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

Moises Roberto de A. Mota¹, Esaú A. Tavares¹, Sidney Patrício R. Campos¹,
Natasha C. Q. Lino¹

¹ Centro de Informática – Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
CEP 58059-900 – João Pessoa – PB – Brasil

{esau, sidneypatreziio}@di.ufpb.br, {moises.mota, natasha}@ci.ufpb.br

Abstract. *In view of the importance that Medical Informatics has acquired through the use of Artificial Intelligence techniques in their applications, especially concerning to Knowledge Engineering and Ontologies, it is necessary to map the evolution of this area thoroughly, impartially and systematically. Therefore, we built a Systematic Mapping that aims documenting about the use of Ontologies in Medical Informatics. By the fact that we don't find a general taxonomy that defines the subfields of Medical Informatics and that allows sorting the selected studies for Systematic Mapping, this paper presents a study about the construction of a taxonomy that characterizes all subareas of Medical Informatics.*

Resumo. *Tendo em vista a importância que a Informática Médica tem adquirido juntamente com a utilização de técnicas de Inteligência Artificial em suas aplicações, principalmente no que diz respeito à Engenharia do Conhecimento e Ontologias, faz-se necessário mapear a evolução desta área de maneira completa, imparcial e sistemática. Para tanto foi construído um Mapeamento Sistemático sobre o uso de Ontologias em Informática Médica. Como não há uma taxonomia geral que defina as subáreas da Informática Médica, este trabalho apresenta um estudo sobre a construção de uma taxonomia que caracterize todas as subáreas da Informática Médica que permita classificar os estudos selecionados para o Mapeamento Sistemático.*

Palavras-Chave. *Informática Médica, Ontologias, Mapeamento Sistemático, Taxonomia*

1.Introdução

Informática Médica surge como uma nova área de pesquisa que combina as áreas de Ciência da Computação, Tecnologias da Informação e Medicina. Integra elementos como Ciência da Informação, Tecnologia Informática e Históricos Médicos relacionados à saúde e serviços, [Silachan and Tantatsanawong 2011], lida com o armazenamento, recuperação e uso da informação, dados e conhecimentos biomédicos para a resolução de problemas e tomadas de decisão. Dentre as linhas de pesquisas na área de Informática Médica, pode-se destacar: digitalização de prontuários médicos, extração de informações em prontuários digitais, reconhecimento de documentos em

linguagem natural, ferramentas de apoio ao diagnóstico clínico/médico, mineração de dados em bancos de informações médicas, reconhecimento e diagnósticos baseados em imagens (radiografias, mamografias, etc.), reconhecimento de linguagem natural, etc. Ou seja, é perceptível que as técnicas de Inteligência Artificial são parte integrante da Informática Médica através das linhas de pesquisa relacionadas a mineração de dados, suporte ao diagnóstico clínico, etc.

A Representação do Conhecimento é a área da Inteligência Artificial que lida como o conhecimento pode ser representado simbolicamente e manipulado de forma automática por programas de raciocínio, [Russel and Norvig 2009]. 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 especificação formal sobre certo domínio, sendo um entendimento compartilhado sobre o mesmo e um modelo formal e executável por máquina.

Neste contexto, as pesquisas em Informática Médica (IM) agregadas a Inteligência Artificial, tem usufruído de inúmeras oportunidades, mediante a utilização de ontologias, para avançar o estado da arte em vários aspectos, principalmente no tocante a diagnósticos mais eficientes de determinadas doenças, redução de erros médicos, entre outros. Tecnologias como as Ontologias facilitam a integração de dados heterogêneos, bem como tornam possível a comunicação entre sistemas diferentes, além de tornar certos tipos de dados passíveis de processamento automático.

Este tipo de recurso aplicado a Informática Médica torna possível certas operações antes impraticáveis, por exemplo: o diagnóstico médico baseado em várias fontes diferentes de dados, a digitalização de prontuários médicos, a mineração de dados em bases de clínicas, etc. Diversas pesquisas têm sido desenvolvidas neste sentido, [Sarkar 2010], [Dang *et al.* 2008].

