auxiliando os médicos na resolução de problemas, tomada de decisões e ações. Por fim, é definido que essa abordagem deverá realizar o raciocínio sobre uma base de conhecimento, capaz de fornecer Suporte à Decisão Clínica no domínio especificado.

1.4 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral, o trabalho apresenta os seguintes objetivos específicos:

Objetivo 1: Realizar a especificação do escopo e domínio, englobando o propósitos definidos para o trabalho;

Objetivo 2: Realizar a aquisição de conhecimento através de uma análise da literatura pré-existente, mais especificamente nas diretrizes para práticas clínicas na área da Nefrologia, para avaliar quais as melhores técnicas clínicas relacionadas ao objetivo geral da abordagem;

Objetivo 3: Analisar possíveis ontologias e demais instrumentos de representação que possam ser reutilizados ou mesmo servir como substratos teóricos para a modelagem da ontologia;

Objetivo 4: Realizar a conceitualização e formalização do conhecimento, onde este, quando captado, deverá ser utilizado para desenvolver um modelo conceitual e, em seguida, formalizá-lo em conceitos de ontologia;

Objetivo 5: Realizar a implementação dos componentes estruturais da ontologia, categorizando a hierarquia de classes e identificando as respectivas propriedades descritivas e relacionais. Por fim, realizar a criação de axiomas e regras, possibilitando o processamento das restrições e a realização de inferências de forma automática.

Objetivo 6: Realizar a especificação do Método de Raciocínio capaz de inferir informações da base de conhecimento;

Objetivo 7: Definir e realizar métodos de avaliação e validação da abordagem. Nesse objetivo, deverá ser implementado um protótipo da abordagem para a execução de testes com intuito de comprovar a conclusão do objetivo geral desse trabalho;

1.5 Estrutura da Dissertação

O presente documento de dissertação está organizado em 10 capítulos específicos. Como observado, o capítulo atual enquadra assuntos como motivação da pesquisa, objetivos e justificativas. O capítulo a seguir apresentará a fundamentação teórica abordando conceitos e terminologias mais relacionados a área da informática e a abordagem. No terceiro capítulo, será especificado mais detalhadamente o domínio onde esse trabalho irá atuar, apresentando conceitos e fórmulas relacionadas ao diagnóstico e estadiamento da DRC. No quarto capítulo serão apresentados trabalhos relevantes relacionados ao tema da pesquisa. No quinto capítulo, será apresentada a abordagem que esse trabalho buscou propor, descrevendo de forma introdutória como foi composta a metodologia utilizada no desenvolvimento dessa abordagem semântica de Suporte à Decisão Clínica. No sexto capítulo será apresentado como foram realizadas as atividades de especificação e aquisição do conhecimento, descrevendo desde a definição de domínio, propósito e escopo, até como foram realizadas as consultas de diretrizes, entrevistas com especialistas do domínio, entre outras atividades. No sétimo capítulo é apresentado como foram realizadas as etapas de conceitualização, formalização e implementação, apresentando desde a classificação e descrição dos dados em um Léxico Ampliado da Linguagem (LAL), até a modelagem semântica do domínio, através da tradução dos termos presente nesse LAL em entidades da ontologia. No oitavo capítulo foi descrito como foi realizado o raciocínio sobre essa base de conhecimento, a fim de fornecer suporte à decisão aos médicos da atenção primária, apresentando também como foi realizada a criação das regras semânticas, a fim de descrever por completo as relações lógicas existentes no domínio proposto, complementando a modelagem semântica. No nono capítulo, é apresentado a metodologia utilizada para realizar avaliação e validação do trabalho. No décimo capítulo, são apresentadas as principais discussões sobre o trabalho, os resultados obtidos na pesquisa, as limitações, as principais contribuições e sugestões para trabalhos futuros. Por fim, no décimo primeiro capítulo são listadas as referências bibliográficas utilizadas nessa dissertação.

Capítulo

2

Fundamentação Teórica

“ Os analfabetos do futuro não serão aqueles que não sabem ler ou escrever, mas aqueles que não sabem aprender, desaprender e reaprender.”

Alvin Toffler

2.1 Informática em Saúde

Computadores mudaram significativamente a forma que os seres humanos fazem as coisas, incluindo o processamento, armazenamento e recuperação de dados em saúde. Com relação a área em que essa abordagem está relacionada, a Informática em Saúde (IS) ou Informática Médica (IM) é a aplicação da tecnologia da informação aos profissionais de saúde com o objetivo de criar ferramentas e procedimentos que auxiliam os profissionais de saúde no diagnóstico e tratamento de pacientes com mais precisão e eficiência, (UIC , 2011). Em seu trabalho, Hoyt (2009) apresenta as três definições clássicas para IS, todas relacionadas ao propósito desse trabalho de mestrado:

1. Campo científico que lida com recursos, dispositivos e métodos formais para otimizar o armazenamento, recuperação e gerenciamento de informações biomédicas para resolução de problemas e tomada de decisão;
2. Aplicação de tecnologias da informação nos mais diversos campos da medicina, educação e pesquisa médica;

3. Compreensão e utilização de habilidades e ferramentas que permitem o compartilhamento e uso da informação para fornecer cuidados médicos e promover a saúde. (HOYT, 2009).

A Informática em Saúde surge, então, como uma nova área de pesquisa que combina a Ciência da Computação, Tecnologias da Informação e Medicina, integrando elementos como Ciência da Informação, Tecnologia Informática e Históricos Médicos relacionados à saúde e serviços (SILACHAN, 2011). Essa área tem evoluído como uma nova área de pesquisa, e seu surgimento foi, em parte, devido aos múltiplos desafios que a prática da medicina enfrenta na atualidade. Como exemplos desses desafios, temos a necessidade dos médicos ou outros profissionais da saúde serem mais eficientes, migrarem das bases de dados em papel para bases digitais, reduzirem os erros de diagnósticos, assim como gerenciarem e investigarem todas as informações relacionadas aos pacientes que estejam a seu alcance.

Historicamente, a informática em saúde tem sido dividida entre dois focos distintos: Foco no paciente e o foco no conhecimento. Respectivamente, as aplicações que são desenvolvidas tem como objetivo o tratamento do paciente ou o gerenciamento do conhecimento existente em determinado escopo (SARKAR, 2010). Deste modo, podem ser identificados os objetivos das aplicações desenvolvidas a partir dos requisitos predefinidos de acordo com o foco para o qual a pesquisa é direcionada. No caso dessa pesquisa, o foco foi o gerenciamento do conhecimento existente em um determinado escopo, a Doença Renal Crônica.

Quanto a utilização das expressões “Informática Médica” e “Informática em Saúde”: dado que a área abrange não só a medicina, mas também a enfermagem, a nutrição, a veterinária e a odontologia, a Sociedade Brasileira de Informática em Saúde (SBSI, 2014) resolveu utilizar o termo mais amplo, “Saúde”, ao invés de “Médica”, ao contrário do que se faz na Europa, Ásia e nos Estados Unidos. Este fato é porque nessas regiões o adjetivo inglês “*Medical*” é utilizado em sentido tão amplo quanto ao “Saúde” que adotamos.

A Informática Médica atua nas mais diversas áreas. Hoyt (2009) e a SBSI (2014) listam as seguintes como as principais áreas de atuação da IM.

- Registros Eletrônicos de Saúde;
- Sistemas Integrados de Gestão de Práticas;
- Interoperabilidade de Sistemas de Informação em Saúde;
- Sistemas de Auto-Atendimento para Pacientes;
- Tecnologias Móveis Aplicadas à Informática Médica;
- Medicina Baseada em Evidências;
- Diretrizes para Prática Clínica;
- Registro e Gestão de Doenças;
- Pagamento por Desempenho;
- Segurança do Paciente e a Tecnologia;
- Prescrição Médica Eletrônica;
- Telessaúde e Telemedicina;
- Armazenamento de Imagens e Sistemas de Informação;
- Bioinformática;
- Saúde Pública;
- Sistemas de Suporte à Decisão;
- Prontuário Eletrônico do Paciente;
- Processamento de Sinais Biológicos;
- Processamento de Imagens Médicas;
- Internet em Saúde;
- Padronização da Informação em Saúde.

Apesar do grande desenvolvimento recente de aplicações dentro deste domínio, existem registros de pesquisas nesta área desde Shortliffe (1979), em que em seu trabalho propõe a utilização de tecnologias computacionais na medicina para o auxílio de diagnóstico, gerenciamento de dados, etc. Diante das principais áreas de atuação da IS, a abordagem proposta nesse estudo atua nas áreas: Diretrizes para Prática Clínica, Saúde Pública, Medicina Baseada em Evidências e Sistemas de Suporte à Decisão;

2.2 Inteligência Artificial

Para definir a Inteligência Artificial (IA), Russel e Norvig (2009) em seu livro apresentam várias definições do ponto de vista dos principais autores de livros

didáticos na área, sendo elas: no sentido de que a IA representa sistemas que pensam como seres humanos, temos a definição de Haugeland (1985) que diz que a IA é *“o novo e interessante esforço para fazer os computadores pensarem... máquinas com mentes, no sentido total e literal”*, e de Bellman (1978), que diz que a IA trata-se de *“[Automatização de] atividades que associamos ao pensamento humano, atividades como a tomada de decisão, a resolução de problemas, o aprendizado...”*. No sentido de que a IA representa sistemas que atuam como seres humanos, Kurzweil (1990) define a IA como *“a arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência quando executadas por pessoas”*. No sentido de que a IA representa sistemas que pensam racionalmente, temos a definição de Charniak e McDermott (1985), que afirmam que a IA é *“o estudo das faculdades mentais pelo uso de modelos computacionais”*, e a definição de Winston (1992) em que a IA é *“o estudo das computações que tornam possível perceber, raciocinar e agir”*. Por fim, no sentido de que a IA representa sistemas que atuam racionalmente, temos a definição de Luger e Stubblefield (1993) em que dizem: *“A inteligência Computacional é o ramo da ciência da computação que se preocupa com a automação de comportamentos inteligentes ”*.

Os avanços em Ciência da Computação, em Tecnologia da Informação e em Ciências Cognitivas possibilitaram a construção de artefatos computacionais baseados em conhecimento. A busca da viabilização da transferência dos conhecimentos humanos para o computador constituiu um campo de pesquisa da IA, que tem como proposta desenvolver Sistemas Inteligentes (SI) capazes de simular, emular e auxiliar o processo de decisão do ser humano. Os pontos-chave desses sistemas são:

- A habilidade de usar um conhecimento para desempenhar tarefas ou resolver problemas;
- A capacidade de realizar associações e inferências para trabalhar com problemas complexos que se assemelham a problemas reais.

Com este fato, e para passar no teste de Turing (1950), que fornece uma definição operacional satisfatória de inteligência, um sistema inteligente precisa ter

entre suas capacidades, a representação de um conhecimento e o raciocínio automatizado.

2.3 Raciocínio

O raciocínio é entendido como o processo pelo qual, através de proposições conhecidas ou assumidas, se chega a outras proposições a que se atribuem graus variados de verdade (FERREIRA, 1975). Portanto, refere-se a atividades tais como: tirar conclusões a partir de um conjunto de fatos, diagnosticar causas possíveis para uma condição, gerar hipóteses acerca de uma situação, analisar os fatos e os dados de um problema, demonstrar um teorema, resolver um problema e argumentar.

2.4 Representação do Conhecimento através de Ontologias

A Representação do Conhecimento (RC) é a área da Inteligência Artificial que lida com o conhecimento e pode ser representado simbolicamente e manipulado de forma automática por programas de raciocínio (RUSSELL; NORVIG, 2009). Barre Feigenbaum (1986) define a RC como uma combinação de estruturas de dados e procedimentos de interpretação que, se usados de maneira correta em um programa, irão produzir um comportamento inteligente (observável através do conhecimento que demonstra). Segundo Ladeira (1997), o processo de raciocínio associado a um esquema de representação de conhecimento permite que se chegue a conclusões adequadas a partir do conhecimento e de regras gerais disponíveis, auxiliando no suporte a uma decisão.

Na Ciência da Computação, Ontologia é uma técnica de Representação do Conhecimento que se refere a um artefato de engenharia constituído por um vocabulário específico usado para descrever uma determinada realidade e por uma série de suposições sobre o significado pretendido do vocabulário.

Segundo Duineveld (1999), as ontologias propõem-se a fornecer uma compreensão comum e compartilhada de algum domínio que possa ser entendido por pessoas e computadores. Já segundo Santi (2000), tem-se que ontologia é uma

investigação dos conceitos que possibilita para as pessoas o conhecimento e determinação dos objetos reais. Na literatura, existem diversas definições para o termo Ontologias. Guarino (1998) lista em seu trabalho sete destas definições:

1. Ontologia é uma disciplina da Filosofia;
2. Ontologia é uma conceitualização informal de um sistema;
3. Ontologia é um relato semântico formal;
4. Ontologia é uma especificação de uma conceitualização;
5. Ontologia é uma representação de um sistema conceitual através de uma teoria da Lógica;
6. Ontologia é o vocabulário utilizado por uma teoria lógica;
7. Ontologia representa o meta-nível da especificação de uma teoria lógica.

Porém, a definição de ontologia mais encontrada e aceita na literatura, segundo Breitman (2005), foi proposta por Gruber (1995), onde ele afirma que uma Ontologia é uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada. De acordo com Breitman (2005), a *conceitualização* significa um modelo abstrato de um determinado fenômeno cujos conceitos relevantes para o mesmo são identificados. *Explícita* significa que os elementos e suas restrições estão claramente definidos; *formal* representa que a ontologia é passível de processamento automático, e *compartilhada* reflete a noção de que a ontologia captura conhecimento consensual, aceito por um grupo de pessoas.

Como ontologias têm sido utilizadas por várias comunidades – Inteligência Artificial, Representação do Conhecimento, Processamento de Linguagem Natural, Web Semântica, Engenharia de Software, entre outras – é razoável que exista em grande variação na definição desse artefato. Em um de seus artigos, Uschold et. al. (1999) propõem uma definição mais abrangente:

Uma ontologia pode assumir vários formatos, mas necessariamente deve incluir um vocabulário de termos e alguma especificação de seu significado. Esta deve abranger definições e uma indicação de como os conceitos estão inter-relacionados, o que resulta na estruturação

do domínio e nas restrições de possíveis interpretações de seus termos (USCHOLD et. al., 1999).

Segundo Souza (2003), as ontologias são utilizadas para representação dos conhecimentos sobre um domínio de interesse, de modo a compartilhá-los entre pessoas e computadores. Uma ontologia possibilita uma lista de termos bem formados que podem ser alavancados para a construção de conhecimento de nível superior. Os termos que compõem uma ontologia são selecionados assegurando que suas conceitualizações e distinções sejam definidas e especificadas. Essa seleção forma uma lista, cujas relações definidas formalmente proporcionam a base semântica para a terminologia utilizada.

Uma ontologia descreve os conceitos do domínio e também as relações que existam entre estes conceitos. Diferentes linguagens de ontologias provêm diferentes facilidades. Um dos padrões de linguagem de ontologia é o *OWL* (linguagem de ontologia para a *WEB*), padrão da *W3C* (Consórcio da *WWW*). Esta linguagem tem um grande número de operadores e está baseada num modelo lógico distinto das demais, que a torna adequada para definir e descrever conceitos. Conceitos complexos podem ser construídos sob as definições de conceitos mais simples. Além do mais, o modelo lógico permite a utilização de um “*raciocinador*” (*reasoner*) que pode checar se as declarações (*statements*) e as definições da ontologia são consistentes, além de poder também reconhecer quais conceitos estão de acordo com quais definições. Uma das importantes funções do *raciocinador* é ajudar a manter a hierarquia das classes corretamente. Isto se faz particularmente útil quando se trabalha com casos em que as classes podem ter mais que um “pai” ou em extensas ontologias. Tais informações foram obtidas no trabalho de Lichtenstein et al. (2008). De acordo com o consórcio *W3C* (BAILER, 2009), as ontologias devem prover descrições para os seguintes tipos de conceitos:

- **Classes:** a representação do objeto descrito pela ontologia;
- **Relacionamentos:** as relações entre as classes;
- **Propriedades:** atributos das classes.

Ontologias podem ser classificadas de diferentes maneiras. Segundo a literatura (BREITMAN, 2005), podemos citar: Classificação das Ontologias quanto ao seu Espectro Semântico, quanto a sua Generalidade e quanto ao Tipo de

Informação que Representam. Guarino (1998), utilizando a generalidade como critério principal, classifica as ontologias como:

- **Ontologias de Nível Superior:** Descrevem conceitos genéricos como espaço, tempo e etc. A princípio, são independentes de domínio e poderiam ser reutilizadas no desenvolvimento de outras ontologias;
- **Ontologias de Domínio:** Descrevem um domínio específico através da utilização de conceitos especializados presentes na ontologia de nível superior;
- **Ontologias de Tarefas:** Descrevem um vocabulário relacionado a uma tarefa genérica através da especialização de ontologias de nível superior;
- **Ontologias de Aplicação:** São ontologias muito específicas. Os conceitos de aplicação são, de maneira geral, papéis assumidos por entidades de domínio numa determinada tarefa.

Uma confusão entre as definições de ontologia e taxonomia corriqueiramente ocorre. Entretanto, uma ontologia é mais completa que uma taxonomia ou classificação de termos. Em que se pese à contribuição da taxonomia para a definição da semântica de um termo em um vocabulário, ontologias incluem um relacionamento mais rico entre os termos (SOUZA, 2003). Segundo Breitman (2005), através de uma taxonomia não se pode atribuir características ou propriedades aos termos (atributos) nem exprimir outros tipos de relacionamento (parte-de, causa-efeito, localização, associação, entre outros).

Conclui-se que pelo fato das ontologias fornecerem descrições explícitas e especificações de artefatos de conhecimento em um formato interoperável, elas podem ser utilizadas com sucesso para desenvolver sistemas baseados em conhecimentos. Por esses motivos, para a abordagem descrita nesse trabalho de dissertação, foi definido que a base de conhecimento seria composta por uma ontologia de domínio.

2.5 Decisão

O principal conceito que a abordagem proposta está relacionada é a Decisão. A decisão, em sua essência, representa uma escolha realizada a partir de

várias alternativas para se lidar com dado problema, ou seja, precisa ser tomada sempre que estamos diante de um problema que possui mais que uma alternativa para a sua solução. Por exemplo, Nutt (1993) salienta que os processos e os procedimentos que constituem a decisão assumem papel determinante que pode até mesmo levar a desfechos diferenciados (BISPO, 1998).

A eficiência na decisão é a obtenção de resultados máximos com os meios e recursos limitados. Há sempre uma relatividade nas decisões, pois toda decisão é, até certo ponto, resultado de uma acomodação: a alternativa escolhida dificilmente permite a realização completa ou perfeita dos objetivos visados representando apenas a melhor solução encontrada naquelas circunstâncias. Por esses motivos, o processo decisório repousa em uma racionalidade limitada, onde o tomador de decisões não tem condições de analisar todas as alternativas possíveis e receber todas as informações necessárias (PORTO, 2004).

Toda decisão tem conseqüências e envolve riscos. De acordo com o grau de certeza nos potenciais resultados e da crença na existência de uma relação de causa e efeito, o decisor assume diferentes posturas. Em alguns casos, o stress provocado pelo processo decisório pode ser marcado por claras manifestações psicossomáticas, tais como dores de cabeça, perturbações gástricas, manifestações de euforia, depressão ou outros sintomas físicos, prejudicando o processo decisório e o resultado da decisão final (BISPO, 1998).

Antes de existir o problema, já existem alguns fatores que irão exercer influência direta no processo decisório. Normalmente, estes fatores não fazem parte das variáveis que compõem o problema, ou mesmo das alternativas propostas para a solução deste, porém, estes fatores estão sempre presentes e exercem influência na solução do problema. Segundo Bispo (1998), alguns destes fatores exercem influência individual ou coletiva. São eles:

- O nível de conhecimento;
- Os costumes e as crenças;
- A ética moral e a ética profissional;
- A saúde física e a mental;

- A influência familiar;
- O fator emocional na hora exata da tomada da decisão;
- A necessidade de atendimento rápido e personalizado;
- As condições impostas por pacientes e/ou clientes;
- As exigências dos governos e da sociedade;
- As tecnologias utilizadas;
- O ambiente em que se está imerso.

Assim, a tomada de decisão, pode ser representada pelo processo de escolha entre os diversos cursos de ação para resolver um problema. Segundo Porto (2004), as etapas que constituem este processo podem ser constituídas por este elenco:

- a) Identificação e diagnóstico do problema;
- b) Elaboração de soluções alternativas;
- c) Avaliação das alternativas;
- d) Realização da escolha;
- e) Implementação da decisão;
- f) Avaliação da decisão.

Estas etapas devem ser apoiadas por constante fluxo de informações, criando o *feedback* necessário para as etapas subseqüentes.

Uma decisão dificilmente é tomada com base em todas as informações necessárias. As incertezas existentes no mundo real são tratadas pela mente humana de maneira que a tomada de decisão seja possível, porém, baseada em fatos que não representam uma verdade absoluta (TIBIRIÇÁ; NASSAR, 2003).

Como pode ser notado, tomar decisões no contexto atual é algo complexo. Administrar esta complexidade é o desafio de todo dirigente moderno. Boas ferramentas para dar suporte ao moderno processo decisório são imprescindíveis. Nesse ponto, surge a importância dos Sistemas de Suporte à Decisão (SSD),

sistemas informatizados que destinam-se a melhorar o processo decisório, do nível estratégico ao tático.

2.6 Sistemas de Suporte à Decisão

Sistemas de Suporte à Decisão são sistemas computacionais interativos que têm como objetivo auxiliar tomadores de decisão a utilizar dados, modelos e estruturas de maneira que estes possam ajudar a resolver problemas e a tomar decisões, (BOHANEK, 2001) (HENNEMANN, 2006), ou seja, possuem o objetivo de auxiliar os profissionais envolvidos na tomada de decisão, a partir de situações de decisão semiestruturadas, a fim de estender suas capacidades sem substituir seus julgamentos (TURBAN, 2001). Souza (2003) define os SSD como programas de software que facilitam e permitem a entrada de um grande número de fatos e métodos com o objetivo de convertê-los em comparações significativas, ilustrados a partir de gráficos e tendências, os quais podem facilitar e aprimorar habilidades de tomada de decisão de um gestor. Algumas das definições clássicas para SSD são:

“Ele pode assumir muitas formas e podem ser usados de muitas maneiras diferentes” (ALTER, 1980).

“Um sistema baseado em computador que auxilia no processo de tomada de decisão” (FINLAY, 1994).

“Um sistema de informação baseado em computador, que tem a característica de ser interativo, flexível e adaptável. Especialmente desenvolvido para apoiar a solução de problemas não-estruturados, buscando melhorar a tomada de decisão. Ele deve utilizar dados concretos, fornece uma interface fácil de ser utilizada e permite as próprias percepções do tomador de decisão.” (TURBAN, 1995), (KEEN E SCOTT MORTON, 1978), (SPRAGUE E CARLSON, 1982).

Os Sistemas de Suporte à Decisão (SSD) auxiliam tomadores de decisão a utilizar dados, modelos e estruturas de maneira que estes possam ajudar a resolver problemas e a tomar decisões, ou seja, possuem o objetivo de auxiliar os profissionais envolvidos na tomada a decisão, a partir de situações de decisão

semiestruturadas, a fim de estender suas capacidades sem substituir seus julgamentos (MUSEN, SHAHAR, SHORTLIFFE, 2006).

Souza (2003) define os SSD como programas de software que facilitam e permitem a entrada de um grande número de fatos e métodos com o objetivo de convertê-los em comparações significativas, ilustrados a partir de gráficos e tendências, os quais podem facilitar e aprimorar habilidades de tomada de decisão de um gestor.

Porém, em seu trabalho, o autor Schroff (1998), citando Keen (1980), afirma que não pode haver definições completas para o termo “Sistemas de Apoio à Decisão”, só apenas para “Apoio à Decisão”, pois o autor considera que é impossível dar uma definição precisa incluindo todas as facetas e oportunidades de pesquisa no desenvolvimento de SSD.

O apoio à decisão pode ser realizado com dados e informações ou com conhecimento. Esta diferença permite compreender a capacidade e tipo de apoio que os sistemas de auxílio podem oferecer. Os sistemas de informação trabalham com dados e informações, ficando a cargo do usuário a análise e conclusão. Já os sistemas baseados em conhecimento, por possuírem o conhecimento pertinente ao problema, podem realizar conclusões sem a participação do usuário. O sistema de informação não precisa dos sistemas baseados em conhecimento para existir e realizar suas funções. Já os sistemas baseados em conhecimento geralmente precisam de um sistema de informação, já que é através dele que os dados e informações são inseridos. Num sistema baseado em conhecimento, os dados e informações capturados processados retornam como resposta, um resultado ao usuário, cabendo ao mesmo avaliar a pertinência do resultado apontado. Num nível mais especializado dos sistemas baseados em conhecimento estão os Sistemas especialistas.

Dentro da IA temos os sistemas baseados em conhecimento (SBC), que são programas de computador que usam o conhecimento representado explicitamente para raciocinar e resolver problemas, (SILVA, 2005). Eles manipulam conhecimento e informação de forma inteligente e são desenvolvidos para serem usados em problemas que requerem uma quantidade considerável de conhecimento humano e de especialização, como é o caso diagnóstico clínico (REZENDE, 2004).

A comunidade da IA tem atribuído algumas características específicas a um SI para chamá-lo de SBC (SILVA, 2005), (JACKSON, 1998). Em resumo, os SBC devem ser capazes de:

- Questionar o usuário usando uma linguagem de fácil entendimento para reunir as informações de que necessita;
- Desenvolver uma linha de raciocínio a partir dessas informações e do conhecimento nele embutido para encontrar soluções satisfatórias;
- Explicar seu raciocínio, caso seja questionado pelo usuário;
- Conviver com seus erros, isto é, o SBC pode cometer erros, mas deve possuir um desempenho satisfatório que compense seus possíveis enganos.

Conclui-se que a IA vem propondo modelos computacionais que permitem “descrever” o raciocínio humano em vários campos especializados. Na saúde, esses modelos são considerados essenciais para formar uma segunda opinião do conhecimento médico especializado.

2.7 Suporte à Decisão Clínica

Apoio à decisão clínica baseada em computador (CDS) pode ser definida como o uso do computador para trazer conhecimento relevante e dar suporte aos cuidados de saúde e bem-estar de um paciente (GREENES, 2007). O apoio à decisão clínica possui como características :

1. O objetivo geral, que pode ser um ou ambos os seguintes procedimentos:
 - Para tornar os dados sobre um paciente mais fácil de ser avaliado;
 - Promover auxílio na resolução de problemas, tomada de decisões e ações por um humano. A natureza exata de uma forma particular de CDS dependerá da sua finalidade específica;

2. O apoio à decisão é fornecido a um usuário que pode ser um médico, um enfermeiro, um técnico de laboratório, um farmacêutico, um paciente, ou outro indivíduo com uma necessidade para ela. Em alguns casos, o utilizador pode ser um programa de computador, em vez de um utilizador humano.
3. Uma tarefa principal do computador é selecionar o conhecimento que deverá ser utilizado;
4. A seleção do conhecimento e processamento de dados envolvem a realização de algum tipo de processo de inferência, algoritmo, regra ou método de associação;
5. O resultado do CDS é para executar alguma ação, geralmente para fazer uma recomendação.

Segundo Osheroff et al., (2007), o CDS deve fornecer informações certas a pessoas certas, no formato desejado, sem atrapalhar o fluxo de trabalho, buscando melhorar as decisões e os resultados nos cuidados de saúde. CDS deve ser bem aceito pelos usuários finais e deve apoiar, em vez de diminuir o fluxo de trabalho do usuário. Osheroff et al., (2007) também afirma que o CDS deve envolver técnicas que o façam ser bem aceito pelos usuários finais, e que ele deve "*fazer sentido para os negócios*".

Segundo Greenes (2007), alguns dos principais avanços no uso do computador na área da saúde durante as últimas décadas têm lidado com assuntos relativamente triviais, como abordagens para a captura e armazenamento de informações, comunicação, recuperação, produção e distribuição de registros. Esses recursos têm reduzido bastante os erros de transcrição e forneceu uma grande variedade de outros benefícios, o que indiretamente, é claro, afetou a qualidade e segurança dos cuidados de saúde do paciente, aumentando a eficácia dos tratamentos e diagnósticos (BERNER, 2007). Segundo Musen, Shahar e Shortliffe (2006), as orientações práticas para a concepção, desenvolvimento e implantação de sistemas CDS são:

- (1) Identificar as partes interessadas e determinar metas e objetivos;

- (2) Catalogar a infra-estrutura de sistemas de informações disponíveis na literatura;
- (3) Selecionar quais serão as intervenções CDS para alcançar as metas e objetivos;
- (4) Especificar e validar as intervenções propostas e o plano de execução, em seguida, desenvolver as implementações e logística;
- (5) Testar e lançar as intervenções CDS;
- (6) Avaliar o impacto da intervenção, reformulando conforme necessário.

Segundo Berner (2007), os seguintes fatores podem ser mais relevantes para o usuário clínico ou aqueles que ajudam com a implementação:

- (1) A necessidade primária, ou problema, da área-alvo de cuidados para a qual o CDS está sendo considerado (por exemplo, identificar e ajudar no diagnóstico preciso de uma doença ou no tratamento com base em diretrizes);
- (2) A quem e como as informações dos CDS serão entregues;
- (3) Quanto controle o usuário terá de acessar e responder à informação. Uma decisão-chave é saber se o CDS pode ajudar a resolver o problema ou a necessidade identificada.

Por fim, Berner (2007) também define que uma boa abordagem de CDS deve envolver esses quatro focos principais:

- (1) É necessário compreender as questões envolvidas na identificação de qual tipo de apoio à decisão será mais útil para o problema em questão;
- (2) É necessário entender quais os problemas e desafios que devem ser abordados;
- (3) É necessário identificar como as várias partes interessadas terão de participar, coordenando os recursos, os compromissos, etc;
- (4) Realizar estudos de Avaliação e Validação.

Segundo Greenes (2007), para que recursos de apoio à decisão possam trabalhar da melhor maneira, eles devem ser capazes de acessar o conhecimento médico baseado em evidências de alta qualidade, para isto, é recomendado o uso de diretrizes de práticas clínicas. As diretrizes clínicas são usadas para padronizar a prática clínica e melhorar os resultados.

As diretrizes clínicas têm procurado fornecer informações que expressam padrões de boa prática médica. A evidência científica, traduzida e veiculada por meio de diretrizes clínicas, fornece instrumentos e conteúdo confiável que permitem ao médico, associando à sua experiência e aos valores dos pacientes, tomar a decisão mais apropriada e segura (BERNARDO, 2008). Segundo a Agência Nacional de Saúde Suplementar - Ans (2009), já é claramente reconhecida em todo o mundo a necessidade de utilização de diretrizes clínicas baseadas em evidências científicas para qualificação da atenção à saúde prestada. A adoção de protocolos respaldados e definidos a partir da melhor evidência científica disponível contribui para a obtenção de melhores resultados de saúde na população.

Capítulo

3

Domínio da Nefrologia

“Nossas vidas são definidas por oportunidades, até as que perdemos.”

Personagem Benjamin Button no filme “O Curioso Caso de Benjamin Button”

A seguir será apresentado o domínio onde esse trabalho irá atuar. Cabe aqui salientar que a fundamentação que será apresentada sobre esse domínio será de caráter básico, uma vez que servirá apenas como suplemento essencial para o entendimento do Capítulo 5. Deve-se salientar, também, que o estudo e a investigação nesse domínio compõe uma das etapas primordiais para a qualidade e efetividade da abordagem proposta.

3.1 Contextualizando o Domínio da Nefrologia

Em 1950, foi fundada nos Estados Unidos uma entidade filantrópica e voluntária, a National Kidney Foundation (NKF), cuja missão tem sido prevenir doenças renais e melhorar a qualidade de vida de pacientes renais e seus familiares. Em 1995, a NKF, através do *Disease Outcome Quality Initiative* (DOQI), desenvolveu diretrizes para os cuidados oferecidos aos pacientes em diálise. No curso do desenvolvimento do DOQI tornou-se evidente que, para melhorar os resultados da diálise seria necessário melhorar as condições de saúde dos indivíduos que ingressam nas Terapias de substituição renal ou Terapias Renais Substituíveis (TRS), através do diagnóstico precoce e adequado acompanhamento

durante a progressão da doença. Estas foram as bases para a proposta de ampliação das diretrizes para todas as fases da doença renal, especialmente as mais precoces, quando as intervenções podem prevenir a perda da função renal, protelar sua progressão e amenizar as disfunções e comorbidades naqueles que progridem para falência renal (BASTOS; BASTOS; TEIXEIRA, 2007).

Em 2002, uma nova iniciativa da NFK foi denominada *Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (K/DOQI)*, e contou com uma equipe multidisciplinar, composta por nefrologistas, pediatras, epidemiologistas, bioquímicos, nutricionistas, assistentes sociais, gerontologistas, médicos de família, além de uma equipe responsável pela reunião de evidências e revisão sistemática da literatura. Os objetivos do K/DOQI, entre outros, foram proporcionar diretrizes científicas baseadas em evidências para o diagnóstico e tratamento das doenças renais, apresentando uma nova definição para Doença Renal Crônica e Estadiamento dessa doença baseada na Filtração Glomerular (FG). A definição seria baseada, então, em três componentes:

1. Um componente anatômico ou estrutural (Composto por Marcadores de Dano Renal);
2. Um componente funcional (Baseado na Filtração Glomerular);
3. Um componente temporal.

Desse modo, em 2002, a K/DOQI publicou uma diretriz sobre DRC abordando temas como: avaliação, classificação e estratificação de risco. Nesse documento, uma nova estrutura conceitual para definição e o diagnóstico da DRC foi proposta e aceita mundialmente nos anos seguintes.

3.2 Doença Renal Crônica

K/DOQI propôs que seria um portador de DRC qualquer indivíduo que, independente da causa, apresentasse Taxa de filtração glomerular (TFG) < 60 mL/min/1,73m² por um período igual ou superior a 3 meses, ou a TFG > 60 mL/min/1,73m² associado à presença de um marcador de lesão da estrutura renal

(Proteinúria, Albuminúria, alteração da imagem ou histológica) também por um período igual ou superior a 3 meses.

A Doença Renal Crônica consiste em uma lesão renal, acompanhada de uma perda progressiva e irreversível da função dos rins (Glomerular, Tubular e Endócrina). Em sua fase mais avançada, os rins não conseguem mais manter a normalidade do meio interno do paciente (ROMÃO JUNIOR, 2004).

A Filtração Glomerular é considerada, e mais amplamente utilizada, como a melhor medida da função renal. Esta afirmação decorre da observação que a capacidade de filtração mantém excelente correlação com as várias outras funções do néfron (ROSENBAUM, 1970). Por exemplo, a anemia da Doença Renal Crônica pode ser observada quando a TFG diminui a valores $< 70 \text{ mL/min/1,73m}^2$ e $50 \text{ mL/min/1,73m}^2$ em homens e mulheres, respectivamente (HSU et al., 2002). Outro exemplo, os sintomas urêmicos geralmente ocorrem quando a TFG encontra-se $< 10\text{-}15 \text{ mL/min/1,73m}^2$ (BASTOS; BASTOS; TEIXEIRA, 2007).

A DRC é a pandemia do milênio, considerada um Problema de Saúde Pública merecendo um novo olhar de todos os atores dos sistemas de saúde e dos envolvidos com a educação de profissionais da saúde, em especial, aqueles que atuarão na Atenção Primária, para o diagnóstico precoce e ações de prevenção desta doença cuja morbimortalidade é crescente (SODRÉ; OLIVEIRA, 2014), (INKER et al., 2014), (K/DOQI, 2002).

3.3 Estadiamento

A KDOQI (2002) sugeriu que a DRC deveria ser classificada em estágios baseados na capacidade de Filtração Glomerular. Esse sistema de classificação da DRC é considerado útil, porque padroniza a terminologia, evitando dessa forma a ambiguidade e a sobreposição dos termos que estão atualmente em uso. Isso, por sua vez, têm facilitado as estimativas mais precisas da prevalência da doença e a comunicação entre os profissionais de saúde envolvidos no cuidado ao paciente, constituindo-se assim numa importante ferramenta (BASTOS; KIRSZTAJN, 2011), (BASTOS; BASTOS; TEIXEIRA, 2007). As definições dos estágios a seguir foram

retiradas das diretrizes nacionais propostas por Romão Junior (2004) e Nogueira e Oliveira (2007). Na tabela 1 é apresentada a relação entre o Estadiamento da DRC e a FG.

Fase de Função Renal Normal sem Lesão Renal (Fase 0): Importante do ponto de vista epidemiológico, pois inclui pessoas integrantes dos chamados grupos de risco para o desenvolvimento da Doença Renal Crônica, que ainda não desenvolveram lesão renal. O ritmo de Filtração Glomerular no homem adulto é de cerca 125 ml/min/1,73m² de superfície corporal, sendo 15% menor na mulher.

Fase de Lesão com Função Renal Normal (Fase 1): Corresponde às fases iniciais de lesão renal com Filtração Glomerular preservada, ou seja, o ritmo de Filtração Glomerular está acima de 90 ml/min/1,73m².

Fase de Insuficiência Renal Funcional ou Leve (Fase 2): Ocorre no início da perda de função dos rins. Nesta fase, os níveis de uréia e creatinina plasmáticos ainda são normais, não há sinais ou sintomas clínicos importantes de insuficiência renal e somente métodos acurados de avaliação da função do rim (métodos de depuração, por exemplo) irão detectar estas anormalidades. Os rins conseguem manter razoável controle do meio interno. Compreende a um ritmo de Filtração Glomerular entre 60 e 89 ml/min/1,73m².

Fase de Insuficiência Renal Laboratorial ou Moderada (Fase 3A e 3B) : Nesta fase, embora os sinais e sintomas possam estar presentes de maneira discreta, o paciente mantém-se clinicamente bem. Na maioria das vezes, apresenta somente sinais e sintomas ligados à causa básica (Lupus, Hipertensão Arterial, Diabetes Mellitus, Infecções Urinárias, Etc.). Avaliação laboratorial simples já nos mostra, quase sempre, níveis elevados de ureia e de creatinina plasmáticos. Corresponde a uma faixa de ritmo de Filtração Glomerular compreendido entre 30 e 59 ml/min/1,73m².

Fase de Insuficiência Renal Clínica ou Severa (Fase 4): O paciente já se ressentido de disfunção renal. Apresenta sinais e sintomas. Dentre estes, a anemia, a hipertensão arterial, o edema, a fraqueza, o mal-estar e os sintomas digestivos são os mais precoces e comuns. Corresponde à faixa de ritmo de Filtração Glomerular entre 15 a 29 ml/min/1,73m².

Fase Terminal De Insuficiência Renal Crônica (Fase 5) : Como o próprio nome indica, corresponde à faixa de função renal na qual os rins perderam o controle do meio interno, tornando-se este bastante alterado para ser incompatível com a vida. Nesta fase, o paciente encontra-se intensamente sintomático. Suas opções terapêuticas são os métodos de depuração artificial do sangue (Diálise Peritoneal ou Hemodiálise) ou o Transplante Renal. Compreende a um ritmo de Filtração Glomerular inferior a 15 ml/min/1,73m².

Tabela 1 - Estadiamento da DRC

Estágio	Filtração Glomerular (ml/min/1,73m²)
1	≥ 90
2	60-89
3A	45-59
3B	30-44
4	15-29
5	<15

Fonte: (K/DOQI, 2002).

Este estadiamento sedimenta condutas específicas para cada nível, bem estabelecidas pelas diretrizes que previnem a DRC, porém sua aplicação deixa a desejar por falta de conhecimento, na Atenção Primária, que deve absorver os cuidados dos pacientes nos estágios I e II, e encaminhar para o especialista apenas aqueles nos estágios seguintes, assim, preservando a resolutividade dos cuidados primários e evitando a insuflação dos cuidados de média e alta complexidade.

3.4 Atenção Primária na Saúde Relacionada ao Diagnóstico da DRC

A Organização Mundial de Saúde convocou, em 1978, a Conferência Internacional de Alma Ata, com o tema central de “Cuidados Primários à Saúde” a qual acabou reconhecendo a saúde como direito fundamental e definiu um conceito para Atenção Primária à Saúde (APS) (TRAVAGIM, 2012). Internacionalmente tem-

se apresentado APS como uma estratégia de organização da atenção à saúde voltada para responder de forma regionalizada, contínua e sistematizada à maior parte das necessidades de saúde de uma população, integrando ações preventivas e curativas, bem como a atenção a indivíduos e comunidades (MATTA; MOROSINI, 2009).

Em 1988, instituiu-se no Brasil o Sistema Único de Saúde (SUS) com a finalidade de organizar o atendimento à saúde, abrangendo desde o simples atendimento ambulatorial até o transplante de órgãos, garantindo acesso integral, universal e gratuito para uma população de mais de 180 milhões de brasileiros (SAÚDE, 2015). No Brasil, a APS incorpora os princípios da Reforma Sanitária, levando o Sistema Único de Saúde a adotar a designação Atenção Básica à Saúde (ABS) para enfatizar a reorientação do modelo assistencial, a partir de um sistema universal e integrado de atenção à saúde. Então, a Atenção básica à saúde pode ser definida como um conjunto de *“Ações de saúde que englobam a promoção, a prevenção, o diagnóstico e a reabilitação em saúde”* (BRASIL, 2002).

No que diz respeito à organização da APS, a declaração de Alma-Ata propõe a instituição de serviços locais de saúde centrados nas necessidades de saúde da população e fundados numa perspectiva interdisciplinar envolvendo médicos, enfermeiros, parteiras, auxiliares e agentes comunitários, bem como a participação social na gestão e controle de suas atividades. O documento descreve as seguintes ações mínimas, necessárias para o desenvolvimento da APS nos diversos países: educação em saúde voltada para a prevenção e proteção; distribuição de alimentos e nutrição apropriada; tratamento da água e saneamento; saúde materno-infantil; planejamento familiar; imunização; prevenção e controle de doenças endêmicas; tratamento de doenças e lesões comuns; fornecimento de medicamentos essenciais, (MATTA; MOROSINI, 2009).

Em um antigo trabalho de Starfield (1994), ele observou que uma comparação entre 12 nações industrializadas ocidentais indicou que os países com uma forte orientação para atenção primária possuem maior probabilidade de terem melhores níveis de saúde a custos mais baixos.

Bastos, Bastos e Teixeira (2007) afirmam que em todo o mundo, um dos maiores desafios enfrentados pelos profissionais de atenção primária é a decisão

sobre o momento de encaminhar o paciente sob seus cuidados a um profissional mais especializado. Isto ocorre principalmente em serviços de saúde onde não existem sistemas de referência e contra-referência, considerando que muitas vezes a atenção compartilhada é indicada e até mesmo necessária, melhorando o fluxo de informações entre o profissional de atenção primária e os especialistas. As razões para o encaminhamento tardio ao nível secundário podem ser devido à falta de conhecimento da epidemiologia da doença, dos critérios para diagnóstico ou dos objetivos e resultados dos cuidados nefrológicos nos estágios iniciais da doença.

Em seu trabalho, Armstrong e Bonita (2003) relatam que desde 2002 a Organização Mundial de Saúde (OMS) vem recomendando a implementação da vigilância para doenças crônicas não transmissíveis, com enfoque nos fatores de risco que predizem as mais comuns delas. Os investimentos em monitoramento destes indicadores são importantes, pois é neste ponto que se quebra a cadeia epidemiológica da doença com todos os benefícios que não se alcançam com a prevenção secundária e menos ainda com a terciária (LESSA, 2004).

Trazendo para o domínio no qual esse trabalho vai atuar, através da Atenção Básica à Saúde, é possível obter a detecção precoce da doença crônica renal e realizar condutas terapêuticas apropriadas para o retardamento de sua progressão, podendo assim, reduzir o sofrimento dos pacientes e os custos financeiros associados à DRC. A capacitação, a conscientização e vigilância do médico de cuidados primários à saúde são essenciais para o diagnóstico e encaminhamento precoce e apropriado ao nefrologista e a instituição de diretrizes apropriadas para retardar a progressão da DRC, prevenir suas complicações, modificar comorbidades presentes e preparo adequado a uma terapia de substituição renal (ROMÃO JUNIOR, 2004). Além disso, o diagnóstico precoce contribui também para avanços nos estudos das doenças de base e aprofundamento dos demais aspectos epidemiológicos, indispensáveis ao seu enfrentamento.

Segundo Bastos e Kirsztajn (2011) e Sodré e Oliveira (2014), o tratamento ideal da DRC é baseado em três pilares de apoio: Diagnóstico e Estadiamento precoce e apropriado da doença, Encaminhamento imediato para tratamento nefrológico e Implementação de medidas específicas para preservar a função renal.

Esse trabalho busca propor uma abordagem capaz de auxiliar no suporte à decisões relacionadas a esses três pilares de apoio. Porém, para essa Dissertação não será englobado a parte referente à “Implementação medidas preventivas”.

3.5 Diagnóstico da Doença Renal Crônica

Segundo a K/DOQI, a DRC é uma doença silenciosa que apresenta pouco ou nenhum sinal sintoma específico ao longo de sua progressão. Devido a esse fato, os médicos devem manter sempre um nível adequado de suspeição, especialmente naqueles pacientes com fatores de risco médico, que fazem parte do conhecido como grupo de risco para DRC.

Os portadores de hipertensão arterial, de diabetes mellitus, ou história familiar para Doença Renal Crônica têm maior probabilidade de desenvolverem insuficiência renal crônica. Romão Junior (2004) e Inker et al. (2014) afirmam que todo paciente pertencente ao chamado grupo de risco para desenvolverem a Doença Renal Crônica deve ser submetido a exames para averiguar a presença de lesão renal e para estimar o nível de função renal a cada ano. No Quadro 2 é apresentado algum dos principais fatores, classificados por fatores clínicos e sociodemográficos, considerados como pertencente ao Grupo de Risco para Doença Renal Crônica.

Quadro 1 - Principais fatores pertencentes ao grupo de risco para Doença Renal Crônica

Fatores clínicos	Fatores Sociodemográficos
Diabetes mellitus	Idade avançada, Adultos com idade > 65 anos
Hipertensão Arterial	Afro-Americanos
Doenças Auto-Imunes	Índios, Hispânicos, Asiáticos ou das Ilhas do Pacífico
Infecções do Trato Urinário	Exposição a Certas Condições Químicas e Ambientais
Cálculos Urinários	Baixa Renda/Educação
Obstrução do Trato Urinário Inferior	Mulheres Grávidas

Fatores clínicos	Fatores Sociodemográficos
Neoplasia	Crianças com idade < 5anos
Histórico Familiar de Doenças Renais Crônicas	
Recuperação de Insuficiência Renal Aguda	
Diminuição de Massa do Rim	
Exposição a Certas Drogas	
Baixo Peso Ao Nascer	
Portadores de Obesidade (IMC > 30 Kg/m ²)	
Tabagismo	

Fonte: Adaptado de (INKER et al., 2014), (SAÚDE, 2014), (ROMÃO JUNIOR, 2004), (K/DOQI, 2002).

A Taxa de Filtração Glomerular é a melhor medida geral da função renal e a mais facilmente compreendida pelos médicos e pacientes. Ela é definida como a capacidade dos rins de eliminar uma substância do sangue e é expressa como o volume de sangue que é completamente depurado em uma unidade de tempo. Normalmente, o rim filtra o sangue e elimina os produtos finais do metabolismo proteico, enquanto preserva solutos específicos, proteínas (particularmente albumina) e componentes celulares. Na maioria das doenças renais progressivas, a TFG diminui com o tempo como resultado da diminuição no número total de néfrons ou redução na TFG por néfron, decorrentes de alterações fisiológicas e farmacológicas na hemodinâmica glomerular (BASTOS; KIRSZTAJN, 2011).

Segundo o K/DOQI (2002) e os trabalhos de Levey (1990), Praxedes (2004) e Inker et al. (2014), a TFG pode estar reduzida bem antes do início dos sintomas e se correlaciona com a gravidade da DRC. Pecoits-Filho (2004) e Sodré e Oliveira (2014) afirmam que uma queda na FG precede o aparecimento de sintomas de falência renal em todas as formas de doença renal progressiva. Logo, a avaliação da TFG é vital para o diagnóstico e tratamento de pacientes com DRC e sua aplicação

clínica permite prever riscos de complicações na DRC e ajustes terapêuticos (BOTEVR et al., 2009).

A estimativa da Filtração Glomerular representa uma ótima maneira de mensurar a função renal, e uma FG reduzida é considerada um bom índice da função renal, e deve ser usada no estadiamento da Doença Renal Crônica. Portanto, ao se monitorar mudanças na FG, estima-se o ritmo de perda da função renal. Segundo a KDOQI, a aplicação clínica da FG permite, além de prever riscos de complicações da DRC, também proporcionar o ajuste adequado de doses de drogas nestes pacientes, prevenindo a toxicidade.

A TFG não pode ser medida de forma direta, sendo usualmente estimada através de exames laboratoriais como o clearance ou depuração de creatinina e a creatinina sérica. Porém, Sodré e Oliveira (2014) relatam no seu estudo que estes dois exames, isoladamente, não retratam a função renal de maneira inteiramente confiável, já que sofrem influência de diversos fatores.

Segundo tanto a KDOQI quanto os trabalhos de Bastos, Bastos e Teixeira (2007) e Basto (2011), a melhor maneira correta de medir a TFG é determinar o clearance de substâncias exógenas como a inulina, iohexol, iotalamato, EDTA (Ácido etilenodiaminotetraacético), DTPA (ácido dietilenotriaminopentácetico marcado com tecnécio), pois por serem substâncias que mantêm concentração estável no plasma, são livremente filtradas no glomérulo renal e não são secretadas, reabsorvidas, metabolizadas ou sintetizadas pelo rim. Contudo, como essas substâncias não estão presentes na circulação e, conseqüentemente, precisam ser infundidas, a medida desses clearances é difícil, requer tempo do paciente e da equipe clínica, tornando-a inconveniente e de aplicabilidade clínica limitada, tendo sido utilizada em geral de forma restrita, para fins de pesquisa ou em condições patológicas específicas nas quais as técnicas de clearance mais simples não oferecem informações suficientes para guiar as decisões médicas (BASTOS; BASTOS; TEIXEIRA, 2007).

Clinicamente, o *clearance* ou depuração de Creatinina com urina de 24 horas e a Creatinina Sérica foram as formas mais utilizadas nos últimos anos para obter informações e Estimativas sobre a TFG. O *clearance* ou depuração pode ser

definido como o volume de plasma que é completamente livre de uma substância por unidade de tempo, geralmente mL/ min. O *clearance* de creatinina (ClCr) é realizado através da dosagem da creatinina em uma amostra de urina colhida em um tempo estabelecido, normalmente 24 horas, e também em uma amostra de sangue colhida no período de colheita da amostra de urina. Segundo Inker et al. (2014) e Sodré e Oliveira (2014), o *clearance* de creatinina tem sido considerado um ótimo exame laboratorial endógeno para auxiliar no diagnóstico de DRC. Já a creatinina é um marcador endógeno de filtração glomerular, já que é produto do metabolismo da creatina e da fosfocreatina no músculo esquelético, formada constantemente durante o dia (SODRÉ E OLIVEIRA, 2014). Esses métodos também apresentam limitações práticas. Infelizmente, depuração de creatinina não preenche o critério de um marcador ideal para TFG, já que a creatinina é excretada não somente via Filtração Glomerular, mas também via secreção no túbulo proximal (LEVEY, 1990), (STEVENS; GREENE; LEVEY, 2006), (K/DOQI, 2002). Ainda com relação à depuração, Sodré e Oliveira (2014) afirmam que muitas vezes o paciente não realiza a coleta de urina adequadamente, como é o caso de pacientes com distúrbios cognitivos, crianças ou aqueles muito idosos. A dificuldade reside no fato de que o paciente despende muito tempo para a coleta da amostra e não pode perder nenhum volume dentro de 24 horas, sendo isto um fato inconveniente para os pacientes e, portanto, as coletas acabam sendo frequentemente imprecisas. Já com relação à Creatinina Sérica, em seu estudo, Pecoits-filho (2004) afirma que ela representa uma estimativa grosseira da FG, pois seu ritmo de excreção não é constante entre indivíduos e a sua produção varia conforme altura, idade, raça, sexo e superfície corpórea devido à massa muscular e o metabolismo diferencial, e sua determinação também pode ser afetada por fatores independentes da Filtração Glomerular como dieta, drogas e diferenças de métodos laboratoriais (K/DOQI, 2002).

