

**Metodologia de Gestão Ubíqua para
Tecnologia Médico-Hospitalar utilizando
Tecnologias Pervasivas**

William Alberto Cruz Castañeda

William Alberto Cruz Castañeda

**METODOLOGIA DE GESTÃO UBÍQUA PARA TECNOLOGIA
MÉDICO-HOSPITALAR UTILIZANDO TECNOLOGIAS
PERVASIVAS**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, área de concentração em Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Renato Garcia Ojeda.

Florianópolis
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Cruz Castañeda, William Alberto
METODOLOGIA DE GESTÃO UBIQUA PARA TECNOLOGIA MÉDICO
HOSPITALAR UTILIZANDO TECNOLOGIAS PERVASIVAS / William
Alberto Cruz Castañeda ; orientador, Renato Garcia Ojeda
Florianópolis, SC, 2016.
171 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Elétrica.

Inclui referências

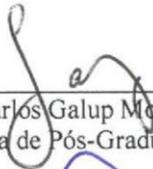
1. Engenharia Elétrica. 2. Engenharia Clínica. 3. Gestão
Ubiqua. 4. Tecnologias de informação ubíquas. I. , Renato
Garcia Ojeda. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. III. Título.

William Alberto Cruz Castañeda

**METODOLOGIA DE GESTÃO UBÍQUA PARA TECNOLOGIA
MÉDICO-HOSPITALAR UTILIZANDO TECNOLOGIAS
PERVASIVAS**

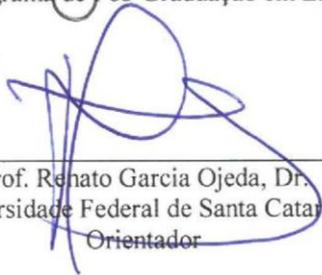
Esta Tese de Doutorado foi julgada adequada para obtenção do Título de Doutor em Engenharia Elétrica, área de concentração Processamento de Informação, subárea Engenharia Biomédica, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 8 de Julho de 2016.



Prof. Carlos Galup Montoro, PhD.
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Banca Examinadora:



Prof. Renato Garcia Ojeda, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina
Orientador



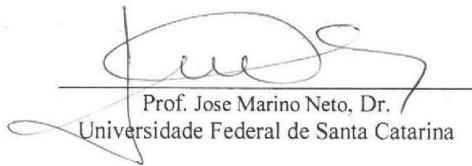
Prof. Sérgio Santos Mühlen, Dr.
Universidade Estadual de Campinas



Prof. Pedro Bertemes Filho, Dr.
Universidade do Estado de Santa Catarina



Prof. Fernando Mendez de Azevedo, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Jose Marino Neto, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof.ª Daniela Ota Hisayasu Suzuki, Dr.ª
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho aos meus pais Felipe Filiberto Cruz Lopez e Esther Maria Castañeda Rivera, aos meus irmãos Luis Felipe Cruz Castañeda e Marcos Cruz Castañeda pelo apoio sempre prestado desde o México.

AGRADECIMENTOS

A DEUS por tudo que me concedeu.

A Claudia Regina Martins Nunes Pires e toda sua família pelo apoio sempre prestado desde minha chegada no Brasil.

A Lucia Rosa Silva pelo seu apoio nos momentos difíceis antes, durante e depois do meu doutorado.

Agradeço aos professores do Instituto de Engenharia Biomédica Fernando Mendes de Azevedo, Jose Marino Neto, Daniela Ota Suzuki e Jefferson Luiz Brum Marques pela dedicação e os conhecimentos transmitidos, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho.

Ao Prof. Renato Garcia Ojeda pela orientação deste trabalho.

Aos membros da banca, sendo professores e amigos, por disponibilizarem tempo e disposição para esta etapa importante em minha vida.

Aos meus amigos do IEB, Francisco, Marcos, Bruno, Thais, Taise, Eduarda, João, que me proporcionaram momentos de reflexões e alegrias, principalmente pela amizade demonstrada em todos os momentos. Obrigado pela oportunidade de conhecê-los.

A Rosana Cristina Guse e Leandro Toldo de Souza pelo seu trabalho como estagiários no desenvolvimento de protótipos de hardware que fazem parte deste trabalho.

A todos aqueles que acreditam em desafios e sabem que é possível realizá-los.

À CNPQ, pelo apoio financeiro ao conceder-me uma bolsa de estudos para a realização deste doutorado.

xiimba ich leti k'iinit

ia lo'il iti

k'ela wilex jmoj'aljeltik indyo jb'i'iltik yuj ja jnali
mi skisawotik ja ke'ntik pero yuj mi xle'atik modo

ja' yuj filan oj jtzom jb'ajtik oj kal jb'ajtik jas oj jk'ultik
jasyuj wa xyixtala'anotik mi sb'ejuk ja jach' aytik

mixa sb'ejuk wa xyalawe' mi meranuk jel wa sna'awe'
porke lajan ay jpensartik

yujxta mi xkolta jb'ajtikik ja' yuj wa xb'ob' yujile'i
ja jas wa xyalawe'

ja lo'lajel mi xk'anatik takaltakál oj jneb'tik

ja ya'ni wantikxa sneb'jel jastal stz'ijb'ajel ja jk'umaltik
yajk'achilto wantik sneb'jel

(Pensamento em Maya - Autor)

Let the future tell the truth, and evaluate each one
according to his work and accomplishments. The
present is theirs; the future, for which I have really
worked, is mine.

(Nikola Tesla)

RESUMO

Sistemas de saúde a nível mundial vem enfrentando nas últimas décadas desafios pela mudança demográfica, a prevalência de doenças crônicas, o aumento dos custos e a assistência prestada em domicílio. Esses desafios envolvem processos tecnológicos em saúde personalizados e descentralizados do sistema de saúde. Para otimizar a gestão desses processos, a Engenharia Clínica precisa de uma abordagem com uma perspectiva ampla do serviço e fora dos tradicionais estabelecimentos de assistência à saúde. Desta forma, esta tese desenvolve uma metodologia de gestão ubíqua para tecnologia médico hospitalar (*u-GTMH*) que atende processos tecnológicos descentralizados e incorpora tecnologias pervasivas que possibilitam atividades de gestão em qualquer lugar. Para obter isto, modelou-se conceitualmente a gestão ubíqua com uma abordagem de sistemas de controle em rede, estabeleceu-se um *framework* com elementos tecnológicos que possibilitam a conexão e monitoramento dos processos descentralizados. E estruturou-se a abordagem metodológica como uma solução ubíqua integrada por duas categorias: operacional e de decisão. A categoria operacional estabelece a solução tecnológica para o processo tecnológico em saúde com três etapas: análise do processo, estruturação de um ambiente de gestão ubíqua e estratégias de gerenciamento ubíquo. A categoria de decisão avalia a implementação tecnológica para gestão ubíqua com três fases: estruturação da árvore de decisão, construção do modelo global e avaliação da implementação. A metodologia aplicou-se em um serviço de atenção domiciliar e foi obtido, com a categoria operacional, um cenário representativo para desenvolver protótipos tecnológicos que estruturam um ambiente e estratégias de gestão ubíqua. Por outro lado, a categoria de decisão validou a implementação da gestão ubíqua de forma a melhorar a qualidade do processo tecnológico do serviço de atenção domiciliar por meio da análise de decisão multicritério. Além disso, foram estabelecidas variáveis controláveis de retroalimentação que aprimoram a melhora contínua da segurança do paciente, confiabilidade da tecnologia e efetividade do serviço. Assim, a metodologia proposta é um instrumento que auxilia na implementação da *u-GTMH* estabelecendo ferramentas e gerando condições para que a Engenharia Clínica consolide a sua integração em ambientes descentralizados do sistema de assistência à saúde.

Palavras-chave: Engenharia Clínica, Gestão Ubíqua, Tecnologias de Informação Ubíquas.

ABSTRACT

Health care systems worldwide has been facing in the last decades challenges of demographic change, the prevalence of chronic diseases, increasing costs, and assistance at home. These challenges involves personalized and decentralized health technological processes from the healthcare system. In order to optimize the management of these processes, Clinical Engineering, needs a novel approach within a broad perspective of the service and outside of traditional health care facilities. Thus, this thesis develops a ubiquitous healthcare technology management methodology (*u-GTMH*) for decentralized technological processes including pervasive technologies in order to enable management activities everywhere. To do this, it was conceptually modeled the ubiquitous management under the networked control systems approach. It was established a framework with technological elements to allow the connection and monitoring of decentralized processes, and it was structured a methodological approach as an integrated ubiquitous solution in two categories: operational and decision. The operational category establishes the technological solution for the health technological process in three stages: process analysis, structuring of a ubiquitous management environment, and ubiquitous management strategies. The decision category assesses the technological implementation for ubiquitous management with three phases: decision tree structuration, global model construction, and implementation assessment. The methodology was applied in a homecare service and was obtained with the operational category, a representative scenario to develop technological prototypes that structure the ubiquitous management environment and strategies. On the other hand, the decision category validates the implementation of the ubiquitous management in order to improve the quality of the health technological process of the homecare service using the multi-criteria decision analysis. Furthermore, controllable feedback variables were established to enhance the continuous improvement of patient safety, reliability technology, and service effectiveness. Therefore, the methodology is an instrument to help the u-GTMH implementation, establishing tools and creating conditions for Clinical Engineering consolidate its integration in healthcare environments decentralized from the healthcare system.

Keywords: Clinical Engineering, Ubiquitous Management, Ubiquitous Information Technologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de Gestão de Tecnologia Médico-hospitalar de Engenharia Clínica do IEB-UFSC.....	34
Figura 2 – Modelo GTMH na perspectiva de ciclo PDCA que enfatiza a necessidade de melhora contínua.....	35
Figura 3 – (a) Classificação de 61 estudos com número de componentes do CCM incluídos e (b) classificação por componentes do CCM mais frequentes nos estudos.....	38
Figura 4 – Classificação de 29 estudos com número de componentes do CCM em programas de doença pulmonar obstrutiva crônica.....	38
Figura 5 – Classificação de componentes do CCM em 28 programas para pacientes com múltiplas condições crônicas.....	39
Figura 6 – Software <i>middleware</i> entre as aplicações dos usuários e o sistema operacional e/ou hardware.....	52
Figura 7 – Diagrama de blocos do processo tecnológico em saúde como um sistema de controle em rede com controlador, sensores e atuadores interligados.....	56
Figura 8 – Modelo u-GTMH para controlar diversos processos tecnológicos em saúde.....	57
Figura 9 – Elemento <i>u-infrastructure</i> que estabelece os componentes rede digital de banda larga, <i>middleware</i> e SGBD como o alicerce para a gestão ubíqua de um processo tecnológico em saúde.....	59
Figura 10 – Elemento <i>e-HRM</i> que interage com a <i>u-infrastructure</i> e estabelece ferramentas de aprendizado multiplataforma.....	61
Figura 11 – Elemento <i>USN</i> que interage com a <i>u-infrastructure</i> e estabelece o componente de rede de sensores para monitorar a tecnologia em saúde.....	63
Figura 12 – Visão geral da categoria operacional da metodologia u-GTMH proposta.....	67
Figura 13 – Visão geral da categoria de decisão da metodologia u-GTMH proposta.....	69
Figura 14 – Visão geral da metodologia proposta de u-GTMH.....	70
Figura 15 – Interface de gerenciamento de equipamentos.....	72
Figura 16 – Interface do painel de status do Módulo Municípios que permite iniciar a solicitação do serviço, elaborar relatórios de visita domiciliar, visualizar guias de autorização e a instalação de equipamentos.....	73
Figura 17 – Gráfico do número de equipamentos utilizados para o tratamento dos pacientes do SOD entre Janeiro 2010 – Abril 2015.....	76
Figura 18 – Exemplificação da aplicação da metodologia proposta de u-GTMH nos processos tecnológicos em saúde do SOD.....	77
Figura 19 – Representação sistemática da aplicação da metodologia proposta de u-GTMH no estudo de caso do serviço de oxigenoterapia domiciliar.....	79
Figura 20 – Diagrama UML de casos de uso modelando a abertura de solicitação para SOD.....	83

Figura 21 – Diagrama UML de casos de uso modelando atores e atividades dos sub cenários 1a e 1b.....	84
Figura 22 – Diagrama UML de casos de uso modelando atores e atividades do cenário 2.....	85
Figura 23 – Diagrama UML de casos de uso modelando atores e atividades dos cenários 2a e 2b de municípios de gestão plena.	86
Figura 24 – Diagramas UML de casos de uso modelando atores e atividades do cenário três (a) e cenário quatro (b).	87
Figura 25 – Diagramas UML de casos de uso modelando atores e atividades do cenário cinco (a) e cenário seis (b).	88
Figura 26 – Cenário representativo padronizado em diagrama de sequência da UML com o fluxo, interação de atividades e intercâmbio de mensagens entre atores/entidades do SOD.	89
Figura 27 – Diagrama de classes de objetos com a abstração de objetos e atores/entidades do SOD.	90
Figura 28 – Diagrama de estruturas compostas que mapeia classes do cenário representativo com o seu equivalente no <i>Framework</i> para Domínios Ubíquos.	91
Figura 29 – Interfaces de introdução e menu apresentadas ao usuário quando a <i>web App</i> de capacitação no manuseio do CPAP é carregada.	94
Figura 30 – Interfaces da <i>web App</i> que identificam partes que compõem o CPAP. (a) interface com os componentes de entrada/saída, filtro e slot, (b) interface com funções dos elementos básicos.	95
Figura 31 – Interface da <i>web App</i> com advertências de segurança que devem ser consideradas pelo paciente dentro do ambiente domiciliar.	95
Figura 32 – Módulo de aquisição composto pelo sensor MPVX7002 (a) e o dispositivo de <i>Venturi</i> (b).	97
Figura 33 – Curvas de resposta do módulo de aquisição em relação ao aumento da pressão – tensão (a) e pressão – fluxo (b).	98
Figura 34 – Protótipo integrando componente RTC (a), <i>SD-card</i> (b) e módulo de aquisição (c).	98
Figura 35 – Teste de medição (a) e interface mostrando transmissão e armazenamento de dados do teste (b).	99
Figura 36 – Interface web com o gráfico de monitoramento do fluxo recomendado pelo SOD para o tratamento do paciente.	99
Figura 37 – Visão geral do protótipo para medição de fluxo de oxigênio da tecnologia médico-domiciliar vinculada no SOD.	100
Figura 38 – Esquemático eletrônico do transdutor desenvolvido (a), protótipo de bancada (b) e implementação física do protótipo (c).	102
Figura 39 – Placa com a implementação de dois 74HC165 em cascata (a) e matriz de sensores capacitivos (b) com a saída serial de 16 bits 1000110011000000 quando ocorre o toque nos sensores 15, 11, 10, 7 e 6.	103
Figura 40 – Módulo de solução para o monitoramento de eventos de queda para idosos com duas formas de comunicação, gerenciamento de dados e interface web.	104

Figura 41 – Estrutura hierárquica arborizada com os critérios e subcritérios para avaliação da gestão ubíqua.	106
Figura 42 – Ponderação global com julgamentos semânticos dos critérios infraestrutura, recursos humanos e tecnologia em termo de diferença de atratividade.	107
Figura 43 – Ponderação global com julgamentos semânticos dos subcritérios de infraestrutura (a), recursos humanos (b) e tecnologia (c) em termo de diferença de atratividade.	108
Figura 44 – Representação gráfica do descritor com regiões de ancoragem e escala ordinal com níveis de impacto do desempenho do subcritério.	109
Figura 45 – Função de valor (a) e matriz de julgamentos semânticos (b) para o subcritério “sistema de controle de equipamentos” do critério de tecnologia.	110
Figura 46 – Modelo de avaliação global com o perfil atual de desempenho dos descritores, a avaliação parcial da infraestrutura (a) e a comparação da pontuação parcial dos subcritérios (b).	113
Figura 47 – Modelo de avaliação global com o perfil atual de desempenho dos descritores, a avaliação parcial de recursos humanos (a) e a comparação da pontuação parcial dos subcritérios (b).	114
Figura 48 – Modelo de avaliação global com o perfil atual de desempenho dos descritores, a avaliação parcial da tecnologia (a) e a comparação da pontuação parcial dos subcritérios (b).	115
Figura 49 – Comparação da pontuação parcial dos critérios (a) e pontuação global de avaliação (b) na implementação tecnológica para gestão ubíqua de Blumenau.	116

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Limitações dos modelos tradicionais de gestão de tecnologia em saúde para com serviços de saúde descentralizados.....	36
Quadro 2 – Limitações e tecnologias utilizadas pelos modelos para prestação de serviços de saúde descentralizados.	41
Quadro 3 – Categorias de uso da tecnologia para acesso aos serviços de cuidados crônicos.....	45
Quadro 4 – Tecnologias que compõem a arquitetura de autogerenciamento em casa para doenças crônicas baseado no paradigma de casa inteligente.	46
Quadro 5 – Ferramentas tecnológicas utilizadas no modelo <i>PROMETE</i>	47
Quadro 6 – Resumo de tecnologias emergentes para atender a demanda de serviços em saúde personalizados e com cuidados domiciliares.	48
Quadro 7 – Requisitos de hardware e comunicação para sensores em redes sem fio corporais no monitoramento de sinais fisiológicas.....	50
Quadro 8 – Doenças respiratórias atendidas e equipamentos utilizados para o tratamento no serviço de oxigenoterapia domiciliar.	76
Quadro 9 – Classificação de informações no domínio infraestrutura do processo tecnológico em saúde do SOD dos municípios das sete SDR da amostra.	81
Quadro 10 – Classificação de informações no domínio recursos humanos do processo tecnológico em saúde do SOD dos municípios das sete SDR da amostra.	81
Quadro 11 – Classificação de informações no domínio tecnologia do processo tecnológico em saúde do SOD dos municípios das sete SDR da amostra.	82
Quadro 12 – Requisitos domiciliares para o fornecimento do serviço e de equipamentos de oxigênio no contexto do processo tecnológico em saúde do SOD dos municípios das sete SDR da amostra.....	82
Quadro 13 – Documentos utilizados nos cenários um, três, cinco e seis para a concessão do serviço de oxigenoterapia.	88
Quadro 14 – Módulos do <i>middleware</i> que possibilitam o acesso às atividades de gestão e gerenciamento do SOD.	93
Quadro 15 – Critérios de avaliação com subcritérios como aspectos para gestão ubíqua.	106
Quadro 16 – Avaliação de desempenho para a implementação tecnológica para gestão ubíqua por critérios e subcritérios no município de Blumenau.	117
Quadro 17 – Avaliação de desempenho para a implementação da metodologia de gestão ubíqua nas SDR de Florianópolis, Tubarão, Criciúma, Joinville, Jaraguá do Sul e Lages com pontuação parcial dos critérios e pontuação global.	118
Quadro 18 – Variáveis controláveis do modelo global: classificadas por indicador de segurança do paciente, confiabilidade da tecnologia e efetividade do serviço e gerenciadas pela Portaria 963 e as Resoluções RDC 11 e 50.	119

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2G – Telefonia móvel de segunda geração
5G – Quinta Geração de internet móvel
ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
API – Application Programming Interface
Apps – Applications (software)
BIPAP – BI-level Positive Airway Pressure
CCM – Chronic Care Model
CCR – Centro Catarinense de Reabilitação
CNS – Cartão Nacional de Saúde
CPAP – Continuous Positive Airway Pressure
CPF – Cadastro de Pessoas Físicas
DPOC – Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
EAS – Estabelecimentos Assistenciais à Saúde
ECCM – Extended Chronic Care Model
e-HRM – Electronic Human Resource Management
GTMH – Gestão de Tecnologia Médico Hospitalar
GUI – Graphical User Interface
ICCC – Innovative Care for Chronic Conditions
IEB-UFSC – Instituto de Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Santa Catarina
IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers
IP – Internet Protocol
MACBETH – Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique
MCDA – Multiple-Criteria Decision Analysis
NSF – National Science Foundation
OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OMS – Organização Mundial da Saúde
OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde
OSI – Open Systems Interconnection
PACS – Programa de Agentes Comunitários
PHM – Public Health Model
PIB – Produto Interno Bruto
PSF – Programa de Saúde da Família
PTS – Processo Tecnológico em Saúde
RDC – Resolução da Diretoria Colegiada
RG – Carteira de identidade, Registro Geral
SC – Santa Catarina
SDR – Secretaria de Desenvolvimento Regional

SES – Secretaria de Estado da Saúde
SGDB – Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
SOD – Serviço de Oxigenoterapia Domiciliar
SQL – Structured Query Language
SUS – Sistema Único de Saúde
TCP – Transmission Control Protocol
TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação
u-AG – Ambiente de Gestão Ubíqua
u-eg – Estratégias de Gerenciamento Ubíquo
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
u-GTMH – Gestão Ubíqua de Tecnologia Médico Hospitalar
u-health – Saúde Ubíqua, Ubiquitous Healthcare
u-FreDom – Framework para Domínios Ubíquos
u-infrastructure – Infraestrutura Ubíqua
ULOWA – Unbalanced Linguistic Ordered Weighted Average
u-management – Gestão Ubíqua
UML – Unified Modeling Language
USN – Ubiquitous Sensor Network
WHO – World Health Organization
XML – eXtensible Markup Language

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	25
1.1 OBJETIVOS.....	27
1.1.1 <i>Objetivo Geral</i>	27
1.1.2 <i>Objetivos Específicos</i>	28
1.2 JUSTIFICATIVA.....	28
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	30
2 ESTADO DA ARTE	31
2.1 MODELOS TRADICIONAIS DE GESTÃO DE TECNOLOGIA EM SAÚDE DA ENGENHARIA CLÍNICA	31
2.2 MODELOS EXISTENTES PARA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE SAÚDE DESCENTRALIZADOS	37
2.3 MODELOS COM TECNOLOGIAS EMERGENTES	41
2.4 ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO COMPUTACIONAL PARA MODELOS DE SAÚDE UBIQUA	48
2.4.1 <i>Infraestrutura de Comunicação</i>	48
2.4.2 <i>Software de aplicação</i>	51
2.4.3 <i>Acesso – Armazenamento de dados</i>	53
3 DEFINIÇÃO DA PROPOSTA DE METODOLOGIA.....	55
3.1 MODELO DE GESTÃO UBIQUA DE TECNOLOGIA EM SAÚDE	55
3.2 FRAMEWORK PARA DOMÍNIOS UBIQUOS – <i>U-FREEDOM</i>	58
3.2.1 <i>INFRAESTRUTURA UBIQUA – u-infrastructure</i>	58
3.2.2 <i>GESTÃO ELETRÔNICA DE RECURSOS HUMANOS – e-HRM</i>	60
3.2.3 <i>SENSORIZAÇÃO UBIQUA DE TECNOLOGIA - USN</i>	62
3.3 METODOLOGIA DE U-GTMH	65
3.3.1 <i>CATEGORIA OPERACIONAL</i>	65
3.3.2 <i>CATEGORIA DE DECISÃO</i>	68
4 ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE U-GTMH NO SERVIÇO DE OXIGENOTERAPIA DOMICILIAR.....	75
4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO.....	75
4.2 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA DE U-GTMH	78
4.2.1 <i>CATEGORIA OPERACIONAL</i>	80
4.2.2 <i>CATEGORIA DE DECISÃO</i>	105
5 DISCUSSÕES.....	121

6 CONCLUSÃO	127
REFERÊNCIAS	129
ANEXO A SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS DE COMUNICAÇÃO PARA U-HEALTH	149
ANEXO B – DESCREVE O QUE É UML E EXPLICA A ESTRUTURA DOS MODELOS.....	151
ANEXO C – DIAGRAMA DE BANCO DE DADOS.....	155
ANEXO D – INTERFACES WEB DOS MÓDULOS DO MIDDLEWARE DESENVOLVIDO PARA O SOD.....	159
ANEXO E – MODELO GLOBAL MULTICRITÉRIO COM VALORES DE DESEMPENHOS.....	161
ANEXO F – AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA DE GESTÃO UBÍQUA NAS SDR DE FLORIANÓPOLIS, TUBARÃO, CRICIÚMA, JOINVILLE, JARAGUÁ DO SUL E LAGES.....	163

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas sistemas de saúde em nível mundial vem enfrentando desafios pela mudança demográfica, o envelhecimento da população e a prevalência de doenças crônicas. Estes desafios incluem ações de gestão de longo prazo em serviços de saúde com o aumento dos custos, complexidade do atendimento e a assistência domiciliar (WEBER e FISCHER, 2014) (FUCHS, 2010) (WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO, 2012) (MAISONNEUVE e MARTINS , 2013) (CORNELL UNIVERSITY, INSEAD e WIPO, 2013) (WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO, 2008).

Na união europeia a expectativa de vida atingiu em 2012 uma média de 79 anos; um aumento de 5,1 anos desde 1990 (WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO, 2009) (WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO, 2008) (WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO, 2012).

Na Alemanha o gasto do PIB é de 11% em saúde, sendo cerca dos 77% financiado em programas do setor público. *Integrated care* é um destes programas com uma abordagem centrada no paciente (AMELUNG, HILDEBRANDT e WOLF, 2012).

Na China, o sistema de saúde enfrenta ainda consequências da crise da síndrome respiratório aguda severo. Este revela falhas no sistema de atenção, mas também deficiências estruturais (WANG, RAO, *et al.*, 2013) (LIU, 2004). O sistema de saúde da Austrália está enfrentando com o envelhecimento e a carga de doenças crônicas entre a população (ARMSTRONG, GILLESPIE, *et al.*, 2007).

Nos Estados Unidos, aumento de 17 a 19 milhões o número de cidadãos acima de 75 anos, o que sugere o desenvolvimento de alternativas de atendimento nos lares dos idosos (ELMUTI, KHOURY, *et al.*, 2013) (ECONOMICS AND STATISTICS ADMINISTRATION - USA, 2011). No México, o sistema de saúde é subfinanciado e inadequadamente organizado para atender o aumento da longevidade da população e a crescente prevalência de doenças crônicas (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD, 2005) (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD, 2016).

No Brasil, entre 1970 e 2010 a população com idade superior a 60 anos dobrou de 5% para 10%. Nesse mesmo período a expectativa de vida nesse grupo de pessoas foi de 76 para 81 anos. Doenças crônicas especificamente representam em torno de 66% da carga no sistema de saúde (PAIM, TRAVASSOS, *et al.*, 2011).

A pesquisa nacional de amostras de domicílios evidenciou que cerca de um terço dos entrevistados (quase 60 milhões de pessoas) afirmou ter pelo menos uma doença crônica e 5,9% declarou ter três ou mais doenças crônicas (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE -OPAS, 2011).

Nesse mesmo período, as condições de vida também mudaram dentro dos domicílios brasileiros. Em 1970, 33% possuíam água interna, 17% acesso a saneamento básico e menos da metade eletricidade. Em 2007, 93% possuíam água interna, 60% acesso a saneamento básico e a maioria possuía acesso à eletricidade. Em 2008, 90% contava com geladeira e televisão, 75% com telefones celulares, 32% com computador pessoal e 80% dos brasileiros acima de 15 anos utilizava internet de banda larga (PAIM, TRAVASSOS, *et al.*, 2011).

Tais mudanças nas condições de vida tiveram um efeito no comportamento da saúde dos brasileiros. A prevalência de sobrepeso e obesidade aumentou de 42,8% para 47,3%. Em 2007 cerca de 72% das mortes no Brasil foram atribuídas a doenças não transmissíveis (cardiovasculares, respiratórias crônicas, diabetes, câncer e outras, incluindo as renais) (SCHMIDT, M, DUNCAN, D, *et al.*, 2011).

A idade é sempre um fator a ser considerado. Idosos geralmente são considerados um grupo de risco, mas não estão sozinhos como vítimas das doenças crônicas. Neste aspecto, a Organização Mundial da Saúde (OMS) estimou que 70% das mortes antes dos 60 anos podem ser ocasionadas por doenças crônicas (BLOOM, D, CAFIERO, E, *et al.*, 2011) (WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO, 2008a).

Porém, serviços em saúde que atendem episódios agudos de doenças em hospitais são uma forma inadequada de atender estas mudanças. Assim, o surgimento de modelos orientados no paciente permitem cuidados customizados e o acompanhando da doença (EPSTEIN, R e STREET, R., 2011).

Com a aderência destes modelos, surge a descentralização de recursos dos serviços em saúde para o gerenciamento, monitoramento e tratamento fora do ambiente hospitalar (MOON e KIM, 2013).

Diante destas transformações a Engenharia Clínica contribui com a gestão do processo tecnológico em saúde. O Processo Tecnológico em Saúde (PTS) é definido como a interação entre tecnologia em saúde, recursos humanos e infraestrutura para a transformação da saúde do paciente dentro dos Estabelecimentos Assistenciais à Saúde (EAS) (MORAES, GARCIA, *et al.*, 2010).

Assim, metodologias com paradigmas e estratégias inovadoras são necessárias para organizar essa descentralização de recursos dos serviços de saúde e implantar uma gestão que garanta o atendimento e a qualidade do PTS.

Considerando esta ideia, define-se saúde ubíqua ou *u-health* como um paradigma que torna disponível a assistência médica em qualquer lugar por meio da utilização de tecnologias pervasivas (recursos computacionais de forma embarcada não visível ao usuário mas presente) em um ambiente onde dispositivos estão embutidos de forma discreta e sempre disponíveis (BARDRAM, 2008).

Deste modo, sendo um grande desafio para Engenharia Clínica, deve-se incorporar este paradigma para desenvolver técnicas e métodos de gestão em tecnologia médico hospitalar (GTMH) e do PTS.

Este trabalho apresenta uma proposta de metodologia de gestão ubíqua de tecnologia em saúde por meio de tecnologias pervasivas com base no modelo tradicional de Engenharia Clínica do IEB-UFSC (sustentado em três domínios: infraestrutura, recursos humanos e tecnologia).

Para atender esta demanda, essa proposta visa uma solução de gestão ubíqua de tecnologia em saúde incorporando ferramentas tecnológicas que permitam o gerenciamento dos elementos do PTS e tornem a GTMH ubíqua (u-GTMH).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma metodologia de gestão ubíqua de tecnologia em saúde capaz de atender processos tecnológicos descentralizados incorporando tecnologias pervasivas como ferramentas para Engenharia Clínica.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Obter evidencia atualizada da literatura sobre modelos e tendências tecnológicas que contribuam na descentralização de serviços em saúde e no desenvolvimento da gestão ubíqua;
- Modelar conceitualmente um modelo de gestão ubíqua de tecnologia em saúde;
- Implementar um suporte ubíquo aos três domínios do modelo tradicional de gestão da Engenharia Clínica;
- Definir uma metodologia de gestão ubíqua de tecnologia em saúde para processos tecnológicos em saúde descentralizados;
- Aplicar a metodologia de gestão ubíqua de tecnologia em um estudo de caso;
- Validar a metodologia de gestão ubíqua de tecnologia em um estudo de caso;

1.2 JUSTIFICATIVA

Estabelecer uma metodologia de gestão ubíqua de tecnologia que apoie às mudanças no sistema de saúde constitui uma tarefa heterogênea. Isso significa que é necessário conhecer evidências científicas, processos de atendimento, condições de infraestrutura, recursos humanos e tecnologias para o gerenciamento do serviço.

Park (2009) estabelece critérios de inclusão de tecnologias ubíquas para gestão de um ambiente hospitalar. Estes critérios consideram as tendências tecnológicas de comunicação, o plano estratégico e os efeitos em todo o sistema para melhorar a eficiência.

No entanto, a gestão ubíqua de um ambiente descentralizado do sistema de saúde aumenta a complexidade do problema e da prestação de cuidados, exigindo mudanças na atuação profissional (WIGERT e WIKSTRÖM, 2014) (BERTA, LAPORTE, *et al.*, 2013).

A disponibilização da tecnologia médica sem coordenação pode levar a resultados ineficientes, caros e, às vezes, à assistência errada ao paciente. Deste modo, profissionais, familiares e tecnologias são parte de uma solução que tem o poder de conseguir um atendimento ubíquo (REINHARDT, 2008).

O papel dos cuidadores/familiares no acompanhamento e tratamento de uma condição crônica, sugere o fornecimento de capacitação na medida em que aumentam as disfunções associadas. Assim, o atendimento ubíquo é mais uma questão social do que um desafio técnico (KOCH, 2008)

Deve ficar claro que a elaboração de uma metodologia de gestão ubíqua de tecnologia precisa de uma abordagem descentralizada do sistema de saúde para a gestão da tecnologia em saúde.

Rigby (2007) assevera que a dependência de tecnologias ubíquas e o aumento no volume de dados, vai levantar questões práticas, éticas e de responsabilidade médica. Deste modo, é necessária a reformulação dos serviços de saúde, incluindo diversas formas de respostas.

Breton *et al.* (2004) e Naseer e Stergioulas (2006) evidenciam a necessidade da implementação de tecnologias de redes, visando a criação de uma infraestrutura que permita o gerenciamento e a integração de informações dos serviços de saúde descentralizados.

Neste contexto, a Engenharia Clínica com sua visão de gestão do processo tecnológico em saúde, desenvolve soluções para um modelo de gestão ubíqua de tecnologia influenciado pela integração de tecnologias pervasivas. Onde estas tecnologias tem o potencial para acessar aos recursos em qualquer lugar e facilitar o monitoramento das atividades do PTS (ZAMBUTO, 2004).

O âmbito da prática da Engenharia Clínica com esta realidade emergente inclui aspectos de capacitação *online*, sensoriamento da tecnologia, planejamento de infraestrutura de comunicação e armazenamento de dados digitais.

A Engenharia Clínica deve envolver-se nessa transição, promovendo a pesquisa-inovação com tecnologias de informação ubíquas para criar um processo tecnológico em saúde com gestão expandida.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta tese está estruturada em quatro capítulos.

O primeiro capítulo – Introdução, apresenta as mudanças que os sistemas de saúde começam enfrentar e como uma abordagem de gestão ubíqua pode ser considerada a partir da integração de tecnologias pervasivas. Objetivo geral, objetivos específicos e a justificativa são apresentados impulsionando o desenvolvimento de soluções de gestão ubíqua.

O segundo capítulo – Estado da Arte: considera uma revisão na literatura que inclui modelos tradicionais de gestão de tecnologia em saúde da Engenharia Clínica, modelos existentes para prestação de serviços de saúde descentralizados, modelos com tecnologias emergentes e aspectos de implementação para modelos de saúde ubíqua.

O terceiro capítulo – Definição da proposta da metodologia: define conceitualmente o modelo de gestão ubíqua de tecnologia em saúde a partir de uma visão de sistema de controle em rede. Define e explica o *framework* para domínios ubíquos para estruturação tecnológica do modelo de gestão ubíqua. Apresenta a proposta de metodologia de gestão ubíqua de tecnologia organizada em dois métodos: operacional e de decisão.

O quarto capítulo – Estudo de Caso: Aplicação e validação da metodologia proposta no serviço de oxigenoterapia domiciliar: contextualiza o estudo de caso onde é aplicada a metodologia proposta para gestão ubíqua de tecnologia. Apresenta a estruturação e implementação de uma solução por meio da aplicação da metodologia proposta

2 ESTADO DA ARTE

Com o aumento do conhecimento científico e avanço tecnológico na área da saúde, uma nova visão e abordagem da atividade clínica busca uma forma eficaz de gerenciar diversas tecnologias, dado que, serviços de saúde incrementam seus custos, descentralizam-se e incluem o domicílio para o atendimento (MINIATI, IADANZA e DORI, 2016).

Este capítulo, mostra uma revisão bibliográfica que resgata modelos tradicionais de gestão de tecnologia em saúde da Engenharia Clínica, a fim de definir seus fundamentos e identificar as suas limitações para com serviços de saúde descentralizados.

Posteriormente, modelos já existentes para gestão de serviços de saúde descentralizados são apresentados, pontuando suas tecnologias e limitações.

Depois, apresentam-se modelos com tecnologias emergentes para atender a demanda de serviços em saúde personalizados e com cuidados domiciliares. Este tipo de modelos evidencia o paradigma de saúde ubíqua ou *u-health*, com o qual pode se enfrentar a descentralização de serviços de saúde.

Por último, expõem-se aspectos de implementação computacional para modelos de *u-health*.

2.1 MODELOS TRADICIONAIS DE GESTÃO DE TECNOLOGIA EM SAÚDE DA ENGENHARIA CLÍNICA

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define tecnologia em saúde como a aplicação de habilidades e conhecimento organizado na forma de dispositivos, medicamentos, procedimentos e sistemas para resolver um problema em saúde e melhorar a qualidade de vida (WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO, 2011).

Desta forma um processo racional para identificação, aquisição e gestão dos recursos para prestação de cuidados de saúde, requer o desenvolvimento de uma política explícita que compreenda o uso de tecnologia em saúde (JUDD, 2004).

A OMS, em 1996, para auxiliar no planejamento e gestão de tecnologia em saúde, desenvolveu o conceito e a metodologia chamada pacote essencial de tecnologias em saúde ou, em inglês, *Essential Healthcare Technology Package* (EHTP) (HEIMANN, ISSAKOV e KWANKAM, 2004).

A metodologia EHTP baseia-se na hipótese de que a prestação eficaz de cuidados de saúde só é possível se todas as tecnologias em saúde (dispositivos médicos, medicamentos, recursos humanos e infraestrutura) para apoiar o processo estão disponíveis e gerenciadas corretamente (HEIMANN, ISSAKOV e KWANKAM, 2004).

Isso implica que as intervenções que compõem o processo em saúde, devem ser apoiadas pela relação entre dispositivos médicos, medicamentos, recursos humanos e infraestrutura física. Dessa forma, a metodologia concentra-se na melhora contínua da qualidade, eficácia, segurança e equidade dos recursos humanos e da gestão de tecnologia em saúde (JUDD, 2004).

Outra abordagem é apresentada por Eisler *et al.* (2008), que por meio de uma arquitetura linear teórica, fornecem boas práticas de gestão de tecnologia em saúde em hospitais canadenses. A arquitetura é uma aplicação holística da engenharia, ciência e gestão de recursos para o gerenciamento estratégico do ciclo de vida das tecnologias e processos.

Silva *et al.* (2012) apresentam um estudo que integra as metodologias *Six Sigma* e *Lean* para melhorar o controle de qualidade de equipamentos médicos em um ambiente hospitalar. A abordagem de *Six Sigma* visa diminuir os erros cometidos evitando retrabalho, enquanto que, *Lean* foca-se na redução de todas as formas de perdas do processo de gestão.

A metodologia adotada para o desenvolvimento do estudo está dividida em cinco fases: definição, medição, análise, melhora e controle. Entre as ferramentas utilizadas nestas fases encontram-se: a definição e mapeamento do processo atual, diagramas de Ishikawa e causa-efeito, gráfico de Pareto, plano de ações e controle e 5S.

Becerril-Alquicira e Ortiz-Posadas (2010) também utilizam *Six Sigma* para propor um processo de gestão de tecnologia em saúde no estado de *Morelos*, no México. Adotam a mesma metodologia de cinco fases para o desenvolvimento de um programa de controle de equipamentos médicos. Entre as ferramentas implementadas encontram-se: entrevistas, procedimentos operacionais e diagramas de processos.

Na Colômbia, Trujillo (2013) descreve o modelo de gestão de tecnologias em saúde adotado pelo hospital universitário *San Vicente*. Esse modelo incorpora cinco componentes em um ciclo de gestão.

Entre os componentes destacam-se: medicamentos, tecnologias de apoio (equipamento industrial relacionados com o serviço), tecnologias de informação (informáticas e de comunicação para apoio na operação hospitalar), dispositivos biomédicos (material e consumíveis) e o equipamento médico.

O ciclo de gestão inclui os cinco componentes em seis processos (planejamento, aquisição, instalação, uso, manutenção e disposição) para o monitoramento integral da tecnologia em saúde. Assim, o processo de gestão de tecnologia em saúde é formado pela interação dos componentes e os processos com uma capacitação e avaliação contínua.

Souza *et al.* (2011) apresentam a estrutura do processo de gestão de equipamentos médicos nas unidades públicas de saúde do estado da Bahia. Essa estrutura, organiza-se em cinco áreas: planejamento e seleção (revisão de especificação de equipamentos e padronização de produtos), incorporação (sistematização do processo de recebimento de equipamentos), uso (implantação de rotina de monitoração da qualidade de equipamentos, infraestrutura e treinamentos), intercorrências (intervenções técnicas, transferências e desativação) e gerenciamento de resíduos do equipamento.