Portanto é necessário documentar, de maneira eficiente, o estado da arte do uso de Ontologias na Informática Médica, promovendo uma visão detalhada de como estas aplicações são desenvolvidas, quais seus benefícios, principais técnicas utilizadas: para deste modo contribuir para o crescimento da área mostrando suas necessidades e deficiências, bem como evitando a criação de estudos duplicados ou não-relevantes.

Segundo [Kitchenham 2007], o Mapeamento Sistemático é um método sistemático de pesquisa e avaliação de literatura que tem como objetivo identificar todas as pesquisas relacionadas a um tópico específico, ou seja, responder a questões mais amplas relacionadas à evolução da investigação. Deste modo, tem-se uma visão geral da evolução de uma determinada área de pesquisa, apresentando sua evolução até o momento da construção do mapeamento além de documentar a área investigada de maneira sistemática permitindo sua replicação, avaliação e posterior atualização.

O Mapeamento Sistemático (MS) é composto por três etapas, [Kitchenham 2007], a saber: Etapa de Planejamento; Etapa de Condução; Etapa de Reporte. Todas as etapas que compõem um MS precisam ser bem documentadas, [Arksey and O'Malley 2005], porém durante a Etapa de Condução percebemos, na literatura utilizada como base, [Jacinto 2010], [Almeida 2011], [Cardozo 2012], que a escolha, ou desenvolvimento, de uma taxonomia adequada para a classificação dos trabalhos a serem avaliados para o MS não é detalhada, visto que geralmente é utilizada uma taxonomia validada e bem conceituada pela comunidade acadêmica tida como principal público do MS, como no trabalho de [Suassuna 2011], no qual foi utilizado o SWEBOK, seus capítulos e sessões para classificar os estudos selecionados para o Mapeamento Sistemático.

No entanto conforme pode ser verificado no trabalho de [Feldt *et al.* 2008], o processo de desenvolvimento de uma taxonomia para a classificação de estudos de um Mapeamento Sistemático precisa ser documentado em determinados casos. Portanto, para o presente trabalho visto que não foi encontrada, até o presente momento, uma taxonomia validada e bem conceituada no que diz respeito às principais subáreas da Informática Médica, foi necessário o desenvolvimento de uma taxonomia que permitisse a classificação dos estudos selecionados para o Mapeamento Sistemático sobre o uso de Ontologias em Informática Médica.

2. Estudos sobre taxonomias

[Feldt *et al.* 2008], desenvolveu sua própria taxonomia baseada principalmente nas palavras-chaves encontradas nos resumos dos estudos primários selecionados para o Mapeamento Sistemático juntamente com categorizações propostas por [Wieringa *et al.* 2006], as quais são definidas pelas contribuições dos estudos para a área a que se destinam.

No presente trabalho foi identificada a necessidade de uma taxonomia para a classificação dos estudos selecionados para o Mapeamento Sistemático, visto que após uma vasta pesquisa em livros, congressos, conferências e associações nacionais e internacionais, não foi encontrada uma taxonomia geral, validada e bem conceituada que defina as subáreas da Informática Médica. Para a execução do presente trabalho foram pesquisadas as taxonomias das seguintes fontes, vide tabela 1.

Tabela 1 - Fontes para a construção da taxonomia proposta

Nome	Abreviação	Tipo	Fonte	Acessado em
European Federation for Medical Informatics	EFMI	Federação	http://www.helmholtz-muenchen.de/ibmi/efmi/	Outubro 2012
Sociedade Brasileira de Informática em Saúde	SBIS	Sociedade	http://www.sbis.org.br/	Outubro 2012
American Medical Informatics Association	AMIA	Associação	http://www.amia.org/	Outubro 2012
Associação Portuguesa de Informática Médica	APIM	Associação	http://apim.med.up.pt/	Outubro 2012
Medical Informatics - Practical Guide for the Healthcare Professional	MI-PGHP	Livro	[Hoyt, Sutton, Yoshihashi 2009]	Outubro 2012
China-Japan-Korea Joint Symposium on Medical Informatics	CJKMI	Simpósio	http://jcmi2010.e-rad.jp/cjkmi2010/index.html	Outubro 2012
Asia Pacific Association for Medical Informatics Conference	APAMI	Conferência	http://www.apami2012.org/index.php?mod=en	Outubro 2012
South African Health Informatics Association Conference	SAHIAC	Conferência	outh-african-health-informatics-association-conference-2004	Outubro 2012