Buscando contornar as limitações encontradas na determinação da TFG através da Creatinina Sérica ou da Depuração de Creatinina, várias fórmulas destinadas a estimar a TFG em pacientes adultos e crianças têm sido publicadas. Essas fórmulas usam variáveis demográficas e clínicas conhecidas (sexo, idade, superfície corporal, raça, etc) como substitutos para os fatores fisiológicos não mensurados que afetam o nível de Creatinina Sérica.

Porém, Pecoits-filho (2004), Bastos e Kirsztajn (2011) e K/DOQI (2002) ressaltam que a determinação da TFG pela depuração de creatinina é recomendada, quando a TFG for > 60 mL/min, em alguns casos como indivíduos em dietas vegetarianas, tomando suplementos de creatina, amputados, com desnutrição grave, obesidade, extremo de idade e tamanho corporal, doença do aparelho musculoesquelético, paraplegia ou quadriplégica, as equações têm seu uso limitado e a estimativa da FG pela depuração de creatinina com urina de 24 horas é recomendada.

Como dito, as diretrizes K/DOQI (2002) preconizam que a FG pode ser estimada a partir da dosagem da Creatinina Sérica ou da Depuração de Creatinina, aliada a algumas variáveis. Apesar de existir as fórmulas Cockcroft e Gault (CG) (1976), Schwartz (1976) (1984) e Counahan-Barratt (1976), as fórmulas recomendadas pelo Ministério da Saúde no Brasil e que serão utilizadas nesse estudo são a Modification Of Diet In Renal Disease (MDRD) (1999) e a Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration (CKD-EPI) (2009).

3.5.1 Modification of Diet in Renal Disease (MDRD)

A fórmula do MDRD para estimativa da TFG foi originalmente desenvolvida com base nos dados do estudo Modification of Diet in Renal Disease (MDRD) em pacientes com DRC e não incluiu indivíduos saudáveis. Foi realizado um estudo controlado avaliando os efeitos da restrição de proteínas na dieta e um rigoroso controle de pressão arterial (LEVEY et al., 1999). O padrão usado no desenvolvimento da equação MDRD foi o clearance de iotalamato-I e, portanto, ela estima a TFG (em mL/min/1,73m²) e não a depuração de creatinina.

A fórmula MDRD possui duas versões: uma completa e uma simplificada. A fórmula completa exige um planejamento prévio para que os parâmetros estejam disponíveis, já que se utiliza da dosagem de Creatinina Sérica, Uréia Nitrogenada E Albumina, e tem um custo mais elevado segundo Kirstajn (2009). A fórmula MDRD completa está representada na Figura 2.

$$\text{TFG (mL/min/1,73m}^2\text{)} = 170 \times \text{Creatinina Sérica (mg/dL)}^{-0,999} \times \text{Idade (Anos)}^{-0,176} \times (\text{Determinação Sérica de Uréia Nitrogenada}) \times (\text{mg/dL})^{-0,170} \times \text{Albumina Sérica (mg/dL)}^{0,318} \times 0,762 \text{ (Se Mulher)} \times 1,18 \text{ (Se Afrodescendente)}$$

Figura 2 - Fórmula Completa Da Modification Of Diet In Renal Disease (MDRD)

Fonte: Adaptado de de (SODRÉ E OLIVEIRA, 2014), (PECOITS-FILHO, 2004), (LEVEY et al., 1999).

Em novo trabalho, Levey et al. (2000) propõe uma nova fórmula do MDRD abreviada com “Quatro Variáveis”. A nova fórmula permite o ajuste de acordo com a área de superfície corporal e sua versão simplificada necessita apenas de dados relacionados à Idade, Sexo e Raça, além da Creatinina Sérica. A National Kidney Foundation tem recomendado o uso da versão simplificada, uma vez que, o seu desempenho é tão bom quanto a equação inicial. A fórmula MDRD simplificada está demonstrada na Figura 3.

$$\text{TFG (mL/min/1,73m}^2\text{)} = 186 \times \text{Creatinina Sérica (mg/dL)}^{-1,154} \times \text{Idade (Anos)}^{-0,203} \times 0,742 \text{ (Se Mulher)} \times 1,212 \text{ (Se Afro-Descendente)}$$

*186 deve ser substituído por 175 quando a dosagem de Creatinina Sérica for rastreável ao National Institute of Standards and Technology – método de Jaffé. (LEVEY et al., 2006)

Figura 3 - Fórmula Simplificada da Modification Of Diet In Renal Disease (MDRD)

Fonte: Adaptado de de (SODRÉ E OLIVEIRA, 2014), (PECOITS-FILHO, 2004), (LEVEY et al., 2000), (LEVEY et al., 2006)

Existem limitações também para o uso da MDRD. Ela pode também subestimar a TFG em pacientes obesos e recém diagnosticados com diabetes. Não

é recomendada para estimar a TFG em crianças, idosos acima de 70 anos, gestantes, pacientes gravemente enfermos, pessoas com extremos de peso e pessoas com função renal normal (SODRÉ E OLIVEIRA, 2014).

Segundo Bastos e Kirsztajn (2011), a TFG calculada com a equação do MDRD e a TFG real são muito próximas para resultados $< 60 \text{ mL/min/1,73m}^2$, enquanto a TFG excede a taxa estimada por um valor pequeno quando a TFG é $> 60 \text{ mL/min/1,73m}^2$. O valor de referência sugerido é maior que $90 \text{ mL/min/1,73m}^2$. Mas recentemente, uma nova fórmula foi proposta e parece ser mais promissora, a CKD-EPI.

3.5.2 Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration (CKD-EPI)

Em 2009, o grupo de pesquisadores Levey et al. (2009) desenvolveu e validou uma nova fórmula que ficou conhecida por CDK-EPI (do inglês, *Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration*), com o objetivo de melhorar a acurácia da estimativa da TFG em pacientes com valores muito baixos ou muito elevados de TFG. O desenvolvimento da fórmula CKD-EPI incluiu indivíduos com e sem DRC, e é baseada na fórmula do MDRD. A fórmula usa as mesmas quatro variáveis que a equação do MDRD, mas, comparativamente, apresenta melhor desempenho e previsão de risco. Nas Figuras 4 e 5 é apresentada o conjunto de formulas CDK-EPI, levando em consideração sexo e etnia.

Sexo Masculino

Negros:

Com Creatinina Sérica $\leq 0,9$ mg/dL:

$$\text{TFG} = 163 \times (\text{Creatinina Sérica} / 0,9)^{-0.411} \times (0.993)^{\text{Idade}}$$

Com Creatinina Sérica $> 0,9$ mg/dL:

$$\text{TFG} = 163 \times (\text{Creatinina Sérica} / 0,9)^{-1.209} \times (0.993)^{\text{Idade}}$$

Branco:

Com Creatinina Sérica $\leq 0,9$ mg/dL:

$$\text{TFG} = 141 \times (\text{Creatinina Sérica} / 0,9)^{-0.411} \times (0.993)^{\text{Idade}}$$

Com Creatinina Sérica $> 0,9$ mg/dL:

$$\text{TFG} = 141 \times (\text{Creatinina Sérica} / 0,9)^{-1.209} \times (0.993)^{\text{Idade}}$$

Figura 4 - Fórmulas CKD-EPI para Estimativa da TFG de Pacientes do Sexo Masculino

Fonte: Adaptado de de (SODRÉ E OLIVEIRA, 2014), (LEVEY et al., 2009).

Sexo Feminino					
Negras:					
Com	Creatinina	Sérica	≤	0,7	mg/dL:
TFG	=	166 X (Creatinina	Sérica / 0,7)	-0.329 X (0.993)	Idade
Com	Creatinina	Sérica	>	0,7	mg/dL:
TFG	=	166 X (Creatinina	Sérica / 0,7)	-1.209 X (0.993)	Idade
Branças:					
Com	Creatinina	Sérica	≤	0,7	mg/dL:
TFG	=	144 X (Creatinina	Sérica / 0,7)	-0.329 X (0.993)	Idade
Com	Creatinina	Sérica	>	0,7	mg/dL:
TFG	=	144 X (Creatinina	Sérica / 0,7)	-1.209 X (0.993)	Idade

Figura 5 - Fórmulas CKD-EPI para Estimativa da TFG de Pacientes do Sexo Feminino

Fonte: Adaptado de de (SODRÉ E OLIVEIRA, 2014), (LEVEY et al., 2009).

A fórmula CKD-EPI também possui limitações, podendo superestimar a TFG, além de ter sido derivada de uma amostragem com pouca variação étnica e número reduzido de idosos. No entanto, ao compararem a nova equação com a MDRD os resultados mostraram que a equação CKD-EPI teve melhor desempenho e foi mais precisa, podendo até substituir as demais na prática clínica, (LEVEY et al., 2009), (SODRÉ E OLIVEIRA, 2014).

3.5.3 Detecção de DRC em Pacientes Idosos

Características intrínsecas a alguns grupos de pacientes tornam a interpretação desses exames desafiadora. Como exemplo, temos a complicada detecção de DRC em pacientes idosos, uma vez que a FG pode diminuir como parte do processo de envelhecimento do organismo, e é difícil diferenciar diminuição da FG relacionada com a idade, com a relacionada à disfunção renal no idoso. Também existem outras implicações em pacientes idosos, como o caso da hipertensão e diabetes, doenças comumente associadas à idade. Portanto, para fins de estratificação e intervenções, o diagnóstico de disfunção renal não deve ser feito exclusivamente a partir da estimativa da FG, mas também na presença de outros marcadores de doença renal (PECOITS-FILHO 2004), (SODRÉ E OLIVEIRA, 2014), (LEVEY et al., 2009).

Outro fator que deve ser considerado com relação ao processo de envelhecimento é que, segundo Guimarães et al. (2007), existe uma diminuição da TFG em cerca de 10 mL/min por década (após os 40 anos), sendo que este declínio é superior nos indivíduos hipertensos. Por isso, uma TFG de 60-90 mL/min/1,73m² pode ser normal num indivíduo idoso.

3.6 Encaminhamento precoce e apropriado para Tratamento Nefrológico

O segundo pilar de apoio do tratamento ideal para a DRC é o encaminhamento imediato de pacientes para acompanhamento pelo nefrologista ou pela equipe de Nefrologia. A avaliação da função renal é um dos mais antigos desafios da medicina laboratorial, já que a detecção precoce da disfunção renal impede a instalação da doença ou retarda a sua evolução (Bregman, 2007).

No artigo de Bastos e Kirsztajn (2011) é apresentado muitos exemplos de trabalhos que mostram a importância do encaminhamento precoce e apropriado para o tratamento nefrológico, entre eles:

Roubicek et al. (2000) compararam pacientes com DRC que haviam sido encaminhados precocemente (EP) ao nefrologista, com aqueles com encaminhamento tardio (ET). Foi observado que, comparados aos pacientes com ET, os pacientes com EP passavam menos dias no hospital após a diálise ser

iniciada, tinham menor probabilidade de necessitar de diálise de urgência, melhor controle da pressão arterial e menos edema agudo de pulmão. Além disso, os pacientes com ET tinham maior probabilidade de morrer no primeiro ano de diálise do que os pacientes com EP.

McLaughlin et al. (2001) avaliaram o custo financeiro do tratamento da DRC em pacientes que foram encaminhados precoce ou tardiamente ao nefrologista. Os desfechos desse estudo foram custo total do atendimento ao paciente, anos de vida dos pacientes, anos de vida livre de TRS e dias de hospitalização. Para os grupos com encaminhamento precoce e tardio, os custos médios totais em cinco anos foram US\$87.711,00 e US\$110.056,00, respectivamente; as médias dos anos de vida dos pacientes foram 3,53 e 3,36 anos, respectivamente, e os anos de vida dos pacientes livres de TRS foram 2,18 e 1,76 anos, respectivamente. Além disso, pacientes com acompanhamento nefrológico precoce e apropriado passaram metade do tempo no hospital (25 dias) quando comparados àqueles encaminhados tardiamente (41 dias). Finalmente, tem-se mostrado que os pacientes apresentam maior probabilidade de progredir para óbito durante o primeiro ano de diálise quando são encaminhados tardiamente ao nefrologista.

Através desses fatos, a abordagem que será proposta nesse trabalho também busca enfatizar a importância de lembrar e encorajar outros profissionais da saúde, especialmente cardiologistas, endocrinologistas, clínicos gerais, urologistas e geriatras, que frequentemente lidam com pacientes em risco para DRC, de encaminhar pacientes para acompanhamento conjunto com um nefrologista ou equipe especializada em Nefrologia o mais rápido possível. Bastos e Kirsztajn (2011) listam como benefícios potenciais do encaminhamento precoce:

- A identificação e o tratamento das causas reversíveis da insuficiência renal;
- O diagnóstico e correção de fatores que pioram a função renal (por exemplo, o uso de agentes nefro-tóxicos);
- A estabilização da TFG;
- A identificação e correção de grandes complicações e as morbidades mais prevalentes na DRC;

- A obtenção de melhores parâmetros bioquímicos, psicológicos e físicos no início da TRS.

Capítulo

4

Estado da Arte

“A arte começa onde a imitação acaba.”

Oscar Wilde

Neste Capítulo serão apresentados mais alguns trabalhos importantes relacionados diretamente ou indiretamente ao tema dessa proposta. O Capítulo será dividido por seções representando as áreas das quais os trabalhos encontrados fazem parte.

4.1 Representação do Conhecimento através de Ontologias em Sistemas de Suporte à Decisão

Durante o trabalho de Mota et al. (2013a, 2013b, 2013c, 2014), que teve como foco realização de um Mapeamento Sistemático (MS) sobre a utilização de ontologias na Informática em Saúde, foi desenvolvida uma taxonomia composta por 18 termos capaz de definir as diversas subáreas da Informática em Saúde. Após criação da taxonomia e da síntese dos resultados do MS, Mota et al. (2013c, 2014) conseguiu mapear a evolução dessas subáreas quanto ao número de artigos relevantes encontrados em sua análise. Na Figura 6, é possível ver o número de publicações por subárea da Informática em Saúde entre os anos 1986 e 2011. Pode-se identificar que existe um grande número de publicações que abordam a construção e o uso de ontologias no desenvolvimento de Sistemas de Informação para o Gerenciamento de Informação e Suporte à Decisão na Informática em Saúde.

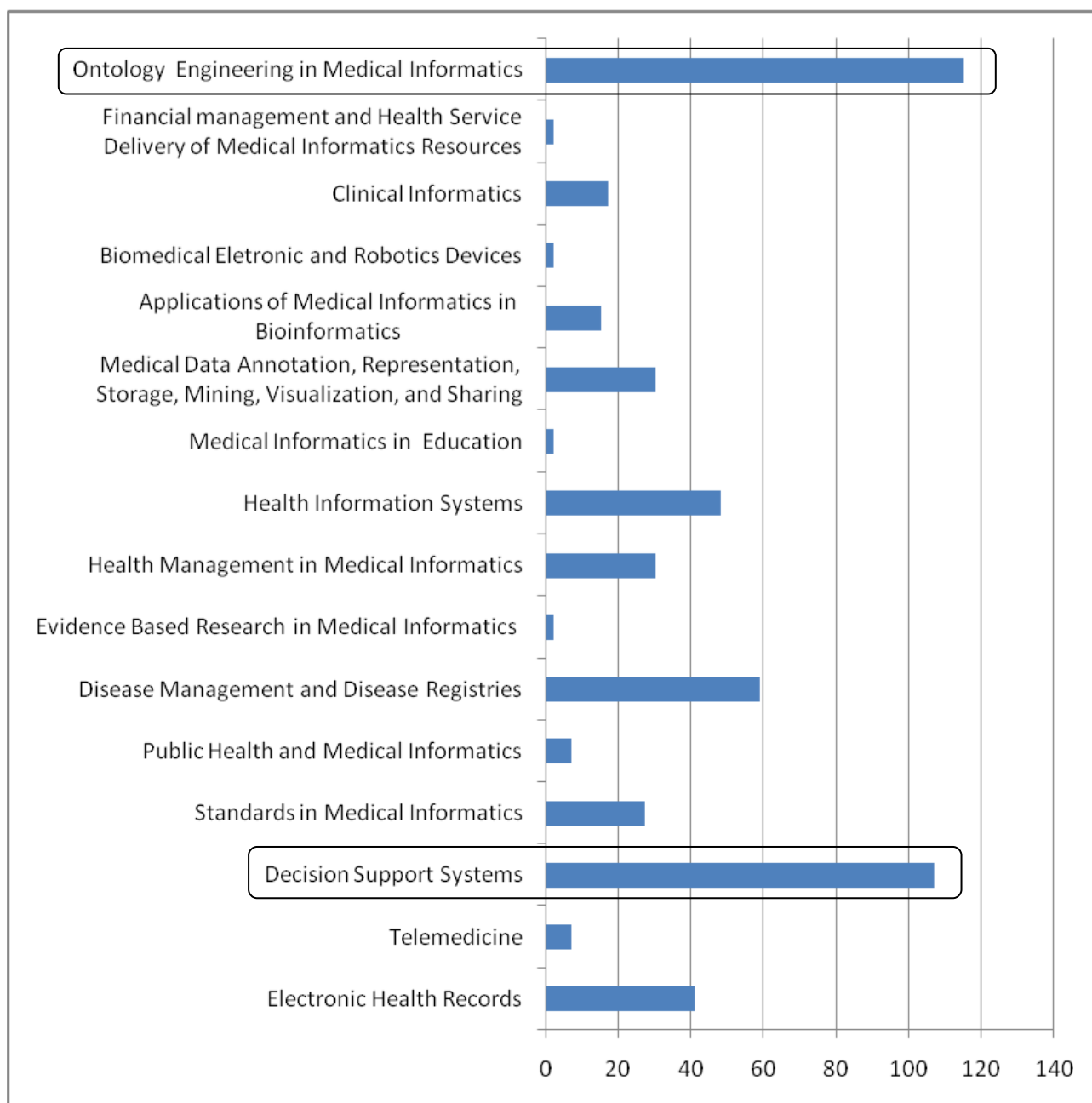


Figura 6 - Artigos Classificados de acordo com a Taxonomia Desenvolvida por Mota (2013C)

Fonte: (MOTA , 2013c).

Outra informação interessante retirada do Trabalho de Mota (2013c) é que dentre os vários usos de ontologias em Informática em Saúde que foram identificados a partir dos dados analisados, foi identificado que 13% dos trabalhos relevantes analisados indicavam o uso de ontologias para auxiliar ou tornar mais eficiente os Sistemas de Suporte à Decisão. Além disso, segundo Mota et al. (2014),

o uso de ontologias na Informática em Saúde e na construção de SSDC tem como vantagens: fornecer interoperabilidade e/ou integração entre sistemas diferentes, fornecer compartilhamento do conhecimento, realizar a adição de semântica às bases de dados existentes, diminuir erros durante o processo de extração de informações e permitir busca automatizada. Essas informações podem ser vistas nos trabalhos que serão descritos a seguir.

O Trabalho de Colantonio et al. (2007) apresenta um projeto chamado HEARTFAID que visa construir uma plataforma inovadora de serviços para melhorar os processos de prestação de diagnóstico, prognóstico e terapia no domínio da insuficiência cardíaca. O núcleo da inteligência dessa plataforma trata-se de um Sistema de Apoio à Decisão Clínica, projetado, integrando técnicas de representação de conhecimento e métodos inovadores de raciocínio híbrido e incluindo ferramentas avançadas para a análise de dados de diagnóstico. Para a criação de sua ontologia, Colantonio et. al. (2007) em um primeiro momento desenvolveu uma ontologia preliminar, buscando corresponder inicialmente a uma terminologia estruturada do domínio em que ia atuar. Em seguida, desenvolveu uma nova ontologia através da inserção de propriedades relevantes, classes e relações para uma formalização coerente e abrangente, tomando como padrão ontologias médicas presentes na literatura.

Lenz et. al. (2002), desenvolveu um sistema de informação médica cujo objetivo é integrar os sistemas médicos de diferentes setores de um mesmo hospital, de modo que as informações dispostas no sistema sejam integradas, avaliadas e auxiliem no tratamento e diagnóstico dos pacientes. Também tem sido desenvolvidos sistemas de informação, como nos trabalhos de Anagnostakis, et. al., (2005) e Achour et al. (2001), voltados para o gerenciamento da informação na saúde para facilitar o acesso a recursos, com a finalidade de melhorar a comunicação clínica e evitar erros médicos.

Van Hille et al. (2012) propuseram a classificação quanto a gravidade dos alertas gerados por Desfibrilador Cardioversor implantável. Nesse trabalho, foram comparadas duas abordagens para a implementação do módulo de raciocínio. A primeira baseia-se no mecanismo de criação e gerenciamento de regras de negócio para inferência de informações, chamado “Drools”. A segunda baseia-se no

formalismo semântico através do uso de ontologias. Ambas foram consideradas abordagens válidas, com performances corretas. Para um domínio mais amplo, suas limitações foram o número e a complexidade das regras desenvolvidas pelo “Drools” e as performances de raciocínio baseadas em ontologia, o que sugeriu o uso da ontologia para gerar automaticamente uma parte dessas regras criadas pelo “Drools”.

A OpenEHR, desenvolvida por Andrade, Almeida e Schulz (2012), é uma especificação em informática em saúde que descreve como realizar o gerenciamento, armazenamento, recuperação e troca de dados em registros eletrônicos de saúde. A OpenEHR trata-se de um conjunto de especificações que definem um modelo de informações em saúde, uma linguagem para a construção de modelos clínicos e uma linguagem de consulta. A arquitetura é projetada para fazer uso de terminologias de saúde externas, como SNOMED CT, LOINC e iCDX.

Tu e Musen (2001) acreditam que a representação dos dados e modelagem de conhecimento para diretrizes clínicas ainda é uma área relativamente negligenciada. No entanto, essa representação e modelagem tem um enorme impacto sobre o formato e a expressividade dos critérios de decisão. Em seu trabalho, Tu e Musen (2001) mostram como o Protégé pode ser usado para construir: um modelo de informações contendo dados do paciente, um modelo de especialidade médica, e um modelo de diretriz que formaliza o conhecimento necessário para gerar recomendações sobre decisões clínicas e ações. Desse modo, Tu e Musen (2001) mostram como o uso de tais modelos permitem o desenvolvimento de linguagens alternativas de critérios de decisão e permitem também o mapeamento sistemático dos dados necessários para a execução de diretrizes de dados dos pacientes contidos nos sistemas de registros médicos eletrônicos.

Em seu trabalho, Saripalle (2014) observou que está se tornando uma tarefa impossível o gerenciamento manual de dados de pesquisa no campo da Informática Biomédica e Clínica, devido aos enormes conjuntos de dados que não podem ser analisados, interpretados ou processados manualmente para adquirir conhecimento inferido que irá auxiliar no suporte à decisão médica de forma eficiente. Saripalle (2014) concluiu que tecnologias semânticas, como ontologias, podem ser usadas

para resolver o problema parcial de gerenciamento de dados em Informática em Saúde. Representação semântica do conhecimento permite que os agentes inteligentes ou computadores sejam capazes de interpretar os dados e adquirir conhecimento inferido. Também considera que o design de ontologias é um dos aspectos mais importantes da Informática em Saúde, e recomenda fortemente o seu uso na construção de Sistemas de Apoio à Decisão Clínica.

Nykanen (2003) também apresenta em seu estudo a criação de uma ontologia para um sistema de apoio à decisão em Informática em Saúde. A ontologia criada foi baseada em uma pesquisa relacionada a ciência dos sistemas de informação e inteligência artificial, e em estudos de caso realizados em Informática em Saúde. Essa ontologia explicita construções relevantes e apresenta um vocabulário de um sistema de apoio à decisão. Também enfatiza a necessidade de cobrir as variáveis ambientais e contextuais, como parte integrante do processo de decisão de sistemas de apoio para o desenvolvimento e metodologias de avaliação.

Foram encontrados também estudos cujo o foco é providenciar o compartilhamento de informações para apoio à decisão clínica, direcionando os sistemas de diagnóstico para a mais adequada referência do domínio de acordo com a classe de sintomas que recebe como entrada, (MICHIN et. al., 2006), (JORM et. al., 2009).

Através da leitura de trabalhos relacionados ao tema, foi possível identificar que um dos principais benefícios do uso de ontologias na Informática Médica são a aquisição de conhecimento para subsidiar a tomada de decisão (HASHMI; ZRIMEC, 2008; ANYA et al., 2009; ACHOUR et al., 2001; ZHU et al., 2011; RUBIN et al., 2000; MICHIN et al., 2006), evitar erros médicos que surgem a partir da falta de informação (STELSON et al., 2001) e orientar os profissionais no tratamento de doenças (ABIDI et al., 2012). Nos trabalhos de Zhu et al. (2011), Dung et al. (2007) e Rubin (2000), foi possível observar que o uso de ontologias está permitindo a construção de sistemas de diagnóstico que auxiliam a representação de protocolos clínicos, a classificação e a especificação de doenças através da extração de informações de banco de dados clínicos, diretrizes, livros didáticos e de páginas da web.

Segundo Breitman (2005), cientistas do mundo todo estão buscando a metodologia mais adequada para o desenvolvimento de ontologias. Vários grupos

de pesquisa estão empenhados nessa tarefa, entre eles, pesquisadores das Universidades de Manchester, Stanford, Karlsruhe, Politécnico de Milão, PUC-Rio, Toronto, Maryland, Vrije e MIT, além de organizações tais como DARPA, Bell Labs e W3C, entre muitas outras. O fato é que as variáveis sejam tantas que não seja possível desenvolver uma única metodologia adequada para todas as situações. É provável que a melhor solução seja uma escolha entre algumas possibilidades ou a composição de várias metodologias. Breitman (2005) também realça a importância de que antes de dar início ao desenvolvimento e especificação de um método de representação do conhecimento através da ontologia, deve ser realizada uma busca por modelos de ontologias desenvolvidas em um domínio e escopo similar, propondo assim o reuso e evolução dessas ontologias existentes, de forma a avançar o estado da arte nessas áreas. Por fim, segundo Mota et al. (2014), 56% dos estudos utilizando ontologias na área da saúde foram validados por especialistas da mesma área, sendo assim o método de validação mais utilizado.

Conclui-se então que o uso de ontologias em aplicações médicas contribui consideravelmente para o processamento, armazenamento e representação da informação de forma que esta possa ser compartilhada e, conseqüentemente, reutilizada por outros sistemas de informação, o que pode ser constatado nessas diversas pesquisas encontradas na literatura.

4.2 Sistemas de Apoio à Decisão Clínica baseados em Conhecimento Presente nas Diretrizes Clínicas

O trabalho de Abbasi e Kashiyarndi, acessado em 2014, foca nas características dos sistemas de apoio à decisão clínica e nas metodologias utilizadas para a sua implementação. O trabalho reflete em como esses sistemas são úteis no diagnóstico de doenças e dor. O objetivo principal foi o de estudar os aspectos clínicos dos sistemas de apoio à decisão, buscando descobrir a metodologia mais ideal para ser utilizada na construção de sistemas de apoio à decisão clínica, de forma a fornecer as melhores soluções e diagnósticos para os problemas na área da saúde. O estudo de caso incluiu a leitura e compreensão dos trabalhos de pesquisa anteriores, buscando descobrir as melhores metodologias. O trabalho concluiu que cada metodologia tem alguns aspectos bons, e a seleção de uma metodologia

específica vai depender de vários parâmetros do domínio do problema. Certos métodos são mais eficazes em um domínio, enquanto outros podem ser mais eficazes em outros domínios. Mas em um aspecto mais amplo, os métodos híbridos parecem ser mais eficientes e eficazes. Os livros de Greenes (2007) e Musen, Shahar e Shortliffe (2006) foram bastante referenciados em trabalhos analisados, por apresentarem alguns tipos de metodologias e como aplicá-las, assim como o trabalho de Berner (2009) que apresenta um levantamento do estado da arte da construção de sistemas de apoio à decisão clínica até o seu ano de publicação, mostrando novos tipos de metodologias e tendências.

Segundo Greenes (2007) e Berner (2007), sistemas de suporte à decisão clínica desenvolvidos utilizando como base de conhecimento um conjunto de diretrizes para prática clínica, podem usufruir de um guia para fazer inferências com base nas decisões, ações e recomendações clínicas já validadas. Greenes (2007) ressalta a importância da padronização da prestação de cuidados em saúde e da identificação correta sobre quais os dados do paciente são realmente necessários e relevantes.

Os trabalhos de Trivedi et al. (2007), Chen e Bau (2013) afirmam que tentativas anteriores de implementar diretrizes usando um formato de papel e lápis em ambientes clínicos revelaram problemas relacionados à fidelidade em termos de dosagem, duração adequada do tratamento, e frequência de visitas. A solução encontrada por esses trabalhos para estes problemas citados é construir abordagens informatizadas representando o conhecimento presente nas diretrizes de práticas clínicas. O conhecimento presente nas diretrizes clínicas pode ser informatizado em um formato compreensível por máquina, de modo a poder ser utilizado por Sistemas de Apoio à Decisão, com uma capacidade mais sofisticada para a partilha de conhecimento clínico, atualização, reutilização e de fornecimento de regras importantes para o apoio à decisão. Porém, nesses trabalhos também foi possível identificar que muitos modelos de representação do conhecimento de diretrizes clínicas através de ontologias existentes, foram desenvolvidos de forma independentemente e com focos e metodologias diferentes, dificultando uma padronização a ser seguida.

Um dos trabalhos considerados mais relevantes para construção da abordagem proposta nesse estudo é o trabalho de Abidi et al. (2007). Neste artigo, é apresentado um sistema de apoio à decisão, baseado em ontologias, para o acompanhamento relacionado ao tratamento de Câncer de Mama. Nesse estudo, foram desenvolvidas três ontologias: a primeira ontologia representa os modelos da estrutura das diretrizes clínicas com base em um Modelo de Orientação de Elementos, descrito no estudo; Já a segunda ontologia representa o conhecimento médico encapsulado dentro das diretrizes e conceitos gerais relacionados ao Câncer de Mama; Enquanto que a terceira e última ontologia representa os modelos de parâmetros do paciente. O próximo passo do trabalho foi desenvolver o mecanismo de raciocínio baseado em lógica para raciocinar e inferir sobre o conhecimento a partir dessas três ontologias. Foi possível observar que essa abordagem auxiliou os médicos na correta coleta dos dados do paciente, assim como nas decisões, recomendações e encaminhamentos. A metodologia utilizada foi baseada em três estágios: informatização das diretrizes baseadas em formato de papel para o atendimento e tratamento do Câncer de Mama; desenvolvimento das ontologias; e execução do mecanismo de raciocínio baseado em lógica;

4.2.1 Abordagens e Estratégias no Domínio da Nefrologia

Bastos e Kirsztajn (2011) afirmam que a maioria dos profissionais, particularmente aqueles que trabalham em clínicas de atenção primária à saúde, ainda não têm acesso imediato a equipamentos computacionais e precisam calcular a TFG manualmente. Esse processo é de certa forma tedioso e demanda muito tempo, o que desencoraja os profissionais da saúde, particularmente aqueles que não são nefrologistas, em avaliar a TFG de forma rotineira e, assim, podendo atrasar o diagnóstico e o encaminhamento apropriado ao nefrologista.

Em busca de contornar essa situação, Bastos (2005) desenvolveu duas tabelas, uma para mulheres e outra para homens, que permitem que os profissionais de saúde estimem a TFG imediatamente assim que tiverem em mãos o nível de creatinina sérica e a idade do paciente. Essas tabelas são baseadas na fórmula do estudo MDRD de quatro variáveis, na qual o componente Etnia Negra não está presente. Embora os autores reconheçam que a equação do estudo MDRD ainda não foi validada de forma definitiva no Brasil, ainda assim é sugerido o uso dessas

tabelas no atendimento primário à saúde e entre os profissionais sem especialização em Nefrologia, como ferramenta para facilitar o diagnóstico precoce da DRC.

Os trabalhos de Sodré e Oliveira (2014) e Bastos e Kirsztajn (2011) afirmam que é possível encontrar fórmulas para avaliação da TFG disponíveis em programas para computadores e dispositivos móveis e que estão amplamente disseminadas na internet (por exemplo, nos websites da Sociedade Brasileira de Nefrologia e da National Kidney Foundation). Porém, tais abordagens, tabelas e programas do tipo calculadoras, não possuem em sua construção o uso de semântica e raciocínio automatizado, sendo assim uma contribuição limitada para o avanço do estado da arte nessa área, no que concerne a elaboração de soluções mais sofisticadas e automatização de serviços.

Uma revisão de literatura realizada por Shiffman et al. (1999) sobre DRC definiu importantes questões relacionadas às estratégias de gerenciamento de informações. Estas incluem a integração de registros clínicos e realização do cálculo da TFG usando dados existentes dos pacientes em sistemas de suporte de decisão, buscando automatizar a identificação da DRC. Warren et al. (1999) e Adams et al. (1998) também questionam que um sistema de apoio à decisão com o foco de coordenar e tratar doenças crônicas deve fornecer uma interface consistente e deve ser modificável e expansível, uma vez que a área da saúde está em constante evolução.

Patwardhan et al. (2009) afirma que sistemas de suporte à decisão clínica têm um potencial enorme para facilitar melhorias na gestão da DRC. No entanto, eles não estão amplamente disponíveis nem são rotineiramente utilizados. Na doença renal, eles têm sido predominantemente utilizados para fornecer orientações sobre dosagem do medicamento (CHERTOW et. al., 2001). Também foram desenvolvidos sistemas para auxiliar a gestão de várias comorbidades comuns associadas com a DRC, incluindo hipertensão (BOSWORTH et. al., 2005) e diabetes mellitus (BALAS et. al., 2004). Os trabalhos de Chertow et al. (2001), Galanter et al. (2005), Nash et al. (2005), Rind et al. (1994) e Oppenheim et al. (2002) apresentam abordagens de suporte à decisão clínica como uma ferramenta de alerta para a prevenção de erros de medicação em pacientes com função renal anormal.

Aplicações de suporte à decisão clínica como Arezzo® (2009), Allscripts (2015), Gamewood (2005), Raghavan et al. (2005) e Kawamoto et al. (2007), também foram encontradas. Essas aplicações têm o potencial de servir apenas indiretamente como sistemas CDS para os cuidados relacionados somente a algumas comorbidades da DRC, pois possuem propósitos mais gerais.

Nos trabalhos de Klebe et al. (2006, 2007) e RNAO (2009) foram descritas diretrizes e recomendações necessárias em um sistema CDS voltado para gestão da DRC, concentrando-se no apoio à gestão inicial de pacientes pelos profissionais da saúde. Klebe et al. (2006, 2007) conclui que sistemas de TI são importantes, pois eles não só podem permitir a integração dos registros e das informações na área da saúde, como também podem capacitar tanto os profissionais da área como os pacientes.

Na busca por abordagens existentes de sistemas de suporte à decisão clínica no domínio da Doença Renal Crônica, este estudo identificou que atualmente existe um volume relativamente pequeno de literatura relacionada com aplicações de CDS na DRC, principalmente no Brasil. Patwardhan et al. (2009) e Narva (2012) também afirmam que existem poucos, se houver, sistemas de apoio à decisão disponíveis com qualidade para dar suporte global a pacientes com DRC. Na pesquisa de Júnior e Lino (2015), é constatada também a carência de ontologias especializadas no domínio nefrológico. Nela, os autores confirmaram que as ontologias que foram identificadas no estudo, relacionadas ao domínio de doenças gerais, não mantinham o nível de expressividade suficiente para fornecer suporte ao tratamento de informações sobre a Doença Renal Crônica.

Para diagnosticar pacientes com insuficiência renal e determinar o estágio de progressão da doença, a pesquisa de Al-hyari, Al-taee e Al-taee (2013) avalia o uso de alguns algoritmos de classificação de dados, incluindo Redes Neurais, Naïve Bayes e Árvore de Decisão. Foi utilizado um conjunto de dados clínicos de 102 casos, coletados a partir dos prontuários dos pacientes. O desempenho dos algoritmos foi avaliado em termos de acurácia diagnóstica, sensibilidade e especificidade, ao final, os resultados foram avaliados por médicos especialistas. Os resultados obtidos mostraram que o algoritmo de árvore de decisão é mais preciso

(92,2%), quando comparado com todos os outros algoritmos envolvidos neste estudo.

A Bmj Informática (2015) está desenvolvendo uma abordagem similar à dessa dissertação, tendo como objetivos também melhorar a identificação de pacientes com DRC, melhorar a gestão e os resultados desses pacientes e realizar os cuidados necessários. Porém, o trabalho que a Bmj Informática (2015) está desenvolvendo atacará o mesmo objetivo de forma diferente. Em sua metodologia descrita no seu website, eles relatam, entre suas estratégias, o uso de muitas técnicas de análise de dados. Porém, não foi identificada nenhuma técnica ou estratégia que será descrita na abordagem proposta por esta dissertação, como por exemplo o uso de ontologias para representação do conhecimento das diretrizes. Sendo assim, constata-se que são dois estudos diferentes, com o mesmo objetivo abrangente, sendo investigados e desenvolvidos paralelamente e que futuramente possam se complementar e usufruir dos benefícios de cada um.

Capítulo

5

Uma Abordagem para Suporte à Decisão Clínica Baseada em Semântica no Domínio da Nefrologia

“Tudo o que temos que decidir é o que fazer com o tempo que nos é dado.”

Gandalf. (The Lord of the Rings)

Como visto até este momento, a identificação precoce e o manejo nefrológico básico e adequado de pacientes com DRC têm sido reconhecidos como importantes oportunidades para impedir a progressão da doença e desfechos desfavoráveis como, por exemplo, a mortalidade. Por a DRC ser considerada uma doença de evolução progressiva, insidiosa e assintomática, alguns médicos estão encontrando dificuldades relacionadas tanto ao seu diagnóstico nas fases iniciais como também na realização do manejo clínico apropriado. Diante desses fatos, foi escolhida como área de investigação a área de Suporte à Decisão Clínica, com o objetivo geral de apresentar uma abordagem de Suporte à Decisão, baseada em semântica e raciocínio, utilizando o conhecimento presente nos conjuntos de diretrizes para prática clínica no domínio da Nefrologia.

A abordagem desenvolvida nesse trabalho está relacionada ao diagnóstico, estadiamento da DRC, buscando dar suporte desde a aplicação das devidas práticas clínicas como na escolha do momento certo para ser realizado o encaminhamento apropriado para os especialistas em Nefrologia. A metodologia utilizada no desenvolvimento dessa abordagem semântica de Suporte à Decisão

Clínica foi composta por algumas etapas que serão descritas de forma introdutória neste Capítulo. Nos próximos Capítulos, o leitor poderá conhecer cada etapa descrita de uma forma mais aprofundada.

5.1 Escolha e Composição da Metodologia Proposta

O primeiro passo para o desenvolvimento da abordagem foi a realização de uma busca por trabalhos relevantes de CDS presentes na área, de modo a identificar e escolher uma metodologia que seria utilizada ou adaptada, uma vez que como visto no trabalho de Abbasi e Kashiyanndi (2014), para o desenvolvimento de abordagens em Suporte à Decisão Clínica, cada metodologia tem características e aspectos peculiares, e a seleção de uma metodologia específica vai depender de vários parâmetros do domínio do problema.

Dentre os trabalhos que foram analisados, foi definido que a metodologia proposta para esse trabalho foi formada por técnicas e estratégias também encontradas nos trabalhos de Iannaccone e Esposito (2014), Zheng et al. (2010), Berner (2009), Greenes (2007) e Musen, Shahar e Shortliffe (2006), bem como nas recomendações para a construção de abordagens de Apoio à Decisão Clínica para o tratamento de indivíduos com Doença Renal Crônica, descritas por Patwardhan et al. (2009). A escolha desses trabalhos foi devido ao fato de serem trabalhos bem sucedidos na área, sendo suas técnicas utilizadas e validadas em muitos trabalhos já desenvolvidos ou em desenvolvimento, como visto no Capítulo 4 de Trabalhos Relacionados. Acredita-se na hipótese de que a composição das técnicas desses trabalhos foi importante para que essa abordagem fosse capaz de alcançar um amplo impacto no apoio à decisão clínica sobre a perspectiva de segurança e qualidade dos cuidados de saúde relacionados ao paciente.

O motivo para a seleção e união das técnicas e estratégias descritas nesses trabalhos foi devido a característica de que ou suas abordagens possuíam foco maior na geração e representação do conhecimento ou estavam mais direcionadas para a forma de como compartilhar e utilizar esse conhecimento. Por isso, buscando

algo mais completo, algumas atividades dessas metodologias foram utilizadas e mescladas.

5.2 Especificação do Domínio da Abordagem

Comum em todos os trabalhos pesquisados, a primeira definição que deve ser realizada em uma abordagem de CDS é a escolha do domínio em que ela irá atuar, ou seja, a escolha do seu ambiente de aplicação. Foi então definido para essa abordagem o domínio da Nefrologia, mais especificamente a Doença Renal Crônica. Dentro desse domínio, o escopo de atuação dessa abordagem será o diagnóstico, estadiamento da doença, encaminhamento adequado. O próximo componente especificado foi a tarefa ou processo de atendimento clínico para o qual essa abordagem de CDS se destinará, ou seja, o seu objetivo geral. Neste caso, independentemente do ambiente de aplicação, o objetivo geral dessa abordagem, de acordo com os trabalhos de Berner (2009) e Greenes (2007), foi o de organizar e tornar os dados sobre os pacientes mais fáceis de serem avaliados, auxiliando na resolução de problemas, tomada de decisões e ações por um médico, através do raciocínio sobre uma abordagem semântica de Suporte à Decisão Clínica no domínio especificado.

5.3 Especificação do Tipo de Usuário e do Tipo de Apoio à Decisão

Um apoio à decisão clínica é fornecida a um usuário, que normalmente no domínio da saúde pode ser um médico, um enfermeiro, um técnico de laboratório, um farmacêutico, um paciente, ou outro indivíduo que possua uma necessidade para ela. De acordo com o ambiente de aplicação, foi definido que os usuários para os quais a abordagem de CDS proposta irá se destinar serão os médicos que trabalham na atenção primária na saúde. De acordo com a natureza e os tipos de problemas e desafios identificados no domínio de aplicação, entre eles a importância da identificação precoce da DRC e o manejo nefrológico básico, com foco no estadiamento e o encaminhamento correto para o especialista, foi definido então que

essa abordagem de apoio à decisão clínica, de acordo com o que foi observado nos trabalhos de Greenes (2007), Musen, Shahar e Shortliffe (2006), Klebe et al. (2006, 2007), Chertow et. al., (2001), Patwardhan et al. (2009) e RNAO (2009), foi classificada como sendo do tipo “**Recomendações**”, ou seja, essa abordagem fornecer avaliações ou conselhos de ações que o usuário deve realizar, com base em conjuntos de dados específicos do paciente.

Por fim, o raciocínio para obter as “recomendações” para o suporte à decisão clínica foi realizado através de inferências em uma base de conhecimento composta por uma ontologia, contendo regras semânticas descrevendo por completo as relações lógicas existentes no domínio proposto.

5.4 Especificação da Engenharia do Conhecimento

Uma das principais tarefas do computador no suporte à decisão clínica é selecionar uma base de conhecimento, que seja pertinente e que possua ações e recomendações clínicas validadas, para poder realizar o raciocínio correto e processamento dos dados necessários. À medida em que o computador possa fazer essa tarefa com base em dados específicos para cada paciente, a relevância da abordagem de CDS é reforçada. Portanto, nesta etapa foi definido como será formada a base de conhecimento, ou seja, o conteúdo de conhecimento que foi utilizado pela abordagem de CDS, bem como o modelo de informação, que representou e nomeou os parâmetros de suporte à decisão clínica utilizados pelo método de inferência para chegar a uma recomendação.

Para essa abordagem, foi escolhido que a representação de conhecimento contido no domínio da Nefrologia será realizada através do uso de ontologias, uma vez que, como visto no Capítulo de trabalhos relacionados (Capítulo 4), principalmente no trabalho de Mota et al., (2014), a maioria das pesquisas desenvolvidas nessa área utilizam ontologias para esta função, e que o seu uso auxilia ou tornam mais eficientes o desenvolvimento de abordagens de CDS, como também observou-se que o uso de ontologias auxiliam na construção de sistemas que visam a representação de protocolos clínicos, a classificação e a especificação de doenças, através da extração de informações de banco de dados clínicos,

diretrizes, livros didáticos e de páginas da web, bem como o compartilhamento dessas informações.

Então, para compor a base de conhecimento dessa abordagem, foi proposta a construção de uma ontologia de domínio que representou os conhecimentos relacionados ao *Diagnóstico, Estadiamento e Encaminhamento* da Doença Renal Crônica. Essa ontologia, chamada de OntoDecideDRC, buscou representar os conceitos clínicos subjacentes e os relacionamentos inerentes dentro das diretrizes de práticas clínica, de modo a satisfazer o objetivo geral aqui proposto. Todo o processo de construção dessa ontologia e a lista das diretrizes serão apresentados nos Capítulos seguintes.

Quanto à escolha de qual será a melhor metodologia para a construção da ontologia proposta, a solução foi a composição de passos descritos em metodologias utilizadas com sucesso em uma grande quantidade de trabalhos observados durante a fase de análise qualitativa no Mapeamento Sistemático sobre o uso de ontologias na Informática em Saúde (MOTA et al., 2013a, 2013b, 2013c, 2014). Esse Mapeamento foi desenvolvido com a participação do autor desse trabalho de dissertação e pertence a uma pesquisa preliminar que forneceu subsídios teóricos para ter a maturidade necessária para realizar o trabalho aqui proposto.

Soluções baseadas em composições de duas ou mais metodologias para resolver problemas relacionados a representação de conhecimento, buscando o máximo de eficácia, são reforçadas no trabalho de Breitman (2005). Deste modo, foram selecionados passos que auxiliaram no desenvolvimento de uma base de conhecimento capaz de capturar os vários aspectos relacionados ao diagnóstico, estadiamento, encaminhamento da Doença Renal Crônica. Os passos e os motivos pelos quais foram escolhidos, bem como as respectivas metodologias as quais pertencem, serão apresentados durante os Capítulos seguintes.

Antes de descrever os passos realizados para construção da base de conhecimento, deve-se lembrar e ressaltar que não existe uma maneira correta ou única de se modelar um domínio, sempre existirá várias alternativas. A melhor solução dependerá da aplicação e das possíveis extensões. O desenvolvimento de ontologias não é um processo linear. Muitas iterações e refinamentos são

necessários para chegar a um modelo adequado. Como recomendado, ao final de cada etapa foi realizado um processo de validação com a ajuda de uma especialista do domínio. Durante o processo de desenvolvimento, ocorreram modificações decorrentes de *feedbacks* da especialista colaboradora do projeto, que tiveram que ser incorporadas à ontologia, fazendo com que as fases iniciais tivessem que ser revisitadas.

Como será descrito no próximo Capítulo, o primeiro passo foi investigar o processo de gestão da Doença Renal Crônica e, em seguida, desenvolver um modelo de informação capaz de capturar informações suficientes para que o objetivo da ontologia fosse atingido. Porém, antes de dar início a essa fase, foram especificadas algumas questões de pesquisa baseadas nos desafios e problemas encontrados no domínio da Nefrologia que essa abordagem busca dar suporte, com o intuito de motivar e orientar o estudo. Essa estratégia é reforçada pelo trabalho de Kitchenham (2007) e aplicada com sucesso no trabalho de Zaidi (2012). As questões de pesquisa estão listadas no Quadro 3.

Quadro 2 - Lista de Questões de Pesquisa

Questões de Pesquisa	
-	Como os médicos realizam o diagnóstico e estadiamento da DRC em pacientes ?
-	Como é realizado o estadiamento da DRC ?
-	Quando um médico da atenção primária deve realizar o encaminhamento do paciente ao médico Nefrologista ?
-	Quais são os passos que devem ser seguidos para chegar a decisão do encaminhamento ?
-	Quais os exames essenciais que devem ser solicitados para um paciente com suspeita de DRC ?
-	Quais são os dados essenciais do paciente para poder realizar um diagnóstico preciso ou confiável ?

Questões de Pesquisa

- As técnicas para realizar o diagnóstico e estadiamento são aplicáveis indiscriminadamente para toda a população ou há limitações?
- O que define um quadro de Doença Renal Crônica ?

Fonte: Elaborado pelo autor..

A fim de responder às questões de pesquisa mencionadas e aumentar a qualidade do conteúdo adquirido na etapa de aquisição do conhecimento, a solução científica proposta foi baseada na abordagem de engenharia do conhecimento descrita por Karl Wiig et al. (1997), mais especificamente no quadro de gestão do conhecimento composto por quatro atividades sequenciais, onde cada atividade lida com um aspecto particular:

- **Revisão (*Review*):** Nesta atividade é realizada uma investigação do que tem sido feito e alcançado até o atual momento;
- **Conceitualização (*Conceptualize*):** Nesta atividade o conhecimento observado na etapa de revisão é analisado a fim de investigar e descobrir quais os pontos são considerados fortes ou fracos. O aspecto mais importante desta atividade é encontrar as respostas para as seguintes perguntas: “Qual o conhecimento que será utilizado?”, “Como será utilizado esse conhecimento?” e “Onde e quando esse conhecimento será utilizado?”;
- **Reflexão (*Reflect*):** Esta atividade lida com a seleção de um plano ideal para superar as dificuldades que acompanha a implementação, bem como fornece uma análise de risco relacionada.
- **Ação (*Act*):** Esta atividade trata da efetivação real do plano, onde na maior parte envolve uma combinação de ações como evolução, avaliação, distribuição e consolidação.

A metodologia de pesquisa aqui proposta foi desenvolvida com base nessas atividades de gestão de conhecimento e será composta por 6 fases. As duas primeiras fases são análogas à primeira atividade do ciclo de gestão do conhecimento chamada “*Revisão*”. Nas duas primeiras fases, foram especificadas as fontes de conhecimento e realizada uma revisão literária para avaliar o estado atual do domínio e abstrair o conhecimento conceitual (conceitos relevantes, suas propriedades e a relação existente). A terceira fase captou a segunda atividade do ciclo de gestão do conhecimento, chamada “*Conceitualização*”. Nesta fase, o conhecimento conceitual capturado foi utilizado para desenvolver o modelo conceitual que reúne as questões incluindo o que, onde e como o conhecimento tem que ser usado. As demais fases capturaram as ideias apresentadas pelas atividades “*Reflexão*” e “*Ação*” do ciclo de gestão do conhecimento. Nestas fases foi selecionado o padrão mais adequado para desenvolver o modelo de conhecimento. A formalização do modelo é um dos processos de engenharia ontológica que se conclui ao ser realizada a avaliação da ontologia. Cada fase consiste em várias etapas de atividades de pesquisa que não só a orientaram a permanecer no caminho certo, como também forneceram soluções de alta qualidade para que os problemas de pesquisa fossem resolvidos. As seis fases da metodologia de pesquisa proposta para a definição dessa abordagem são:

- **Fase 1: Especificação do Conhecimento:** Descrita no Capítulo 6, nesta fase foi realizada a especificação do escopo e domínio, englobando o propósito e o alcance do trabalho proposto.
- **Fase 2: Aquisição de Conhecimento:** Também descrita no Capítulo 6, nesta fase foi realizada uma análise da literatura pré-existente, mais especificamente as diretrizes para práticas clínicas na área da Nefrologia, para avaliar quais as melhores técnicas clínicas relacionadas ao objetivo do CDS. Esta análise auxiliou na abstração de conceitos relevantes, suas propriedades e relações existentes.
- **Fase 3: Conceitualização e Formalização:** Descrita no Capítulo 7, nesta fase o conhecimento captado foi utilizado para desenvolver um modelo conceitual da ontologia, onde as principais informações do domínio foram

formalizados em conceitos de ontologia. A validação desse modelo conceitual foi realizado através do auxílio de uma médica Nefrologista.

- **Fase 4: Implementação:** Também descrita no Capítulo 7, nesta fase foi desenvolvida e implementada a ontologia OntoDecideDRC na linguagem *OWL*, utilizando a ferramenta *Protégé*, a fim de transformar o modelo conceitual em um modelo formalizado.
- **Fase 5: Modelo de Avaliação:** Descrito no Capítulo 9, nessa fase foi realizada a verificação e validação da abordagem. Por essa abordagem ser completamente baseada em inferências na base de conhecimento, foram definidos mecanismos para avaliar o nível de confiabilidade do conhecimento representado pela OntoDecideDRC. A avaliação foi realizada através de consultas e verificação da ontologia através do mecanismo de inferência *HermiT*, a fim de checar a sua consistência, verificando se a mesma respondia às questões de competência relacionadas.
- **Fase 6: Especificação do Método de Raciocínio Semântico:** Também descrito no Capítulo 8, nessa fase é descrito como a abordagem deverá realizar as consultas na OntoDecideDRC, a fim de fornecer o suporte à decisão.