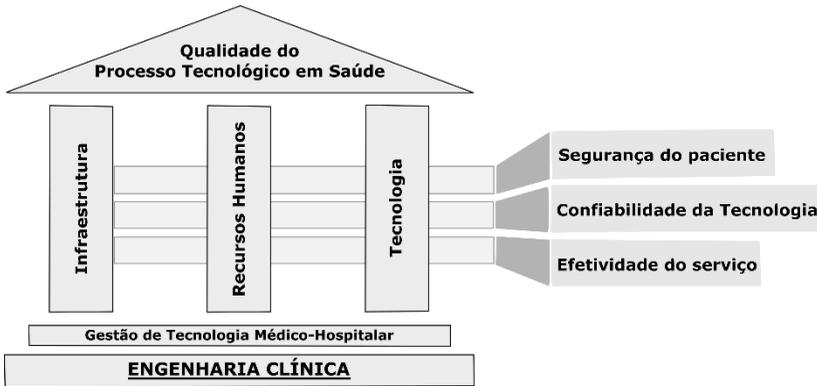
Moraes e Garcia (2004) definem tecnologia médico-hospitalar (TMH) como equipamentos médico-hospitalares, insumos, procedimentos, normas correlatas e todos os métodos técnicos que se aplicam no estabelecimento de assistência à saúde (EAS). Isto envolve o respectivo dispositivo médico, a infraestrutura adequada para o seu funcionamento eficiente e seguro em todo o ciclo de vida.

Posteriormente, Moraes *et al.* (2010) consideram sob uma perspectiva de processo o conjunto de TMH, denominando-o, processo tecnológico em saúde (PTS). Além disso, definem essa perspectiva como a interação entre tecnologia em saúde, recursos humanos e infraestrutura para a transformação da saúde do paciente dentro dos EAS.

Para manter a interação e equilíbrio desses elementos, a Engenharia Clínica do Instituto de Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Santa Catarina (IEB-UFSC), desenvolveu um modelo de Gestão de Tecnologia Médico-Hospitalar (GTMH) buscando sustentar a qualidade do PTS.

A Figura 1, mostra o modelo GTMH onde a qualidade do processo tecnológico em saúde é sustentada por três elementos. Infraestrutura física adequada para a instalação e uso da tecnologia. Recursos humanos capacitados e qualificados para utiliza-la. E o dimensionamento e controle apropriado da tecnologia. Desse modo, proporciona-se segurança ao paciente, confiabilidade da tecnologia e efetividade do serviço visando o conceito de qualidade de adequação ao uso.

Figura 1 – Modelo de Gestão de Tecnologia Médico-hospitalar de Engenharia Clínica do IEB-UFSC.



Fonte: Modificado de (MORAES, 2007).

Considerando a qualidade do PTS como uma combinação de elementos tecnológicos, estruturais e humanos. O modelo de GTMH pode ser representado desde um ponto de vista de controle de processos como um ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*).

Nessa perspectiva, o ciclo de GTMH começa pelo planejamento e estabelecimento de metas, TMH e metodologias necessárias para atingir o funcionamento eficiente do PTS.

Em seguida, as atividades planejadas executam-se nos elementos de infraestrutura, recursos humanos e tecnologia com intuito de buscar a qualidade. Posteriormente verificam-se os resultados dessas atividades e confrontam-se com o planejado por meio de diversas ferramentas de apoio.

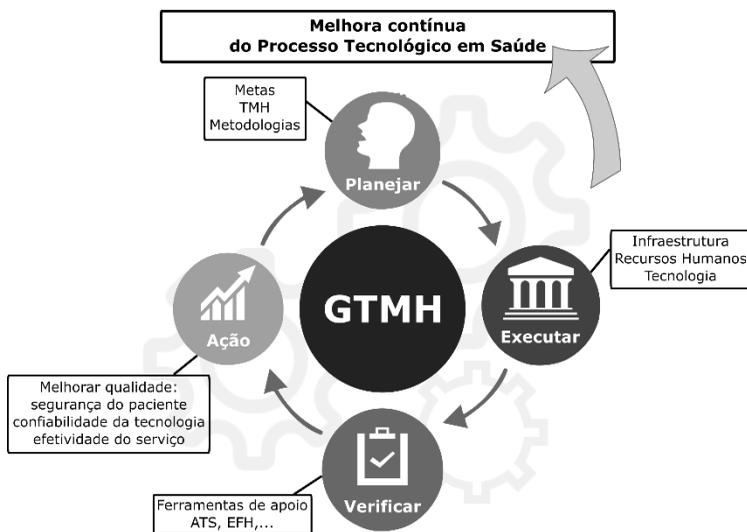
Como exemplo dessas ferramentas Santos (2014) e Moraes (2007) utilizaram MCDA para apoio a decisão. Margotti (2012) e Sônego (2007) incorporaram Avaliação de Tecnologia em Saúde – ATS. Guedert (2006), Avelar (2007), Osaka (2010) e Castañeda (2011) utilizaram Tecnologias de Informação e Comunicação – TIC. Lucatelli (2002) e Reis (2014) incorporam manutenção centrada em confiabilidade.

Por último, toma-se uma ação para agir de acordo com o avaliado e determinam-se novos planos de ação, de forma a melhorar a qualidade do PTS e garantir a segurança do paciente, confiabilidade da tecnologia e efetividade do serviço.

Este ciclo é importante no PTS por que estabelece metas que são implementadas em ferramentas de apoio para a melhora contínua da qualidade do processo. Por identificar as causas dos problemas que possam comprometer o processo. Assim como, avaliar os resultados da aplicação de ferramentas e enfatizar a melhora contínua com ações corretivas.

A Figura 2 mostra a representação do modelo GTMH na perspectiva de ciclo PDCA para enfatizar a necessidade de melhora contínua.

Figura 2 – Modelo GTMH na perspectiva de ciclo PDCA que enfatiza a necessidade de melhora contínua.



Fonte: Autor (2016).

No estudo de Eboli *et al.* (2011), a gestão de tecnologia em saúde em EAS baseia-se em um software que implementa o processo de gestão a partir das fases de aquisição, instalação, manutenção e desativação.

Chien *et al.* (2010) projetam um *framework*, com tecnologia web, para um sistema de gestão de equipamento médico integrado com o sistema de informação hospitalar. As informações geradas são utilizadas para melhorar a qualidade do trabalho, reduzir os custos de manutenção e promover a segurança dos equipamentos.

O Quadro 1 apresenta as limitações dos modelos tradicionais de gestão de tecnologia em saúde da Engenharia Clínica para serviços de saúde descentralizados.

Quadro 1 – Limitações dos modelos tradicionais de gestão de tecnologia em saúde para com serviços de saúde descentralizados.

Limitações para serviços de saúde descentralizados	Modelos	
1-Focado no ambiente hospitalar;	EHTP (HEIMANN, ISSAKOV e KWANKAM, 2004)	1-2-3-4-5-6
	Arquitetura teórica para gestão de tecnologia em saúde (EISLER, TAN e SHEPS, 2008)	1-2-3-4-5-6
2-Omissão de tecnologias de informação e comunicação;	Metodologia com <i>Six Sigma</i> e <i>Lean</i> (SILVA, PALERMO, et al., 2012)	1-2-3-5-6
3-Omissão de usuários e familiares na utilização de tecnologias em saúde;	<i>Six Sigma</i> (BECERRIL-ALQUICIRA e ORTIZ-POSADAS, 2010)	1-2-3-5-6
	GTMH (MORAES e GARCIA, 2004)	1-2-3-5-6
4-Ausência de definição e mapeamento do processo atual;	Estrutura para processo de gestão de equipamentos médicos (SOUZA, NÓBREGA, et al., 2011)	1-2-3-5-6
5-Omissão de recursos comunitários e domiciliares;	Software para o processo de gestão (EBOLI, SILVA, et al., 2011)	1-3-5-6
6-Omissão de capacitação e apoio a distância;	Framework para sistema de gestão de equipamento médico (CHIEN, HUANG e CHONG, 2010)	1-3-4-5-6
	Modelo de gestão de tecnologias em saúde (TRUJILLO, 2013)	1-3-5-6

Fonte: Autor (2016).

Pelo revelado nos modelos tradicionais de Engenharia Clínica, a gestão de tecnologia em saúde considera-se uma estrutura de relacionamentos entre pessoas, tecnologias e instalações, que proporciona uma resposta centralizada no ambiente hospitalar.

Isto implica que, a gestão centralizada de tecnologias em saúde seja insuficiente para atender a descentralização de recursos e executar serviços responsivos e personalizados às necessidades dos pacientes (REGMI, 2014). Além disso, exige a inclusão de recursos comunitários e domiciliares para melhorar a cobertura, qualidade, acessibilidade e eficiência dos serviços em saúde.

2.2 MODELOS EXISTENTES PARA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE SAÚDE DESCENTRALIZADOS

Em resposta às diversas pressões econômicas e políticas, assim como dos problemas de saúde de longo prazo da população, a reforma dos serviços de saúde sob a forma de modelos descentralizados é inevitável (WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO, 2007).

Esta seção apresenta modelos existentes para prestação de serviços de saúde descentralizados, evidenciando as tecnologias de informação e comunicação (TIC) que utilizam para o atendimento.

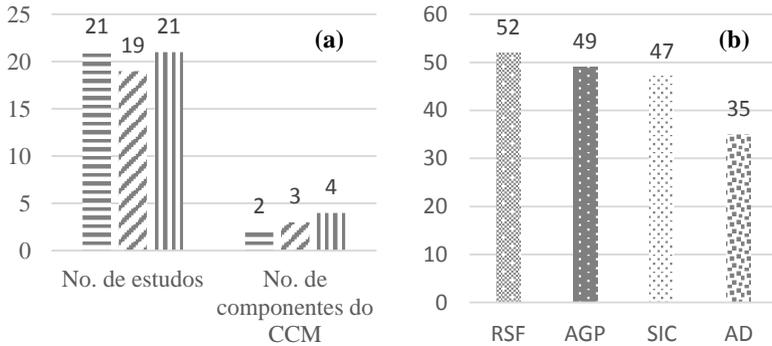
2.2.1 Modelo de Cuidados Crônicos – *The Chronic Care Model*

O Modelo de Cuidados Crônicos ou, em inglês, *Chronic Care Model* (CCM), desenvolvido por Wagner e colaboradores do *MacColl Institute for Healthcare Innovation*, é considerado inovador na prevenção, controle e atenção às patologias crônicas não transmissíveis (WAGNER, AUSTIN e VON KORFF, 1996) (NUÑO, 2009) (COLEMAN, AUSTIN, *et al.*, 2009).

O CCM centra-se na vinculação informada entre pacientes e equipe de profissionais. Reconhece que os cuidados crônicos acontecem fora de ambientes formais da saúde e propõe seis elementos para melhorá-los: recursos comunitários, sistema de saúde, autogerenciamento do paciente, apoio à decisão, redesenho do sistema de fornecimento e sistemas de informação clínica (BOWEN, STEVENS, *et al.*, 2010) (WAGNER, 2011).

A meta-análise de Elissen *et al.* (2013) apresenta a gestão de cuidados crônicos em programas para diabetes para pacientes adultos com a intervenção de pelo menos dois componentes do CCM. Os gráficos (a) e (b) da Figura 3 mostram como 61 estudos contemplados nesta análise foram classificados. O componente SIC destaca telemonitoramento, banco de dados, registro de pacientes e sistemas de lembrete.

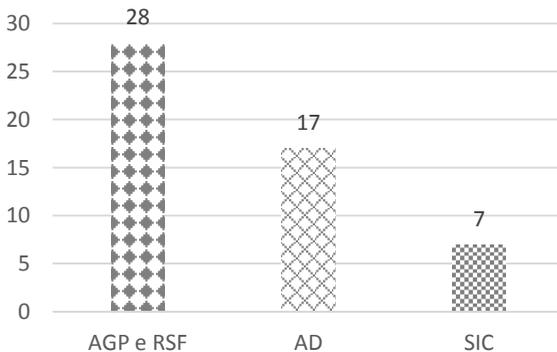
Figura 3 – (a) Classificação de 61 estudos com número de componentes do CCM incluídos e (b) classificação por componentes do CCM mais frequentes nos estudos.



Fonte: Modificado de (ELISSEN, STEUTEN, *et al.*, 2013).

Também, a meta-análise de Lemmens *et al.* (2013) examina a gestão de cuidados crônicos em programas de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) utilizando o CCM. O gráfico da Figura 4 mostra como 29 estudos contemplados nesta análise foram classificados. O componente SIC implementa principalmente o seguimento telefônico do paciente.

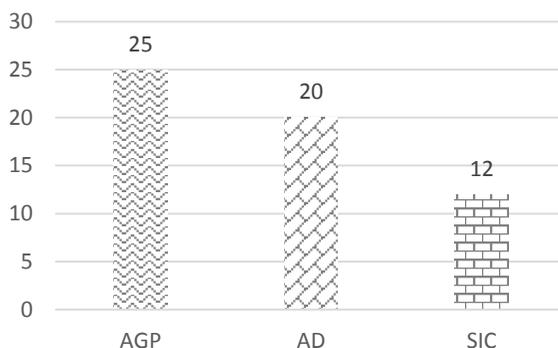
Figura 4 – Classificação de 29 estudos com número de componentes do CCM em programas de doença pulmonar obstrutiva crônica.



Fonte: Modificado de (LEMMENS, LEMMENS, *et al.*, 2013).

A revisão sistemática de Bruin *et al.* (2012) seleciona 42 publicações descrevendo 33 estudos que avaliam 28 programas para pacientes com múltiplas condições crônicas com intervenção de componentes do CCM. O gráfico da Figura 5 mostra como esses programas incluem os componentes. O SIC utiliza tecnologias como telemonitoramento, dispositivos de mensagens e vídeo-chamada.

Figura 5 – Classificação de componentes do CCM em 28 programas para pacientes com múltiplas condições crônicas.



Fonte: Modificado de (BRUIN, VERSNEL, *et al.*, 2012).

Legendas utilizadas nas Figuras 3, 4 e 5: redesenho do sistema de fornecimento (RSF), autogerenciamento do paciente (AGP), sistemas de informação clínica (SIC) e apoio a decisão (AD).

2.2.2 Abordagens *Kaiser*, *EverCare* e *Pfzier*

Três modelos discutidos na literatura para o fornecimento de serviços de saúde descentralizados são as abordagens desenvolvidas pela *Kaiser*, *EverCare*, e *Pfzier*. Estes modelos não se excluem mutuamente, mas compartilham o gerenciamento do atendimento ao paciente.

O modelo *Kaiser*, baseado no CCM, integra serviços de prevenção e autogerenciamento para identificar e classificar níveis de risco de acordo com sua complexidade (WALLACE, 2005) (WALLACE, 2005a) (SELEVAN, KINDERMANN, *et al.*, 2015).

Os modelos da *EverCare* (serviços de enfermagem avançados) e *Pfzier* (gerenciamento do paciente pelo telefone) focalizam-se na gestão de pessoas com maior risco de hospitalização (FRASER, HOWARD, *et al.*, 2005) (ABDALLAH, 2005) (SNODDON, 2010).

2.2.3 Cuidado Guiado – *Guided Care*

Modelo de prestação de serviços projetado para pessoas idosas com múltiplas condições crônicas. Integra técnicas de experiências satisfatórias por meio do treinamento especializado das equipes de enfermagem. Fornece os seguintes serviços: planejamento e avaliação da assistência, autogerenciamento, coordenação dos cuidados, acesso aos recursos da comunidade, ensino e apoio à família (BOULT, KARM e GROVES, 2008) (SNODDON, 2010).

No que se refere à implementação de TIC neste modelo, os estudos de Bruin *et al.* (2012), Boyd *et al.* (2010) e Boulton *et al.* (2008) apresentam o desenvolvimento de sistemas, com registro eletrônico do paciente, para monitorar o desempenho da equipe de enfermagem em relação aos procedimentos e serviços oferecidos.

2.2.4 Modelo de Cuidados Integrados para Idosos – *The Program of All-Inclusive Care for the Elderly*

Modelo de cuidados integrados para idosos que visa reduzir a internação hospitalar e aumentar o atendimento de enfermagem no domicílio. A principal característica deste modelo é a integração dos serviços de cuidados agudos. Isto permite que as pessoas idosas com múltiplos problemas recebam uma única atenção (RICH, 1999) (HIRTH, BASKINS e DEVER-BUMBA, 2009) (SNODDON, 2010) (BOUWMEESTER, 2012). A *Tele-health* é utilizada para a prestação de cuidados paliativos, ou para facilitar a gestão de doenças crônicas (FELDER, ALWAN e ZHANG, 2008).

Em resposta ao envelhecimento da população Nakajima *et al.* (2013) propõe um *framework*, integrado ao sistema de saúde, focado na gestão de tecnologia em saúde para melhorar a saúde de pacientes em casa. O *framework*, fornece um ciclo com quatro funções: medição (quantifica o fenômeno), reconhecimento (classifica condições normal/anormal), estimativa (implementa funções de diagnóstico e prognóstico) e evolução (melhora da saúde por meio de uma base de conhecimento).

O Quadro 2 apresenta as limitações e tecnologias utilizadas pelos modelos para prestação de serviços de saúde descentralizados.

Quadro 2 –Limitações e tecnologias utilizadas pelos modelos para prestação de serviços de saúde descentralizados.

Limitações (L)	Tecnologias (T)	Modelos
1-Omite gestão de tecnologias em saúde; 2-Omite tecnologias de informação e comunicação; 3-Omite compartilhamento de registro eletrônico de paciente; 4-Omite recursos comunitários e domiciliares; 5-Omite equipes de enfermagem; 6-Omite usuários e familiares na utilização de tecnologias em saúde; 7-Ausência de definição e mapeamento do processo atual; 8-Omissão de capacitação e apoio a distância;	1-Telemonitoramento; 2-Banco de dados; 3-Registro eletrônico de pacientes; 4-Sistemas de lembrete; 5-Dispositivos de mensagens; 6-Vídeo chamada; 7-Seguimento telefônico; 8-Internet; 9-Sistemas de informação; 10-Compartilhamento de dados; 11-Tele-health; 12-Software de gestão de casos telefônicos; 13-Sistemas de monitoramento do desempenho das equipes de enfermagem; 14-Sistemas especialistas; 15-Data Mining; 16-Algoritmos genéticos;	CCM (L) 1-6-8 (T) 1-2-3-4-5-6-7 Kaiser (L) 1-3-5-6-8 (T) 1-3-8-9 EverCare (L) 1-3-4-7-8 (T) 10-11 Pfzier (L) 1-2-3-4-5-6-7-8 (T) 12 Guided Care (L) 1-3-4-7 (T) 3-13 PACE (L) 1-3-6-7-8 (T) 11 Framework para gestão de tecnologias em saúde (L) 3-4-5-6-7-8 (T) 2-14-15-16

Fonte: Autor (2016).

2.3 MODELOS COM TECNOLOGIAS EMERGENTES

Uma tecnologia é definida como emergente quando provoca uma mudança radical na indústria ou na sociedade. Começa como uma ideia conceitual que estabelece-se a partir da pesquisa e desenvolvimento antes de implementá-la (HALAWEH, 2013).

Um exemplo disso é a incorporação de sensores de baixo custo, comunicação sem fio e tecnologia computacional em setores como

gestão de doenças, intervenção terapêutica e monitoramento pré-natal (DHAWAN, HEETDERKS, *et al.*, 2015) (PRICE e KRICKA, 2007) (BEYETTE, KOST, *et al.*, 2011).

No congresso, *ICTs and the Health Sector: Towards smarter health and wellness models*, organizado em 2011 pela *Organisation for Economic Co-operation and Development (OCDE)* e a *National Science Foundation (NSF)* em *Washington, DC*, evidenciou necessidades no desenvolvimento de modelos com tecnologias emergentes para serviços em saúde (RIGBY, RONCHI e GRAHAM, 2013).

Foi exposta a adequação de redes de comunicação como uma infraestrutura que amplie o atendimento dentro de casa. Em relação ao desenvolvimento de aplicações foi exposto que estas devem personalizar os cuidados associando tecnologias já existentes (dispositivos móveis, armazenamento de informação, sensoriamento, poder computacional aprimorado) (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD, 2013).

Além disso, quatro áreas se destacaram para o desenvolvimento de soluções: (1) aumento dos custos de saúde por falta de atendimento eficaz e preventivo; (2) mudanças demográficas na população; (3) demanda de cuidados domiciliares e diminuição da disponibilidade de profissionais de saúde e (4) demanda de serviços personalizados e centrados no paciente (RIGBY, RONCHI e GRAHAM, 2013) (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD, 2013).

Para atender este tipo de demandas, exige-se uma mudança de paradigma. Computação ubíqua ou *ubicomp* é um conceito de engenharia de software e ciências da computação onde o poder computacional aparece a qualquer momento e em qualquer lugar. Portanto, é importante definir o que se entende por **computação ubíqua** antes de continuar.

- Paradigma que melhora o uso do poder computacional tornando dispositivos disponíveis por todo um ambiente físico de forma invisível para o usuário (WEISER, 1999);
- Integração de microprocessadores em objetos cotidianos como móveis, roupas, eletrodomésticos até mesmo tintas (PATTERSON, KAUTZ, *et al.*, 2007);
- Ato de tornar o poder computacional acessível ao usuário em uma rede de alta velocidade sem que estes fiquem cientes de sua presença física (KIMANI, S, GABRIELLI, *et al.*, 2008);

- Computação que é onipresente, envolvendo diversos dispositivos computacionais operando em segundo plano (VARSHNEY, 2009);
- Modelo Pós-Desktop de interação humano – computador em que o processamento da informação é completamente interligado em objetos e atividades diárias (KUNIAVSKY, 2010);
- Era da tecnologia calma quando a tecnologia retrocede em um segundo plano de nossas vidas (COSTA, BARBOSA, *et al.*, 2010);

Todas estas definições idealizam um espaço com redes de alta velocidade e dispositivos computacionais que estão em todo lugar aglomerando serviços e objetos cotidianos.

O acesso a serviços, recursos computacionais e de comunicações é onipresente, enquanto tecnologias como sensores e dispositivos internam-se no ambiente. Dessa forma, pode se classificar quatro implementações das tecnologias ubíquas: implantável, *wearable*, portátil e ambiental (CANNY, 2006).

O nível de implementação varia de acordo à indistinguibilidade para cada uma dessas tecnologias. Implantáveis devem ser completamente invisíveis. Tecnologias portáteis podem ser um pouco visíveis, enquanto *wearables* podem ser mais visíveis. Tecnologias ambientais dependendo do nível de integração também podem se tornar indistinguíveis (FEKI e MOKHTARI, 2009).

Na área da saúde, a introdução deste conceito e suas tecnologias tem permitido o desenvolvimento de diversas aplicações como uma forma de modernização do atendimento. Alguns exemplos são a personalização da monitorização do paciente, otimização de atividades em processos e uma qualidade global nos serviços de saúde (TOUATI e TABISH, 2013) (KAYE e ZITZELBERGER, 2007).

O desafio é como fornecer melhores serviços de saúde para um número crescente de pessoas que se beneficiam dos recursos financeiros limitados do sistema de saúde.

Essa é a visão da **saúde ubíqua** ou *u-health*, a qual aumenta a abrangência da saúde para qualquer pessoa, em qualquer hora e lugar mantendo a qualidade do serviço de saúde (BARDRAM, MIHAILIDIS e WAN, 2006).

Esta perspectiva também inclui a manutenção e monitoramento de curto e longo prazo dos serviços, acompanhamento personalizado, detecção de incidentes, gestão, intervenção de emergência e tratamento.

Fortalecendo esta ideia, o estudo de Stroetmann (2013) incentiva o desenvolvimento de modelos que incluam serviços de saúde

integrados e inteligentes. A infraestrutura de TIC é exposta como um aplicação para alcançar essa integração.

Outro exemplo é a arquitetura com processamento semântico e rede de sensores para gestão do sono. A arquitetura permite melhorar a qualidade do sono por meio da aquisição e análise de informações do paciente. Esta consiste de três módulos: sensoriamento do sono, modelo de gestão de conhecimento para o sono e processamento semântico (SOONHYUN, DONGHWAN, *et al.*, 2014).

Referente à gestão de uma patologia crônica, a tecnologia nunca deve ser vista como o objetivo em si, mas como uma ferramenta que complementa outros aspectos do atendimento.

Como exemplo disso, o sistema ubíquo para gerenciamento de doenças crônicas de Jae-Hyoung *et al.* (2010) utiliza dispositivos móveis com glicosímetro integrado e um sistema semiautomático de resposta. Este sistema filtra e armazena o monitoramento de dados da glicose para diminuir a carga de trabalho da equipe médica.

Em relação ao ambiente domiciliar, Freitas *et al.* (2012) apresentam uma arquitetura pervasiva. Essa arquitetura visa melhorar os serviços prestados por profissionais durante o tratamento de pacientes localizados em suas casas. São utilizados conceitos de computação ubíqua para acessar às informações.

No entanto a análise da literatura realizada por Koch (2008) identifica soluções emergentes relacionadas com o envelhecimento da sociedade. Esta análise revela que o atendimento ubíquo é mais uma questão social que necessita de um redesenho do processo de saúde do que um desafio técnico.

2.4.1 Centrados no Paciente

Como o tratamento de condições crônicas requer da alteração de hábitos e do estilo de vida das pessoas, é necessário enfatizar a função e responsabilidade do paciente e de sua família.

Em apoio a ideia colocada acima, o modelo de Milani e Lavie (2014) incorpora tecnologias centradas no paciente e atendimento baseado em equipe de profissionais. O modelo estabelece *Apps* e dispositivos *wearable* para estimular o exercício, a educação, a interação social, a cessação de fumar e a perda de peso. Isto permite realizar uma mudança no estilo de vida, oferecer modalidades adicionais do atendimento e uma gestão da condição crônica.

Por outro lado a arquitetura conceitual de Fortney *et al.* (2011) também adota uma visão centrada no paciente. Reestrutura os serviços

para condições crônicas estabelecendo uma avaliação individual das características do paciente (pobreza, residência rural, analfabetismo, etc.). O Quadro 3 descreve quatro categorias de uso da tecnologia que são consideradas nesta arquitetura.

Quadro 3 – Categorias de uso da tecnologia para acesso aos serviços de cuidados crônicos

Tecnologias	Uso	Descrição
<i>Smartphones</i> , serviço interativo de voz, mensagens de texto, e-mails, vídeo interativo, dispositivos de monitorização pessoal, quiosques, registros pessoais de saúde, <i>Web portals</i> , redes sociais e fóruns on-line.	Encontros digitais simultâneos Paciente – Fornecedor	Inclui visitas realizadas utilizando apenas áudio ou tecnologias audiovisuais em que o paciente está localizado em uma localização geográfica diferente do provedor.
	Comunicações digitais assíncronas Paciente – Fornecedor	Nestes encontros, existe um atraso no tempo da comunicação entre o paciente e o fornecedor. Assim, tendem a ser mais focado do que encontros simultâneos.
	Comunicações digitais Paciente – Paciente	Inclui discussões entre pacientes trocando informações, conselhos práticos sobre as suas experiências de doença e fornecer apoio mútuo uns aos outros.
	Interações digitais simultâneas Paciente – Aplicação computacional	Inclui aplicativos baseados em computador, na web e <i>smartphones</i> que apresentam informações em um formato amigável ou oferecem tratamentos terapêuticos.

Fonte: (FORTNEY, BURGESS, *et al.*, 2011)

2.4.2 Paradigma de casa inteligente

Neste paradigma, o modelo proposto por Nugent (2011) oferece níveis de independência ao paciente por meio de um ambiente de assistência à autonomia no domicílio. Três componentes são identificados neste modelo: sensores (para coleta de informações das atividades diárias), processamento de dados (para assistência ou detecção de mudanças em hábitos) e controle do ambiente.

Outra aplicação deste paradigma é o proposto na arquitetura de Davies *et al.* (2011) para doenças crônicas, insuficiência cardíaca e acidente vascular cerebral.

Esta arquitetura apoia o autogerenciamento por meio de tecnologias digitais assistivas, de reabilitação e teleassistência. O Quadro 4 mostra as tecnologias que compõem essa arquitetura.

Quadro 4 – Tecnologias que compõem a arquitetura de autogerenciamento em casa para doenças crônicas baseado no paradigma de casa inteligente.

Componente central	Tecnologia	Descrição
Arquitetura no paradigma de casa inteligente	<i>Home Hub</i>	Sistema de software que proporciona recursos de auto-gestão.
	<i>Smartphone</i>	Monitor de atividade personalizado e transmissão de informações para o <i>Home Hub</i> .
	<i>Smart insole</i>	Sensores sem fio utilizados para capturar informações de pressão do pé para oferecer uma análise de marcha.

Fonte: (DAVIES, GALWAY, *et al.*, 2011)

Para auxiliar nas condições crônicas, a arquitetura *SMART2* adapta em casa procedimentos terapêuticos com um sistema tecnológico. Esta incorpora dois métodos: (1) sistema de apoio a decisão para interpretar padrões de atividades e (2) auto avaliações utilizadas para estruturar conteúdo terapêutico. Um *smartphone* proporciona *feedback* e monitoramento em tempo real. *HomeHub* e uma rede sem fio permitem o planejamento e elaboração de relatórios das atividades diárias (ROSSER, MCCULLAGH, *et al.*, 2011).

2.4.3 Telecare - Telehealth

Um conjunto de serviços tecnológicos que ampliam o atendimento remoto da saúde para o usuário final é representado pela *Telecare*, *Telehealth* e *Telemonitoring* (BARLOW, BAYER e CURRY, 2006).

Dentro deste conceito, *PROMETE* é um modelo que atende pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) por meio do monitoramento diário de parâmetros (SEGRELLES, GÓMEZ, *et al.*, 2014). O Quadro 5 apresenta as ferramentas tecnológicas utilizadas por este modelo.

Quadro 5 – Ferramentas tecnológicas utilizadas no modelo *PROMETE*.

Tecnologia	Descrição
<i>Tele-Modem</i>	Dispositivo multiparamétrico que recebe e transmite os dados por <i>bluetooth</i> dos dispositivos que monitoram o paciente;
Dispositivos de monitoramento	Espetrômetro, oxímetro de pulso, monitor de batimento cardíaco e pressão arterial (todos de marcas proprietárias);
Banco de dados	Permite a exibição de dados pela web de usuários autorizados;

Fonte: (SEGRELLES, GÓMEZ, *et al.*, 2014).

Outro exemplo é a arquitetura *NEXES* de Villanueva e Theben (2015), a qual é utilizada para implementar o CCM com pacientes crônicos de três cidades europeias (Barcelona – Espanha, Trondheim – Noruega e Atenas – Grécia).

Esta arquitetura integra e padroniza serviços por meio de telefone móvel, oxímetro de pulso sem fio, mensagens SMS e registro eletrônico do paciente (BARBERAN, VOGIATZIS, *et al.*, 2014).

O projeto *Continuum* é baseado no CCM e apresenta um modelo para atenção ubíqua de doenças crônicas não transmissíveis oferecendo recursos para o autogerenciamento e comunicação.

O modelo propõe cinco elementos: (1) nó local, (2) nó pessoal com dispositivo móvel, (3) serviços de georeferenciação, (4) ambiente que identifica a situação do paciente e (5) conteúdo compartilhado por um nó (DAMASCENO e BARBOSA, 2014) (COSTA, KELLERMANN, *et al.*, 2009).

Desta forma, o Quadro 6 sintetiza as tecnologias utilizadas por estes modelos emergentes para atender a demanda de serviços em saúde personalizados e com cuidados domiciliares.

Quadro 6 – Resumo de tecnologias emergentes para atender a demanda de serviços em saúde personalizados e com cuidados domiciliares.

Modelos	Elementos	Tecnologias
<i>Centrados no paciente</i> *	<p>*Apps, wearables (educação, gerenciamento de doenças, interação social, equipe de profissionais);</p> <p>*Dispositivos móveis /monitoramento, smartphones, web portals, redes sociais, serviços interativos;</p> <p>**Ambiente de assistência à autonomia no domicílio;</p> <p>**Autogerenciamento (tecnologias digitais assistivas, teleassistência);</p>	<p>-Redes 2G- 5G, redes de banda larga com fio/sem fio);</p> <p>-Dispositivos móveis, <i>smartphones, wearables</i>, sensores, monitoramento com fio/sem fio;</p> <p>-Serviços sensíveis ao contexto (controle do ambiente, comportamento);</p>
<i>Casa inteligente</i> **	<p>**Apoio a decisão, conteúdo terapêutico;</p>	<p>-Processamento de dados;</p>
<i>Telecare, Telehealth</i> ***	<p>***Monitoramento de parâmetros;</p> <p>***Serviços padronizados no CCM;</p> <p>***Atenção ubíqua baseada no CCM;</p>	<p>-Banco de dados;</p> <p>-Registro eletrônico do paciente;</p>

Fonte: Autor (2016).

2.4 ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO COMPUTACIONAL PARA MODELOS DE SAÚDE UBIQUA

Para tornar tangível a visão da saúde ubíqua, os principais requisitos podem ser categorizados em três áreas principais: infraestrutura de comunicação, software de aplicação e acesso – armazenamento de dados (BARDRAM, MIHAILIDIS e WAN, 2006) (TOUATI e TABISH, 2013).

2.4.1 Infraestrutura de Comunicação

Existem requisitos de redes, sensores e protocolos que estão associados com o desenvolvimento de uma infraestrutura de comunicação para modelos de *u-health*.

Infraestrutura de rede

Todas as visões da saúde ubíqua dependem vitalmente do acesso à rede de banda larga. Essas redes podem cobrir um intervalo de curto ou longo alcance. Porém, devem ter a capacidade de transmitir e receber dados de diversos dispositivos em alta velocidade.

A expressão banda larga é usada para indicar uma conexão de 256 kbits/s ou superior em uma ou ambas as direções. Para a FCC (*Federal Communications Commission*) é de 4 Mbits/s ou superior (FERNANDES, MACHADO e CARVALHO, 2008).

Portanto, uma infraestrutura de rede de banda larga é uma estrutura formada de recursos computacionais distribuídos de hardware e software para coordenar o processamento, armazenamento e comunicação de dados (FOSTER e KESSELMAN, 2004).

EL Kahaddar *et al.* (2012) categorizam a infraestrutura de rede em soluções de comunicação sem fio com recursos de redes 2G para 5G, comunicações pervasivas, computação ubíqua e serviços sensíveis ao contexto.

O Anexo A – soluções tecnológicas de comunicação para *u-health* – sintetiza os detalhes destas tecnologias descrevendo a conexão de banda larga, o padrão utilizado, tecnologias associadas, serviços implementados e a rede base de execução.

Sensores

Soluções que permitem monitorar parâmetros de um ambiente ou objetos, possibilitando executar ações que mudem esses parâmetros, dependem de sensores.

Desde a idealização da computação ubíqua, a abordagem utilizada para o desenvolvimento de soluções é fazer uso de sensores no ambiente ou em objetos.

Touati e Tabish (2013) apresentam requisitos tanto de hardware como de comunicação para sensores utilizados em sistemas *u-health* para o monitoramento de sinais fisiológicas em redes sem fio corporais. O Quadro 7 sintetiza esses requisitos.

Quadro 7 – Requisitos de hardware e comunicação para sensores em redes sem fio corporais no monitoramento de sinais fisiológicas.

Requisitos de Hardware	Descrição
Baixo consumo de energia	Projetado para um baixo consumo de energia de modo a que dissipe menos calor para o corpo. Além disso, sensores com menor consumo de energia pode obter energia do corpo, por meio do calor, movimento etc.
Implantação restrita	Sensores devem ser confortáveis de tal forma que não dificultem as atividades da vida diária da pessoa.
Tempo de vida	Deve possuir uma bateria de longa duração, requisito indispensável se for implantável.
Requisitos de comunicação	Descrição
Taxa de dados	De 10 Kbps a 10 Mbps.
Número de sensores por rede	Máximo de 256 dispositivos por rede.
Alcance	Entre 2 a 5 metros.

Fonte: (TOUATI e TABISH, 2013)

Desta forma, uma rede de sensores é uma tecnologia que implementa dispositivos computacionais fixos para detectar, coletar e transmitir parâmetros para um estação central e executar uma análise ou utilização posterior (DADUNASHVILI, 2015).

Cada dispositivo inclui um sensor, um atuador e um microprocessador. O sensor interage com o ambiente e efetua a aquisição de dados de uma ação ou objeto. O atuador executa uma ação que peça uma resposta ou informe um resultado ao ser humano ou outro objeto. O microprocessador decide se transmite o sinal detectado ou executa algum processamento (DISHONGH e MCGRATH, 2010).

Fortalecendo esta ideia, Dadunashvili (2015) expõe um sistema capaz de proporcionar uma monitorização contínua dos pacientes fora do ambiente hospitalar. Como componente desse sistema, uma rede de sensores ubíquos ou, em inglês *Ubiquitous Sensor Network* (USN) fornece diferentes serviços com múltiplas tecnologias, dispositivos e protocolos.

A USN está estruturada em quatro camadas: aplicação, rede principal, acesso à rede e rede de sensores. Na camada de aplicação, incorporam-se aplicações que executam tarefas relacionadas com o diagnóstico, terapia, higiene, entre outros (DADUNASHVILI, 2015).

As camadas de rede principal e de acesso à rede são software *middlewares* utilizados como interfaces de conectividade entre as camadas de aplicação e a rede de sensores. A camada de rede de sensores, representada por dispositivos de sensoriamento, são colocados no ambiente para mensurar e informar o que está acontecendo à camada de interface *middleware* (DADUNASHVILI, 2015).

Protocolos

Dispositivos computacionais, sensores e *middlewares* coletam dados que precisam ser compartilhados e/ou comunicados. Protocolos de rede definem exatamente como lidar com pacotes de dados e garantir o envio e recepção de informações.

O protocolo TCP/IP (*Transfer Communication Protocol/Internet Protocol*), possivelmente o mais conhecido, é utilizado pela Internet e incorporado em diversos sistemas operacionais. TCP/IP organiza-se em quatro camadas (GILBERT, 2003).

Camada de aplicação, que fornece o acesso a serviços de outras camadas (*Hypertext Transfer Protocol* – HTTP é o protocolo mais utilizado por esta camada). A camada de transporte, que permite aos hosts de origem e destino manter uma comunicação por meio dos protocolos TCP. A camada de internet, responsável pelo endereçamento, empacotamento e roteamento dos dados. A camada de interface de rede, responsável pelo envio e recepção de pacotes TCP/IP dentro e fora da rede (GILBERT, 2003).

Outros protocolos desenvolveram-se para permitir a comunicação entre dispositivos sem fios. GSM, TDMA, CDMA, GPRS, EDGE, WCDMA são implementados em redes móveis de 2G até 3G como apresentado por El Khaddar *et al.* (2012) no Anexo A – soluções tecnológicas de comunicação para *u-health*.

2.4.2 Software de aplicação

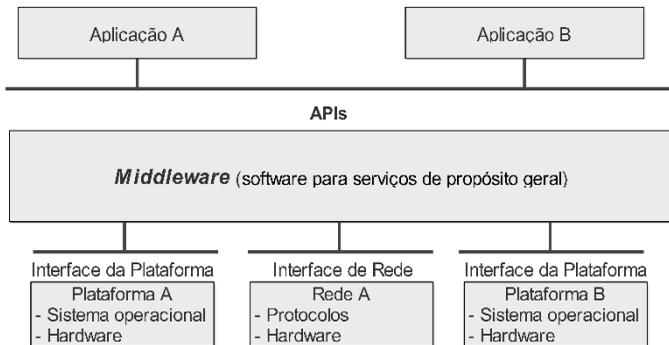
Para maximizar os benefícios da infraestrutura de rede, protocolos e rede de sensores; software de propósito geral para serviços de aplicativos favorecem a capacidade de processamento dessas tecnologias. Merabti *et al.* (2010) argumentam que as tecnologias para ambientes de computação ubíqua devem ser geridos utilizando *frameworks* de *middleware*. Isto possibilita flexibilidade na interação com serviços, dispositivos/sensores, e facilita o processamento global de informações.

Bernstein (1996) define *middleware* como um software, para serviços de propósito geral, que fica entre plataformas e aplicações. As funções realizadas por este tipo de software são soluções para ambientes de computação distribuída.

Esta definição expõe um software que oculta a complexidade e processamento dos nós de um sistema distribuído. Também revela a disponibilização de recursos coletivos como serviços, que são acessíveis de forma unificada, independentemente da localização (NAVARRO-PRIETO e BERBEGAL, 2010).