Decidimos selecionar fontes dos principais centros de desenvolvimento de estudos em Informática Médica do mundo, deste modo a taxonomia construída seria geral e sua abrangência para a classificação de trabalhos seria maior visto que não se basearia apenas na fonte de um único país. Em seguida foi feita uma análise de cada uma das categorias presentes nas taxonomias selecionadas.

2.1 Taxonomias

A Tabela 2 nos mostra os termos encontrados nas taxonomias selecionadas, bem como suas fontes. É perceptível que determinadas categorizações encontradas são específicas para região em que a associação, congresso ou conferência se destina, como a divulgadas pela *Asia Pacific Association for Medical Informatics Conference* em que, categorias como *Informatics of Traditional Chinese Medicine* só foram identificadas nesta conferência.

Tabela 2 - Taxonomias estudadas

Congressos, Livros e Sociedades	Taxonomias
<i>European Federation for Medical Informatics</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Assistive diagnostic technologies for medical decision support</i> - <i>Knowledge discovery in biomedical databases for decision support</i> - <i>Knowledge management</i> - <i>Formalization of knowledge, ontologies, clinical guidelines and standards of health care</i> - <i>Intelligent interoperability and telemedicine</i> - <i>Data and knowledge management for decision support in forensic medical disciplines</i> - <i>eHealth decision support systems for GPs, clinicians, nurses, health care managers and patients</i> - <i>Education and training for decision support</i> - <i>Evaluation of decision support systems</i> - <i>Diagnostic, therapeutic and prognostic decision support</i>
Sociedade Brasileira de Informática Médica	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de Informação em Saúde - Prontuário Eletrônico do Paciente - Telemedicina - Sistemas de Apoio à Decisão - Processamento de sinais biológicos - Processamento de Imagens Médicas - Internet em Saúde - Padronização da Informação em Saúde
<i>American Medical Informatics Association</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Translational Bioinformatics</i> - <i>Clinical Research Informatics</i> - <i>Clinical Informatics</i> - <i>Consumer Health Informatics</i> - <i>Public Health Informatics</i>
Associação Portuguesa de Informática Médica	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Biomedical Electronics and Devices</i> - <i>Bioinformatics Models, Methods and Algorithms</i> - <i>Bio-inspired Systems and Signal Processing</i> - <i>Health Informatics</i>
<i>Medical Informatics Practical Guide for the Healthcare Professional, (Hoyt, 2009)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Electronic Health Records</i> - <i>Integrated Practice Management Systems</i> - <i>Health Information Technology Interoperability Networks</i> - <i>Patient Informatics</i> - <i>Online Medical Resources</i> - <i>Search Engines</i> - <i>Mobile Technology</i> - <i>Evidence Based Medicine</i>