Para garantir resultados de qualidade, cada fase da metodologia foi composta por uma série de atividades de investigação. As seis fases acima descritas, foram realizadas de forma interdependentes, isto significa que algumas delas ocorreram em paralelo e alguns passos seguiram um padrão sequencial, onde os seus resultados finais foram o ponto de partida para outras fases. Por estas razões, dentro de cada fase foram definidos critérios essenciais para que cada etapa fosse realizada de uma maneira precisa, ou seja, de uma forma organizada. Dessa forma, cada fase não afetou a integridade das outras etapas e preservou a qualidade do resultado da pesquisa. Nos Capítulos a seguir, serão descritas cada uma das fases dessa metodologia de pesquisa.

Capítulo

6

Especificação e Aquisição de Conhecimento

“Todo o conhecimento humano começou com intuições, passou daí aos conceitos e terminou com ideias”

Immanuel Kant

O estágio inicial da Representação do Conhecimento implica em encontrar estruturas adequadas para expressar o conhecimento do domínio da aplicação, de modo a facilitar a resolução de problemas em questão. Nesse estágio, é realizada uma atividade, que está presente em todos os outros estágios, a Aquisição do Conhecimento. Essa atividade consiste na obtenção de conhecimento a partir de fontes tais como especialistas humanos até documentação tradicional como livros, artigos, etc. Porém, antes é necessário realizar uma especificação em que, utilizando-se da linguagem natural, devem ser definidas informações como o principal objetivo da representação do conhecimento, o seu escopo e seus propósitos. Essa especificação é necessária para que aquisição do conhecimento realize uma busca direcionada nas possíveis fontes de conhecimentos.

Nesse Capítulo será apresentado como foram realizadas as atividades de especificação e aquisição do conhecimento, descrevendo desde a definição de domínio, propósito e escopo, até como foram realizadas as consultas de diretrizes, entrevistas com especialistas do domínio, entre outras atividades. Antes é muito importante lembrar que qualquer referência a “Manejo Clínico Básico” ou “Gestão da DRC” durante esse Capítulo está completamente relacionada apenas às questões sobre encaminhamento, estadiamento e técnicas básicas para cuidar de um paciente com a DRC. Esse trabalho não teve como escopo abranger todas as

técnicas relacionadas ao tratamento e gestão de um paciente com DRC. Então, as técnicas de manejo clínico aqui selecionadas e representadas têm o escopo bem resumido e bastante básico, englobando apenas informações relacionadas ao domínio e propósito desse trabalho, descrito a seguir.

6.1 Especificação do Conhecimento

A primeira atividade realizada foi a especificação do domínio, propósito e escopo do conhecimento que deverá ser representado. De acordo com o objetivo do CDS, o **domínio** dessa representação do conhecimento foi as diretrizes de prática clínica para diagnóstico, estadiamento, encaminhamento da Doença Renal Crônica. Após a especificação do domínio, o próximo passo foi determinar o que esse trabalho busca investigar, ou seja, seu propósito de investigação. Esse passo é importante, pois ajudou a manter a integridade dos resultados da pesquisa. Então, foi definido como **propósito** da especificação do conhecimento desse trabalho o de investigar os componentes essenciais envolvidos na gestão da Doença Renal Crônica. Durante a especificação desse propósito, observou-se que a gestão da DRC engloba um domínio muito amplo de técnicas e estratégias, o que levaria a uma perda de foco e representação de informações desnecessárias para o objetivo dessa abordagem, além da necessidade de um tempo indisponível para toda essa representação. Então, tornou-se necessário definir um **escopo**, limitado e realizável, para a representação do conhecimento ser capaz de satisfazer o que foi proposto. O escopo principal dessa Representação de Conhecimento foi estipulado nas técnicas de diagnóstico, estadiamento e encaminhamento da Doença Renal Crônica, representando também as informações sobre manejo clínico básico apenas relacionadas a essas técnicas. Por fim, o grau de formalidade da ontologia foi definido como semi-formal.

Buscando maior formalismo, foram respondidos alguns questionamentos relacionados à especificação do conhecimento, presentes no Método 101 proposto por Natalya Noy e McGuiness (2001). Tanto essas questões quanto suas respectivas respostas podem ser vistas no Quadro 3. Esta etapa também está presente na Methontology, proposta por Fernandez, Gómez-Pérez e Juristo (1997),

que segundo Mota et al. (2014) é uma das metodologias de construção de ontologias mais utilizada atualmente.

Quadro 3 - Especificação do Domínio, Propósito e Escopo do Conhecimento

	Representação do Conhecimento
- Que domínio se deseja representar ?	- Diretrizes de Prática Clínica para diagnóstico, estadiamento, encaminhamento da Doença Renal Crônica.
- Com que propósito(s) será utilizada essa representação ?	- Para identificar condições necessárias para realizar o diagnóstico de DRC; - Para identificar como deve ser realizado o estadiamento da DRC; - Para identificar quando um paciente deve ser encaminhado para os especialistas em Nefrologia; - Para realizar o levantamento de quais as informações do paciente são realmente necessárias para realizar o diagnóstico, estadiamento e encaminhamento da DRC; - Identificar quais as principais técnicas para manejo clínico básica relacionadas ao diagnóstico da DRC.
- Para que informações a representação deve fornecer respostas ?	- Informações sobre as condições necessárias para realizar o diagnóstico da DRC e como é feito o seu estadiamento. - Informações sobre quando deve-se encaminhar o paciente para os especialistas em Nefrologia. - Informações sobre paciente, necessárias para a realização do diagnóstico, estadiamento e encaminhamento da DRC.
- Quem vai utilizar e manter essa Representação do Conhecimento?	- A ontologia deverá ser utilizada por Abordagens ou Sistemas de Apoio à Decisão Clínicas para auxiliar Médicos da Atenção Básica à Saúde. - A ontologia deverá ser mantida por pessoas com conhecimento em metodologias, métodos e técnicas da Engenharia do Conhecimento.

Fonte: Elaborado pelo autor..

Essa especificação de um domínio de investigação auxiliou o trabalho a permanecer focado e alcançar o seu objetivo proposto. Concluiu-se que essa fase deve ser parte integrante de toda pesquisa científica, que visa desenvolver um conhecimento necessário para o suporte à decisão, uma vez que, definir sobre qual domínio, escopo e propósito o trabalho irá atuar, auxilia e orienta a fase de Aquisição de Conhecimento a selecionar fontes de conhecimento, desenvolver seus critérios e artefatos de forma mais focada e efetiva.

6.2 Aquisição de Conhecimento

Após a especificação do domínio, deu-se início a próxima fase, chamada de Aquisição do conhecimento, onde foi feito um estudo detalhado dos aspectos relacionados ao gerenciamento da DRC, realizando a investigação e identificação dos vários conceitos e propriedades essenciais dos cuidados nefrológicos, bem como as principais medidas nefrológicas envolvidas nesse processo de diagnóstico, estadiamento, encaminhamento de pacientes com DRC. Nessa fase, foram realizados o desenvolvimento de critérios para seleção de fontes de conhecimento e a abstração do conhecimento a partir das fontes selecionadas. Por mais que a fase de aquisição do conhecimento seja um processo independente, ela coincidiu com outras atividades e continuou durante todo o ciclo de desenvolvimento da abordagem de CDS, sendo revisitadas algumas vezes para ajustes e correções.

A primeira atividade realizada nessa fase foi a seleção de técnicas tradicionalmente aplicadas por engenheiros de requisitos no processo de elicitação de informações. Diante das técnicas de elicitação listadas no estudo de Leite e Franco (1993) e citadas por Breitman (2005), foram escolhidas para serem realizadas nesse trabalho as técnicas de análise de documentos, entrevistas e questionários, representadas no Quadro 4. Tais técnicas de elicitação também foram utilizadas com sucesso nos trabalhos dos autores Trivedi et al. (2007), Chen e Bau (2013) e Abidi et al (2007).

Quadro 4 - Técnicas Selecionadas para Elicitação de Requisitos

	Vantagens	Desvantagens
Análise de Documentos	- Facilidade de acesso às fontes de informações; - Volume maior de informações.	- Dispersão das informações; - Volume grande de trabalho requerido para identificação dos fatos.
Entrevistas	- Contato direto com atores, possibilidade de validação imediata.	- Conhecimento tático e diferenças culturais.

	Vantagens	Desvantagens
Questionários	- Padronização de perguntas; - Pode ser aplicada a muitos profissionais ao mesmo tempo.	- Limitação das respostas; - Pouca interação ou participação; - Pode haver manipulação de respostas; - Pode haver repetição de respostas; - Pode haver respostas sem compromisso; - Pode haver respostas falsas; - Detalhes importantes podem não ser explorados adequadamente.

Fonte: Breitman (2005).

6.2.1 Parte 1: Análise de Documentos

Uma das técnicas de elicitação escolhidas na aquisição de conhecimento foi a análise de documentos. Nessa primeira técnica, foram realizadas pesquisas por livros e diretrizes de práticas clínicas no domínio da Nefrologia com foco na Doença Renal Crônica, a fim de identificar e acessar fontes confiáveis e atualizadas de conhecimentos que refletissem de forma abrangente o conhecimento teórico e prático desenvolvido na área. Esses artefatos foram necessários para extração, estruturação, sintetização, reutilização e codificação das informações importantes para os demais passos da metodologia.

Como visto em Trabalhos Relacionados (Capítulo 4), na seção sobre Sistemas de Apoio à Decisão Clínica baseados em Conhecimento Presente nas Diretrizes Clínicas (Seção 4.2), a escolha de serem utilizadas as diretrizes para práticas clínicas foi com o intuito de proporcionar a formação de uma base de conhecimento com informações coerentes e confiáveis, uma vez que tratam-se de trabalhos avaliados e validados por organizações nacionais e internacionais na saúde. Para realizar a busca e análise desses textos foram utilizados os seguintes critérios:

- **Detalhamento do texto:** Foi definido que os documentos deveriam ser coletados e estudados, de modo a resolver as ambiguidades e clarificar os conceitos do domínio;
- **A autenticidade do texto na comunidade médica:** Foi definido que os documentos deveriam ser coletados a partir de sites conceituados e com boas evidências, para garantir a validade e confiabilidade do conhecimento. Diante do domínio definido, foram investigadas as organizações: “*Sociedade Brasileira de Nefrologia*”, “*Sociedade Brasileira de Medicina de Família e Comunidade*”, “*Ministério da Saúde - Brasil*”, “*World Health Organization*”, “*National Kidney Foundation - USA*”, “*Department of Renal Medicine - USA*” e “*Department of Renal Medicine (Kent and Canterbury Hospital)- UK*”;
- **Alinhamentos com as tendências inovadoras e atuais:** Foi definido que deveriam ser realizadas buscas por trabalhos recentes com temas presentes na Ciência da Computação e Medicina, no domínio da Nefrologia, a fim de identificar tendências e inovações. Foram investigados os engenhos de buscas: “*ACM*”, “*Google Scholar*”, “*IEEE Xplorer*”, “*PMC*”, “*PubMed*” e “*Science Direct*”, por possuírem pesquisas desenvolvidas em ambas as áreas.

Os critérios de seleção auxiliaram a selecionar as fontes de conhecimento relevantes e autênticas, permitindo serem analisadas as mais recentes tendências na gestão da Doença Renal Crônica. Os documentos selecionados estão listados no Quadro 5. Outros documentos, por possuírem informações redundantes ou serem apenas adaptações das diretrizes aqui citadas, foram desconsiderados. É importante também ressaltar que durante o critério “*Alinhamentos com as tendências inovadoras e atuais*” foi identificado que existe uma relação entre algumas técnicas para gestão da Doença Renal Crônica e a região em que são aplicadas. Por exemplo, dependendo do país ou continente, diferentes fórmulas ou atributos para o cálculo e estadiamento da DRC são utilizadas, como visto no trabalho de Ma et al. (2006) sobre a adaptação da fórmula de MDRD para pacientes Chineses com DRC.

O fato é que por mais que certas técnicas ou fórmulas, relacionadas ao tratamento ou gestão da DRC, sejam indicadas e validadas em uma região ou país específico, isso não significa que tais técnicas estão aptas a serem aplicadas em

outro país sem antes serem cientificamente testadas pela comunidade médica. Esse trabalho propôs como solução para esse problema:

- Utilizar informações sobre técnicas validadas e indicadas para a aplicação no ambiente mundial;
- Quando específicas por país ou região, utilizar as informações validadas e indicadas para uso no ambiente nacional em que esse trabalho de dissertação foi desenvolvido, no caso, o Brasil.

Quadro 5 - Lista das Diretrizes para Práticas Clínicas que foram Selecionadas

Nacionalidade	Título da Diretriz	Autores	Ano	Organizações responsáveis
Brasil	Diagnóstico de Doença Renal Crônica: Avaliação da Função Renal	- Roberto Pecoits-Filho	2004	<i>Sociedade Brasileira de Nefrologia</i>
	Estimativa da Função Renal pela Fórmula de Cockcroft e Gault em Pacientes com Sobrepeso ou com Obesidade	- Marco Di Napoli Filho - Jayme Eduardo Burmeister - Diego da Rosa Miltersteiner - Bruno Machado Campos - Marcelo Generali da Costa	2008	<i>Sociedade Brasileira de Nefrologia</i>
	Doença Renal Crônica: Definição, Epidemiologia e Classificação	- João Egidio Romão Junior	2004	<i>Sociedade Brasileira de Nefrologia</i>
	A Doença Renal Crônica E Os Desafios Da Atenção Primária À Saúde Na Sua Detecção Precoce.	- Rita Maria Rodrigues Bastos - Marcus Gomes Bastos - Maria Teresa Bustamante Teixeira	2007	<i>Sociedade Brasileira de Medicina de Família e Comunidade</i>

Nacionalidade	Título da Diretriz	Autores	Ano	Organizações responsáveis
	Diretrizes Clínicas Para o Cuidado ao Paciente com Doença Renal Crônica – DRC No Sistema Único de Saúde	- 15 autores identificados no documento	2014	<i>Ministério Da Saúde</i>
USA	K/DOQI: Clinical Practice Guidelines For Chronic Kidney Disease: Evaluation, Classification and Stratification	- 73 autores identificados no documento	2002	<i>National Kidney Foundation, Inc.</i>
	K/DOQI US Commentary on the 2012 KDIGO Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of CKD	- Lesley A. Inker, - Brad C. Astor, - Chester H. Fox, - Tamara Isakova, - James P. Lash, - Carmen A. Peralta, - Manjula Kurella Tamura, - Harold I. Feldman	2012	<i>National Kidney Foundation, Inc.</i>
	Decision Support for Adults Living with Chronic Kidney Disease	- 66 autores identificados no documento.	2009	<i>Registered Nurses' Association of Ontario</i>
	ICD-10-CM Official Guidelines for Coding and Reporting FY 2015	- Não identificado o número de autores participantes.	2015	<i>World Health Organization</i>

Nacionalidade	Título da Diretriz	Autores	Ano	Organizações responsáveis
UK	Kidney disease management in UK primary care: guidelines, incentives and Information Technology	- Bernhard Klebea, - Chris Farmer, - Roger Cooleyb, - Simon de Lusignanc - Rachel Middletond - Donal O'Donoghued - John Newe - Paul Stevensa	2007	<i>Department of Renal Medicine (Kent and Canterbury Hospital)</i>

Fonte: Elaborado pelo autor.

O trabalho de Oyola (2010), citando o estudo sobre garantia literária de Barité (2007), realça a importância de refletir sobre quais os critérios que serão aplicados na análise de documentos e que vão permitir uma correta utilização de informações com garantia literária. A este respeito, o primeiro critério foi investigar e definir em quais conceitos o conhecimento presente nas diretrizes clínicas seria decomposto e classificado. Esse critério auxiliou na seleção de informações relevantes, pois tornou a análise dos documentos mais fácil e focada, uma vez que essa seleção foi realizada com base nas informações das diretrizes classificadas dentro de cada um desses conceitos. De acordo com o trabalho de Zheng et al. (2010), foi definido que as diretrizes clínicas seriam decompostas nos seis principais conceitos:

1. **Critérios de partida:** Os fatores que determinam se os cuidados descritos nas diretrizes devem ser aplicados a um paciente;
2. **Fluxo de Informação:** A estrutura geral de uma orientação clínica, geralmente são sequências temporais que conectam vários elementos nas diretrizes;
3. **Decisões:** A lógica relacionada a avaliação de critérios para a tomada de uma decisão médica;

4. **Ações:** As ações a serem tomadas com base nas decisões escolhidas, normalmente são planos de tratamento a serem recomendados;
5. **Exceções:** Fatos que, em determinadas circunstâncias, interferem diretamente ou indiretamente nas decisões, muitas vezes indicando quando certas ações são válidas ou se elas podem ser realizadas;
6. **Relações entre os componentes da diretriz:** Está relacionada ao fato que uma diretriz pode conter outras orientações ou um subconjunto de outra diretriz. Por exemplo, informações sobre a doença cardiovascular estão incluídas nas orientações para gestão da Doença Renal Crônica.

Diante desses conceitos, o próximo passo foi definir qual seria o critério de confiabilidade para selecionar as informações relevantes ao estudo. Foi então considerado nessa etapa da aquisição, que para selecionar essas informações deveria ser utilizada a medida de grau de recomendação, que corresponde à força de evidência científica dos fatos apresentados. Como visto em Camargos (2010), essa medida é utilizada para classificar as referências bibliográficas contidas no texto das diretrizes com o objetivo de dar ao leitor o verdadeiro valor atribuído a cada intervenção utilizada nas investigações. O grau de recomendação é classificado em “A”, “B”, “C” e “D”, onde todos esses graus são baseados em evidências científicas. As diferenças entre o “A”, “B”, “C” e “D” devem-se exclusivamente a correspondência entre o grau de recomendação e a força de evidência científica. Baracat et al. (2012) no Projeto Diretrizes da Associação Médica Brasileira e Conselho Federal de Medicina resume cada grau e seu nível de evidência da seguinte forma:

- **A:** Estudos experimentais ou observacionais de melhor consistência;
- **B:** Estudos experimentais ou observacionais de menor consistência;
- **C:** Relatos de casos e estudos não controlados;
- **D:** Opinião desprovida de avaliação crítica, baseada em consensos, estudos fisiológicos ou modelos animais.

É importante ressaltar que as informações que possuíam grau de recomendação de classificação “C” e “D” foram consideradas apenas para serem

oferecidas como informações extras aos médicos para quais esse estudo se destina. Esse fato será melhor compreendido pelo leitor quando for apresentada a produção da ontologia no Capítulo 7.

Após definido como o conhecimento presente nas diretrizes seria decomposto em conceitos e o critério de confiabilidade para a seleção das informações relevantes, foi então definido um modelo com o intuito de estruturar e organizar a informação, no objetivo de guiar e otimizar a extração de informações sintetizadas sobre o fluxo de controle e execução das práticas clínicas relacionadas ao diagnóstico, estadiamento, encaminhamento dos pacientes com DRC. Esse trabalho propõe um modelo formal definido em uma *8-tupla*, baseada nas tuplas definidas no trabalho de Iannaccone e Esposito (2014), que propõe a formalização do conhecimento relacionado ao fluxo de controle dos procedimentos médicos em um modelo de informação, e no *Guideline Elements Model* (GEM) desenvolvido por Shiffman et al. (2015), um modelo de orientação para o armazenamento e organização das informações contidas nas diretrizes de prática clínica. O modelo definido *8-tupla* é apresentado no Quadro 6, onde também foram colocados alguns exemplos para auxiliar na compreensão do leitor.

Como ponto de partida para mapear o conhecimento do domínio, através da leitura na íntegra de cada uma das diretrizes selecionadas foram realizadas extrações de informações que faziam referências aos procedimentos, atividades, processos e índices que forneciam parâmetros numéricos, sendo todas essas informações relacionadas ao diagnóstico, estadiamento, encaminhamento dos pacientes com DRC. Essa extração foi realizada utilizando o modelo *8-tupla* definido.

Quadro 6 - Modelo Definido em um 8-Tupla para Captura e Estruturação do Conhecimento

<i>Modelo = { A, Cd, EE, O, P, R, Sub, T }</i>		
ID	Definição	Exemplos
A	Conjunto de ações que devem ser tomadas, de acordo com alguns fatores como, por exemplo, um conjunto de condições (Cd) ou observação (O).	<i>“Encaminhar o paciente para o Nefrologista”, “Calcular a TFG do Paciente”, “Diagnosticar a DRC”, etc.</i>

<i>Modelo = { A, Cd, EE, O, P, R, Sub, T }</i>		
Cd	Conjunto de condições ou estados observáveis do paciente, que podem persistir ao longo do tempo e tendem a necessitar de intervenção ou de gestão clínica.	<i>"Hipertensão", "Diabetes", "Tabagismo", etc.</i>
EE	Conjunto de elementos específicos do domínio, tais como substâncias administráveis, que tem como objetivo realizar algum efeito clínico em um paciente.	<i>"Proteína", "Albumina", "Insulina", "IECA", "BRA", "Antagonista da aldosterona", "Inibidores diretos da renina", "Anti-inflamatórios não hormonais", etc.</i>
O	Conjunto de observações que são utilizadas para determinar uma medida, por exemplo, um exame laboratorial.	<i>"Taxa de filtração glomerular (TFG) maior que 60 mL/min/ 1,73m² por um período igual ou superior a 3 meses", "Se o paciente possui Hipertensão Arterial e é fumante, então ele faz parte do Grupo de Risco para DRC", etc.</i>
P	Conjunto de procedimentos cujo objetivo é a alteração do estado físico do paciente.	<i>"Manejo Glicêmico", "Controle de Pressão", etc.</i>
R	Conjunto de restrições, que têm de ser verificadas de forma a preservar a exatidão, a coerência e a consistência do conhecimento capturado. Este conjunto pode conter restrições de integridade que visam detectar violações, erros e/ou informações em falta, e restrições temporais formuladas de acordo com alguns padrões de tempo, ou seja, a duração da tarefa, periodicidade, etc.	<i>"Pacientes no Estágio 4 da DRC são tratados por Nefrologistas", "Pacientes no Estágio 1 da DRC é tratado pelo Médico da Atenção Primária", etc.</i>
Sub	Conjunto de sub-diretrizes incluídas dentro de uma diretriz.	<i>"Pacientes diabéticos devem utilizar insulina".</i>
T	Conjunto de tarefas que podem ser executadas em paralelo.	<i>"Exercícios físicos", "Controle da dieta", etc.</i>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com base no modelo, o próximo passo foi realizar a formalização do conhecimento elicitado em regras de produção, buscando identificar e gerenciar os aspectos declarativos e procedurais, relacionados ao conhecimento presente nas diretrizes clínicas do domínio definido. Entre as vantagens vistas no trabalho de Greenes (2007), a formalização do conhecimento em regras de produção é interessante, pois auxilia a modelagem e implementação desse conhecimento em qualquer tipo de linguagem de programação ou estratégia que codifique o conhecimento clínico em um formato executável, como as ontologias. No caso desse

trabalho, como será visto no próximo Capítulo, a utilização do modelo e o conjunto de regras facilitaram tanto a identificação dos termos candidatos a serem representados como classes, como também as suas propriedades e restrições.

Para a definição e formalização das informações extraídas nas técnicas de elicitação, foi realizada a estratégia de definir as regras baseadas em variáveis de condição e variáveis de ação. As regras foram então criadas seguindo o estilo:

$IF [(Condição)] \Rightarrow (Implica) \textbf{\textit{THEM}} [(Ação)]$

As expressões referentes à parte de “condição” foram formadas por expressões de lógica booleana, onde as variáveis utilizadas foram compostas por componentes classificados nos seguintes nós da *8-tupla* : “Cd”, “O” e “R”. Esses termos foram então combinados em expressões de complexidade arbitrária por operadores lógicos como: *Operador E (AND)* , *Operador OU (OR)*, *Operador NÃO (NOT)*. Espera-se que essas expressões formadas sejam processadas por um método de inferência para se chegar a uma conclusão, que no caso dessa abordagem, foram as recomendações das ações a serem tomadas pelos médicos. Essas “Ações” foram compostas por componentes classificados nos seguintes nós da *8-tupla* : “A”, “P”, “Sub” e “T”. Resumidamente, para cada regra de produção, se a expressão lógica for avaliada como verdadeira, então uma dada ação é recomendada. Por exemplo, dada a diretriz clínica: “Quando um paciente apresenta taxa de filtração glomerular maior que 60 e já foi avaliado há um tempo maior que 3 meses, então deve ser diagnosticada a DRC”. O processo para que as informações fossem definidas em termos de regra de produção tiveram as seguintes etapas:

Etapa 1 - Identificar as premissas essenciais para a tomada de decisão.

Utilizando o exemplo anterior, as premissas seriam: “*paciente apresentar taxa de filtração glomerular < 60*” e “*paciente ter sido avaliado há um tempo maior que 3 meses*”.

Etapa 2 - Selecionar as variáveis de condição, suas propriedades e relacionamentos. Utilizando o exemplo anterior, as variáveis de condição seriam: “*paciente*”, “*taxa de filtração glomerular*” e “*tempo*”. Com relação à variável “*taxa de filtração glomerular*”, seria selecionado como propriedade

“*maior que 60* ”, com relação a tempo, seria selecionado como propriedade “*maior que 3 meses*”. Nesse caso, os relacionamentos seriam então: “*apresentar*” e “*avaliado há*”.

Etapa 3 - Selecionar conclusão da regra. No caso do exemplo, a recomendação de ação seria: “*Diagnosticar a DRC*”.

Etapa 4 – Formalizar a regra. Baseado no que foi definido na Etapa 2 e 3, a regra geral seria:

<i>IF</i> [Paciente] AND [Apresenta TFG <60] AND [Avaliado Há 3 meses] ➡ <i>THEM</i> [Diagnosticar a DRC]

A fim de descrever bem os principais elementos e capturar o fluxo correto de controle da execução das práticas clínicas, o próximo passo foi desenvolver fluxogramas, baseados nas regras de produção, para representar conceitualmente o conhecimento capturado.

Segundo Bergmann et al. (2012), os fluxogramas são formas de representar, por meio de símbolos gráficos, a sequência dos passos de um trabalho, de modo a facilitar sua análise. Com base no que foi visto nos trabalhos de Greenes (2007) e Iannaccone e Esposito (2014), a utilização de um fluxograma, como um paradigma de representação familiar, é conveniente para a compreensão da semântica de execução dos processos que possuem várias etapas, como é o caso dos processos médicos que esse trabalho visa representar. Greenes (2007) também afirma que os fluxogramas podem auxiliar a avaliação do conhecimento clínico, uma vez que é mais fácil para os especialistas em saúde avaliar o conhecimento nesse formato, do que em um conjunto de textos, regras, linguagem de programação típica ou até ontologia.

O maior benefício da criação dos fluxogramas, observado nesse trabalho, foi que tornou mais fácil a identificação da ordem indicada de execução dos procedimentos, onde a partir de um estado inicial do paciente, foi capaz de

identificar a sequência apropriada de técnicas e tarefas, bem como as transições e dependências entre elas, para chegar a uma recomendação. Os fluxogramas completos que foram gerados podem ser vistos no Apêndice A. Na Figura 7 é apresentado parcialmente o fluxograma relacionado à investigação e diagnóstico de pacientes com DRC. Nessa pesquisa, para a representação do fluxo de controle, foi definido que os fluxogramas deveriam possuir as seguintes características:

- 7) **Com relação ao tipo de informações que seriam utilizados para a escolha do próximo passo dentro do fluxograma, foram utilizadas combinações de informações de caráter lógico ou numérico.** Por exemplo, dado o valor maior igual a 90 no exame de TFG, o próximo passo do fluxograma seria classificar o paciente no estágio 1 da DRC, ou se o paciente tem Hipertensão e Diabetes, então o próximo passo do fluxograma seria classificar esse paciente como pertencente ao grupo de risco para a DRC;
- 8) **Alguns processos foram decompostos em sub processos e representados por seus próprios fluxogramas.** Por exemplo, foi desenvolvido um fluxograma para todo o processo de elicitação, investigação, diagnóstico e estadiamento da DRC, porém, para cada estágio que a DRC pode ser classificada, foram criados novos fluxogramas representando processos relacionados ao manejo clínico básico como, por exemplo, quando deve ser realizado o encaminhamento para os Nefrologistas.

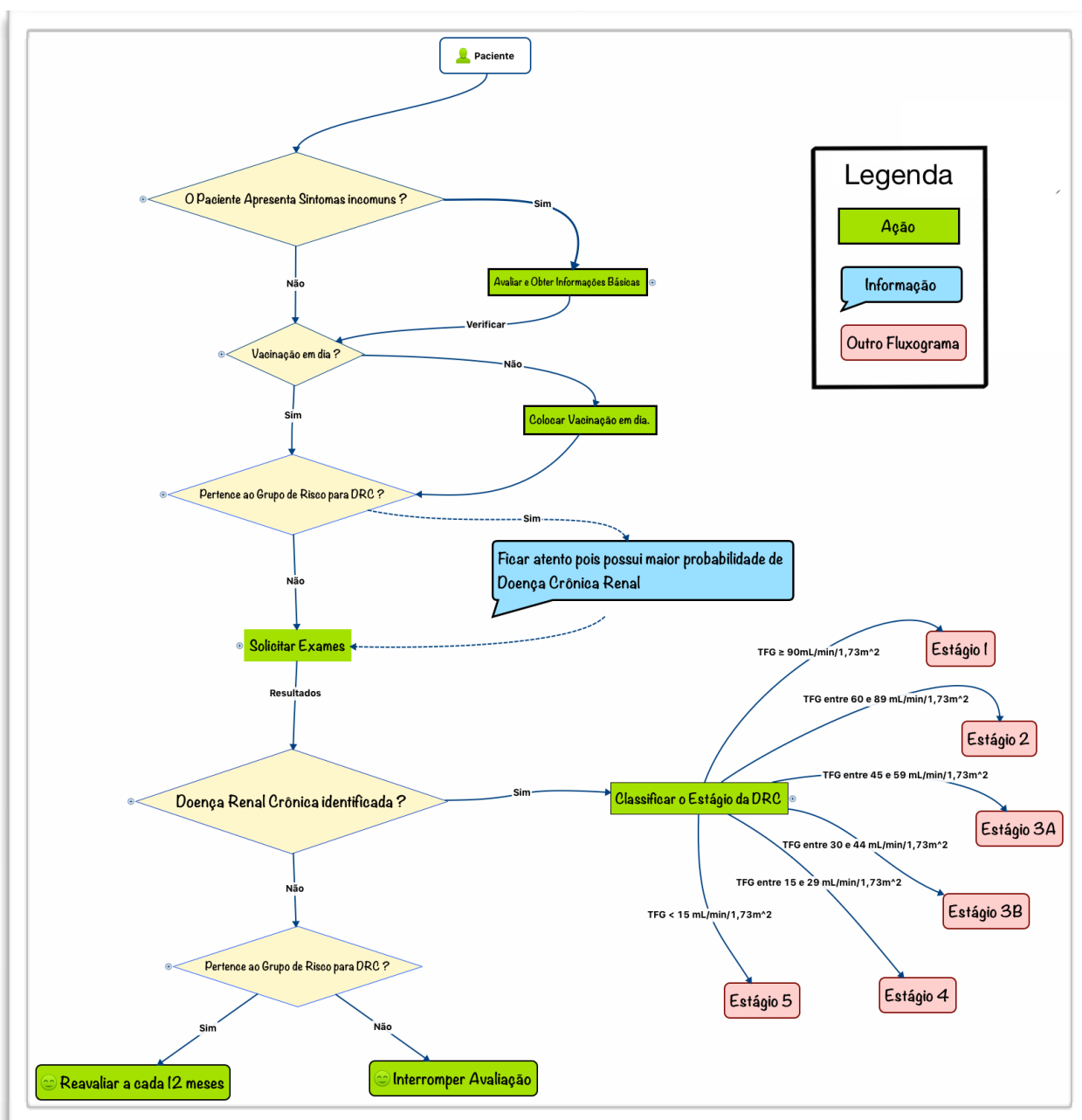


Figura 7 - Fluxograma Parcial Relacionado À Investigação E Diagnóstico Da DRC

Fonte: Elaborada pelo autor.

Durante essa primeira atividade da aquisição, observou-se que algumas informações selecionadas continham técnicas e termos desconhecidos para o autor desse trabalho, principalmente no nó “Elementos Específicos (EE)” do modelo 8-tupla. O problema é que tais técnicas e termos são de uso frequente e fazem parte do vocabulário utilizado entre os pesquisadores e especialistas da área médica. A primeira tentativa de solucionar esse problema foi tentar abstrair ou substituir essas

informações desconhecidas por termos e técnicas mais gerais e próximos do conhecimento popular. Porém, essa solução se mostrou inviável, uma vez que qualquer tentativa de simplificar ou “traduzir” esse vocabulário utilizado pelos médicos iria carecer de legitimidade científica, indo contra o objetivo de retratar com fidelidade o conhecimento no domínio da Nefrologia. Outro fato é que uma representação do conhecimento na qual o desenvolvedor não buscou identificar e sanar todas as dúvidas sobre as informações obtidas, possivelmente possuirá uma baixa confiabilidade, uma vez que, como afirmado no trabalho de Oyola (2010), conhecer o vocabulário específico utilizado pelos especialistas ao se comunicarem é de extrema importância, pois ajuda a entender a linguagem particular composta por termos cujos conceitos carregam intrinsecamente o conhecimento prévio que todo especialista na área da medicina deveria possuir.

Diante desses problemas, foi realçada a importância de serem realizadas entrevistas e questionários com os tipos de usuários que irão utilizar a abordagem (Médicos da Atenção Primária) e Nefrologistas, visando sanar as dúvidas e obter informações extras sobre os procedimentos médicos, compondo a segunda parte da aquisição de conhecimento. Ao final da execução dessas atividades, foi possível ter a abstração dos conceitos, propriedades e relacionamentos essenciais, bem como a identificação de quais técnicas e recomendações de saúde que estão sendo mais utilizadas na área atualmente.

6.2.2 Parte 2: Realização de Entrevistas e Questionários

Buscando verificar as informações coletadas na primeira parte da aquisição do conhecimento, bem como esclarecer as dúvidas existentes, foram realizadas entrevistas e aplicados questionários com os tipos de médicos para quais essa abordagem se destina. Foram realizadas as entrevistas e questionários com dez médicos, sendo nove médicos da Atenção Primária e uma Nefrologista. Durante as entrevistas foi estabelecida uma relação direta entre o pesquisador e entrevistado(a), onde foi realizado o registro das respostas em gravações de áudio ou anotações manuais. O processo de entrevistas foi benéfico para a qualidade da abordagem, uma vez que o contato direto com os futuros usuários possibilitou a identificação de

informações que além de validar, complementam o que foi obtido nos passos anteriores, sanando também em certos casos muitas dúvidas pertinentes, como por exemplo, quais as características mais comuns que levam os médicos a decidirem investigar se o paciente realmente possui ou não a Doença Renal Crônica.

Usando as metodologias e dicas presentes nos trabalhos de Basto Junior (2005), Oliveira (2008) e Alcoforado (2015), sobre criação e aplicação de questionários, foram elaboradas e utilizadas tanto perguntas baseadas nas dúvidas que emergiram quanto perguntas com objetivo de validar conceitos e técnicas, capturados na primeira parte da aquisição do conhecimento. As perguntas também foram elaboradas possuindo a estrutura das perguntas vistas na entrevista realizada pela revista Notícias-Medicina Laboratorial (2011), com dois médicos conceituados na área da saúde: o patologista clínico Flávio Alcântara, presidente regional da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial, e a Nefrologista Gianna Mastroianni Kirsztajn, do Departamento de Epidemiologia e Prevenção de Doenças Renais da Sociedade Brasileira de Nefrologia. A lista das perguntas elaboradas pode ser vista no Quadro 7 e as instituições ou programas de saúde nos quais os médicos entrevistados atuam são:

- **Programa Saúde da Família**, na cidade de Crato - Ceará;
- **Programa Saúde da Família**, na cidade de João Pessoa - Paraíba;
- **Hospital Universitário Lauro Wanderley**, Hospital/Escola da Universidade Federal da Paraíba, na cidade de João Pessoa - Paraíba.

Quadro 7 - Lista de Perguntas Utilizadas Nas Entrevistas

Perguntas	
Médico Nefrologista	- Quais os exames essenciais que devem ser solicitados para a avaliação do paciente ?
	- Quais são as fórmulas que podem ser aplicadas para o cálculo da TFG no Brasil?
	- É comum os médicos Nefrologistas receberem encaminhamentos incorretos de pacientes?
	- As fórmulas são aplicáveis indiscriminadamente para toda a população ou há

Perguntas	
Médico da Atenção Primária	limitações?
	- Como é realizado o Diagnóstico e estadiamento da DRC em pacientes idosos ou/e com peso anormal?
	- Um resultado alterado da TFG já define um quadro de insuficiência renal? Os médicos podem fazer uso dessa informação para fins diagnósticos e no acompanhamento do paciente?
	- Quais são os dados essenciais do paciente que um médico da Atenção Primária deve ficar atento para poder realizar um Diagnóstico preciso e confiável ?
	- Você considera útil a ajuda de um sistema computacional no processo de tomada de decisão sobre quais procedimentos clínicos deverão ser aplicados em dado estágio da Doença Renal Crônica ?
	- Quais técnicas realizadas na fase de Anamnese são importantes para decisão de investigar se um paciente está com DRC ?
	- Quais são os passos que devem ser seguidos para chegar à decisão do encaminhamento para o médico Nefrologista ?
	- Como deve ser realizado um diagnóstico de DRC ?
	- Com relação ao diagnóstico e estadiamento, como um sistema computacional poderia ajudar nesse processo?
	- Quais as fórmulas para cálculo de TFG que você utiliza ?
	- Quais são os dados essenciais do paciente para poder realizar um diagnóstico preciso e confiável ?
	- Quais os critérios que você utiliza para decidir se um paciente deve ser encaminhado a um médico Nefrologista?
	- Você considera útil a ajuda de um sistema computacional no processo de tomada de decisão sobre procedimentos clínicos relacionados ao diagnóstico, estadiamento, encaminhamento relacionados a DRC ?
	- Quando deve ser realizado o encaminhamento ao médico Nefrologista ?

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em paralelo à realização das entrevistas, foi realizada a elaboração e aplicação de um questionário. A realização desta atividade se deu pelo fato de que, segundo Leite e Franco (1993), a utilização de questionários é considerada um importante instrumento de pesquisa por fornecer subsídios reais do universo ou da amostra pesquisada.

Bastos Junior (2005), em sua dissertação de mestrado, afirma que apesar de um questionário consistir em apenas um documento usado para guiar uma ou mais pessoas a responder a uma ou mais perguntas, a sua elaboração é um processo bem mais complexo do que possa aparentar, de modo que um questionário mal formulado pode levar a considerações erradas, o que acabaria sendo prejudicial para a eliciação das informações necessárias para esse trabalho. Então, para elaboração dos questionários descritos nesse Capítulo, foram utilizadas as metodologias e dicas presentes nos trabalhos de Basto Junior (2005), Oliveira (2008) e Alcoforado (2015). Através desses trabalhos, foram selecionadas as seguintes características consideradas por esses autores importantes para a construção de um questionário de qualidade:

1. A elaboração de um questionário requer que o(a) pesquisador(a) conheça a realidade a ser pesquisada, sendo recomendável que o tempo para as respostas não ultrapasse meia hora.
2. A elaboração das questões deve estar fundamentada no problema formulado, na hipótese e teoria pertinentes ao tema pesquisado, devendo estar em relação direta com a realidade da pessoa que vai responder ao questionário.
3. As preocupações relacionadas à montagem das perguntas deverão ser: observar coerência; sequência lógica; confidencialidade; não fazer perguntas ambíguas; utilizar perguntas simples e curtas; garantir que as questões estejam tecnicamente precisas antes de incluí-las no questionário.

Respeitando as características citadas anteriormente e levando em consideração o ambiente conturbado em que trabalham os médicos alvos, foram elaborados questionários contendo questões essenciais, sendo a maioria de múltiplas escolhas. Por questões de praticidade, esses questionários foram disponibilizados nos formatos de papel e digital, através da internet. A estratégia foi a elaboração de dois tipos de questionários, um para cada tipo de médico, os da Atenção Primária e os Nefrologistas. Em ambos os questionários, o foco foi identificar quais as técnicas mais utilizadas no diagnóstico, estadiamento e encaminhamento da DRC, e se as mesmas estão condizentes com o que é recomendado pelas diretrizes. Exemplos de perguntas presentes nos questionários dos médicos da atenção básica e dos Nefrologistas podem ser vistas,

respectivamente, nas Figuras 8 e 9. Os questionários completos estão presentes nos Apêndices, sendo o Apêndice B os relacionados aos Médicos da Atenção Primária e o Apêndice C relacionado aos Nefrologistas.

A Doença Renal Crônica é caracterizada por:

Mais de 1 opção pode ser marcada.

- ☐ Taxa de filtração glomerular alterada.
- ☐ Taxa de filtração glomerular normal.
- ☐ Taxa de filtração glomerular < 60 mL/min/ 1,73m² por um período igual ou superior a 3 meses.
- ☐ Taxa de filtração glomerular > 60 mL/min/ 1,73m² por um período igual ou superior a 3 meses.
- ☐ A Doença Renal Crônica é classificada em estágios baseados na capacidade de Filtração Glomerular.
- ☐ A Doença Renal Crônica é classificada em estágios baseados nos sintomas apresentados pelo paciente.
- ☐ Não sei responder.

Figura 8 - Uma das Perguntas que estão Presentes no Questionário para os Médicos da Atenção Primária

Fonte: Elaborada pelo autor.

Em pacientes com Doença Renal Crônica no estágio 4, é recomendado realizar a avaliação nefrológica:

- ☐ Mensalmente
- ☐ Trimestralmente
- ☐ Semestralmente
- ☐ Anualmente

Em pacientes com Doença Renal Crônica no estágio 5, é recomendado realizar a avaliação nefrológica:

- ☐ Mensalmente
- ☐ Trimestralmente
- ☐ Semestralmente
- ☐ Anualmente

Figura 9 - Uma das Perguntas que estão Presentes no Questionário para os Médicos Nefrologistas

Fonte: Elaborada pelo autor.

A conclusão dessa Parte 2 da Aquisição do Conhecimento foi importante para o refinamento, validação e avaliação das informações obtidas na Parte 1, sobre as técnicas de diagnóstico, estadiamento e encaminhamento da DRC. Além desse fato, a realização das entrevistas e questionários foi importante para identificar e avaliar como deve ser realizado o processo de investigação da DRC, ou seja, quais informações são importantes para que os médicos da Atenção Primária possam tomar a decisão de realizar exames específicos para chegar a um diagnóstico correto.

Através das respostas obtidas, também foi possível identificar que alguns médicos da Atenção Primária não possuíam conhecimento com relação a algumas técnicas descritas pelas diretrizes, relacionadas ao encaminhamento e estadiamento da doença. O fato é que os Médicos da Atenção Primária estão encaminhando pacientes para os especialistas em estágios que, segundo as diretrizes clínicas, deveriam ser tratados por eles mesmos, sobrecarregando assim os Médicos Nefrologistas. Outro fato observado foi o desconhecimento por parte dos Médicos da Atenção Básica, sobre quais fórmulas devem ser utilizadas para estagiar a doença e quais valores da Taxa de Filtração Glomerular estão relacionados a cada estágio. Já com relação às respostas das perguntas referentes aos Nefrologistas, foi reafirmada a presença dos encaminhamentos incorretos de pacientes com DRC, realizados principalmente por Médicos da Atenção Primária.

A realização das entrevistas e questionários foi relevante, pois foi possível identificar problemas relacionados à decisão clínica que comprovam e reforçam a importância desse trabalho.

6.3 Considerações Finais

Resumidamente, nessa primeira parte da Aquisição do Conhecimento foi realizada a seleção, leitura e decomposição das diretrizes clínicas em conceitos e regras de produção, utilizando o critério de confiabilidade e o modelo definido em 8-tupla. Foram então realizadas as representações desse conhecimento em forma de fluxogramas, buscando definir e ilustrar a ordem apropriada dos métodos e o

raciocínio necessário para o suporte à decisão nas práticas clínicas. A fim de verificar as informações coletadas na primeira parte da aquisição do conhecimento, bem como tentar acabar com as dúvidas existentes, foram realizadas entrevistas e aplicados questionários com os tipos de médicos para quais essa abordagem se destina, concluindo assim a fase de aquisição do conhecimento. Todas essas atividades e as informações extraídas passaram por processos de avaliação e validação com a ajuda de uma médica Nefrologista, parceira do projeto e que, atualmente, está desenvolvendo seu doutorado na temática desse trabalho.

Com a execução de todas essas atividades, foi possível identificar o conhecimento lógico e as principais práticas clínicas relacionadas com o domínio e escopo definido para esse trabalho. Pode-se listar como resultados das fases de especificação e aquisição do conhecimento: a definição do domínio e escopo; a captura e estruturação das informações necessárias para atingir o objetivo da representação do conhecimento; a representação, através de fluxogramas, essenciais para a captura do controle de fluxo dessas informações; o modelo definido em 8-tupla e os dados importantes obtidos na realização dos questionários e entrevistas. De um modo mais geral, todos esses resultados foram importantes para tornar possível a representação do conhecimento presente em documentos de orientações médicas, na forma de linguagem natural, em um formato capaz de ser processado por computadores, na forma de uma ontologia. A conceitualização, formalização e implementação desse conhecimento em um modelo semântico é apresentado no próximo Capítulo.

Capítulo

7

**Modelagem Semântica: Conceitualização,
Formalização e Implementação da
OntoDecideDRC**

“A essência do conhecimento consiste em aplicá-lo, uma vez possuído.”

Confúcio

No Capítulo anterior, foi realizada a captura e estruturação do conhecimento empírico e explícito relacionados ao processo de gestão da Doença Renal Crônica, mais especificamente relacionada ao diagnóstico, estadiamento e encaminhamento de pacientes. A próxima fase do trabalho foi dar início a conceitualização, formalização e implementação da OntoDecideDRC.

A modelagem semântica da OntoDecideDRC constituiu-se de diferentes etapas, desde a classificação (Objeto, Sujeito, Verbo ou Estado) e descrição dos dados em um Léxico Ampliado da Linguagem (LAL), até a modelagem semântica do domínio, através da tradução dos termos presentes nesse LAL em entidades da ontologia. Esse Capítulo está organizado da seguinte forma: Na seção 7.1, como é de costume na elaboração de ontologias, foi realizada uma investigação da área a fim de encontrar possíveis ontologias para o reuso; Na Seção 7.2, foi apresentada conceitualização final dos termos na forma de um Léxico Ampliado da Linguagem, demonstrando os passos utilizados. Na Seção 7.3, foi apresentado o processo de formalização dos termos do Léxico em conceitos da ontologia, sendo ilustrado o passo a passo de todas as decisões tomadas. Por fim, na Seção 7.4, foi apresentada a ontologia OntoDecideDRC, apresentando seus conceitos e

relacionamentos. Na Figura 10 é apresentado o fluxo das atividades realizadas nesse Capítulo.

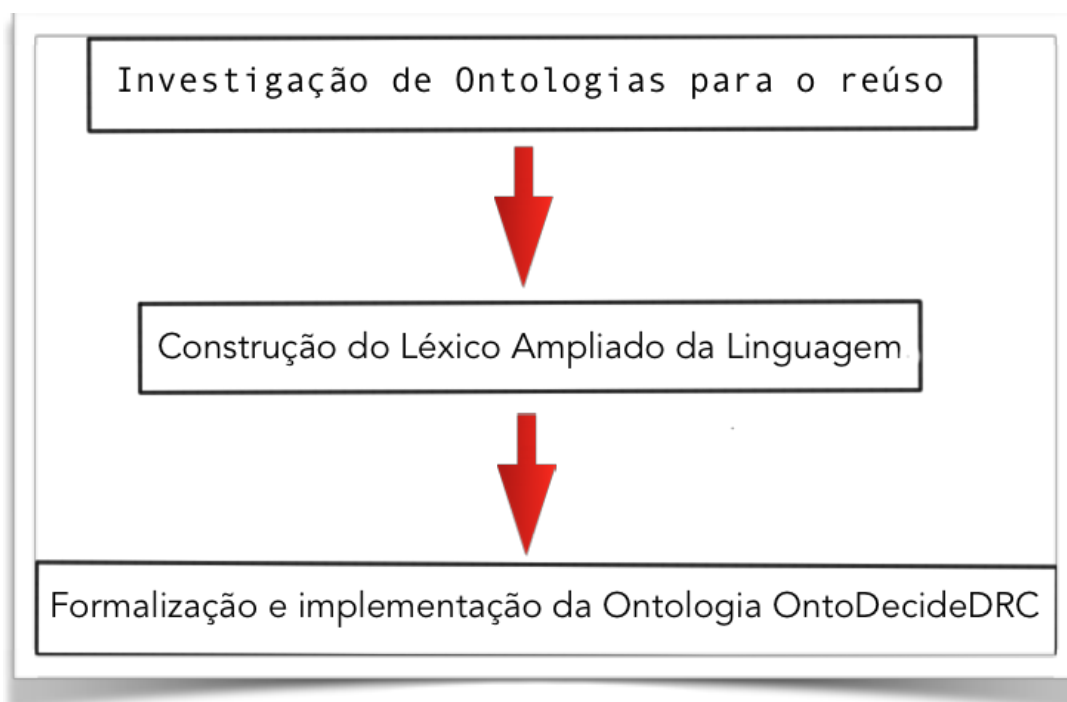


Figura 10 - Fluxo de Atividades Realizadas para a Conceitualização, Formalização e Implementação da OntoDecideDRC

Fonte: Elaborada pelo autor.

7.1 Investigação de Ontologias Disponíveis na Área da Doença Renal Crônica

De acordo com a fase de integração da Methontology, proposta por Fernandez, Gómez-Pérez e Juristo (1997), e o passo dois (Considerar o reuso de outras ontologias) do Método 101, proposto por Natalya Noy e McGuinness (2001), é importante ser considerado o reuso de ontologias existentes na área, antes de se começar a desenvolver uma ontologia do “zero”. Segundo esses métodos, além de poupar esforços, a reutilização de conceitos de outras ontologias apresentam vantagens como reduzir o tempo e o risco no desenvolvimento, uma vez que poderão ser reaproveitados conceitos já testados e validados. Então, a fim de simplificar o processo e dar continuidade na atualização e na adição de novos conceitos em ontologias existentes, foi realizada nesse trabalho uma pesquisa a fim

de identificar possíveis ontologias, com conceitos na área da nefrologia, para serem reutilizadas.

Em um primeiro momento foram identificadas bibliotecas que disponibilizam ontologias eletronicamente através da internet. Foram selecionados os repositórios identificados na revisão da literatura realizada por Mota et al., (2014). Também foram selecionados alguns engenhos de busca, por possuírem, segundo a literatura pesquisada, boa parte das pesquisas desenvolvidas no domínio da Ciência da Computação (DYBA, 2005), (KITCHENHAM, 2007), (TRAVASSOS, 2007), (BRERETON, 2007). No Quadro 8 são apresentados os repositórios e engenhos que foram utilizados na busca por ontologias existentes. Alguns engenhos foram desconsiderados por não possuírem convênio com a Universidade Federal da Paraíba (UFPB), sendo indisponível o acesso aos seus trabalhos.

Quadro 8 - Repositórios e Engenhos de Busca Selecionados

Repositórios	- OntoLingua (2015)	http://www.ksl.stanford.edu/software/ontolingua/
	- Protégé Ontology Library (2015)	http://protegewiki.stanford.edu/wiki/Protege_Ontology_Library
	- Bioportal.bioontology (2015)	http://bioportal.bioontology.org
	- OpenClinical (2015)	http://www.openclinical.org/home.html
	- DAML Ontology Library (2015)	http://www.daml.org/ontologies/
Engenhos de Busca	- ACM	dl.acm.org/dl.cfm
	- Google Scholar	scholar.google.com.br/
	- IEEE Xplorer	ieeexplore.ieee.org/
	- PMC	www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/
	- PubMed	www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed
	- Science Direct	sciencedirect.com/

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com os objetivos da abordagem proposta, foram encontrados dois trabalhos relevantes. O primeiro foi o trabalho de Zaidi (2012), no qual foi

desenvolvida a CD-EMR Ontology, uma ontologia baseada em OWL para instanciar casos clínicos longitudinais de doenças crônicas, permitindo a informatização dos registros de pacientes e a interoperabilidade semântica. O segundo foi o projeto CHRONIOUS, proposto por Schneider e Brochhausen (2011), que possui como objetivo principal o desenvolvimento de uma plataforma integrada de telemedicina para auxiliar na supervisão do estado geral de saúde dos pacientes com condições crônicas de saúde.