Um cenário típico de uso é quando um componente de interface gráfica do usuário (GUI) precisa acessar um banco de dados remoto. Geralmente a GUI é independente da implementação real do banco de dados e um *conjunto de componentes* fornecem essas funcionalidades para o GUI. Assim, como observado na Figura 6, o *middleware* fornece uma camada de serviço na arquitetura de software que separa os detalhes de implementação dos usuários.

Figura 6 – Software *middleware* entre as aplicações dos usuários e o sistema operacional e/ou hardware.



Fonte: Modificado de (BERNSTEIN, 1996).

Na Figura 3, a camada do *middleware* é colocada entre as aplicações e o sistema operacional, hardware ou a camada de serviço de rede (KAUTTO, 2001). Além disso, protege aos usuários finais de constantes mudanças e alterações de hardware e sistema operacional.

Além disso, facilita o intercâmbio de dados independentemente do ambiente onde estão sendo executados por meio de transmissão de dados padronizados (TALARIAN, 2000).

2.4.3 Acesso – Armazenamento de dados

Um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD), é um software projetado para auxiliar a manutenção e utilização de vastos conjuntos de dados. Este possibilita que um usuário defina os dados a serem armazenados em termos de modelo de dados.

Na perspectiva da computação ubíqua, o SGBD tem que atender o mapeamento de informações de entidades físicas e prover a infraestrutura para armazenamento de dados. Estabelecer essa infraestrutura exige uma melhor compreensão dos padrões de carga de trabalho.

A abordagem de banco de dados ubíqua de Kuramitsu e Sakamura (2001) permite a disponibilização dos dados em qualquer lugar. Nesta abordagem, cada objeto do mundo real armazena localmente a informação e o SGBD recolhe tais informações para gerenciar de forma centralizada.

Apoiando esta ideia Whang (2010) define um SGBD ubíquo para pequenos dispositivos computacionais. Entre os requisitos identificados incluem-se SGBD leves, convergência seletiva, sistema de armazenamento otimizado, sincronização e dados, suporte a dados estruturados/desestruturados e complexidade de operações.

Para esta abordagem de armazenamento de dados considera-se por Kawashima (2008) e Min (2013) uma arquitetura de três camadas: cliente, proxy e servidor.

O proxy acessa ao banco de dados do servidor fornecendo um único ponto de conexão e execução de funções de sincronização para tipos heterogêneos de dispositivos cliente. Antes da desconexão, o proxy formata os dados em XML e transmite-os para o cliente. Na reconexão, qualquer alteração nos dados do cliente são transmitidos no formato XML. Desta forma, o proxy é responsável por integrar as alterações detectadas no cliente para o banco de dados do servidor.

3 DEFINIÇÃO DA PROPOSTA DE METODOLOGIA

Com base nos conceitos de *u-health* e aspectos de implementação computacional, propõe-se um modelo de gestão ubíqua de tecnologia em saúde e um *Framework* para domínios ubíquos. Depois apresenta-se a metodologia proposta que organiza e estrutura uma solução ubíqua.

3.1 MODELO DE GESTÃO UBIQUA DE TECNOLOGIA EM SAÚDE

Na indústria da saúde *u-health* é considerado um paradigma que torna possível a assistência médica em qualquer lugar e momento. Este paradigma visa reformular a prestação de serviços em saúde em um modelo personalizado e centralizado no paciente (BARDRAM, 2008).

Em resposta à descentralização de serviços e recursos em saúde pelas pressões econômicas e políticas, assim como dos problemas de saúde de longo prazo da população, esta pesquisa define o conceito de gestão ubíqua para Engenharia Clínica.

Gestão ubíqua de tecnologia em saúde (u-GTMH) define-se como a implementação de tecnologias de computação pervasiva para realizar atividades de gestão de tecnologia em saúde em toda parte.

Foi exposto que o modelo tradicional de GTMH pode ser representado desde o ponto de vista de controle de processos como um ciclo PDCA para enfatizar a necessidade de melhora contínua.

No entanto, para concretizar a perspectiva da u-GTMH dada esta estrutura existente, é necessário reformulá-la como um modelo que incorpore um gerenciamento abrangente e em rede para manter a qualidade do PTS.

Com o advento das tecnologias computacionais e de comunicação, introduziu-se nos sistemas de controle o conceito de gerenciar, controlar e regular remotamente o comportamento, o que deu origem aos Sistemas de Controle em Rede (SCR) (WANG e LIU, 2008).

O SCR é um sistema de controle *feedback* tradicional fechado por um canal de comunicação o qual pode compartilhar informações com outros nós fora do sistema (GUPTA e MO-YUEN, 2010).

Com base nestes conceitos, se propõe o seguinte modelo de gestão ubíqua de tecnologia em saúde:

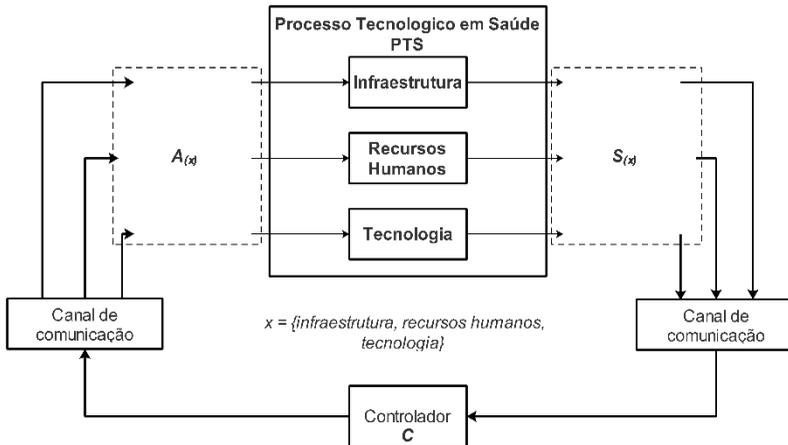
- O modelo de u-GTMH atende serviços em saúde descentralizados do sistema de saúde considerando o PTS como um SCR.

Isto implica que o PTS inclua sensores e atuadores nos elementos de infraestrutura, recursos humanos e tecnologia. E um controlador ou central interligada por um canal de comunicação para recepção e envio de dados destes elementos.

Na central, os dados armazenam-se e comparam-se para indicar ocorrências anormais e assim se enviar o ajuste de cada elemento do processo tecnológico em saúde.

Como ilustrado no diagrama de blocos da Figura 7, o PTS como um sistema de controle em rede é composto de sensores, atuadores (que operam na infraestrutura, recursos humanos e tecnologia) e um controlador interligados para comunicação.

Figura 7 – Diagrama de blocos do processo tecnológico em saúde como um sistema de controle em rede com controlador, sensores e atuadores interligados.



Fonte: Adaptado de (HUANG e NGUANG, 2009).

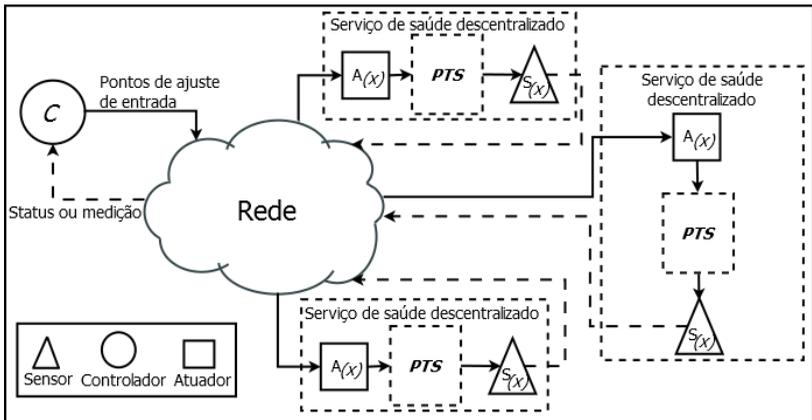
Pode ser observado a partir do diagrama de blocos da Figura 7 que o PTS está fechado pelo canal de comunicação. A inclusão do canal de comunicação no sistema de controle *feedback* torna a concepção de sistemas mais complexos do que em uma arquitetura tradicional de ponto a ponto.

Os sensores S_x , onde $x \in S | x = \{infraestrutura, recursos humanos, tecnologia\}$, medem condições de status do PTS e transmitem essas condições por meio do canal de comunicação para o controlador. O controlador ou central C , recebe esses status e determina ações de controle adequadas para enviá-los aos atuadores A_x por meio da rede de

comunicação. Atuadores A_x , onde $x \in S | x = \{\text{infraestrutura, recursos humanos, tecnologia}\}$, recebem ações que controlam o PTS de forma adequada.

Deste modo o PTS, como um sistema de controle em rede, é capaz de gerenciar tecnologia de serviços em saúde descentralizados do sistema de saúde. Assim, a Figura 8 mostra o modelo u-GTMH que estabelece e permite a interconexão de diversos PTS.

Figura 8 – Modelo u-GTMH para controlar diversos processos tecnológicos em saúde.



Fonte: Autor (2016)

No modelo da Figura 8, os PTS estão interligados com o controlador ou central C por meio da rede (canal de comunicação). Os atuadores A_x , onde $x \in S | x = \{\text{infraestrutura, recursos humanos, tecnologia}\}$, recebem ajustes de C e realizam adequações nos elementos do PTS. Por outro lado, os dados dos sensores S_x , onde $x \in S | x = \{\text{infraestrutura, recursos humanos, tecnologia}\}$, são transmitidos de volta por meio da rede para a central C . Desta forma, o modelo u-GTMH é capaz de lidar com o comportamento dinâmico do PTS do serviço em saúde.

3.2 FRAMEWORK PARA DOMÍNIOS UBIQUOS – *u-FreDom*

A fim de constituir tecnologicamente o modelo u-GTMH, o *Framework* para Domínios Ubíquos (*u-FreDom*) define três elementos que possibilitam a gestão ubíqua do processo tecnológico em saúde.

u-FreDom baseia-se nos requisitos da *u-health* categorizados em: infraestrutura de rede, protocolos, sensores, software de aplicação ou *middlewares*, e armazenamento de dados (PARK e GUTIÉRREZ, 2010) (HANSMANN, MERK, *et al.*, 2001).

O respaldo tecnológico do *u-FreDom* no modelo u-GTMH propõe deslocar atividades de gestão e gerenciamento por meio de redes de banda larga e serviços digitais que possibilitam a aquisição, processamento, transmissão e compartilhamento de informações.

Desta forma os elementos do *Framework u-FreDom* são:

- Infraestrutura ubíqua que organiza componentes de redes de banda larga e *middleware* para permitir o acesso à informação em qualquer lugar e qualquer hora;
- Gestão eletrônica de recursos humanos que inclui plataformas de treinamento digital para o fortalecimento de competências;
- Rede de sensorização que monitora, coleta, processa e intercambia informações do comportamento da tecnologia em saúde.

3.2.1 INFRAESTRUTURA UBIQUA – *u-infrastructure*

A infraestrutura ubíqua (*u-infrastructure*) é uma infraestrutura de informação que proporciona a interconexão e compartilhamento dos elementos de forma homogênea em termos de componentes tecnológicos (SATYANARAYANAN, 2001) (DONG-HEE, 2010).

Este elemento possui três componentes: rede digital de banda larga, *middleware* e SGBD. O objetivo da rede digital de banda larga é estabelecer um canal de comunicação que permita que dispositivos acessem um serviço digital independentemente da localização.

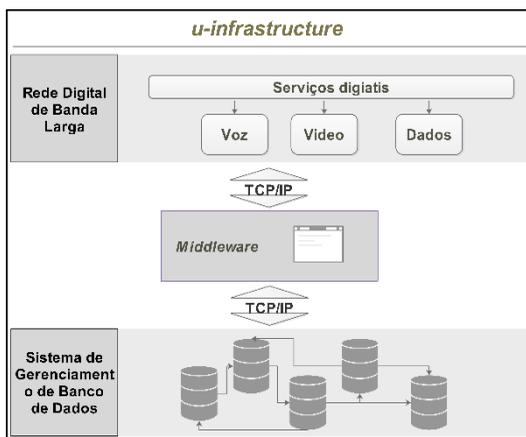
O componente *middleware* é um software que ajuda na resolução da heterogeneidade do PTS. Disponibiliza-se como uma aplicação web que fornece um alto nível de abstração no transporte de informações (BERNSTEIN, 1996).

O componente de sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) armazena e habilita a disseminação de informações ao longo de múltiplas plataformas e locais físicos. Este é implementado com um software que auxilia na manutenção e utilização de vastos conjuntos de dados (RAMAKRISHNAN, e GEHRKE, 2008).

Deste modo a *u-infrastructure* torna-se o alicerce fundamental para a gestão ubíqua de um processo tecnológico em saúde.

A Figura 9 mostra a estrutura de três camadas dos componentes da *u-infrastructure*. Esses componentes baseiam-se na tecnologia TCP/IP para fornecer convergência e disponibilização de serviços digitais (HO LEE, YIGITCANLAR e WONG, 2010).

Figura 9 – Elemento *u-infrastructure* que estabelece os componentes rede digital de banda larga, *middleware* e SGBD como o alicerce para a gestão ubíqua de um processo tecnológico em saúde.



Fonte: Autor (2016)

Requisitos de implementação

O acesso à rede de banda larga (acesso por redes móveis ou fixas de 3G, 4G, Internet) deve possuir uma conexão de dados com taxa mínima entre 2 a 10 Mbps.

Em relação ao hardware de armazenamento de dados físico, os seguintes aspectos mínimos devem ser considerados: processador com 4 núcleos, sistema operacional Linux x86 64-bit, memória RAM de 8GB, RAID 10 ou RAID 0+1, disco rígido SAS/SATA de 1TB e adaptador de rede 10/100/1000.

Referente ao SGBD existem diversas soluções *open source* e proprietárias, porém, a u-GTMH salienta o uso de tecnologia *open source* tais como MYSQL, POSTGESQL, SQLITE, FIREBIRD e MARIADB que possuem as seguintes características:

- Portabilidade (suporte multiplataforma);
- Compatibilidade (drivers ODBC, JDBC e .NET e módulos de interface para diversas linguagens de programação, como Delphi, Java, C/C++, C#, Visual Basic, Python, Perl, PHP, ASP e Ruby);
- Excelente desempenho e estabilidade;
- Pouco exigente quanto a recursos de novo hardware;
- Facilidade no manuseio;
- Contempla a utilização de vários *storage engines* como MyISAM, InnoDB, Falcon, BDB, Archive, Federated, CSV, Solid;
- Suporte de controle transacional, *triggers*, *cursors* (*non-scrollable* e *non-updatable*), *stored procedures* e *functions*;
- Replicação facilmente configurável;
- Interfaces gráficas de fácil utilização da linguagem SQL;

3.2.2 GESTÃO ELETRÔNICA DE RECURSOS HUMANOS – e-HRM

A gestão eletrônica de recursos humanos (*e-HRM*) é o uso de tecnologias de informação para interação e apoio de atores individuais ou coletivos na realização de atividades de recursos humanos (STROHMEIER, 2007).

e-HRM é em essência, a descentralização do treinamento de recursos humanos e reforço de habilidades por meio de plataformas digitais de treinamento.

Para conseguir isto, *e-HRM* estabelece ferramentas de aprendizado por meio de tecnologia web multiplataforma e de colaboração digital que disponibilizam materiais didáticos interativos online.

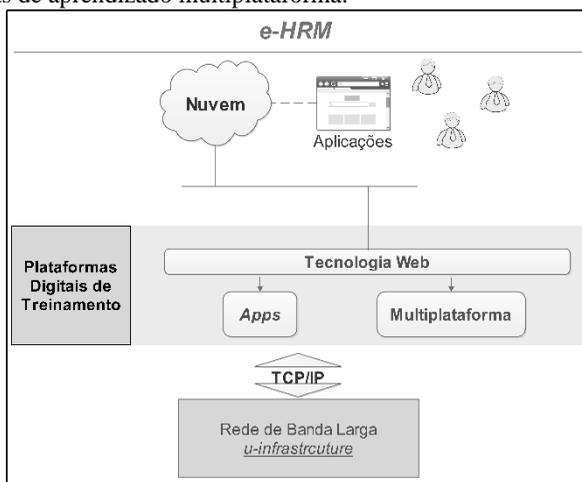
Desta forma, uma ferramenta de sensoriamento para recursos humanos é estabelecida como uma aplicação web que permite a interação do usuário com material digital de ensino em relação ao uso da tecnologia em saúde.

A tecnologia web fornece um alto nível de abstração para o processamento de informações digitais. Esta é executada sobre um navegador, mas também pode ser baseada no cliente, sendo o processamento em um servidor externo (TANDLER, 2001).

O uso destas tecnologias digitais multiplataforma são consideradas como programas que oferecem ensino à distância para profissionais e pacientes (HUSSAIN, AL-HAIQI, *et al.*, 2015) (KITCHEN e HUMPHREYS, 2014) (BLANCO, MARCO e CASAS, 2015).

A Figura 10 mostra a organização da *e-HRM* e os componentes que estruturam uma plataforma digital de treinamento. Além disso, apresenta-se como este elemento interage com a *u-infrastructure*.

Figura 10 – Elemento *e-HRM* que interage com a *u-infrastructure* e estabelece ferramentas de aprendizado multiplataforma.



Fonte: Autor (2016)

Requisitos de implementação

Entre os requisitos importantes para o desenvolvimento de plataformas digitais de treinamento destacam-se as tecnologias web utilizadas, assim como o software de desenvolvimento que integra-as.

Tecnologias web

O HTML (*HyperText Markup Language*), é uma linguagem utilizada no desenvolvimento de páginas para a Internet e interpretada por navegadores. Isto destaca a sua flexibilidade por não depender de um sistema operacional para ser executada. Além disso, apresenta um desempenho adequado em dispositivos com baixa capacidade de processamento, como *tablets* e *smartphones*.

A linguagem CSS (*Cascading Style Sheets*) descreve as propriedades de apresentação dos elementos visuais presentes em uma página HTML. Este é um conjunto de regras para estilização de componentes dentro de uma estrutura, chamada de seletor.

Esta estrutura permite selecionar qualquer elemento existente na página para formatá-lo. Posteriormente é feita a declaração contendo pares propriedade-valor. Em outras palavras, a propriedade é a característica a ser estilizada do elemento selecionado, como por exemplo, cor de fundo, tamanho do texto, entre outras.

O *JavaScript* é uma linguagem de programação orientada a objetos que adiciona interatividade (como reconhecimento tátil entre outros) a uma página HTML, sendo interpretada no próprio navegador.

Todos os navegadores web modernos, incluindo consoles de jogos, *desktops*, *tablets* e *smartphones*, incorporam interpretadores *JavaScript*, fazendo-se onipresente nessas tecnologias.

Software de desenvolvimento

Meteor é um pacote de bibliotecas prontas para serem utilizadas em aplicações web dinâmicas multiplataforma. Estas são inteiramente criadas com *JavaScript* e baseadas em *jQuery*. Também, permite a implementação de diversas funcionalidades para estruturar o sistema de layouts CSS que interage com o HTML. Dentre as vantagens, destacam-se suas interfaces de usuário prontas para utilização em aplicações web.

3.2.3 SENSORIZAÇÃO UBIQUA DE TECNOLOGIA - USN

Uma rede de sensores ubíqua ou, em inglês, *Ubiquitous Sensor Network* (USN) é uma rede que permite a coleta de informações de sensores que monitoram a condição de objetos em tempo real (HWANG, 2009).

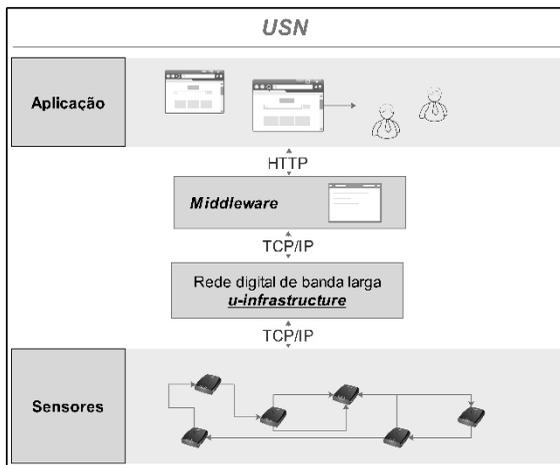
A partir dessa definição, o elemento *USN* estabelece uma gestão de tecnologias em saúde sensorizadas e monitoradas por meio de diversos componentes que possibilitam uma solução integrada. Os componentes da *USN* são: sensores, infraestrutura de rede, *middleware* e aplicações.

A rede de sensores é utilizada para coletar e transmitir informações sobre a tecnologia em saúde para um centro de controle. Os componentes de infraestrutura de rede e *middleware*, que coletam e processam os dados, são estabelecidos pelo elemento *u-infrastructure*.

A aplicação é um software com tecnologia web de alto nível que permite o uso e gerenciamento das informações dos sensores da *USN*.

A Figura 11 mostra a organização da *USN* integrando a *u-infrastructure* (rede digital de banda larga e *middleware*) e o componente de sensores para monitorar a tecnologia em saúde.

Figura 11 – Elemento *USN* que interage com a *u-infrastructure* e estabelece o componente de rede de sensores para monitorar a tecnologia em saúde.



Fonte: Autor (2016)

Requisitos de implementação

A escolha de tecnologias para uma rede de sensores é ampla, com uma gama de opções disponíveis no mercado (*Pinoccio*, *Arduino*, *Raspberry*, *BeagleBone*, *CubieBoard*, *pcDuino*, *IntelEdison*, *Hackberry*, e assim por diante).

A interpretação e aplicação das orientações para todas as soluções possíveis não pode ser coberto aqui; cabe ao engenheiro aplicar estas orientações para a solução de um projeto em particular.

Aqui, destaca-se a plataforma de prototipagem *open hardware* *arduino* por ser uma alternativa *open source* e *open communication standards* para tornar a sua implementação reproduzível.

Plataforma de prototipagem *Arduino*

Permite criar protótipos electrónicos, tais como, objetos autônomos ou dispositivos ligados a um computador com uma combinação de hardware e software. Além disso, lê a partir de uma ampla variedade de sensores, controla dispositivos de saída e se comunicar com um software em execução ou através de uma rede.

Custo

Relativamente barato em comparação com outras plataformas. *Genuino Zero* uma das versões mais recente custa 40 dólares. No Brasil, a versão UNO R3 oscila entre 50 a 80 reais e o Mega 2560 R3 entre 99 a 135 reais.

Escalabilidade

Aspecto atraente de todas as versões é a flexibilidade para implementar várias configurações como for necessário. Os *Shields* são extensões ou placas com outros circuitos que podem ser encaixados nas placas *arduino* para fornecer funcionalidades extra.

Software multi-plataforma extensível e *open source*

O software é executado em sistemas operacionais Windows, OSX e Linux. A maioria dos sistemas de microcontroladores são limitados ao Windows. Este é publicado como extensão de código aberto por programadores experientes. A linguagem pode ser expandida através de bibliotecas C++ ou programar diretamente na linguagem AVR C no qual ele baseia-se.

Hardware extensível e *open source*

O desenho das placas são publicados sob a licença *Creative Commons*, para que desenhadores de circuitos experientes possam fazer a sua própria versão, estendendo-a e melhorando-a.

3.3 METODOLOGIA DE u-GTMH

Uma abordagem metodológica integrada estabelece uma solução ubíqua adequada para o processo tecnológico em saúde. A metodologia de u-GTMH está organizada em duas categorias: Operacional e Decisão.

3.3.1 CATEGORIA OPERACIONAL

Categoria da metodologia que estabelece tecnologicamente uma solução para o processo tecnológico em saúde. Três etapas permitem efetuar isto.

Etapa I – Análise do Processo Tecnológico em Saúde

Descreve o atual processo tecnológico em saúde sem intervenção de tecnologias ubíquas. Como resultado, técnicas de engenharia de software e diagramas da UML (*Unified Modeling Language*) detalham de forma padronizada um cenário representativo.

O cenário é estruturado por diagramas de UML (casos de uso, sequencia, classes e estruturas compostas) que identificam atores, descrevem relacionamentos – interações e o fluxo de atividades no PTS para especificar o contexto do serviço e garantir a sua qualidade.

As técnicas de engenharia de software utilizadas nesta etapa são:

- Análise e especificação de requisitos – processo de observação, levantamento e especificação sistemática de informações dos elementos de infraestrutura, recursos humanos e tecnologia. Aqui identificam-se atores, atividades e fluxos aplicando-se a combinação da etnografia, entrevistas, questionários e *brainstorming* (MISHRA e MOHANTY, 2012).
- Modelagem – expressa em diagramas UML cenários, o fluxo de atividades que atores realizam nos elementos de infraestrutura, recursos humanos e tecnologia. Isto proporciona uma perspectiva ampla do PTS onde a u-GTMH está sendo inserida. O Anexo B descreve o que é UML e explica a estrutura dos seus diagramas.

Etapa II – Estruturar um Ambiente de Gestão Ubíqua

Aqui, conforme modelado pelos diagramas UML e o cenário representativo, o *Framework u-FreDom* foca-se em estabelecer um ambiente de gestão ubíqua (u-AG) com componentes tecnológicos.

O u-AG modifica o PTS tradicional para ubíquo por meio dos elementos *u-infrastructure*, *e-HRM* e *USN*.

Por conseguinte, estabelecer o u-AG envolve os componentes tecnológicos – computacionais de:

u-infrastructure

- Rede digital de banda larga que permita o abastecimento de interconectividade e compartilhamento de informações;
- *Middleware* que envolva aspectos de aquisição, centralização, controle, processamento e armazenamento de informações;
- Tecnologias de comunicação e transmissão de dados baseados no protocolo IP para oferecer serviços digitais padronizados;
- Arquitetura de aplicativo de três camadas escaláveis e multiplataforma (gerenciamento de dados, lógica de aplicativo e interface);

e-HRM

- Plataforma digital de treinamento;
- Serviço digital de *e-training* multiplataforma que permita a disseminação de informação;
- Tecnologia web e de colaboração digital para disponibilização de conteúdo *online*;

USN

- Nós de sensores individuais no ambiente físico para detecção e monitorização de parâmetros de tecnologias em saúde;
- Software de sensoriamento para controle e transmissão de dados;

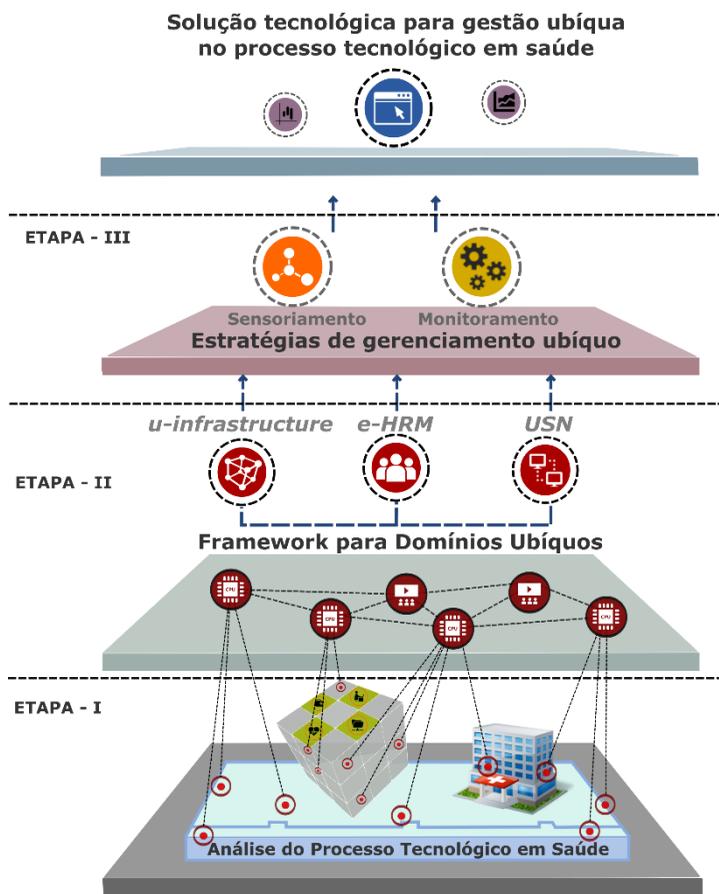
Etapa III – Estratégias de Gerenciamento Ubíquo

Estabelece dentro do u-AG, estratégias de gerenciamento ubíquo (u-eg) que dividem e controlam os resultados das atividades no ambiente. Estas estratégias são *middlewares* que se classificam em sensoriamento e monitoramento.

O *middleware* de sensoriamento permite a conexão de sensores, adquirir os dados e gerencia essas informações com o banco de dados para seu armazenamento. O *middleware* de monitoramento extrai os dados de sensoriamento armazenados e envia-os para comparação com valores operacionais e proporcionar assim uma retroalimentação.

A Figura 12 ilustra a visão geral da categoria operacional da metodologia proposta. Esta integra as três etapas para desenvolver uma solução ubíqua adequada para um processo tecnológico em saúde.

Figura 12 – Visão geral da categoria operacional da metodologia u-GTMH proposta.



3.3.2 CATEGORIA DE DECISÃO

Categoria da metodologia que foca-se na avaliação da implementação tecnológica para gestão ubíqua no PTS por meio de MCDA (*Multiple-Criteria Decision Analysis*) em uma central de gestão. Três fases permitem efetuar isto.

Fase I – Estruturação da Arvore de Decisão

Utiliza-se o cenário representativo, os modelos UML e as informações obtidas na Etapa I da categoria operacional para elaborar uma estrutura hierárquica arborizada contendo o escopo do problema, critérios, aspectos de avaliação e descritores.

Fase II – Construção do Modelo Global

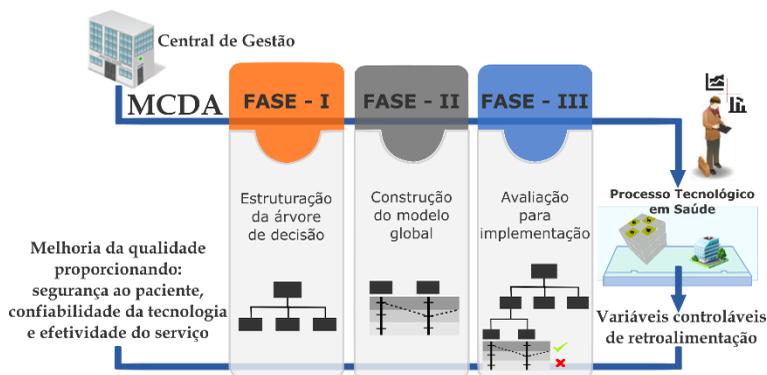
A partir da estrutura hierárquica arborizada, cria-se um modelo global quantitativo de avaliação utilizando-se os métodos *MACBETH* e *ULOWA* de MCDA. *MACBETH* permite obter a atratividade global de um conjunto de termos semânticos (FIGUEIRA, GRECO e EHROGOTT, 2005) e *ULOWA* permite definir funções de valor associadas às escalas ordinais de descritores (ISERN, MARIN, *et al.*, 2010).

Fase III – Avaliação para Implementação

Constrói-se a função de agregação aditiva, a qual representa o desempenho da situação atual da avaliação global do modelo. Além disso, determinam-se variáveis controláveis de retroalimentação onde as ações devem ser desenvolvidas para melhorar a qualidade do processo tecnológico em saúde em relação à gestão ubíqua.

A Figura 13 ilustra a visão geral da categoria de decisão da metodologia proposta. Esta integra as três fases para avaliação da implementação tecnológica da gestão ubíqua no processo tecnológico em saúde.

Figura 13 – Visão geral da categoria de decisão da metodologia u-GTMH proposta.



Fonte: Autor (2016)

Integrando as duas categorias, a Figura 14 ilustra a visão geral da metodologia proposta de u-GTMH para desenvolver uma solução ubíqua adequada. Nesta ilustração destaca-se: um processo tecnológico em saúde com as três etapas da categoria operacional e a central de gestão com as três fases da categoria de decisão.

Dentro do processo tecnológico em saúde pode-se constatar:

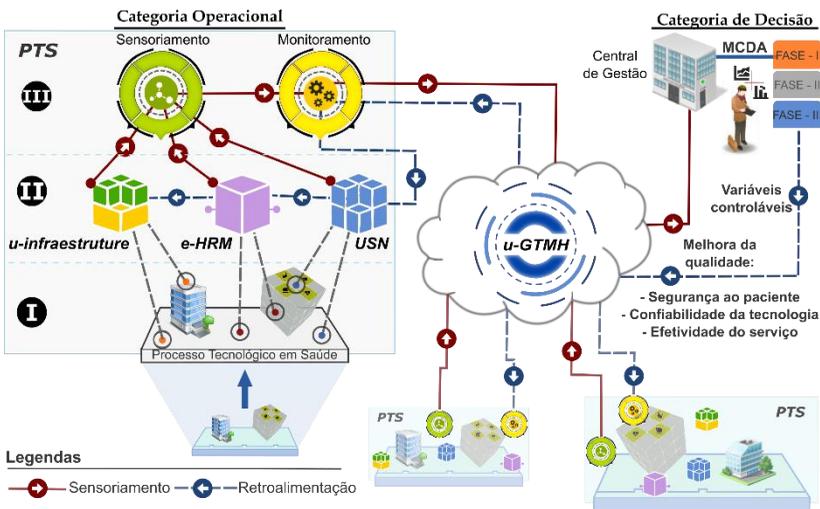
- Etapa **I** que realiza à análise e modelagem para explorar e compreender a interação dos três elementos do PTS.
- Etapa **II** que destaca a implementação de um ambiente tecnológico com *u-infrastructure*, *e-HRM* e *USN* para tornar ubíquo o PTS.
- Etapa **III** que estabelece por meio de *middlewares* duas estratégias no ambiente tecnológico: sensoriamento para transferência e armazenamento de dados do PTS para uma central de gestão e monitoramento para a retroalimentação de dados da central em cada PTS melhorando assim a qualidade do serviço em saúde.

Dentro da central de gestão executa-se:

- Fase **I** que estabelece uma estrutura hierárquica arborizada com critérios, subcritérios e descritores para os elementos de infraestrutura, recursos humanos e tecnologia.

- Fase **II** que implementa o método *MACBETH* pra estabelecer indicadores de prioridade da atratividade dos critérios e o método *ULOWA* para estabelecer a função de valor associada às escalas ordinais de cada descritor.
- Fase **III** que estabelece a função de agregação aditiva para avaliação do desempenho global do modelo e obtém variáveis controláveis de retroalimentação para melhorar a qualidade do processo tecnológico em saúde em relação à gestão ubíqua.

Figura 14 – Visão geral da metodologia proposta de u-GTMH.



Fonte: Autor (2016)

Aspectos de implementação da u-GTMH

Para a metodologia, como solução tecnológica que fornece uma gestão de tecnologia em saúde, ressaltam-se aspectos de implementação tais como: porte, custo, pré-requisitos de hardware e software para sua operacionalização, aplicativo – interface e proteção de dados.

Porte

O tamanho da solução pode ser classificada em três perspectivas segundo a abrangência da rede: local, regional, e extensa. Um ponto de vista local envolve o ambiente de gestão ubíqua (*u-AG*) no PTS.

O ponto de vista regional abrange diversos PTS que transmitem e recebem, usando o protocolo TCP/IP, informações para a central de gestão. Finalmente, um ponto de vista extenso compreende a gestão de todos os PTS do serviço em saúde descentralizado.

Custo

Está associado ao número e ao tipo de tecnólogas que são utilizadas nas três perspectivas da u-GTMH.

Estruturar o ambiente de gestão ubíqua do PTS envolve: acesso ao serviço, desenvolvimento de hardware e software. Acesso aos serviços inclui aspectos de comunicação (acesso por redes moveis ou fixas de 3G, 4G, Internet, rede privada).

Desenvolver dispositivos de sensoriamento para a tecnologia em saúde envolve plataformas de prototipagem, sensores e interfaces de comunicação. O software também envolve custos dos programadores para o desenvolvimento das soluções e infraestrutura de armazenamento de dados.

Pré-requisitos de hardware e software para sua operacionalização

Os pré-requisitos de hardware necessários para a operacionalização da u-GTMH classificam-se em: infraestrutura de rede, sensores e armazenamento.

A u-GTMH depende vitalmente do acesso à rede de banda larga. Desta forma é indispensável que os ambientes de gestão ubíqua possuam uma conexão à rede que permita a transmissão e recepção de dados com uma taxa de dados mínima entre 2 a 10 Mbps.

Para a dispositivos da rede de sensores, deve-se permitir a compatibilidade e coexistência de protocolos de comunicação, isto é, *Ethernet*, *Wi-Fi*, *Bluetooth* e *Zigbee*. As especificações mínimas de hardware que um dispositivo deve possuir são: velocidade mínima de processador de 16 MHz, tensão de operação entre 5 – 12 V, entradas/saídas análogas e digitais.

Referente aos requisitos mínimos que o software deve implementar são: heterogeneidade, mobilidade, segurança e adaptabilidade.

Heterogeneidade é a diversidade de estruturas de software e interfaces utilizadas no desenvolvimento da aplicação. Mobilidade é a capacidade de execução em múltiplos ambientes e dispositivos físicos.

Mecanismos de segurança mínimos como controle de acesso, senhas e criptografia devem ser utilizados para evitar ataques maliciosos. Por último, o software tem que ser desenhado para se adaptar a diferentes tipos de terminais e redes.

Aplicativo – Interface

A aplicação web da u-GTMH foi desenvolvida com as tecnologias HTML, CSS e *JavaScript* permitindo a execução multiplataforma em navegadores de dispositivos.

A Figura 15 apresenta a interface para gerenciamento de equipamentos que permite a visualização dos parâmetros monitorados da tecnologia no domicílio. Além disso, permite gerenciar o status do paciente (alta, óbito, infecções).

Por outro lado a Figura 16 apresenta a interface do painel de status do módulo municípios que permite iniciar a solicitação do serviço, gerenciar as fases do processo, acompanhar o status do processo, elaborar relatórios de visita domiciliar, visualizar guias de autorização, verificar a instalação de equipamentos, assim como elaboração e visualização de relatórios das visitas domiciliares.

Figura 15 – Interface de gerenciamento de equipamentos.

Nome do paciente	Gestão	Regional	Estado	Médico regulador	Emissão de G.A.S
[Redacted]	Básica	100%	100%	100%	100%
[Redacted]	Básica	100%	100%	100%	100%

« Prev | 1 | Next »

Operações de gerenciamento de paciente (alta, óbito, infecções) equipamento (monitoramento de parâmetros)

Fonte: Autor (2016)

Figura 16 – Interface do painel de status do Modulo Municípios que permite iniciar a solicitação do serviço, elaborar relatórios de visita domiciliar, visualizar guias de autorização e a instalação de equipamentos.

Processos de Oxigenoterapia Domiciliar - Gestão Básica.

Nome do paciente	Data	Regional	Estado	Médico regulador	Empresa	Empresa	Emissão de G.A.S	V.D. empresa	V.D. município
[Barra]	2015-02-02	[Ícone]	[Ícone]						
[Barra]	2015-02-06	[Ícone]	[Ícone]						
[Barra]	2015-02-07	[Ícone]	[Ícone]						
[Barra]	2015-02-07	[Ícone]	[Ícone]						
[Barra]	2015-02-07	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	[Ícone]
[Barra]	2015-02-19	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	[Ícone]
[Barra]	2015-03-19	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	[Ícone]

« Prev | 1 | Next »

Gerenciamento das Fases do Processo

Processos pendentes | Fase 1 | Fase 2 | Fase 3 | Fase 4

Acompanhamento do Processo

100% | 100% | 100% | 100% | 100%

Fonte: Autor (2016)

Proteção de dados

Com a incorporação do protocolo TCP/IP as aplicações web implementam o protocolo HTTPS (*Hyper Text Transfer Protocol Secure*). Este protocolo permite que os dados sejam transmitidos por meio de uma conexão criptografada, assim como, verifica a autenticidade do servidor e do cliente por meio de certificados digitais.

Além disso são incluídos dois tipos de políticas de segurança: controle de acesso e proteção de dados.

O controle de acesso, implementado na aplicação web, envolve os métodos de autenticação, autorização e sessão. A autenticação na aplicação comprova a identidade do usuário através de credenciais (nome de usuário e senha). Depois na autorização fornecem-se controles de acesso para recursos e operações, assim os usuários tem privilégios para visualizar um recurso.

Finalmente um sessão refere-se às interações de intercâmbio de informações criptograficamente seguras entre o usuário e a aplicação web.