	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Clinical Practice Guidelines</i> - <i>Disease Management and Disease Registries</i> - <i>Pay for Performance (P4P)</i> - <i>Patient Safety and Technology</i> - <i>Electronic Prescribing</i> - <i>Telehealth and Telemedicine</i> - <i>Picture Archiving and Communication Systems (PACS)</i> - <i>Bioinformatics</i> - <i>Public Health Informatics</i>
<i>China-Japan-Korea Joint Symposium on Medical Informatics</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Medical Informatics</i> - <i>Medical imaging & image management</i> - <i>Tele-medicine and tele-surgery</i> - <i>EMR/EHR</i> - <i>Standard in Health Informatics and cross-language solution</i> - <i>Computer Aided Diagnostic (CAD), Treatment and Surgery</i> - <i>Artificial Intelligence in Medicine and Its Applications</i> - <i>Medical data representation, visualization, and sharing</i> - <i>Health informatics education</i> - <i>Biomechanics, modeling and computing</i> - <i>Public Health informatics</i> - <i>Nursing Informatics</i> - <i>Bioinformatics</i> - <i>Ontology Development</i> - <i>Medical safety management</i>
<i>Asia Pacific Association for Medical Informatics Conference</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>e-Health and e-Hospital</i> - <i>Medical Signal and Image Processing</i> - <i>Telemedicine and Telesurgery</i> - <i>Standards in Medical Informatics</i> - <i>Computer Aided Diagnostic (CAD), Treatment and Surgery</i> - <i>Artificial Intelligence in Medicine and its Applications</i> - <i>Medical Data Representation, Mining, Visualization, and Sharing</i> - <i>Robotics and Virtual Reality</i> - <i>Biomechanics, Modeling and Computing</i> - <i>Public Health Informatics and the Health Information Infrastructure</i> - <i>Nursing Informatics</i> - <i>Informatics of Traditional Chinese Medicine</i> - <i>Information Retrieval and Digital Libraries</i> - <i>Clinical Decision Support Systems and Expert Systems</i> - <i>Privacy, Security, and Confidentiality Issues in Medical Information</i> - <i>Training, Education and Cognitive Sciences</i> - <i>Evidence-based Medicine and Guideline</i> - <i>Cloud Computing</i> - <i>Internet of Things</i> - <i>Other related topics</i>
<i>South African Health Informatics Association</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Disease Surveillance and Epidemiology</i> - <i>Health Management Information Systems</i> - <i>Financial management for improved health service delivery</i> - <i>Human Resources Management</i> - <i>Information Technology Infrastructure</i> - <i>Monitoring and Evaluation</i> - <i>Tele-Health / E-Health / Telemedicine/ M-Health</i>

A taxonomia construída neste trabalho foi desenvolvida a partir da comparação entre as diversas categorias estudadas, como veremos na sessão posterior.

3. Análises Comparativas e Desenvolvimento da Taxonomia

É importante salientar a existência de outras taxonomias que definem a Informática Médica, porém desenvolvidas direcionadas para contextos específicos, como as propostas pelo HIMSS (*Healthcare Information Management System Society*) e pela MESH (*Medical Subject Headings*), [Dixon, McGowan, Zafar 2007].

Segundo [Dixon, McGowan, Zafar 2007], a taxonomia proposta pelo HIMSS aborda uma parte das principais subáreas da Informática Médica, porém é estritamente direcionada para sistemas de prontuários médicos eletrônicos, desconsiderando certas aplicações da informática na medicina como telemedicina e o compartilhamento de informações em saúde. Portanto não foi considerada adequada para classificar os trabalhos selecionados para o Mapeamento Sistemático uma vez que a proposta é o desenvolvimento de uma taxonomia geral que represente as principais subáreas existentes para esta grande área da ciência.

[Dixon, McGowan, Zafar 2007] também relata que a taxonomia desenvolvida pelo MESH é derivada dos estudos de John Shaw Billings na publicação *Index Medicus* de 1979, considerado um dos pioneiros a sugerir uma categorização dos termos existentes na literatura médica organizadas hierarquicamente de acordo com uma estrutura de árvore. Posteriormente esta hierarquia de termos foi atualizada e expandida pelo *MEDLINE* incluindo a terminologia “tecnologias da informação em saúde”. Na hierarquia proposta pelo MESH há falta de diversos conceitos da Informática Médica principalmente no que diz respeito à implementação de prontuário eletrônico em saúde.