A CD-EMR Ontology, em resumo, possuiu como metas e objetivos, desenvolver um modelo de conhecimento para gestão de doenças crônicas. Nesse trabalho foi realizada a reutilização dos componentes de outros modelos, Computer-based Patient Record (CPR) e Health Level Seven (HL7). O intuito por trás da reutilização dos componentes dessas fontes de conhecimento, encontra-se nos fatos: (a) que o modelo proposto pelo trabalho deveria ser constituído por elementos dos modelos CPR e HL7; (b) a integração desses modelos ajudou a atingir a interoperabilidade semântica esperada pelo autor; (c) a reutilização de conceitos ajudou no processo de atribuição de nomes de classes e sub-classes durante a produção da ontologia. Por fim, a CD-EMR Ontology permite a informatização dos registros longitudinais de pacientes, a interoperabilidade semântica, e o raciocínio de apoio à decisão clínica. Por essa ontologia, possuir um conhecimento muito abrangente e não ter como foco principal a área da Nefrologia, não foram reutilizados nenhum dos seus conceitos. Porém, por se tratar de um trabalho bastante descritivo com relação aos processos executados, foram estudados e adaptados alguns dos caminhos utilizados na abstração do conhecimento, modelagem e engenharia de construção de ontologias, onde a principal contribuição foi a reutilização da metodologia de validação utilizando casos clínicos. Outro fato que influenciou negativamente para o reuso dessa ontologia foi que apenas a especificação da modelagem semântica está disponível.

O projeto CHRONIOUS, encerrado no ano de 2012, foi proposto pelo IFOMIS (*Institute for Formal Ontology and Medical Information Science*), (SCHNEIDER e BROCHHAUSEN, 2011), e trata-se de uma ferramenta de pesquisa de literatura, baseado em ontologia, para permitir o acesso eficiente e preciso à literatura sobre a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica e Doença Renal Crônica para os profissionais de saúde. Uma das ontologias que faz parte desse projeto

desenvolvido por Schneider e Brochhausen (2011) é a *CHRONIOUS Chronic Kidney Disease Ontology*, também chamada de *CHRONIOUS CKD Ontology*, uma ontologia de nível superior, contendo o conhecimento necessário sobre os conceitos genéricos relacionados a exames e a todas as características da doença, que herda classes genéricas de uma ontologia de nível superior MLOCC (*Middle Layer Ontology for Clinical Care*). Apesar da ontologia estar relacionada ao domínio da nefrologia, também não foram reutilizados nenhum dos seus conceitos. Essa decisão ocorreu devido ao fato de que os conceitos da *CKD Ontology* não estavam relacionados ou não iria auxiliar nos objetivos que esse trabalho de mestrado buscou alcançar.

Outras ontologias também foram analisadas, porém foram desenvolvidas muito restritas a domínios de aplicação diferentes da proposta de dissertação e consequentemente foram desconsideradas. Um fato identificado durante essa fase da pesquisa foi a falta de disponibilidade das ontologias criadas, onde percebeu-se que as ontologias estão sendo descritas teoricamente em trabalhos acadêmicos, porém os autores não costumam realizar o compartilhamento do conhecimento modelado para o acesso público. Para não acontecer esse problema, a ontologia construída nesse trabalho será disponibilizada no Bioportal bioontology (2015).

Pôde-se concluir com a execução dessa atividade que atualmente existe uma certa carência de ontologias que modelam o conhecimento em Nefrologia. Apesar de ter sido constatado que existe ontologias que abordam alguns conceitos nefrológicos em sua estrutura, elas não possuem requisitos necessários para a utilização no desenvolvimento de sistemas de suporte ao diagnóstico e tratamento na área nefrológica. Outro fato interessante é que a maioria das ontologias fornece suporte apenas ao inglês, fazendo-se necessária sua tradução para outros idiomas, como português, por exemplo, para serem usadas no contexto Brasileiro. Esses fatos foram reforçados no trabalho de Júnior e Lino (2015), integrantes do grupo de pesquisa do qual esse trabalho de mestrado faz parte, que teve como foco a realização de uma análise comparativa referente a várias ontologias de domínio específico na área da saúde, com ênfase em nefrologia e/ou doenças em geral.

Uma vez concluída essa atividade, o próximo passo foi dar início a modelagem semântica da OntoDecideDRC, onde o primeiro passo foi realizar a

conceitualização, através da construção do Léxico Ampliado da Linguagem, das informações obtidas no Capítulo anterior.

7.2 Conceitualização através da construção do Léxico Ampliado da Linguagem

O processo de construção da ontologia OntoDecideDRC se iniciou a partir da elaboração do Léxico Ampliado da Linguagem (LAL). Segundo Breitman e Leite (2004), o LAL trata-se de uma linguagem de representação simples da Engenharia de Requisitos, que tem por objetivo mapear o vocabulário utilizado no universo de informação em três entidades básicas: Termo, Noção e Impacto. Cada **termo** do léxico tem dois tipos de descrição: No tipo **noção**, é descrita a denotação do termo ou expressão, isto é, seu significado; No tipo **impacto**, ou resposta comportamental, é descrita a conotação do termo ou expressão, isto é, provê informação extra sobre o contexto em mãos, descrevendo os efeitos do uso/ocorrência do símbolo no domínio, ou do efeito de algo no domínio sobre o símbolo. É importante observar que, ao mesmo tempo que o LAL é uma representação, o seu propósito de representar o vocabulário corrente é fundamental para que se possa entender e compartilhar o conhecimento das informações do domínio.

Foi escolhida a estratégia de utilizar o LAL por ser considerado, segundo Breitman (2005), um método maduro para auxiliar na tarefa de levantamento, modelagem e validação dos conceitos e relacionamentos do universo da informação, uma vez que nele estarão presentes termos que foram identificados como representativos para o domínio definido, ou seja, os conceitos básicos, funções, qualidades e relacionamentos das entidades importantes, elicítadas no Capítulo 6. Outro fato para escolha do léxico perante outras estratégias, é que dicionários e glossários, de modo geral, só representam a denotação dos termos, já o LAL representa também os relacionamentos entre eles, através dos impactos, tendo assim uma representação muito mais detalhada do conhecimento do domínio. Por fim, metodologias de construção de ontologias como as de Ushold (1996), a Methontology, proposta por Fernandez, Gómez-Pérez e Juristo (1997), e o Método 101, proposto por Noy e McGuinness (2001), também propõem e reforçam a

importância da utilização de técnicas como essa para dar início a produção da ontologia.

Veja que apesar de LAL ser uma representação simples, o seu objetivo é o de ajudar no entendimento da linguagem utilizada em um determinado domínio. A representação dessas linguagens através de Léxicos, além de auxiliar a entender e compartilhar o conhecimento, estruturam as informações de modo geral, organizando-as alfabeticamente.

O processo de construção do Léxico foi estruturado e seguiu os princípios sólidos da engenharia de software e as técnicas já estabelecidas para a modelagem da informação, descritas no trabalho de Breitman (2005). A partir do Léxico, foi realizado um processo através do qual seus termos foram “formalizados” em conceitos de ontologia. Nesse processo, foram identificados quais termos deveriam ser modelados como classes, propriedades ou axiomas da ontologia. Como será apresentado no decorrer dessa seção, o processo de mapeamento Léxico para ontologia foi semi-automático, pois a representação do Léxico ofereceu subsídios que auxiliaram na classificação da maior parte dos termos.

7.2.1 Parte 1: Seleção dos Termos Candidatos

Nesta etapa, de acordo com a metodologia proposta por Breitman (2005), um estudo preliminar do domínio deve ser feito para que as fontes de informação sejam identificadas, onde o principal objetivo a ser perseguido é a identificação de palavras ou frases peculiares ao domínio em estudo. Somente após a identificação dessas frases e palavras é que se procurará representar e estruturar o seu significado. Essa estratégia de levantamento da Informação é ancorada na sintaxe da linguagem e foi formada por três grandes etapas.

- Identificação das fontes de informação no domínio;
- Identificação de símbolos da linguagem;
- Identificação da semântica de cada símbolo.

Observe que com a realização das técnicas e atividades descritas no Capítulo 6, todas essas três etapas já estavam concluídas. A “identificação das fontes de informação no domínio” foi realizada com a conclusão da análise de documentos, descrita na seção 6.2.1, a “identificação de símbolos da linguagem” foi realizada com a criação e utilização do modelo formal definido em uma *8-tupla*, também descrito na seção 6.2.1. Por fim, a “identificação da semântica de cada símbolo” foi realizada através da criação das regras de produção e dos fluxogramas, descritos na seção 6.2.1, e da realização de entrevistas e questionários, descritos na seção 6.2.2. Em outras palavras, a realização dessa primeira etapa da construção do Léxico ocorreu em paralelo à realização das técnicas de Aquisição do Conhecimento.

Com a finalização de todas as partes da aquisição, foi então possível eliciar com segurança as frases ou palavras que pareciam ter um significado especial no domínio de aplicação. Estas palavras foram, em geral, palavras chaves que, além da frequência com que eram utilizadas, possuíam grande relevância com relação aos procedimentos no domínio e escopo de aplicação. É nessa fase que o Léxico Ampliado da Linguagem começou a ser utilizado como um sistema de representação. O levantamento dos termos candidatos é visto também na etapa de conceitualização da Methontology e no passo três do Método 101, onde são enumerados os termos importantes da ontologia. O resultado dessa fase foi uma lista contendo 79 palavras e frases, representada no Quadro 9.

Quadro 9 - Lista de Termos Candidatos

Lista de Termos	
<i>Acidose Metabólica</i>	<i>Hemodiálise</i>
<i>Afro-Americanos</i>	<i>Heparina de Baixo Peso Molecular</i>
<i>Albuminúria</i>	<i>Hipertensão</i>
<i>Alteração da Imagem</i>	<i>IECA</i>
<i>Aminoglicosídeos</i>	<i>Inibidores da Renina</i>
<i>Analgésicos</i>	<i>Insuficiência Renal Aguda</i>
<i>Anemia</i>	<i>Insulinas</i>
<i>Antagonista da Aldosterona</i>	<i>Lesão da Estrutura Renal</i>

Lista de Termos	
<i>Anti-Hipertensivos</i>	<i>Levantar Informações Básicas</i>
<i>Anti-Inflamatórios Não Hormonais</i>	<i>Macrolídeo</i>
<i>Antibióticos</i>	<i>Manejo Clínico Prévio</i>
<i>Anticoagulantes</i>	<i>Manejo da DRC</i>
<i>Antifúngicos</i>	<i>Manejo da Ingestão Proteica</i>
<i>Avaliação Básica</i>	<i>Manejo da Pressão Arterial E Bloqueio Do Sraa</i>
<i>Beta-Bloqueadores</i>	<i>Manejo do Estilo de Vida</i>
<i>BRA</i>	<i>Manejo Glicêmico</i>
<i>Cisplatina</i>	<i>Manejo Ingestão de Sal</i>
<i>Classificar Estágio</i>	<i>Medicamentos Para Diabetes</i>
<i>Dano Renal Parenquimatoso</i>	<i>Médicos da Atenção Primária</i>
<i>Diabetes</i>	<i>Melfalan</i>
<i>Diagnóstico</i>	<i>Metformina</i>
<i>Diálise Peritoneal</i>	<i>Metotrexate</i>
<i>Dioxina</i>	<i>Nefrologista</i>
<i>Doença Renal Crônica</i>	<i>Opióides</i>
<i>Encaminhamento</i>	<i>Paciente</i>
<i>Estágio 1</i>	<i>Penicilina</i>
<i>Estágio 2</i>	<i>Prevenção</i>
<i>Estágio 3A</i>	<i>Proteinúria</i>
<i>Estágio 3B</i>	<i>Quimioterápicos</i>
<i>Estágio 4</i>	<i>Radiocontraste</i>
<i>Estágio 5</i>	<i>Redutores de Colesterol</i>
<i>Estágio 5-D (Pacientes em TRS)</i>	<i>Relação Albuminúria Creatininúria</i>
<i>Estágio 5-ND (Pacientes que não estão em TRS)</i>	<i>Sintomas Incomuns</i>
<i>Estatinas</i>	<i>Sulfoniluréias</i>
<i>Exame de Imagem</i>	<i>Taxa de Filtração Glomerular</i>
<i>Exame Sumário de Urina</i>	<i>Terapia de Substituição Renal</i>
<i>Exames</i>	<i>Tetraciclina</i>
<i>Fenofibrato</i>	<i>Vacinação</i>

Lista de Termos	
<i>Fluorquinolona</i>	<i>Warfarina</i>
<i>Grupo de Risco</i>	

Fonte: Elaborado pelo autor.

7.2.2 Parte 2: Modelagem do Léxico Ampliado da Linguagem

Nessa etapa de modelagem e representação do LAL, seguindo o que foi definido na pesquisa de Breitman (2005), os termos candidatos, listados anteriormente, foram então classificados em quatro categorias: **objeto**, **sujeito**, **estado** e **verbo**, sendo descritos em dois tipos de descrição, noção e impacto, conforme sua classificação. Os termos do tipo objeto definem um objeto em questão e o relacionamento que mantém com outros termos do léxico, sejam eles outros objetos, sujeito, estado ou verbos. Os impactos de um termo do tipo objeto foram descritos como ações que podem ser aplicadas ao objeto. Termos do tipo sujeito descrevem uma pessoa ou grupo e quais ações executam. Termos do tipo estado definem o significado de um estado ou situação e ações que precedem o mesmo. Nos impactos de um termo do tipo estado foram descritos os outros estados e ações que podem ocorrer a partir do estado inicial. O Quadro 10 resume essas heurísticas, definidas por Breitman (2005), que foram utilizadas na modelagem do LAL.

Quadro 10 - Regras de Formação do LAL

	Noção	Impacto
<i>Sujeito</i>	<i>Quem é o sujeito?</i>	<i>Quais ações são feitas?</i>
<i>Verbo</i>	<i>Quem faz, quando acontece e que procedimentos estão envolvidos.</i>	<i>Quais são os impactos da ação no domínio, isto é, que outras ações também ocorrem, e quais são os estados resultantes.</i>
<i>Objeto</i>	<i>Define o objeto e identifica outros objetos com os quais ele se relaciona.</i>	<i>Ações que são aplicadas ao objeto.</i>
<i>Estado</i>	<i>O que significa e quais ações levaram a este estado.</i>	<i>Identifica outros estados e ações que podem ocorrer a partir do estado aqui descrito.</i>

Fonte: Breitman e Leite (2004).

Para essa etapa, também foram utilizados os princípios de vocabulário mínimo e circularidade. No primeiro foi estabelecido que ao descrever uma noção ou

um impacto, esta descrição deveria minimizar o uso de símbolos externos à linguagem. No segundo foi estabelecido que as noções e os impactos deveriam serem descritos usando símbolos da própria linguagem.

Fazendo uso de um editor de texto, foi criado um arquivo para dar início à atividade de modelagem do léxico, através da classificação e descrição (noção e impacto) de cada termo candidato, listados na tabela 10. Porém, durante essa atividade ocorreu o seguinte impasse: conforme a lista de termos modelados foi crescendo, observou-se que a dificuldade de identificar os relacionamentos entre eles e, conseqüentemente, de garantir os princípios de vocabulário mínimo e circularidade, também aumentava. A solução foi procurar uma ferramenta capaz de dar apoio na edição desse LAL. Foi então escolhida para a edição do LAL a ferramenta C&L (PUC-RIO, 2015), uma ferramenta de apoio à engenharia de requisitos que tem como objetivo principal a edição de Cenários e LAL. Essa ferramenta inicialmente desenvolvida como um trabalho acadêmico de Felicíssimo et al. (2003a, 2003b), é mantida atualmente por estudantes graduandos, mestrandos e doutorandos participantes do Grupo de Engenharia de Requisitos do Departamento de Informática da PUC-Rio.

Além do fato dessa ferramenta ter sido desenvolvida e disponibilizada utilizando software livre, ela foi escolhida por possuir funcionalidades que auxiliaram a resolver o impasse gerado na utilização de editores simples de texto. Entre essas funcionalidades, a principal foi de representar a natureza de hipergrafo do léxico através da criação de *links* (atalhos) entre os termos candidatos. Esses links foram criados automaticamente quando termos já cadastrados no projeto eram referenciados. Isso auxiliou muito o estudo, pois permitiu a navegabilidade entre conceitos do domínio, fornecendo uma melhor compreensão de seus relacionamentos. Agregado a isso, a ferramenta também permitiu a especificação dos sinônimos relacionados a cada termo, fato que auxiliou ainda mais na identificação dos relacionamentos, uma vez que ocasionalmente alguns termos eram referenciados utilizando o plural ou outras nomenclaturas.

Outro ponto positivo da utilização dessa ferramenta está relacionado aos dois níveis de acesso ao sistema: o de usuário e de administrador. O fato desses tipos de acesso permitir visualizar, criar, alterar e remover termos do léxico auxiliou

tanto na orientação do estudo, pois permitiu que o orientador verificasse constantemente a dedicação ao andamento e a qualidade da atividade, como também otimizou a validação, pois a médica colaboradora do estudo pôde ir verificando, durante o processo de produção do LAL, se os termos estavam sendo descritos corretamente. As principais funcionalidades oferecidas pelo C&L que auxiliaram esse trabalho estão resumidas no Quadro 11.

Quadro 11 - Funcionalidade da Ferramenta C&L que Auxiliou o Estudo

Funcionalidades Gerais	
- Criar projeto e seu administrador; - Cadastrar usuário no projeto;	
Funcionalidades de edição do LAL	
- Edição: criar, alterar ou remover termos; - Marcação automática dos termos do LAL, seus sinônimos e nomes dos cenários; - Verificação de consistência em consequência da remoção de termos.	
Funcionalidades de Entradas e Saídas	
- Geração e Recuperação do XML para a representação em forma de grafo do projeto;	

Fonte: Adaptado de Felicíssimo et al. (2003a, 2003b).

Com base nas informações estruturadas, resultantes das atividades do Capítulo 6, todos os termos candidatos foram então classificados em uma das quatro categorias e descritos dentro da ferramenta C&L. Um exemplo de como ficou a descrição de cada termo, nas categorias **sujeito**, **verbo**, **objeto** e **estado**, pode ser visto, respectivamente, nas Figuras 11, 12, 13 e 14.

Nome:	nefrologista
Noção:	Nefrologia é uma especialidade do âmbito da Medicina Interna que se dedica ao diagnóstico e ao tratamento das doenças do rim;
Classificação:	sujeito
Impacto(s):	Tratar o estágio 4 ; Tratar o estágio 5nd ; Tratar o estágio 5d ; Solicita os exames Essenciais; Realiza a avaliação básica no paciente ; Classifica os Estágios da drc ; Realizar o diagnóstico ; Solicita a terapia de substituição renal
Sinônimo(s):	médicos da atenção secundária, médicos nefrologistas, médico nefrologista, nefrologistas.

Figura 11 - Descrição no Léxico do Termo “Nefrologista”

Fonte: Elaborada pelo autor.

Nome:	encaminhamento
Noção:	É Realizado pelos médicos da atenção primária para o nefrologista O encaminhamento deve acontecer quando LRA ou queda abrupta e mantida na tfg; O encaminhamento deve acontecer quando tfg menor que 30ml/min/1,73m² (estágio 4 estágio 5-nd estágio 5-d); O encaminhamento deve acontecer quando albuminúria significativa rac maior que 300mg/g ou albuminúria maior que 300 mg/24h, O encaminhamento deve acontecer quando equivalente a aproximadamente RPC maior que 500 mg/g ou proteinúria maior que 500 mg/24h; O encaminhamento deve acontecer quando existir Progressão da drc; O encaminhamento deve acontecer quando existir Cilindrúria hemática e hematúria (maior que 20/pc) mantidas e não prontamente explicadas; O encaminhamento deve acontecer quando existir drc e hipertensão refratária a tratamento com quatro ou mais agentes anti-hipertensivos; O encaminhamento deve acontecer quando existir Alterações persistentes no potássio sérico; O encaminhamento deve acontecer quando existir redução aguda ou crônica na função renal, hipertensão grave ou mal tratada, distúrbios eletrolíticos graves, anormalidades significantes na estrutura do trato urinário, ou presença de doenças sistêmicas com comprometimento renal provável.
Classificação:	verbo
Impacto(s):	A realização do encaminhamento auxilia na identificação precoce da drc ;
Sinônimo(s):	A realização do encaminhamento dos pacientes com drc tem o potencial de reverter, retardar ou prevenir a progressão da drc .

Figura 12 - Descrição no Léxico do Termo “Encaminhamento”

Fonte: Elaborada pelo autor.

Nome:	exames
Noção:	é um termo das ciências da saúde para se referir aos métodos para identificar os sinais de uma doença. é utilizado por nefrologista e médicos da atenção primária para realizar o diagnóstico da doença renal crônica São exames: taxa de filtração glomerular, exame sumário de urina e exame de imagem.
Classificação:	objeto
Impacto(s):	é solicitado por médicos nefrologistas é solicitado por médicos da atenção primária é realizado por pacientes
Sinônimo(s):	exame.

Figura 13 - Descrição no Léxico do Termo “Exames”

Fonte: Elaborada pelo autor.

Nome:	estágio 1
Noção:	O é definido por paciente com tfg maior igual a 90mL/min/1,73m ² na presença de proteinúria ou hematúria glomerular ou alteração no exame de imagem
Classificação:	No estágio 1 paciente deve ser tratado pelos médicos da atenção primária ; estado
Impacto(s):	Se não tratado, o paciente pode evoluir para os estágios: estágio 2, estágio 3a, estágio 3b, estágio 4, estágio 5 , Se o paciente for hipertenso e diabético e rac for menor que 30 mg/g manter a Pressão Arterial menor que 130/80 mmHg; Se o paciente for hipertenso e não diabético e rac for menor que 30 mg/g manter a Pressão Arterial menor que 140/90 mmHg; Se o paciente for hipertenso e diabético utilizar ieca e bra Se o paciente utilizar ieca e bra e tiver redução de tfg maior que 30% então Encaminhar para médico nefrologista Se o paciente tiver rac maior igual a 1g/g então Encaminhar para médico nefrologista Se o paciente utilizar ieca e bra então manter a Hemoglobina Glicada em torno de 7% Atualizar o estado de vacinação do paciente Recomendar ao paciente Atividade Física Compatível com Saúde cardiovascular e tolerância Recomendar ao paciente diminuir ingestão de Sódio para (menor que 2g/dia) correspondente a 5 g de cloreto de sódio, em adultos, a não ser se for contra indicado. O paciente deve abandonar o Tabagismo O paciente deve realizar o exame de tfg e do eas anualmente.
Sinônimo(s):	manejo clínico estágio 1.

Figura 14 - Descrição no Léxico do Termo “Estágio 1”

Fonte: Elaborada pelo autor..

O processo de desenvolvimento dessa atividade foi caracterizado por sucessivos refinamentos. A cada vez que uma versão do Léxico era concluída, era submetida a uma análise final, onde era realizado um processo de validação, de modo a garantir a qualidade do documento. Nesse processo de validação, foram identificados erros que para serem resolvidos foi necessário o retorno às outras atividades, descritas no Capítulo 6, com o objetivo de esclarecer ou corrigir uma dada informação. Esse fato não é incomum, como visto em Bretiman (2005), na produção do Léxico vários ciclos de elaboração/análise são necessários até se chegar a uma versão adequada. Com relação à validação, foi realizada com a ajuda da médica nefrologista, parceira do estudo, e teve como foco avaliar se a visão expressa pelo Léxico correspondia à realidade do domínio. Com relação aos erros encontrados, os principais foram relacionados a termos mal descritos, incompletos, mal utilizados ou com ausência de referência a outros termos.

Ao fim dessa atividade, fazendo uso de uma das funcionalidades da ferramenta C&L, foi gerado um grafo representando todos os termos e os seus respectivos relacionamentos. Esse grafo pode ser visto na Figura 15, onde ao meio

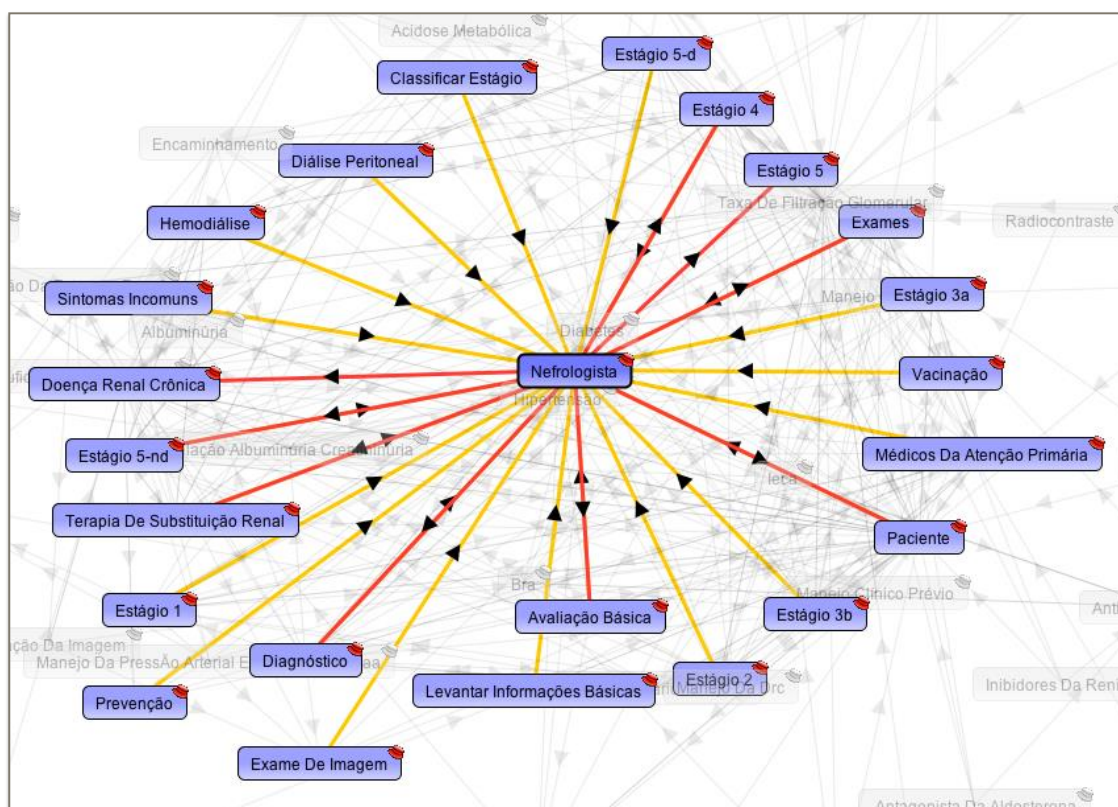


Figura 16 - Visão Geral dos Relacionamentos do Termo “Nefrologista” Ilustrados no Grafo

Fonte: Elaborada pelo autor..

Com relação a essa atividade, algumas críticas construtivas devem ser feitas à ferramenta C&L. Na funcionalidade de edição do Léxico, acredita-se que poderia ser oferecida a opção de realizar o *download* das tabelas contendo as descrições e classificações dos termos, de modo a facilitar em alguns momentos a validação por parte dos médicos, principalmente quando esses profissionais não dispõem de internet em seus locais de atuação, não tendo assim acesso através de dispositivos eletrônicos às descrições dos termos do LAL. Acredita-se então que se tivesse um modo mais fácil de gerar um documento contendo essas tabelas, os médicos poderiam realizar a verificação e assim o *feedback* para o processo de validação poderia ocorrer também independente do acesso à internet. Com relação ao grafo gerado, a crítica está relacionada à organização automática dos nós, pois quando o léxico possui muitos termos ocorrem erros em que os termos ficam sobrepostos a outros, sendo necessário uma organização manual. Por último, apesar de ter sido

descrito nos trabalhos de Bretiman (2005) e Felicíssimo et al. (2003a, 2003b), ainda não se encontra disponível a opção gerar de forma automática a ontologia a partir do termos descritos no Léxico, o que poderia ter facilitado o trabalho.

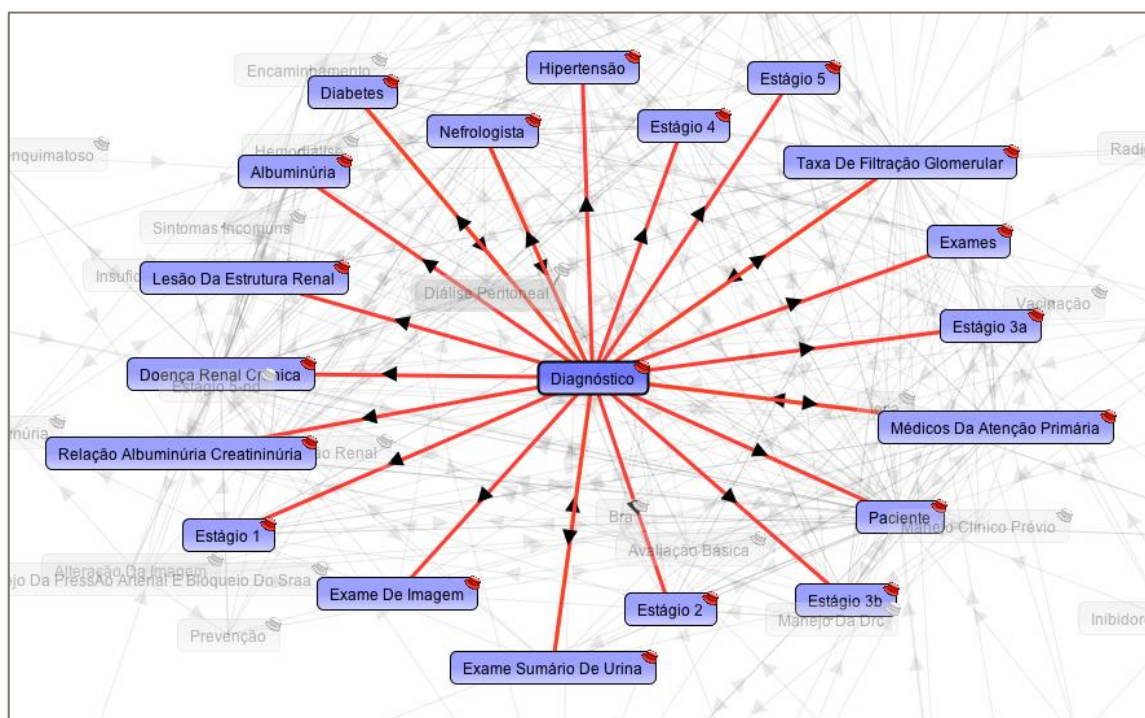


Figura 17 - Visão Geral dos Relacionamentos do Termo “Diagnóstico” Ilustrados no Grafo

Fonte: Elaborada pelo autor.

O uso do Léxico Ampliado da Linguagem auxiliou na classificação dos termos, se mostrando um bom método para auxiliar na tarefa de modelagem e validação dos conceitos e relacionamentos, elicitados na etapa de Aquisição do conhecimento. O próximo passo foi realizar o processo de mapeamento dos termos do Léxico em conceitos da ontologia, onde foram identificados quais termos deveriam ser modelados como classes, propriedades ou axiomas. Nesse passo, observou-se que a utilização do LAL facilitou o mapeamento para os conceitos da ontologia, tornando-o um processo semi-automático.

7.3 Formalização e Implementação da Ontologia OntoDecideDRC

Após a conclusão do Léxico, o próximo passo foi realizar o processo de mapeamento dos termos descritos em primitivas básicas da ontologia, isto é, classes, propriedades, hierarquia (de conceitos), restrições e axiomas. Só ao fim desse processo, é que foram concluídas as etapas de conceitualização, formalização e implementação da OntoDecideDRC. A ontologia foi desenvolvida na linguagem *OWL*, mais especificamente em *OWL-DL*, utilizando a ferramenta *Protégé* como o editor.

A *Web Ontology Language (OWL)*, desenvolvida e recomendada pela *W3C* para apoiar a construção de ontologias para a infraestrutura da Web Semântica, foi escolhida por permitir que as informações contidas em documentos pudessem ser interpretadas por máquinas e não apenas por humanos, sendo capaz de descrever formalmente e explicitamente os conceitos de um domínio de interesse, bem como as relações entre eles. Diante das três sublínguas que a linguagem *OWL* fornece, a justificativa para a seleção de *OWL DL* como a linguagem de desenvolvimento da OntoDecideDRC reside nos fatos observados por Horridge et al. (2007), em que o autor afirma que a *OWL DL* é linguagem expressiva e passível de raciocínio automatizado, e que esse raciocínio automático auxiliaria a calcular a hierarquia de classificação e verificar a existência de inconsistências na ontologia. A *OWL DL* (*DL* é o acrônimo para lógica de descrição) tem como base a lógica descritiva, que pertence à lógica de primeira ordem e é utilizada para aqueles usuários que desejam uma expressividade maior do que a oferecida pelo *OWL Lite* e que consiga ter decidibilidade computacional. Apesar da *OWL Full* ser empregada para se obter a máxima expressividade da linguagem *OWL*, segundo Bastos (2013), essa completude da linguagem a torna indecidível, não permitindo uma inferência computacional de todos os seus recursos, e por esse fato não foi escolhida como linguagem de implementação para OntoDecideDRC.

Foi escolhida a ferramenta *Protégé* por ser, segundo Bastos (2013) e Bretiman (2005), considerada uma das melhores e mais utilizada ferramenta para a construção e edição de ontologias, fato também reforçado pela quantidade de trabalhos que a utilizam, visto em Mota et al. (2014). O *Protégé* foi originalmente desenvolvido pelo grupo de modelagem do conhecimento em informática médica da

universidade de Stanford (MUSEN et al., 2016), como solução para aquisição de conhecimento para aplicações biomédicas, porém, tornou-se uma plataforma independente de domínio de aplicação, sendo um ambiente extensível e integrado para edição e construção de ontologias para sistemas baseados no conhecimento. O plug-in *OWL* permite que ontologias para a web semântica possam ser desenvolvidas nessa ferramenta, porém, por mais que esse plug-in não faça distinção entre a edição de ontologias *OWL-Lite* e *OWL DL*, no entanto, não suporta ou permite ontologias com a expressividade da *OWL-Full*. Por isso, durante a produção da ontologia houve uma preocupação extra com relação à modelagem semântica, para que durante o desenvolvimento a ontologia OntoDecideDRC não passasse de *OWL DL* para o *OWL Full*.

Nesse trabalho de mestrado, o mapeamento dos termos do Léxico para conceitos de ontologia foi realizado baseando-se no algoritmo proposto por Breitman e Leite (2004) e o desenvolvimento da ontologia, o guia prático de construção de ontologias *OWL* no *Protégé*, proposto por Horridge et al. (2007). Nessa seção foi descrito o passo a passo de forma conceitual da metodologia utilizada, tendo como intuito apenas apresentar ao leitor as escolhas e definições para a modelagem semântica da OntoDecideDRC, onde foram apresentados exemplos teóricos com objetivo de melhorar a compreensão. Vale ressaltar que apesar desses exemplos estarem na forma de tabelas e texto, os procedimentos os quais eles ilustram foram realizados diretamente na ferramenta de edição de ontologia. A ontologia completa foi descrita na seção 7.4.

Resumidamente, o algoritmo proposto por Breitman e Leite (2004) propõe que o mapeamento seja realizado da seguinte forma: Os termos do Léxico classificados como do tipo **objeto** e **sujeito** foram mapeados em classes da ontologia; Os termos classificados em **verbo** foram mapeados para propriedades; Os termos classificados como do tipo **estado**, dependendo de sua importância relativa para a ontologia, foram mapeados para classes ou propriedades; A **Noção** de cada termo foi mapeada como descrição da respectiva classe; Através da lista de **Impactos** de cada termo do Léxico, foram mapeados os **verbos** em propriedades e os **predicados** em restrições das classes. Porém, durante a execução desse trabalho algumas etapas foram executadas de forma diferente. O algoritmo completo pode ser visto no Quadro 12 e passos realizados foram descritos a seguir.

Quadro 12 - Algoritmo Utilizado no Processo de Mapeamento do Léxico para a Ontologia OntoDecideDRC

Algoritmo para o processo de Mapeamento do Léxico para a ontologia	
1.	Listar os termos alfabeticamente de acordo com seu tipo (verbo, objeto, sujeito ou estado).
2.	Fazer três listas: Propriedades, Classe e Axiomas. Na lista de classes cada entrada terá um nome, descrição (linguagem natural) e uma lista contendo zero ou mais restrições (função que relaciona a classe em questão a outras, de maneira não taxonômica). As entradas na lista de axiomas terão nomes (labels) somente.
3.	Utilizando a lista de símbolos do Léxico classificados como sujeito ou objeto, para cada termo:
3.1	Adicione uma nova classe à lista de classes. O nome da classe é o símbolo do Léxico propriamente dito. A descrição da classe é a noção do termo.
3.1.1	Para cada impacto:
3.1.1.1	Checar se já faz parte da lista de propriedades da ontologia.
3.1.1.2	Caso não faça parte da lista (a propriedade ainda não existe), adicionar uma nova propriedade na lista (de propriedades). O nome da propriedade deve ser baseado no verbo utilizado para descrever o impacto.
3.1.1.2.1	Verificar consistência.
3.1.1.3	Na lista de classes adicionar uma nova restrição para a classe em questão. A restrição é formada pela classe + a propriedade (definida verbo em 3.1.1.1) + a classe relacionada (esta classe é o objeto direto/indireto do verbo utilizado no impacto do símbolo do Léxico. Usualmente é um termo do próprio léxico e aparece sublinhado).
3.1.1.4	Checar se existem indicativos de negação no vocabulário mínimo que relacionem duas ou mais classes. Verificar se estas classes possuem um relacionamento do tipo disjuntas (exemplo macho e fêmea).
3.1.1.4.1	Se verdadeiro, adicionar o disjoint à lista de axiomas.
3.2	Verificar consistência.
4.	Utilizando a lista de símbolos classificados como tipo verbo, para cada termo:
4.1	Checar se já faz parte da lista de propriedades da ontologia.
4.1.1	Caso não faça parte da lista (a propriedade não existe), adicione uma nova propriedade na lista (de propriedades). O nome da propriedade é o símbolo do léxico propriamente dito.
4.1.1.1	Verificar consistência.
5.	Utilizando a lista de símbolos classificados como tipo estado, para cada termo:
5.1	Para cada impacto:
5.1.1	Tentar identificar a importância relativa do termo para a ontologia.
5.1.2	Checar se existem indicativos de negação no vocabulário mínimo que relacionem duas ou mais classes. Verificar se estas classes possuem um relacionamento do tipo disjunto (exemplo macho e fêmea) .
5.1.2.1	Se verdadeiro, adicionar o disjoint à lista de axiomas.

5.2 Caso o termo seja central a ontologia, classifique-o como classe.
5.3 Caso contrário (o termo não é central para a ontologia) classifique-o como propriedade.
5.4 Verificar consistência.
6. Quando todos os termos tiverem sido adicionados à ontologia,
6.1 Checar se existem conjuntos de classes que compartilham restrições idênticas ou muito similares.
6.1.1 Para cada conjunto de classes identificado, construir uma lista de classes separada.
6.1.2 Buscar na ontologia outras classes que façam referência a todos os membros desta lista
6.1.2.1 Se não forem encontrados, buscar na noção e no impacto de cada membro da lista de conceitos tentando identificar um termo comum do vocabulário mínimo
6.1.3 Construir uma hierarquia de classes em que todos os membros da lista de classes sejam uma subclasse da classe encontrada em 6.1.2.
6.1.4 Verificar consistência

Fonte: Breitman e Leite (2004).

As primeiras etapas do algoritmo foram relacionadas ao processo de inclusão de novos elementos na ontologia. Dependendo do tipo, o procedimento realizado para inclusão foi diferenciado, pois para certos tipos como o tipo *sujeito*, por exemplo, a inclusão foi automática, de modo que o termo foi classificado e adicionado ao modelo semântico como classe da ontologia, já para os termos do tipo estado foi necessária a intervenção do autor para decidir se deveriam ser modelados como classe ou como propriedade. Seguindo o algoritmo, foi criada uma lista contendo todos os termos do Léxico organizados alfabeticamente de acordo com seu tipo (verbo, objeto, sujeito ou estado). Deste modo, foi criado o Quadro 13 organizando os 79 termos do Léxico de acordo com os tipos em que foram classificados.

Quadro 13 - Lista dos Termos do Léxico Organizados Conforme o Tipo

Verbo	Objeto		Estado	Sujeito
<i>Avaliação Básica</i>	<i>Afro-Americanos</i>	<i>Insulinas</i>	<i>Acidose Metabólica</i>	<i>Médicos da Atenção Primária</i>
<i>Classificar Estágio</i>	<i>Aminoglicosídeos</i>	<i>Macrolídeo</i>	<i>Albuminúria</i>	<i>Nefrologista</i>
<i>Diagnóstico</i>	<i>Anagésicos</i>	<i>Medicamentos para Diabetes</i>	<i>Alteração da Imagem</i>	<i>Paciente</i>

Verbo	Objeto		Estado	Sujeito
Encaminhamento	Antagonista da Aldosterona	Melfalan	Anemia	
Levantar Informações Básicas	Anti-Hipertensivos	Metformina	Dano Renal Parenquimatoso	
Manejo Clínico Prévio	Anti-Inflamatórios Não Hormonais	Metotrexate	Diabetes	
Manejo da DRC	Antibióticos	Opióides	Diálise Peritoneal	
Manejo da Ingestão Proteica	Anticoagulantes	Penicilina	Doença Renal Crônica	
Manejo da Pressão Arterial e Bloqueio do Sraa	Antifúngicos	Quimioterápicos	Estágio 1	
Manejo do Estilo de Vida	Beta-Bloqueadores	Radiocontraste	Estágio 2	
Manejo Glicêmico	BRA	Redutores de Colesterol	Estágio 3A	
Manejo Ingestão de Sal	Cisplatina	Relação Albuminúria Creatininúria	Estágio 3B	
Manejo Ingestão de Sal	Digoxina	Sintomas Incomuns	Estágio 4	
Prevenção	Estatinas	Sulfoniluréias	Estágio 5	
	Exame de Imagem	Taxa de Filtração Glomerular	Estágio 5-D	
	Exame Sumário De Urina	Tetraciclinas	Estágio 5-ND	
	Exames	Warfarina	Hemodiálise	
	Fenofibrato		Hipertensão	
	Fluorquinolona		Insuficiência Renal Aguda	
	Grupo de Risco		Lesão da Estrutura Renal	
	Heparina de Baixo Peso Molecular		Proteinúria	
	IECA		Terapia de Substituição Renal	
	Inibidores da Renina		Vacinação	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em paralelo, foram então criadas três listas. A primeira foi composta pelas classes, onde para cada classe foi definido um nome, sua descrição (em linguagem natural) e uma lista contendo suas restrições, relacionando a classe em questão a outras classes. Na segunda e terceira foram adicionados, respectivamente, as propriedades e os axiomas da ontologia. É importante deixar explícito que foram realizadas verificações de consistência a cada inclusão de um novo elemento à ontologia, como medida para identificar problemas o mais cedo possível. Essas verificações foram realizadas utilizando a máquina de inferência Hermit, um *reasoner* para ontologias escritas em OWL que vem integrada ao *Protégé*.

O primeiro passo realizado para adicionar elementos à ontologia, foi adicionar na lista de classes cada termo da lista de símbolos do Léxico classificado como sujeito ou objeto. Os nomes dessas classes foram os mesmos dos termos e suas descrições foram suas respectivas *Noções*. Por exemplo, com relação a esse primeiro passo o termo Nefrologista foi adicionado conforme o demonstrado no Quadro 14.

Quadro 14 - Definição Do Nome E Descrição Da Classe Nefrologista

Classe	Propriedades	Axiomas
Nome: Nefrologista.		
Descrição : É uma especialidade do âmbito da Medicina Interna que se dedica ao diagnóstico e ao tratamento das doenças do rim.		
Restrição:		

Fonte: Elaborado pelo autor.

O segundo passo foi dar início à verificação dos *Impactos* relacionados a cada termo adicionado na lista de classe, para a identificação de novos elementos para a ontologia. Nesse passo, os verbos utilizados para descrever os impactos relacionados aos termos do LAL, do tipo sujeito e objeto, foram mapeados como propriedades. Mais especificamente, para cada impacto foi realizado uma checagem se o verbo que o descrevia já fazia parte da lista de propriedades da ontologia, caso essa propriedade ainda não existisse, ela deveria ser então adicionada como uma

nova propriedade na respectiva lista. Por exemplo, o termo Nefrologista possui como um dos Impactos “*Tratar o estágio 4*”, nesse caso, a propriedade “*Trata*” foi adicionada à lista. Deste modo, quando próximo o impacto “*Tratar o estágio 5-ND*” foi analisado, nenhum elemento foi incluído na lista, pois a propriedade “*Trata*” já estava adicionada. A primeira propriedade identificada no Impacto relacionado ao termo Nefrologista foi adicionada à lista conforme o demonstrado no Quadro 15.

Quadro 15 - Inclusão Da Propriedade “Trata”

Classe	Propriedades	Axiomas
Nome: Nefrologista. Descrição : É uma especialidade do âmbito da Medicina Interna que se dedica ao diagnóstico e ao tratamento das doenças do rim. Restrição:	Trata;	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar de os nomes das propriedades serem baseados nos verbos utilizados para descrever os impactos, não foi utilizada exatamente a mesma grafia e tempo verbal. Segundo Breitman (2005), não existe um padrão ou prática definida, a decisão do tempo verbal a ser utilizado, bem como a grafia da propriedade, depende inteiramente de quem está fazendo a modelagem. De modo a manter a consistência, é recomendado cadastrar as propriedades utilizando o tempo verbal de acordo com o que se deseja representar, por exemplo, foi escolhida a grafia “*Trata*” pelo fato da frase “Nefrologista trata Estágio 4” ser mais conveniente do que “Nefrologista tratar Estágio 4”.

Após definida a propriedade, a próxima atividade realizada foi a definição e adição da restrição da classe. Porém, para ser possível a construção de algumas restrições, em certos casos, foram necessárias verificações e identificações de classes ainda não cadastradas no restante do corpo do Impacto. Por exemplo, no caso do Impacto “*Tratar o estágio 4*”, antes de incluir a restrição “*Nefrologista + trata + Estágio 4*” utilizando a propriedade recém incluída “*trata*”, foi preciso adicionar na lista de classes o elemento “*Estágio 4*” e a sua definição (Noção do termo no LAL).

Dessa forma, foi cadastrado o primeiro Impacto relacionado ao termo Nefrologista. Esse segundo passo foi realizado novamente para cada impacto restante. No Quadro 16, é apresentado como ficaram as três listas após a análise do quarto impacto do termo Nefrologista.

Quadro 16 - Inclusão de Restrições à Classe Nefrologista

Classe	Propriedades	Axiomas
Nome: Nefrologista. Descrição : É uma especialidade do âmbito da Medicina Interna que se dedica ao diagnóstico e ao tratamento das doenças do rim. Restrição: - trata <u>Estágio 4</u>; - trata <u>Estágio 5-ND</u>; - trata <u>Estágio 5-D</u>; - solicita <u>Exames</u>	Solicita; Trata;	
Nome: Estágio 4; Descrição : Paciente com TFG entre 15 a 29 mL/min/1,73m ² Restrição:		
Nome: Estágio 5-ND. Descrição: Paciente com TFG menor que 15 mL/min/1,73m ² em paciente que não está em TRS Restrição:		
Nome: Estágio 5-D. Descrição: Pacientes com TFG menor a 10 mL/min/1,73m ² . Restrição:		
Nome: Exames. Descrição: É um termo das ciências da saúde para se referir aos métodos para identificar os sinais de uma doença. Restrição:		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esse processo se repetiu até que todos os termos classificados como sujeito e objeto tenham sido cadastrados na lista. Após terminada essa etapa, o próximo passo foi iniciar o processo de mapeamento relacionado aos termos classificados no LAL com o tipo verbo.

Nessa nova etapa, o algoritmo de Breitman e Leite (2004) recomenda que cada verbo classificado na lista de símbolos do LAL fosse mapeado como propriedade da ontologia, porém, esse passo não foi seguido nesse trabalho. Pelo fato de todos esses termos estarem relacionados a definições do domínio, ou seja, por se tratarem de sentenças contendo uma semântica muito forte, envolvendo classes e propriedades do próprio domínio, optou-se por representar todos os termos classificados como verbos na forma de classes e realizar novamente os passos anteriores.

A próxima etapa é mais subjetiva, está relacionada à inclusão dos itens da lista de símbolos classificados no tipo estado. Conforme indicado por Breitman (2005), para cada termo foi analisada a sua importância relativa com relação ao domínio e escopo definidos para esse trabalho de dissertação. Ao final da análise, foi decidido que todos os termos cadastrados como estado também deveriam ser mapeados como classes da ontologia, por motivos similares aos descritos anteriormente.

Ao fim da inclusão de todos os itens do léxico, foi realizada uma checagem final para verificar condições de negação relacionando duas ou mais classes, ou seja, para garantir a consistência foram realizadas verificações e definições de relacionamentos do tipo disjunto entre certas classes. Por exemplo, um paciente não pode estar no “Estágio 1”, ao mesmo tempo em que está no “Estágio 2”, ou nos demais, logo, todas as classes que representam os estágios da DRC foram definidas como disjuntas entre si. Outro passo para a finalização dessa etapa de inclusão de elementos foi a verificação dos axiomas da ontologia, ou seja, de sentenças válidas para todas as classes ou para um grande grupo. Esses axiomas foram compostos baseados nas regras de produção identificadas no Capítulo anterior e por impactos que apareceram repetidamente nos termos do LAL. Foram também identificados outros axiomas com a ajuda do HerMiT, que deduziu axiomas existentes a partir de classes, propriedades e relacionamentos representados pela OntoDecideDRC. Os

axiomas foram representados na ontologia através de sentenças utilizando propriedades, classes e operadores lógicos.

Uma diferença essencial entre as representações do Léxico e da Ontologia é a estrutura em que a informação está organizada. No Léxico, a informação está contida em um plano, enquanto que nas ontologias está disposta em hierarquias. Pelo fato de que as representações do LAL não descreverem as hierarquias de forma explícita, como as ontologias que tem uma estrutura arborescente, foi necessário identificar manualmente os relacionamentos hierárquicos no processo de mapeamento do LAL para ontologia. Ou seja, nessa última etapa foi realizada a análise da ontologia de modo a identificar conceitos que pudessem ser relacionados hierarquicamente.

O primeiro passo para a definição da hierarquia foi escolher qual estratégia seria utilizada. No Método 101, é proposta por Natalya Noy e McGuinness (2001) a utilização de uma das duas estratégias: *top-down* (Topo-para-Baixo) ou *bottom-up* (Baixo para Cima). Apesar de a *top-down* ser mais utilizada, segundo Breitman (2005), por remeter à maneira como os problemas são resolvidos, de acordo com a natureza do Léxico e do seu mapeamento para conceitos de ontologia, foi utilizada nessa pesquisa a estratégia *bottom-up*, onde foram definidos primeiramente os conjuntos de termos mais específicos para depois identificar possíveis agrupamentos. Outro fator motivacional para o uso da estratégia *bottom-up* foi que, de acordo com o Método 101 descrito em Breitman (2005), a utilização da estratégia *bottom-up* permitiria a visão total dos conjuntos de termos da ontologia, diminuindo o risco de ter que fazer escolhas de decomposições muito cedo no processo que, de maneira geral, resultaria em ontologias mais balanceadas e organizadas.

Após a inclusão das classes, propriedades e axiomas na ontologia, todas as classes estavam dispostas em um único nível, os grupos foram então organizados seguindo uma estratégia de generalização, onde uma classe mais genérica foi escolhida como superclasse, para conceitos mais específicos. A estratégia de generalização utilizada foi o agrupamento de classes que possuíam restrições idênticas ou muito similares. De acordo com essa estratégia, para cada agrupamento foi criada uma hierarquia de classes em que todos os membros desse agrupamento subclasse de uma classe pai definida conforme com as restrições. Por

exemplo, as classes “*Manejo Clínico Prévio*”, “*Manejo da Ingestão Protéica*”, “*Manejo da Pressão Arterial*”, “*Manejo do Estilo de Vida*”, “*Manejo Glicêmico*” e “*Manejo Ingestão de Sal*” por possuírem restrições e natureza parecida, através da estratégia de generalização, tornaram-se subclasses da classe “*Manejo Clínico*”. A fim de tornar a ontologia mais organizada com relação aos seus conceitos, também foram realizadas criações de classes que englobassem as classes disjuntas. Por exemplo, dada as classes disjuntas “*Estágio 1*”, “*Estágio 2*”, “*Estágio 3A*”, “*Estágio 3B*”, “*Estágio 4*”, “*Estágio 5-ND*” e , “*Estágio 5-D*”, foi criada uma classe pai chamada “*Classificação da DRC*”. A hierarquia final das classes da ontologia pode ser vista com mais detalhes na próxima seção.