Além disso, uma política de proteção de dados no banco de dados inclui mecanismos de encriptação que garantem a privacidade das informações. Os mecanismos incorporam as funções AES_ENCRYPT e AES_DECRYPT do algoritmo AES (*Advanced Encryption Standard*) para implementação criptográfica com um tamanho de chave de 128 bits no armazenamento de dados.

4 ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE u-GTMH NO SERVIÇO DE OXIGENOTERAPIA DOMICILIAR

Com o intuito de aplicar e validar a metodologia u-GTMH foi conduzido um estudo de caso. Primeiramente, se contextualiza este estudo de caso. Após se aparenta a aplicação na categoria operacional e a validação com a categoria de decisão.

4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

À atenção domiciliar é um serviço definido no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS) como uma modalidade de atendimento complementar às já existentes. Caracteriza-se por um conjunto de ações de prevenção e tratamento de doenças/reabilitação prestadas no domicílio (BRASIL, 2013).

Neste âmbito, e dentro das diretrizes do SUS, a Secretaria de Estado da Saúde de Santa Catarina (SES/SC) organiza os serviços de atenção domiciliar (AD) em três modalidades: AD1, AD2 e AD3.

AD1 para cuidados de baixa complexidade, incluídos os de recuperação nutricional com menor necessidade de recursos de saúde. AD2 para pacientes que necessitem cuidados frequentes, recursos de saúde e acompanhamento contínuo. AD3 para pacientes com necessidade frequente de cuidados, recursos de saúde, acompanhamento contínuo e uso de equipamentos e/ou procedimentos tais como:

- Oxigenoterapia e suporte ventilatório não invasivo (Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas – CPAP, Pressão Aérea Positiva por dois Níveis – BIPAP e Concentrador de oxigênio);
- Diálise peritoneal;
- Paracentese;

Dentro da modalidade AD3 a SES/SC possui o Serviço de Oxigenoterapia Domiciliar (SOD) que implantou-se em 1991 e consolidou-se em dezembro de 2000.

O SOD fornece o serviço de oxigênio no domicílio do paciente por meio da contratação de empresa terceirizada. Os pacientes atendidos são portadores de doenças respiratórias que mediante avaliação médica indicam-se para o tratamento de oxigenoterapia (ZEFERINO, 2004).

Assim, o SOD escolheu-se para aplicar e validar a metodologia de u-GTMH por considerar o uso de equipamentos para o tratamento no domicílio e por promover o treinamento permanente para familiares e/ou

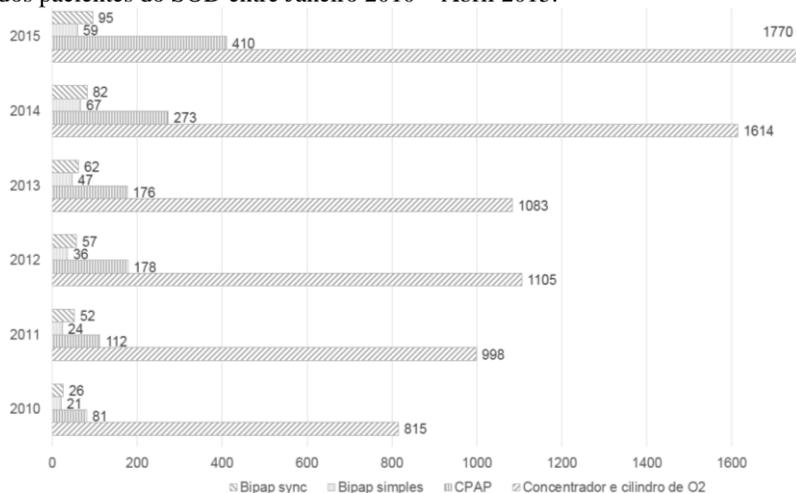
cuidadores em relação à adaptação e/ou uso desse equipamento. O Quadro 8 apresenta as doenças atendidas e os equipamentos utilizados no SOD e a Figura 17 mostra o gráfico com o número desses equipamentos nos últimos 5 anos.

Quadro 8 – Doenças respiratórias atendidas e equipamentos utilizados para o tratamento no serviço de oxigenoterapia domiciliar.

Doenças respiratórias	Equipamentos
<ul style="list-style-type: none"> -Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; -Enfisema pulmonar; -Pneumonia repetitiva; -Distrofia muscular; -Fibrose pulmonar; -Bronquiectasia; -Hipoxemia noturna; -Esclerose lateral amiotrófica; -Hipertensão arterial pulmonar; -Apneia do sono acima de 30 eventos (número de hipopneias e apneias por hora); -Neoplasia pulmonar; -Asma; -Câncer de pulmão; -Outro tipo de câncer que precise de O₂; -Pneumoconiosis (mineiros); 	<ul style="list-style-type: none"> - Concentrador eletrônico de oxigênio com <i>nobreak</i> (suporte de energia); - Cilindro de oxigênio backup; - BiPAP <i>synchrony</i> e simples; - CPAP (automático); - Oxigênio líquido (suporte portátil opcional);

Fonte: Autor (2016).

Figura 17 – Gráfico do número de equipamentos utilizados para o tratamento dos pacientes do SOD entre Janeiro 2010 – Abril 2015.

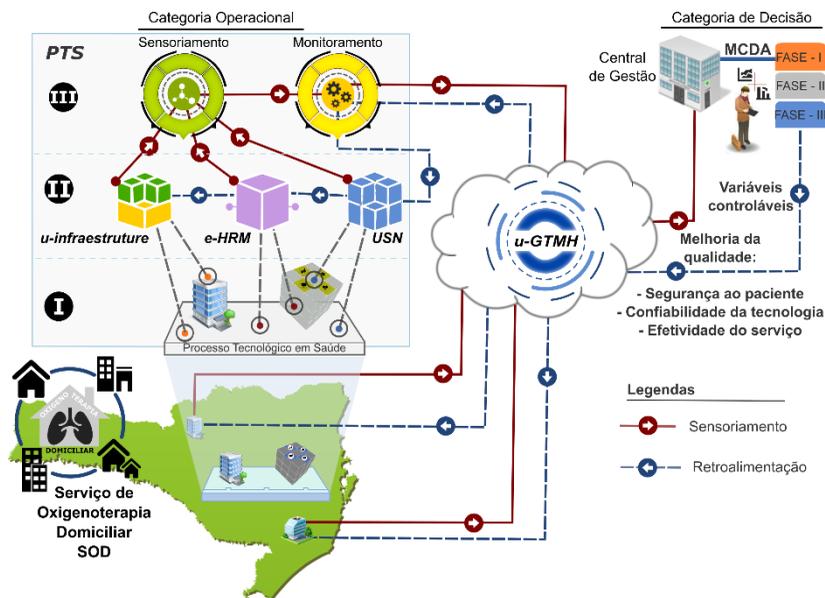


Fonte: Autor (2016)

Outra característica do SOD é a sua organização espacial estruturada em três níveis. Estadual, por meio do Centro Catarinense de Reabilitação da SES/SC (CCR-SES/SC), que implementa o modelo de atenção que visa manter o cidadão no seu município de origem, evitando seu deslocamento para outros centros. Regional, com 36 Secretarias de Desenvolvimento (SDR) que planejam e executam ações de saúde nos municípios de sua abrangência. E Municipal, que implementa dentro dos Programas de Saúde da Família (PSF) o serviço. Assim, as ações são executadas no domicílio do paciente pelos profissionais mantendo a integralidade e continuidade da atenção (ZEFERINO, 2004) (SES/SC, 2011).

Na Figura 18 exemplifica-se como a metodologia de u-GTMH, por meio das categorias operacional e de decisão, implementa e valida uma solução ubíqua adequada para os processos tecnológicos em saúde do SOD.

Figura 18 – Exemplificação da aplicação da metodologia proposta de u-GTMH nos processos tecnológicos em saúde do SOD.



Fonte: Autor (2016)

4.2 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA DE u-GTMH

Para o desenvolvimento deste estudo de caso no SOD, o projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética da UFSC e recebeu aprovação sob número 1.093.492.

Este permitiu que foram aplicadas *in loco* as técnicas de levantamento de requisitos de etnografia, entrevistas, questionários e *brainstorming* para obtenção de informações do SOD para 11 profissionais de saúde em cada nível organizacional da amostra.

Uma imersão inicial no serviço possibilitou constatar que a gestão é de dois tipos: Básica e Plena para implantação e manutenção do serviço. A gestão Básica agrupa municípios que recebem recursos estaduais. Gestão Plena, por outro lado, agrupa municípios que recebem recursos federais. Em ambos tipos a concessão e gestão é realizado pelo CCR-SES/SC.

O estudo de caso contemplou uma amostra de sete SDR com gestão básica e plena segundo a densidade demográfica do seus municípios (SES/SC, 2011).

- SDR 24 Jaraguá do Sul e SDR 27 Lages com população residente de 150.000 a 300.000 habitantes;
- SDR 15 Blumenau, SDR 20 Tubarão e SDR 21 Criciúma com população residente de 300.00 a 500.000 habitantes;
- SDR 23 Joinville com população residente de 500.000 a 700.000 habitantes;
- SDR 18 Florianópolis com população residente de 1.012.233 habitantes.

A Figura 19, ilustra sistematicamente como a metodologia proposta de u-GTMH aplica-se no estudo de caso para:

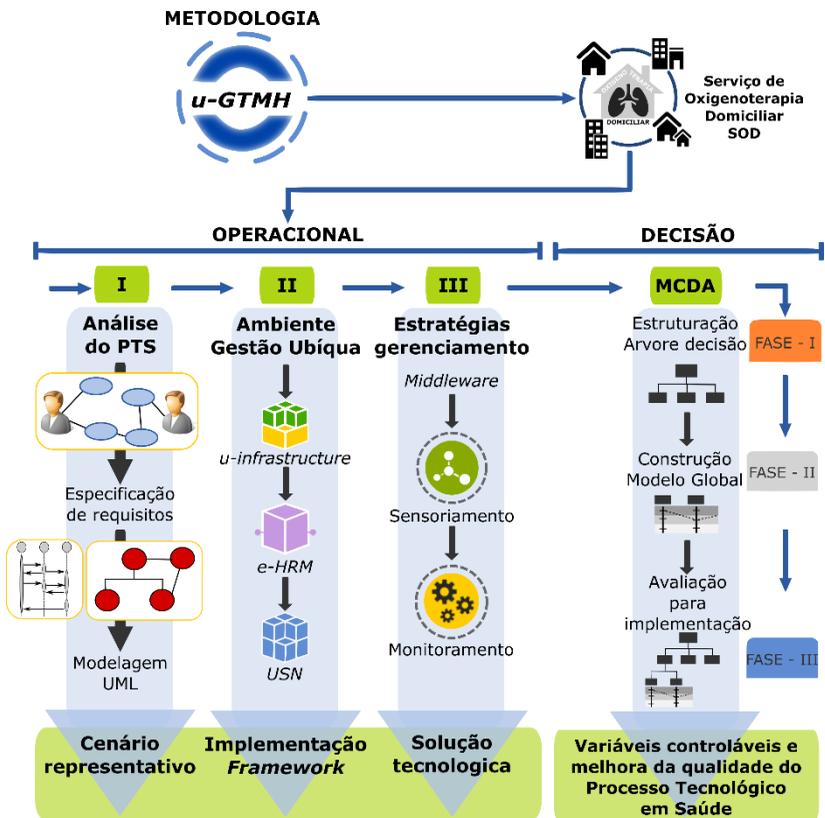
- Estabelecer tecnologicamente uma solução para o SOD;
- Avaliar a implementação tecnológica para gestão ubíqua no SOD e determinar variáveis controláveis de retroalimentação para melhorar a qualidade do processo tecnológico em saúde;

Inicialmente executaram-se as três etapas da categoria operacional. A etapa de análise do PTS obtém um cenário representativo expressado em UML. A seguinte etapa, implementa o *Framework u-FreDom* para estruturar um ambiente de gestão ubíqua do PTS.

Depois se complementou a solução tecnológica por meio das estratégias de sensoriamento e monitoramento estabelecidas por um *middleware*.

Posteriormente, executam-se as três fases da categoria de decisão. A primeira fase estabelece a estrutura arborizada com seu objetivo estratégico, critérios e subcritérios. Depois, constrói-se o modelo global de avaliação com um conjunto de termos. Por último, obtém-se uma função de agregação aditiva para avaliação global do modelo e estabelecem-se variáveis controláveis para melhorar a qualidade do PTS.

Figura 19 – Representação sistemática da aplicação da metodologia proposta de u-GTMH no estudo de caso do serviço de oxigenoterapia domiciliar.



Fonte: Autor (2016)

4.2.1 CATEGORIA OPERACIONAL

Estabelece tecnologicamente uma solução para o serviço de oxigenoterapia domiciliar. Três etapas efetuam isso.

Etapa I – Análise do Processo Tecnológico em Saúde

O resultado desta etapa é a modelagem de um cenário representativo padronizado em UML.

Análise e especificação de requisitos

Contato prévio foi realizado com as sete SDR da amostra para convocar reunião com as equipes dos municípios e aplicar *in loco* as técnicas de levantamento de requisitos de etnografia, entrevistas, questionários e *brainstorming*.

Essas técnicas, para obtenção de informações, basearam-se na PORTARIA N° 963, de 27 de maio de 2013, que redefine a atenção domiciliar no âmbito do SUS (BRASIL, 2013) e na RESOLUÇÃO RDC/ANVISA N° 11, de 26 de janeiro de 2006, que dispõe sobre o regulamento técnico de funcionamento de serviços que prestam atenção domiciliar (BRASIL, 2006).

Além disso, pela ausência de um regulamento que institua requisitos nos domicílios para o fornecimento do serviço e de equipamentos de oxigênio, utilizou-se a RDC 50, de 21 de fevereiro de 2002, que dispõe sobre o regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde (BRASIL, 2002).

O intuito foi para questionar aos profissionais do SOD se o ambiente domiciliar possui requisitos mínimos para o funcionamento do serviço e das tecnologias em saúde associadas.

Posteriormente as informações coletadas, das sete SDR da amostra, foram analisadas e classificadas nos domínios de infraestrutura, recursos humanos e tecnologia respectivamente para identificar as características em relação ao processo tecnológico em saúde do SOD.

O Quadro 9 apresenta as informações do domínio de infraestrutura, o Quadro 10, as informações do domínio de recursos humanos, o Quadro 11 as informações do domínio de tecnologia e o Quadro 12 as informações sobre requisitos domiciliares para o fornecimento do serviço e de equipamentos de oxigênio.

Quadro 9 – Classificação de informações no domínio infraestrutura do processo tecnológico em saúde do SOD dos municípios das sete SDR da amostra.

Infraestrutura
<ul style="list-style-type: none"> -Procedimentos médicos no serviço (visita domiciliar, consulta em setor/casa); -Prontuário físico e digital do paciente; -Relatório sobre condições de saúde e doença do paciente – histórico, prescrições, exames, intercorrências e uso do equipamento (cartão SD em equipamentos CPAP, BiPAP simples/sync); -Requisitos no domicílio do paciente (rede elétrica, água, conforto e higiene); -Sistema de comunicação de apoio ou suporte logístico (carro, telefone, e-mail, empresa, equipes da saúde da família); -Visita domiciliar mensal (ou mais segundo necessidades no paciente); -Relatório de evolução e acompanhamento do serviço (uma vez por mês); -Equipamentos de proteção individual (luvas, máscaras, jaleco); -Procedimentos de solicitação do serviço segundo patologia; -Em alguns municípios rede de atenção básica gera relatórios; -Empresas que fornecem o serviço (Airliquid, Cricigas, WhiteMartins, Alfa oxigênio, Linde); -Avaliação do desempenho e funcionamento global do serviço (realizado por equipes multidisciplinares do serviço); -Relatório de evolução e acompanhamento do SOD (relatório mensal realizado pelas equipes multidisciplinares em documento físico); -Relatórios como instrumentos para monitorar e avaliar o serviço; -Indicadores gerados para avaliação do SOD (taxa de alta da modalidade internação domiciliar); -Regional solicita relatório com melhoras e deficiências;

Fonte: Autor (2016).

Quadro 10 – Classificação de informações no domínio recursos humanos do processo tecnológico em saúde do SOD dos municípios das sete SDR da amostra.

Recursos Humanos
<ul style="list-style-type: none"> -Equipes de atenção domiciliar compostas por enfermeiro, auxiliar/técnico de enfermagem, médico pneumologista, fisioterapeuta, assistente social, psicólogo e assistente administrativo; -Programa para prevenção e controle de infecções e eventos adversos (realizado pela equipe do Programa Saúde da Família); -Plano para o gerenciamento de resíduos (equipes de atenção básica recolhem dos domicílios os resíduos); -Cuidador responsável como necessidades de recursos humanos no domicílio; -Manuais e/ou normas técnicas de procedimentos em relação à utilização de equipamentos de ventilação mecânica invasiva, oxigênio, CPAP e BiPAP. -Registro de treinamentos e capacitações das equipes do SOD; -Métodos de treinamento familiares (orientações verbais sobre uso do equipamento e cuidados básicos); -Fisioterapeuta da empresa (visita mensal); -Solicitação de capacitações (serviço e manuseio de equipamento para cuidadores); -Normas assistências para o cuidado com o equipamento, higiene, descartáveis, alimentação e atividade física;

Fonte: Autor (2016).

Quadro 11 – Classificação de informações no domínio tecnologia do processo tecnológico em saúde do SOD dos municípios das sete SDR da amostra.

Tecnologia
<ul style="list-style-type: none"> -Equipamentos vinculados ao serviço (Concentrador eletrônico de oxigênio, cilindro de oxigênio, CPAP, BiPAP – simples, sync –, oxigênio líquido, oxigênio portátil); -Equipamentos adicionais no serviço (umidificador, aparelho de pressão, glucosímetro capilar, dispositivo de traqueostomia, oxímetro de pulso, aspirador e cateteres); -Fornecimento de equipamentos é responsável do estado; -Controle do abastecimento dos equipamentos através de um termo de recebimento da empresa terceirizada (dependendo do município é realizado um controle manual); -Controle dos equipamentos realizado pela empresa terceirizada (dependendo do município é realizado cadastro simples em planilha Excel); -Manutenções e calibrações dos equipamentos realizados pela empresa terceirizada (município tem responsabilidade de verificar se o paciente utiliza corretamente o equipamento, assim como, a higiene associada); -Duas empresas para o fornecimento do serviço (depende do município); -Controle ou registro das manutenções dos equipamentos (empresa terceirizada responsável); -Necessidade de oxigênio líquido portátil para atendimento no domicílio do paciente; -Controle de equipamentos depende do município (CPAP e BiPAP, cadastro simples em planilha Excel); -Controle ou registro das manutenções dos equipamentos, quando quebrar é concertado e registrado em prontuário físico;

Fonte: Autor (2016).

Quadro 12 – Requisitos domiciliares para o fornecimento do serviço e de equipamentos de oxigênio no contexto do processo tecnológico em saúde do SOD dos municípios das sete SDR da amostra.

Requisitos domiciliares
<ul style="list-style-type: none"> -Sistema elétrico no domicílio do paciente essencial para o fornecimento do serviço; -Sistema de proteção e aterramento contra choque elétrico; -Sistema de climatização no quarto e/ou em casa; -Geradores de energia na residência de pacientes classificados como alto risco para garantir o funcionamento seguro dos equipamentos (gerador fornece um backup de energia de 45 minutos – 1 hora); -Disjuntores em domicílio; -Tomadas em área de apoio ao paciente (embutidas, não padronizadas, uso de extensões elétricas, conveniente ser instaladas 1,50m por enchentes); -Tomadas, pontos de força e interruptores localizados no ambiente do paciente; -Problemas de tensão elétrica nos equipamentos de alguns municípios (nesse caso empresa fornece transformador); -Lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia e sem iluminação de emergência; -Proteção nas janelas; -Boa iluminação na habitação onde o paciente é atendido; -Cadastro de equipamentos; -Testes de desempenho e segurança do equipamento; -Reuniões para discutir problemas de segurança no SOD (depende do município); -Vistoria interna para implantar o SOD no domicílio (depende do município); -Regimento interno, estatuto; -Comissão interna de prevenção de acidentes;

Fonte: Autor (2016).

Modelagem

Com o apoio das informações obtidas pela análise da etapa anterior, diagramas da UML modelam seis cenários que integram atores/entidades e relações para padronizar o processo tecnológico em saúde do SOD.

Esses cenários são utilizados para estabelecer o ambiente de gestão ubíqua e para o desenvolvimento das soluções de *hardware* e software da u-GTMH. Além disso, um fluxo alternativo que otimiza o processo de solicitação do SOD é proposto pelo *middleware* que inclui aplicações web dos cenários.

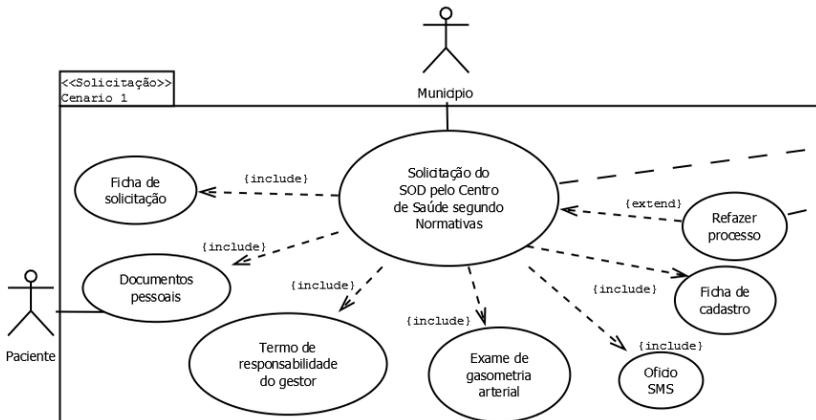
Foram modelados seis cenários: 1 – Solicitação, 2 – Encaminhamento, 3 – Cadastro, 4 – Avaliação, 5 – Instalação e 6 – Visita domiciliar.

Entre os atores/entidades identificados nesses cenários estão: paciente, posto de saúde/hospital, município, regional, estado, médico regulador e empresa de serviços terceirizados.

Cenário 1 – Solicitação

Os atores/entidades envolvidos são o paciente, posto de saúde/hospital e o município gestão básica/plena. O cenário divide-se em dois sub cenários para modelar a abertura de solicitação para SOD. A Figura 20 mostra o diagrama UML de casos de uso que modela a visão geral da abertura de solicitação.

Figura 20 – Diagrama UML de casos de uso modelando a abertura de solicitação para SOD.



Fonte: Autor (2016)

Cenário 1a

O paciente solicita o serviço e fornece documentos de identificação. O município de gestão básica recebe esse pedido e anexa ficha de solicitação médica, termo de responsabilidade, exame (gasometria arterial ou polissonografia ou BIPAP), ficha de cadastro e documento do município com petição do serviço. Após, a solicitação é encaminhada para a regional.

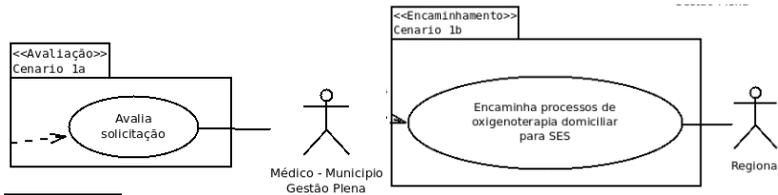
Cenário 1b

Solicitação formal do serviço é realizada pelo posto de saúde/Hospital. Esta entidade obtém do paciente documentos pessoais e exame segundo patologia.

O município de gestão plena realiza uma visita clínica/social na moradia do paciente para verificar se o serviço pode ser oferecido. Depois a solicitação encaminha-se para o estado.

A Figura 21 mostra o diagrama UML de casos de uso que modela atores e atividades destes sub cenários.

Figura 21 – Diagrama UML de casos de uso modelando atores e atividades dos sub cenários 1a e 1b.



Fonte: Autor (2016)

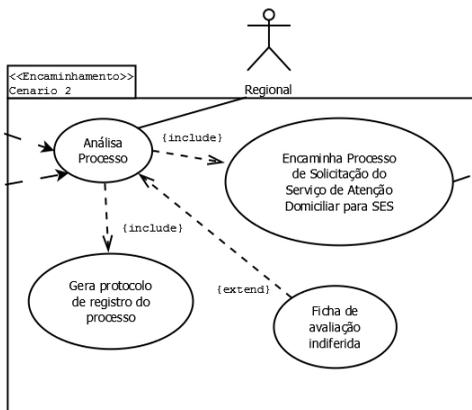
Cenário 2 – Encaminhamento

O ator/entidade envolvido é a regional. Esta entidade recebe todas as petições de serviço dos municípios de gestão básica e as avalia. Se for deferida, encaminha-se para o estado.

Em caso de indeferimento, retorna-se a solicitação para o município para alterações segundo observações.

A Figura 22 mostra o diagrama UML de casos de uso que modela este cenário.

Figura 22 – Diagrama UML de casos de uso modelando atores e atividades do cenário 2.



Fonte: Autor (2016)

Em municípios com gestão plena, o cenário 2 diverge do apresentado anteriormente. Neste caso, os atores/entidades participantes são o município, empresa terceirizada e o estado. Este cenário se divide em dois sub cenários.

Cenário 2a

O ator/entidade envolvido é o município de gestão plena. Este recebe e avalia a solicitação que está relacionada com o fornecimento do concentrador de oxigênio (O_2) para abastece-lo por meio de empresa terceirizada. Após fornecimento são iniciadas visitas domiciliares.

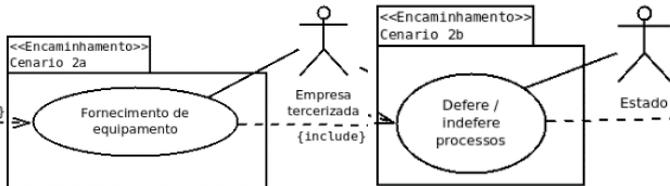
Cenário 2b

Os atores/entidades envolvidos são o município de gestão plena e o estado. A solicitação do município é para o fornecimento do CPAP/BiPAP e encaminha-se para avaliação do estado.

Se for deferida, empresa terceirizada do estado fornece o equipamento e iniciam-se visitas domiciliares. Caso contrário, o município responsabiliza-se do fornecimento do equipamento.

A Figura 23 mostra o diagrama UML de casos de uso que modela este cenário.

Figura 23 – Diagrama UML de casos de uso modelando atores e atividades dos cenários 2a e 2b de municípios de gestão plena.



Fonte: Autor (2016)

Cenário 3 – Cadastro

O ator/entidade envolvido é o estado. Este recebe as solicitações encaminhadas pelas regionais e municípios de gestão plena. Depois realiza o cadastro das solicitações em um sistema de informação.

Após cadastramento gera-se manualmente a ficha de avaliação contendo os dados do paciente solicitante.

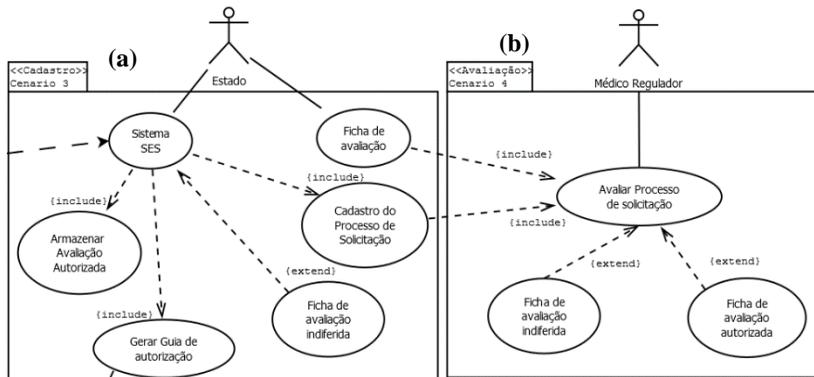
Esta ficha de avaliação anexa-se na solicitação e encaminha-se para o médico regulador. Outra função do estado é receber as fichas de avaliação deferidas e gerar a guia de autorização para iniciar instalação dos equipamentos no domicílio do paciente.

Cenário 4 – Avaliação

O ator/entidade envolvido é o médico regulador. Este recebe do estado a solicitação com ficha de avaliação. Além disso, ele defere ou indefere a solicitação do serviço.

A Figura 24 (a) mostra o diagrama UML de casos de uso que modela o cenário três e a Figura 24 (b) mostra o diagrama UML que modela o cenário quatro.

Figura 24 – Diagramas UML de casos de uso modelando atores e atividades do cenário três (a) e cenário quatro (b).



Fonte: Autor (2016)

Cenário 5 – Instalação

O ator/entidade envolvido é a empresa de serviços terceirizados. Esta recebe de forma impressa a guia de autorização gerada pelo estado. Com essa guia a empresa realiza instalação dos equipamentos na residência do paciente e inicia visita domiciliar. A visita deve ser realizada uma vez por mês segundo estabelecido em contrato.

Cenário 6 – Visita domiciliar

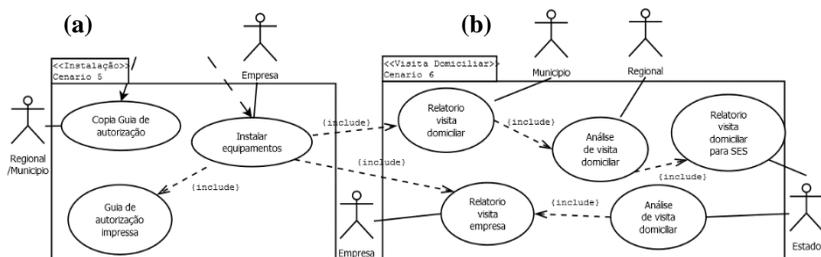
Os atores/entidades envolvidos são os municípios de gestão básica/plena e a regional. Após instalação de equipamentos municípios iniciam visitas domiciliares uma vez por mês.

Dessa visita gera-se um relatório contendo evolução do paciente. Os municípios de gestão básica enviam relatórios para a regional. Finalmente, o estado recebe relatórios das regionais e de municípios de gestão plena.

A Figura 25 (a) mostra o diagrama UML de casos de uso que modela o cenário cinco e a Figura 25 (b) mostra o diagrama UML que modela o cenário seis.

O Quadro 13 apresenta uma relação dos documentos utilizados nos cenários um, três, cinco e seis.

Figura 25 – Diagramas UML de casos de uso modelando atores e atividades do cenário cinco (a) e cenário seis (b).



Fonte: Autor (2016)

Quadro 13 – Documentos utilizados nos cenários um, três, cinco e seis para a concessão do serviço de oxigenoterapia.

Cenário	Documentos
1 Abertura de processo de solicitação	<ul style="list-style-type: none"> - Ficha de solicitação médica; - Ficha de cadastro; - Documentos do paciente cópias (RG, CPF, CNS, comprovante de residência, cartão de agendamento); - Termo de responsabilidade do município; - Exames (gasometria arterial, espirometria, polissonografia, BIPAP); - Ofício Secretaria Municipal de Saúde solicitando serviço; - Em caso de menores (certidão de nascimento e cópia do RG do pai/mãe ou responsável); - Estudo socioeconômico/serviço social;
3 Cadastro	<ul style="list-style-type: none"> - Ficha de avaliação; - Guia de autorização de serviço;
5 Instalação de equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> - Guia de autorização de serviço; - Relatório de instalação de equipamentos;
6 Visita domiciliar	<ul style="list-style-type: none"> - Relatório de visita domiciliar;

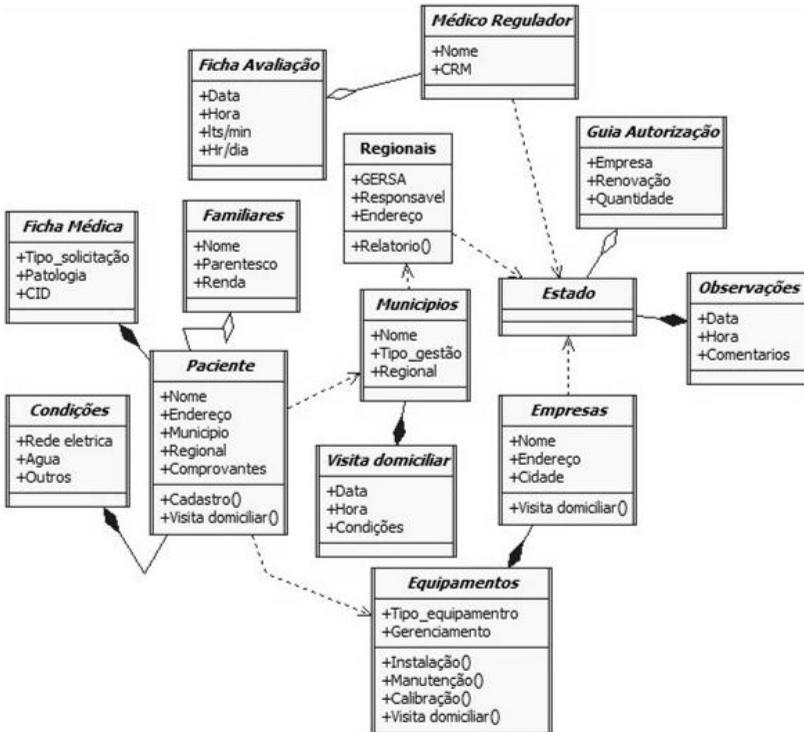
Fonte: Autor (2016).

Como resultado, o cenário representativo padronizado constrói-se com fluxos e transições dos atores/entidades envolvidos em cada cenário. O diagrama UML de sequência da Figura 26 integra os seis cenários modelados pelos diagramas de casos de uso.

Por outro lado, o diagrama UML de classes da Figura 27 modela o cenário representativo como abstrações de objetos (ou componentes) dos domínios de infraestrutura, recursos humanos e tecnologia.

Este diagrama detecta as principais classes que irão representar a estrutura complexa de tabelas que serão gerenciadas pelo sistema de banco de dados, assim como, os diversos relacionamentos entre elas (um para um 1:1, um para muitos 1:N, muitos para muitos N:N)

Figura 27 – Diagrama de classes de objetos com a abstração de objetos e atores/entidades do SOD.



Fonte: Autor (2016)

Etapa II - III – Estruturação de um Ambiente e Estratégias de Gestão Ubíqua

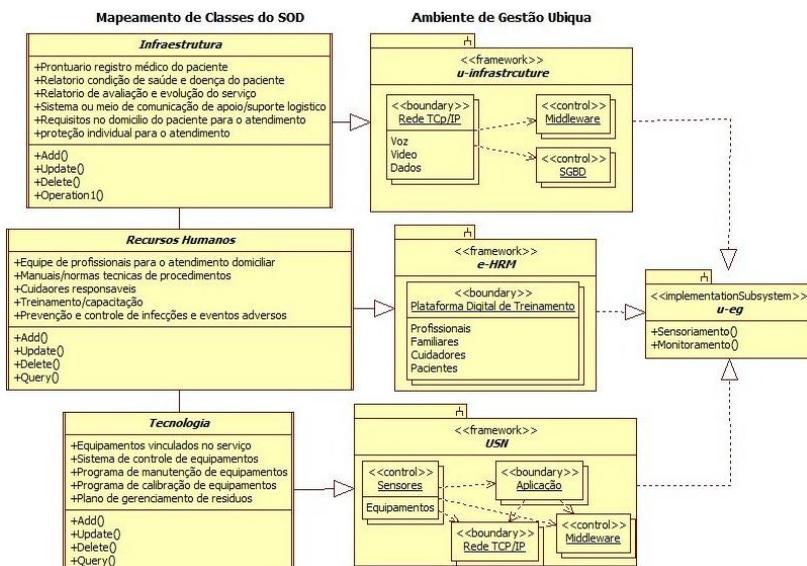
Nesta etapa é utilizado o *Framework u-FreDom* para estabelecer módulos de soluções tecnológicas nos domínios de infraestrutura, recursos humanos e tecnologia com estratégias de gerenciamento.

Assim, a partir dos resultados da Etapa I e o cenário representativo descritos nas Figuras 26 e 27, mapeiam-se objetos da infraestrutura, recursos humanos e tecnologia.

Posteriormente, unificam-se estes objetos em classes de estruturas compostas com o correspondente domínio ubíquo *u-infrastructure*, *e-HRM* e *USN*.

A Figura 28 mostra o diagrama de estruturas compostas que mapeia os relacionamentos entre os elementos do cenário representativo com o seu equivalente no *Framework* para Domínios Ubíquos.

Figura 28 – Diagrama de estruturas compostas que mapeia classes do cenário representativo com o seu equivalente no *Framework* para Domínios Ubíquos.



Fonte: Autor (2016)

Desse mapeamento, o domínio ubíquo *u-infrastructure* estabelece três componentes: rede digital de banda larga, middleware e sistema de gerenciamento de banco de dados.

Em relação à implementação da rede de banda larga foi utilizada a Internet como rede de interconectividade possibilitando a integração de serviços baseados no protocolo IP.

Em relação ao sistema de gerenciamento de banco de dados foi implementado um construtor para representar os dados em um modelo relacional.

Este tipo de modelo aceita comandos SQL gerados pelas interfaces web do *middleware*. Executa consultas no banco de dados e retorna as respostas.

O Anexo C mostra o diagrama de banco de dados baseado neste modelo relacional.

Em relação ao *middleware*, este contém um software web que integra estratégias e aplicações para o SOD.

O software está dividido em seis módulos (municípios, regionais, estado, médico regulador, empresa e paciente) que possibilitam o acesso às atividades de gestão e gerenciamento.

Os módulos foram desenvolvidos para atender as seguintes demandas no serviço:

- Gestão da solicitação do SOD (gestão básica/plena);
- Gerenciamento do cadastro, solicitação médica e avaliação;
- Controle e modificação de solicitações deferidas e indeferidas;
- Gerenciamento de guias de autorização do serviço e relatórios de visitas domiciliares (gestão básica/plena, empresa);
- Gerenciamento de equipamentos;
- Gerenciamento de municípios, regionais, médicos e empresas;
- Notificações médico – empresa – paciente;
- Gerenciamento de pacientes (alta, óbito, infecções);

O Quadro 14 apresenta a descrição dos módulos com as suas funcionalidades e características.

O Anexo D mostra as interfaces web dos módulos do *middleware* desenvolvido para o SOD.

Quadro 14 – Módulos do *middleware* que possibilitam o acesso às atividades de gestão e gerenciamento do SOD.

Modulo	Descrição
Municípios (Gestão Básica/Plena)	Software que possibilita ao usuário elaborar a solicitação, guias de autorização, avaliação, instalação de equipamentos e visitas domiciliares. A função de guias de autorização permite visualizar solicitações autorizadas pelo estado. Além disso, permite visualizar quando o equipamento foi instalado no domicílio. A função de visita domiciliar possibilita a elaboração e acompanhamento de relatórios. Também permite visualizar relatórios de visitas em domicílio da empresa.
Regionais	Software que permite ao usuário avaliar as solicitações dos municípios de gestão básica. Além disso visualiza guias de autorização, instalação de equipamentos e visita domiciliar do município e empresa.
Estado	Software que permite ao usuário avaliar as solicitações de todos os municípios (básica/plena). Gera a ficha de avaliação e guia de autorização. Realiza gestão no serviço dos municípios, regionais, médico regulador e empresas. Além disso visualiza o status dos equipamentos e pacientes.
Médico regulador	Software com interface web que permite ao usuário determinar deferimento ou indeferimento como avaliação da solicitação.
Empresa	Software com interface web que possibilita ao usuário programar e informar sobre a instalação de equipamentos e visita domiciliar.
Paciente	Software com interface web que possibilita ao usuário visualizar o andamento da solicitação.

Fonte: Autor (2016).

No domínio ubíquo da *e-HRM* para o treinamento e reforço de habilidades de profissionais e familiares foi desenvolvido um protótipo de plataforma digital de treinamento. Este protótipo fornece uma aplicação web multiplataforma (*web App*) para capacitação a distância de profissionais e/ou pacientes. Envolve dispositivos móveis como *smartphones* e *tablets* e executa-se em um navegador com conexão.

O protótipo *web App* desenvolvido é para capacitação e/ou treinamento na utilização do equipamento CPAP. O cenário de orientação e utilização do paciente é no domicílio.

Entre as exigências para o desenvolvimento desta aplicação consideram-se as informações do Quadro 10, obtidas nas visitas das SDR da amostra. Estas informações evidenciam a necessidade dos municípios sobre métodos de promoção do treinamento permanente para

familiares e/ou cuidadores em relação à adaptação e/ou uso dos equipamentos.

Também considerou-se que a visita domiciliar é realizada uma vez por mês e o número de profissionais é insuficiente para atender a demanda ao mesmo tempo de pacientes.