3.1 Metodologia

Conforme citado na sessão anterior a taxonomia construída foi desenvolvida utilizando como base nos estudos de [Dixon, McGowan, Zafar 2007], para tanto optamos por comparar os termos presentes nas taxonomias estudadas, vide tabela 2. Posteriormente foram selecionados os termos semelhantes ou correlacionados entre as taxonomias estudadas de acordo com sua definição nas fontes citadas na tabela 1, [Feldt *et al.* 2008], [Richmond 2003]. Uma vez selecionados esses termos, os mesmos foram agregados para a construção de uma única categoria geral. Por exemplo, os seguintes termos: Prontuário Eletrônico do Paciente (SBIS), *Electronic Medical Records/Electronic Health Records* (CJKMI), foram agregados ao termo *Electronic Health Records* [Hoyt, Sutton, Yoshihashi 2009] por considerarmos este como o termo mais geral que poderia abranger qualquer trabalho direcionado ao desenvolvimento de Registros Eletrônicos aplicados a Saúde; quanto ao termo: *Medical Signal and Image Processing* [Proakis, Manolakis 2006] representa a subárea da Engenharia Elétrica voltada para o estudo de técnicas de processamento e análise de sinais e imagens, que nos trabalhos analisados foram aplicadas na medicina [Semmlow 2008], esta categoria também abrange a transmissão, armazenamento e formato de dados desta natureza. Este procedimento para o desenvolvimento dos termos da taxonomia foi baseado no trabalho de [Feldt *et al.* 2008].

3.2 Resultados da Análise Comparativa

Na tabela 3 podemos ver os termos que originaram as categorias finais para nossa taxonomia.

Tabela 3 - Construção dos termos para a taxonomia

Termos Originais	Termos Finais
Prontuário Eletrônico do Paciente (SBIS) Electronic Health Records (Hoyt, 2009) EMR/EHR (CJKMI)	<i>Electronic Health Records</i>
Telemedicina (SBIS) Telehealth and Telemedicine (Hoyt, 2009) e-Health and e-Hospital (APAMI) Telemedicine and Telesurgery (APAMI) Tele-medicine and tele-surgery (CJKMI) Tele-Health / E-Health / Telemedicine/ M-Health (SAHIAC)	<i>Telemedicine</i>
Assistive diagnostic technologies for medical decision support (EFMI) eHealth decision support systems for GPs, clinicians, nurses, health care managers and patients (EFMI) Diagnostic, therapeutic and prognostic decision support (EFMI) Sistemas de Apoio à Decisão (SBIS) Computer Aided Diagnostic (CAD) and Treatment and Surgery (CJKMI) Computer Aided Diagnostic (CAD) and Treatment and Surgery (APAMI) Clinical Decision Support Systems and Expert Systems (SAHIAC)	<i>Decision Support Systems</i>
Formalization of knowledge, ontologies, clinical guidelines and standards of health care (EFMI) Standard in Health Informatics and cross-language solution (CJKMI) Standards in Medical Informatics (APAMI) Padronização da Informação em Saúde (SBIS)	<i>Standards in Medical Informatics</i>
Public Health Informatics (AMIA) Public Health Informatics (Hoyt, 2009) Public Health informatics (CJKMI) Public Health Informatics and the Health Information Infrastructure (APAMI)	<i>Public Health Informatics</i>
Processamento de sinais biológicos (SBIS) Processamento de Imagens Médicas (SBIS) Bio-inspired Systems and Signal Processing (APIM) Picture Archiving and Communication Systems (Hoyt, 2009) Medical imaging & image management (CJKMI) Medical Signal and Image Processing (APAMI)	<i>Medical Signal and Image Processings</i>
Internet em Saúde (SBIS) Networks (Hoyt, 2009) Online Medical Resources (Hoyt, 2009) Search Engines (Hoyt, 2009) Internet of Things (APAMI) Cloud Computing (APAMI)	<i>Online Medical Resources</i>
Disease Management and Disease Registries (Hoyt, 2009) Disease Surveillance and Epidemiology (SAHIAC)	<i>Disease Management and Disease Registries</i>
Evidence Based Medicine (Hoyt, 2009) Evidence-based Medicine and Guideline (APAMI)	<i>Evidence Based Medicine</i>
Medical data representation, visualization, and sharing (CJKMI) Medical Data Representation, Mining, Visualization, and Sharing (APAMI)	<i>Medical Data Representation, Mining, Visualization, and Sharing</i>
Intelligent interoperability and telemedicine (EFMI) Health Information Technology Interoperability (Hoyt, 2009)	<i>Health Management Information Systems</i>
Education and training for decision support (EFMI) Health informatics education (CJKMI) Training, Education and Cognitive Sciences (APAMI)	<i>Health informatics education</i>
Artificial Intelligence in Medicine and Its Applications (CJKMI) Artificial Intelligence in Medicine and its Applications (APAMI)	<i>Artificial Intelligence in Medicine and Its Applications</i>
Translational Bioinformatics (AMIA) Bioinformatics Models, Methods and Algorithms (APIM) Bioinformatics (Hoyt, 2009) Bioinformatics (CJKMI)	<i>Applications of Bioinformatics in Medical Informatics</i>