Nessa seção optou-se por mostrar de forma abstrata o mapeamento dos termos do LAL para os conceitos da OntoDecideDRC, uma vez que, o intuito foi apresentar como o autor do trabalho chegou às decisões de modelagem dos fatos. Esse trabalho não teve como foco ilustrar ao leitor os passos e como foi utilizada a ferramenta *Protégé* para construir a ontologia. A ontologia completa e a descrição dos seus termos serão apresentados a seguir.

7.4 A Ontologia OntoDecideDRC

Ao final do processo de mapeamento foi concluída a construção OntoDecideDRC, uma base de conhecimento cujos conceitos de classes e propriedades forneceram subsídios para o Suporte à Decisões Clínicas relacionadas ao diagnóstico, estadiamento e encaminhamento de pacientes com DRC. Outras contribuições da construção dessa ontologia estão relacionadas à estruturação e compartilhamento da informação, pois pelo fato da ontologia estar descrita em um formato capaz de ser processado por computadores, torna-se possível a realização de inferências e suposições explícitas a partir do contexto em que as informações foram representadas, além de permitir o reúso e extensão do conhecimento deste domínio para outros propósitos.

Com o objetivo de auxiliar os médicos da atenção primária e nefrologistas na resolução de problemas relacionados à tomada de decisão, a OntoDecideDRC fornece informações sobre: os procedimentos de diagnóstico e estadiamento da DRC; o momento correto para o encaminhamento de pacientes para os especialistas

em Nefrologia. Ao final, a ontologia acabou por englobar também técnicas de manejo clínico básicas relacionadas a pacientes com Doença Crônica Renal. A OntoDecideDRC é composta por 184 classes e possuiu propriedades de objeto, dados e anotação. Segundo a métrica da ferramenta *Protégé*, a OntoDecideDRC possui o número de 1240 axiomas, sendo 479 a contagem dos axiomas lógicos. Com relação à expressividade da sua lógica de descrição, o *Protégé* classificou a ontologia como “*SHIF(D)*” por possuir intersecção de conceitos, restrições universais, classes disjuntas, conceitos complexos de negação, propriedades inversas, propriedades funcionais, propriedades de dados, entre outras características. O conjunto de métricas pode ser visto na Figura 18. Nas próximas subseções foram descritas as classes, propriedades e a hierarquia de conceitos da OntoDecideDRC.

Ontology metrics:	
Metrics	
Axiom	1240
Logical axiom count	479
Class count	184
DL expressivity	SHIF(D)
Class axioms	
SubClassOf axioms count	357
EquivalentClasses axioms count	0
DisjointClasses axioms count	10
GCI count	0
Hidden GCI Count	0

Figura 18 - Métricas Relacionadas à OntoDecideDRC Obtidas na Ferramenta Protégé

Fonte: Elaborada pelo autor.

7.4.1 Classes da Ontologia

A OntoDecideDRC é composta por 13 classes principais, onde onze dessas classes possuem várias subclasses. Cada classe principal foi descrita abaixo,

apresentando suas respectivas subclasses, hierarquia e características. No Apêndice D é possível ver a hierarquia completa da *OntoDecideDRC*. A hierarquia de classes e seus respectivos relacionamentos foram definidos buscando representar as regras de decisão, definidas no Capítulo 6. Para melhorar a compreensão, durante a descrição foram utilizados os *labels* em vez dos nomes das classes da *OntoDecideDRC*. Note que diferentemente dos nomes que definem as classes, a grafia dos *labels* está mais próxima da língua portuguesa, sendo em alguns utilizados acentos e espaço, o que por costume não se utiliza a definição dos nomes de classes. Então, por exemplo, em vez de utilizar nomes como “Classificação_da_DRC”, foram utilizados nomes “Classificação da DRC”. As principais classes e grupo de classes foram modelados da seguinte forma:

- **Classes (*Paciente*) e (*Informações Básica*):** Essa classe representa o paciente e as informações básicas necessárias para que os médicos possam chegar às decisões corretas. A classe “*Informações Básicas*” possui as seguintes subclasses: “*Cor da Pele*”, “*Pressão Arterial*”, “*Peso Corporal*”, “*Altura*”, “*Gênero*”, “*Tempo*” e “*Idade*”. Na Figura 19 é apresentada a hierarquia da classe “*Paciente*”.
 - A classe “*Cor da Pele*” busca representar a informação sobre tonalidade da pele, logo possui como subclasses as classes “*Branca*”, “*Parda*” e “*Afro-Americanos*”, disjuntas entre si. Em que a classe “*Afro-Americanos*” também está relacionada com a classe “*Grupo de Risco*”, por ser considerado por algumas diretrizes um fator de risco para a DRC.
 - A classe “*Gênero*” busca representar qual o sexo do paciente, logo possui como subclasses a classe “*Feminino*” e a sua classe disjunta “*Masculino*”.
 - A classe “*Idade*”, como o próprio nome já diz, busca representar a informação sobre a faixa etária do paciente, logo possui como subclasses as classes “*Prematuro*”, “*Criança com Menos de 5*

anos” [Até 5 anos], “Criança” [entre 5 e 10 anos], “Adolescente” [entre 11 e 19 anos], “Adulto” [entre 20 e 59 anos] e “Idoso” [maior que 60 anos], também disjuntas entre si.

- A classe “Peso Corporal”, como o próprio nome já diz, busca representar a informação do peso do paciente. A classe “Pressão Arterial” representa os valores aferidos da pressão arterial do paciente. Por fim, a classe “Tempo”, que possui como subclasse a classe “Maior igual que 3 meses”, representou a métrica de tempo que um paciente possui um sintoma ou condição, sendo um pré-requisito importante para o diagnóstico da DRC.

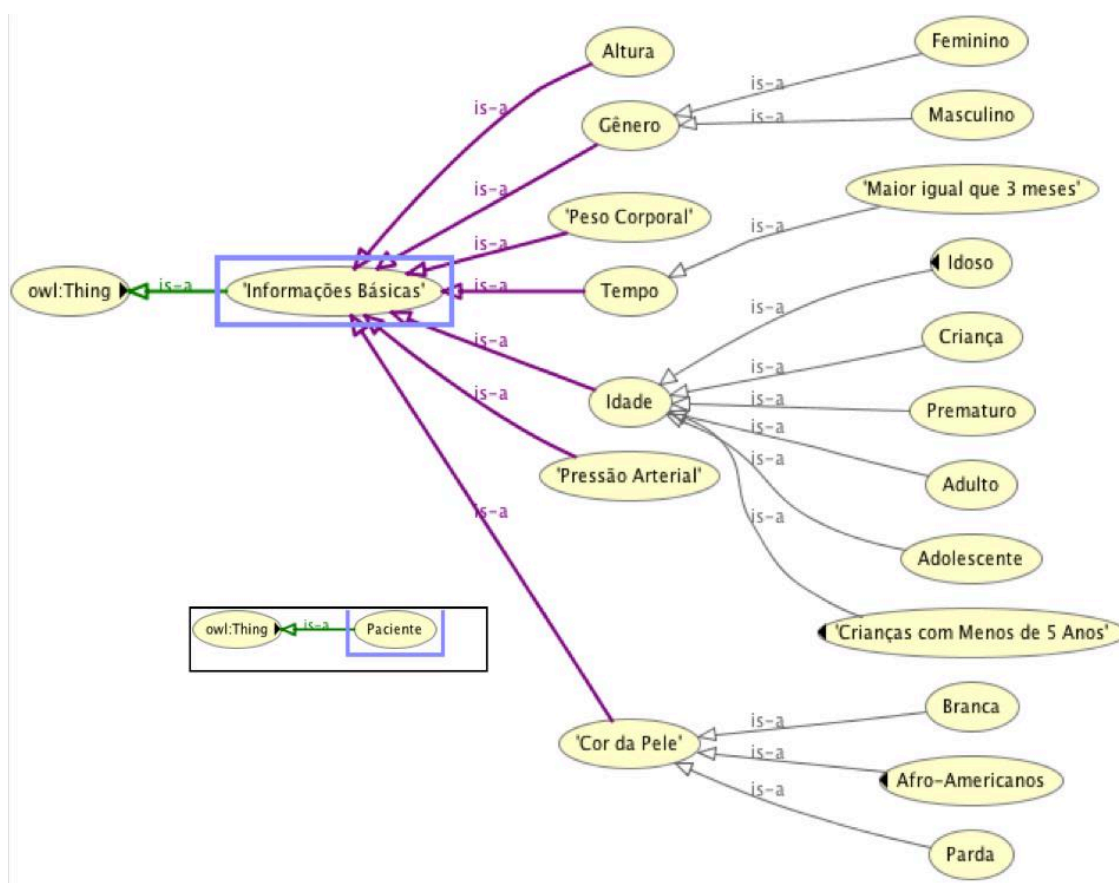


Figura 19 - Hierarquia das Classes “Paciente” e “Informações Básicas”

Fonte: Elaborada pelo autor.

- **Classe (DRC):** Essa classe descreve os conceitos básicos da Doença Renal Crônica, informando os requisitos necessários para que um paciente seja diagnosticado com a DRC. A classe “DRC” possui relacionamento com a classe “Fatores de Risco”, indicando os principais fatores de risco que devem serem observados e levados em conta para realizar o diagnóstico da DRC. Possui também relacionamentos com as classes “Médicos da Atenção Primária” e “Nefrologista”, indicando que os dois tipos de médicos estão hábeis a realizar o diagnóstico, e relacionamentos com a classe “Exames”, informando quais os exames podem serem utilizados para identificar a doença. Na Figura 20 é apresentada a hierarquia da classe “DRC”.



Figura 20 - Hierarquia da Classe “DRC”

Fonte: Elaborada pelo autor.

- **Classe (Encaminhamento):** Essa classe fornece informações sobre quais os momentos e condições em que devem ser realizados os encaminhamentos dos pacientes para o médico nefrologista, a fim de auxiliar a reverter, retardar ou prevenir a progressão da DRC. Na Figura 21 é apresentada a hierarquia da classe “Encaminhamento”.

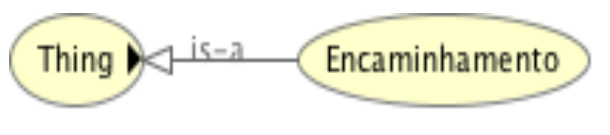


Figura 21 - Hierarquia da Classe “Encaminhamento”

Fonte: Autoria Própria.

- **Classe (Médico):** Essa classe representa os tipos de médicos que essa abordagem semântica de apoio à decisão clínica visa auxiliar, fornecendo

informações sobre quais estágios cada tipo de médico deve tratar e sobre as restrições a procedimentos relacionados a cada tipo de médico. A classe “Médico” possui como subclasses as classes “*Médicos da Atenção Primária*” e “*Nefrologista*”, sendo elas disjuntas entre si. A classe “Médico” possui relacionamento com a classe “*DRC*”, indicando que os médicos devem realizar os procedimentos de diagnóstico e estadiamento da doença, e possui relacionamento com a classe “*Exames*”, indicando quais os exames devem ser solicitados para realizar esses procedimentos. A fim de indicar quais estágios estão relacionados a cada tipo de médico, a subclasse “*Médicos da Atenção Primária*” se relaciona com as classes “*Estágio 1*”, “*Estágio 2*”, “*Estágio 3A*” e “*Estágio 3B*” e a subclasse “*Nefrologista*” possui relacionamento com as classes “*Estágio 4*”, “*Estágio 5D*” e “*Estágio 5ND*”. A subclasse “*Nefrologista*” ainda possui relacionamento com a classe “*Terapia de Substituição Renal*” informando que apenas os nefrologistas estão hábeis a solicitar e realizar esse tipo de procedimento. Na Figura 22 é apresentada a hierarquia da classe “*Médico*”.

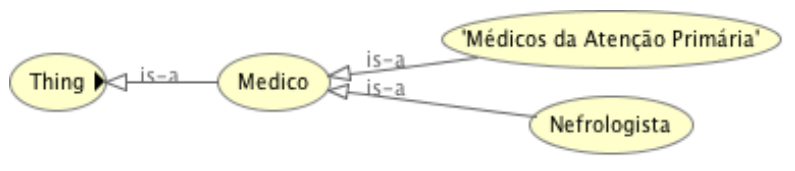


Figura 22 - Hierarquia da Classe “Médico”

Fonte: Elaborada pelo autor.

- **Classe (Fórmulas):** Essa classe representa quais fórmulas os médicos devem utilizar para calcular a Taxa de Filtração Glomerular, importante para as atividades de diagnóstico, encaminhamento e estadiamento da DRC. Logo, a classe “*Fórmulas*” possui como subclasses as classes “*CKD-EPI*” e “*MDR Simplificada*”. Essas subclasses fornecem informações sobre as fórmulas e os atributos que são utilizados para o cálculo. Por exemplo, a classe “*CKD-EPI*” se relaciona com as classes “*Cor da Pele*”, “*Creatinina*”, “*Gênero*” e “*Idade*”, indicando que esses atributos são utilizados para calcular a TFG pela respectiva fórmula. Na Figura 23 é apresentada a hierarquia da classe “*Fórmulas*”.

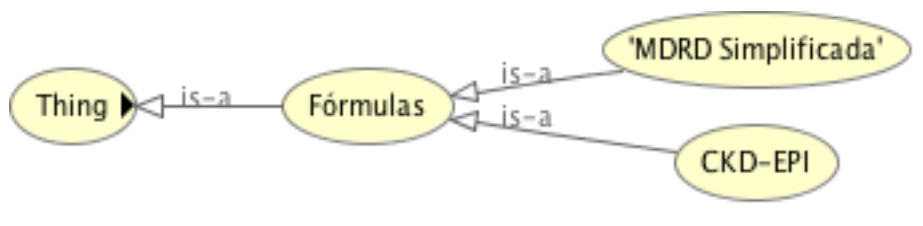


Figura 23 - Hierarquia da Classe “Fórmulas”

Fonte: Elaborada pelo autor.

- **Classe (Classificação da DRC):** Essa classe representa os estágios relacionados à DRC. Logo, essa classe possui como subclasses as classes “*Estágio 1*”, “*Estágio 2*”, “*Estágio 3A*”, “*Estágio 3B*”, “*Estágio 4*”, “*Estágio 5ND*” e “*Estágio 5D*”. Essas subclasses são disjuntas e fornecem informações sobre quais os valores de TFG que classificam cada estágio, sobre quais médicos são responsáveis por tratar cada estágio e quais os respectivos procedimentos que devem ser realizados. Na Figura 24 é apresentada a hierarquia da classe “*Classificação da DRC*”. Quanto aos relacionamentos comuns a todas as subclasses, todas se relacionam com as classes “*Manejo da Ingestão de Sal*”, “*Manejo da Ingestão Proteica*”, “*Manejo da Pressão Arterial e Bloqueio do SRAA*”, “*Manejo do Estilo de Vida*” e “*Manejo Glicêmico*”, por se tratarem de procedimentos padrões para todos os estágios. Quanto às diferenças entre as subclasses:
 - Como visto anteriormente, as classes “*Estágio 1*”, “*Estágio 2*”, “*Estágio 3A*” e “*Estágio 3B*” se relacionam com a classe “*Médicos da Atenção Primária*”, o que indica que esses estágios devem ser tratados pelos Médicos da Atenção Primária. Já as classes “*Estágio 4*”, “*Estágio 5ND*” e “*Estágio 5D*” se relacionam com a classe “*Nefrologista*”.
 - As classes “*Estágio 1*”, “*Estágio 2*”, “*Estágio 3A*”, “*Estágio 3B*”, “*Estágio 4*”, “*Estágio 5ND*” e “*Estágio 5D*” se relacionam, respectivamente, com as classes “*T1*”, “*T2*”, “*T3*”, “*T4*”, “*T5*” e “*T6*”. Esse relacionamento indica quais os valores da TFG que classificam a DRC nesses estágios.

- As classes “*Estágio 4*” e “*Estágio 5ND*” se relacionam com a classe “*Terapia de Substituição Renal*”, indicando que nesses estágios os médicos nefrologistas devem solicitar que os pacientes considerem a realização das terapias de substituição renal. Esse relacionamento não ocorre com a classe “*Estágio 5D*”, uma vez que essa classe está relacionada aos pacientes que já se encontram em TRS.

Figura 24 - Hierarquia da Classe “*Classificação da DRC*”

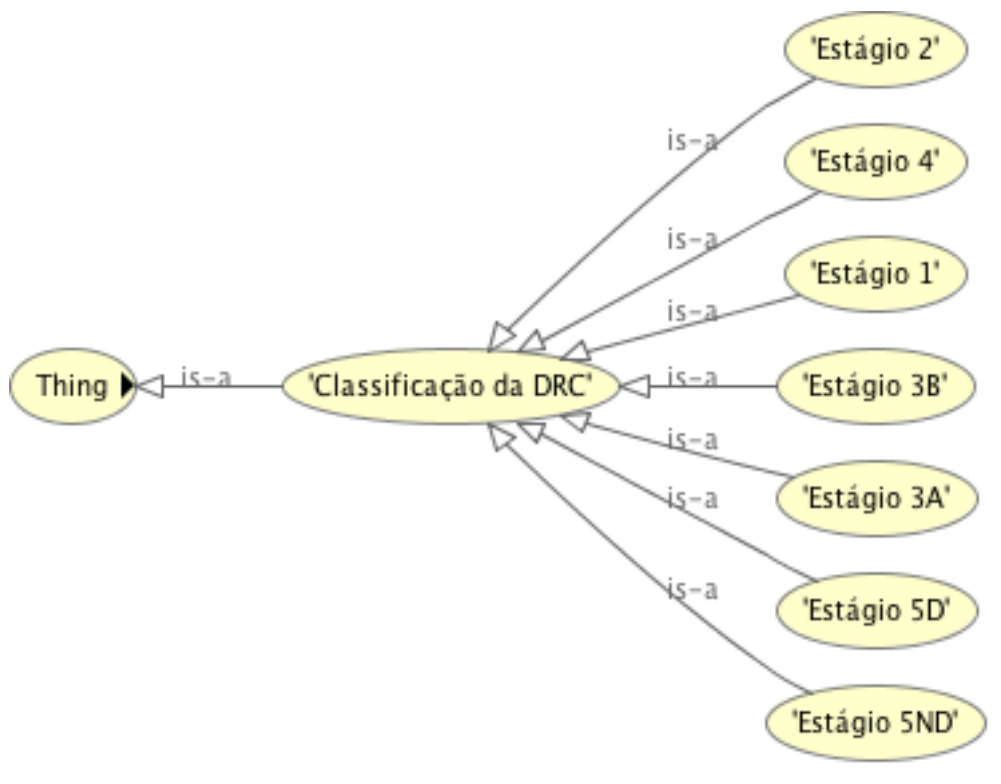


Figura 24 - Hierarquia da Classe “*Classificação da DRC*”

Fonte: Elaborada pelo autor.

- **Classe (Estratégias):** Essa classe representa as estratégias relacionadas ao tratamento e prevenção da DRC. Logo, a classe “*Estratégias*” possui como subclasses as classes “*Manejo Clínico Básico*” e “*Terapia de Substituição Renal*”. Na Figura 25 é apresentada a hierarquia dessas classes. Por ser uma atividade comum também às suas subclasses, a classe “*Estratégias*” possui

relacionamento com a classe “Informações Básicas”, uma vez que os médicos devem estar atentos às principais informações do pacientes, antes de realizar qualquer procedimento descrito por essas respectivas classes.

- A classe “*Manejo Clínico Básico*” representa as informações sobre os procedimentos clínicos básicos que devem ser realizados pelos médicos em pacientes com DRC, a fim de tratar elementos que estão diretamente relacionados com a progressão da DRC. O intuito de representar esse conhecimento foi o de fornecer informações importantes que auxiliariam a retardar a evolução da DRC. Essa classe possui relacionamentos com as classes “Médicos da Atenção Primária” e “Nefrologista”, indicando que os dois tipos de médicos podem realizar os procedimentos descritos, e com todas as classes que representam os estágios da DRC, indicando que os procedimentos descritos devem ser realizados em todos os estágios. A classe em questão possui como subclasses “*Manejo da Ingestão Proteica*”, “*Manejo da Pressão Arterial e Bloqueio do SRAA*”, “*Manejo Glicêmico*”, “*Manejo da Ingestão de Sal*”, “*Manejo do Estilo de Vida*” e “*Manejo Clínico Prévio*”. A subclasse “*Manejo Clínico Prévio*” merece um destaque, pois possui as informações sobre os procedimentos que devem ser realizados nos pacientes ainda não diagnosticados, a fim de identificar uma possível DRC. Logo, a classe “*Manejo Clínico Prévio*” se relaciona com a classe “*Vacinação*”, informando que os médicos devem solicitar que os pacientes atualizem o quadro de vacinas, se relaciona com as classes “*DRC*” e “*Classificação da DRC*”, indicando que nesse manejo os médicos devem diagnosticar e estadiar a doença, se relaciona com a classe “*Fatores de Risco*”, reforçando o fato de que os médicos devem verificar todos os fatores de risco relacionados aos pacientes, e por fim, se relaciona com as classes “*Exame Sumário de Urina*”, “*Relação Albuminúria Creatinúria*”, “*Taxa de Filtração Glomerular*” e “*Proteinúria*”, informando os exames básicos que

devem ser realizados para o diagnóstico, estadiamento e encaminhamento correto da doença.

- A classe “*Terapia de Substituição Renal*” foi criada para abranger os tratamentos para a insuficiência renal, possuindo assim como subclasses as classes “*Diálise Peritoneal*” e “*Hemodiálise*”, disjuntas entre si. Por ser comum às duas subclasses, a classe “*Terapia de Substituição Renal*” se relaciona com a classe “*Nefrologista*”, informando quais dos tipos de médicos está hábil para indicar esse tipo de terapia, e com as classes “*Estágio 4*”, “*Estágio 5ND*” e “*Estágio 5D*”, informando em quais estágios que são realizados ou devem ser indicados esse tipo de terapia.

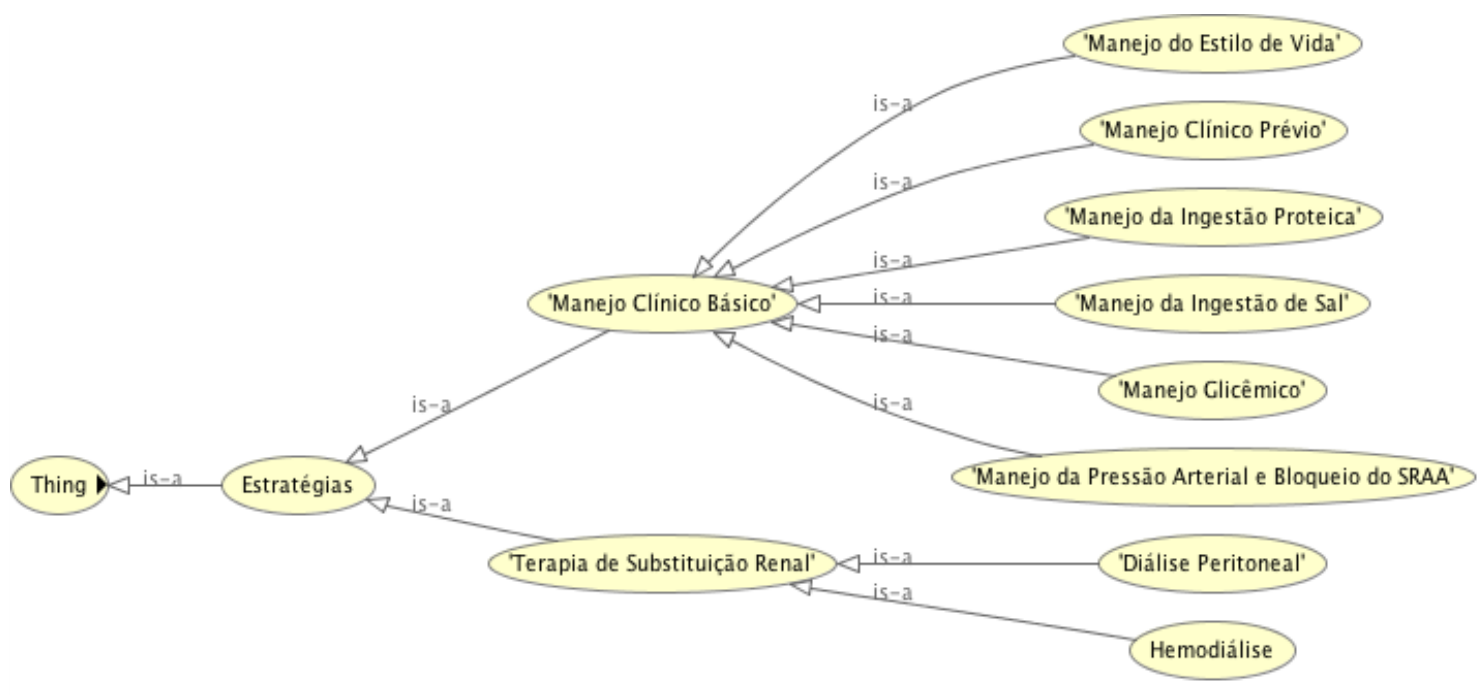


Figura 25 - Hierarquia da Classe “Estratégias”

Fonte: Elaborada pelo autor.

- **Classe (Exames):** Essa classe foi criada para abranger os exames utilizados para tomar decisões importantes relacionadas ao diagnóstico, estadiamento e encaminhamento de pacientes com DRC. Deste modo, a classe “*Exames*”

possui como subclasses as classes “*Albuminúria*”, “*Alteração de Imagem*” “*Creatinina*”, “*Exame Sumário de Urina*”, “*Proteinúria*”, “*Relação Albuminúria Creatinúria*” e “*Taxa de Filtração Glomerular*”. Essa classe possui relacionamento com a classe “*DRC*”, a fim de representar o fato que esses exames são importantes para a identificação da doença. Ela também possui relacionamentos indicando que devem ser solicitadas as informações básicas do paciente e que esses exames só podem ser solicitados por médicos. Na Figura 26 é apresentada a hierarquia da classe “*Exames*”. Com relação as suas subclasses:

- A classe “*Albuminúria*” representa informações sobre a presença de albumina na urina, esta relacionada com a classe “*Obesidade*”, indicando a forte relação com esse fator de risco. Relaciona-se também com a classe “*Lesão da Estrutura Renal*” de forma a representar o fato que a presença de Albuminúria é indicativo para esse tipo de lesão. A classe “*Relação Albuminúria Creatinúria*” representa informações sobre a pesquisa de albuminúria em amostra isolada de urina corrigida pela creatininúria, possuindo como subclasses “*A1*”, “*A2*” e “*A3*”, representando os possíveis valores do exame e quais ações que devem ser realizadas conforme cada valor. Por exemplo, as classe “*A2*” e “*A3*” estão relacionadas à classe “*Dano Renal Parenquimatoso*”, indicando que de acordo com esses valores existe a presença desse tipo de dano, a classe “*A3*” ainda está relacionada também a classe “*Encaminhamento*”, indicando que para esse valor o paciente deve ser encaminhado para o médico especialista na área.
- A classe “*Alteração da Imagem*” representa as alterações em exames de imagem como raios-X simples de abdome, ultrassonografia dos rins e vias urinárias ou tomografia e pode ser utilizadas para identificar lesão da estrutura renal em pacientes com DRC, através do relacionamento com a respectiva classe. Possui como subclasses o que pode ser identificado nesses

exames, como *“Cicatrizes Corticais”*, *“Estenose da Artéria Renal”*, *“Hidronefrose”*, *“Rins Policísticos”* e *“Sinais de Doença Infiltrativa”*.

- A classe *“Taxa de Filtração Glomerular”* representa informações sobre a TFG e como deve ser estimada, de acordo com o relacionamento com as classes *“MDRD Simplificada”* e *“CKD-EPI”*. Possui como subclasses *“T1”*, *“T2”*, *“T3”*, *“T4”*, *“T5”* e *“T6”*, representando os possíveis valores do exame e quais ações que devem ser realizadas conforme cada valor. Por exemplo, na classe *“T1”* existe um relacionamento indicando que o paciente com esse valor de TFG deve ser encaminhado para *“Estágio 1”*, esse relacionamento indicando seus respectivos estágios ocorre em cada subclasse. A partir da subclasse *“T4”* existe um relacionamento com a classe *“Acidose Metabólica”* e com a classe *“Encaminhamento”*, indicando que os pacientes com esses valores devem ser encaminhados para os médicos especialistas.

Figura 26 - Hierarquia da Classe “Exames”



Figura 26 - Hierarquia da Classe “Exames”

Fonte: Elaborada pelo autor.

- **Classe (Grau de Risco da DRC):** Essa classe foi criada para representar as probabilidades de risco do paciente com DRC, baseadas em certas informações. Deste modo, a classe “Grau de Risco da DRC” possui como subclasses as classes “Risco Ausente”, “Risco Baixo”, “Risco Alto”, “Risco Moderadamente Aumentado” e “Risco Muito Alto”. Na Figura 27 é apresentada a hierarquia da classe “Grau de Risco da DRC”. Cada subclasse se relaciona com outras classes, representando assim a probabilidade de risco para DRC, conforme as condições do paciente, baseadas nas informações de “Fatores de Risco”, “Taxa de Filtração Glomerular” e na “RAC”. Por exemplo, se o paciente possui as condições “A2”, “Doença Túbulo Intersticial” e “T2”, então esse paciente possui “Risco Alto” de ter DRC. As

classes com as quais essas subclasses se relacionam estão descritas no Quadro 17, onde também são apresentados alguns exemplos de regras utilizando os operadores lógicos “AND” e “OR”, conforme foram representados na ontologia.

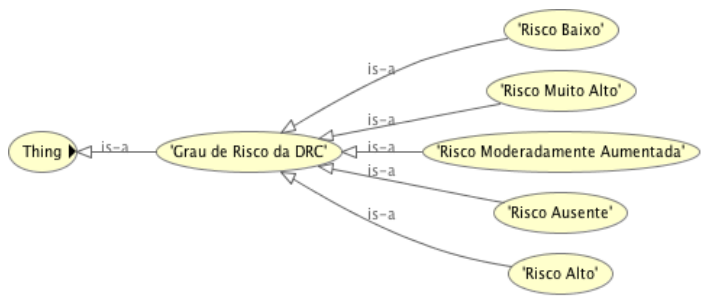


Figura 27 - Hierarquia da Classe “Grau de Risco da DRC”

Fonte: Elaborada pelo autor.

Quadro 17 - Lista de Classes que se Relacionam com as Subclasses da Classe “Grau de Risco da DRC”

Classe	Classes com as quais se relaciona	Exemplo de Regras
“Risco Ausente”,	A1 e T1.	(“A1” and “T1”)
	A1, Acidose Metabólica, Adinamia, Afro-Americanos, Anemia, Anorexia, Asterixis, Baixo Peso ao Nascer, Cálculos Urinários, Cefaléia, Convulsões, Crianças com Menos de 5 Anos, Dano Renal Parenquimatoso, Deficiência de hormônios gonadotróficos, Deficiência de vitamina D, Desnutrição, Diabetes, Diminuição de Massa do Rim, Diminuição do Volume Urinário, Doença Glomerular, Doenças Auto-Imunes, Dor no meio das costas, Edema, Edema Agudo de Pulmão, Escurecimento da Pele, Espasmos Musculares, Gastrintestinais, Hálito Urêmico, Hemorragia Digestiva Alta, Hiperpotassemia, Hipervolemia, Histórico Familiar, Idoso, Imunodepressão, Inchaço nas Mãos, Inchaço nos Pés, Infecções do Trato Urinário, Infecções do Trato Urinário, Insuficiência Renal Aguda, Lesão da Estrutura Renal, Letargia, Monoparesias, Mulheres Grávidas, Náuseas, Neoplasia, Obesidade, Obstrução do Trato Urinário, Perda da Concentração, Pericardite, Peritonite, Pleurite, Problemas com a Frequência Urinária, Problemas durante a Micção, Problemas Urinários, Prurido, Sangramentos, Sintomas, Sintomas Urêmicos, T1, Tabagismo, Torpor, Urina com cor Escura, Urina Espumosa, Urina Sanguinolenta, Usuários de Drogas e Vômitos.	(“A1” and “Doença Glomerular” and “Lesão da Estrutura Renal” and “T1”)
“Risco Alto”	A2, A3, Doença Glomerular, Doença Túbulo Intersticial, Doença Vascular, T1 e T2.	(“A2” and “Doença Vascular” and “T3”)
“Risco Moderadamente Aumentado”	A1, A2, Doença Glomerular, Doença Túbulo Intersticial, Doença Vascular, T1, T2 e T3.	((“A1” and “Doença Túbulo Intersticial” and “T2”) or (“A1” and “Doença Vascular” and “T3”) or (“A2” and “Doença Glomerular” and “T1”))
“Risco Muito Alto”	A1, A2, A3, Doença Cística, Doença Congênita, Doença Túbulo Intersticial, Doença Vascular, T2, T3, T4, T5 e T6.	(“A2” and “Doença Cística” and “T6”)

Fonte: Elaborado pelo autor.

- **Classe (Fatores de Risco):** Essa classe foi criada para representar os fatores de risco relacionados à DRC. Ela contém elementos que devem ser levados em conta na hora de realizar decisões relacionadas ao diagnóstico e encaminhamento. Esses elementos estão representados pelas suas subclasses, sendo elas “Doença Congênita”, “Doença Cística”, “Doença Glomerular”, “Doença Túbulo Intersticial”, “Doença Vascular”, “Grupo de Risco” e “Sintomas”. A hierarquia das classes “Fatores de Risco” é apresentada na Figura 28.

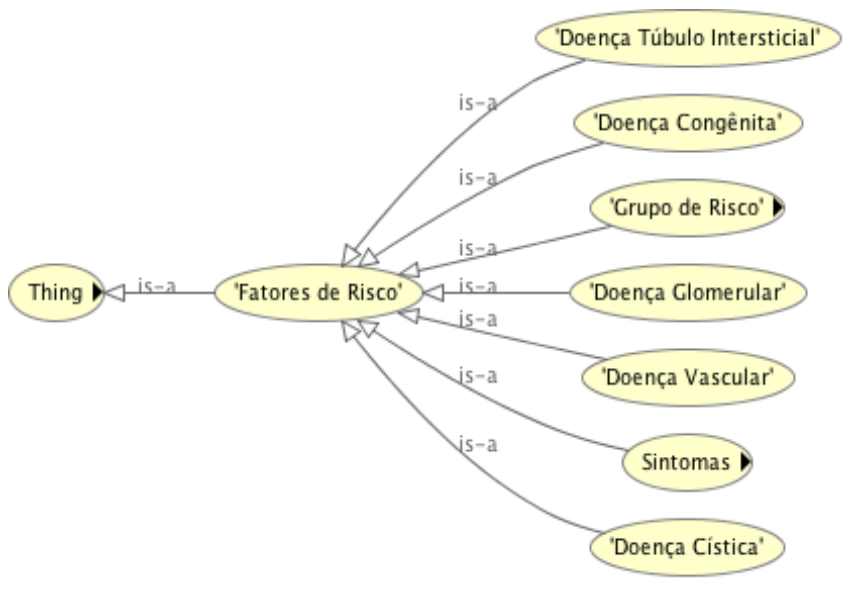


Figura 28 - Hierarquia da Classe “Fatores de Risco”

Fonte: Elaborada pelo autor.

- A classe “Grupo de Risco” representa através de suas subclasses o conhecimento sobre os principais fatores que tornam o paciente mais propenso a desenvolver a DRC, assim como a classe “Sintomas” que lista os principais sintomas relacionados à DRC. A hierarquia dessas classes pode ser vista nas Figuras 29 e 30, respectivamente.

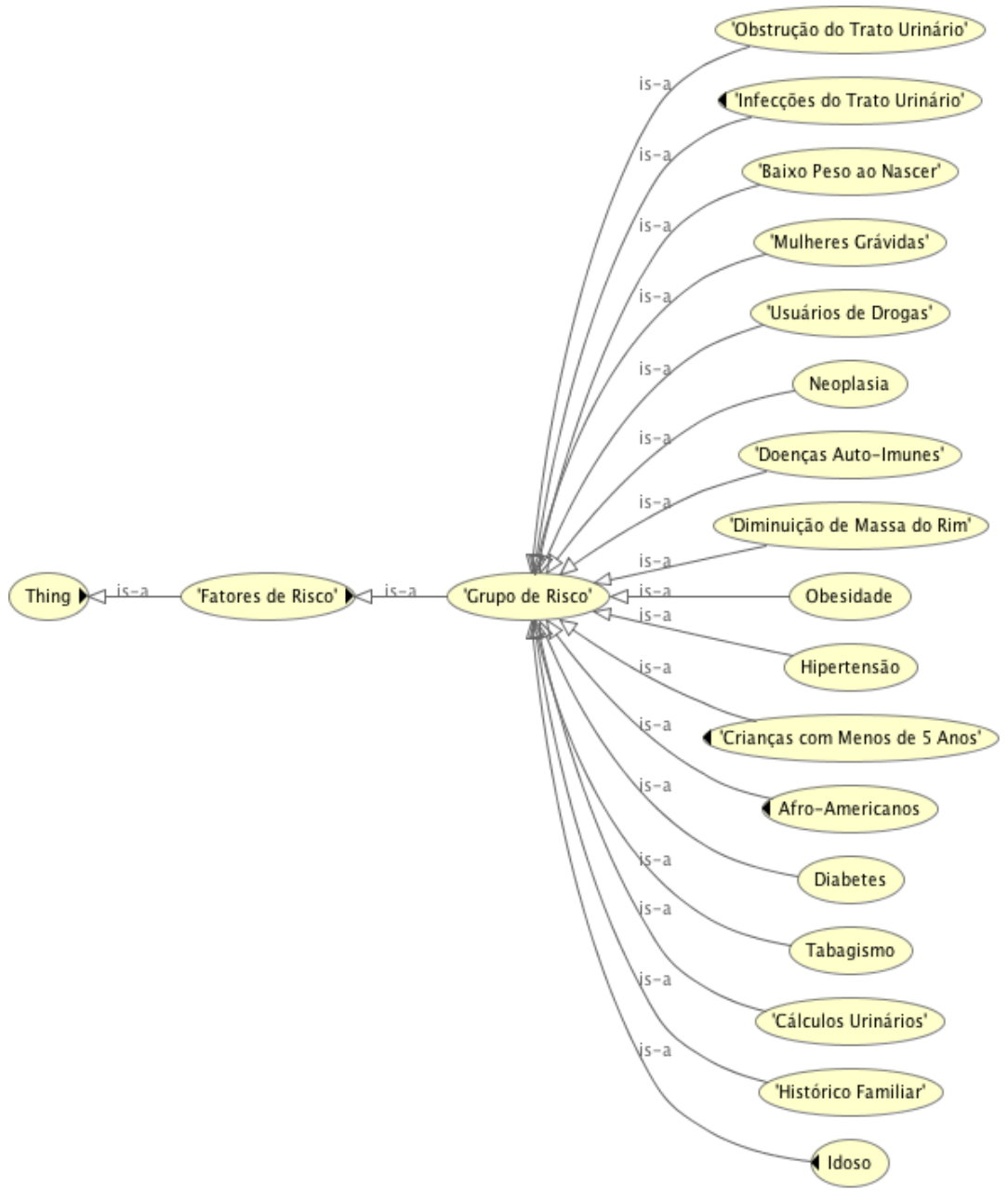


Figura 29 - Hierarquia da Classe “Grupo de Risco”

Fonte: Elaborada pelo autor.

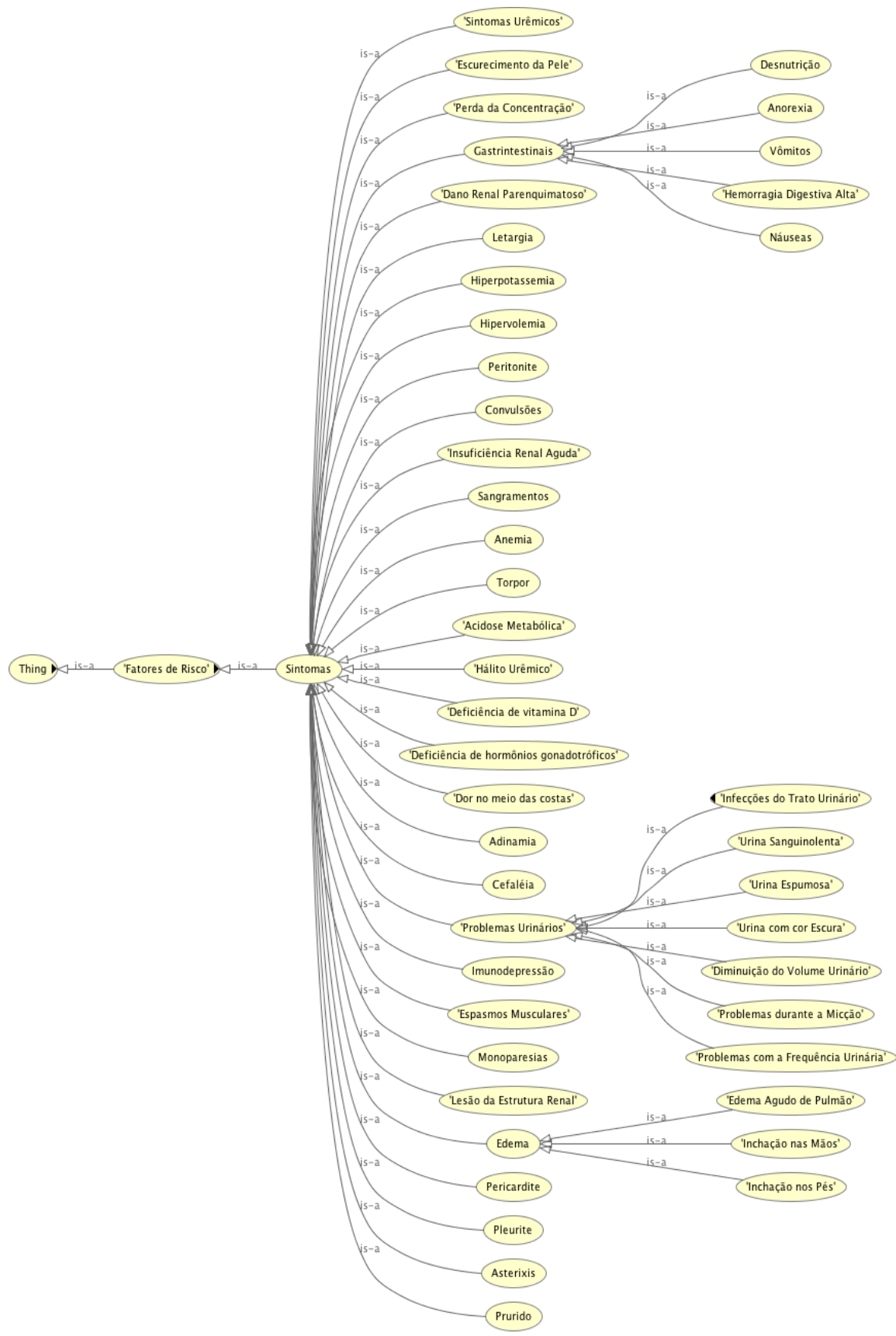


Figura 30 - Hierarquia da Classe “Sintomas”

Fonte: Elaborada pelo autor.

- **Classe (Vacinação):** Essa classe visa representar as vacinas que o paciente deve ter tomado, de acordo com a sua idade, para que seu quadro de vacinas esteja atualizado. Foi decidido que essa classe deveria ser criada, pois, segundo as diretrizes, a atualização do quadro de vacinação é um procedimento importante e que deve ser realizado em todos os estágios, tendo que ser verificado pelos médicos antes de serem realizados os procedimentos. A hierarquia da classe “Vacinação” está ilustrada na Figura 31.

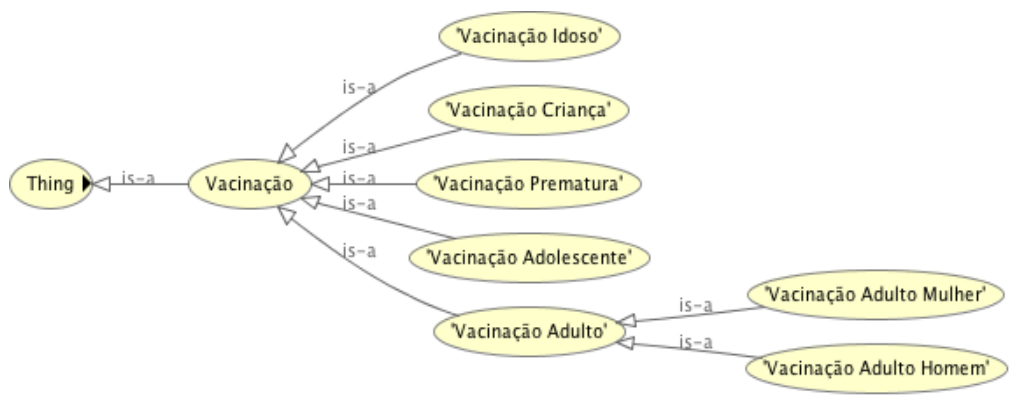


Figura 31 - Hierarquia da Classe “Vacinação”

Fonte: Elaborada pelo autor.

- **Classe (Medicamentos):** Essa classe visa representar os cuidados relacionados aos medicamentos que os pacientes possam estar utilizando, ou que futuramente poderão vir a utilizar. A lista de subclasses descreve cada medicamento segundo sua condição e com que fatores de risco ou em quais manejos clínicos eles podem ser utilizados, a fim de que seu mau uso não venha a auxiliar na progressão da DRC. Por exemplo, na classe “Metformina” é representada a informação que esse medicamento deve ser evitado quando TFG for menor que 30 ml/min e o seu uso deve ser revisto quando TFG menor que 45 ml/min, e se relaciona com as classes “Diabetes” e “Manejo Glicêmico” a fim de indicar que esse medicamento é utilizado para controle

glicêmico em pacientes diabéticos. A hierarquia completa da classe “Medicamentos” está ilustrada na Figura 32. Vale ressaltar que tanto a hierarquia como o conhecimento representado foram validados com a ajuda de uma Farmacêutica.



Figura 32 - Hierarquia da Classe “Medicamentos”

Fonte: Elaborada pelo autor.

7.4.2 Propriedades da Ontologia

Uma vez que foram apresentadas as classes da ontologia, o próximo passo será descrever outros elementos que formaram a sua estrutura interna, nesse caso, as suas propriedades. A utilização das propriedades foi importante, pois uma ontologia formada apenas pelas classes por si só não forneceria as informações suficientes para responder aos propósitos definidos para a ontologia OntoDecideDRC. As propriedades, além de construir a estrutura conceitual, foram planejadas a fim de descrever o quadro de conhecimento para resolução de problemas relacionados à tomada de decisão. Então, para estabelecer a conexão entre conceitos a fim de retratar as ligações entre as entidades no mundo real, foi definido que as interligações entre as classes deveriam ser realizadas através de 26 propriedades do objeto. Para representar os valores numéricos que descrevem certas classes, foram definidas 3 propriedades de dados. Por fim, para representar as informações mais detalhadas sobre as classes, foram definidas 5 novas propriedades de anotação. As listas das respectivas propriedades da OntoDecideDRC podem ser vistas na Figura 33.

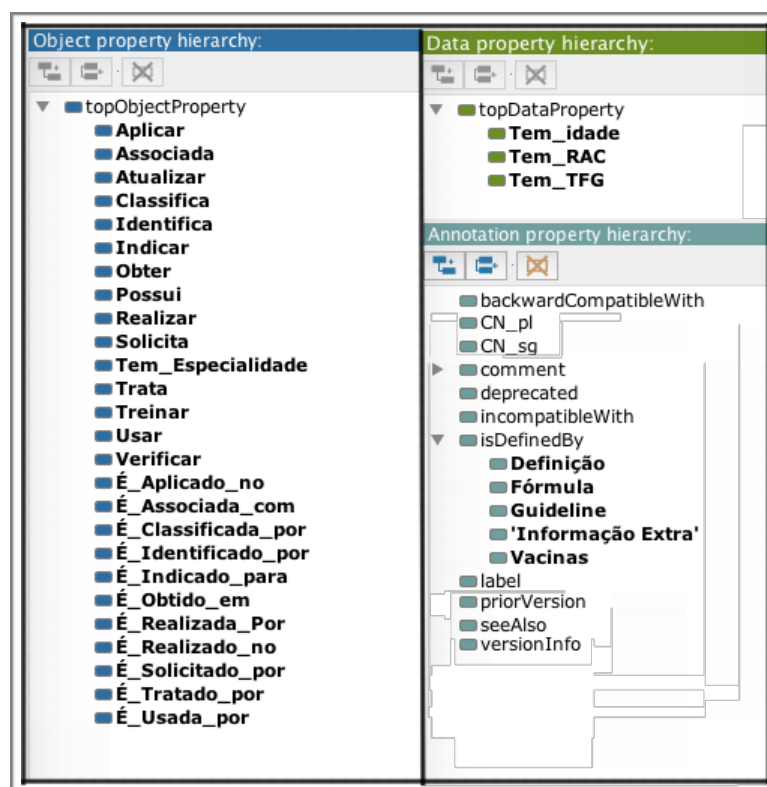


Figura 33 - Listas de Propriedades da OntoDecideDRC

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram definidas para a ontologia as seguintes propriedades de objetos:

- A propriedade “*Aplicar*” e a sua propriedade inversa “*É_Aplicado_no*” foram utilizadas nos relacionamentos que representam onde e quando certos medicamentos serão utilizados, de forma que os médicos atentem aos cuidados relacionados às aplicações desses remédios. Um exemplo do uso de uma dessas propriedades foi: “*Anti-Hipertensivo*” é aplicado no “*Manejo de Pressão Arterial e Bloqueio do SRAA*”.
- A propriedade “*Associada*” e a sua propriedade inversa “*É_Associada_com*” foram criadas a fim de representarem os relacionamentos que associam a DRC com os resultados dos exames e os fatores de risco, além de associarem também quais informações básicas devem ser utilizadas para o cálculo da TFG, pelas respectivas fórmulas representadas. Exemplos de uso de uma dessas propriedades foram: “*Lesão da Estrutura Renal*” está associada com “*DRC*”, ou as informações sobre “*Cor da Pele*”, “*Creatinina*”, “*Gênero*” e “*Idade*” estão associadas ao cálculo da “*Taxa de Filtração Glomerular*” através da fórmula “*CKD-EPI*”.
- A propriedade “*Atualizar*” foi utilizada nos relacionamentos que representam o momento em que os médicos devem verificar e solicitar a atualização do quadro de vacinação do paciente. Um exemplo do uso dessa propriedade foi: o “*Médico*” ao realizar o “*Manejo Clínico Prévio*” deve atualizar o quadro de “*Vacinação*” do “*Paciente*”.
- A propriedade “*Classifica*” e a sua propriedade inversa “*É_Classificada_por*” foram criadas a fim de representarem os relacionamentos com foco no estadiamento da DRC, relacionando os resultados dos exames com os respectivos estágios da doença. Exemplos do uso dessas propriedades foram: se o paciente possui uma TFG com valores de “*T2*” isso o classifica no “*Estágio 2*”, logo o “*Estágio 2*” é classificado por “*T2*”.
- A propriedade “*Identifica*” e a sua propriedade inversa “*É_Identificado_por*” foram utilizadas para representar os relacionamentos entre os exames e a

identificação da DRC em pacientes. Um exemplo do uso de uma dessas propriedades foi: todas as subclasses de “Exames” são utilizadas para identificar a “DRC”.