A Figura 29 mostra a interface de introdução e o menu de opções que o usuário acessa quando a *web App* é carregada.

Figura 29 – Interfaces de introdução e menu apresentadas ao usuário quando a *web App* de capacitação no manuseio do CPAP é carregada.



Fonte: Autor (2016)

Na aplicação, o usuário pode interagir com o equipamento, identificando as partes que o compõem.

A Figura 30 (a) mostra a interface com os componentes de entrada de alimentação, saída de ar, sistema de máscara, filtro de ar, porta do módulo/adaptador de comunicação e slot do cartão SD para armazenamento de informações do tratamento.

A Figura 30 (b) mostra a interface com os elementos básicos do equipamento: botão de iniciar/parar o tratamento, botão de seleção e menu *config* para alterar nas configurações, menu *info* que permite visualizar as estatísticas do sono e visor *lcd* (visualiza as opções de nível de umidade, rampa, tubo aquecido e controle climático).

Figura 30 – Interfaces da *web App* que identificam partes que compõem o CPAP. (a) interface com os componentes de entrada/saída, filtro e slot, (b) interface com funções dos elementos básicos.



Fonte: Autor (2016)

Também se mostram advertências de segurança que devem ser consideradas pelo paciente dentro do ambiente domiciliar.

A Figura 31 mostra a interface com algumas das seguintes advertências:

- Se tiver umidificador acoplado utilize apenas água destilada, filtrada ou fervida;
- Nunca utilize soro no copo do umidificador;
- Proibida a realização de manutenções e reparos nos equipamentos por parte do paciente;
- Não deixe o circuito em lugar exposto (assento/cama) quando fora de uso, onde possa ser danificado.

Figura 31 – Interface da *web App* com advertências de segurança que devem ser consideradas pelo paciente dentro do ambiente domiciliar.



Fonte: Autor (2016)

Para o domínio ubíquo da *USN* foram desenvolvidos, com o apoio de estagiários de engenharia eletrônica, dois exemplos de módulos de soluções de hardware com sensores baseados na plataforma de prototipagem *open hardware arduino*: monitoramento do fluxo de oxigênio utilizado pelos cilindros de oxigênio e monitoramento de eventos de queda para idosos.

Monitoramento do fluxo de oxigênio utilizado pelos cilindros de oxigênio

Esta solução visa aportar de forma a sistematizar ações que ofereçam soluções com relação à utilização e consumo de oxigênio dos cilindros fornecidos para o tratamento do paciente.

Isto implica a medição de fluxo para determinar a quantidade de gás gasto. Buscas em banco de dados foram realizadas para obter da literatura científica estudos que descreveram métodos de medição do fluxo de gases focado no uso de equipamentos ou aplicações médicas.

Nesta busca foram encontrados uma variedade de métodos para a monitorização do fluxo de ar respiratório, podendo ser classificadas em: direto e indireto. Métodos indiretos monitoram o movimento do tórax com sensores de impedância ou ópticos, obtendo frequência respiratória e intensidade relativa, mas não a taxa de fluxo respiratório. Por outro lado, métodos diretos monitoram o fluxo do ar respiratório utilizando medidores de fluxo incluindo transdutores de pressão e térmicos (JENSEN, 2004) (ARAUJO, FREIRE, *et al.*, 2004) (WEI, ZHU, *et al.*, 2011).

Diversos autores utilizam métodos diretos para medição de fluxo em aplicações biomédicas. Zhe Cao e Rui-Yi. (2012) propõem um sistema de monitoramento sem fio para doenças respiratórias utilizando um sensor térmico para medir o fluxo de ar respiratório.

O trabalho de Talic *et al.* (2015) descreve o desenvolvimento de termistores MEMS de fluxo em uma ponte de *Wheatstone* para estabelecer diretrizes de desenho para um transdutor de fluxo térmico. Dijemeni e Dickinson (2013) propõem um sistema de ventilação móvel para monitoramento em tempo real de um cilindro de oxigênio portátil utilizando um *smartphone*, oxímetro e controlador de fluxo de gás. Neste estudo o controlador de fluxo é o *Alicat MC-5SPLM* com tecnologia de medição de fluxo baseado em pressão diferencial.

Yang *et al.* (2015) apresentam um dispositivo biomédico que pode medir o fluxo de gás e concentração de CO₂ simultaneamente. A

monitorização do fluxo do gás baseia-se no princípio de *Bernoulli* e adquirida por medição da pressão diferencial com um sensor de pressão.

Oliveira et al. (2014) abordam a concepção e construção de um protótipo de dispositivo CPAP para ser usado em uma unidade de terapia intensiva neonatal. Este protótipo utiliza os sensores de pressão diferencial MPX10DP e MPX5700AP.

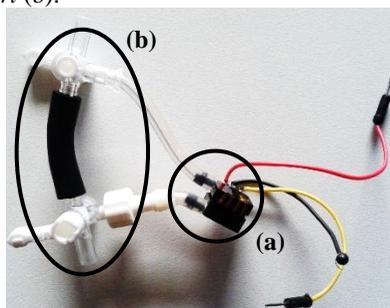
Assim, o método utilizado na solução foi o de pressão diferencial. O protótipo desta solução está estruturado em três módulos: aquisição, processamento e transmissão.

Modulo de aquisição

Para permitir a medição de pressão diferencial, o componente eletrônico escolhido para a área médica foi o sensor MPVX7002. Este identifica diferenças de pressão entre -2 a 2 kPa (FREESCALE SEMICONDUCTOR, 2015).

Além disso foi necessário o desenvolvimento de um dispositivo baseado no princípio de *Venturi*. O propósito desse dispositivo é acelerar o fluido e temporariamente diminuir sua pressão estática (HOLMAN, 1981). A Figura 32 ilustra os componentes que compõem o módulo de aquisição de dados, o sensor MPVX7002 (a) acoplado ao dispositivo baseado no princípio de *Venturi* (b).

Figura 32 – Modulo de aquisição composto pelo sensor MPVX7002 (a) e o dispositivo de *Venturi* (b).

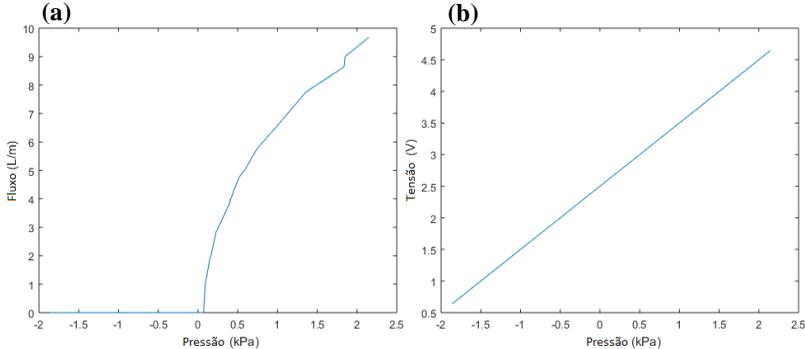


Fonte: Autor (2016)

Com apoio do analisador de fluxo de gases VT PLUS HF da *FLUKE Biomedical* testes de calibração do modulo de aquisição foram realizados com cilindros de oxigênio. Depois destes testes, foi traçada a curva do fluxo de oxigênio por diferença de pressão como mostra a Figura 33.

Na Figura 33 (a) e (b) observa-se que através das curvas de resposta o protótipo se comportou como esperado. Com o aumento da diferença de pressão observou-se um aumento da tensão (a) e por consequência do fluxo de oxigênio (b). A margem de erro foi de $\pm 4\%$ do fluxo medido em relação ao fluxo real.

Figura 33 – Curvas de resposta do módulo de aquisição em relação ao aumento da pressão – tensão (a) e pressão – fluxo (b).

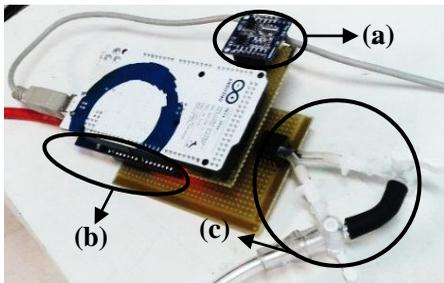


Fonte: Autor (2016)

Modulo de processamento

Após definido o módulo de aquisição, foi desenvolvido e implementado o módulo de processamento que permite realizar o tratamento do sinal de tensão para fluxo e armazená-lo. Na Figura 34, ilustra-se este módulo composto por um componente de relógio RTC (a) para fornecer a data e a hora da aquisição dos dados, um *SD-card* integrado no *ethernet shield* do *arduino* (b) para salvar informações.

Figura 34 – Protótipo integrando componente RTC (a), *SD-card* (b) e módulo de aquisição (c).

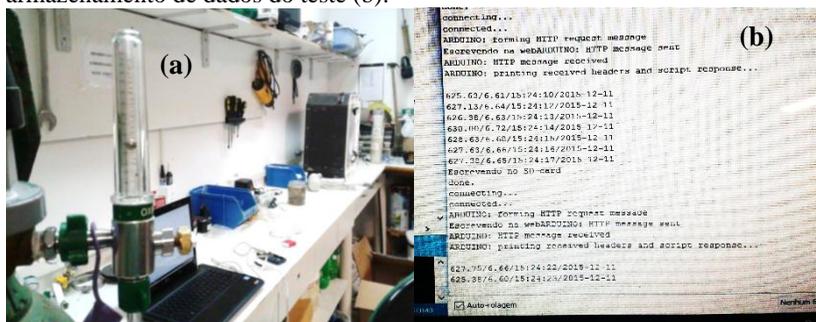


Fonte: Autor (2016)

Modulo de transmissão

Aqui o dado mensurado é armazenado e transmitido quando o fluxo de oxigênio é maior que zero cada 12 segundos (no formato fluxo/horário/data), evitando consumo de energia desnecessário. A Figura 35 mostra um teste de medição (a) e a interface na tela do computador (b) sendo enviados e salvos dados durante um dos testes realizados.

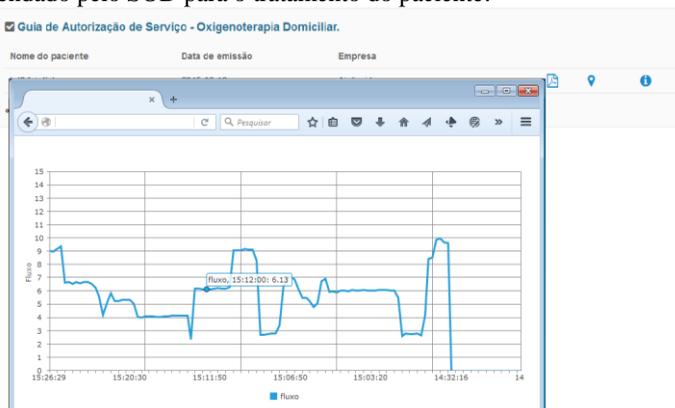
Figura 35 – Teste de medição (a) e interface mostrando transmissão e armazenamento de dados do teste (b).



Fonte: Autor (2016)

A Figura 36 mostra a interface web com gráfico dos dados armazenados no servidor externo para auxiliar no monitoramento e continuidade do tratamento ao paciente com o fluxo recomendado.

Figura 36 – Interface web com o gráfico de monitoramento do fluxo recomendado pelo SOD para o tratamento do paciente.

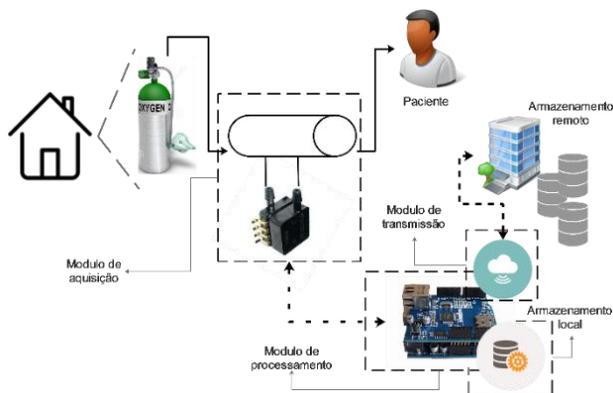


Fonte: Autor (2016)

Como exigências para o desenvolvimento desta solução considerou-se o consumo de oxigênio que é prescrito para o tratamento do paciente possibilitando assim o monitoramento. Além disso considerou-se o custo associado ao incremento de recargas de cilindros de oxigênio pelo serviço.

A Figura 37 mostra a visão geral da solução de hardware desenvolvida para monitoramento do fluxo de oxigênio. A solução mede o fluxo que o paciente recebe, armazena-o localmente e depois transmite esses dados para um servidor externo. Deste modo, possibilita-se o monitoramento contínuo do tratamento ao qual o paciente do serviço está submetido.

Figura 37 – Visão geral do protótipo para medição de fluxo de oxigênio da tecnologia médico-domiciliar vinculada no SOD.



Fonte: Autor (2016)

Monitoramento de eventos de queda para idosos

Em 1981 Campbell *et al.* analisaram uma amostra de 533 indivíduos com 65 anos ou mais. Descobriu que 33% sofreu uma ou mais quedas no ano anterior. Blake *et al.* (1988) relataram uma incidência semelhante (35%) em um estudo de 1042 indivíduos com 65 anos ou mais. Em um estudo de 2793 indivíduos com 65 anos ou mais, Prudham e Grimley-Evans (1981) estimaram uma incidência anual de quedas acidentais de 28%, valor idêntico ao encontrado no estudo epidemiológico da *Australian Dubbo Study Osteoporose* com 1762 idosos com 60 anos ou superior (LORD, SAMBROOK, *et al.*, 1995).

Cerca de 50% dessas quedas ocorreram em casa (na sala e/ou cozinha) e seus arredores (LUUKINEN, KOSKI, *et al.*, 1995) (CAMPBELL, BORRIE, *et al.*, 1990). O 5 % de quedas ocorreram no banheiro ou nas escadas. As quedas restantes (45%) ocorreram em locais públicos ou em outras casas. Em muitos desses casos de queda, o idoso vive sozinho e depois não é capaz de pedir ajuda. A pronta assistência após uma queda ou até mesmo uma identificação preventiva dos padrões de movimentos atípicos representaria uma melhoria considerável para pacientes e médicos (CAMPBELL, REINKEN, *et al.*, 1981).

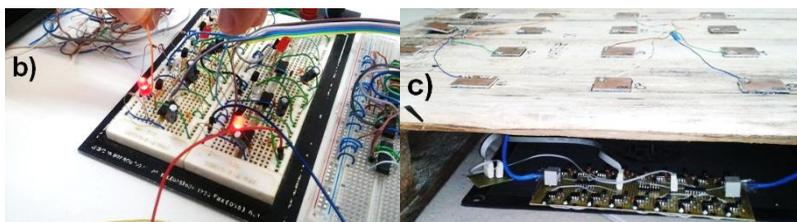
De modo geral, abordagens para lidar com o problema de identificação e localização de pessoas em ambientes fechados podem ser classificadas em três categorias: (1) identificação de etiquetas por infravermelho, ultrassom e rádio frequência (2) identificação sem etiquetas incluindo visão computacional, piso inteligente e sensores piroelétricos infravermelhos (PIR), e (3) identificação multimodal incluindo piso inteligente – visão computacional, piso inteligente – rádio frequência e visão computacional – scanners laser (ZHANG, XIA, *et al.*, 2010).

Orr e Adowd (2000) criaram um sistema de piso inteligente para identificar pessoas com base em perfis de força das pisadas para ambientes de trabalho ou em casa. O trabalho de Savio e Ludwig (2007) concentra-se em experimentos com algoritmos de localização com um tapete inteligente. O tapete desenvolvido utiliza tecnologia de eletrônica têxtil e uma rede de 120 sensores capacitivos. Quando o indivíduo caminha sobre este tapete, os sensores são ativados e desativados. Um sinal binário é enviado para um microcontrolador, o qual transmite os dados para um computador.

O grupo de pesquisa de Helal *et al.* (2005) criou o ambiente de apoio para domicílios, *Gator Tech Smart House*, que pode monitorar seus habitantes e fornecer serviços com intervenção remota. Esse ambiente inclui tecnologias inteligentes para caixas de correio, portas, persianas, camas, piso, armários, lavanderia, etc. em relação ao piso, sensores foram colocados apenas na cozinha e na sala para detectar a queda de um indivíduo.

Klack *et al.* (2011) conceitualizaram e implementaram o sensoriamento de um piso que pode ser integrado em ambientes domésticos para ajudar idosos que moram sozinhos em casa. O objetivo é monitorar a posição do indivíduo dentro de uma sala, detectando padrões (anormais) de comportamento, bem como para ativar procedimentos de salvamento em caso de queda ou de outras situações

Figura 38 Continuação – Esquemático eletrônico do transdutor desenvolvido (a), protótipo de bancada (b) e implementação física do protótipo (c).



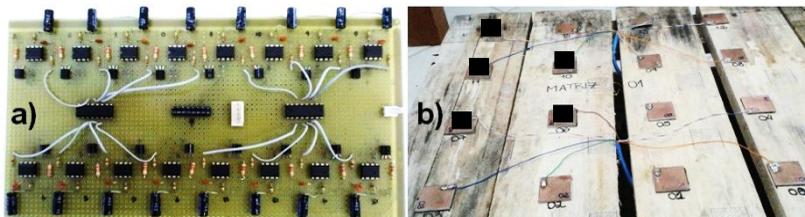
Fonte: Autor (2016)

Modulo de processamento

O principal componente deste módulo é o registrador de deslocamento 74HC165 que consiste em um conversor paralelo serial de 8 bits. Neste módulo os dados dos transdutores, quando se tem uma tensão positiva, ou seja, ocorreu uma queda, é atribuído o bit 1 caso contrário é atribuído o bit 0. A estrutura total da solução proposta é composta por 25 matrizes de 16 sensores cada, totalizando assim, 400 sensores em uma área de 220 cm².

A Figura 39 (a) mostra a placa com a implementação de dois 74HC165 em cascata para controlar uma matriz com saída serial de 16 bits. A Figura 40 (b) ressalta os sensores 15, 11, 10, 7 e 6 de uma matriz da estrutura para ilustrar a saída binária 1000110011000000. Sempre que uma alteração nos valores de 16 bits ocorre, o módulo de processamento atualiza os dados.

Figura 39 – Placa com a implementação de dois 74HC165 em cascata (a) e matriz de sensores capacitivos (b) com a saída serial de 16 bits 1000110011000000 quando ocorre o toque nos sensores 15, 11, 10, 7 e 6.



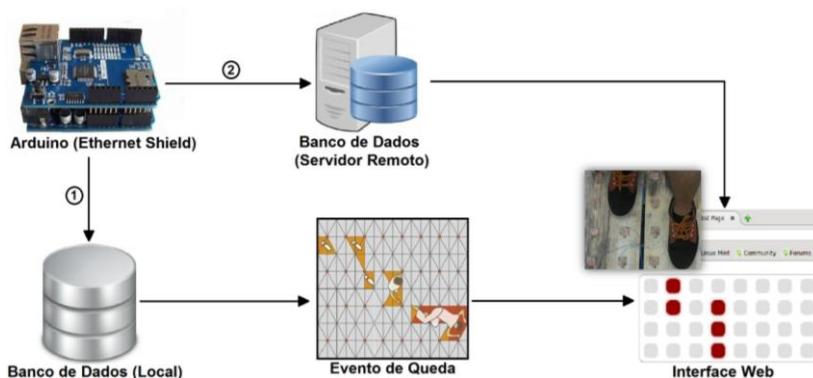
Fonte: Autor (2016)

Entre as exigências para o desenvolvimento deste protótipo considerou-se que nas visitas as SDR foi comentada a frequente queda de pacientes idosos que não possuem um cuidador. Isto pode comprometer a vida do paciente, ou as vezes, agravar a condição da doença.

Modulo de comunicação

Finalmente, este módulo gerencia os dados de duas formas. Na primeira, estes dados são armazenados em um banco de dados localmente, transmitindo quando detecta-se um evento de queda. No segundo, os dados são transmitidos e armazenados em um servidor remoto. Posteriormente, foi desenvolvida uma interface web que permite a visualização dos sensores ativos. A Figura 40 mostra as duas formas de comunicação e gerenciamento dos dados que o protótipo oferece e um teste de integração de todos os componentes com a visualização dos resultados por meio de um web browser.

Figura 40 – Modulo de solução para o monitoramento de eventos de queda para idosos com duas formas de comunicação, gerenciamento de dados e interface web.



Fonte: Autor (2016)

4.2.2 CATEGORIA DE DECISÃO

Esta categoria, valida a metodologia u-GTMH por meio da avaliação da implementação tecnológica para gestão ubíqua no serviço de oxigenoterapia domiciliar. Três fases permitem efetuar isto.

Fase I – Estruturação da Árvore de Decisão

A elaboração da estrutura hierárquica arborizada utilizou à análise de requisitos para definir o escopo do problema, critérios e subcritérios e descritores.

O escopo do problema foi definido como: “*Avaliar a implementação tecnológica para gestão ubíqua no serviço de oxigenoterapia domiciliar*”.

Depois, foram identificados e estabelecidos três critérios para validar a implementação tecnológica para gestão ubíqua do processo tecnológico em saúde no SOD: infraestrutura, recursos humanos e tecnologia.

Par estabelecer os subcritérios desses três critérios, foi considerado o estudo de Boulton *et al.* (2008), que contempla em serviços domiciliares de doenças crônicas, aos familiares e a eficiência dos recursos tecnológicos como fatores desejáveis para melhoria da qualidade de vida do paciente.

Além disso, a revisão sistemática de Bruin *et al.* (2012) reforça esses fatores e incorpora indicadores para identificar o uso tecnológico nos serviços domiciliares, a implementação de registros eletrônicos do pacientes e o controle da doença.

Finalmente encontrou-se que Dorr *et al.* (2006) ressaltam indicadores de qualidade para a execução do serviço promovendo a disponibilidade dos recursos.

Assim, considerando os indicadores dos estudos anteriores e à análise de requisitos do SOD, foram estabelecidos 16 subcritérios que validam as condições de infraestrutura, recursos humanos e tecnologia para atingir uma gestão ubíqua.

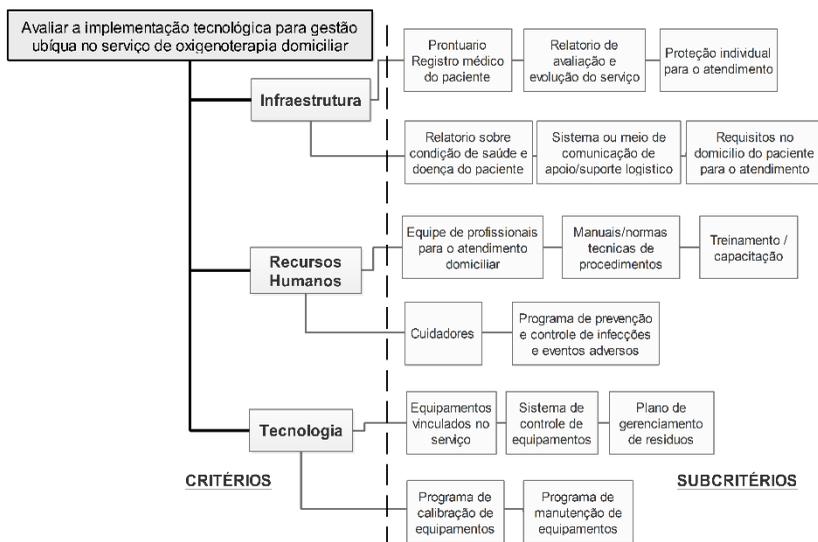
O Quadro 15 descreve os 16 subcritérios classificados por critérios de avaliação. Por outro lado, a Figura 41, apresenta graficamente a estrutura hierárquica arborizada com o objetivo estratégico, os critérios e subcritérios.

Quadro 15 – Critérios de avaliação com subcritérios como aspectos para gestão ubíqua.

Critério de avaliação	Subcritérios / aspectos de avaliação
Infraestrutura	-Prontuário registro médico do paciente; -Relatório sobre condição de saúde e doença do paciente; -Relatório de avaliação e evolução do serviço; -Sistema ou meio de comunicação de apoio/suporte logístico; -Requisitos no domicílio do paciente; -Proteção individual para o atendimento;
Recursos Humanos	-Equipe de profissionais para o atendimento domiciliar; -Manuais/normas técnicas de procedimentos; -Cuidadores; -Treinamento/capacitação; -Programa de prevenção e controle de infecções e eventos adversos;
Tecnologia	-Equipamentos vinculados no serviço; -Sistema de controle de equipamentos; -Programa de manutenção de equipamentos; -Programa de calibração de equipamentos; -Plano de gerenciamento de resíduos;

Fonte: Autor (2016).

Figura 41 – Estrutura hierárquica arborizada com os critérios e subcritérios para avaliação da gestão ubíqua.



Fonte: Autor (2016)

Fase II – Construção do Modelo Global

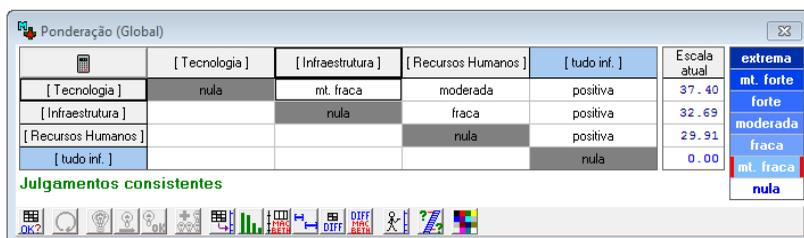
Para construir o modelo global quantitativo de avaliação, os métodos *MACBETH* e *ULOWA* foram implementados com a ferramenta de software *M-MACBETH*®.

Para efetuar o cálculo da atratividade foi necessário que cada decisor estabelecesse a relevância que cada critério (infraestrutura, recursos humanos, tecnologia) possui em relação à gestão ubíqua.

Posteriormente, fazendo uso do *M-MACBETH*®, foram atribuídos para cada critério julgamentos semânticos que comparam as diferenças de atratividade. Para essa comparação foram utilizadas as categorias semânticas: nula, muito fraca, fraca, moderada, forte, muito forte e extrema.

A Figura 42 mostra a ponderação global com os julgamentos semânticos de diferencia de atratividade dos critérios infraestrutura (32,69), recursos humanos (29,91) e tecnologia (37,40).

Figura 42 – Ponderação global com julgamentos semânticos dos critérios infraestrutura, recursos humanos e tecnologia em termo de diferença de atratividade.



Fonte: Autor (2016)

O mesmo procedimento foi realizado para o cálculo da atratividade dos subcritérios.

A Figura 43 mostra a ponderação global com os julgamentos semânticos de diferencia de atratividade dos subcritérios de infraestrutura (a), recursos humanos (b) e tecnologia (c).

Figura 43 – Ponderação global com julgamentos semânticos dos subcritérios de infraestrutura (a), recursos humanos (b) e tecnologia (c) em termo de diferença de atratividade.

(a) Julgamentos semânticos dos subcritérios de Infraestrutura

	[relatório doença]	[prontuario]	[requisitos domicilio]	[apoio/sup logistico]	[proteção individual]	[relatório avaliação]
[relatório doença]	nula	mt. fraca	fraca	moderada	forte	forte
[prontuario]		nula	mt. fraca	moderada	forte	forte
[requisitos domicilio]			nula	moderada	forte	forte
[apoio/sup logistico]				nula	moderada	moderada
[proteção individual]					nula	mt. fraca
[relatório avaliação]						nula
[tudo inf.]						

Julgamentos consistentes

(b) Julgamentos semânticos dos subcritérios de Recursos Humanos

	[Equipe Pro.]	[Cuidador]	[Treinamento]	[Normas]	[E. adversos]	[tudo inf.]	Escala atual	
[Equipe Pro.]	nula	fraca	forte	mt. forte	extrema	positiva	35.29	extrema
[Cuidador]		nula	moderada	forte	mt. forte	positiva	29.41	mt. forte
[Treinamento]			nula	moderada	forte	positiva	20.58	forte
[Normas]				nula	moderada	positiva	11.77	moderada
[E. adversos]					nula	positiva	2.95	fraca
[tudo inf.]						nula	0.00	mt. fraca

Julgamentos consistentes

(c) Julgamentos semânticos dos subcritérios de Tecnologia

	[equipamentos]	[sistema controle]	[Manutenção]	[Calibração]	[Plano Resíduos]	[tudo inf.]	Escala atual	
[equipamentos]	nula	moderada	forte	mt. forte	extrema	positiva	39.29	extrema
[sistema controle]		nula	moderada	forte	mt. forte	positiva	28.57	mt. forte
[Manutenção]			nula	fraca	moderada	positiva	17.86	forte
[Calibração]				nula	fraca	positiva	10.71	moderada
[Plano Resíduos]					nula	positiva	3.57	fraca
[tudo inf.]						nula	0.00	mt. fraca

Julgamentos consistentes

Fonte: Autor (2016)

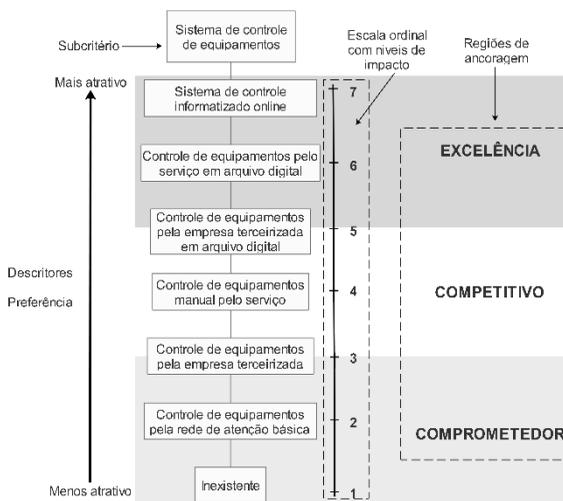
Posteriormente, como ilustrado na Figura 44, para cada subcritério foram estabelecidos descritores com uma escala ordinal de (1 – 7). Isto representa um conjunto de níveis de impacto que descrevem o desempenho do subcritério.

Esses descritores foram ordenados em termos de preferência, onde o nível mais atrativo (7) corresponde à ação cujo desempenho é o melhor para atingir a gestão ubíqua e o nível menos atrativo (1) corresponde à ação cujo desempenho obstaculiza à gestão ubíqua. Além disso, foram determinadas três regiões de ancoragem que delimitam os níveis de impacto.

A região de EXCELÊNCIA determina os níveis que excedem as expectativas do serviço, ou seja, atingem a gestão ubíqua e tem um desempenho superior que ainda é alcançável. A região COMPETITIVO determina os níveis que tem um desempenho dentro das expectativas do serviço. E a região COMPROMETEDOR determina os níveis que tem um desempenho insatisfatório mas ainda aceitável.

A Figura 44 mostra a representação gráfica completa do descritor do subcritério “sistema de controle de equipamentos” do critério “Tecnologia” com regiões de ancoragem que delimitam a escala ordinal com os níveis de impacto do desempenho.

Figura 44 – Representação gráfica do descritor com regiões de ancoragem e escala ordinal com níveis de impacto do desempenho do subcritério.



Fonte: Autor (2016)

Além disso, na escala ordinal do descritor foi definida a função de valor. Para isso, com ajuda do *M-MACBETH*® foi implementado o método *ULOWA*, o qual implementa sete níveis de impacto com

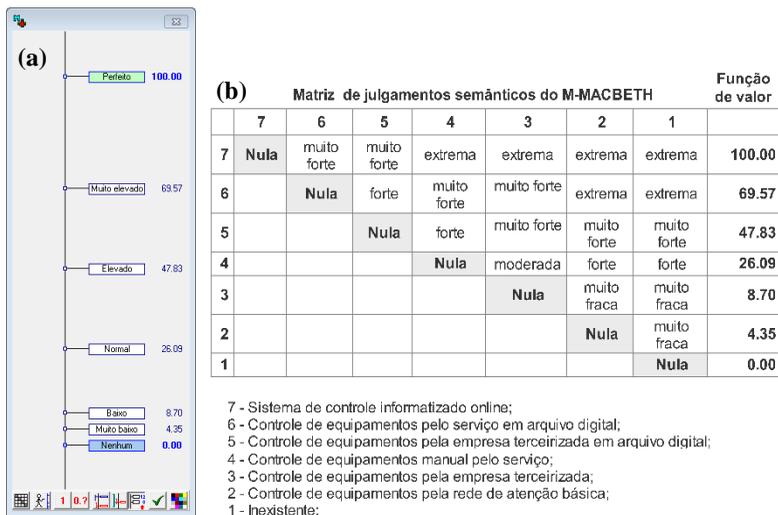
juizamentos semânticos (nula, muito baixo, baixo, normal, elevado, muito elevado e perfeito) na escala ordinal do descritor. Os níveis de impacto foram estabelecidos pela escala numérica 1-9 de Saaty (ZESHUI, 2012).

O procedimento de agregação de acordo com a importância de cada termo linguístico ou julgamento semântico é descrito pela Equação (1), a qual estabelece a função de valor de termos linguísticos que representa a passagem de uma situação normal para uma situação de excelência.

$$S^t = \left\{ S_{\alpha}^t \mid \alpha = \frac{1}{\tau}, \frac{1}{\tau-1}, \dots, \frac{1}{2}, 1, 2, \dots, \tau - 1, \tau \right\} \quad (1)$$

onde τ é um inteiro positivo, S_{α}^t é um termo linguístico, $S_{1/\tau}$ e S_{τ} são os limites inferior e superior dos termos linguísticos utilizados na função de valor. A Figura 45 mostra o gráfico da função de valor com os sete níveis de impacto do subcritério “sistema de controle de equipamentos” do critério de tecnologia (a) e matriz de julgamentos semânticos (b) que expressa as preferências de forma numérica.

Figura 45 – Função de valor (a) e matriz de julgamentos semânticos (b) para o subcritério “sistema de controle de equipamentos” do critério de tecnologia.



Fonte: Autor (2016)

Fase III – Avaliação para Implementação

Com as informações anteriores, é possível construir a função de agregação aditiva usada para avaliação global do modelo. Esta transforma a unidade de atratividade local (desempenho nos critérios – subcritérios e funções de valores) em uma unidade de atratividade global. Em outras palavras, transformar um modelo que tem múltiplos critérios em um modelo de agregação de síntese.

Na prática, é feita uma soma ponderada dada pelas taxas de compensação atribuídas aos critérios e subcritérios. A obtenção do valor global de prioridade para a atratividade total é utilizando a Equação (2).

$$Avaliação_Global = \sum_{i=1}^n w_i a_i \quad (2)$$

onde w_i é o peso de cada critério n e a_i é o desempenho da alternativa a em relação ao critério n . Além disso, a Equação (2) está submetida as seguintes características (LONGARAY, ENSSLIN, *et al.*, 2015):

A somatória dos pesos deve ser igual a 1 (ou 100%), Equação (3)

$$\sum_1^n w_i = 1 \quad (3)$$

E, o valor dos pesos deve ser maior do que zero e maior do que 1, Equação (4)

$$w_i > 0 \quad \forall i \quad (4)$$

Dessa forma, a Equação (5) representa a avaliação do modelo global dos critérios de infraestrutura, recurso humanos e tecnologia e as Equações (6), (7) e (8) representam a avaliação parcial dos subcritérios para a implementação tecnológica para gestão ubíqua no SOD.

O desempenho de cada critério e subcritério das Equação (5) (6), (7) e (8) é obtido do procedimento ilustrado nas Figuras 42 e 43 da ponderação com julgamentos semânticos em termo de diferença de atratividade.

$$F_{GLOBAL} = 0,33 \cdot F_{Infraestrutura} + 0,30 \cdot F_{RecursosHumanos} + 0,37 \cdot F_{Tecnologia} \quad (5)$$

$$F_{Infraestrutura} = 0,26 \cdot C_1(x) + 0,29 \cdot C_2(x) + 0,03 \cdot C_3(x) + 0,14 \cdot C_4(x) + 0,23 \cdot C_5(x) + 0,05 \cdot C_6(x) \quad (6)$$

$$F_{RecursosHumanos} = 0,35 \cdot C_7(x) + 0,03 \cdot C_8(x) + 0,29 \cdot C_9(x) + 0,21 \cdot C_{10}(x) + 0,12 \cdot C_{11}(x) \quad (7)$$

$$F_{Tecnologia} = 0,39 \cdot C_{12}(x) + 0,29 \cdot C_{13}(x) + 0,18 \cdot C_{14}(x) + 0,11 \cdot C_{15}(x) + 0,03 \cdot C_{16}(x) \quad (8)$$

onde a variável $C_n(x) | n = \{1..16\}$ das equações parciais (6), (7) e (8) representa o desempenho da situação atual de cada subcritério para a implementação tecnológica no SOD.

Com esse conjunto de equações, constrói-se o modelo global e pode-se avaliar o desempenho para a implementação tecnológica da gestão ubíqua nas SDR contempladas neste estudo de caso. O modelo global de desempenho completo pode ser visualizado no Anexo E.

Avaliação de desempenho – Blumenau

Para ilustrar este procedimento, escolheu-se o município de Blumenau para avaliar o desempenho na implementação tecnológica da gestão ubíqua. Inicialmente foram aplicadas as equações (6), (7) e (8) do modelo global.

O desempenho da situação atual de cada descritor do modelo global foi obtido das avaliações realizadas *in loco* em cada SDR da amostra. Aplicando a Equação (6) e substituindo o valor do desempenho da situação atual dos subcritérios C_1 até C_6 da Infraestrutura de Blumenau foi obtido:

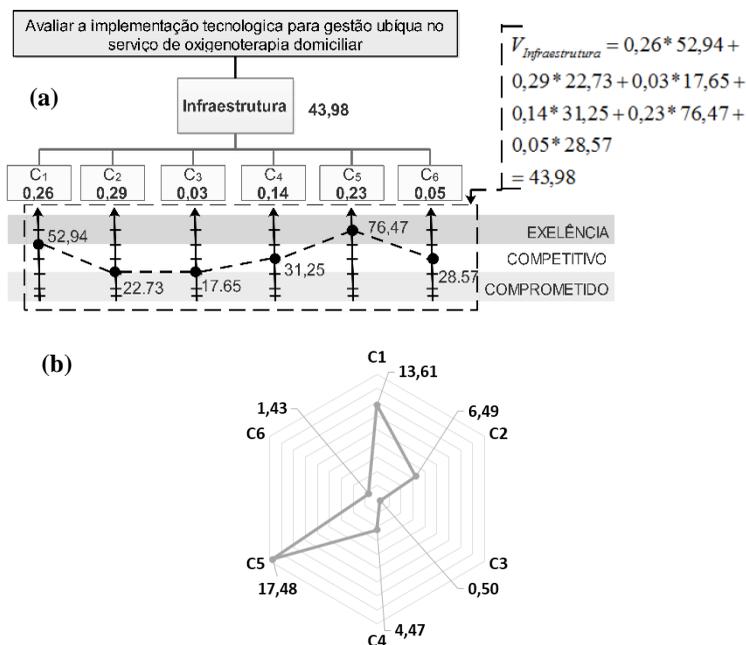
$$F_{Infraestrutura} = 0,26 \cdot C_1(52,94) + 0,29 \cdot C_2(22,73) + 0,03 \cdot C_3(17,65) + 0,14 \cdot C_4(31,25) + 0,23 \cdot C_5(76,47) + 0,05 \cdot C_6(28,57)$$

$$F_{Infraestrutura} = 13,61 + 6,49 + 0,50 + 4,47 + 17,48 + 1,43$$

$$F_{Infraestrutura} = \mathbf{43,98}$$

A Figura 46 mostra graficamente no modelo de avaliação global o perfil atual de desempenho dos descritores, a avaliação parcial da infraestrutura (a) e a comparação da pontuação parcial dos subcritérios (b).

Figura 46 – Modelo de avaliação global com o perfil atual de desempenho dos descritores, a avaliação parcial da infraestrutura (a) e a comparação da pontuação parcial dos subcritérios (b).