Biomedical Electronics and Devices Robotics and Virtual Reality Biomechanics, Modeling and Computing	Biomedical Electronic and Robotic Devices
Clinical Research Informatics (AMIA) Clinical Informatics (AMIA)	Clinical Informatics
Pay for Performance (P4P) (Hoyt, 2009) Financial management for improved health service delivery (APAMI)	Financial management for improved health service delivery
Electronic Prescribing (Hoyt, 2009) Mobile Technology (Hoyt, 2009)	Consumer Health Informatics
Information Technology Infrastructure (SAHIAC) Privacy, Security, and Confidentiality Issues in Medical Information (APAMI) Medical safety management (CJKMI) Human Resources Management (SAHIAC) Integrated Practice Management Systems (Hoyt, 2009)	Infrastructure of Medical Information Systems
Patient Safety and Technology (Hoyt, 2009) Patient Informatics (Hoyt, 2009)	Patient Informatics
Nursing Informatics (CJKMI)	Nursing Informatics
Knowledge discovery in biomedical databases for decision support (EFMI) Knowledge management (EFMI) Data and knowledge management for decision support in forensic medical disciplines (EFMI)	Applications of Knowledge Engineering in Medical Informatics
Informatics of Traditional Chinese Medicine (APAMI, 2012)	Informatics of Traditional Chinese Medicine

É importante esclarecer que termos como *Informatics of Traditional Chinese Medicine* foram transformados em uma categoria exclusiva tendo em vista a especificidade dos estudos desenvolvidos relacionado a este termo encontrado entre os estudos selecionados para compor o Mapeamento Sistemático.

4. Resultados Finais e Discussão

A Tabela 4 mostra os termos definitivos da nova taxonomia para as subáreas da Informática Médica. São 23 termos que consideramos como ideais para classificação dos estudos selecionados para o Mapeamento Sistemático. Acreditamos que esta taxonomia abrange todas as subáreas da Informática Médica, desde as mais gerais como *Telemedicine* até as mais específicas como *Nursing Informatics*.

Tabela 4 - Taxonomia Final

Termos da Taxonomia
<i>Electronic Health Records</i>
<i>Telemedicine</i>
<i>Decision Support Systems</i>
<i>Standards in Medical Informatics</i>
<i>Public Health Informatics</i>
<i>Medical Signal and Image Processings</i>
<i>Online Medical Resources</i>
<i>Disease Management and Disease Registries</i>
<i>Evidence Based Medicine</i>
<i>Medical Data Representation, Mining, Visualization, and Sharing</i>
<i>Health Management Information Systems</i>
<i>Health informatics education</i>
<i>Artificial Intelligence in Medicine and Its</i>

<i>Applications</i>
<i>Applications of Bioinformatics in Medical Informatics</i>
Biomedical Eletronic and Robótics Devices
Clinical Informatics
Financial management for improved health service delivery
Consumer Health Informatics
Infrastructure of Medical Information Systems
Pacient Informatics
Nursing Informatics
Applications of Knowledge Engineering in Medical Informatics
Informatics of Traditional Chinese Medicine

Dentre as principais prioridades consideradas durante a construção da taxonomia podemos citar sua generalidade e simplicidade dos termos, esta pode ser verificada por serem termos que consideramos intuitivos e consistentes que permitem uma classificação de estudos eficiente e simples. Quanto a definição formal destes termos, podem ser verificados em suas respectivas fontes. No mais, é importante deixar claro que todo o processo de desenvolvimento de um Mapeamento Sistemático evolui e se adapta conforme as necessidades apresentadas durante o estudo, deste modo esta categoria ainda pode ser modificada se identificada esta necessidade.