- A propriedade “Indicar” e a sua propriedade inversa “É_Indicado_para” foram utilizadas em relacionamentos que informam em quais os estágios é recomendado que os médicos nefrologistas indiquem aos pacientes a realização da Terapia de Substituição Renal. Um exemplo do uso de uma dessas propriedades foi: indicar “Terapia de Substituição Renal” aos pacientes classificados no “Estágio 4”.
- A propriedade “Obter” e a sua propriedade inversa “É_Obtido_em” foram utilizadas nos relacionamentos que representam o momento em que os médicos devem obter as informações básicas dos pacientes, para serem tomadas as decisões corretas. Um exemplo do uso de uma dessas propriedades foi: para a realização dos “Exames” ou “Estratégias” os médicos devem obter as “Informações Básicas”.
- A propriedade “Possui” está relacionada à condição do paciente, sendo utilizada para representar quais os fatores de risco e resultado de exames que o paciente possui, sendo utilizados para diagnosticar e verificar a probabilidade de risco da doença. Um exemplo do uso dessa propriedade foi: um paciente que possui “A1”, “Doença Cística” e “T6” possui uma Doença Renal de “Risco Muito Alto”.
- A propriedade “Realizar” e a sua propriedade inversa “É_Realizado_no” foram utilizadas nos relacionamentos que indicam quais procedimentos devem ser realizados em cada Estágio ou condição. Um exemplo do uso de uma dessas propriedades foi: no “Estágio 4” os médicos da Atenção Primária devem realizar o encaminhamento dos pacientes para os médicos nefrologistas.
- A propriedade “Solicita” e a sua propriedade inversa “É_Solicitado_por” foram utilizadas nos relacionamentos que indicam as restrições relacionadas aos exames que são solicitados pelos médicos, para realizar o diagnóstico e os cuidados relacionados ao paciente. Em outras palavras, essa propriedade

especifica quais os exames que cada tipo de médico pode solicitar. Um exemplo do uso de uma dessas propriedades foi: a *“Terapia de Substituição Renal”* é solicitada por *“Nefrologista”*.

- A propriedade *“Tem_Especialidade”* foi criada para relacionar a classe *“Médico”* com os tipos de médicos: *“Médicos da Atenção Primária”* e *“Nefrologista”*.
- A propriedade *“Trata”* e a sua propriedade inversa *“É_Tratado_por”* foram criadas para relacionarem os medicamentos aos fatores de risco dos quais eles auxiliam no tratamento. O intuito dessa representação é auxiliar no tratamento dos fatores de risco que causam a progressão da DRC. Exemplos do uso dessas propriedades foram: *“Anti-Hipertensivo”* trata a *“Hipertensão”* e *“Diabetes”* é tratado por *“Medicamentos para Diabetes”*.
- A propriedade *“Treinar”* foi criada para relacionar a classe *“Diálise Peritoneal”* com a classe *“Paciente”*, indicando que pacientes que estão realizando esse tipo de TRS devem ser treinados para executar esse procedimento em casa.
- A propriedade *“Usar”* e a sua propriedade inversa *“É_Usada_por”* foram criadas para relacionar de forma bidirecional a classe *“Taxa de Filtração Glomerular”* com as classes *“CKD-EPI”* e *“MDRD Simplificada”*, a fim de informar aos médicos quais fórmulas são indicadas pelo Ministério da Saúde para calcular a TFG.
- A propriedade *“Verificar”* foi utilizada nos relacionamentos que representam o momento em que os médicos devem realizar a verificação do paciente a fim de identificar fatores de risco para a DRC, sendo um pré-requisito para a realização do diagnóstico.
- A propriedade *“É_Realizada_Por”* foi utilizada nos relacionamentos que indicam que o “Manejo Clínico Básico” pode ser realizado pelos dois tipos de médicos.

Para representar as informações detalhadas sobre as classes da OntoDecideDRC, foram utilizadas as seguintes propriedades de anotação:

- A propriedade “*Definição*” foi utilizada para descrever as classes, apresentando os conceitos que definem cada termo, procedimento ou valor. Um exemplo do uso dessa propriedade foi na classe “*Paciente*”, que possuiu a subpropriedade “*Definição*” com o valor “*Um paciente é uma pessoa que está sendo cuidada por um médico nefrologista ou médicos da atenção primária;*”.
- A propriedade “*Fórmula*” foi utilizada para descrever as fórmulas usadas no cálculo da TFG. Nela foram descritas as fórmulas apresentando os valores específicos para cada condição do paciente.
- Na propriedade “*Guideline*” foram descritos os resumos de todas diretrizes relacionadas a cada procedimento médico representado na forma de classes da ontologia. Um exemplo do uso dessa propriedade foi na classe “*Encaminhamento*”, onde essa propriedade de anotação descreveu a informação “*Realizar o encaminhamento quando existir Progressão da DRC*”.
- Na propriedade “*Informação Extra*” foram descritas as informações que possuíam grau de recomendação com classificação “C” e “D”, identificadas no Capítulo 6, e informações adicionais sobre cada procedimento. Um exemplo do uso dessa propriedade foi na classe “*Hipertensão*”, considerada um fator de risco para DRC, onde foi definida a propriedade de anotação “*Informação Extra*” com algumas informações como “*Pacientes que fumam podem ser hipertensos*”, “*Pacientes que consomem bebidas alcoólicas podem ser hipertensos*” e “*Pacientes obesos podem ser hipertensos*”. Com relação às informações com grau “C” e “D”, foi definido que tais informações não seriam implementadas de fato na ontologia por serem informações baseadas em relatos de casos e estudos não controlados, sendo em alguns casos opiniões desprovidas de avaliações críticas. Porém, optou-se em oferecer essas informações como uma propriedade na forma de informação extras para os médicos, pois é interessante que a sociedade médica tome conhecimento dessas informações, pois se foram listadas nas diretrizes é porque ainda estão em fase de estudos e futuramente poderão vir a subir os seus respectivos graus de recomendação, se tornando procedimentos padrões.

- A propriedade “*Vacinas*” foi utilizada para descrever a lista de vacinas que devem ser tomadas, de acordo com a faixa etária do paciente.

Para representar os valores numéricos relacionados aos resultados dos exames e à idade dos pacientes, foram utilizadas as seguintes propriedades de dados:

- A propriedade “*Tem_idade*” representou os valores numéricos relacionados a cada faixa etária, ou seja, auxilia a classificar os pacientes de acordo com as idades em “*Prematuro*” , “*Criança com Menos de 5 anos*”, “*Criança*”, “*Adolescente*”, “*Adulto*” e “*Idoso*”.
- A propriedade “*Tem_RAC*” representou o valor numérico que caracteriza os resultados dos exames de pesquisa de albuminúria em amostra isolada de urina corrigida pela creatininúria, ou seja, o resultado da Relação albuminúria Creatininúria (RAC).
- A propriedade “*Tem_TFG*” representou o valor numérico dos resultados dos exames de Taxa de Filtração Glomerular, auxiliando na representação dos procedimentos de diagnóstico, estadiamento e encaminhamento da Doença Renal Crônica.

7.5 Considerações Finais

Neste Capítulo foi apresentada a construção de um Léxico Ampliado da Linguagem, onde os termos foram classificados utilizando quatro categorias pré definidas descritas na forma de “*noção*” e “*impacto*”. Esse método auxiliou na tarefa de levantamento, modelagem e validação dos conceitos e relacionamentos presente no domínio da nefrologia. A construção do Léxico serviu de ponto de partida para a construção da ontologia OntoDecideDRC, onde de acordo com as etapas descritas no algoritmo proposto por Breitman e Leite (2004) foi realizado o mapeamento dos termos do léxico para conceitos da ontologia. O desenvolvimento da OntoDecideDRC foi realizado baseado no guia prático de construção de ontologias OWL, proposto por Horridge et al. (2007), e utilizando a ferramenta *Protégé*. No

próximo Capítulo será apresentado como a abordagem através das inferências no conhecimento representado pela OntoDecideDRC fornece suporte à decisão clínica aos Médicos da Atenção Básica.

Capítulo

8

Método de Raciocínio

“Intelligence without ambition is a bird without wings”

Salvador Dali

Até esse ponto do trabalho, foi apresentado como foi construída a base de conhecimento da abordagem de suporte à decisão, descrevendo os passos de especificação, aquisição, conceitualização, formalização e implementação do conhecimento. Este capítulo descreve como é realizado o raciocínio sobre essa base de conhecimento, a fim de fornecer suporte à decisão aos médicos da atenção primária, indicando como foi realizada a criação das regras semânticas, a fim de descrever por completo as relações lógicas existentes no domínio proposto, complementando a modelagem semântica. Foi desenvolvido um protótipo de um *web service* com intuito de fornecer uma visão mais abstrata ao leitor sobre o funcionamento da abordagem.

8.1 Regras para o Raciocínio Semântico

Segundo Filho, Lóscio e Campos (2008), uma camada ontológica permite a definição de classes (conceitos) e propriedades (relacionamento entre conceitos) para a conceitualização e formalização de um domínio. Porém, ela não é suficiente para descrever por completo as relações lógicas existentes em um domínio, pois só

inclui composições de hierarquias de classes e propriedades, fato este também mencionado no trabalho de Chi, Chen e Tsai (2015). Logo, a fim de complementar a modelagem semântica dos domínios, foram desenvolvidas regras semânticas, com base nos conceitos da ontologia. Essas regras ampliaram e reforçaram a capacidade de execuções de inferências semânticas a partir da OntoDecideDRC, permitindo o raciocínio lógico.

Baseadas nas regras documentadas no Capítulo 6 e nos conceitos e propriedades definidos na OntoDecideDRC, foram definidas regras semânticas para combinar fatos relacionados ao domínio, a fim de realizar inferências e chegar a conclusões. Essas regras foram desenvolvidas no formato [Conjunto de Condições] -> [Ação], como descrito abaixo:

$$A1, \dots, An \Rightarrow B$$

A inferência pode ser realizada da seguinte forma: As condições “A1,...,An” relacionadas ao paciente foram combinadas em expressões de lógica booleana, com complexidades arbitrárias, utilizando operadores lógicos como: Operador E (AND) , Operador OU (OR), Operador NÃO (NOT). Se esse conjunto de condições forem verdadeiras, então B é identificado. No caso dessa abordagem, “B” representou recomendação de ações a serem tomadas pelos médicos. Nesse trabalho foram desenvolvidas regras semânticas no âmbito dos principais conceitos relacionados ao propósito da abordagem e foram adicionadas a ontologia na forma de axiomas, definidos como sentenças de primeira ordem, utilizando a ferramenta Protégé.

A seguir, é apresentado como a abordagem propôs o raciocínio realizado sobre o conjunto de regras e conceitos da ontologia. Esse raciocínio foi explicado com foco nos três principais propósitos de suporte à decisão, definidos: “*Diagnóstico da DRC*”, “*Encaminhamento de Pacientes*” e “*Estadiamento da DRC*”.

8.2 Raciocínio Semântico sobre a Base de Conhecimento

O método de raciocínio proposto por essa abordagem começa na captura das principais informações sobre o paciente e finaliza com as recomendações aos médicos. A fim de auxiliar na captura dessas informações e na visualização dos resultados da inferência, foi desenvolvido um protótipo de *web service* utilizando o *Flex*, um kit de ferramentas de desenvolvimento de software de código aberto para a construção de aplicações ricas para internet sobre a plataforma Flash. A lógica de raciocínio foi implementada na linguagem *Java*, fazendo uso de uma *Application Programming Interface* (API) de alto nível para trabalhar com ontologias em OWL, chamada de *OWL API*. Para integrar o Java com o Flex, a fim de capturar as informações e raciocinar sobre elas, foi utilizado o *BlazeDS*, um produto *Open Source* que permite troca de objetos e mensagens entre o *Java* e *Flex* através do protocolo *AMF* (*Action Message Format*). Por último, para realizar as inferências na ontologia, foi utilizado o raciocinador lógico *HermiT*.

A primeira etapa do raciocínio foi a identificação do tipo de médico que fará uso da abordagem. Essa etapa foi importante, pois ajuda a delimitar o escopo de conhecimento, evitando a recomendação de procedimentos ou informações incompatíveis com o tipo de usuário. Como descrito anteriormente, essa abordagem busca fornecer um suporte à decisão para os médicos da Atenção Primária. Essa informação sobre a abordagem, por exemplo, pode ser obtida através da inferência na ontologia a fim de identificar as subclasses da classe “Médico”. A interface do protótipo responsável por essa identificação pode ser vista na Figura 34.

A segunda etapa está relacionada à captura de informações sobre o Paciente. Nessa etapa, a abordagem se baseou no conhecimento representado pela ontologia para a seleção de quais informações deveriam ser utilizadas para realização do raciocínio. As informações selecionadas são representadas pelas subclasses das classes “*Informações Básicas*”, “*Fatores de Risco*” e “*Exames*”. Segundo o conhecimento representado pela OntoDecideDRC, essas informações são essenciais para que possam ser realizados os raciocínios sobre os procedimentos de Diagnóstico e Estadiamento da DRC. O conjunto dessas

informações foi utilizado na construção das premissas para a realização da inferência na base de conhecimento.

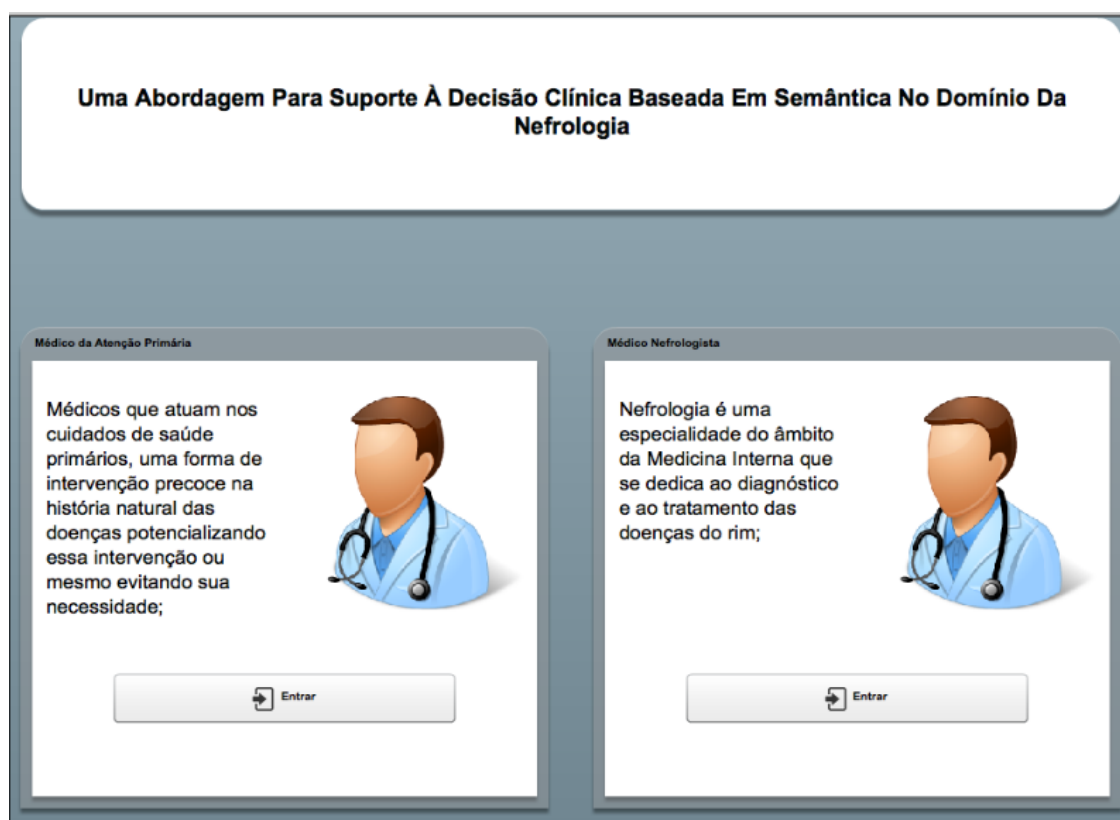


Figura 34 - Interface do Protótipo Responsável pela Identificação do Tipo de Médico

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para facilitar a captura dessas informações, foi desenvolvida uma interface no protótipo onde essas informações foram dispostas de forma organizada, para que os médicos informassem os dados dos pacientes conforme observados na avaliação clínica. A disposição das informações nessa interface do protótipo foram baseadas no formulário de preenchimento fornecido pela British Columbia (BCGUIDELINES.CA, 2015). O formulário e essa interface do protótipo podem ser vistos, respectivamente, nas Figuras 35 e 36.

BRITISH COLUMBIA		CHRONIC KIDNEY DISEASE FLOW SHEET		doctors of bc	
This Flow Sheet is based on the Guideline, Chronic Kidney Disease Identification, Evaluation and Management of Adult Patients Website: www.bcguidelines.ca					
NAME OF PATIENT		SEX ☐ M ☐ F	AGE AT DIAGNOSIS	DATE OF BIRTH	
CARE OBJECTIVES			SELF MANAGEMENT (Discuss with patient)		
DIAGNOSIS TYPE OF CKD: ☐ HTN ☐ POLYCYSTIC KD ☐ DM ☐ OTHER: _____			☐ Explain diagnosis and implications of CKD ☐ Self monitor with flow sheet ☐ Review medication list (see reverse) ☐ Discuss CVD risk assessment & management strategies ☐ Kidney-specific education ☐ Identify support team and resources ☐ Smoking cessation: <i>Quit Now</i> 1 877 455-2233 ☐ Weight, exercise and nutrition status ☐ Promote psychosocial health		
RISK FACTORS AND CO-MORBID CONDITIONS ☐ Smoker ☐ Diabetes ☐ Atrial fibrillation ☐ Asthma ☐ Alcohol/Substance abuse ☐ HTN ☐ Other arrhythmia ☐ COPD ☐ Obesity (target BMI < 25) ☐ CAD ☐ Valvular HD ☐ Liver disease ☐ Other: _____ ☐ Cardiomyopathy ☐ PVD ☐ Depression ☐ CHF ☐ Lipid abnormality					

Figura 35 - Representação Parcial do Formulário de Preenchimento Fornecido pela British Columbia

Fonte: (BCGUIDELINES.CA, 2015).

Informações Básicas do Paciente										
Nome : _____	Cor da Pele : ☐ Afro-Americano ☐ Pardo ☐ Branco	Gênero : ☐ Feminino ☐ Masculino	Pressão Arterial (mmHg) : _____							
Idade : _____ Altura (cm) : _____		Peso (kg) : _____	Aplicar Conhecimento							
Vacinação O Paciente está com a vacinação em dia ? ☐ Sim ☐ Não Lista de Vacinas 		Fatores de Risco <table border="0"> <tr> <td> Doenças : ☐ Doença Cística ☐ Doença Vascular ☐ Doença Congênita ☐ Doença Glomerular ☐ Doença Túbulo Intersticial </td> <td> Grupo de Risco : ☐ Afro-Americanos ☐ Baixo Peso ao Nascer ☐ Crianças com Menos de 5 Anos ☐ Diminuição d Massa do Rim ☐ Obstrução do Trato Urinário ☐ Infecções do Trato Urinários </td> <td> ☐ Cálculos Urinários ☐ Doenças Auto-Imunes ☐ Hipertensão ☐ Histórico Familiar ☐ Idoso ☐ Mulheres Grávidas </td> <td> ☐ Neoplasia ☐ Obesidade ☐ Diabetes ☐ Tabagismo ☐ Usuário de Drogas </td> </tr> </table>		Doenças : ☐ Doença Cística ☐ Doença Vascular ☐ Doença Congênita ☐ Doença Glomerular ☐ Doença Túbulo Intersticial	Grupo de Risco : ☐ Afro-Americanos ☐ Baixo Peso ao Nascer ☐ Crianças com Menos de 5 Anos ☐ Diminuição d Massa do Rim ☐ Obstrução do Trato Urinário ☐ Infecções do Trato Urinários	☐ Cálculos Urinários ☐ Doenças Auto-Imunes ☐ Hipertensão ☐ Histórico Familiar ☐ Idoso ☐ Mulheres Grávidas	☐ Neoplasia ☐ Obesidade ☐ Diabetes ☐ Tabagismo ☐ Usuário de Drogas			
Doenças : ☐ Doença Cística ☐ Doença Vascular ☐ Doença Congênita ☐ Doença Glomerular ☐ Doença Túbulo Intersticial	Grupo de Risco : ☐ Afro-Americanos ☐ Baixo Peso ao Nascer ☐ Crianças com Menos de 5 Anos ☐ Diminuição d Massa do Rim ☐ Obstrução do Trato Urinário ☐ Infecções do Trato Urinários	☐ Cálculos Urinários ☐ Doenças Auto-Imunes ☐ Hipertensão ☐ Histórico Familiar ☐ Idoso ☐ Mulheres Grávidas	☐ Neoplasia ☐ Obesidade ☐ Diabetes ☐ Tabagismo ☐ Usuário de Drogas							
Exames <table border="0"> <tr> <td>Relação Albuminúria Creatinúria (RAC)</td> <td>Creatinina</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> Presença de : ☐ Albuminúria ☐ Alteração da Imagem ☐ Proteinúria Fórmula para Cálculo da Taxa de Filtração Glomerular ☐ CKD-EPI ☐ MDRD Simplificada		Relação Albuminúria Creatinúria (RAC)	Creatinina			Sintomas Incomum : <table border="0"> <tr> <td> ☐ Acidose Metabólica ☐ Adinamia ☐ Anemia ☐ Asterixis ☐ Cefaléias ☐ Convulsões ☐ Dano Renal Parenquimatoso ☐ Deficiência de Hormônios Gonadotróficos ☐ Deficiência de vitamina D ☐ Dor no meio das Costas </td> <td> ☐ Edema ☐ Escurecimento da Pele ☐ Gastrintestinais ☐ Hipervolemia ☐ Hiperpotassemia ☐ Hálito Urêmico ☐ Imunodepressão ☐ Insuficiência Renal Aguda ☐ Lesão da Estrutura Renal ☐ Letargia </td> <td> ☐ Monoparesias ☐ Perda da Concentração ☐ Pericardite ☐ Peritonite ☐ Pleurite ☐ Problemas Urinários ☐ Purido ☐ Sangramentos ☐ Sintomas Urêmicos ☐ Torpor </td> </tr> </table>		☐ Acidose Metabólica ☐ Adinamia ☐ Anemia ☐ Asterixis ☐ Cefaléias ☐ Convulsões ☐ Dano Renal Parenquimatoso ☐ Deficiência de Hormônios Gonadotróficos ☐ Deficiência de vitamina D ☐ Dor no meio das Costas	☐ Edema ☐ Escurecimento da Pele ☐ Gastrintestinais ☐ Hipervolemia ☐ Hiperpotassemia ☐ Hálito Urêmico ☐ Imunodepressão ☐ Insuficiência Renal Aguda ☐ Lesão da Estrutura Renal ☐ Letargia	☐ Monoparesias ☐ Perda da Concentração ☐ Pericardite ☐ Peritonite ☐ Pleurite ☐ Problemas Urinários ☐ Purido ☐ Sangramentos ☐ Sintomas Urêmicos ☐ Torpor
Relação Albuminúria Creatinúria (RAC)	Creatinina									
☐ Acidose Metabólica ☐ Adinamia ☐ Anemia ☐ Asterixis ☐ Cefaléias ☐ Convulsões ☐ Dano Renal Parenquimatoso ☐ Deficiência de Hormônios Gonadotróficos ☐ Deficiência de vitamina D ☐ Dor no meio das Costas	☐ Edema ☐ Escurecimento da Pele ☐ Gastrintestinais ☐ Hipervolemia ☐ Hiperpotassemia ☐ Hálito Urêmico ☐ Imunodepressão ☐ Insuficiência Renal Aguda ☐ Lesão da Estrutura Renal ☐ Letargia	☐ Monoparesias ☐ Perda da Concentração ☐ Pericardite ☐ Peritonite ☐ Pleurite ☐ Problemas Urinários ☐ Purido ☐ Sangramentos ☐ Sintomas Urêmicos ☐ Torpor								

Figura 36 - Interface do Protótipo Responsável pela Captura de Informações do Paciente

Fonte: Elaborada pelo autor.

Em resumo, a lógica de raciocínio receberá os dados e os formalizará na forma de *Querys*, a fim de realizar o raciocínio e obter as recomendações de ações. O raciocínio começa na captura dos dados representados pelas classes “Informações Básicas” e “Exames”. Para ilustrar como essas informações são manipuladas pela lógica de raciocínio, será utilizado o seguinte caso clínico fictício retirado dos casos clínicos descritos no livro de Barros e Gonçalves (2007):

Um médico da Atenção primária recebe um paciente, com 35 anos, do sexo feminino e cor de pele branca, apresentando uma dosagem de creatinina sanguínea de 0,9 mg/dL e alteração no exame de imagem. Foi identificado também para esse paciente uma relação entre albumina e creatinina de 35 mg/g. (BARROS; GONÇALVES, 2007)

No primeiro passo, de acordo com o que foi representado nas subclasses da classe “Fórmula”, essa abordagem propôs que as primeiras informações utilizadas pela lógica de raciocínio sejam sobre *Idade*, *Cor da Pele*, *Gênero* e *Creatinina*. Esses dados foram utilizados pela lógica de raciocínio para realizar o cálculo e classificação da *Taxa de Filtração Glomerular*. Essa abordagem propôs o cálculo da TFG como primeira atividade de raciocínio pelo fato da TFG ser considerada a melhor maneira de medir a função renal, sendo sua avaliação vital para o diagnóstico e tratamento de pacientes com DRC. De acordo com o exemplo de caso clínico fictício, utilizando a fórmula *simplificada da Modification of Diet in Renal Disease (MDRD)*, descrita na seção 3.4.2, representada pela classe “*MDRD Simplificada*”, a abordagem realiza o seguinte cálculo da TFG:

$$\text{TFG (mL/min/1,73m}^2\text{)} = 186 * ((0,9)^{-1,154}) * ((35)^{-0,203}) * 0,74 = 75,527$$

No segundo passo, em posse do valor numérico sobre TFG, a lógica de raciocínio realiza a inferência na ontologia, através da propriedade “*Tem_TFG*”, a fim de identificar qual subclasse da classe “*Taxa de Filtração Glomerular*” representa tal valor. No caso do exemplo, a inferência relaciona o valor calculado à classe “*T2*”, que representa os valores no intervalo de 60 a 89. O mesmo processo ocorre com

relação ao exame de relação entre albumina e creatinina, a lógica de raciocínio realiza a inferência na ontologia, através da propriedade “*Tem_RAC*”, a fim de identificar qual subclasse da classe “*Relação Albuminúria Creatininúria*” representa o valor. No caso do exemplo, a inferência relaciona o valor fornecido à classe “A2”. Por fim, a abordagem identificou as classes que estavam relacionadas às demais informações sobre os exames e fatores de risco.

No terceiro passo, foi proposta a realização da inferência sobre os dados a fim de obter as recomendações relacionadas aos propósitos da abordagem. No caso do exemplo anterior, a lógica semântica em posse das classes que representam as principais condições do paciente, realiza a formulação de *Querys* a serem utilizadas no raciocinador para a obtenção dos fatos. De acordo com o exemplo, a lógica de raciocínio seleciona as classes identificadas como relacionadas aos dados: “Alteração no Exame de Imagem”, “T2” e “A2”, e desenvolve uma *Query* utilizando a propriedade “*Possui*”, para realizar a inferência relacionada ao Diagnóstico. Esta *Query*, escrita no formato de *DL Query*, é apresentada da seguinte forma:

Possui some (T2 and A2 and Alteração_da_Imagem)

O método de inferência retorna a classe “DRC” a lógica de raciocínio, indicando que a paciente é possuidora de Doença Crônica Renal. O próximo passo é verificar o grau de risco para a DRC, nesse caso, a lógica de raciocínio seleciona as classes “DRC”, “Alteração no Exame de Imagem”, “T2” e “A2”, e desenvolve uma nova *Query* utilizando novamente a propriedade “*Possui*”, para realizar a inferência. Esta nova *Query*, escrita no formato de *DL Query*, ficou da seguinte forma:

((DRC) and (*Possui* some (T2 and A2 and Alteração_da_Imagem)))

O método de inferência retorna no caso à classe “*Risco Moderadamente Aumentado*”, indicando que a paciente de acordo com a probabilidade, é possuidora de uma Doença Renal Crônica com grau de risco moderadamente aumentado. Caso não se tenha informações suficientes do paciente para o diagnóstico, durante a

inferência, a lógica de raciocínio da abordagem não identificará a DRC e classificará a probabilidade de risco como ausente.

Com relação ao estadiamento da DRC, sabe-se que os estágios são classificados segundo a “*Taxa de Filtração Glomerular*”, logo, a lógica de raciocínio seleciona apenas a classe “T2” e desenvolve a Query utilizando a propriedade “*É_Classificada_por*”, para realizar a inferência. Esta nova Query, escrita no formato de DL Query, ficou da seguinte forma:

É_Classificada_por some (T2)

O método de inferência então retorna à classe “*Estágio 2*”, indicando que a paciente é possuidora de Doença Crônica Renal classificada no Estágio 2. É possível adquirir as principais diretrizes relacionadas a esse estágio através da utilização da propriedade de anotação “*Guideline*”. Outro fator relacionado ao manejo clínico básico, é que a lógica de raciocínio pode selecionar a classe “*Estágio 2*” e desenvolve a Query utilizando a propriedade “*É_Realizado_no*”, para realizar a inferência sobre os manejos clínicos relacionados ao respectivo estágio. Esta nova Query, escrita no formato de DL Query, ficou da seguinte forma:

É_Realizado_no some (Estagio_2)

Nesse caso, o método de inferência retornaria às subclasses da classe “*Manejo Clínico*”, onde também seria possível adquirir as principais diretrizes relacionadas através da utilização da propriedade de anotação “*Guideline*”.

Por fim, com relação ao Encaminhamento de pacientes com DRC para os Médicos Nefrologistas, a abordagem propôs o uso da classe “*Encaminhamento*” e da propriedade “*Realizar*”. De acordo com o exemplo, a lógica de raciocínio desenvolve uma nova Query utilizando essa classe e propriedade, e realiza a inferência. Será retornado do método de inferência as classes representando os estágios da DRC, em que é recomendado realizar o encaminhamento para os nefrologistas. No caso, a lógica de raciocínio verifica se o estágio da doença da paciente em questão faz parte dos estágios retornados. Ao fim, a lógica de raciocínio verifica que pelo fato da

DRC estar classificada no estágio 2, não é necessário realizar o encaminhamento para o Nefrologista. Na Figura 37 é apresentada a interface do protótipo responsável pela exibição das recomendações resultantes. Na figura 38 é apresentada o fluxo das ações realizadas no método de raciocínio, ilustrando como o método funciona desde a captura das informações do usuário até o envio das recomendações.

Resultado

O Paciente : **Janete**
 Possui : **Doença Crônica Renal**
 Com grau de Risco : **Risco Moderadamente Aumentado**
 Classificado no : **Estágio 2**

Não Encaminhar para Nefrologista

- DRC**
- Manejo da Ingestão Proteica
- Manejo da Pressão Arterial e Bloqueio do SRAA
- Manejo do Estilo de Vida
- Manejo Glicêmico
- Manejo da Ingestão de Sal

Recomendações

Recomenda-se realizar o diagnóstico da Paciente Janete em Doença Crônica Renal no Estágio 2. Não sendo necessário o encaminhamento para médicos Nefrologistas.

Diretrizes para o Manejo Clínico desse Estágio:

- Se o paciente for Hipertenso e Diabético e RAC for menor que 30 mg/g manter a Pressão Arterial menor que 130/80 mmHg.
- Se o paciente for Hipertenso e não Diabético e RAC for menor que 30 mg/g manter a Pressão Arterial menor que 140/90 mmHg.
- Se o paciente for hipertenso e diabético utilizar IECA e BRA.
- Se o paciente utilizar IECA e BRA e tiver redução de tfg maior que 30% então Encaminhar para médico nefrologista.
- Se o paciente não for diabético e tiver RAC maior igual a 1g/g então Encaminhar para médico nefrologista.
- Se o paciente utilizar IECA e BRA então manter a Hemoglobina Glicada em torno de 7%.
- Atualizar o estado de vacinação do paciente.
- Recomendar ao paciente Atividade Física Compatível com Saúde cardiovascular e tolerância

Salvar PDF **Imprimir**

Figura 37 - Interface do Protótipo Exibindo o Resultado Do Raciocínio

Fonte: Elaborada pelo autor.

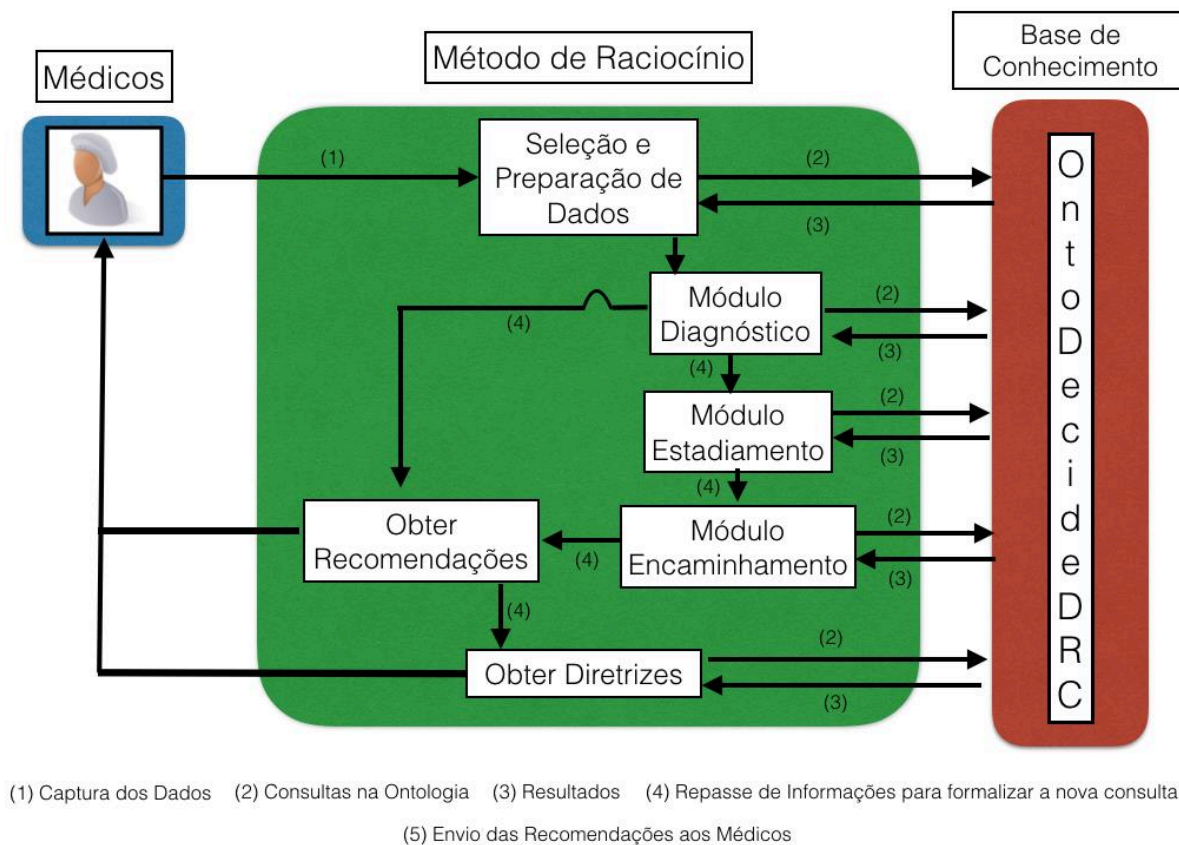


Figura 38 – Fluxo das ações realizadas no método de raciocínio

Fonte: Elaborada pelo autor.

Capítulo

9

Avaliação da Abordagem

“Complicações surgiram, continuaram e foram superadas.”

Captain Jack Sparrow. (Pirates of the Caribbean)

Neste capítulo será descrito como foi feita a avaliação da abordagem proposta. Essa avaliação foi realizada a fim de garantir a corretude do raciocínio, ou seja, verificar se a abordagem fornece conhecimentos verdadeiros aos médicos, satisfazendo os requisitos definidos. Por essa abordagem ser completamente baseada em inferências na base de conhecimento, foram definidos mecanismos para avaliar o nível de confiabilidade do conhecimento representado pela OntoDecideDRC.

9.1 Metodologia utilizada para a Validação

Para a validação, segundo os resultados observados no estudo de Mota et al., (2014), a maior parte dos estudos sobre o uso de Ontologias em Informática Médica está sendo validada a partir de testes realizados em conjuntos de dados já validados por especialistas do domínio do estudo, ou através da avaliação sobre o ponto de vista de especialistas na área. Então, baseados em critérios de avaliação de ontologias descritos no trabalho de Gómez-Perez (1999), como a verificação da estrutura, sintaxe e o conteúdo representado pelas definições, foram definidos para a avaliação da qualidade da ontologia dessa abordagem os procedimentos de avaliação da hierarquia de classes e componentes da ontologia, onde a avaliação

das regras e axiomas definidos na ontologia foram feitas através da utilização de questões de competência e de experimento com casos clínicos.

Vale ressaltar que esse processo de avaliação foi realizado iterativamente com uma médica nefrologista, de forma não-linear, onde por meio de refinamentos sucessivos foi possível se chegar ao resultado esperado. Um exemplo de trabalho que propôs métodos de avaliação similares seria o trabalho de Abidi et al. (2007), onde é apresentada uma avaliação de ontologias e métodos de decisão através da ajuda de especialistas do domínio.

Para realizar avaliação da ontologia implementada, essa abordagem deu ênfase as atividades de verificação da consistência da ontologia e do conhecimento representado, assegurando que a mesma corresponda aos propósitos determinados. Neste ponto, foram notados os benefícios das escolhas relacionadas ao ambiente de desenvolvimento, pois o conjunto de ferramentas utilizadas durante a abordagem possibilitou efetuar consultas e verificação da ontologia através do mecanismo de inferência, em outras palavras, permitiu a capacidade de checar a consistência da ontologia, verificando, por exemplo, se ela responde às questões de competência relacionadas.

É importante ressaltar que durante a elaboração dessa abordagem, foram realizadas reuniões com uma médica nefrologista com o intuito de realizar seções de avaliações relacionadas ao conhecimento que seria representado, mais especificamente, durante as fases de Aquisição, Conceitualização e Formalização do conhecimento. Nesses encontros, os artefatos gerados foram apresentados e os *feedbacks* permitiram correções necessárias. No trabalho de Guizzardi (2005) é reforçada a realização dessas avaliações em paralelo com as fases da engenharia ontológica, a fim de identificar potenciais riscos que levariam a uma má representação do conhecimento.

Mesmo trabalhando sobre um conhecimento conceitual já previamente validado, durante o desenvolvimento da ontologia, é natural ocorrer definições ou especificações de conceitos de forma incorreta. O problema é que esses erros podem gerar inconsistências e imprecisões nos resultados de inferências. Para contornar esse problema, aqui foi identificado um benefício de ter sido utilizada a ferramenta Protégé durante a elaboração da ontologia. Através do Protégé foi

possível visualizar a hierarquia de classes, as propriedades e relações entre classes, além de possuir máquinas de inferência e reasonings integradas à ferramenta, como por exemplo, o Hermit, capazes de verificar a consistência da ontologia e deduzir sobre a hierarquia de classes.

Durante a implementação da ontologia, ocorreram inconsistências geradas pela introdução de elementos incoerentes tanto semanticamente quanto sintaticamente. As inconsistências sintáticas aconteceram quando foram usadas algumas restrições na ontologia de forma inválida. As inconsistências semânticas ocorreram quando o significado de uma entidade foi alterado por causa de alguma modificação na ontologia, tornando o conhecimento representado inverídico. A ocorrência dessas inconsistências não representa nenhum fato alarmante, uma vez que segundo Stojanovic et al., (2002), quanto maior uma ontologia, mais complexo é compreender completamente a extensão e o significado que cada mudança pode gerar. A utilização de ferramentas de raciocínio para verificar a consistência da ontologia é reforçada no Método Proposto por Ian Horrocks, descrito em Breitman (2005).

A utilização do motor de inferência auxiliou bastante a depuração da ontologia, pois após a análise automática sobre as classes, o mecanismo de inferência apontou as inconsistências existentes na ontologia. Quando ocorria esse fato, a ontologia era então revisada e as correções necessárias efetuadas a fim de preservar a consistência ontológica. Após a implementação da primeira versão da ontologia, foi realizada uma reunião com a médica nefrologista a fim de verificar o conhecimento representado de acordo com as questões de competência relacionadas.

9.2 Utilizando questões de competência

Essas questões de competência foram desenvolvidas para serem usadas na avaliação do compromisso ontológico estabelecido na definição da ontologia, de forma a verificar se a OntoDecideDRC satisfaz os requisitos especificados. A utilização desse tipo de questões é recomendada pela metodologia TOVE, proposta por Gruninger e Fox (1995), e pelo Método 101, proposta por Noy e McGuinness (2001), para assegurar que o formalismo da ontologia seja verificado, buscando, assim, a consistência completa da ontologia.

Foram então realizadas as formulações das perguntas de competência para avaliar se os propósitos ontológicos estão de acordo com os requisitos. A abordagem definiu que para caracterizar a completude dessa ontologia, os axiomas e definições da OntoDecideDRC devem ser capazes de representar as questões de competência, caracterizando suas respectivas respostas.

As questões de competência foram baseadas nas questões de pesquisa, documentadas no Capítulo 5, e na especificação do conhecimento, descrita no Capítulo 6. No Quadro 18 são apresentadas as questões de competência utilizadas para avaliar a ontologia.

Quadro 18 - Lista de Questões de Competência

Questões de Competência	Exemplos de Axiomas e Definições
- O que define um diagnóstico de DRC em pacientes?	Um exemplo seria o seguinte axioma relacionado à definição de DRC: “ <i>Possui some (Maior_igual_que_3_Meses and T2)</i> ”
- Como é realizado o estadiamento da DRC?	Um exemplo de definição de como é realizado o estadiamento seria através da propriedade “ <i>Classifica</i> ” e “ <i>É_Classificada_por</i> ”, que possuem como domínio e escopo as classes “ <i>Taxa de Filtração Glomerular</i> ” e “ <i>Classificação da DRC</i> ”. Indicando, assim, que o estadiamento da doença é realizado através dos valores da TFG

Questões de Competência	Exemplos de Axiomas e Definições
- Quais as condições para que um paciente seja encaminhado ao médico Nefrologista?	Um exemplo, seria através da <i>query</i>: “<i>Realizar some Encaminhamento</i>”. A inferência retornaria às classes relacionadas aos Estágios 4 e 5, indicando que pacientes classificados nesses estágios devem ser encaminhados para os nefrologistas.
- Quais os exames essenciais que devem ser solicitados para um paciente com suspeita de DRC?	As subclasses da classe “Exames” representam os principais exames relacionados à investigação da DRC.
- Quais são os dados essenciais do paciente para poder realizar um diagnóstico preciso ou confiável, estadiamento e encaminhamento?	Os dados essenciais são representados pelas subclasses das classes “Fatores de Risco”, “Informações Básicas” e “Exames”.
- Quais os manejos clínicos básicos que devem ser realizados nos pacientes com DRC ?	Os manejos clínicos que devem ser realizados são representados pelas subclasses da classe “Manejo Clínico”, onde através da propriedade de anotação “Guideline” é possível obter a lista de procedimentos indicados.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar de terem sido apresentados apenas alguns exemplos, a ontologia OntoDecideDRC foi capaz de atender a todas as questões de competências definidas para a abordagem, significando que o objetivo dessa representação do conhecimento atingiu os compromissos ontológicos e os requisitos estabelecidos na

especificação do conhecimento. Diante do número de fatos que podem ser obtidos, as principais informações relacionadas ao propósito da abordagem fornecida pela OntoDecideDRC são:

- Informações sobre as condições necessárias que definem um diagnóstico de DRC;
- Informações sobre como é realizado o estadiamento da doença e o que define cada estágio da doença;
- Informações sobre quais as condições necessárias para que um paciente seja encaminhado aos médicos especialistas em Nefrologia.

Adicionalmente, a OntoDecideDRC ainda fornece informações sobre as técnicas de manejo clínico básico que devem ser realizadas pelos médicos na gestão da DRC em pacientes, sobre os cuidados relacionados ao uso de certos medicamentos em pacientes com DRC, e a lista de vacinas que os pacientes devem ter tomado, de acordo com a faixa etária.

O último passo para garantir a completude da ontologia, foi a verificação da corretude das informações representadas. Esse passo foi efetuado por meio da avaliação da médica nefrologista sobre os resultados do raciocínio através de inferências baseadas em condições e casos simulados. Esses testes simulados foram baseados em fatos e condições descritas nas diretrizes selecionadas e no livro de Barros e Gonçalves (2007), e foram feitos de modo que se aproximassem das necessidades informacionais dos médicos para os quais essa abordagem se destina. A ontologia se comportou bem, respondendo coerentemente às consultas realizadas. Acredita-se que o modo que a ontologia foi construída, baseada em casos clínicos, auxiliou para a qualidade das informações representadas. Segundo o raciocinador *HermiT*, o resultado final da OntoDecideDRC também não apresentou nenhuma inconsistência. Com o fim de todos esses testes, concluiu-se que a OntoDecideDRC fornece informações coerentes, podendo ser utilizada para os propósitos e objetivos definidos.

9.3 Exemplos de casos clínicos reais sendo utilizados

A fim de identificar como essa abordagem funcionaria no ambiente real, foram realizados experimentos utilizando casos clínicos reais, disponíveis através de diferentes fontes. Esses experimentos foram interessantes, pois serviram como um método a mais para validar o conhecimento representado e as recomendações oferecidas. Foi então realizada uma busca por casos clínicos disponíveis, de uso permitido, contendo informações sobre dados pré-diagnosticados para servirem de comparação. A seguir são apresentados dois casos clínicos e como a abordagem se comportou perante eles. As respostas obtidas utilizando a abordagem foram validadas conforme os desfechos dos respectivos casos clínicos.

Caso Clínico 1

Obtido em: Barros e Gonçalves (2007)

MKR, 63 anos, sexo feminino, foi encaminhada ao nefrologista por apresentar uma dosagem de creatinina sanguínea de 1,6 mg/dL durante realização de exame preventivo de câncer ginecológico. Nega qualquer queixa urinária, bem como historia de doença renal. O exame físico foi completamente normal. (BARROS; GONÇALVES, 2007)

Perguntas:

1. Qual é a Filtração Glomerular estimada para esta paciente ?
2. Baseando-se nos dados apresentados, é possível afirmar que a paciente apresenta uma Doença Renal Crônica ?

Para a primeira pergunta: Seguindo os passos descritos na seção 8.2, a lógica de raciocínio captura as informações de “*Idade*” e “*Creatinina*”, e utiliza esses dados para realizar o cálculo e classificação da “*Taxa de Filtração Glomerular*”. Utilizando a fórmula “*MDRD simplificada*” é obtido o valor de aproximadamente 35 (mL/min/1,73m²).

Para a segunda pergunta: Em posse do valor numérico sobre TFG, a lógica de raciocínio realiza a inferência na ontologia, através da propriedade “*Tem_TFG*”, a fim de identificar qual subclasse da classe “*Taxa de Filtração Glomerular*” representa tal valor. No caso do exemplo, a inferência relaciona o valor calculado à classe “*T4*”, que representa os valores no intervalo de 30 a 44. O raciocínio então não identifica mais nenhuma informação relacionada às demais informações sobre os exames e fatores de risco relacionados ao paciente, e realiza a formulação de *Querys* a serem utilizadas no raciocinador para a obtenção dos fatos:

Possui some (T4)

Diante desses fatos, o método de inferência não retorna a classe “DRC” para a lógica de raciocínio, indicando que a ausência de informações não permite ter certeza se o paciente é possuidor ou não de Doença Crônica Renal.

A fim de verificar se o encaminhamento foi realizado de forma correta como o valor calculado de Taxa de Filtração Glomerular, foi representado pela classe “T4”, a abordagem confirma o encaminhamento para o nefrologista.

Caso Clínico 2

Obtido em: Saúde (2006)

“Mulher, 20 anos, assintomática, peso 60 kg, pressão arterial, glicemia e urina tipo 1 normais, creatinina 0,7 mg/dL.”

“Mulher, 75 anos, assintomática, peso 62 kg, pressão arterial, glicemia e urina tipo 1 normais, creatinina 0,8 md/dL.” (SAÚDE, 2006)

Perguntas:

1. Qual é a Filtração Glomerular estimada para esta paciente ?
2. Baseando-se nos dados apresentados, é possível afirmar que a paciente apresenta uma Doença Renal Crônica ?

Para a primeira pergunta: Similarmente ao que foi realizado no caso anterior, a lógica de raciocínio captura as informações de *“Idade”* e *“Creatinina”* relacionadas às duas mulheres, e utiliza esses dados para realizar o cálculo e classificação da *“Taxa de Filtração Glomerular”*, utilizando a fórmula *“MDRD simplificada”*. São então obtidos, respectivamente, os valores de aproximadamente 113 e 74 (mL/min/1,73m²).

Para a segunda pergunta: Em posse do valor numérico sobre TFG, a lógica de raciocínio realiza a inferência na ontologia através da propriedade *“Tem_TFG”*, a fim de identificar qual subclasse da classe *“Taxa de Filtração Glomerular”* representa tais valores. No caso do exemplo, a inferência relaciona os valores calculados às classes *“T1”* e *“T2”*. Pelos mesmos motivos anteriores, o método de inferência não retorna a classe *“DRC”* para a lógica de raciocínio, indicando que a ausência de informações não permite ter certeza se as pacientes são possuidoras ou não de Doença Crônica Renal. A fim de verificar se é necessário realizar o encaminhamento para os nefrologistas, a lógica de raciocínio infere na ontologia e obtém a informação que de acordo com esses valores de TFG não é necessário realizar o encaminhamento para o nefrologista, os pacientes deverão então serem tratados na atenção básica.

Após todas essas atividades e fases de avaliação, conclui-se que o objetivo proposto para esse trabalho foi alcançado.

Capítulo

10

Considerações Finais

“Nunca é tarde para começar tudo de novo...”

Raul Seixas

Este Capítulo apresenta as conclusões e as considerações finais do trabalho. A seguir, apresentam-se as principais discussões, os resultados obtido na pesquisa, as limitações, as principais contribuições e sugestões para trabalhos futuros.

9.1 Discussões sobre o Trabalho

Hoje a informática revolucionou o mundo e os computadores se tornaram componentes vitais em quase todas as áreas, entre elas, a área da saúde. Aproveitando os recursos da informática, sistemas automatizados possuem a capacidade de incorporar e representar uma enorme quantidade de informações médicas e de codificar estratégias de seleção e decisão que levem a respostas úteis para o processo de acompanhamento e tomada de decisão de um profissional de saúde, facilitando, por exemplo, processos de diagnósticos. Observou-se através dos trabalhos analisados que o uso de técnicas da Inteligência Artificial na área da saúde está em alta demanda, devido aos desafios inerentes à área.

Este trabalho apresentou os passos para o desenvolvimento de uma abordagem de suporte à decisão clínica, baseada em semântica e raciocínio,

relacionado ao diagnóstico e estadiamento da DRC, buscando dar suporte ao encaminhamento apropriado para os especialistas em nefrologia. Os usuários para os quais essa abordagem proposta se destinou foram os médicos que trabalham na atenção primária à saúde. Essa abordagem, através de uma lógica de raciocínio baseada em inferências em uma base de conhecimento, forneceu avaliações ou recomendações de ações, com base em conjuntos de dados específicos do paciente.

Durante as primeiras etapas do trabalho, foram realizadas decisões sobre a metodologia que seria seguida para a construção da abordagem e especificação da engenharia do conhecimento. Foi constatado que atividades de modelagem são essenciais para que uma abordagem possa abranger todos os requisitos necessários para dar suporte à decisão de qualidade aos seus usuários.

Para o apoio à decisão clínica, notou-se que soluções baseadas em composições de duas ou mais metodologias relacionadas ao suporte à decisão clínica e engenharia do conhecimento, foram importantes para que a abordagem fosse capaz de alcançar o objetivo proposto com eficácia. Deve-se sempre lembrar e ressaltar que não existe uma maneira correta ou única de se modelar um domínio, sempre existirão várias alternativas. A melhor solução dependerá da aplicação e das possíveis extensões.

Foi observado que o desenvolvimento de abordagens de suporte à decisão clínica, baseado em ontologias, não é um processo linear e fácil. Muitas iterações e refinamentos são necessários para chegar a um modelo adequado. A avaliação e validação devem ser parte integrante da metodologia, ao invés de ser apenas uma atividade para ser realizada futuramente após a implementação da abordagem. Deste modo, foi definido para essa abordagem que a cada etapa finalizada era realizado um processo de validação com a ajuda de uma especialista do domínio. Durante o processo de desenvolvimento, ocorreram modificações decorrentes de *feedbacks* da especialista colaboradora do projeto, que tiveram que ser incorporadas à ontologia, fazendo com que as fases iniciais tivessem que ser revisitadas.

Para garantir resultados de qualidade, foi definido que a abordagem deveria ser realizada em seis fases, compostas por uma série de atividades de investigação, realizadas de forma interdependentes, com critérios essenciais para que cada etapa

fosse realizada de uma maneira precisa e organizada. Deste modo, observou-se que cada fase não afetou a integridade das outras etapas, preservando a qualidade do resultado da pesquisa.