Fonte: Autor (2016)

Aplicando a Equação (7) e substituindo o valor do desempenho da situação atual nas variáveis C_7 até C_{11} dos Recursos Humanos de Blumenau foi obtido:

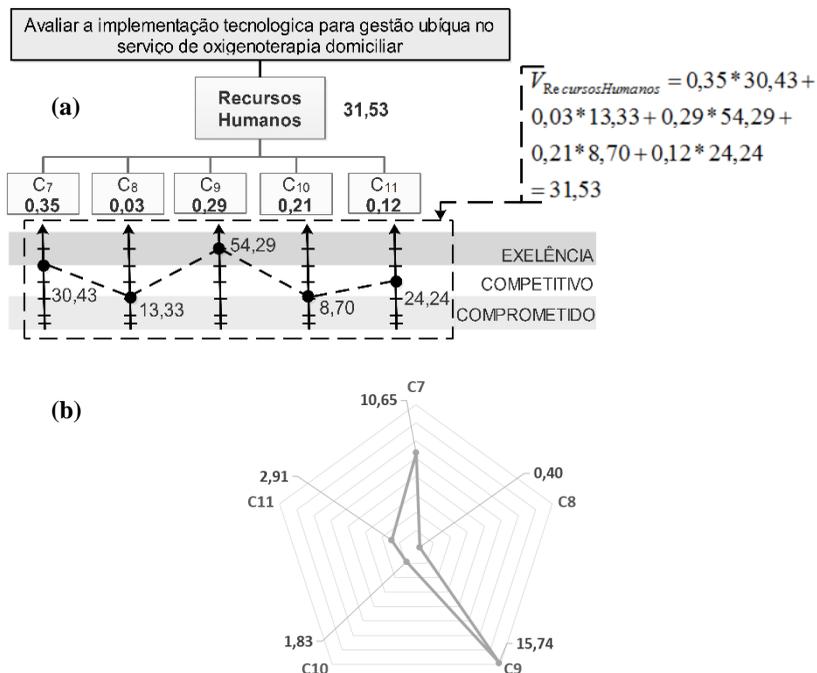
$$F_{\text{RecursosHumanos}} = 0,35 \cdot C_7(30,43) + 0,03 \cdot C_8(13,33) + 0,29 \cdot C_9(54,29) + 0,21 \cdot C_{10}(8,70) + 0,12 \cdot C_{11}(24,24)$$

$$F_{\text{RecursosHumanos}} = 10,65 + 0,40 + 15,74 + 1,83 + 2,91$$

$$F_{\text{RecursosHumanos}} = \mathbf{31,53}$$

A Figura 47 mostra graficamente o modelo de avaliação global com o perfil atual de desempenho dos descritores e a avaliação parcial dos subcritérios de recursos humanos (a) e a comparação da pontuação parcial dos subcritérios (b).

Figura 47 – Modelo de avaliação global com o perfil atual de desempenho dos descritores, a avaliação parcial de recursos humanos (a) e a comparação da pontuação parcial dos subcritérios (b).



Fonte: Autor (2016)

Aplicando a Equação (8) e substituindo o valor do desempenho da situação atual nas variáveis C_{12} até C_{16} da Tecnologia de Blumenau foi obtido:

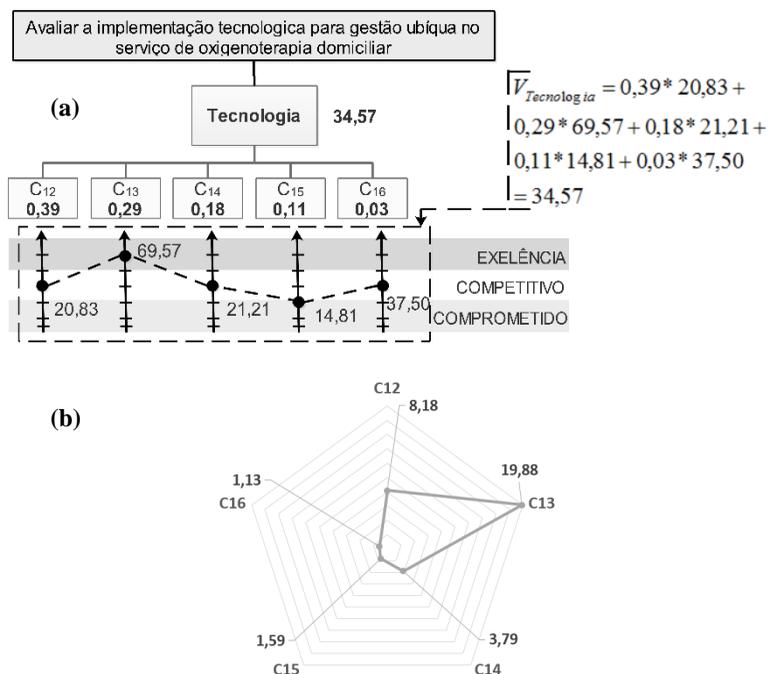
$$\begin{aligned} F_{\text{Tecnologia}} &= 0,39 \cdot C_{12}(20,83) + 0,29 \cdot C_{13}(69,57) + 0,18 \\ &\quad \cdot C_{14}(21,21) + 0,11 \cdot C_{15}(14,81) + 0,03 \\ &\quad \cdot C_{16}(37,50) \end{aligned}$$

$$F_{\text{Tecnologia}} = 8,18 + 19,88 + 3,79 + 1,59 + 1,13$$

$$F_{\text{Tecnologia}} = \mathbf{34,57}$$

A Figura 48 mostra graficamente o modelo de avaliação global com o perfil atual de desempenho dos descritores e a avaliação parcial dos subcritérios da tecnologia (a) e a comparação da pontuação parcial dos subcritérios (b).

Figura 48 – Modelo de avaliação global com o perfil atual de desempenho dos descritores, a avaliação parcial da tecnologia (a) e a comparação da pontuação parcial dos subcritérios (b).



Fonte: Autor (2016)

Ao analisar o desempenho parcial do município de Blumenau pode se considerar que:

- O critério de infraestrutura permanece com 2 subcritérios no limiar comprometedor – competitivo, 2 subcritérios em uma situação atual competitiva, um subcritério no limiar competitivo – excelência e um subcritério em situação atual de excelência.

- O critério de recursos humanos permanece com 2 subcritérios no limiar comprometedor – competitivo, 1 subcritérios em uma situação atual competitiva, um subcritério no limiar competitivo – excelência e um subcritério em situação de excelência.
- O critério de tecnologia permanece com 1 subcritérios no limiar comprometedor – competitivo, 3 subcritérios em uma situação atual competitiva e um subcritério em situação de excelência.

Com os resultados de avaliação parcial em cada critério, pode-se obter a avaliação global com o desempenho atual para a implementação tecnológica da gestão ubíqua em Blumenau. Assim, substituindo os valores de avaliação parcial de cada critério na Equação (5) é obtido:

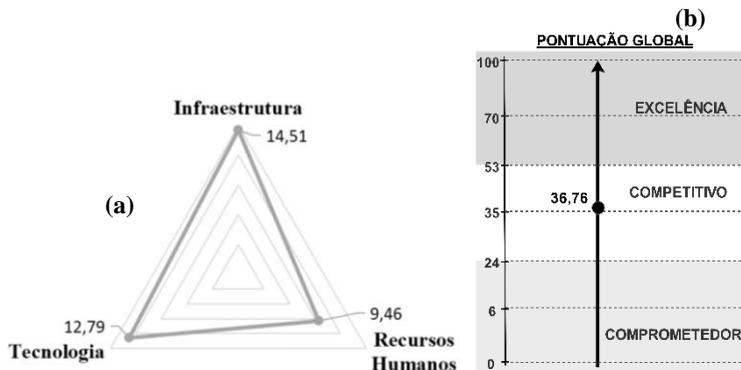
$$F_{GLOBAL} = 0,33 \cdot (43,98) + 0,30 \cdot (31,53) + 0,37 \cdot (34,57)$$

$$F_{GLOBAL} = 14,51 + 9,46 + 12,79$$

$$F_{GLOBAL} = \mathbf{36,76}$$

Desta forma, a Figura 49 mostra graficamente a comparação dos valores da pontuação parcial dos critérios (a) e ilustra a pontuação global de avaliação (b) na implementação tecnológica para gestão ubíqua no município de Blumenau.

Figura 49 – Comparação da pontuação parcial dos critérios (a) e pontuação global de avaliação (b) na implementação tecnológica para gestão ubíqua de Blumenau.



O Quadro 16 apresenta o desempenho de cada critério, o nível de impacto e o desempenho dos subcritérios.

Quadro 16 – Avaliação de desempenho para a implementação tecnológica para gestão ubíqua por critérios e subcritérios no município de Blumenau.

	Nível de impacto	Desempenho
Infraestrutura		14,51
Prontuário Registro médico do paciente	5	13,61
Relatório sobre condição de saúde e doença do paciente	3	6,49
Relatório de avaliação e evolução do serviço	3	0,50
Sistema ou meio de comunicação de apoio/suporte logístico	4	4,47
Requisitos no domicílio do paciente para o atendimento	6	17,48
Proteção individual para o atendimento	4	1,43
Recursos Humanos		9,46
Equipe de profissionais para o atendimento domiciliar	5	10,74
Manuais/normas técnicas de procedimentos	3	0,39
Cuidadores	6	15,97
Treinamento/capacitação	3	1,79
Programa de prevenção e controle de infecções e eventos adversos	4	2,85
Tecnologia		12,79
Equipamentos vinculados no serviço	4	8,18
Sistema de controle de equipamentos	6	19,88
Programa de manutenção de equipamentos	4	3,79
Programa de calibração de equipamentos	3	1,59
Plano de gerenciamento de resíduos	4	1,13

Fonte: Autor (2015).

Com base na Figura 49(a) e o Quadro 16, observa-se que a área que demanda ações de aperfeiçoamento, com base na situação atual (9,46) é Recursos Humanos. Ações de melhoria que impactassem nos desempenhos dos subcritérios de manuais/normas técnicas de procedimentos, treinamento/capacitação e programa de prevenção e controle de infecções e eventos adversos representaria um aporte significativo.

Porém, no critério de Infraestrutura (14,51), os subcritérios que demandam ações de aperfeiçoamento são: relatório de avaliação e evolução do serviço, proteção individual para o atendimento e sistema ou meio de comunicação de apoio/suporte logístico. Sendo este último

importante pelo fato de ser um dos alicerces para tornar possível a gestão ubíqua.

Para o critério de Tecnologia (12,79), os subcritérios que demandam ações de aperfeiçoamento são: plano de gerenciamento de resíduos e os programas de manutenção e calibração de equipamentos. Para ambos os programas a empresa terceirizada é responsável pela execução, carecendo do registro das ações realizadas. Deste modo, ações de sensoriamento como as propostas podem ser implementadas para melhorar o desempenho.

O mesmo procedimento de avaliação foi realizado nos municípios de Florianópolis, Tubarão, Criciúma, Joinville, Jaraguá do Sul e Lages. O Quadro 17 apresenta a avaliação de desempenho na implementação tecnológica para gestão ubíqua nesses municípios, mostrando-se o valor de pontuação parcial dos critérios e a pontuação global. O Anexo F detalha a avaliação de desempenho desses municípios.

Quadro 17 – Avaliação de desempenho para a implementação da metodologia de gestão ubíqua nas SDR de Florianópolis, Tubarão, Criciúma, Joinville, Jaraguá do Sul e Lages com pontuação parcial dos critérios e pontuação global.

SDR	Valor de desempenho			Pontuação Global	Indicador semântico
	INFRA	RH	TEC		
Florianópolis	7,49	7,48	7,91	22,89	Comprometedor
Tubarão	3,81	8,55	8,01	20,36	Comprometedor
Criciúma	17,67	9,46	8,24	35,36	Competitivo
Joinville	14,40	11,74	9,25	35,39	Competitivo
Jaraguá do Sul	17,63	10,28	6,37	34,28	Competitivo
Lages	14,06	6,60	12,58	33,23	Competitivo

Fonte: Autor (2016).

De forma a melhorar a qualidade do processo tecnológico em relação à implementação tecnológica para gestão ubíqua no SOD, são estabelecidas variáveis controláveis no modelo global. Isto favorece o aprimoramento dos indicadores de segurança do paciente, confiabilidade da tecnologia e efetividade do serviço.

As variáveis controláveis são gerenciadas e cumprem o estabelecido pelas Resoluções RDC/ANVISA No. 11, No. 50 e a Portaria 963.

O Quadro 18 lista as variáveis controláveis do modelo global agrupadas por indicador de segurança do paciente, confiabilidade da tecnologia e efetividade do serviço.

Quadro 18 – Variáveis controláveis do modelo global: classificadas por indicador de segurança do paciente, confiabilidade da tecnologia e efetividade do serviço e gerenciadas pela Portaria 963 e as Resoluções RDC 11 e 50.

SEGURANÇA DO PACIENTE		
RDC/PORTARIA	Critério	Descritores do modelo
-- RDC 11 -- 4.12, 6.4 -- RDC 50 -- 2 – Atr. 6, 7	Infraestrutura	- Prontuário registro médico do paciente; - Relatório condição de saúde e doença do paciente; - Proteção individual para o atendimento;
PORTARIA 963 Art. 16 -- RDC 11 -- 4.13, 6.2 -- RDC 50 -- 2- Atr. 6	Recursos Humanos	- Cuidadores; - Programa de prevenção e controle de infecções e eventos adversos; - Treinamento/capacitação;
-- RDC 11 -- 4.17, 6.4, 8.5, 9.2 -- RDC 50 -- 2- Atr. 8	Tecnologia	- Plano de gerenciamento de resíduos; - Programa de calibração de equipamentos;
CONFIABILIDADE DA TECNOLOGIA		
RDC/PORTARIA	Critério	Descritores do modelo
-- RDC 11 -- 4.15, 7.1 -- RDC 50 -- 2- Atr. 3	Infraestrutura	- Requisitos no domicílio do paciente para o atendimento;
-- RDC 11 -- 3.10, 4.13, 6.2 -- RDC 50 -- 2- Atr. 6	Recursos Humanos	- Manuais/normas técnicas de procedimentos; - Treinamento/capacitação;
PORTARIA 963 Art. 25 RDC 11 - 4.20, 8.5, 8.6 -- RDC 50 -- 2- Atr. 8	Tecnologia	- Equipamentos vinculados no serviço; - Sistema de controle de equipamentos; - Programa de manutenção de equipamentos; - Programa de calibração de equipamentos;

Fonte: Autor (2016).

Continuação Quadro 18 – Variáveis controláveis do modelo global: classificadas por indicador de segurança do paciente, confiabilidade da tecnologia e efetividade do serviço e gerenciadas pela Portaria 963 e as Resoluções RDC 11 e 50.

EFETIVIDADE DO SERVIÇO		
RDC/PORTARIA	Critério	Variáveis controláveis
-- RDC 11 -- 4.9.2, 4.9.4, 4.15, 8.7, 10.1, 4.15, 7.1 -- RDC 50 -- 2- Atr. 3	Infraestrutura	- Relatório de avaliação e evolução do serviço; - Sistema ou meio de comunicação de apoio/suporte logístico; - Requisitos no domicílio do paciente para o atendimento;
PORTARIA 963 Art. 7, 10 -- RDC 11 -- 3.10, 4.13, 4.17, 8.7.3, 4.13, 6.2 -- RDC 50 -- 2- Atr. 6	Recursos Humanos	- Equipe de profissionais para o atendimento domiciliar; - Manuais/normas técnicas de procedimentos; - Treinamento/capacitação;
PORTARIA 963 Art. 25 -- RDC 11 -- 4.14, 8.6 -- RDC 50 -- 2- Atr. 8	Tecnologia	- Equipamentos vinculados no serviço; - Programa de manutenção de equipamentos;

Fonte: Autor (2016).

O planejamento físico – funcional do processo tecnológico em saúde descentralizado do SOD baseia-se nas variáveis controláveis. Estas determinam as ações a serem desenvolvidas para a implementação tecnológica para gestão ubíqua.

O conjunto de descritores de qualidade vinculam-se com essas variáveis controláveis. Cada composição de variáveis propostas corresponde a uma abordagem onde não se utilizam parâmetros desvinculados da realidade, mas apresentam-se as diversas atribuições que acrescidas as características e especificidades da metodologia de gestão ubíqua, definirão a viabilidade de implementação da u-GTMH e do ambiente físico-funcional do processo tecnológico descentralizado.

5 DISCUSSÕES

Prevalência de doenças crônicas, envelhecimento da população e o atendimento domiciliar apresentam oportunidades como desafios para decisores políticos, pesquisadores e sociedade.

Serviços de saúde que atendem essas condições, apresentam um problema que ainda não é totalmente percebido pelos gestores de recursos tecnológicos: a gestão descentralizada da tecnologia em saúde.

Modelos com tecnologias emergentes propõem abordagens para gestão descentralizada de pacientes utilizando *smartphones*, sensores, redes de banda larga, armazenamento de informações em banco de dados e serviços sensíveis ao contexto para controle do comportamento do indivíduo.

Por exemplo, em Nakajima *et al.* (2013) os autores relataram o desenvolvimento de um *framework* com tecnologias para gestão da saúde do paciente. O *framework* estrutura-se em um ciclo com quatro etapas: medição (quantifica o fenômeno), reconhecimento (classifica condições normal/anormal), estimativa (implementa funções de diagnóstico e prognóstico) e evolução (melhora da saúde por meio de uma base de conhecimento).

Em contraste, a gestão ubíqua de tecnologia em saúde (u-GTMH), incorpora essa abordagem tecnológica e aprimora o conceito de processo tecnológico em saúde para estabelecer uma metodologia que integra: a análise e modelagem do PTS atual, tecnologias computacionais e de comunicação (sensores, redes de banda larga, *middleware*, sistemas de armazenamento) e ferramentas de decisão, que tornam a concepção de um serviço de Engenharia Clínica omnipresente.

Além disso, a metodologia de u-GTMH utiliza o modelo conceitual de sistemas de controle em rede e define um *framework* tecnológico para incorporar um gerenciamento abrangente da tecnologia em saúde e, ao mesmo tempo, manter a qualidade do processo tecnológico em saúde.

Em relação à categoria operacional da u-GTMH, esta mapeia o processo atual para associá-lo ao uso de tecnologias computacionais, ao igual que as abordagens de modelos existentes para serviços descentralizados baseados no CCM. Essa é a finalidade de técnicas de engenharia de software e os modelos UML que permitem especificar, projetar e implementar um PTS omnipresente.

Dessa forma a u-GTMH melhora a GTMH tradicional, concentrando-se na intervenção tecnológica que amplia a gestão dos domínios de infraestrutura, recursos humanos e tecnologia.

Referente ao ambiente de gestão ubíqua proposto pela categoria operacional, este incorpora módulos de soluções de software e hardware para os domínios de infraestrutura, recursos humanos e tecnologia.

Em relação ao módulo de solução de software para treinamento à distâncias dos recursos humanos, desenvolveu-se uma aplicação de treinamento digital multiplataforma para usuários/ familiares que permite capacitá-los na utilização e manuseio do equipamento CPAP, mas não incorpora dispositivos *wearables* para estimular uma educação e treinamento contínuo como na solução desenvolvida por Milani e Lavie (2014).

A implementação do módulo de solução de hardware para o sensoriamento da tecnologia em saúde (cilindros de oxigênio), incorpora métodos e tecnologias que tem sido propostas para inferir o fluxo do ar respiratório.

Os resultados dos testes de calibração desta solução apresentam semelhança com os resultados dos trabalhos de Zhe Cao e Rui-Yi. (2012) e Wei *et al.* (2011). As curvas de respostas foram equivalente as obtidas nos testes do trabalho de Wei *et al.* (2011), onde os autores utilizaram o mesmo sensor (MPXV7002) em uma faixa de pressão de 1,3 kPa até 1,70 kPa. Nos resultados de Zhe Cao e Rui-Yi. (2012) os testes foram realizados com duas variações: 1) faixa de tensão de 2,42 V até 2,47 V com um fluxo entre 0,1 até 1 L/min e 2) faixa de tensão de 2,4 V até 4 V com um fluxo entre 0 até 100 L/min.

Em relação à implementação do módulo de solução de hardware para o monitoramento de eventos de queda para idosos, este incorpora uma matriz de sensores capacitivos ao igual que os trabalhos de Savio e Ludwig (2007) e Contigiani *et al.* (2014). Pelo projetado pela solução em uma área de 250 cm x 250 cm, e comparando com o esperado por Savio e Ludwig (2007), ressalta-se que o método de sensores capacitivos possibilita a detecção de eventos de queda e obtenção de padrões de comportamento.

Além disso, ao confrontar a solução com o desenvolvido por Contigiani *et al.* (2014) para um ambiente de assistência em domicílio, os sensores capacitivos fora instalados sobre um suporte polimérico entre madeira. Por outro lado este tipo de soluções, carecem do custo/benefício para implementação como exposto por Al-Naimi *et al.* (2014), o qual evidencia que resistores de detecção de força são a melhor solução para implementação neste tipo de aplicações.

Referente ao estudo de caso, este apresenta-se como uma oportunidade de empreendimento para Engenharia Clínica com ações de u-GTMH. A existente necessidade de priorizar este serviço, bem como

uma das soluções dos problemas de superlotação hospitalar, tem enfrentado dificuldades de distintas ordens.

Destacam-se a deficiência no dimensionamento dos recursos tecnológicos, dos requisitos no domicílio do paciente para ao atendimento, na administração do serviço, da relação dos profissionais de saúde com usuários/familiares, a falta de informação em relação às tecnologias de informação e comunicação que podem ser aproveitadas como soluções de acessibilidade tendo em vista a distância entre o domicílio e o sistema assistencial da saúde.

Outro componente importante da u-GTMH é a categoria de decisão. A incorporação de MCDA facilitou a descrição e obtenção de múltiplas variáveis controláveis para os domínios do processo tecnológico em saúde do serviço descentralizado. Além disso, possibilitou a validação para implementar tecnologicamente a gestão ubíqua em relação à segurança do paciente, confiabilidade da tecnologia e efetividade do serviço.

Desta forma, verificou-se que as regionais de Florianópolis e Tubarão (gestão básica) possuem um desempenho global classificado como COMPROMETEDOR para implementar a u-GTMH.

A regional de Florianópolis teve um desempenho global de 22,93. Esse desempenho evidencia, por meio das avaliações parciais, que o estado atual da infraestrutura (7,43), recursos humanos (7,53) e tecnologia (7,97), demandam ações de aperfeiçoamento nos descritores e variáveis controláveis de maior peso.

A regional de Tubarão apresenta uma situação distinta. Os resultados apresentaram a menor avaliação dentro da amostra. O desempenho global foi de 20,43. Os descritores e variáveis controláveis de maior peso na infraestrutura (3,81) estão em uma condição comprometedoras que demandam ações de aperfeiçoamento. Os recursos humanos (8,54) e tecnologia (8,08), mesmo com uma condição comprometedoras, evidenciam que nos descritores e variáveis controláveis de maior peso realizam-se as ações mínimas de melhoria.

Entre as avaliações das restantes cinco regionais, uma é de gestão básica e apresentam desempenhos globais COMPETITIVOS para implementar a u-GTMH.

A regional de Lages apresenta um desempenho global de 33,14. Mas o estado atual dos recursos humanos (6,60) concentra as ações de melhoria em um descritor e uma variável controlável de maior peso. Na infraestrutura (13,92) e tecnologia (12,62), evidenciam da mesma forma, que um dos descritores e variáveis controláveis de maior peso concentra as ações de melhoria.

A regional de Jaraguá do Sul apresenta um desempenho global de 34,17. Na tecnologia (6,50) um descritor e variável controlável de maior peso é atendido com ações de aperfeiçoamento. A infraestrutura (17,38) e recursos humanos (10,30) evidenciam um aporte equivalente, já que em três dos descritores e variáveis controláveis de maior peso são realizadas ações de aperfeiçoamento.

Na regional de Joinville (35,39), a avaliação parcial em infraestrutura (14,23) evidencia três descritores e variáveis controláveis de maior peso com ações de melhoria, recursos humanos (11,79) evidencia dois descritores e variáveis controláveis de maior peso com ações de melhoria e tecnologia (9,37) evidencia ações de melhoria em três dos descritores e variáveis controláveis de maior peso.

Para a regional de Criciúma (35,32), na infraestrutura (17,47) são realizadas ações de melhoria em quatro descritores e variáveis controláveis, para recursos humanos (9,49) realizam-se as ações de melhoria em dois descritores e variáveis controláveis e na tecnologia (8,36) as ações de aperfeiçoamento realizam-se em dois descritores e variáveis controláveis.

A regional de Blumenau apresenta a maior avaliação dentro da amostra. O desempenho global foi de 36,91. A infraestrutura (14,58) aplica ações de melhoria em três dos descritores e variáveis controláveis de maior peso. Nos recursos humanos (9,46) e tecnologia (12,86) as ações de aperfeiçoamento são executadas em dois descritores e variáveis controláveis de maior peso.

Cabe destacar que, pelas avaliações parciais de toda a amostra, identificou-se que as ações de aperfeiçoamento estão focadas na melhoria contínua da infraestrutura. O fato de que a avaliação parcial dos recursos humanos apresente o menor número de ações de melhoria, pode ser pelo apoio esporádico de equipes de saúde primária e aos escassos métodos de capacitação para pacientes e familiares.

No caso da tecnologia, pode ser porque a manutenção e calibração de equipamentos depende da empresa terceirizada contratada pelo estado.

Referente aos descritores que o modelo de avaliação global implementou para validação da gestão ubíqua, o estudo de Boulton *et al.* (2008) contempla familiares e a eficiência dos recursos tecnológicos como fatores desejáveis para melhorar a qualidade de vida do paciente. Os descritores de cuidadores, programa de manutenção e calibração de equipamentos do modelo de avaliação global implementaram-se como

resposta à melhora da segurança do paciente e confiabilidade da tecnologia

A revisão sistemática de Bruin *et al.* (2012) reforça os indicadores descritos acima e incorpora equipamentos do serviço, uso da tecnologia, registro eletrônico do paciente e controle da doença para manter um serviço de qualidade. No modelo global, os descritores de: prontuário registro medico do paciente, equipamentos vinculados no serviço, treinamento/capacitação e relatório de condição de saúde e doença do paciente focam-se na efetividade do serviço.

Dorr *et al.* (2006) focam-se no indicador de qualidade na execução do serviço promovendo a disponibilidade dos recursos. No modelo de avaliação global esse indicador equivale ao descritor de relatório de avaliação e evolução do serviço.

Em relação aos restantes oito descritores implementados no modelo não foi encontrada evidência de implementação na literatura. Desta forma podem ser consideradas iniciativas, de uma melhoria continua da qualidade do serviço em relação segurança do paciente, confiabilidade da tecnologia e efetividade do serviço.

Cabe salientar, que a u-GTMH pode ser diversificada para qualquer serviço de saúde descentralizado. Todas as fases da metodologia são necessárias, no entanto, entre uma das condições é requerida a execução da fase de análise do processo tecnológico em saúde.

É a partir dessa fase que são identificadas as condições atuais dos elementos (infraestrutura, recursos humanos e tecnologia) e estabelecem-se as características das intervenção tecnológicas subsequentes. Além disso, essa fase permite a elaboração da estrutura hierárquica arborizada do qual depende a construção do modelo global de avaliação.

6 CONCLUSÃO

A prestação de serviços de saúde sob a forma de modelos descentralizados é inevitável em resposta às pressões econômicas e políticas, assim como dos problemas crônicos de saúde da população.

Esses fatores motivaram o desenvolvimento do presente trabalho de doutorado, o qual visa contribuir e aportar com uma metodologia de gestão ubíqua da tecnologia em saúde, onde a distância não seja obstáculo à Engenharia Clínica para a realização da gestão eficiente do processo tecnológico em saúde.

Como aporte e originalidade desta pesquisa à Engenharia Clínica destacam-se os seguintes aspectos:

- Definição do conceito de gestão ubíqua. Este conceito orienta uma atuação no processo tecnológico em saúde possibilitando em qualquer lugar e momento atividades de gestão. Além disso, procura analisar e implementar a forma que as tecnologias emergentes interverão nos próximos anos na Engenharia Clínica. Especificamente, trata-se de uma visão do poder de processamento computacional dentro do processo tecnológico em saúde.
- Para estruturar este contexto, foi proposto o modelo u-GTMH que atende serviços de saúde descentralizados abordando o processo tecnológico em saúde como um sistema de controle em rede retroalimentado e avaliado por variáveis controláveis.
- Para implementar o modelo u-GTMH proposto, um *framework* para Domínios Ubíquos *u-FreDom* caracteriza uma abordagem de construção de estruturas ubíquas baseada na: interconectividade, acesso e armazenamento distribuído; aplicações de treinamento online e sensoriamento no PTS.
- Definição de uma proposta de metodologia com duas categorias sistemáticas para a implementação da gestão ubíqua. A categoria operacional, resolve o problema da ubiquidade do PTS fazendo uso de uma rede de banda larga, capacitação online multiplataforma e tecnologia de sensores. A categoria de decisão, com a fermenta MCDA, estabelece ações de melhora contínua por meio de variáveis controláveis que avalia o desempenho parcial e global do PTS, garantindo a segurança do paciente, confiabilidade da tecnologia e efetividade do serviço.

Estes aportes inovam o processo tecnológico em saúde tornando-o parte de um sistema com tecnologias pervasivas que pode ser visto sob a perspectiva funcional, (recursos humanos) com treinamento *online* contínuo e sob a perspectiva sistemática, (infraestrutura e tecnologia) contribuindo significativamente para a qualidade do serviço, a segurança do paciente e a disponibilidade da tecnologia.

Com base nesta pesquisa, a Engenharia Clínica deve ser capaz de continuar e desenvolver futuros procedimentos de gestão ubíqua para o aperfeiçoamento da gestão de tecnologia em saúde e melhorar a sua integração em ambientes descentralizados do sistema de assistência em saúde.

Finalmente, como recomendações para trabalhos futuros em decorrência do desenvolvimento do presente trabalho surgiram vários desafios julgados relevantes:

- Desenvolvimento de software *middleware* e hardware para acesso à rede, considerados alicerces para a mobilidade;
- Desenvolvimento de sistemas para o processamento e armazenamento e gerenciamento de grandes volumes de dados dos processos tecnológicos em saúde descentralizados;
- Desenvolvimento de tecnologias digitais assistivas no domicílio, (*smart appliance*) para as necessidades da população em envelhecimento;
- Desenvolvimento de material digital de treinamento/capacitação para usuários e profissionais de outros processos tecnológicos descentralizados;
- Desenvolver outros testes de campo para quantificar variáveis da gestão de tecnologia em saúde (economia gerada, ganhos no tempo de atendimento, intervenções executadas, tempo de inatividade, reparos repetidos, tempo de resposta, custo de manutenção, etc.);
- Implantar em um processo tecnológico em saúde descentralizado, GTMH e u-GTMH a fim de verificar o impacto da gestão e gerenciamento ubíquo;

REFERÊNCIAS

- ABDALLAH , L. EverCare Nurse Practitioner Practice Activities: Similarities and Differences across Five Sites. **Journal of the American Academy of Nurse Practitioners**, v. 17, n. 9, p. 355-362, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-7599.2005.00063.x>>.
- AL-NAIMI, I; Wong, C; Moore, P; Chen, X. **Advanced approach for indoor identification and tracking using smart floor and pyroelectric infrared sensors**. 5th International Conference on Information and Communication Systems. Irbid: [s.n.]. 2014. p. 1-6.
- AMELUNG, V.; HILDEBRANDT, H.; WOLF, S. Integrated care in Germany—a stony but necessary road! **International Journal of Integrated Care**, v. 12, p. 12-16, 2012. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3429136/pdf/ijic2012-201216.pdf>>.
- ARAUJO, G; Freire, R; Silva, J; Oliveira , A; Jaguaribe, E. Breathing flow measurement with constant temperature hot-wire anemometer for forced oscillations technique. **Instrumentation and Measurement Technology Conference Proceedings**, v. 1, p. 730-733, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/IMTC.2004.1351149>>.
- ARMSTRONG, B; Gillespie, J; Leeder, S; Rubin, G; Russell, L. Challenges in health and health care for Australia. **Medical Journal of Australia**, v. 187, n. 9, p. 485-489, 2007. Disponível em: <https://www.mja.com.au/system/files/issues/187_09_051107/arm11047_fm.pdf>.
- AUD , M; Abbott , C; Tyrer , H; Neelgund , R; Shriniwar , U; Mohammed , A; Devarakonda , K. Smart Carpet: Developing a Sensor System to Detect Falls and Summon Assistance. **Journal of Gerontological Nursing**, v. 36, n. 7, p. 8-12, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3928/00989134-20100602-02>>.
- AVELAR, P. **Modelo de plataforma e-saúde como estratégia de gestão de tecnologia médico-hospitalar no home care**: a engenharia clínica incorporada ao sistema de home care. Florianópolis: Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2007. 132 p. Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.
- BARBERAN, A; Vogiatzis, I; Solberg, H; Vilaró, J; Rodríguez, D; Garåsen, H; Troosters , T; Garcia, J; Roca, J; NEXES Consortium. Effects and barriers to deployment of telehealth wellness programs for chronic patients across 3 European countries. **Respiratory Medicine**, v. 108, n. 4, p. 628-637, 2014.
- BARDRAM, J. Pervasive healthcare as a scientific discipline. **Journal in Methods of Information in Medicine**, v. 47, n. 3, p. 178-185, 2008.

BARDRAM, J.; MIHAILIDIS, A.; WAN, D. **Pervasive Computing in Healthcare**. 1. ed. New York: Taylor & Francis Group, CRC Press, 2006. 3-20 p.

BARLOW, J.; BAYER, S.; CURRY, R. Implementing complex innovations in fluid multi-stakeholder environments: Experiences of 'telecare'. **Technovation**, v. 26, n. 3, p. 396-406, 2006.

BAUER, U; Briss, P; Goodman, R; Bowman, B. Prevention of chronic disease in the 21st century: elimination of the leading preventable causes of premature death and disability in the USA. **The Lancet**, v. 384, n. 9937, p. 45-52, 2014. Disponivel em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60648-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60648-6)>.

BECERRIL-ALQUICIRA, A.; ORTIZ-POSADAS, M. Improvement of the Health Technology Management Process of the Public Health Service in Morelos using the Six Sigma Methodology. **Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology** , Buenos Aires, p. 450-453, 2010. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.1109/IEMBS.2010.5627370>>.

BERNSTEIN , P. Middleware: a model for distributed system services. **Communications of the ACM**, v. 39, n. 2, p. 86-98, 1996.

BERTA, W; Laporte, A; Deber, R; Baumann, A; Gamble, B. The evolving role of health care aides in the long-term care and home and community care sectors in Canada. **Human Resources for Health**, v. 11, n. 25, 2013. Disponivel em: <DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1478-4491-11-25>>.

BEYETTE, F; Kost, G; Gaydos, C; Weigl, B. Point-of-Care Technologies for Health Care. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, , v. 58, n. 3, p. 732-735, 2011.

BLAKE, A; Morgan, K; Bendall, M; Dallosso, H; Ebrahim, S; Arie, T; Fentem, P; Basse, E. FALLS BY ELDERLY PEOPLE AT HOME: PREVALENCE AND ASSOCIATED FACTORS. **Age Ageing**, v. 17, n. 6, p. 365-372, 1988. Disponivel em: <<https://dx.doi.org/10.1093/ageing/17.6.365>>.

BLANCO, T.; MARCO, A.; CASAS, R. Online social networks as a tool to support people with special needs. **Computer Communications**., p. 1-17, 2015.

BLOOM, D; Cafiero, E; Jané-Llopis, E; Abrahams-Gessel, S; Bloom, L; Fathima, S; Feigl, A; Gaziano, T; Mowafi, M; Pandya, A; Pretzner, K; Rosenberg, L; Seligman, B; Stein, A; Weinstein, C. **The Global Economic Burden of Noncommunicable Diseases**. World Health Organization. Geneva, p. 48. 2011.

BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. **UML Guia do usuário**. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

BOULT, C; Reider, L; Frey, K; Leff, B; Boyd, C; Wolff, J; Wegener, S; Marsteller, J; Karm, L; Scharfstein, D. Multidimensional Geriatric Assessment: Multidimensional Geriatric Assessment: Back to the Future Early Effects of “Guided Care” on the Quality of Health Care for Multimorbid Older Persons: A Cluster-Randomized Controlled Trial. **Journal of Gerontology: Medical Sciences**, v. 63, n. 3, p. 321-327, 2008. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18375882>>.

BOULT, C.; KARM, L.; GROVES, C. Improving Chronic Care: The “Guided Care” Model. **The Permanente Journal**, v. 12, n. 1, p. 50-54, 2008. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3042340/pdf/i1552-5775-12-1-50.pdf>>.

BOUWMEESTER, C. The PACE Program: Home-Based Long-Term Care. **The Consultant Pharmacist**, v. 7, n. 1, p. 24-30, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4140/TCP.n.2012.24>>.

BOWEN, J; Stevens, D; Sixta, C; Provost, L; Johnson, J; Woods, D; Wagner, E. Developing measures of educational change for academic health care teams implementing the chronic care model in teaching practices. **Journal of General Internal Medicine**, v. 25, n. 4, p. 586-592, 2010. Disponível em: <DOI: <http://www.dx.doi.org/10.1007/s11606-010-1358-1>>.

BOYD, C; Frey, L; Scharfstein, D; Leff, B; Wolff, J; Groves, C; Karm, L; Wegener, S; Marsteller, J; Boulton, C. The Effects of Guided Care on the Perceived Quality of Health Care for Multi-morbid Older Persons: 18-Month Outcomes from a Cluster-Randomized Controlled Trial. **Journal of General Internal Medicine**, v. 25, n. 3, p. 235-242, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11606-009-1192-5>>.

BRASIL. **RDC Nº. 50, de 21 de Fevereiro de 2002. Regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde.** ANVISA Resolução da Diretoria Colegiada. Brasília. 2002.

BRASIL. **RDC Nº11, DE 26 DE JANEIRO DE 2006. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Funcionamento de Serviços que prestam Atenção Domiciliar.** ANVISA RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA. Brasília. 2006.

BRASIL. **MINISTRO DE ESTADO DA SAÚDE. PORTARIA Nº 963, DE 27 DE MAIO DE 2013 Redefine a Atenção Domiciliar no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS).** Brasília. 2013.

BRETON, V.; SOLOMONIDES, A.; MCCLATCHEY, R. **A perspective on the Healthgrid initiative.** IEEE International Symposium on Cluster Computing and the Grid. Washington: IEEE. 2004. p. 434-439.

BRUIN, S; Versnel, N; Lemmens, L; Molema, C; Schellevis, F; Nijpels, G; Baan, C. Comprehensive care programs for patients with multiple chronic conditions: A systematic literature review. **Health policy**, v. 107, n. 2-3, p. 108-145, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.healthpol.2012.06.006>>.

CAMPBELL, A; Reinken, J; Allan, B; Martinez, G. FALLS IN OLD AGE: A STUDY OF FREQUENCY AND RELATED CLINICAL FACTORS. **Age Ageing**, v. 10, n. 4, p. 264-270, 1981. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1093/ageing/10.4.264>>.

CAMPBELL, A; Borrie, M; Spears, G; Jackson, S; Brown, J; Fitzgerald, J. Circumstances and Consequences of Falls Experienced by a Community Population 70 Years and over during a Prospective Study. **Age Ageing Age Ageing**, v. 19, n. 2, p. 136-141, 1990. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1093/ageing/19.2.136>>.

CANNY, J. The Future of Human-Computer Interaction. **ACM Queue**, New York, v. 4, n. 6, p. 24-32, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1145/1147518.1147530>>.

CAO, Z.; ZHU, R.; QUE, R. A Wireless Portable System With Microsensors for Monitoring Respiratory Diseases. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, v. 59, n. 11, p. 3110-3116. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/TBME.2012.2211354>>.

CASTAÑEDA, W. **Novo paradigma de engenharia clínica na integração de TIC's para criação de ambientes ubíquos e de interoperabilidade na saúde**. Florianópolis: Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2011. 128 p. Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.

CHIEN, C.; HUANG, Y.; CHONG, F. A framework of medical equipment management system for in-house clinical engineering department. **Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology**, Buenos Aires, p. 6054-6057, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/IEMBS.2010.5627617>>.

COLEMAN, K; Austin, B; Brach, C; Wagner, E. Evidence On The Chronic Care Model In The New Millennium. **Health Affairs**, v. 28, n. 1, p. 75-85, 2009.

CONTIGIANI, M; Frontoni, E; Mancini, A; Gatto, A. **Indoor people localization and tracking using an energy harvesting smart floor**. 10th International Conference on Mechatronic and Embedded Systems and Applications. Senigallia: IEEE. 2014. p. 1-5.

CORNELL UNIVERSITY; INSEAD; WIPO. **The Global Innovation Index 2013 The Local Dynamics of Innovation**. 1. ed. Geneva: Cornell University, INSEAD, and WIPO, v. 1, 2013. Disponivel em: <http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/economics/gii/gii_2013.pdf>.