5. Perspectivas Futuras

O principal objetivo deste estudo foi o desenvolvimento de uma taxonomia que caracterize todas as subáreas da Informática Médica, para a classificação dos estudos selecionados para o Mapeamento Sistemático sobre o uso de Ontologias em Informática Médica que se encontra em desenvolvimento.

Pretende-se publicar este estudo também após a conclusão do Mapeamento Sistemático, visto que sua eficácia será validada para este estudo, além de permitir sua avaliação através de sua utilização prática diante da comunidade científica relacionada, permitindo deste modo que outros tipos de estudos sejam desenvolvidos utilizando esta taxonomia como uma das suas referências.

Outra possibilidade seria a utilização deste estudo como uma das fontes necessárias para a construção de uma ontologia que defina as principais subáreas da Informática Médica permitindo assim o compartilhamento de conhecimento mais eficiente.

6. References

- Dixon, Brian E.; McGowan, Julie J.; Zafar, Atif. **Development of a Taxonomy for Health Information Technology**. World Congress on Medical and Health Informatics. Australia 2007.
- Feldt, R.; Petersen, K.; Mattsson, M.; Mujtaba, S. **Systematic Mapping Studies in Software Engineering**. 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, pp. 71-80, Bari, Italy, June 26-27, 2008.
- Hoyt, R. E.; Sutton, M.; Yoshihashi, A. **Medical Informatics - Practical Guide for the Healthcare Professional**. 3ª Edição, University of West Florida, School of Allied Health and Life Sciences. Lulu.com. 2009.
- Kitchenham, B. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. Vol 2.3 EBSB Technical Report, EBSE-2007-01, 2007.
- Arksey, H; O'Malley, L. **Scoping Studies: towards a methodological framework**. International Journal of Social Research Methodology, vol. 8, número 1, 2005. p. 19-32.
- Richmond, Bruno D. H.; **The Truth About Taxonomies**. Info Mgmt. Mar/Apr. 2003. Pages 44-53.
- Travassos, G.; Biolchini J. **Revisões Sistemáticas Aplicadas a Engenharia de Software**. In: XXI SBES – Brazilian Symposium on Software Engineering, João Pessoa, PB, Brasil, 2007.
- Wieringa, R.; Maiden, N. A. M.; Mead, N. R; Rolland, C. (2006). **Requirements engineering paper classification and evaluation criteria: a proposal and a discussion**. Requir. Eng. **11**(1), 102–107.
- Almeida, A., T. **Um Mapeamento Sistemático de Mecanismos para Guiar Estudos Empíricos em Engenharia de Software** Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, Pernambuco. Março, 2011.
- Cardozo, E., S., F. **Mapeamento Sistemático sobre o uso do Auto-Gerenciamento em Equipes de Desenvolvimento de Software**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação). Centro de Informática. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, Pernambuco. 2012.
- Jacinto, S., S. **Um Mapeamento Sistemático de Pesquisa sobre a Influência da Personalidade na Engenharia de Software**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação). Centro de Informática. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, Pernambuco. Setembro, 2010.
- Proakis, J. G.; Manolakis, D. K. **Digital Signal Processing**. 4th Edition; Prentice-Hall,

2006.

Semmlow, J. L. **Biosignal and Medical Image Processing**. 2nd Edition. CRC Press, 2008.

Suassuna, M. **Mapeamento Sistemático sobre Replicação de Estudos Empíricos em Engenharia de Software**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação). Centro de Informática. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, Pernambuco. Junho, 2011.

Dang, J; Hedayati, A; Hampel, K; Toklu, C. **An ontological knowledge framework for adaptive medical workflow**. *Journal of Biomedical Informatics*, volume 41, Junho, 2008. P. 829–836.

Silachan, K.; Tantatsanawong, P. **Domain Ontology Health Informatics Service From Text Medical Data Classification**. Department of Computing, Faculty of Science, Silpakorn University. Nakornpratom, Thailand. Annual SRII Global Conference. 2011.

Russell, S.; Norvig, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. 3rd Edition. New Jersey: Prentice Hall; 2009.

Sarkar, I. N. **Biomedical Informatics And Translational Medicine**. *Journal Of Translational Medicine*, 2010. P. 1 – 12.