Como foi definido para a abordagem que o raciocínio seria realizado através de inferências em uma base de conhecimento, uma das tarefas foi dar início à construção de uma base de conhecimento capaz de representar ações e recomendações clínicas validadas, para poder realizar o raciocínio correto e processamento dos dados necessários. Para compor essa base, foi proposta a construção de uma ontologia de domínio, chamada de OntoDecideDRC, que representou os conceitos clínicos subjacentes e os relacionamentos inerentes dentro das diretrizes de práticas clínica relacionados ao *Diagnóstico, Estadiamento e Encaminhamento* da Doença Renal Crônica.

Com relação aos estágios iniciais dos processos da Engenharia do Conhecimento, a realização das fases de especificação e aquisição do conhecimento auxiliou na identificação de estruturas adequadas para expressar o conhecimento do domínio da aplicação, de modo a facilitar mais adiante a resolução dos objetivos definidos. Em geral, os artefatos gerados nesses estágios foram importantes para que a base de conhecimento fosse construída com foco e bem estruturada. Em especial, a realização de entrevistas e aplicação de questionários foi importante para verificar as informações coletadas e sanar as dúvidas geradas.

Com relação às fases de conceitualização, formalização e implementação, foi importante ser considerado o reuso de ontologias existentes na área, antes de se começar a desenvolver uma nova ontologia, pois pôde-se concluir que atualmente existe uma certa carência de ontologias que modelam o conhecimento em Nefrologia. Apesar de terem sido encontradas algumas ontologias que abordam alguns conceitos nefrológicos em sua estrutura, essas ainda não possuem requisitos necessários para a utilização no desenvolvimento de sistemas de suporte ao diagnóstico e tratamento na área nefrológica. Outro fato interessante também identificado foi que a maioria das ontologias encontradas fornecem suporte apenas ao inglês, fazendo-se necessário sua tradução para outros idiomas, como português por exemplo, para serem usadas no contexto brasileiro.

A utilização do Léxico Ampliado da Linguagem se mostrou uma boa escolha para auxiliar na tarefa de levantamento, modelagem e validação dos conceitos, e relacionamentos do domínio, uma vez que além de representar as denotações dos conceitos, o LAL serviu também para representar os relacionamentos entre eles, através dos impactos, servindo como uma primeira representação detalhada do conhecimento do domínio.

O léxico serviu de ponto de partida para a construção da ontologia OntoDecideDRC. Nesse ponto, destacamos vantajosa a utilização do método de mapeamento de termos do LAL para conceitos de ontologia, proposto por Breitman e Leite (2004) e ao guia prático de construção de ontologias OWL, proposto por Horridge et al. (2007). Esses trabalhos foram importantes para a construção de forma organizada e precisa da OntoDecideDRC.

A construção da ontologia foi essencial para subsidiar a tomada de decisão, pois tornou certos tipos de dados, como as informações úteis extraídas de diretrizes de práticas clínicas relacionadas à DRC, passíveis de processamento automático. Após a ontologia estar completa, contendo as regras semânticas definidas, foi possível que a abordagem, através de inferências, conseguisse obter as devidas recomendações, ajudando na conclusão do objetivo proposto para esse mestrado.

Logo, no contexto desse trabalho foi observado que pesquisas em Informática em Saúde e Inteligência Artificial, que façam uso do conhecimento representado por ontologias para subsidiar o apoio à decisão, podem usufruir de inúmeras oportunidades para avançar o estado da arte em vários aspectos, onde o uso de ontologias em aplicações médicas contribui consideravelmente para o processamento, armazenamento e representação da informação de forma que esta possa ser compartilhada e, conseqüentemente, futuramente reutilizada por outras abordagens.

É importante mencionar que durante o desenvolvimento do trabalho, o autor se deparou com inúmeras adversidades por ser realizado em uma área tão específica da medicina, como é a área da Nefrologia. Essas dificuldades vão desde a obtenção de informações de casos clínicos para o escopo desse trabalho, como a disponibilidade de um número maior de especialistas na área para auxiliar na verificação e avaliação da abordagem. Porém, o trabalho contou com o entusiasmo

de reconhecidos profissionais de saúde, que disponibilizaram tempo diante dos seus compromissos profissionais para contribuir com experiência e conhecimento no desenvolvimento dessa abordagem.

Quanto ao caráter inovador desta pesquisa, até o atual momento não foram encontrados, nos principais engenhos e periódicos, trabalhos que propõem abordagens semânticas de suporte à decisão clínica para diagnóstico, estadiamento e encaminhamento da DRC. Desta forma, existe a possibilidade deste trabalho servir de introdução para uma série de pesquisas relacionadas ao tema e domínio especificado.

Com relação a abordagens computacionais em saúde, este trabalho vem ao encontro dos propósitos da Política Nacional de Informação e Informática, do Ministério da Saúde (2004), que promove os usos inovadores, criativos e transformadores da tecnologia da informação para melhorar os processos de trabalho em saúde, produzindo informações para a gestão, para a prática profissional e para a geração de conhecimento, e contribuindo para a melhoria da situação da saúde da população.

9.2 Resultados Relacionados ao Trabalho

De um modo geral, os resultados alcançados foram importantes para tornar possível a representação do conhecimento presente em documentos de orientações médicas, em um formato capaz de ser processado por computadores, tornando essa abordagem capaz de fornecer suporte à decisão para os médicos da atenção básica.

Durante a realização das etapas de elaboração da abordagem, foram sendo gerados artefatos como resultados de cada fase. Pode-se listar como resultados das fases de especificação e aquisição do conhecimento: a definição do domínio e escopo; a captura e estruturação das informações necessárias para atingir o objetivo da representação do conhecimento; a representação através de fluxogramas, essenciais para a captura do controle de fluxo dessas informações; o modelo definido em 8-tupla e os dados importantes obtidos na realização dos questionários

e entrevistas. Como resultados da fase de conceitualização, formalização e implementação, temos: a criação e descrição dos dados na forma de um léxico e construção da ontologia OntoDecideDRC. Por fim, essa abordagem ainda possui como resultados a especificação de um método de raciocínio e o processo de avaliação baseado em questões de competência e especialistas na área. Dessa forma, acredita-se que os resultados obtidos foram satisfatórios e tornam viável a continuidade da pesquisa iniciada com o presente trabalho.

Há de se destacar que durante o desenvolvimento deste trabalho, além desses resultados práticos, também foi obtido como resultado a publicação do seguinte trabalho em um evento científico de âmbito nacional: Tavares e Lino (2015). Esse trabalho foi premiado como segundo melhor do respectivo evento. No atual momento, com a finalização do trabalho, estão sendo preparados artigos para serem submetidos a periódicos, a fim de divulgá-los para que contribuam com o desenvolvimento da área.

9.3 Principais Contribuições

As principais contribuições desse trabalho estão relacionadas à abordagem de suporte à decisão clínica, baseada em semântica e raciocínio, para o diagnóstico e estadiamento da DRC, dando também o suporte ao encaminhamento apropriado para os especialistas em nefrologia. Essa abordagem contribui como uma forma de organizar e tornar os dados sobre os pacientes mais fáceis de serem avaliados, auxiliando na resolução de problemas, tomada de decisões e ações por um médico da Atenção Primária. Em geral, as contribuições obtidas a partir do desenvolvimento deste trabalho são:

- O método utilizado para a captura e estruturação das informações contidas em diretrizes de práticas clínicas;
- O levantamento das principais diretrizes de práticas clínicas relacionadas ao tratamento da Doença Renal Crônica;

- Uma revisão, apesar de ser parcial, de como estão sendo desenvolvidos os trabalhos na área pesquisada, através dos trabalhos selecionados no Capítulo 4;
- Um Léxico Ampliado da Linguagem contendo 79 palavras e frases mais representativas no domínio dos procedimentos de diagnóstico, estadiamento e encaminhamento da DRC;
- A ontologia OntoDecideDRC, capaz de representar os conhecimentos relacionados ao *Diagnóstico, Estadiamento e Encaminhamento* da Doença Renal Crônica;
- A compreensão dos métodos relacionados ao desenvolvimento de abordagens de suporte à decisão clínica utilizando como base de conhecimento uma ontologia na área da saúde.
- Conjunto de fluxogramas capaz de identificar a sequência apropriada de técnicas e tarefas, bem como as transições e dependências entre elas, para chegar a uma recomendação, relacionados à investigação, diagnóstico e manejo nefrológico de pacientes com DRC.
- Auxiliar os médicos da atenção primária no diagnóstico e estadiamento da Doença Renal Crônica, fornecendo informações sobre o momento correto para realizar o encaminhamento do paciente para os especialistas.
- Um protótipo de um serviço web relacionado ao propósito da abordagem, capaz de capturar as informações fornecidas pelos médicos, raciocinar sobre elas e oferecer as devidas recomendações.
- A metodologia de construção dessa abordagem pode ser generalizada para utilização em outros domínios da saúde..

9.4 Trabalhos Futuros

Muitas são as possibilidades de trabalhos futuros envolvendo a abordagem desenvolvida nessa dissertação, pois se refere a apenas um passo para o desenvolvimento de abordagens de suporte à decisão clínica relacionada ao domínio e propósitos definidos. Espera-se que novas pesquisas devam levar adiante esta proposta, colocando a abordagem desenvolvida em prática, aperfeiçoando-a, realizando estudos de viabilidade e avaliando o impacto de sua implementação na qualidade da atenção à saúde da população. Logo, entre os trabalhos futuros estão a evolução do protótipo em uma ferramenta de suporte à decisão clínica para ser aplicado na área da Saúde e a comparação dos resultados aqui obtidos com os obtidos por outras técnicas, expandindo assim o trabalho de Al-hyari, Al-taee e Al-taee (2013).

Similarmente ao que se observa na Engenharia de Software, Engenharia do Conhecimento, o desenvolvimento de abordagens de suporte à decisão clínica baseadas em ontologias exigem constantes ciclos de revisões e manutenções do conhecimento. Um possível trabalho futuro seria a atualização das informações representadas pela OntoDecideDRC, uma vez que as práticas clínicas na saúde constantemente estão sendo aperfeiçoadas.

Os próximos passos da OntoDecideDRC estão relacionados à documentação e compartilhamento em biblioteca de ontologias como Bioportal.bioontology (2015), para que ela possa ser reutilizada por outras abordagens ou sistemas na área. Um trabalho futuro interessante seria expandir o conhecimento dessa ontologia para propósitos mais gerais no domínio da Nefrologia, haja vista que esse trabalho está sendo desenvolvido no doutorado da médica nefrologista Cecília Neta Alves Pegado Gomes, parceira do grupo de pesquisa.

Apesar desta abordagem ter sido considerada efetiva no procedimento de avaliação, recomenda-se como trabalho futuro a investigação de outros modos para a obtenção de mais casos clínicos para teste, de forma a testar se a abordagem continua efetiva em situações diversas. Propõe-se também investigar a

disponibilidade de mais médicos nefrologistas para avaliar a ontologia, a fim de agregar mais confiabilidade ao modelo semântico.

E, por fim, pesquisar melhorias possíveis nessa abordagem, com o uso de outras linguagens de implementação ou de outras ferramentas, de forma a aperfeiçoar e automatizar as técnicas utilizadas nesse trabalho.

9.5 Limitações dessa Abordagem

A principal limitação está relacionada à abordagem ter sido avaliada apenas por um nefrologista. Apesar de que a médica que avaliou o trabalho possuir anos de experiência na área, seria interessante ter conseguido mais médicos para a etapa de avaliação.

Outra limitação está relacionada ao conhecimento representado pela OntoDecideDRC. Sabe-se que a Doença Renal Crônica se relaciona com várias doenças de inúmeras formas, logo, nesse trabalho o foco foi apenas de representar os critérios mínimos relacionados ao diagnóstico, estadiamento e encaminhamento relacionado a DRC. Outros aspectos serão definidos e representados quando essa ontologia for reutilizada pela doutora Cecília, tornando-a mais rica em conhecimento.

* * *

Capítulo

11

Referências Bibliográficas

“Um dia é preciso parar de sonhar e, de algum modo, partir.”

Amyr Klink

ABBASI, M.M.; KASHIYARNDI, S.. **Clinical Decision Support Systems: A discussion on different methodologies used in Health Care.** Disponível em: <http://www.idt.mdh.se/kurser/ct3340/ht10/FinalPapers/15-Abbasi_Kashiyarndi.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2014.

ABIDI, Samina R. et al. Ontology-based Modeling of Clinical Practice Guidelines: A Clinical Decision Support System for Breast Cancer Follow-up Interventions at Primary Care Settings. **Medinfo**: Proceedings of the 12th World Congress on Health (Medical) Informatics, Amsterdam, v. 129, n. 12, p.845-849, jun. 2007. ISBN 978-1-58603-774-1.

ABIDI, Syed Sibte Raza et al. **Using OWL Ontologies for Clinical Guidelines Based Comorbid Decision Support.** In: HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 45., 2012, Maui. Proceedings of Hawaii International Conference on System Sciences. Maui: [s. N.], 2012. p. 3030 - 3038.

ACHOUR, Soumeiya L. et al. A UMLS-based Knowledge Acquisition Tool for Rule-based Clinical Decision Support System Development. **Journal Of The American Medical Informatics Association**, New York, p. 351-360. 01 jan. 2001.

ADAMS R, RUFFIN R, SMITH B, CAMPBELL D, DIPPY S: Problems and some solutions in adapting clinical practice guidelines for asthma patient management into a computerised management system: The Western Region Asthma Pilot Project (WRAPP). **Inform Healthc Aust** 7: 16–21, 1998

AHRQ, Agency for Healthcare Research and Quality. **The Guide to Clinical Preventive Services.** 2014. Disponível em: <<http://www.ahrq.gov/professionals/clinicians-providers/guidelines-recommendations/guide/index.html>>. Acesso em: 13 jun. 2014

AL-HYARI, Abeer Y.; AL-TAEE, Ahmad M.; AL-TAEE, Majid A. **Clinical Decision Support System for Diagnosis and Management of Chronic Renal Failure**. Ieee Jordan Conference On Applied Electrical Engineering And Computing Technologies. C, p. 1-6. jan. 2013.

ALCOFORADO, Luciane Ferreira. **Elementos para elaboração de questionário em pesquisa científica**. Disponível em: <http://www.professores.uff.br/luciane/images/stories/Arquivos/doc_turismo/quest_escalas_cap1.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2015.

ALLSCRIPTS. **Care Management Features**. Disponível em: <<http://www.allscripts.com/products-services/products/care-management/features>>. Acesso em: 13 jan. 2015.

ALTER, S. L. **Decision support systems**: current practice and continuing challenges. Reading, Mass., Addison-Wesley Pub, 1980.

ANAGNOSTAKIS, A. G.; Tzima, M.; Sakellaris, G. C.; Fotiadis, D. I.; Likas, A. C.; Semantics-based information modeling for the health-care administration sector: the citation platform. **IEEE transactions on information technology in biomedicine**: a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, v. 9, n. 2, p. 239-47, jun. 2005.

ANDRADE JÚNIOR, José Everaldo de; LINO, Natasha Correia Queiroz. Uma Análise Comparativa De Ontologias No Domínio Da Saúde Com Ênfase Em Nefrologia. In: **XXIII Encontro De Iniciação Científica**, 23., 2015, João Pessoa. Anais... . João Pessoa: UFPB, 2015. p. 1 - 2.

ANDRADE, A; ALMEIDA, M; SCHULZ S. . Revisiting ontological foundations of the OpenEHR Entry Model. KR-MED Series CEUR Workshop Proceedings. 2012; 897: - **3rd International Conference on Biomedical Ontology (ICBO 2012)**; JUL 21-25, 2012; Graz, Austria, 2012.

ANS - Agência Nacional de Saúde Suplementar - (Rio de Janeiro). **A implementação de diretrizes clínicas na atenção à saúde**: experiências internacionais e o caso da saúde suplementar no Brasil. 2009. Disponível em: <http://www.ans.gov.br/images/stories/Materiais_para_pesquisa/Materiais_por_assunto/ProdEditorialANS_A_implementacao_de_diretrizes_clinicas.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2016.

ANYA, Obinna et al. E-Workbench: A Case for Collaborative Decision Support in e-Health. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER MODELLING AND SIMULATION, 11., 2009, England. **Proceedings of International Conference on Computer Modelling and Simulation**. England: [s. N.], 2009. p. 25 - 27.

AREZZO. **InferMed**. 2009. Disponível em: <<http://www.infermed.com/en/About/History.aspx>>. Acesso em: 13 jan. 2015.

BALAS E. A., KRISHNA S., KRETSCHMER R. A., CHEEK T. R., Lobach D. F., Boren S. A: Computerized knowledge management in diabetes care. **Med Care** 42: 610-621, 2004.

BARACAT, Edmund Chada et al. **Projeto Diretrizes**: Associação Médica Brasileira e Conselho Federal de Medicina. 2012. Disponível em: <http://www.projetodiretrizes.org.br/projeto_diretrizes/texto_introdutorio.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2015

BARITE, Mario Guido. La Garantia Literaria: Vigencia y Proyección Teórico-Metodológica. **Anais...** VIII ENANCIB – Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação. Salvador - Bahia, Out. 2007.

BARRE, Avron; FEIGENBAUM, Edward A. **The Handbook of artificial intelligence**. Los Altos: Morgan Kaufmann Publishers, 1986. 423 p.

BARROS, Elvino; GONÇALVES, Luiz Felipe. **Nefrologia** - No Consultório. São Paulo: Artmed, 2007. 701 p.

BASTOS JUNIOR, Paulo Roberto de Oliveira. **Elicitação de requisitos de software através da utilização de questionários**. 2005. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Informática, Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

BASTOS R. M. R., BASTOS M. G. Tabela de cálculo imediato de filtração glomerular. **JBras Nefrol**. n.27, p.40-42, 2005.

BASTOS, Alexsandro Beserra. **Uma abordagem ontológica baseada em informações de contexto para representação de conhecimento de monitoramento de sinais vitais humanos**. 2013. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Ciência da Computação, Programa de Pós-graduação do Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

BASTOS, Marcus Gomes; KIRSZTAJN, Gianna Mastroianni. Doença renal crônica: importância do diagnóstico precoce, encaminhamento imediato e abordagem interdisciplinar estruturada para melhora do desfecho em pacientes ainda não submetidos à diálise. **J. Bras. Nefrol**. [online]. 2011, vol.33, n.1, pp. 93-108. ISSN 0101-2800. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-28002011000100013 . Acesso em: 13 dez. 2014.

BASTOS, Rita Maria Rodrigues; BASTOS, Marcus Gomes; TEIXEIRA, Maria Teresa Bustamante. A Doença Renal Crônica E Os Desafios Da Atenção Primária À Saúde Na Sua Detecção Precoce. **Revista Aps**, Juiz de Fora, v. 10, n. 1, p.46-55, jan. 2007.

BCGUIDELINES.CA. CHRONIC KIDNEY DISEASE FLOW SHEET. Disponível em: <<http://www2.gov.bc.ca/assets/gov/health/practitioner-pro/bc-guidelines/ckd-flowsheet.pdf>>. Acesso em: 13 dez. 2015.

BELLMAN, R. E.. **An Introduction to Artificial Intelligence**: Can Computers Think? Boyd & Fraser Publishing Company, San Francisco. 1978.

BERGMANN, Natanael et al. Ferramentas da Qualidade: Definição de Fluxogramas Para a Confecção de Jalecos Industriais. In: SEGUNDA SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR, 2., 2012, Horizontina. **Anais...** . Horizontina: Sief,

2012. p. 1 - 10. Disponível em: <http://www.fahor.com.br/publicacoes/sief/2012_2.FERRAMENTAS DA QUALIDADE - DEFINIÇÃO DE FLUXOGRAMAS PARA A CONFEÇÃO DE JALECOS INDUSTRIAIS.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2015.

BERNARDO, Wanderley Marques. Diretrizes clínicas no sistema de saúde do Brasil. **Revista da Associação Médica Brasileira**, [s.l.], v. 54, n. 5, p.377-386, out. 2008. Elsevier BV. DOI: 10.1590/s0104-42302008000500001. Disponível em: <<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0104-42302008000500001?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

BERNER, Eta S., **Clinical Decision Support Systems – Theory and Practice**, Springer, 2007.

BERNER, Eta S.. **Clinical Decision Support Systems: State of the Art**. Rockville: Agency For Healthcare Research And Quality, 2009. 26 p.

BIOPORTAL. **Bioontology**. Disponível em: <<http://bioportal.bioontology.org>>. Acesso em: 13 jan. 2015.

BISPO, Carlos Alberto Ferreira. **Uma análise da nova geração de Sistemas de Apoio à Decisão**. 1998. 174 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia da Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

BMJ INFORMATICA (Org.). **National CKD audit**. Disponível em: <<http://informatica.bmj.com/solutions/clinical-decision-support-national-health-bodies/national-ckd-audit/>>. Acesso em: 13 jan. 2015.

BOHAMEC, M. What is Decision Support. In: 4th International Multi-conference Information Society, **Proceedings...** out. 2001, v. A, p. 86-89, 2001.

BOSWORTH H. B., OLSEN M. K., ODDONE E. Z. Improving blood pressure control by tailored feedback to patients and clinicians. **Am Heart J**, v. 149, p. 795–803, 2005.

BOTEVR, Mallié JP et al. Estimating glomerular filtration rate: Cockcroft-Gault and Modification of Diet in Renal Disease formulas compared to renal inulin clearance. **Clin J Am Soc Nephrol**. v.4, n. 5, p. 899-906, 2009.

BOUCHON-MEUNIER, B. “**Uncertainty Management in Medical Applications**”, In: Nonlinear Biomedical Signal Processing, Volume I: Fuzzy Logic, Neural Networks, and New Algorithms, Ed.: M. Akay, New York: IEEE Press, p. 1-26, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. **As cartas de promoção da saúde**. Brasília, DF, 2002. (Série B. Textos básicos de saúde). Disponível em: <www.saude.gov.br/bvs/conf-tratados.html>. Acesso em: 13 dez. 2014.

BREITMAN, K. K.; LEITE, J.C.S.P. Ontologias: Como e por que criá-las. In: Jornadas de Atualização em informática. Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. 2004, Salvador, **Anais...**, Salvador, Brasil, 2004. p. 3-53.

BREITMAN, Karin. **Web Semântica: a Internet do Futuro**. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Ltda, 2005.

BRERETON, Pearl et al. Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. **Journal Of Systems And Software**, New York, p. 571-583. abr. 2007.

CAMARGOS, Aroldo Fernando. O significado do grau de recomendação e força de evidência A da classificação da Associação Médica Brasileira. Femina: **Biblioteca Virtual em Saúde (BVS)**, São Paulo, v. 38, n. 2, p.59-62, fev. 2010. Disponível em: <<http://files.bvs.br/upload/S/0100-7254/2010/v38n2/a005.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2015.

CENAN, Calin. A proposed architecture and ontology for a software system for managing patient's health record. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUTOMATION, QUALITY AND TESTING, ROBOTICS, 2008, Romania. **Proceedings of International Conference on Computer Modelling and Simulation**. Romania: [s. N.], 2008. p. 123 - 127.

CHARNIAK, E. MCDERMOTT, D.. **Introduction to Artificial Intelligence**. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts. 1985.

CHEN, Rung-ching; BAU, Cho-tsan. **An Ontological Approach for Guideline-based Decision Support System**. International Journal Of Computer, Consumer And Control. Taiwan, p. 27-34. 2013.

CHERTOW G. M. LEE J. KUPERMAN G. J. BURDICK, E. HORSKY, J. SEGER, D. L. LEE, R. MEKALA, A. SONG, J. KOMAROFF, A. L. BATES, D. W. Guided medication dosing for inpatients with renal insufficiency. **JAMA** v. 286, p. 2839–2844, 2001.

CHI, Yu-liang; CHEN, Tsang-yao; TSAI, Wan-ting. A chronic disease dietary consultation system using OWL-based ontologies and semantic rules. **Journal Of Biomedical Informatics**. Taiwan, p. 208-219. fev. 2015.

CLARYS JP, MARTIN AD, MARFELL-JONES MJ, JANSSENS V, CABOOR D, DRINKWATER DT. Human body composition: a review of adult dissection data. **Am J Hum Biol**. v.11, p. 167-174, 1999.

COCKCROFT, D. W., GAULT, M. H. Prediction of creatinine clearance from serum creatinine. **Nephron**. v.16, p. 31–41, 1976 .

COLANTONIO, S., MARTINELLI, M., MORONI, D., SALVETTI, O., PERTICONE, F., SCIACQUA, A., GUALTIERI, A.: An Approach to Decision Support in Heart Failure. In: Semantic Web Applications and Perspectives (Swap 2007). **Proceedings....**, Bari Informatica, Università di Bari, 2007.

COUNAHAN, R., CHANTLER, C., GHAZALI, S., KIRKWOOD, B., ROSE, F. BARRATT, T. M. Estimation of glomerular filtration rate from plasma creatinine concentration in children. **Arch Dis Child**. v. 51, n. 11, p. 875-878, 1976.

CPR-ONTOLOGY. Disponível em: <<https://code.google.com/p/cpr-ontology/downloads/list>>. Acesso em: 13 jan. 2015.

DAML **Ontology Library**. Disponível em: <<http://www.daml.org/ontologies/>>. Acesso em: 13 jan. 2015.

DEMNER-FUSHMAN, Dina et al. Continual Development of a Personalized Decision Support System. **Medinfo**, Copenhagen, v. 4, n. 3, p.175-179, jun. 2013.

DUNG, Tran Quoc et al. **Ontology-Based Information Extraction and Information Retrieval in Health Care Domain**. Data Warehousing And Knowledge Discovery: Lecture Notes in Computer Science. Regensburg, p. 323-333. set. 2007.

DYBA, Tore; KITCHENHAM, Barbara A.; JORGENSEN, Magne. Evidence-Based Software Engineering for Practitioners. In: THE IEEE COMPUTER SOCIETY, [], 2005, California. **Anais....** California: [s. N.], 2005. p. 58 – 65.

FELICÍSSIMO, Carolina Howard et al. **C&L: Um ambiente para edição e visualização de cenários e léxicos**. 2003b. Disponível em: <<http://pes.inf.puc-rio.br/cel/Artigos/C&L.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2015.

FELICÍSSIMO, Carolina Howard et al. **Geração de Ontologias subsidiada pela Engenharia de Requisitos**. 2003a. Disponível em: <http://pes.inf.puc-rio.br/cel/Artigos/Felicissimo_WER2003.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2015.

FERNANDEZ, M.; GÓMEZ-PÉREZ, A.; JURISTO, N. METHONTOLOGY: From Ontological Arts Towards Ontological Engineering. In: AAAI97 Spring Symposium Series on Ontological Engineering, Standford, USA, **Proccedings...** Stantford, USA, march 1997. p 33-40.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Dicionário da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1975.

FINLAY, P. N. **Introducing decision support systems**. Oxford, UK Cambridge, Mass., NCC Blackwell; Blackwell Publishers, 1994.

FUJITA, H.; HAKURA, J.; KUREMATSU, M.; Multiviews Ontologies based Reasoning for Medical Diagnosis In: VDS. IEEE 9th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics; Subotica, Serbia. **Proccedings...** , Subotica, Serbia, 2011.

GALANTER, W. L., DIDOMENICO, R.J., POLIKAITIS, A. A trial of automated decision support alerts for contraindicated medications using computerized physician order entry. **J Am Med Inform Assoc** v. 12, p. 269–274, 2005.

GAMEWOOD. **Gamewood Healthcare Network Product Suite**. 2005. Disponível em: <<http://secure.gamewood.net/dotcom/Index.cfm>>. Acesso em: 13 jan. 2015.

GENE. **Ontology**. Disponível em: <<http://geneontology.org>>. Acesso em: 13 jan. 2015.

GOMEZ-PEREZ, A. Evaluation of Taxonomic Knowledge in Ontologies and Knowledge Bases. In: Banff Knowledge Acquisition For Knowledge-Based Systems Workshop, 12., 1999, Banff, Alberta, Canada. **Proccedings...** Banff, Alberta, Canada, 1999.

GREENES, Robert A., **Clinical Decision Support: The Road Ahead**, Academic Press, 2007.

GRUNINGER, M. FOX, M. **Methodology for the Design and Evaluation of Ontologies**: Proceedings of the Workshop on basic Ontological Issues in Knowledge Sharing. IJCAI-95, Canada, 1995.

GUIZZARDI, G. **Ontological Foundations for Structural Conceptual Models**. The Netherlands: Universal Press, 2005. Disponível em: <http://doc.utwente.nl/50826/1/thesis_Guizzardi.pdf>. Acesso em: 20 out. 2009.

GUPTA, J.N.D.; FORGIONNE, G.A.; MORA T., M. **Intelligent Decision-making Support Systems**: Foundations, Applications and Challenges. Springer. London. 2006.

H. FILHO, Fernando Wagner B.; LÓSCIO, Bernadette F.; CAMPOS, Gustavo A. L. **Inferência sobre Ontologias no contexto da Web Semântica**. Disponível em: <<http://www.infobrasil.inf.br/userfiles/Inferência%20sobre%20Ontologias%20no%20contexto%20da%20Web%20Semântica.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2015.

H. FILHO, Fernando Wagner B.; LÓSCIO, Bernadette F.; CAMPOS, Gustavo A. L. de. Inferência sobre Ontologias no contexto da Web Semântica. In: I CONGRESSO TECNOLÓGICO INFOBRASIL TI & TELECOM, 1., 2008, Fortaleza. **Anais...** 2008. Fortaleza: Infobrasil, 2008. p. 1 - 5. Disponível em: <<http://www.infobrasil.inf.br/userfiles/Inferência sobre Ontologias no contexto da Web Semântica.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2016.

HASHMI, Z.I., ZRIMEC, T. Ontology-driven Modeling of Clinical Practice Guidelines (CPG) Towards Computerization of CPG knowledge sources via GEM Model. In: IEEE International Symposium on Information Technology, ITSIM , 26th **Proceedings...** August, Malaysia. 2008.

HAUGELAND, J. **Artificial Intelligence: The Very Idea**. MIT Press, Cambridge, Massachusetts. 1985.

HÉJA, G.; SURJÁN, G.; VARGA, P.; Ontological analysis of SNOMED CT. **BMC Medical Informatics and Decision Making**, v. 8, Suppl 1, 2008.

HENNEMANN, F.A.; RABELO, R.J.; SANTOS, J.V.C.; CURY, J.E.R. Um Sistema de Apoio à Decisão formado por Redes de Petri, Simulação e Sistema Especialista. **Revista Controle & Automação**, v. 17, p. 10 a 23, 2006.

HORRIDGE, M. JUPP, S. MOULTON, G., RECTOR, A. STEVENS, R. WROE, C. **A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using Protégé 4 and CO-ODE Tools**. The University Of Manchester: October 16, 2007.

HORRIDGE, M. et al. **A Practical Guide To Building OWL Ontologies using the Protege-OWL plugin and CO-ODE Tools**, Edition 1.0. 2004. Disponível em: <<http://www.co-ode.org/resources/tutorials/ProtegeOWLTutorial.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2015.

HOYT, Robert E. et al. **Medical Informatics: Practical Guide for the Healthcare Professional Third Edition**. 3. ed. Florida: Lulu.com, 2009.

HSU, C-Y; MCCULLOCH, C.E., CURHAN GC. Epidemiology of anemia associated with chronic kidney insufficiency among adults in the United States: results from the Third Nacional Health and Nutritional Examination Survey. **J. Am. Soc. Nephrol.**, v.13, p.504- 510, 2002.

HUSSAIN S. ABIDI S. S. R., Ontology Driven CPG Authoring and Execution via a Semantic Web Framework, 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, **Proceedings...**, 2007. P 135-137.

IANNACCONE, Marco; ESPOSITO, Massimo. An Ontological Framework for Representing Clinical Knowledge in Decision Support Systems. **Journal Of Telecommunication And Information Technology**. Naples, Italy, p. 77-83. jan. 2014.

INKER, Lesley A. et al. KDOQI US Commentary on the 2012 KDIGO Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of CKD. **American Journal Of Kidney Diseases**. USA, p. 713-735. set. 2014.

JACKSON, P. **Introduction to Expert Systems**. 3rd ed. Harlow, England: Addison-Wesley. 1998.

JORM, L.; GRUSZIN, S.; CHURCHES, T.; A multidimensional classification of public health activity in Australia. **Aust N Z Health Policy**, v. 6, n. 9, 2009.

K/DOQI clinical practice guidelines for Chronic kidney disease: evaluation, classification and stratification. **Am. J. Kidney Dis.**, v. 39, suppl. 1, p.s1-s266, 2002.

KAWAMOTO, K., HOULIHAN, C. A, BALAS, E. A, LOBACH, D. F. Improving clinical practice using clinical decision support systems: A systematic review of trials to identify features critical to success. **BMJ** v. 330, 765, 2005.

KEEN, P. G. W. SCOTT MORTON, M. S.. **Decision support systems** : an organizational perspective. Reading, Mass., Addison-Wesley Pub. Co, 1978.

KIRSTAJN GM. Avaliação de Função Renal. **J Bras Nefrol.** v. 31, 1, p.14-20. 2009.

KITCHENHAM, Barbara. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews. **Software Engineering**. Technical Report – Department Of Computer Science, Durham, p. []-[] . jan. 2007.

KLEBE, B. HOBBS, H. Irving J, COOLEY, R., STEVENS, P., O'DONOGHUE, D., MIDDLETON, R., FARMER, C. A computer-based decision support tool to manage CKD in primary care. **American Society of Nephrology Annual Meeting**, San Diego, CA, November 14-19, 2006.

KLEBE, Bernhard et al. Kidney disease management in UK primary care: guidelines, incentives and Information Technology. **Oxford University Press: Family Practice Advance Access**. Kent, p. 330-335. 24 abr. 2007.

KURZWEIL, R.. **The Age of Intelligent Machines**. MIT Press, Cambridge, Massachusetts. 1990.

LADEIRA, Marcelo. **Representação de Conhecimento e Redes de Decisão**. 1997. 150 f. Monografia (Doutorado) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, 1997.

LEITE, J. C. S. P.; Franco, A.P.M. A Strategy for Conceptual Model Acquisition. Proceedings of the IEEE International Symposium on Requirements Engineering, **Proceedings...** IEEE Computer Society Press. pp. 243-246, San Diego, 1993.

LENZ, R.; ELSTNER, T.; SIEGELE, K.; KHUN, K. A.; A Practical Approach to Process Support in Health Information Systems. **Journal of the American Medical Informatics Association**, v. 9, n. 6, p. 571-585, 2002.

LEVEY, A. S., BOSCH, J. P., LEWIS, J. B., GREENE, T., ROGERS, N., ROTH, D. A more accurate method to estimate glomerular filtration rate from serum creatinine: a new prediction equation. **Ann Intern Med** v. 130, p. 461-470, 1999.

LEVEY, A. S., CORESH, J., GREENE, T., STEVENS, L. A., ZHANG, Y. L., HENDRIKSEN, S., KUSEK, J. W. V. LENTE, F. Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration. Using standardized serum creatinine values in the modification of diet in renal disease study equation for estimating glomerular filtration rate. **Ann Intern Med.**, v. 145, n. 4, p. 247-254, 2006.

LEVEY, A. S., GREENE, T., KUSEK, J. W., BECK, G. J. A simplified equation to predict glomerular filtration rate from serum creatinine [Abstract]. **J Am Soc Nephrol** 2000.

LEVEY, A. S., STEVENS, L. A., SCHMID, C. H. et al. A new equation to estimate glomerular filtration rate. **Ann Intern Med.**, v 150, p. 604-612, 2009.

LEVEY, A. S. Measurement of renal function in chronic renal disease. **Kidney Int.**, v. 38, p. 167-184, 1990.

LICHTENSTEIN, Flávio et al. **Criando uma Ontologia em Saúde com a ferramenta Protégé no padrão OWL**. Disponível em: <<http://www.sbis.org.br/cbis11/arquivos/992.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2015.

LOPEZ, Mario; MEDEIROS, J. LAURENTYS. **Semiologia médica**: as bases do diagnóstico clínico. 5. ed. [s. N.]: Revinter, 2004.

LUGER, G. F., STUBBLEFIELD, W. A. **Artificial Intelligence**: Structures and Strategies for Complex Problem Solving. Benjamin/Cummings, Redwood City, California, second edition. 1993.

MA, Ying-chun et al. Modified Glomerular Filtration Rate Estimating Equation for Chinese Patients with Chronic Kidney Disease. **Journal Of The American Society Of Nephrology**. China, p. 2937-2944. out. 2006.

MARK, D. B. **Tomada de decisões em medicina clínica**. In: Braunwald E, Fauci AS, Kasper DL et al. (Organizadores). Harrison Medicina Interna. Volume I. 17a ed. Rio de Janeiro: McGraw Hill Interamericana do Brasil Ltda; 2008. p. 16-23.

MATTA, Gustavo Corrêa; MOROSINI, Márcia Valéria Guimarães. **Atenção primária à saúde**: Dicionário da Educação Profissional em Saúde. 2009. Disponível em: <<http://www.epsjv.fiocruz.br/dicionario/verbetes/ateprisau.html>>. Acesso em: 13 jan. 2015.

MCLAUGHLIN, K. MANNS, B. ULLETON, B. DONALDSON, TAUB, K. An economic evaluation of early versus late re- ferral of patients with progressive renal insufficiency. **Am J Kidney Dis.**, v. 38, p. 1122-1128, 2001.

MICHIN, R.; PORTO, F. A. M.; VANGENOT, C.; HARTMANN, S.; **Symptoms Ontology for Mapping Diagnostic Knowledge Systems**. In: Computer-Based Medical Systems, p. 593 – 598, 2006.

MOHAMED, R. H. A. ZAYED, H. S. AMIN, A. Renal disease in systemic sclerosis with normal serum creatinine. **Clin Rheumatol.**, n. 29, p. 729-737, 2010.

MOTA, M. R. A.; LINO, N. C. Q. ; TAVARES, E. A. ; CAMPOS, S. P. R. . Um Mapeamento Sistemático sobre o Uso de Ontologias em Informática Médica. In: CBIS 2014 - XIV Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 2014, Santos. **Anais...** CBIS 2014 - XIV Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 2014.

MOTA, Moisés Roberto de Araujo; TAVARES, Esaú Alencar; CAMPOS, Sidney Patrício Reinaldo; LINO, Natasha Correia Queiroz. Um estudo sobre o desenvolvimento de uma taxonomia para a classificação de trabalhos de um mapeamento sistemático sobre o uso de ontologias em Informática Médica. In: COMPUTER ON THE BEACH, 1., 2013, João Pessoa. **Anais...** COTB ANAIS DE 2013. Florianópolis: [s. n.], 2013a.p. 247 - 258.

MOTA, Moisés Roberto de Araujo; TAVARES, Esaú Alencar; CAMPOS, Sidney Patrício Reinaldo; LINO, Natasha Correia Queiroz. Uma Taxonomia Ontológica para a Classificação de Estudos sobre o uso de Ontologias em Informática Médica. In: IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO (SBSI), 9., 2013, João Pessoa. **Anais...**, João Pessoa: [s. n.], 2013b. v. 1, p. 589 - 600.

MOTA, Moisés Roberto de Araújo. **Mapeamento Sistemático Sobre o Uso de Ontologias em Informática Médica**. 2013. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Informática, Departamento de Centro de Informática, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013c.

MUSEN MICHIN, R.; PORTO, F. A. M.; VANGENOT, C.; HARTMANN, S.; **Symptoms Ontology for Mapping Diagnostic Knowledge Systems**. In: Computer-Based Medical Systems, p. 593 – 598, 2006.

MUSEN, Mark A.; SHAHAR, Yuval; SHORTLIFFE, Edward H.. **Clinical Decision-Support Systems**. In: BIOMEDICAL Informatics. New York: Springer, 2006. Cap. 20. p. 698-736.

MUSEN, Mark et al. **Protégé**. 2016. Disponível em: <<http://protege.stanford.edu/about.php>>. Acesso em: 13 jan. 2016.

NAPOLI FILHO, Marco di et al. Estimativa da Função Renal pela Fórmula de Cockcroft e Gault em Pacientes com Sobrepeso ou com Obesidade. **J Bras Nefrol**. São Paulo, p. 185-191. 21 jul. 2008.

NARVA, Andrew S. **Decision Support and CKD**: Not There Yet. Clinical Journal Of The American Society Of Nephrology. USA, p. 525-526. abr. 2012.

NASH, I. S, ROJAS, M. HEBERT, P. MARRONE, S. R. COLGAN, C. FISHER, L. A. CALIENDO, G. CHASSIN, M. R. Reducing excessive medication administration in hospitalized adults with renal dysfunction. **Am J Med Qual.**, n. 20, p. 64–69, 2005.

NATIONAL Kidney Foundation. **K/DOQI Clinical Practice Guidelines for Chronic Kidney Disease**: Executive Summary (Diretrizes de Prática Clínica para Doença Renal Crônica: Resumo Executivo). New York, 2002; pp. 11 – 15. Disponível em: http://www.transdoreso.org/pdf/Doenca_renal_cronica.pdf. Acesso em 23 de outubro de 2013.

NEFROLOGIA, Sociedade Brasileira de. Censo da Sociedade Brasileira de Nefrologia 2013. 2013. Disponível em: <http://sbn.org.br/pdf/censo_2013_publico_leigo.pdf>. Acesso em: 13 dez. 14.

NHMRC, National Health and Medical Research Council. **A guide to the development, evaluation and implementation of clinical practice guidelines**. 1999. Disponível em: <<https://www.nhmrc.gov.au/guidelines/publications/cp30>>. Acesso em: 13 jun. 2014.

NOGUEIRA, Celso Schmalfuss; OLIVEIRA, Carlos Rogério Degrandi. **Disfunção renal** : definição e diagnóstico: Medicina Perioperatória. 2007. Disponível em: <http://www.saj.med.br/uploaded/File/artigos/Disfusao_Renal.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2014.

NOTÍCIAS MEDICINA LABORATORIAL. Rio de Janeiro: Órgão Informativo da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica, v. 30, 2011.

NOY, natalya.; MCGUINNESS, D. **Ontology Development 101** - A guide to creating your first ontology. KSL Technical Report, Stanford University, 2001

NUTT, P. C. The identification of solution ideas during organizational decision making. **Management Science**, Linthicum, v.39, n.9, p.1071-1085, sep. 1993.

OLIVEIRA, M. B. ROMÃO JUNIOR, J. E. ZATZ, R. End-stage renal disease in Brazil: epidemiology, prevention, and treatment. **Kidney Int.**, v. 68, p. 82-86, 2005.

OLIVEIRA, Maria Marly. **Como Fazer**: projetos, relatórios, monografias, dissertações, testes. 4. ed. São Paulo: Elsevier, 2008. 192 p.

ONTOLINGUA. Disponível em: <<http://www.ksl.stanford.edu/software/ontolingua/>>. Acesso em: 13 jan. 2015.

OPENCLINICAL. Disponível em: <<http://www.openclinical.org>>. Acesso em: 13 jan. 2015.

OPENCLINICAL. **Methods and tools for representing computerised clinical guidelines.** 2006. Disponível em: <<http://www.openclinical.org/gmmsummaries.html>>. Acesso em: 13 jun. 2015.

OPPENHEIM, M. I. VIDAL, C. VELASCO, F. T. BOYER, A. G. COOPER, M. R. HAYES, J. G. FRAYER, W. W. **Impact of a computerized alert during physician order entry on medication dosing in patients with renal impairment.** Proc AMIA Symp: 577–581, 2002.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD – OMS. **Atención Primaria de Salud:** informe de la Conferencia Internacional sobre Atención Primaria de Salud Alma-Ata. Ginebra, 1978. (Serie Salud para todos, 1).

OSHEROFF, J. A. PIFER, E. A. TEICH, J. M. SITTIG, D. F. JENDERS, R. A. **Improving outcomes with clinical decision support:** an Implementer's Guide, Chicago, IL, Health Information and Management Systems Society, 2005.

OSHEROFF, J. A. TEICH, J. M. MIDDLETON, B. STEEN, E. B. WRIGHT, A. DETMER, D. E. A roadmap for national action on clinical decision support. **J Am Med Inform Assoc.**, v. 14, p. 141–145, 2007.

OYOLA, Andres Manuel Villafuerte. **Modelagem para organização e representação do conhecimento em ontologias de domínio:** uma experiência na área da cultura do sorgo. 2010. 180 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Ciência da Informação, Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

PATWARDHAN, Meenal B. et al. Recommendations for a Clinical Decision Support for the Management of Individuals with Chronic Kidney Disease. **Clinical Journal Of The American Society Of Nephrology** : CJASN: American Society of Nephrology, USA, v. 4, n. 2, p.273-283, fev. 2009. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2637586/#__abstractid290419title>. Acesso em: 13 jan. 15.

PECOITS-FILHO, Roberto. Diagnóstico de Doença Renal Crônica: Avaliação da Função Renal. **JBN: Jornal Brasileiro de Nefrologia.** São Paulo, p. 4-5. ago. 2004.

PORTO, Geciane Silveira. Características do Processo Decisório na Cooperação Empresa-Universidade. **Revista de Administração Contemporânea**, Paraná, v. 8, n. 3, p.29-52, set. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rac/v8n3/v8n3a03>>. Acesso em: 20 out. 2014.

PRAXEDES, J. N. Diretrizes sobre hipertensão arterial e uso de anti-hipertensivos na Doença Renal Crônica. **J Bras Nefrol.**, n. 26, p. 44-46, 2004.

PROTÉGÉ **Ontology Library.** Disponível em: <http://protegewiki.stanford.edu/wiki/Protege_Ontology_Library>. Acesso em: 13 jan. 2015.

PUC-RIO, Grupo de Engenharia de Requisitos -. C&L Cenários e Léxicos. Disponível em: <<http://transparencia.les.inf.puc-rio.br:8080/cel/visao/index.html>>. Acesso em: 13 nov. 2015.

RAGHAVAN, S. R. LADIK, V. MEYER, K. B. Developing decision support for dialysis treatment of chronic kidney failure. **IEEE Trans Inf Technol Biomed.**, n. 9, p. 229–238, 2005.

REZENDE, S.O. **Sistemas Inteligentes**: Fundamentos e Aplicações. Barueri, SP: Manole, 2004.

RIND, D. M. SAFRAN, C. PHILLIPS, R. S. WANG, Q. CALKINS, D. R. DELBANCO, T. L. BLEICH, H. L. SLACK, W. V. Effect of computer-based alerts on the treatment and outcomes of hospitalized patients. **Arch Intern Med.**, n. 154, p. 1511–1517, 1994.

RNAO (Org.). **Decision Support for Adults Living with Chronic Kidney Disease**. 2009. Registered Nurses' Association of Ontario l'Association des infirmières et infirmiers autorisés de l'Ontario. Disponível em: <<http://rnao.ca/bpg/guidelines/decision-support-adults-living-chronic-kidney-disease>>. Acesso em: 13 jan. 2015.

RNAO, Registered Nurses' Association of Ontario (Org.). **Toolkit**: Implementation of best practice guidelines. 2. ed. Toronto: [s. N.], 2012. 154 p

ROMÃO JUNIOR, João Egidio. Doença Renal Crônica: definição, epidemiologia e classificação. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**. São Paulo, p. 1-3. set. 2004. Disponível em: <http://www.jbn.org.br/detalhe_artigo.asp?id=1183>. Acesso em: 13 dez. 2014.

ROSENBAUM, J.L. Evaluation of clearance studies in chronic kidney disease. **J. Chronic Dis.**, v. 22, p. 507-514, 1970.

ROUBICEK, C. BRUNET, P. HUIART, L. et al. Timing of nephrology referral: influence on mortality and morbidity. **Am J Kidney Dis.**, n. 36, p. 35-41, 2000.

RUBIN, D.L.; GENNARI, J.H.; MUSEN, M.A.; Knowledge Representation and Tool Support for Critiquing Clinical Trial Protocols. In: **Proceedings** of the AMIA Symposium. 2000.

RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. **Artificial Intelligence**: a modern approach. 3rd Edition. New Jersey: Prentice Hall, 2009.

SABBATINI, R. M. **Uso do computador no Apoio ao Diagnóstico Médico**. Disponível em: <<http://www.epub.org.br/>>. Acesso em: 13 jun. 2014.

SARIPALLE, Rishi Kanth. **Current status of ontologies in Biomedical and Clinical Informatics**. Disponível em: <<http://www.engr.uconn.edu/~steve/Cse300/saripalle.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2014.

SARKAR, Indra Neil et al. Biomedical informatics and translational medicine. **Journal Of Translational Medicine**, p. 1-12, fev. 2010.

SAÚDE, Ministério da. **Diretrizes clínicas para o cuidado ao paciente com Doença Renal Crônica – DRC no Sistema Único de Saúde**. 2014. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_clinicas_cuidado_paciente_renal.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2015.

SAÚDE, Ministério da. **Por quê abordar a Doença Renal Crônica ?**. Brasil: Ministério da Saúde, 2006. Color. Disponível em: <http://dab.saude.gov.br/docs/geral/doenca_renal1.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2016.

SAÚDE, Ministério da. **Portal da Saúde**. 2015. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/cidadao/entenda-o-sus>>. Acesso em: 13 jan. 2015.

SBSI, Sociedade Brasileira de Informática em Saúde. **O que é Informática em Saúde ?**. Disponível em: <<http://www.sbis.org.br>>. Acesso em: 13 jun. 2014.

SCHNEIDER, Luc; BROCHHAUSEN, Mathias. The CHRONIOUS Ontology Suite: Methodology and Design Principles. **International Conference On Biomedical Ontology**, USA, v. 1, n. 1, p.167-173, 28 maio 2011.

SCHROFF, A. An **approach to user oriented decision support systems**. Inaugural Dissertation. Fribourg, University of Fribourg. 1998.

SCHWARTZ, G. J. FELD, L. G. LANGFORD, D. J. A simple estimate of glomerular filtration rate in full-term infants during the first year of life. **J Pediatr**. N. 104, p. 849-854, 1984.

SCHWARTZ, G. J. HAYCOCK, G. B. EDELMANN, C. M. J. R. SPITZER, A. A simple estimate of glomerular filtration rate in children derived from body length and plasma creatinine. **Pediatrics**, n. 58, p.259–263, 1976 .

SESSO, R. GORDAN, P. Dados disponíveis sobre a Doença Renal Crônica no Brasil. **J Bras Nefrol.**, v. 29, p. 9-12, 2007.

SHIFFMAN, R. N, LIAW, Y. BRANDT, C. A. CORB, G. J. Computer-based guideline implementation systems: A systematic review of functionality and effectiveness. **J Am Med Inform Assoc.**, v. 6: p. 104–114, 1999.

SHIFFMAN, R.N., KARRAS, B.T., AGRAWAL, A., CHEN, R., MARENCO, L., NATH, S. GEM: A proposal for a more comprehensive guideline document model using XML. **J Am Med Informatics Assoc.**, n. 7, p. 488–498, 2000.

SHIFFMAN, Richard N. et al. **Guideline Elements Model: (GEM)**. Disponível em: <<http://gem.med.yale.edu/default.htm>>. Acesso em: 13 nov. 2015.

SHORTLIFFE, E. H. **MYCIN: a rule based computer program for advising physicians regarding antimicrobial therapy selection**. Califórnia, 1979. Ph.D. Thesis, Computer Science Department, Standford University, 1979.

SILACHAN, Klaokanlaya; TANTATSANAWONG, Panjai. Domain Ontology Health Informatics Service From Text Medical Data Classification. In: ANNUAL SRII

GLOBAL CONFERENCE, [s. N.], 2011, Nakornpratom. **Proceedings** of Annual SRII Global Conference. Nakornpratom: [s. N.], 2011. p. 357 - 362.

SILVA, Renata de Paiva. **Modelo de apoio ao diagnóstico no domínio médico aplicando raciocínio baseado em casos**. 2005. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação Strictu Sensu em Gestão do Conhecimento e da Tecnologia da Informação, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2005.

SISTEMA DE APOIO À DECISÃO MÉDICA (SADM) Disponível em: <<http://www.virtual.epm.br/material/tis/curr-med/temas/med5/med5t41999/sad/definicao2.html>>. Acesso em: 13 jun. 2014.

SODRÉ, Aline Binotto; OLIVEIRA, Mauren Isfer Anghebem. Estimativa da Taxa de Filtração Glomerular Através de Fórmulas. **NewsLab** - A Revista do Laboratório Moderno. São Paulo, p. 58-69. ago. 2014.

SOUZA, Luiz Cláudio Guarita. **Regras de raciocínio aplicadas a ontologias por meio de sistema multiagente para apoio a decisões organizacionais**. 2003. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Informática Aplicada, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2003.