COSTA, C; Barbosa, J; da Silva, L; Yamin, A; Geyer, C. **Continuum: A service-based software infrastructure for ubiquitous computing**. IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications. Galveston: IEEE. 2009. p. 1-4.

COSTA, C; Kellermann, F; Antunes, R; Cavalheiro, L; Yamin, A; Geyer, C. A Primer of Ubiquitous Computing Challenges and Trends. In: NETO, F.; NETO, P. **Designing Solutions-Based Ubiquitous and Pervasive Computing: New Issues and Trends**. New York: IGI Global, 2010. p. 366.

DADUNASHVILI, S. Becoming of Ubiquitous Sensors for Ubiquitous Healthcare. In: JAFFRAY , D. **World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering**. Toronto: Springer International Publishing, 2015. p. 416-418. Disponivel em: <https://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-19387-8_345>.

DAMASCENO, H.; BARBOSA, J. A Model for Ubiquitous Care of Noncommunicable Diseases. **IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics**, v. 18, n. 5, p. 2168-2194, 2014.

DAVIES, R; Galway, L; Nugent, C; Jamison, C; Gawley, R; McCullagh, P; Zheng, H; Black, N. **A platform for self-management supported by assistive, rehabilitation and telecare technologies**. International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare. Dublin: IEEE. 2011. p. 458-460.

DELON, S.; MACKINNON, B.; ALBERTA HEALTH CDM ADVISORY COMMITTEE. Alberta's systems approach to chronic disease management and prevention utilizing the expanded chronic care model. **Healthcare Quarterly**, Toronto, v. 13, p. 98-104, 2009. Disponivel em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20057258>>.

DHAWAN, A; Heetderks, W; Pavel, M; Acharya, S; Akay, M; Mairal, A; Wheeler, B; Dacso, C; Sunder, T; Lovell, N; Gerber, M; Shah, M; Senthilvel, S; Wang, M; Bhargava, B. Current and Future Challenges in Point-of-Care Technologies: A Paradigm-Shift in Affordable Global Healthcare With Personalized and Preventive Medicine. **IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine** , v. 3, p. 10, 2015.

DIJEMENI , E.; DICKINSON, R. **Portable mobile real time oxygen monitoring auto-ventilation system**. E-Health and Bioengineering Conference. Iasi: IEEE. 2013. p. 1-4.

DISHONGH, T.; MCGRATH, M. **Wireless Sensor Networks for Healthcare Applications**. Norwood: Artech House, 2010.

DONG-HEE, S. **A Realization of Pervasive Computing**: Ubiquitous City. Proceedings of Technology Management for Global Economic Growth. Phuket: IEEE. 2010. p. 1-10.

DORR, D; Wilcox, A; Burns, L; Bruner, C; Narus, S; Clayton, P. Implementing a Multidisease Chronic Care Model in Primary Care Using People and Technology. **Disease Management**, p. 1-15, 2006. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.1089/dis.2006.9.1>>.

EBOLI, A; Silva, E; Costa , E; Bassani, J. Using GETS for medical technology management: A drill down case study. **Pan American Health Care Exchanges**, Rio de Janeiro, p. 281-286, 2011. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.1109/PAHCE.2011.5871905>>.

ECONOMICS AND STATISTICS ADMINISTRATION - USA. **The Older Population: 2010 Census Briefs**. Economics and Statistics Administration - USA. [S.l.]. 2011.

EISLER, G.; TAN , J.; SHEPS, S. From Theory to Practice: Healthcare Technology Management (HCTM) Conceptualization, Measures, and Practices. In: TAN, J. **Healthcare Information Systems and Informatics: Research and Practices**. Hershey: IGI Global, 2008. p. 392-416. Disponivel em: <<https://www.dx.doi.org/10.4018/978-1-59904-690-7.ch020>>.

EL KHADDAR, M; Harroud, H; Boulmalf, M; Elkoutbi, M; Habbani, A. **Emerging wireless technologies in e-health trends, challenges, and framework design issues**. International Conference on Multimedia Computing and Systems. Tangier: IEEE. 2012. p. 440-445.

ELISSEN, A; Steuten, L; Lemmens, L; Drewes, H; Lemmens, K; Meeuwissen, J; Baan, C; Vrijhoef, H. Meta-analysis of the effectiveness of chronic care management for diabetes: investigating heterogeneity in outcomes. **Journal of Evaluation in Clinical Practice**, v. 19, n. 5, p. 753-762, 2013. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2753.2012.01817.x>>.

ELMUTI, D; Khoury, G; Omran, O; Abou-Zaid, A. Challenges and Opportunities of Health Care Supply Chain Management in the United States. **Health Marketing Quarterly**, v. 30, n. 2, p. 128-143, 2013.

EPSTEIN, R; STREET, R. The Values and Value of Patient-Centered Care. **Annals of Family Medicine**, v. 9, n. 2, p. 100-103, 2011.

FEKI , M.; MOKHTARI, M. Context Awareness for Pervasive Assistive Environment. In: KHALIL, I. **Handbook of Research on Mobile Multimedia**. Hershey: IGI Global, 2009. p. 946-960. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.4018/978-1-60566-046-2.ch065>>.

FELDER, R.; ALWAN, M.; ZHANG, M. **Systems Engineering Approach to Medical Automation**. Norwood: ARTECH HOUSE, 2008.

FERNANDES, J.; MACHADO, R.; CARVALHO, J. Model-Driven Development for Pervasive Information Systems. In: MOSTEFAOUI, S.; MAAMAR, Z.; GIAGLIS, G. **Advances in Ubiquitous Computing: Future Paradigms and Directions**. New York: IGI Global, 2008. p. 45-82.

FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; EHROGOTT, M. **Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys**. New Yoirk: Springer New York, v. 78, 2005.

FORTNEY, J; Burgess, J; Bosworth, H; Booth, B; Kaboli, P. A re-conceptualization of access for 21st century healthcare. **Journal of General Internal Medicine**, v. 26, n. 2, p. 639-647, 2011.

FOSTER, I.; KESSELMAN, C. **The Grid 2: Blueprint for a New Computing Infrastructure**. 2. ed. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2004. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.1016/B978-155860933-4/50000-6>>.

FRASER, A; Howard, M; Alder, J; Boobier, S; Burke, V; Chambers, J. Across cultures implementing the Evercare model. **Nursing Older People**, v. 17, n. 7, p. 16-19, 2005. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.7748/nop2005.10.17.7.16.c2388>>.

FREESCALE SEMICONDUCTOR. Data Sheet: Technical Data MPXV7002. **Freescale**, 2015. Disponivel em: <https://www.freescale.com/files/sensors/doc/data_sheet/MPXV7002.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2015.

FREITAS, L; Pereira, R; Pereira, H; Martini, R; Mozzaquatro, B; Kasper, J; Librelotto, G. A Methodology for an Architecture of Pervasive Systems to Homecare Environments. **Procedia Technology**, v. 5, p. 820-829, 2012.

FRIEDEN, T. A Framework for Public Health Action: The Health Impact Pyramid. **American Journal of Public Health**, v. 100, n. 4, p. 590-595, 2010. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.2105%2FAJPH.2009.185652>>.

FUCHS, V. New Priorities for Future Biomedical Innovations. **The New England Journal of Medicine**, Stanford, v. 363, n. 8, p. 704-706, 2010.

GILBERT, H. **The ABC of TCP/IP**. 2. ed. Florida: CRC Press, 2003.

GUEDERT, D. **Sistema de gerenciamento de equipamentos eletromédicos: metodologias de TI para engenharia clínica**. Florianópolis: Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2006. 108 p. Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.

GUPTA, R.; MO-YUEN, C. Networked Control System: Overview and Research Trends. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, v. 57, n. 7, p. 2527-2535, 2010.

HALAWEH, M. Emerging Technology: What is it? **journal of Technology Management & Innovation**, v. 8, n. 3, p. 108-115, 2013.

HANSMANN, U; Merk, L; Nicklous, M; Stober, T. **Pervasive Computing Handbook**. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2001.

HEIMANN, P.; ISSAKOV , A.; KWANKAM, Y. The Essential Health Care Technology Package. In: DYRO, J. **Clinical Engineering Handbook**. Burlington: Academic Press, 2004. p. 163-170. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.1016/B978-012226570-9/50049-1>>.

HELAL, S; Mann, W; El-Zabadani, H; King, J; Kaddoura , Y; Jansen, E. The Gator Tech Smart House: a programmable pervasive space. **Computer**, v. 38, n. 3, p. 50-60, 2005. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.1109/MC.2005.107>>.

HIRTH, V.; BASKINS, J.; DEVER-BUMBA, M. Program of all-inclusive care (PACE): past, present, and future. **Journal of Post-Acute and long-term Care Medicine**, v. 10, n. 3, p. 155-160, 2009.

HO LEE, S.; YIGITCANLAR , T.; WONG, J. Ubiquitous and Smart System Approaches to Infrastructure Planning: Learnings From Korea, Japan and Hong Kong. In: YIGITCANLAR, T. **Sustainable Urban and Regional Infrastructure Development: Technologies, Applications and Management**. [S.l.]: IGI Global, 2010. p. 165-182.

HOLMAN, J. **Métodos Experimentales para Ingenieros**. 4. ed. México: McGRAW-HILL, 1981.

HUANG, D.; NGUANG, S. **Robust Control for Uncertain Networked Control Systems with Random Delays**. Berlin: Springer, 2009.

HUSSAIN, M; Al-Haiqi, A; Zaidan, A; Zaidan, B; Kiah, M; Anuar, N; Abdulnabi, M. The landscape of research on smartphone medical apps: Coherent taxonomy, motivations, open challenges and recommendations. **Computer Methods and Programs in Biomedicine.**, v. 122, n. 3, p. 393-408, 2015.

HWANG, J. u-City: The Next Paradigm of Urban Development. In: FOTH, M. **Urban Informatics. The Practice and Promise of the Real-Time City**. [S.l.]: IGI Global, 2009. p. 367-378.

ISERN, D; Marin, L; Valls, A; Moreno, A. **The Unbalanced Linguistic Ordered Weighted Avering Operator**. Barcelona: IEEE. 2010. p. 1-8.

JAE-HYOUNG, C; Yoon-Hee, Ch; Mi-Ja, K; Hun-Sung, K; Jeong-Ah, S; Jin-Hee, L; Kun-Ho, Y. **Urgent Need of Ubiquitous Healthcare for Chronic Disease Management:** Focused on Diabetes for the First Step. International Symposium on Applications and the Internet. Seoul: IEEE. 2010. p. 379-382.

JENSEN, K. Flow measurements. **Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering**, v. 26, n. 4, p. 400-419, 2004. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1678-58782004000400006>>.

JUDD, T. National Health Technology Policy. In: DYRO, J. **Clinical Engineering Handbook**. Burlington: Academic Press, 2004. p. 159-162. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.1016/B978-012226570-9/50048-X>>.

KAUTTO, V. Middleware for Pervasive Computing. **HUT**, p. 1-12, 2001. Disponivel em: <http://www.tml.tkk.fi/Studies/Tik-111.590/2001s/papers/vesa_kautto.pdf>.

KAWASHIMA, H. A database infrastructure for supporting applications of ubiquitous sensor networks. **International Conference on Networked Sensing Systems**, Kanazawa, p. 252-252, 2008. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.1109/INSS.2008.4610846>>.

KAYE, J.; ZITZELBERGER, T. Overview of healthcare, disease, and disability. In: BARDRAM, J.; MIHAILIDIS, A.; WAN, D. **Pervasive computing in healthcare**. New York: CRC Press, 2007. p. 3-19.

KIMANI, S; Gabrielli, S; Catarci, T; Dix, A. Designing for Tasks in Ubiquitous Computing: Challenges and Considerations. In: MOSTEFAOUI, S.; MAAMAR, Z.; GIAGLIS, G. **Advances in Ubiquitous Computing: Future Paradigms and Directions**. New York: IGI Publishing, 2008. p. 376.

KITCHEN, G.; HUMPHREYS, J. Serious games in medical education. Do they have a role in anaesthetic training. **Trends in Anaesthesia and Critical Care**, v. 4, n. 2-3, p. 63-66, 2014.

KLACK, L; Möllering , C; Ziefle, M; Schmitz-Rode , T. Future Care Floor: A Sensitive Floor for Movement Monitoring and Fall Detection in Home Environments. In: LIN, J.; NIKITA, K. **Wireless Mobile Communication and Healthcare**. [S.l.]: Springer Berlin Heidelberg, v. 55, 2011. p. 211-218. Disponivel em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-20865-2_27>.

KOCH, S. Ubiquitous Care in Aging Societies – A Social Challenge. In: _____ **Studies in health technology and informatics**. [S.l.]: IOS Press, v. 134, 2008. p. 89-95. Disponivel em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18376036>>.

KOCH, S. Ubiquitous care in aging societies - a social challenge. **Studies in Health Technology and Informatics**, v. 134, p. 89-95, 2008. Disponivel em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18376036>>.

KRAMER-KILE, M; Osuji, J; Larsen, P; Lubkin, I. **Chronic Illness in Canada Impact and intervention**. Burlington: Jones&Bartlett Learning, 2014. 29-42 p.

KUNIAVSKY, M. **SMART THINGS UBIQUITOUS COMPUTING USER EXPERIENCE DESIGN**. Burlington: Elsevier, 2010.

KURAMITSU, K.; SAKAMURA, K. Towards ubiquitous database in mobile commerce. **International workshop on Data engineering for wireless and mobile access**, New York, p. 84-89, 2001. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.1145/376868.376908>>.

LEI, H.; BLOUNT , M.; TAIT, C. DataX: an approach to ubiquitous database access. **Second IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications**, New Orleans, p. 70-79, 1999. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.1109/MCSA.1999.749279>>.

LEMMENS, K; Lemmens, L; Boom, J; Drewes, H; Meeuwissen, J; Steuten, L; Vrijhoef, H; Baan, C. Chronic care management for patients with COPD: a critical review of available evidence. **Journal of Evaluation in Clinical Practice**, v. 19, n. 5, p. 734-752, 2013. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2753.2011.01805.x>>.

LIU, Y. China's public health-care system: facing the challenges. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 82, n. 7, p. 532-538, 2004. Disponivel em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2622899/pdf/15500285.pdf>>.

LONGARAY, A; Ensslin, L; Ensslin, S; Rosa, I. Assessment of a Brazilian public hospital's performance for management purposes: A soft operations research case in action. **Operations Research for Health Care**, v. 5, p. 28-48, 2015. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.orhc.2015.05.001>>.

LORD, S; Sambrook, P; Gilbert, C; Kelly, P; Nguyen, T; Webster, I; Eisman, J. Postural stability, falls and fractures in the elderly: Results from the Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study. **Maturitas**, v. 21, n. 2, p. 161, 1995. Disponivel em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0378-5122\(95\)90008-X](http://dx.doi.org/10.1016/0378-5122(95)90008-X)>.

LUCATELLI, M. **Proposta de aplicação da manutenção centrada em confiabilidade em equipamentos médico-hospitalares**. Florianópolis: Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. 286 p. Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.

LUUKINEN, H; Koski, K; Laippala , P; Kivela, S. Predictors for recurrent falls among the home-dwelling elderly. **Scandinavian Journal of Primary Health Care**, v. 13, n. 4, p. 294-299, 1995. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.3109/02813439508996778>>.

MAISONNEUVE, C.; MARTINS, J. A Projection Method for Public Health and Long-Term Care Expenditures. **OECD Economics Department Working Papers**, n. 1048, p. 75, 2013. Disponível em: <http://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-economics-department-working-papers_18151973;jsessionid=k1j17xe8q3k4.x-oecd-live-02>.

MARGOTTI, A. **Metodologia para incorporação de equipamento médico-assistencial em hospitais utilizando a avaliação de tecnologia em saúde na engenharia clínica**. Florianópolis: Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2012. 154 p. Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.

MERABTI, M.; FERGUS, P.; ABUELMA'ATTI, O. Networked Appliances and Home Networking: Internetworking the Home. In: SYMONDS, J. **Ubiquitous and Pervasive Computing: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications**. New York: IGI Global, v. 1, 2010. p. 171-180.

MILANI, R.; LAVIE, C. Health care 2020: reengineering health care delivery to combat chronic disease. **The American Journal of Medicine**, v. 128, n. 4, p. 337-343, 2014.

MIN, M. Data-Driven Database Middleware for Ubiquitous Sensor Networks. **International Conference on Information Science and Applications**, Suwon, p. 1-2, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/ICISA.2013.6579451>>.

MINIATI, R.; IADANZA, E.; DORI, F. **Clinical Engineering**. Boston: Academic Press, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-803767-6.00015-5>>.

MISHRA, J.; MOHANTY, A. **Software Engineering**. 1. ed. New Delhi: Pearson, 2012.

MOON, J.; KIM, D. **Context-Aware Business Process Management for Personalized Healthcare Services**. International Conference on Services Computing. Santa Clara, CA : IEEE. 2013. p. 757 - 758.

MORAES, L. **Metodologia para auxiliar na definição de indicadores de desempenho para a gestão da tecnologia médico-hospitalar**. Florianópolis: Departamento de Engenharia Elétrica, Instituto de Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Santa Catarina, 2007. 253 p. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica).

MORAES, L; Garcia, R; Ensslin, L; Conceição, M; Carvalho, S. The multicriteria analysis for construction of benchmarkers to support the Clinical Engineering in the Healthcare Technology Management. **European Journal of Operational Research**, v. 200, n. 2, p. 607-615, 2010.

MORAES, L.; GARCIA, R. Proposta de um Modelo de Gestão da Tecnologia Médico-Hospitalar. **CLAEB IFMBE Proceedings**, João Pessoa, v. 5, p. 309-312, 2004.

NAKAJIMA, H.; SHIGA, T.; HATA, Y. Systems Health Care: Health Management Technology. **International Symposium on Multiple-Valued Logic**, Toyama, p. 6-11, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/ISMVL.2013.55>>.

NASEER, A.; STERGIOULAS, L. **Discovering HealthGrid Services**. International Conference on Services Computing. Chicago: IEEE. 2006. p. 301-306.

NATIONAL ACADEMY FOR STATE HEALTH POLICY - USA. Across cultures implementing the Evercare model. **Nursing Older People**, v. 17, n. 7, p. 16-19, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.7748/nop2005.10.17.7.16.c2388>>.

NAVARRO-PRIETO, R.; BERBEGAL, N. Convergence Broadcast and Telecommunication Services: What are Real Users' Needs? In: SYMONDS, J. **Ubiquitous and Pervasive Computing: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications**. New York: IGI Global, v. 1, 2010. p. 353-369.

NUGENT, C. **Delivering care at home through a smarter environment**. International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare. Dublin: IEEE. 2011. p. 475-477.

NUÑO, R. Atención innovadora a las condiciones crónicas: más necesaria que nunca. **Revista de Innovación Sanitaria y Atención Integrada**, v. 1, n. 3, p. 1-8, 2009. Disponível em: <<http://pub.bsalut.net/risai/vol1/iss3/2/>>.

NUÑO, R.; Coleman, K; Bengoa, R; Sauto, R. Integrated care for chronic conditions: The contribution of the ICCC Framework. **Health Policy**, v. 105, n. 1, p. 55-64, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.healthpol.2011.10.006>>.

OLIVEIRA, M. et al. Control system for continuous positive airway pressure. **Brazilian Journal of Biomedical Engineering**, v. 30, n. 2, p. 102-113, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/rbeb.2014.017>>.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **OECD Reviews of Health Systems Mexico**. [S.l.], p. 155. 2005.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **ICTs and the Health Sector.:** Towards Smarter Health and Wellness Models. [S.l.]: OECD Publishing, 2013. 178 p.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **OECD Reviews of Health Systems: México 2016**. [S.l.], p. 35. 2016.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE -OPAS. **Doenças crônicas não transmissíveis: Estratégias de controle e desafios e para os sistemas de saúde**. Brasília, p. 92. 2011.

ORR, R.; ABOWD, G. **The Smart Floor: A Mechanism for Natural User Identification and Tracking**. Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems. [S.l.]: ACM Press. 2000. p. 1-6.

OSAKA, W. **Plataforma para auxílio ao gerenciamento da tecnologia médico-hospitalar em ambientes assistenciais de saúde usando RFID**. Florianópolis: Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2010. 110 p. Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.

PAIM, J; Travassos, C; Almeida, C; Bahia, L; Macinko, J. The Brazilian health system: history, advances, and challenges. **The Lancet**, v. 377, n. 9779, p. 1778-1797, 2011.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION - PAHO. **Innovative Care for Chronic Conditions: Organizing and Delivering High Quality Care for Chronic Noncommunicable Diseases in the Americas**. Washington: WHO, 2013. 103 p. Disponível em: <http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=8500%3A2013-innovative-delivering-high-quality-care-chronic-noncommunicable-diseases&catid=5294%3Acncd-integrated-management-invisible&Itemid=39960&lang=en>.

PARK, D. Strategies for application of ubiquitous technology. **World hospitals and health services: the official journal of the International Hospital Federation**, v. 45, n. 2, p. 8-11, 2009. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19761013>>.

PARK, K.; GUTIÉRREZ, J. Basics of Ubiquitous Networking. In: SYMONDS, J. **Ubiquitous and Pervasive Computing: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications**. New York: IGI Global, v. 1, 2010. p. 156-170.

PATEL, S.; CHAUHAN, M.; KAPADIYA, K. 5G: Future Mobile Technology-Vision 2020. **International Journal of Computer Applications**, v. 54, n. 17, p. 6-10, 2012.

PATTERSON, D; Kautz, H; Fox, D; Liao, L. Pervasive computing in the home and community. In: BARDRAM, J.; MIHAILIDIS, A.; WAN, D. **Pervasive Computing in Healthcare**. New York: CRC Press, 2007. p. 336.

POLLARD, A; Mason, N; Barry, P; Pollard, R; Collier, D; Fraser, R; Miller, M; Milledge, J. Effect of altitude on spirometric parameters and the performance of peak flow meters. **Thorax**, v. 51, n. 2, p. 175-178, 1996. Disponível em: <<http://thorax.bmj.com/content/51/2/175.long>>.

PRICE, C.; KRICKA, L. Improving Healthcare Accessibility through Point-of-Care Technologies. **Clinical Chemistry**, v. 53, n. 9, p. 1665-1675, 2007.

PRUDHAM, D.; GRIMLEY EVANS, J. Factors Associated with Falls in the Elderly: A Community Study. **Age Ageing**, v. 10, n. 3, p. 141-146, 1981. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1093/ageing/10.3.141>>.

RAMAKRISHNAN, G.; GEHRKE, J. **DataBase Management Systems**. 3. ed. New York: Mc Graw Hill, 2008.

REGMI, K. **Decentralizing Health Services. A Global Perspective**. [S.l.]: Springer-Verlag New York, 2014. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-9071-5>>.

REINHARDT, E. Technical Paradigms for Realizing Ubiquitous Care. In: _____ **Studies in health technology and informatics**. [S.l.]: IOS Press, v. 134, 2008. p. 129-134. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18376040>>.

REIS, C. **Metodologia de análise de confiabilidade de equipamentos médico-assistenciais na fase de utilização**. Florianópolis: Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2014. 148 p. Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.

RICH, M. The PACE model: description and impressions of a capitated model of long-term care for the elderly. **Care Management Journals**, v. 1, n. 1, p. 62-70, 1999. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10835798>>.

RIGBY, M. Applying emergent ubiquitous technologies in health: The need to respond to new challenges of opportunity, expectation, and responsibility. **International Journal of Medical Informatics**, v. 76, n. 3, p. 49-52, 2007. Disponível em: <DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2007.03.002>>.

RIGBY, M.; RONCHI, E.; GRAHAM, S. Evidence for building a smarter health and wellness future—Key messages and collected visions from a Joint OECD and NSF workshop. **International Journal of Medical Informatics**, v. 82, n. 4, p. 209-219, 2013.

ROSSER, B; McCullagh, P; Davies, R; Mountain, G; McCracken, L; Eccleston, C. Technology-mediated therapy for chronic pain management: the challenges of adapting behavior change interventions for delivery with pervasive communication technology. **Telemedicine Journal and e-Health**, v. 17, n. 3, p. 211-216, 2011.

SAMPIERI, R.; COLLADO, C.; LUCIO, M. **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013. 624 p.

SANTOS, F. **Modelo multicritério para apoio no processo de incorporação de equipamento médico-assistencial**. Florianópolis: Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2014. 151 p. Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.

SATYANARAYANAN, M. Pervasive Computing: Vision and Challenges. **IEEE Personal Communications**, v. 8, p. 10-17, 2001.

SAVIO, D.; LUDWIG, T. **Smart Carpet: A Footstep Tracking Interface**. 21st International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops. Ontario: IEEE. 2007. p. 754-760.

SCHMIDT, M; Duncan, D; Silva, G; Menezes, A; Monteiro, C; Barreto, S; Chor, D; Menezes, P. Chronic non-communicable diseases in Brazil: burden and current challenges. **The Lancet**, v. 6736, n. 11, p. 60135-60139, 2011.

SEGRELLES, C; Gómez, C; Soriano, J; Zamora, E; González, A; González, M; Jordán, A; Tadeo, E; Sebastián, A; Fernández, G; Ancochea, J. A home telehealth program for patients with severe COPD: the PROMETE study. **Respiratory Medicine**, v. 108, n. 3, p. 453-462, 2014.

SELEVAN, J; Kindermann, D; Pines, J; Fields, W. What Accountable Care Organizations Can Learn from Kaiser Permanente California's Acute Care Strategy. **Population Health Management**, v. 18, n. 14, p. 233-236, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1089/pop.2014.0157>>.

SES/SC. **PLANO ESTADUAL DE SAÚDE 2012-2015**. SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DE SANTA CATARINA. Florianópolis, p. 263. 2011.

SILVA, A; Palermo, J; Gibertoni, A; Ferreira, J; Almeida, R; Marroig, L. Inventory quality control in clinical engineering: A Lean Six Sigma approach. **Pan American Health Care Exchanges**, Miami, p. 35-39, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/PAHCE.2012.6233435>>.

SNODDON, J. **Case management of long-term conditions. Principles and practice for nurses**. Oxford: Wiley-BlackWell, 2010.

SÔNEGO, F. **Estudo de métodos de avaliação de tecnologias em saúde aplicada a equipamentos eletromédicos**. Florianópolis: Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2007. 78 p. Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.

SOOD, R.; GARG, A. Digital Society from 1G to 5G: A Comparative Study. **International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management**, v. 3, n. 2, p. 186-193, 2014. Disponível em: <<http://ijaiem.org/volume3issue2/IJAIEM-2014-02-27-065.pdf>>.

SOONHYUN, K; Donghwan, P; Hyochan, B; Jangho, P; Youngtack, P. **Semantic sleep management service in healthcare sensor networks**. IEEE International Conference on Consumer Electronics. Las Vegas: IEEE. 2014. p. 268-269.

SOUZA, M; Nóbrega, M; Silveira, M; Duarte, G; Rocha, B. Advances in Equipment Management in Public Healthcare Units at the State of Bahia since 2007: the implementation of the medical equipment management process. **Pan American Health Care Exchanges**, Rio de Janeiro, p. 10-11, 2011. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.1109/PAHCE.2011.5871834>>.

STROETMANN, K. Achieving the integrated and smart health and wellbeing paradigm: a call for policy research and action on governance and business models. **International Journal of Medical Informatics**, v. 82, n. 4, p. 29-37, 2013.

STROHMEIER, S. Research in e-HRM: Review and implications. **Human Resource Management Review**, v. 17, n. 1, p. 19-37, 2007.

TALARIAN. Everything. **A Guide To Selecting A Real-Time Infrastructure**, 2000. Disponivel em: <<http://media.techtarget.com/searchWebServices/downloads/Talarian.pdf>>. Acesso em: 09 out. 2014.

TALIC, A; Cerimovic, S; Beigelbeck, R; Kohl, F; Sauter, T; Keplinger, F. MEMS Flow Sensors Based on Self-Heated aGe-Thermistors in a Wheatstone Bridge. **Sensors**, v. 15, p. 10004-10025, 2015. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.3390/s150510004>>.

TANDLER, P. Software Infrastructure for Ubiquitous Computing Environments: Supporting Synchronous Collaboration with Heterogeneous Devices. In: ABOWD, D.; BRUMITT, B.; SHAFER, S. **UbiComp 2001: Ubiquitous Computing**. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2001. p. 96-115.

TOUATI, F.; TABISH, R. U-Healthcare System: State-of-the-Art Review and Challenges. **Journal of Medical Systems**, v. 37, n. 3, 2013. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10916-013-9949-0>>.

TRUJILLO, M. Management of technology on health in the Hospital Universitario San Vicente Fundacion. **Health Care Exchanges (PAHCE)**, Medellin, p. 1-6, 2013. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.1109/PAHCE.2013.6568248>>.

VARSHNEY, U. **PERVASIVE HEALTHCARE COMPUTING: EMR/EHR, WIRELESS and HEALTH MONITORING**. New York: Springer, 2009.

VILLANUEVA, F.; THEBEN, A. **Strategic Intelligence Monitor on Personal Health Systems Phase 3 (SIMPHS3). NEXES (Spain) Case Study Report.** European Commission Joint Research Centre Institute for Prospective Technological Studies. Seville, p. 30. 2015.

WAGNER, E. Counterpoint: chronic illness and primary care. **Medical Care**, v. 49, n. 11, p. 973-975, 2011. Disponivel em: <DOI: <http://www.dx.doi.org/10.1097/MLR.0b013e318233a0d3>>.

WAGNER, E.; AUSTIN, B.; VON KORFF, M. Organizing care for patients with chronic illness. **The Milbank quarterly**, v. 74, n. 4, p. 511-544, 1996. Disponivel em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8941260>>.

WALLACE, P. Physician involvement in disease management as part of the CCM. **Health care Financing Review**, v. 27, n. 1, p. 19-31, 2005. Disponivel em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4194903/pdf/hcfr-27-1-019.pdf>>.

WALLACE, P. The Care Management Institute: Making the Right Thing Easier to Do. **The Permanente Journal**, v. 9, n. 2, p. 56-57, 2005a. Disponivel em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3104832/pdf/i1552-5775-9-2-56.pdf>>.

WANG, C; Rao, K; Wu, S; Liu, Q. Health Care in China: Improvement, Challenges, and Reform. **Journal of Chest Physicians**, v. 143, n. 2, p. 524-531, 2013.

WANG, F.; LIU, D. **Networked Control Systems Theory and Applications.** London: Springer-Verlag London, 2008.

WEBER, C.; FISCHER, S. What the Future Holds: In response to global health care challenges, innovation has become the new "way of life". **Pulse**, v. 5, n. 1, p. 14-17, 2014.

WEI, Q; Zhu, R; Que , R; Cao, Z. **Hybrid system for airspeed measurement using dual MEMS sensors.** International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems. Kaohsiung: IEEE. 2011. p. 1224-1228.

WEISER, M. The computer for the 21st century. **Newsletter ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review - Special issue dedicated to Mark Weiser**, v. 3, n. 3, p. 3-11, 1999. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.1145/329124.329126>>.

WHANG , K. The Ubiquitous DBMS. In: CHEN, L.; TRIANTAFILLOU , P.; SUEL, T. **Web Information Systems Engineering.** Hong Kong: Springer Berlin Heidelberg, 2010. p. 22. Disponivel em: <https://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-17616-6_4>.

WIGERT, H.; WIKSTRÖM, E. Organizing person-centred care in paediatric diabetes: multidisciplinary teams, long-term relationships and adequate documentation. **BMC Research Notes**, v. 7, n. 72, 2014. Disponivel em: <DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1756-0500-7-72>>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Decentralization in Health Care. Strategies and outcomes**. New York: McGraw-Hill, 2007. Disponivel em: <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/98275/E89891.pdf?ua=1>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Caring for People with Chronic Conditions. A Health System Prespective**. 1. ed. New York: Mc Graw Hill, v. 1, 2008. 259 p. Disponivel em: <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/96468/E91878.pdf>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Managing chronic conditions. Experience in eight countries**. Copenhagen: WHO, 2008. Disponivel em: <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/98414/E92058.pdf>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **The global burden of disease: 2004 update**. Geneva, p. 146. 2008a.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Health in the european union. Trends and analysis**. Copenhagen: WHO, 2009. Disponivel em: <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/98391/E93348.pdf?ua=1>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Development of medical device policies - Who Medical devices technical series**. Geneva, Switzerland, p. 39. 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Good health adds life to years Global brief for World Health Day 2012**. Geneva: WHO, 2012. Disponivel em: <http://whqlibdoc.who.int/hq/2012/WHO_DCO_WHD_2012.2_eng.pdf>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Home Care across Europe. Current structure and future challenges**. Copenhagen: WHO, 2012. Disponivel em: <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/181799/e96757.pdf>.

YANG , J; Chen, B; Zhou, J; Lv, Z. A Low-Power and Portable Biomedical Device for Respiratory Monitoring with a Stable Power Source. **Sensors**, v. 15, n. 8, p. 19618-19632, 2015. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.3390/s150819618>>.

ZAMBUTO, R. P. Clinical Engineers in the 21st Century. **IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine**, v. 23, n. 3, p. 37-41, 2004.

ZEFERINO, M. **Diretrizes para oxigenoterapia domiciliar**. São Paulo: Farma Editores, 2004. 52 p.

ZESHUI, X. **Linguistic Decision Making**. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012. 230 p.

ZHANG, D; Xia, F; Yang, Z; Yao, L; Zhao, W. **Localization Technologies for Indoor Human Tracking**. International Conference on Future Information Technology. Busan: IEEE. 2010. p. 1-6.

ZHAO, F.; GUIBAS, L. **Wireless Sensor Networks. An information processing approach**. San Francisco: Elsevier, 2004.

ANEXO A Soluções tecnológicas de comunicação para *u-health*

Solução	Tecnologias					
		Banda larga	Padrão	Tecnologia	Serviços	Rede base
Redes sem fio	2G	14.4 kbps	TDMA, CDMA, GSM	Celular digital	SMS e voz digital	PSTN
	2G+	14.4 kbps	GPRS, EDGE, 1xRTT	Celular digital	Capacidade e maior e dados empacotados	PSTN e rede de pacotes
	3G	2 Mbps	WCDMA CDMA-2000	Banda larga, CDMA, IP	Áudio, voz e dados integrados de alta qualidade	Rede de pacotes
	4G	200 Mbps	Unificado	IP unificado e banda larga transparente entre LAN/WAN/PAN/WLAN	Acesso dinâmico à informação, dispositivos <i>wearable</i>	Internet
	5G	1 Gbps	Unificado	IP unificado e banda larga transparente entre LAN/WAN/PAN/WLAN e WWW	Acesso dinâmico à informação, dispositivos <i>wearable</i> com recurso de IA.	Internet

Fonte: (EL KHADDAR, HARROUD, *et al.*, 2012) (PATEL, CHAUHAN e KAPADIYA, 2012) (SOOD e GARG, 2014)

Solução	Tecnologias	
Comunicações pervasivas	Redes sem fio de banda larga de baixo custo	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Wireless Personal Area Networks (WPAN)</i>; - <i>Wireless Local Area Networks (WLAN)</i>;
	Tecnologias de curto alcance	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Infrared Data Association (IrDA)</i>; - <i>Radio Frequency Identification (RFID)</i>; - <i>Bluetooth, ZigBee, e Ultra wideband</i>;
	Redes dinâmicas auto-organizadas e auto-configuráveis robustas com cobertura do serviço sobre áreas extensas.	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Wi-Fi, Wireless Wide Area Networks (WWAN)</i>; - <i>Wireless Metropolitan Area Networks (WMAN)</i>; - <i>Mesh network</i>;
Computação ubíqua	Integração com o paciente, auto-gestão do processo de assistência e melhora da qualidade do serviço.	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Wearable wireless body area network (WWBAN)</i>;
Serviços sensíveis ao contexto	Sistemas que permitem sentir o ambiente físico, e adaptar o seu comportamento.	<p>Três aspectos importantes devem considerar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Onde você está? - Quem você é? - Que recursos estão nas proximidades?

Fonte: (EL KHADDAR, HARROUD, *et al.*, 2012) (PATEL, CHAUHAN e KAPADIYA, 2012) (SOOD e GARG, 2014)

ANEXO B – Descreve o que é UML e explica a estrutura dos modelos

A UML (*Unified Modeling Language*) é uma linguagem padrão utilizada para modelar, especificar, construir e documentar estruturas de projetos de software complexos. Além disso não está restrita à modelagem de software, sendo suficientemente expressiva para modelar fluxos de trabalho, estruturas e comportamentos nos sistemas de saúde e o projeto de hardware.

Para compreendê-la precisa-se apreender três elementos principais: blocos de construção básicos, regras que determinam como esses blocos poderão ser combinados e mecanismos comuns. Os blocos abrangem três tipos: *Itens*, Relacionamentos e Diagramas (BOOCH, RUMBAUGH e JACOBSON, 2012).

Itens

Existem quatro tipos de *itens*: estruturais, comportamentais, agrupamentos e anotações.

Estruturais

Divide-se em classes, interfaces, colaborações e caso de uso. Estes são as partes mais estáticas de um modelo. Além disso, representam elementos conceituais ou físicos. Coletivamente, os itens estruturais são chamados classificadores.

- *Classes* – descrições de conjuntos de objetos que compartilham os mesmos atributos, operações, relacionamentos e semântica. As classes implementam uma ou mais interfaces;
- *Interface* – coleção de operações que especificam serviços de uma classe que descrevem o comportamento externo de um elemento;
- *Colaborações* – definem interações que proporcionam um comportamento cooperativo superior à soma de todos os elementos. Portanto contem dimensões estruturais, assim como comportamentais;
- *Caso de uso* – descrição de sequências de ações realizadas pelo sistema para um determinado ator. É utilizado para estruturar o comportamento de itens em um modelo.

Comportamentais

São as partes dinâmicas de um modelo. Representam comportamentos no tempo e no espaço. Existem três tipos de itens comportamentais interação, máquina de estados e atividades.

- *Interação* – comportamento que abrange um conjunto de mensagens trocadas entre um conjunto de objetos em determinado contexto para a realização de propósitos específicos;
- *Máquina de estados* – comportamento que especifica a sequência de estados pelas quais objetos ou interações passam durante sua existência em resposta a eventos;
- *Atividades* – comportamento que especifica a sequência de etapas que um processo computacional realiza. O foco está nos fluxos entre as etapas, independentemente de qual objeto realiza cada etapa.

Agrupamento

São as partes organizacionais de um modelo. Existe apenas um tipo de item chamado pacotes.

- *Pacote* – mecanismo para a organização do próprio projeto. Itens estruturais, comportamentais e até outros itens de grupos podem ser colocados em pacotes.

Anotacionais

São as partes explicativas de um modelo. São comentários, incluídos para descrever, esclarecer e fazer alguma observação sobre qualquer elemento. Existe um único tipo de tem chamado nota.

Nota – símbolo para representar restrições e comentários anexados a um elemento ou a uma coleção de elementos.

Relacionamentos

Existem quatro tipos de relacionamentos na UML: dependência, associação, generalização e realização.

Dependência. É um relacionamento semântico entre dois itens, nos quais a alteração de um pode afetar a semântica do outro. Graficamente é representada por linhas tracejadas com setas e ocasionalmente incluindo um rótulo.

----->

Associação. É um relacionamento estrutural entre classes que descreve um conjunto de ligações entre objetos que são instancias das classes. Graficamente é representada por linhas solidas contendo rótulos e a multiplicidade do relacionamento.

0..1 _____ *

Generalização. É um relacionamento no qual os objetos dos elementos especializados (filhos) são substituíveis por objetos do elemento generalizado (pais). Dessa maneira, os filhos compartilham a estrutura e o comportamento dos pais. Graficamente é representado por linhas solidas com uma seta em branco apontando o pai.

—————>

Realização. É um relacionamento semântico entre classificadores, em que um classificador especifica um contrato que outro classificador garante executar. Graficamente é representado por um linha tracejada com seta branca entre uma generalização e um relacionamento de dependência.

----->

Diagramas na UML

Um diagrama é a apresentação gráfica de um conjunto de elementos para permitir a visualização de um sistema sob diferentes perspectivas. A UML inclui 13 diagramas: classes, objetos, componentes, estruturas compostas, casos de uso, sequencias, comunicações, estados, atividades, implantação, pacote, temporização e visão geral da interação (BOOCH, RUMBAUGH e JACOBSON, 2012).

Diagramas de classes. Exibem um conjunto de classes, interfaces e colaborações, bem como seus relacionamentos. Esses diagramas abrangem uma visão estática da estrutura do sistema.