SPRAGUE, R. H. CARLSON, E. D. **Building effective decision support systems**. Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1982.

STETSON, Peter D. et al. Development of an Ontology to Model Medical Errors, Information Needs, and the Clinical Communication Space. In: AMIA ANNUAL SYMPOSIUM, 2001, Washington. **Proceedings** of AMIA Annual Symposium. Washington: [s. N.], 2001. p. 672 - 676.

STEVENS, L. A. CORESH, J. GREENE, T. LEVEY, A. S. Assessing kidney function – Measured and estimated glomerular filtration rate. **New Engl J Med.**, n. 354, p. 2473-2483, 2006.

STOJANOVIC, L., MAEDCHE, A., MOTIK, B., et al. User-driven ontology evolution management. In: European Conference On Knowledge Engineering And Knowledge Management, Ontologies And The Semantic Web, 13. **Proccedings...**, 2002, p. 285-300.

TAVARES, Esaú Alencar; LINO, Natasha Correia Queiroz. Uma abordagem para suporte à decisão clínica baseada em semântica no domínio da Nefrologia. In: II SIMPÓSIO DE INFORMÁTICA - BIG DATA - DA INFRAESTRUTURA À DESCOBERTA INTELIGENTE DE CONHECIMENTO, 2., 2015, Passo Fundo. **Anais...**, 2015. Passo Fundo: IFSUL, 2015. v. 2, p. 75 - 85.

TIBIRIÇÁ, A.G.; NASSAR, S.M. Desenvolvimento de uma abordagem híbrida difuso probabilística para a modelagem da incerteza, 2003

TRAVAGIM, Darlene Suellen Antero. **Prevenção da Doença Renal Crônica: intervenção na prática assistencial em uma Equipe de Saúde da Família**. 2012. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Enfermagem Fundamental, Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.

TRAVASSOS, Guilherme Horta; BIOLCHINI, Jorge. Revisões Sistemáticas Aplicadas a Engenharia de Software. In: SBES – BRAZILIAN SYMPOSIUM ON SOFTWARE ENGINEERING, 21., 2007, João Pessoa. **Anais** do XXI SBES – Brazilian Symposium on Software Engineering. João Pessoa: [s. n.], 2007. p. 1 - 6.

TRIVEDI, Madhukar H.; DALY, Ella J. **Measurement-based care for refractory depression**: A clinical decision support model for clinical research and practice. Drug And Alcohol Dependence. USA, p. 61-71. 12 jan. 2007.

TU, S., MUSEN, M.: Modeling Data and Knowledge in the EON Guideline Architecture. In Med-Info 2001 (2001)

TURBAN, E. **Decision support and expert systems** : management support systems. Englewood Cliffs, N.J., Prentice Hall, 1995.

TURBAN, E. A. **Decision support systems and intelligent systems**. Hong Kong, Prentice Hall, 2001.

TURING, A. M. Computing machinery and intelligence. **Mind**, n. 59, p. :433—460, 1950.

UIC – University of Illinois at Chicago – Health Informatics and Health Information Management. Pesquisa geral no site. UIC, 2011. Disponível em: <<http://healthinformatics.uic.edu/history-of-health-informatics>>. Acesso em: 13 jun. 2014.

USHOLD, M.; Guininger , M. Ontologies: Principles, Methods and Applications. **Knowledge Engineering Review**, v. 11, n. 2, p. 93-136, 1996.

VAN HILLE, Pascal et al. **Comparing Drools and ontology reasoning approaches for telecardiology decision support**. European Federation For Medical Informatics And los Press. Rennes, jan. 2012. P. 300-304.

WANG, Dongwen et al. Representation primitives, process models and patient data in computer-interpretable clinical practice guidelines: A literature review of guideline representation models. **International Journal of Medical Informatics**. Ireland, p. 59-70.

WARREN, J. R. BELIAKOV, G. V. NOONE, J. T. FRANKEL, H. K. Chronic disease coordinated care planning: Flexible, task-centered decision support. **Top Health Inf Manage**, n. 20, p. 52–68, 1999.

WECHSLER, R. et al. A informática no consultório médico. **Jornal de Pediatria**, v. 79, Supl. 1, 2003.

WIIG, K. HOOG, R. SPEK, R. Supporting knowledge management: a selection of methods and techniques. **Expert Systems with Applications**. v. 13, n.1, p. 15-27, Jul. 1997.

WINSTON, P. H. **Artificial Intelligence**. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, third edition. 1992.

YAO, W.; KUMAR A. "CONFlexFlow: Integrating Flexible Clinical Pathways into Clinical Decision Support Systems using Context and Rules", Decision Support Systems (DSS), **Special Issue on Healthcare modeling**, accepted for publication. 2012.

ZAIDI, Syed Ali Haider. **An Owl Ontology For Modeling HI-7 Compliant Electronic Patient Records For Chronic Disease Management**. 2012. 373 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Health Informatics, Dalhousie University, Nova Scotia, 2012.

ZHENG, Kai et al. **Guideline Representation Ontologies for Evidence-based Medicine Practice**. In: KHOUMBATI, Khalil et al. Handbook of Research on Advances in Health Informatics and Electronic Healthcare Applications: Global Adoption and Impact of Information Communication Technologies. Boston: Igi Global, 2010. p. 21.

ZHENG, Kai. **Design, implementation, user acceptance, and evaluation of a clinical decision support system for evidence-based medicine practice**. 2006. 9 v. Tese (Doutorado) - Curso de Doctoral Of Philosophy, H. John Heinz Iii School Of Public Policy And Management, Pennsylvania, 2006.

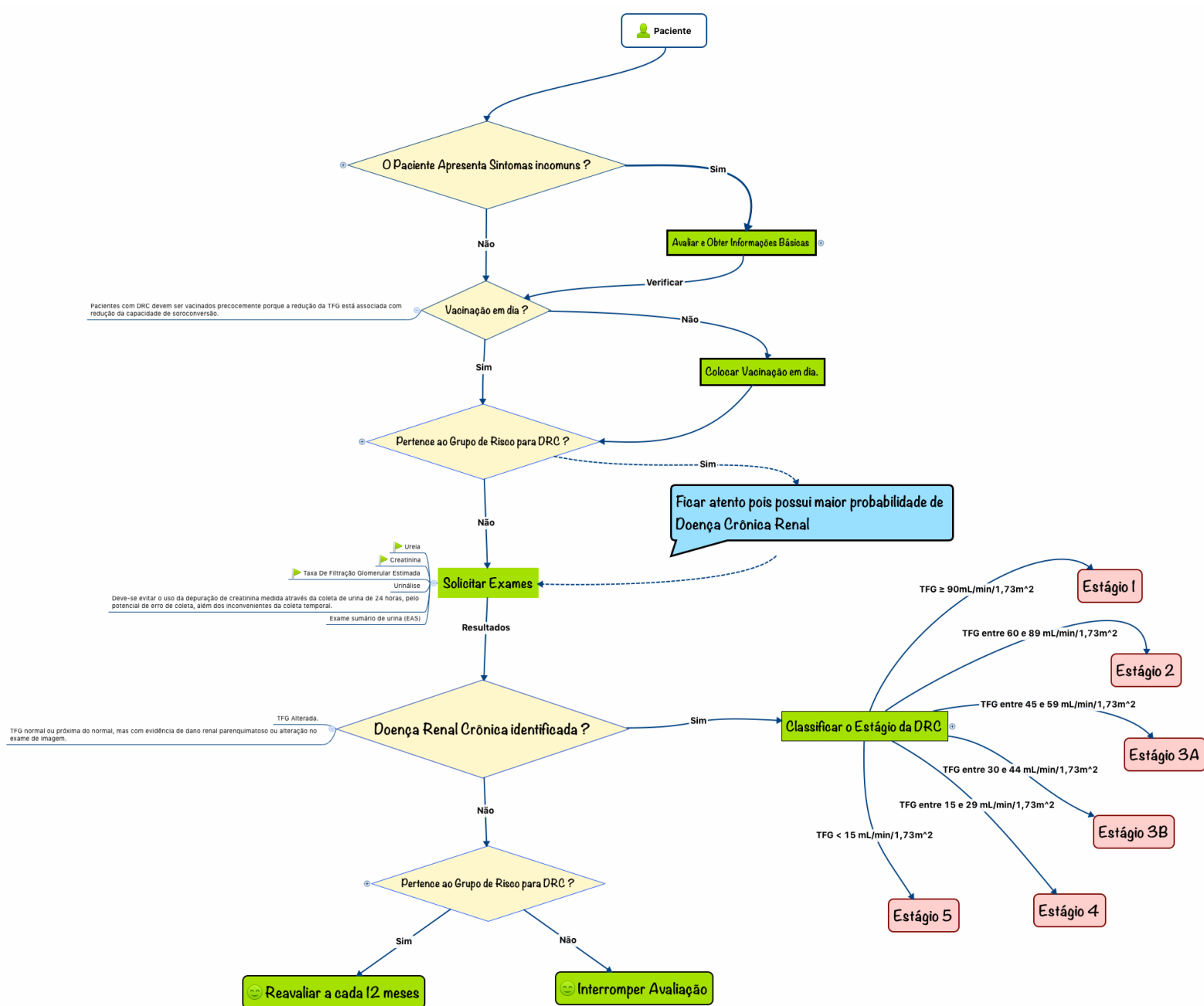
ZHU, W.; FU, F.; XU, L.; ZHANG, B.; **A TCM Diagnosis System Based on Textbook Information Extraction**. In: IEEE International Conferences on Internet of Things, and Cyber, Physical and Social Computing, 2011.

Apêndice

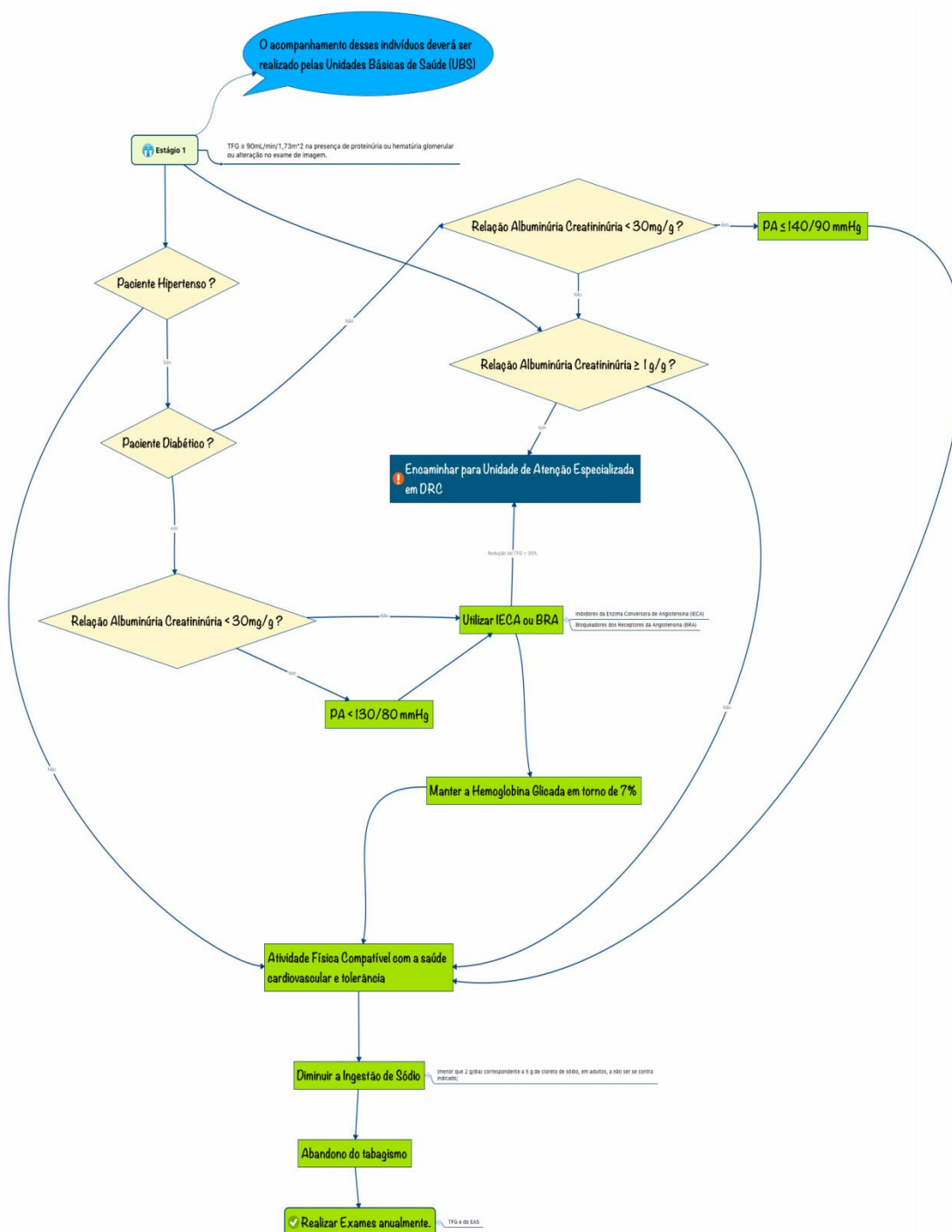
A

Fluxogramas

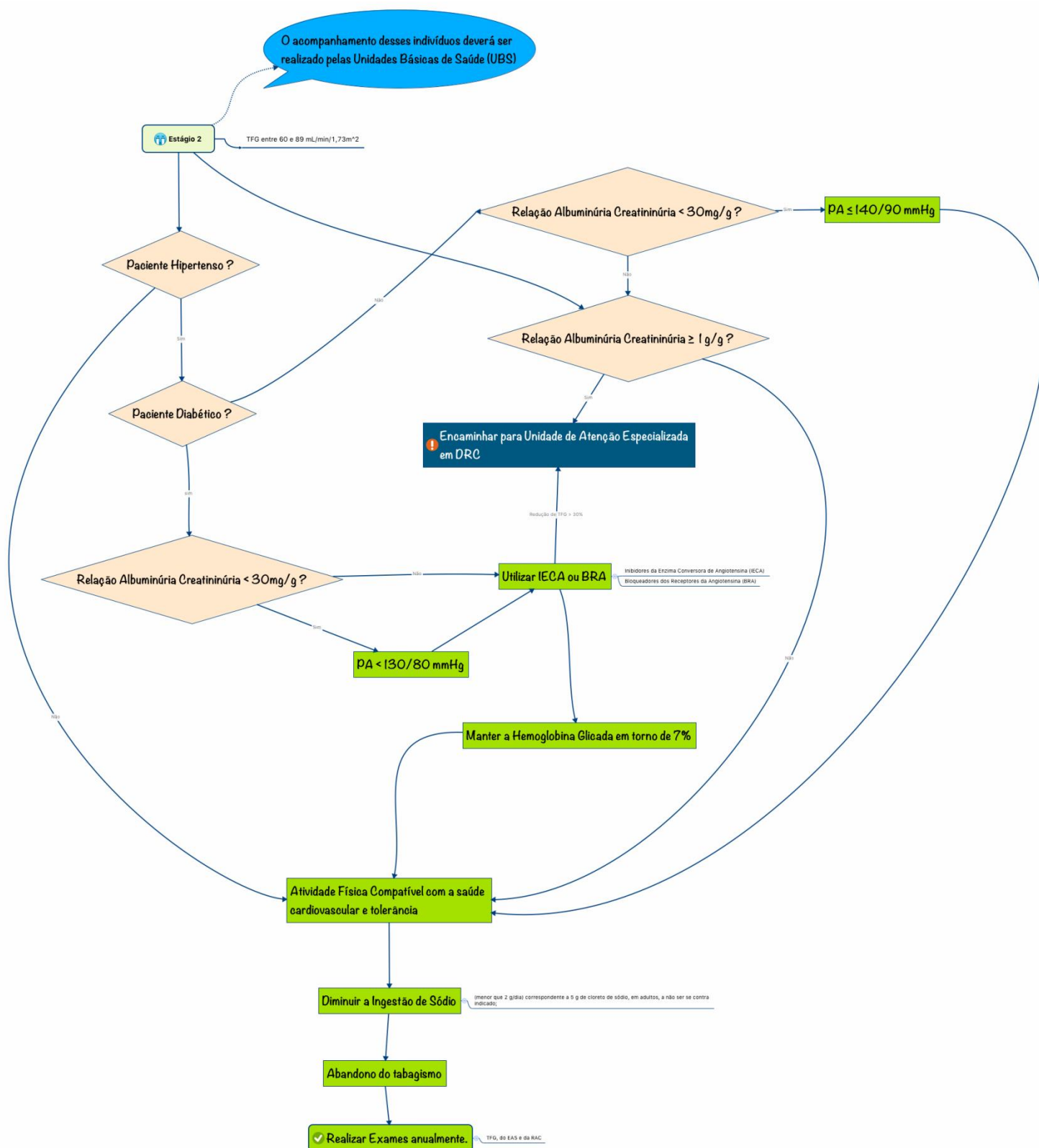
Fluxograma Relacionado à identificação da DRC



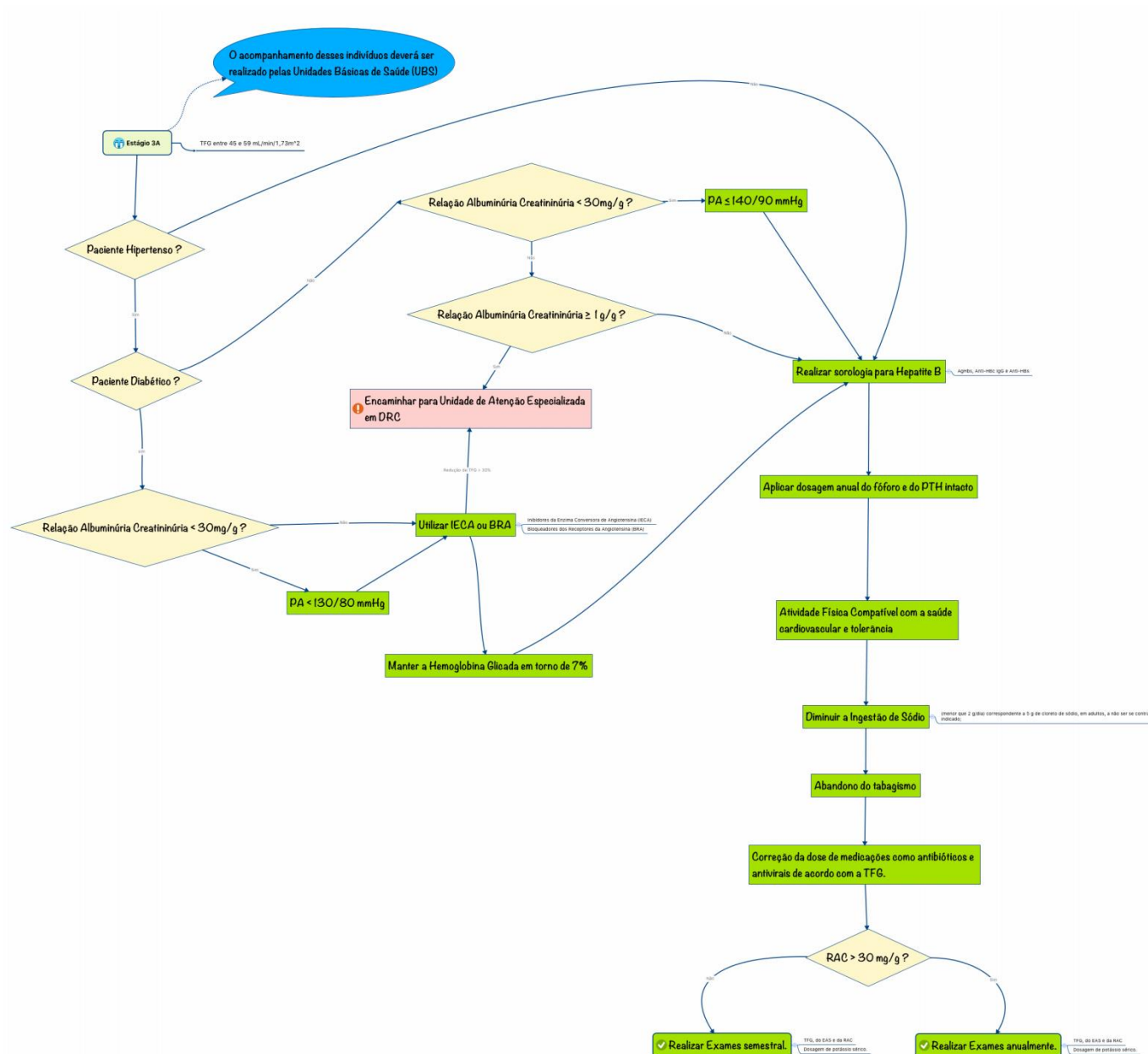
Fluxograma Relacionado ao Estágio 1 da DRC



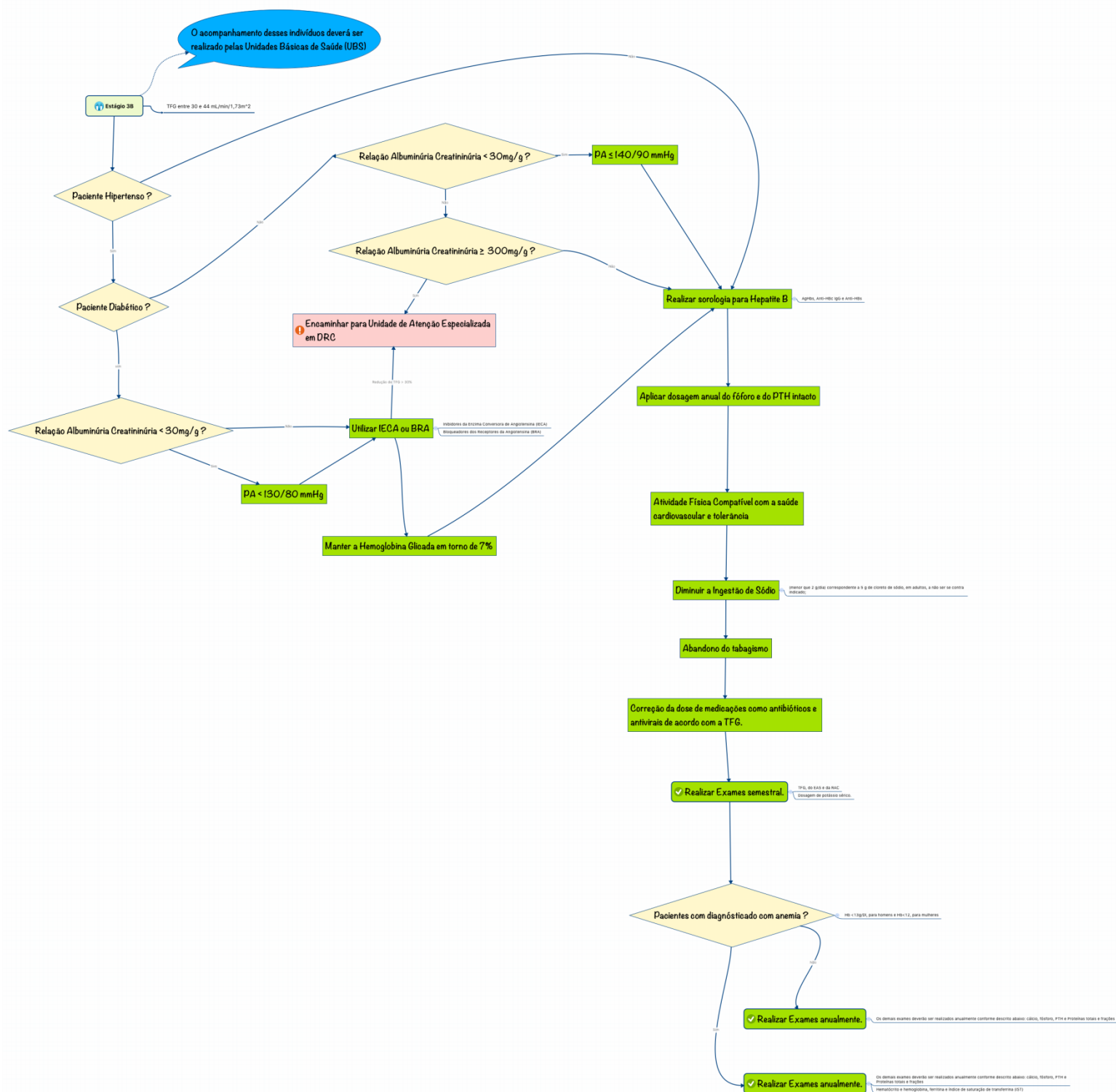
Fluxograma Relacionado ao Estágio 2 da DRC



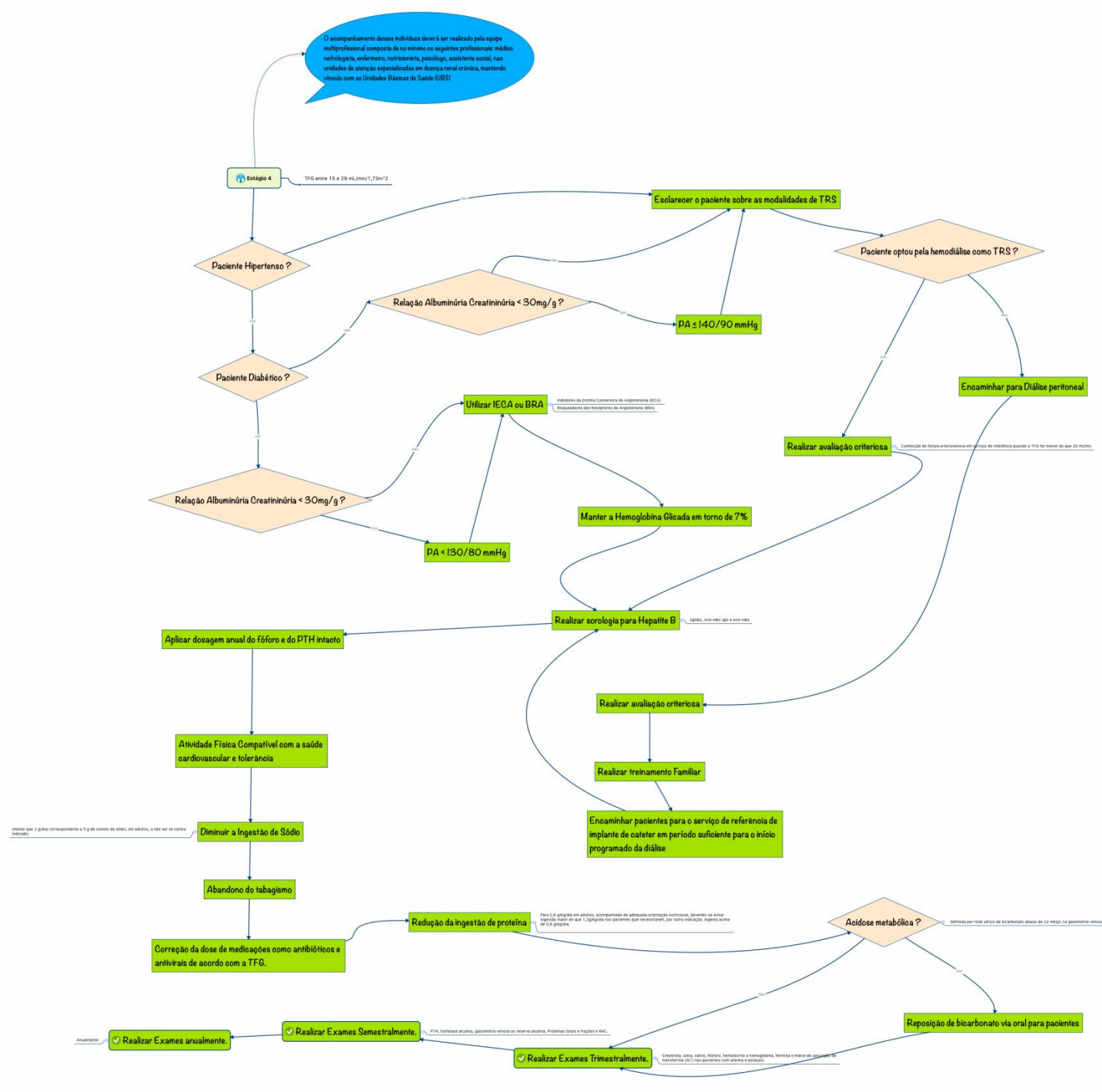
Fluxograma Relacionado ao Estágio 3A da DRC

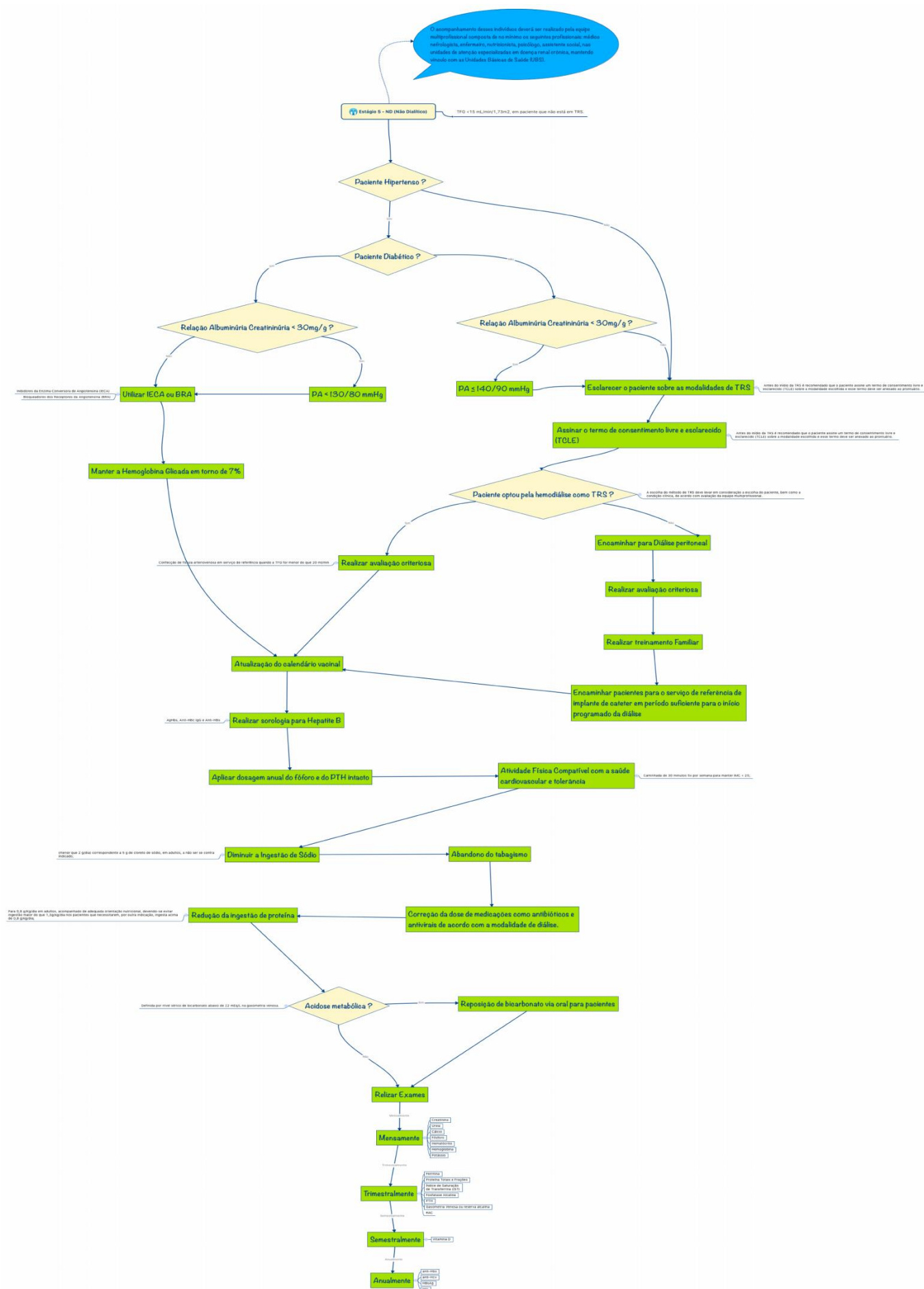


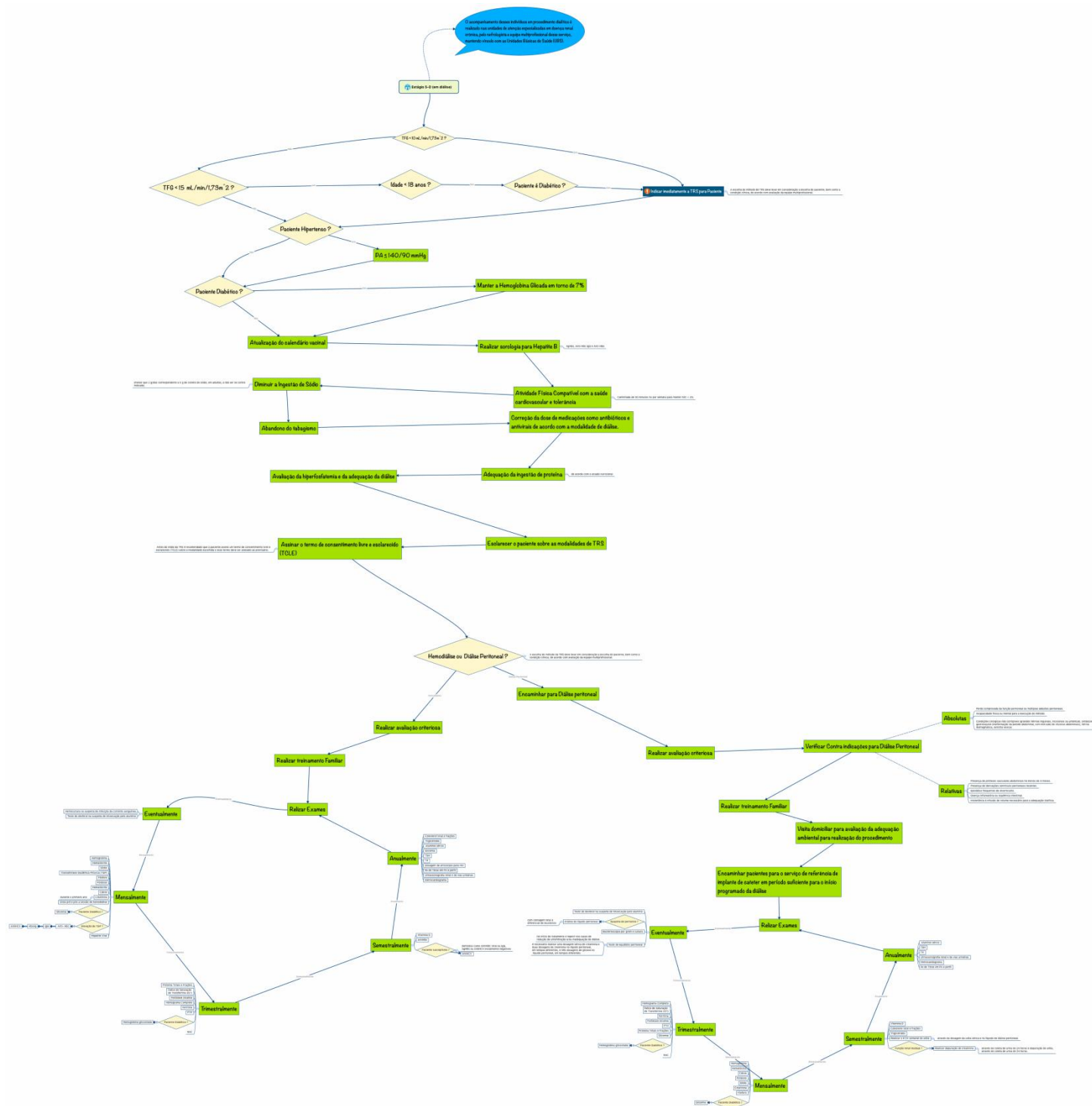
Fluxograma Relacionado ao Estágio 3B da DRC



Fluxograma Relacionado ao Estágio 4 da DRC







Apêndice

B

Questionário – Médicos Atenção Básica

Uma Abordagem Para Suporte À Decisão Clínica Baseada Em Semântica No Domínio Da Nefrologia

Proposta de dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal da Paraíba por **Esau Alencar Tavares**, sob a orientação da Professora Doutora **Natasha Correia Queiroz Lino**.

Contextualização do Trabalho

Na área da saúde, a gestão do conhecimento tem se mostrado ineficiente, devido a quantidade de informações que dobra a cada três anos, surgindo novos métodos de diagnósticos e terapêutica. Para isso, as orientações e diretrizes para a prática clínica estão sendo projetados para melhorar a qualidade dos cuidados em saúde e diminuir o uso de intervenções desnecessárias, ineficazes ou prejudiciais. Neste ambiente, os Sistemas de Suporte à Decisão Clínica, utilizando como base de conhecimento um conjunto de diretrizes para prática clínica, podem usufruir de um guia para fazer inferências com base nas decisões, ações e recomendações clínicas validadas, padronizar a prestação de cuidados em saúde e identificar quais os dados do paciente são realmente necessários e relevantes. A identificação precoce e o manejo nefrológico adequado de pacientes com doença renal crônica moderada têm sido reconhecidos cada vez mais como importantes oportunidades de impedir a sua progressão e desfechos desfavoráveis, como a mortalidade. Como estas situações são geralmente de evolução progressiva, insidiosa e assintomática, há dificuldades em seu diagnóstico e estadiamento nas fases iniciais.

Esse trabalho tem como objetivo geral propor o desenvolvimento de uma abordagem de suporte à decisão clínica, baseada em semântica e raciocínio, relacionado ao diagnóstico e estadiamento da doença renal crônica, buscando dar suporte ao encaminhamento apropriado dos pacientes.

Com a realização deste questionário, você estará auxiliando o desenvolvimento desse trabalho através do fornecimento de informações sobre alguns dos procedimentos médicos relacionados ao diagnóstico da Doença Crônica Renal.

Agradecemos desde já a contribuição por meio das respostas do questionário a seguir:

Link para esse questionário: <http://migre.me/ptZ7R>

Todas as respostas serão fornecidas de forma anônima e de NENHUMA FORMA as mesmas serão disponibilizadas para terceiros.



Informações Gerais

Em que tipo de atenção em relação à saúde você trabalha ?

- ☐ Atenção Primária
☐ Atenção Secundária

Qual a sua especialidade médica ?

Qual o local do seu atendimento médico ? (Ex: PSF, USF, etc.)

Em que Estado é realizado esse atendimento médico ?

- ☐ Ceará
☐ Pernambuco
☐ Paraíba

No seu local de trabalho existe algum tipo de acesso à internet ? ☐ Sim ☐ Não

No seu local de trabalho é utilizado os registros eletrônicos de saúde ? ☐ Sim ☐ Não

No seu local de trabalho, os profissionais de saúde tem acesso a qual(is) dos seguintes equipamentos eletrônicos ?

- ☐ Computadores
☐ Tablet(s)
☐ Smartphones (Celulares com Android, Iphone, etc)

Quando ocorre alguma dúvida no processo de decisão do diagnóstico, para qual(is) dos seguintes itens você recorre ?

- ☐ Diretrizes de Práticas Clínicas
☐ Livros
☐ Artigos Científicos
☐ Outros Médicos
☐ Telessaúde
Outro(s): _____

Data / /

Atenção Primária

Para que seja realizado um diagnóstico preciso e confiável de Doença Renal Crônica, quais dos seguintes dados relacionados ao paciente são essenciais ?

Mais de 1 opção pode ser marcada.

- ☐ Idade
- ☐ Gênero (Masculino ou Feminino)
- ☐ Pressão arterial
- ☐ Peso
- ☐ Histórico familiar
- ☐ Renda
- ☐ Cor da pele
- ☐ Altura
- ☐ Uso de drogas (lícitas e ilícitas)
- ☐ Local de moradia
- ☐ Vacinação
- ☐ Estilo de vida
- ☐ Doenças (Hepatite, Diabetes, etc)

Outro(s): _____

A Doença Renal Crônica é caracterizada por:

Mais de 1 opção pode ser marcada.

- ☐ Taxa de filtração glomerular alterada.
- ☐ Taxa de filtração glomerular normal.
- ☐ Taxa de filtração glomerular $< 60 \text{ mL/min/1,73m}^2$ por um período igual ou superior a 3 meses.
- ☐ Taxa de filtração glomerular $> 60 \text{ mL/min/1,73m}^2$ por um período igual ou superior a 3 meses.
- ☐ A Doença Renal Crônica é classificada em estágios baseados na capacidade de Filtração Glomerular.
- ☐ A Doença Renal Crônica é classificada em estágios baseados nos sintomas apresentados pelo paciente.
- ☐ Não sei responder.

Com relação à taxa de filtração glomerular:

Mais de 1 opção pode ser marcada.

- ☐ Deve-se utilizar a depuração de creatinina medida através da coleta de urina de 24 horas.
- ☐ Deve-se utilizar fórmulas baseadas na creatinina sérica, para estimar a TFG.
- ☐ O cálculo da TFG é recomendado para todos os pacientes sob o risco de desenvolver Doença Renal Crônica.
- ☐ O cálculo da TFG é recomendado apenas para os pacientes pertencente ao grupo de risco para Doença Renal Crônica.
- ☐ O cálculo da TFG é recomendado apenas para os pacientes que já apresentam sintomas relacionados à Doença Renal Crônica.

Você sabe como deve ser realizado o estadiamento da Doença Renal Crônica ?

- ☐ Sim
- ☐ Não

Quais das seguintes fórmulas são recomendadas pelo Ministério da Saúde para realizar a avaliação da Taxa de Filtração Glomerular (TFG) em ADULTOS ?

Mais de 1 opção pode ser marcada.

- ☐ Cockcroft e Gault (CG)
- ☐ Modification Of Diet In Renal Disease (MDRD)
- ☐ Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration (CKD-EPI)
- ☐ Schwartz
- ☐ Counahan-Barratt
- ☐ Não sei responder

Quais das seguintes fórmulas são recomendadas pelo Ministério da Saúde para realizar a avaliação da Taxa de Filtração Glomerular (TFG) em CRIANÇAS ?

Mais de 1 opção pode ser marcada.

- ☐ Cockcroft e Gault (CG)
- ☐ Modification Of Diet In Renal Disease (MDRD)
- ☐ Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration (CKD-EPI)
- ☐ Schwartz
- ☐ Counahan-Barratt
- ☐ Não sei responder

Atenção Primária deve absorver os cuidados dos pacientes diagnosticados com Doença Renal Crônica :

Marque apenas uma opção.

- ☐ Do Estágio 1 ao Estágio 2
- ☐ Do Estágio 1 ao Estágio 3
- ☐ Do Estágio 1 ao Estágio 4
- ☐ Do Estágio 4 ao Estágio 5
- ☐ Não sei responder

Quando é indicado que seja realizado o encaminhamento de pacientes para os cuidados de um médico nefrologista ?

Marque apenas uma opção.

- ☐ Quando o paciente apresentar sintomas relacionados à Doença Renal Crônica.
- ☐ Quando o paciente for classificado a partir do Estágio 2 em diante.
- ☐ Após os exames apresentarem resultados alterados
- ☐ Quando o paciente for classificado a partir do Estágio 4 em diante.

Qual o principal problema ou dificuldade no diagnóstico de Doença Renal Crônica na atenção primária ?

Mais de 1 opção pode ser marcada.

- ☐ Desconhecimento médico sobre os principais métodos clínicos para o diagnóstico da Doença Renal Crônica.
- ☐ Falta de interesse dos pacientes em não realizar os exames indicados.
- ☐ Ocultamento de informações importante por parte dos pacientes.
- ☐ Falta de recursos clínicos.
- ☐ Dificuldade de tirar dúvidas ou pesquisar informações importantes para compor o conhecimento necessário.

Outro(s): _____

Quais os exames essenciais que devem ser avaliados para que possa ser diagnosticado a Doença Renal Crônica ?

Quais os fatores clínicos ou sintomas que são mais presentes em pacientes com Doença Renal Crônica ?

Você acha que um Software (Aplicativo ou Programa de Computador) capaz de auxiliar no processo de decisão relacionado ao diagnóstico e estadiamento da Doença Renal Crônica seria interessante para melhorar as práticas clínicas ?

- ☐ Sim
- ☐ Não

Na sua opinião, que fatores poderiam dificultar a adoção desse Software ?

Mais de 1 opção pode ser marcada.

- ☐ Acredito que não existirá dificuldades, apenas benefícios.
- ☐ Atrapalhar o fluxo de atendimento médico.
- ☐ Dificuldade e falta de tempo para aprender a utilizar novas tecnologias.
- ☐ Falta de confiança nos dados indicados pelo Software.
- ☐ Dificuldade de acesso a materiais tecnológicos como computadores, tablets, etc.

Outro(s): _____

*Obrigado por responder esse questionário.
Esau Alencar Tavares*

Apêndice

C

Questionário – Médicos Nefrologistas

Uma Abordagem Para Suporte À Decisão Clínica Baseada Em Semântica No Domínio Da Nefrologia

Proposta de dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal da Paraíba por **Esaú Alencar Tavares**, sob a orientação da Professora Doutora **Natasha Correia Queiroz Lino**.

Contextualização do Trabalho

Na área da saúde, a gestão do conhecimento tem se mostrado ineficiente, devido a quantidade de informações que dobra a cada três anos, surgindo novos métodos de diagnósticos e terapêutica. Para isso, as orientações e diretrizes para a prática clínica estão sendo projetados para melhorar a qualidade dos cuidados em saúde e diminuir o uso de intervenções desnecessárias, ineficazes ou prejudiciais. Neste ambiente, os Sistemas de Suporte à Decisão Clínica, utilizando como base de conhecimento um conjunto de diretrizes para prática clínica, podem usufruir de um guia para fazer inferências com base nas decisões, ações e recomendações clínicas validadas, padronizar a prestação de cuidados em saúde e identificar quais os dados do paciente são realmente necessários e relevantes. A identificação precoce e o manejo nefrológico adequado de pacientes com doença renal crônica moderada têm sido reconhecidos cada vez mais como importantes oportunidades de impedir a sua progressão e desfechos desfavoráveis, como a mortalidade. Como estas situações são geralmente de evolução progressiva, insidiosa e assintomática, há dificuldades em seu diagnóstico e estadiamento nas fases iniciais.

Esse trabalho tem como objetivo geral propor o desenvolvimento de uma abordagem de suporte à decisão clínica, baseada em semântica e raciocínio, relacionado ao diagnóstico e estadiamento da doença renal crônica, buscando dar suporte ao encaminhamento apropriado dos pacientes.

Com a realização deste questionário, você estará auxiliando o desenvolvimento desse trabalho através do fornecimento de informações sobre alguns dos procedimentos médicos relacionados ao diagnóstico da Doença Crônica Renal.

Agradecemos desde já a contribuição por meio das respostas do questionário a seguir:

Link para esse questionário: <http://migre.me/ptZ7R>

Todas as respostas serão fornecidas de forma anônima e de NENHUMA FORMA as mesmas serão disponibilizadas para terceiros.



Informações Gerais

Em que tipo de atenção em relação à saúde você trabalha ?

- ☐ Atenção Primária
☐ Atenção Secundária

Qual a sua especialidade médica ?

Qual o local do seu atendimento médico ? (Ex: PSF, USF, etc.)

Em que Estado é realizado esse atendimento médico ?

- ☐ Ceará
☐ Pernambuco
☐ Paraíba

No seu local de trabalho existe algum tipo de acesso à internet ? ☐ Sim ☐ Não

No seu local de trabalho é utilizado os registros eletrônicos de saúde ? ☐ Sim ☐ Não

No seu local de trabalho, os profissionais de saúde tem acesso a qual(is) dos seguintes equipamentos eletrônicos ?

- ☐ Computadores
☐ Tablet(s)
☐ Smartphones (Celulares com Android, Iphone, etc)

Quando ocorre alguma dúvida no processo de decisão do diagnóstico, para qual(is) dos seguintes itens você recorre ?

- ☐ Diretrizes de Práticas Clínicas
☐ Livros
☐ Artigos Científicos
☐ Outros Médicos
☐ Telessaúde
Outro(s): _____

Data / /

Atenção Secundária

Para que seja realizado um diagnóstico preciso e confiável de Doença Renal Crônica, qual(is) dos seguintes dados relacionados ao paciente são essenciais ?

Mais de 1 opção pode ser marcada.

- ☐ Idade
- ☐ Gênero (Masculino ou Feminino)
- ☐ Pressão arterial
- ☐ Peso
- ☐ Histórico familiar
- ☐ Renda
- ☐ Cor da pele
- ☐ Altura
- ☐ Uso de drogas (lícitas e ilícitas)
- ☐ Local de moradia
- ☐ Vacinação
- ☐ Estilo de vida
- ☐ Doenças (Hepatite, Diabetes, etc)

Outro(s): _____

Quais das seguintes fórmulas são recomendadas pelo Ministério da Saúde para realizar a avaliação da Taxa de Filtração Glomerular (TFG) em ADULTOS ?

Mais de 1 opção pode ser marcada.

- ☐ Cockcroft e Gault (CG)
- ☐ Modification Of Diet In Renal Disease (MDRD)
- ☐ Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration (CKD-EPI)
- ☐ Schwartz
- ☐ Counahan-Barratt
- ☐ Não sei responder

Quais das seguintes fórmulas são recomendadas pelo Ministério da Saúde para realizar a avaliação da Taxa de Filtração Glomerular (TFG) em CRIANÇAS ?

Mais de 1 opção pode ser marcada.

- ☐ Cockcroft e Gault (CG)
- ☐ Modification Of Diet In Renal Disease (MDRD)
- ☐ Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration (CKD-EPI)
- ☐ Schwartz
- ☐ Counahan-Barratt
- ☐ Não sei responder

Qual o principal problema ou dificuldade no diagnóstico de Doença Renal Crônica na atenção primária ?

Mais de 1 opção pode ser marcada.

- ☐ Desconhecimento médico sobre os principais métodos clínicos para o diagnóstico da Doença Renal Crônica.
- ☐ Falta de interesse dos pacientes em não realizar os exames indicados.
- ☐ Ocultamento de informações importante por parte dos pacientes.
- ☐ Falta de recursos clínicos.
- ☐ Dificuldade de tirar dúvidas ou pesquisar informações importantes para compor o conhecimento necessário.

Outro(s): _____

Quais os exames essenciais que devem ser avaliados para que possa ser diagnosticado a Doença Renal Crônica ?

Quais os fatores clínicos ou sintomas que são mais presentes em pacientes com Doença Renal Crônica ?

Você acha que um Software (Aplicativo ou Programa de Computador) capaz de auxiliar no processo de decisão relacionado ao diagnóstico e estadiamento da Doença Renal Crônica seria interessante para melhorar as práticas clínicas ?

- ☐ Sim
- ☐ Não

Em pacientes com Doença Renal Crônica no estágio 4, é recomendado realizar a avaliação nefrológica:

- ☐ Mensalmente
- ☐ Trimestralmente
- ☐ Semestralmente
- ☐ Anualmente

Em pacientes com Doença Renal Crônica no estágio 5, é recomendado realizar a avaliação nefrológica:

- ☐ Mensalmente
- ☐ Trimestralmente
- ☐ Semestralmente
- ☐ Anualmente

Qual(is) o(s) principal(is) problema(s) relacionado(s) ao tratamento da Doença Renal Crônica na atenção secundária ?

Como é realizado o diagnóstico e estadiamento da Doença Renal Crônica em pacientes idosos (acima de 65 anos) ou/e com peso anormal ?

Quais exames deverão ser realizados para que seja possível o diagnóstico da Doença Renal Crônica ?

Quais os fatores clínicos ou sintomas que são mais presentes em pacientes com Doença Renal Crônica ?

Você acha que um Software (Aplicativo ou Programa de Computador) capaz de auxiliar no processo de decisão relacionado ao diagnóstico e estadiamento da Doença Renal Crônica seria interessante para melhorar as práticas clínicas ?

- ☐ Sim
☐ Não

Na sua opinião, que fatores poderiam dificultar a adoção desse Software ?

Mais de 1 opção pode ser marcada.

- ☐ Acredito que não existirá dificuldades, apenas benefícios.
☐ Atrapalhar o fluxo de atendimento médico.
☐ Dificuldade e falta de tempo para aprender a utilizar novas tecnologias.
☐ Falta de confiança nos dados indicados pelo Software.
☐ Dificuldade de acesso a materiais tecnológicos como computadores, tablets, etc.

Outro(s): _____

*Obrigado por responder esse questionário.
Esau Alencar Tavares*

Apêndice

D

Hierarquia de Classes da OntoDecideDRC