Diagramas de objetos. Exibem um conjunto de objetos e seus relacionamentos. Representam retratos estáticos de instâncias de itens encontrados em diagramas de classes. São diagramas que abrangem a visão estática da estrutura ou do processo de um sistema.

Diagrama de componentes e estruturas compostas. Exibem classes encapsuladas e suas interfaces, portas e estrutura interna que consiste de componentes aninhados e conectores. Estes diagramas abrangem a visão de implementação do projeto estático de um sistema.

Diagrama de casos de uso. Exibem um conjunto de casos de uso e atores e seus relacionamentos. Estes diagramas abrangem a visão estática de casos de uso do sistema. São importantes para organização e a modelagem de comportamentos do sistema.

Diagramas de sequencias. É um diagrama de interação cuja ênfase está na ordenação temporal das mensagens.

Diagramas de comunicações. Diagrama cuja ênfase está na organização estrutural dos objetos ou papéis que enviam e recebem mensagens.

Diagramas de estados. Exibem uma máquina de estados, formada por estados, transições, eventos e atividades. Estes diagramas abrangem a visão dinâmica de um objeto.

Diagramas de atividades. Exibe a estrutura de um processo ou outra operação, como o fluxo de controle e os dados de cada etapa de uma ação. Abrange a visão dinâmica do sistema, já que modela o fluxo de controle entre objetos.

Diagrama de implantação. Mostra a configuração dos nós de processamento em tempo de execução e os componentes neles existentes. Abrange a visão estática de implantação de uma arquitetura.

Diagrama de artefato. Mostra os constituintes físicos de um sistema. Estes incluem arquivos, banco de dados e coleções de bits físicas similares. São usados junto com diagramas de implantação e mostram as classes e componentes que implementam.

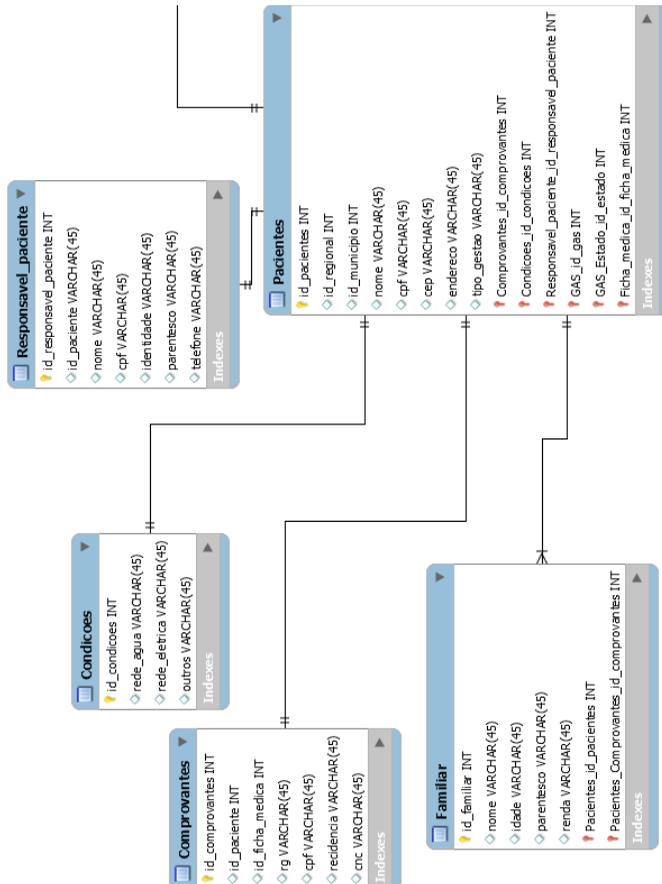
Diagrama de pacote. Mostra a decomposição do próprio modelo em unidades organizacionais e suas dependências.

Diagrama de temporização. Mostra os tempos reais em diferentes objetos.

Diagrama de visão geral da interação. Exibe uma interação, consistindo de um conjunto de objetos ou papéis, incluindo as mensagens que podem ser trocadas entre eles. É um híbrido de um diagrama de atividades e de sequencias.

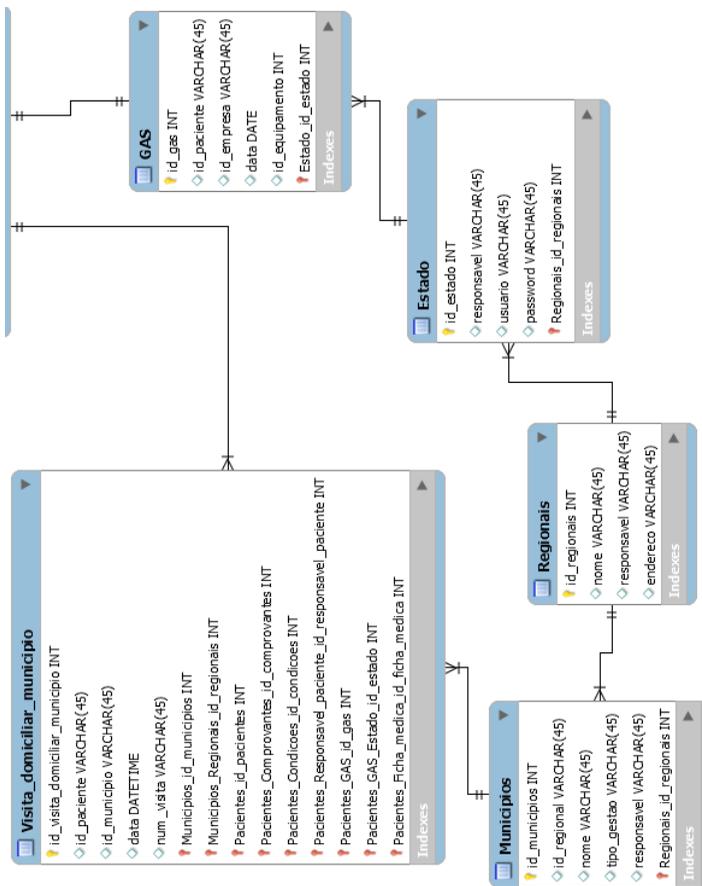
ANEXO C – Diagrama de banco de dados

Figura. Diagrama de banco de dados.



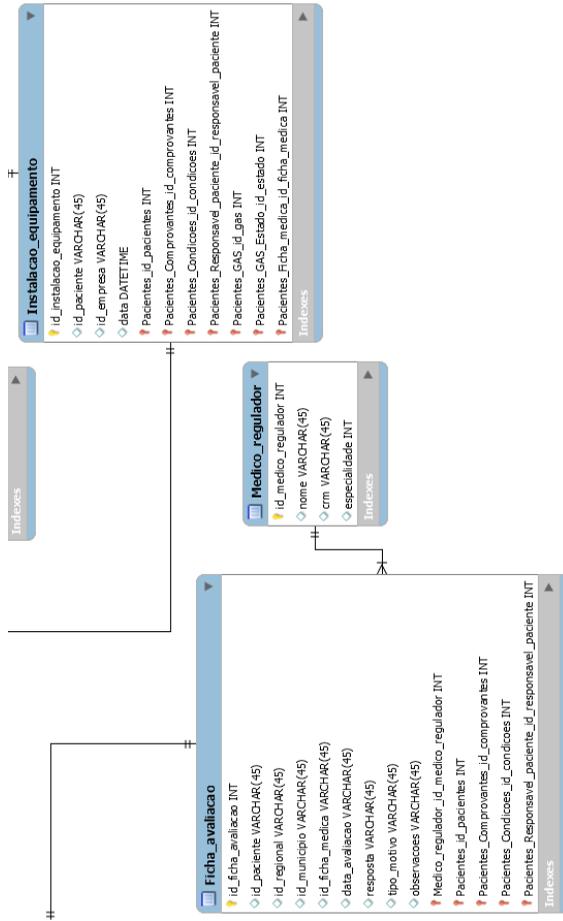
Fonte: Autor (2015).

Figura. Diagrama de banco de dados.



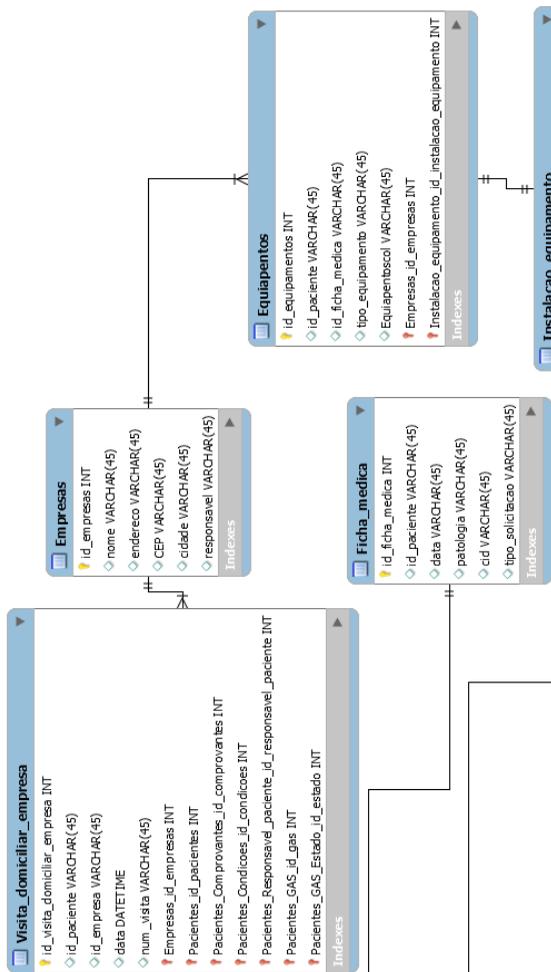
Fonte: Autor (2015).

Figura. Diagrama de banco de dados.



Fonte: Autor (2015).

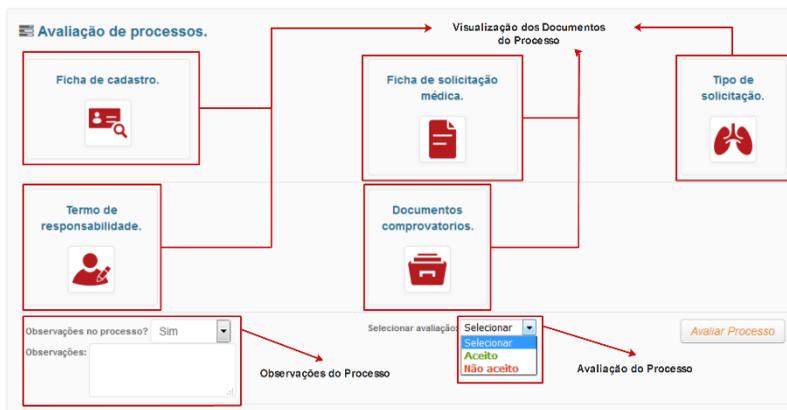
Figura. Diagrama de banco de dados.



Fonte: Autor (2015).

ANEXO D – Interfaces web dos módulos do middleware desenvolvido para o SOD

Interface para avaliação da solicitação do Modulo Regionais.



Fonte: Autor (2016)

Interface do Modulo Empresa para visualização de guias autorizadas e endereço do paciente para realizar a instalação de equipamentos.



Fonte: Autor (2016)

Interface para gerenciamento de equipamentos e pacientes do Modulo Estado.



Fonte: Autor (2016)

Interface de avaliação do processo do Modulo Médico Regulador.

Ficha de avaliação.

Avaliação

Nome do paciente: _____ Data: 2015-12-03

Resposta:
Deferido min ... hs/dias **Avaliação do processo (deferido, indeferido)**

Deferido em caráter provisório? Não

Observações: 1) Patologia Pulmonar: _____ CD10: _____ CD10: _____
Patologias associadas: _____ CD10: _____ CD10: _____

2) Gasometria Art.:
PH= 23,23 | PCO2= 843,345 | PO2= 234,234% BIC= 234,54 | BE= 234,235 | SatO2= 213,4535

Observações: fdgs dfgsd f g

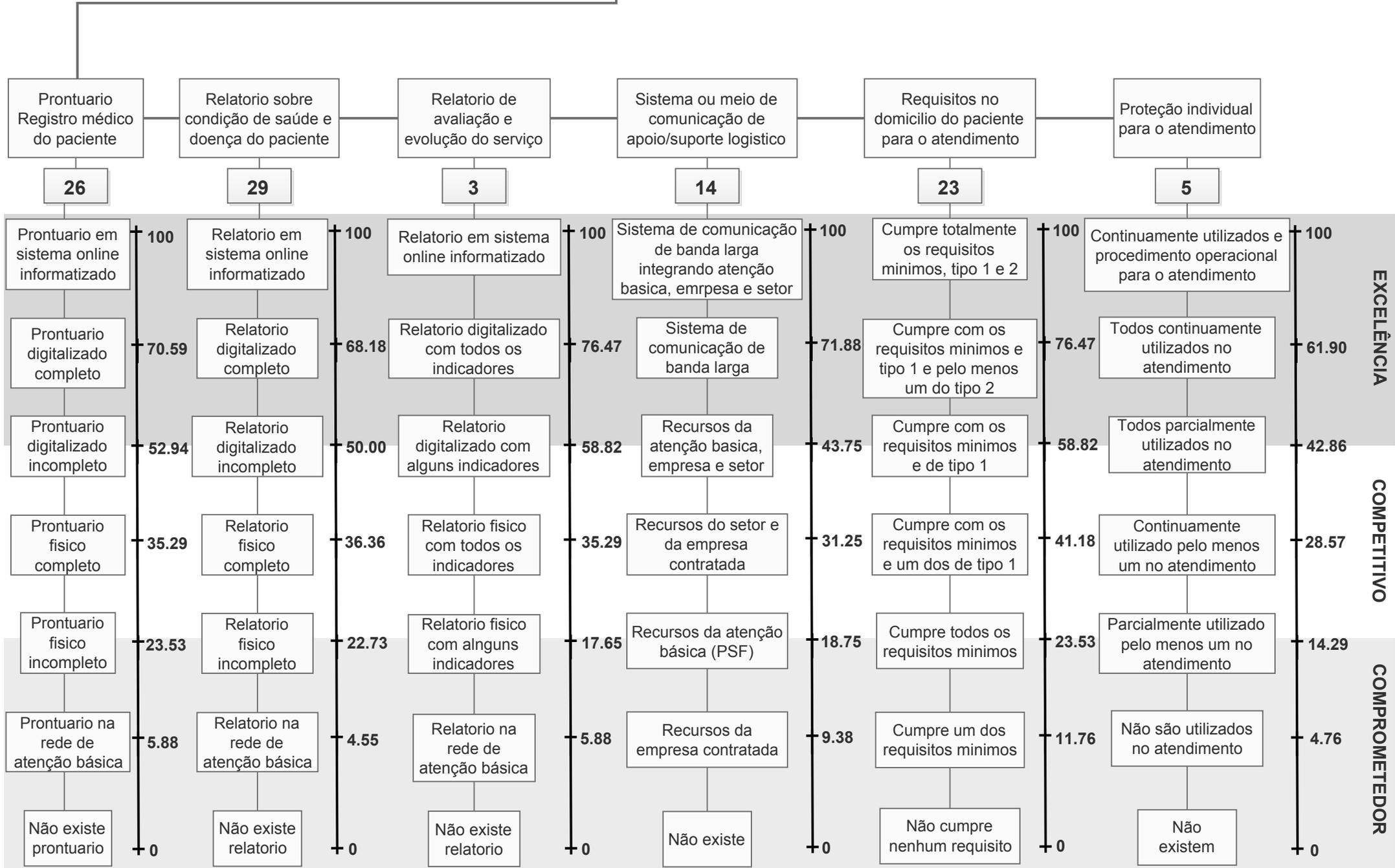
Fonte: Autor (2016)

ANEXO E – Modelo global Multicritério com valores de desempenhos

Avaliar a implementação tecnológica para gestão ubíqua no serviço de oxigenoterapia domiciliar

Infraestrutura
33

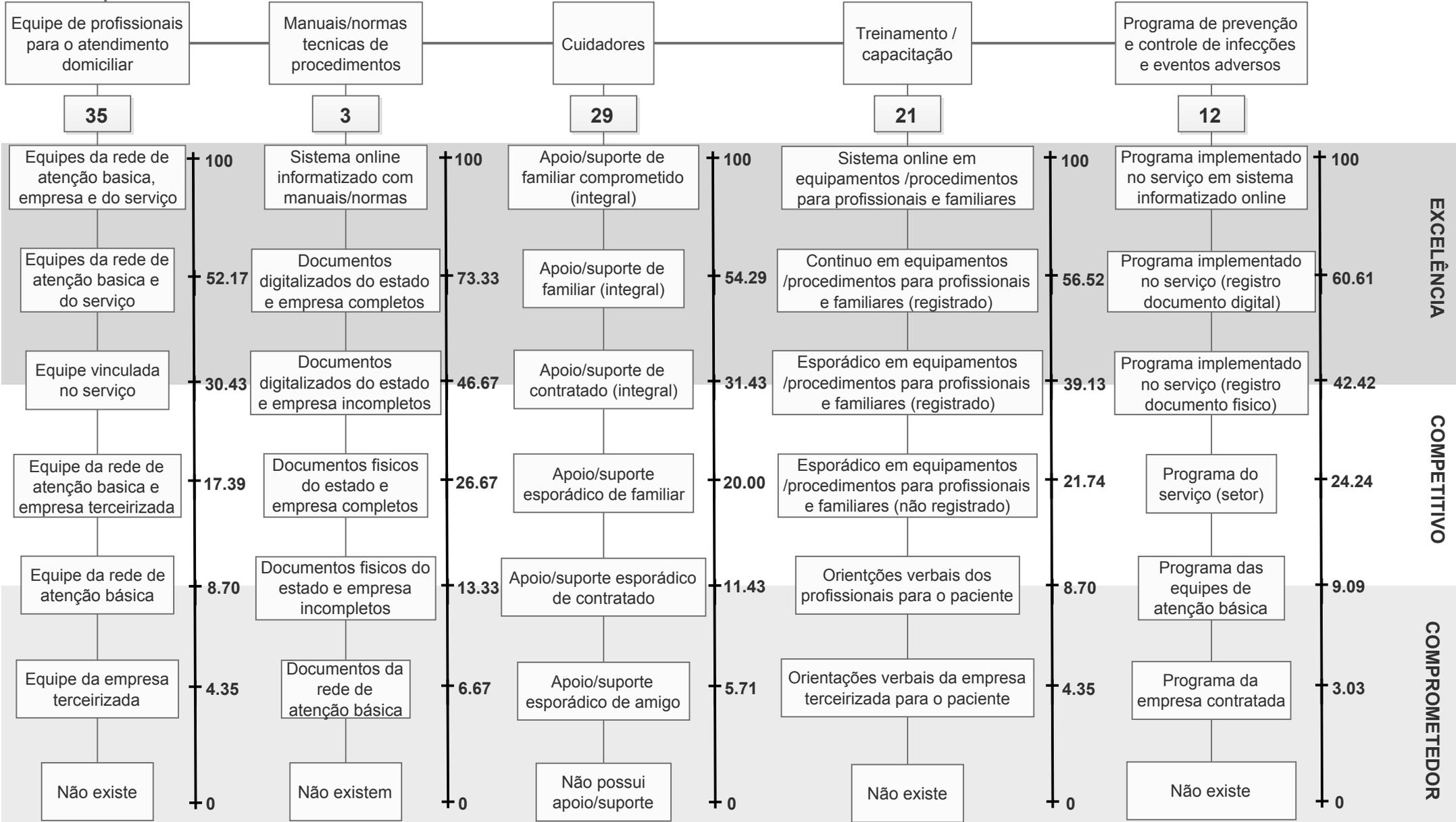
MODELO GLOBAL



Avaliar a implementação tecnológica para gestão ubíqua no serviço de oxigenoterapia domiciliar

Recursos Humanos
30

MODELO GLOBAL



EXCELÊNCIA

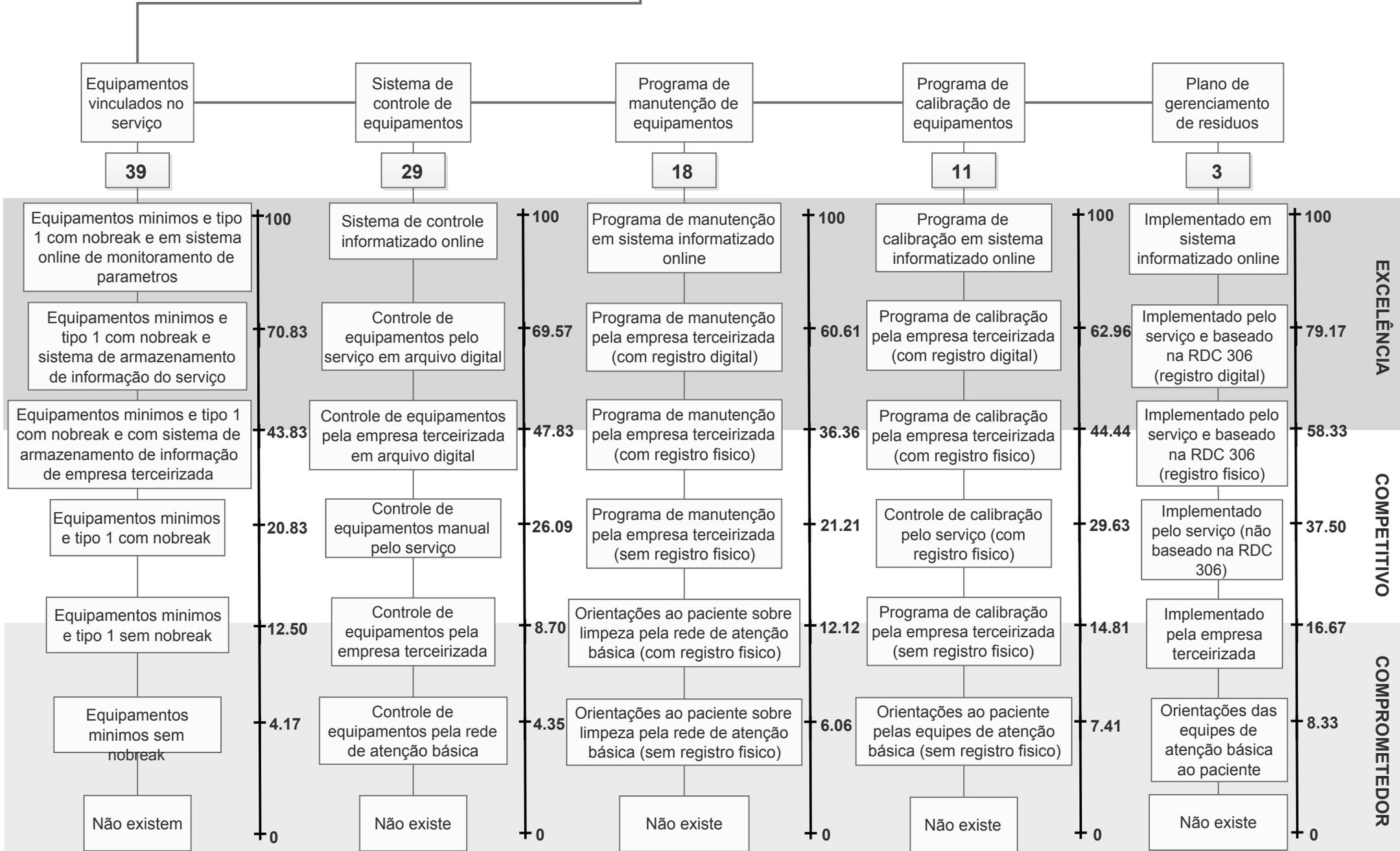
COMPETITIVO

COMPROMETEDOR

Avaliar a implementação tecnológica para gestão ubíqua no serviço de oxigenoterapia domiciliar

Tecnologia
37

MODELO GLOBAL



EXCELÊNCIA

COMPETITIVO

COMPROMETEDOR

ANEXO F – Avaliação de desempenho para a implementação da metodologia de gestão ubíqua nas SDR de Florianópolis, Tubarão, Criciúma, Joinville, Jaraguá do Sul e Lages

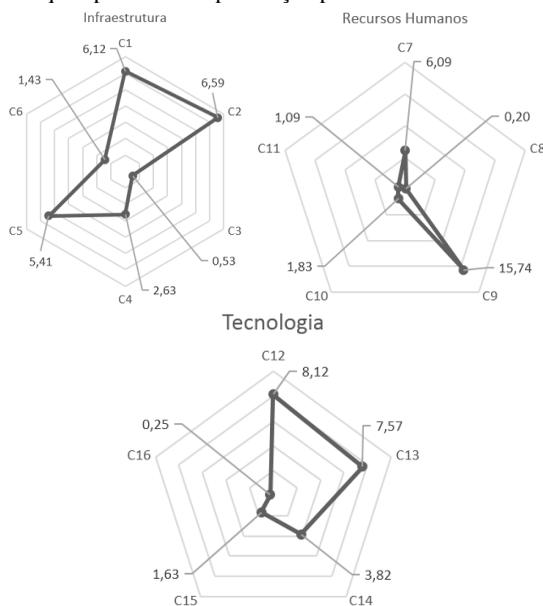
Florianópolis

Na avaliação de desempenho da SDR de Florianópolis pode-se considerar que:

- O critério de infraestrutura fico com 5 subcritérios no limiar comprometedor – competitivo e um subcritério em uma situação atual competitiva.
- O critério de recursos humanos fico com um subcritério em uma situação atual comprometedor, com 2 subcritérios no limiar comprometedor – competitivo, um subcritério em uma situação atual competitiva e um subcritério em situação de excelência.
- O critério de tecnologia fico com um subcritério em uma situação atual comprometedor, com 1 subcritério no limiar comprometedor – competitivo e 3 subcritérios em uma situação atual competitiva.

No entanto, ainda assim, a avaliação de desempenho é inferior do mínimo das expectativas requeridas para a gestão ubíqua. Os gráficos de radar apresentam a comparação da pontuação parcial dos critérios.

Figura – Gráficos que apresentam a pontuação parcial dos critérios.



Fonte: Autor (2016)

Portanto, as três áreas demandam ações de aperfeiçoamento, com base na situação atual (7,49) para Infraestrutura, (7,48) para Recursos Humanos e (7,91) para Tecnologia para atingir um aporte significativo.

A Figura mostra a pontuação global de avaliação da metodologia de gestão ubíqua para o município de Florianópolis de acordo a percepção dos desempenhos expressados no modelo multicritério.

Figura – Pontuação global de avaliação para a gestão ubíqua para o município de Florianópolis.



Fonte: Autor (2016)

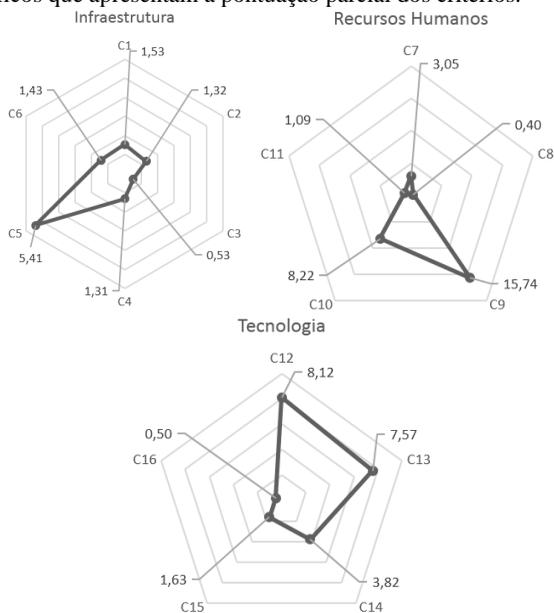
Tubarão

Na avaliação de desempenho da SDR de Tubarão pode-se considerar que:

- O critério de infraestrutura ficou com três subcritérios em uma situação atual comprometedor, com 2 subcritérios no limiar comprometedor – competitivo e um subcritério em uma situação atual competitiva.
- O critério de recursos humanos ficou com 3 subcritérios no limiar comprometedor – competitivo, um subcritério no limiar competitivo – excelência e um subcritério em situação de atual de excelência.
- O critério de tecnologia ficou com 2 subcritérios no limiar comprometedor – competitivo e 3 subcritérios em uma situação atual competitiva.

No entanto, a avaliação de desempenho é inferior do mínimo das expectativas requeridas para a implementação da metodologia de gestão ubíqua. Os gráficos de radar apresentam a comparação da pontuação parcial dos critérios.

Figura – Gráficos que apresentam a pontuação parcial dos critérios.



Fonte: Autor (2016)

Portanto, a área que demanda ações de aperfeiçoamento, com base na situação atual (3,81) é a de Infraestrutura, (8,55) para Recursos Humanos e (8,01) para Tecnologia. Ações de melhora que impactasse nos desempenhos de todos os subcritérios representaria um aporte significativo.

A Figura mostra a pontuação global de avaliação da metodologia de gestão ubíqua para o município de Tubarão de acordo a percepção dos desempenhos expressados no modelo multicritério.

Figura – Pontuação global de avaliação para a implementação da metodologia de gestão ubíqua na SDR de Tubarão.



Fonte: Autor (2016)

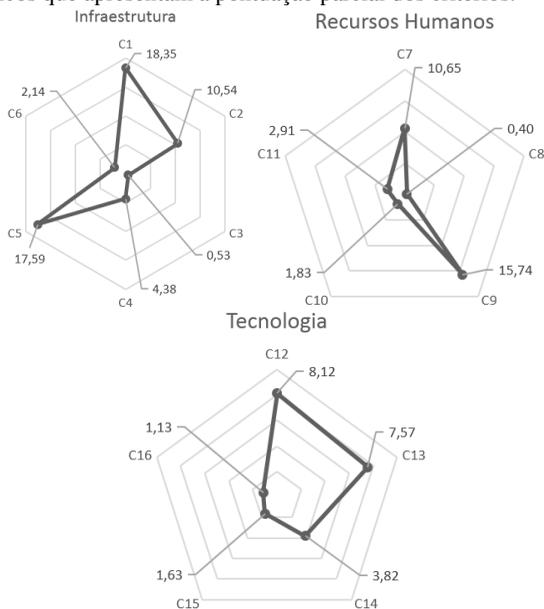
Criciúma

Na avaliação de desempenho da SDR de Criciúma pode-se considerar que:

- O critério de infraestrutura fico com um subcritério no limiar comprometedor – competitivo, com 2 em uma situação atual competitiva, com um subcritério no limiar competitivo – excelência e 2 subcritérios em situação de atual de excelência.
- O critério de recursos humanos fico com 2 subcritérios no limiar comprometedor – competitivo, um em situação atual competitiva, um subcritério no limiar competitivo – excelência e um subcritério em situação de atual de excelência.
- O critério de tecnologia fico com um subcritério no limiar comprometedor – competitivo e 4 subcritérios em uma situação atual competitiva.

No entanto, a avaliação de desempenho pode se considerar com requisitos viáveis para a implementação da metodologia de gestão ubíqua. Os gráficos de radar apresentam a comparação da pontuação parcial dos critérios.

Figura – Gráficos que apresentam a pontuação parcial dos critérios.



Fonte: Autor (2016)

Portanto, as áreas que demandam ações de aperfeiçoamento, com base na situação atual, são Infraestrutura (17,67), Tecnologia (8,24) e Recursos Humanos (9,46). Em recursos humanos ações de melhora que impactasse nos desempenhos dos subcritérios manuais/normas técnicas de procedimentos, treinamento/capacitação e programa de prevenção e controle de infecções e eventos

adversos representaria um aporte significativo. Para tecnologia ações de melhora que impactasse nos desempenhos dos subcritérios programa de manutenção de equipamentos, programa de calibração de equipamentos e plano de gerenciamento de resíduos representaria um aporte significativo.

A Figura mostra a pontuação global de avaliação da metodologia de gestão ubíqua para o município de Criciúma de acordo a percepção dos desempenhos expressados no modelo multicritério.

Figura – Pontuação global de avaliação para a implementação da metodologia de gestão ubíqua na SDR de Criciúma.



Fonte: Autor (2016)

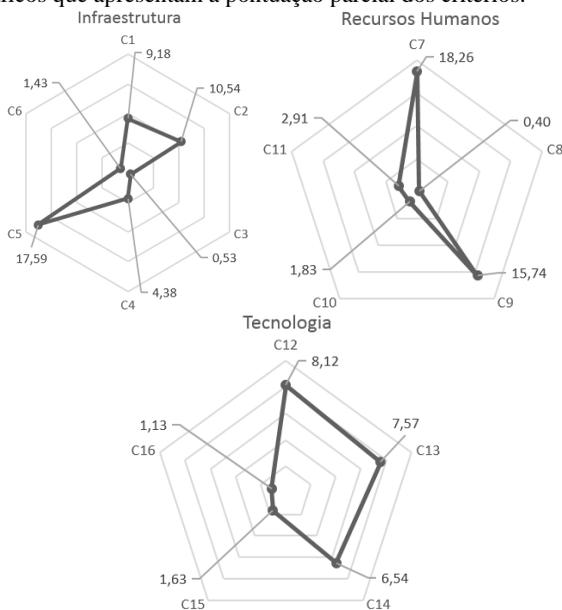
Joinville

Na avaliação de desempenho do município de Joinville pode-se considerar que:

- O critério de infraestrutura ficou com um subcritério no limiar comprometedor – competitivo, com 4 subcritérios em uma situação atual competitiva e com um subcritério em situação de atual de excelência.
- O critério de recursos humanos ficou com 2 subcritérios no limiar comprometedor – competitivo, um subcritério em situação atual competitiva e 2 subcritérios em situação de atual de excelência.
- O critério de tecnologia ficou com um subcritério no limiar comprometedor – competitivo, com 3 subcritérios em situação de atual competitivo e um subcritério no limiar competitivo - excelência.

A avaliação de desempenho pode se considerar com requisitos viáveis para a gestão ubíqua. Os gráficos de radar apresentam a comparação da pontuação parcial dos critérios.

Figura – Gráficos que apresentam a pontuação parcial dos critérios.



Fonte: Autor (2016)

Portanto, a área que demanda ações de aperfeiçoamento, com base na situação atual (9,25) é Tecnologia (infraestrutura – 14,40 e recursos humanos – 11,74). Ações de melhora que impactasse nos desempenhos dos subcritérios programa de manutenção de equipamentos, programa de calibração de equipamentos e plano de gerenciamento de resíduos representaria um aporte significativo.

A Figura mostra a pontuação global de avaliação da metodologia de gestão ubíqua na SDR de Joinville de acordo a percepção dos desempenhos expressados no modelo multicritério.

Figura – Pontuação global de avaliação para a implementação da metodologia de gestão ubíqua na SDR de Joinville.



Fonte: Autor (2016)

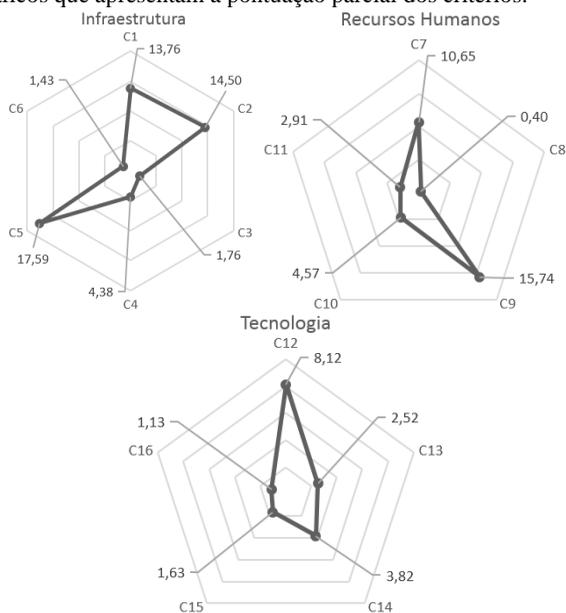
Jaraguá do Sul

Na avaliação de desempenho do município de Jaraguá do Sul pode-se considerar que:

- O critério de infraestrutura fico com 2 subcritérios em uma situação atual competitivo, com 3 subcritérios no limiar competitivo – excelência e com um subcritério em situação de atual de excelência.
- O critério de recursos humanos fico com um subcritério no limiar comprometedor – competitivo, com 2 subcritérios em situação atual competitivo, um subcritério no limiar competitivo – excelência e um subcritério em situação de atual de excelência.
- O critério de tecnologia fico com 2 subcritérios no limiar comprometedor – competitivo e com 3 subcritérios em situação de atual competitivo.

No entanto, a avaliação de desempenho pode se considerar com requisitos viáveis para a gestão ubíqua. Os gráficos de radar apresentam a comparação da pontuação parcial dos critérios.

Figura – Gráficos que apresentam a pontuação parcial dos critérios.



Fonte: Autor (2016)

Portanto, a área que demanda ações de aperfeiçoamento, com base na situação atual (6,37) é Tecnologia (infraestrutura – 17,63 e recursos humanos – 10,28). Ações de melhora que impactasse nos desempenhos dos subcritérios sistema de controle de equipamentos, programa de manutenção de equipamentos, programa de calibração de equipamentos e plano de gerenciamento de resíduos representaria

um aporte significativo. A Figura mostra a pontuação global de avaliação da metodologia de gestão ubíqua na SDR de Jaraguá do Sul de acordo a percepção dos desempenhos expressados no modelo multicritério.

Figura – Pontuação global de avaliação para a implementação da metodologia de gestão ubíqua na SDR de Jaraguá do Sul.



Fonte: Autor (2016)

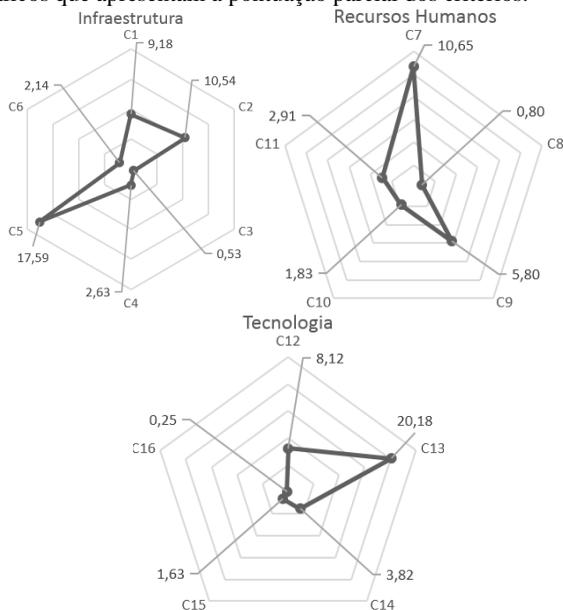
Lages

Na avaliação de desempenho da SDR de Lages pode-se considerar que:

- O critério de infraestrutura ficou com 2 subcritérios no limiar comprometedor – competitivo, com 2 subcritérios em uma situação atual competitivo, com um subcritério no limiar competitivo – excelência e com um subcritério em situação de atual de excelência.
- O critério de recursos humanos ficou com um subcritério no limiar comprometedor – competitivo, com 3 subcritérios em situação atual competitivo – excelência e com um subcritério no limiar competitivo – excelência.
- O critério de tecnologia ficou com um subcritério em situação de atual comprometedor, com um subcritério no limiar comprometedor – competitivo, com 2 subcritérios em situação de atual competitivo e com um subcritério em situação atual de excelência.

No entanto, a avaliação de desempenho pode se considerar com requisitos viáveis para a gestão ubíqua. Os gráficos de radar apresentam a comparação da pontuação parcial dos critérios.

Figura – Gráficos que apresentam a pontuação parcial dos critérios.



Fonte: Autor (2016)

Portanto, a área que demanda ações de aperfeiçoamento, com base na situação atual (6,60) é Recursos Humanos (infraestrutura – 14,06 e tecnologia – 12,58). Ações de melhora que impactasse nos desempenhos dos subcritérios manuais/normas técnicas de procedimentos, cuidadores, treinamento/capacitação e programa de prevenção e controle de infecções e eventos adversos representaria um aporte significativo. A Figura mostra a pontuação global de avaliação da metodologia de gestão ubíqua na SDR de Lages de acordo a percepção dos desempenhos expressados no modelo multicritério.

Figura – Pontuação global de avaliação para a implementação da metodologia de gestão ubíqua na SDR de Lages.



Fonte: Autor (2016)

Tese apresentada ao Programa de Pós-
graduação em Engenharia Elétrica,
Departamento de Engenharia Elétrica, do
Centro Tecnológico da Universidade Federal
de Santa Catarina, como requisito para
obtenção do Título de Doutor em Engenharia
Elétrica.

Orientador: Renato Garcia Ojeda

Florianópolis, 2016