



Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em

Computação Aplicada

Mestrado Acadêmico

Vinícius Tocantins Marques

UM MODELO DE SOFTWARE COLABORATIVO COM SUPORTE A TROCA DE
INFORMAÇÕES ENTRE EQUIPES MÉDICAS PLANTONISTAS

São Leopoldo, 2016

VINÍCIUS TOCANTINS MARQUES

**UM MODELO DE SOFTWARE COLABORATIVO COM SUPORTE A TROCA DE
INFORMAÇÕES ENTRE EQUIPES MÉDICAS PLANTONISTAS**

Proposta de dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, pelo Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Computação Aplicada da Universidade do Vale do Rio dos Sinos –UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Cristiano André da Costa
Coorientador: Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa

São Leopoldo
2016

M357m Marques, Vinícius Tocantins
Um modelo de software colaborativo com suporte a troca de informação entre equipes médicas plantonistas / por Vinícius Tocantins Marques. – 2016.
101 f.: il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, São Leopoldo, RS, 2016.
“Orientador: Prof. Dr. Cristiano André da Costa; coorientador: Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa.”

1. Ciência de situação. 2. Redes colaborativas. 3. Emergência médica. 4. Cuidados ubíquos. 5. Ontologia. I. Título.

CDU: 004:61

Catálogo na Publicação:
Bibliotecário Alessandro Dietrich - CRB 10/2338

VINÍCIUS TOCANTINS MARQUES

**UM MODELO DE SOFTWARE COLABORATIVO COM SUPORTE A TROCA DE
INFORMAÇÕES ENTRE EQUIPES MÉDICAS PLANTONISTAS**

Dissertação apresentada à Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Computação Aplicada.

Aprovado em 10 de Março de 2016

BANCA EXAMINADORA

Dr. Cristiano André da Costa – UNISINOS

Dr. Sandro José Rigo – UNISINOS

Dr. Adenauer Corrêa Yamin – UFPEL

Prof. Dr. Cristiano André da Costa (Orientador)
Prof. Dr. Jorge Luís Victória Barbosa (Coorientador)

Visto e permitida a impressão

São Leopoldo,

Prof. Dr. Sandro José Rigo
Coordenador PPG em Computação Aplicada

*À minha família,
Jorgehanny, Lara, Vera,
Agostinho (in memoriam), Verena e Tunk,
Pelo apoio incondicional que recebo de vocês
à árdua e eterna busca pelo conhecimento.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à minha família e amigos, em especial minha esposa Jorgehanny e minha filha Lara, que mesmo em momentos de dificuldades e inércia criativa se mostraram fortes e incentivadoras para que essa pesquisa pudesse ser finalizada com louvor.

Ao co-orientador Dr. Jorge Barbosa pelos ensinamentos tanto em sala de aula quanto na orientação, alinhando o projeto às demandas de pesquisa relevantes para o mundo científico e sociedade.

Ao meu orientador, prof Dr. Cristiano André da Costa pela admirável condução desta pesquisa, um exemplo de profissional tanto com relação aos desdobramentos da busca pela contribuição científica gerada neste estudo, quanto pela relação interpessoal construída durante todo o processo deste programa de pós graduação.

Aos colegas de sala de aula, em especial George Almeida, Emílio Luiz, e Arnóbio da Nóbrega por vencermos juntos a difícil missão de atravessar o Brasil em busca de conhecimento.

Ao colega George Soon Ho, pela contribuição tecnológica para codificação do modelo de avaliação desta pesquisa.

À Liga do Trauma de Roraima pelo total apoio na implantação e avaliação desta pesquisa dentro do ambiente hospitalar, sem vocês essa pesquisa aplicada não seria possível.

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Roraima pelo financiamento dos meus estudos, o que inclui citar todos os servidores da Reitoria e Campus Boa Vista Centro que se dedicaram para que esse convênio UNISINOS/IFRR pudesse ser executado da melhor maneira possível.

E a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente no planejamento e execução esta pesquisa.

O meu verdadeiro obrigado!

RESUMO

O uso de aplicações que padronizam as informações utilizadas em emergências médicas é uma das grandes ferramentas de apoio para as equipes de médicos plantonistas neste novo século. A Computação Ubíqua e a Ciência de Situação são elementos de evolução para aplicações computacionais em hospitais. Mais especificamente, a aplicação que consegue correlacionar dados de redes heterogêneas em prol do sucesso do atendimento médico, produz uma ampla rede de colaboração. Sustentado nesse conceito, o paciente em atendimento poderá usufruir de opiniões de uma ampla gama de médicos especialistas, todos a favor do seu bem estar. No geral o que se tem de resultado das buscas são trabalhos que abordam os conceitos de formas separadas. Nesse âmbito, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um modelo colaborativo com suporte à troca de informações entre equipes médicas plantonistas utilizando Ciência de Situação. O modelo visa utilizar recursos de computação ubíqua para melhorar a inserção de dados relevantes na aplicação, bem como otimizar a saída de dados em dispositivos móveis. Como contribuição científica, o modelo proposto emprega inferências computacionais mediante o uso de ciência de situação no intuito de melhorar a tomada de decisão médica e suportar a colaboração entre as equipes médicas. O modelo proposto realizou duas avaliações, sendo uma através de estudo de caso e a outra referente à usabilidade. As avaliações atestaram que o Doctor Collab alcançou uma média de aceitação de 86,9% utilizando o modelo TAM para verificar o grau de assentimento da aplicação frente aos médicos plantonistas. Desta maneira pode-se indicar que o modelo proposto é coerente com as Hipóteses identificadas.

Palavras-Chaves: Ciência de Situação, Redes Colaborativas, Emergência Médica, Cuidados Ubíquos, Ontologia, Computação Baseada em Atividades.

ABSTRACT

Technological applications used in medical emergencies is one of the greatest support tools for attending physicians teams in this new century. The Ubiquitous Computing and the Situation Awareness are evolving elements for computer applications in hospitals. Specifically, the application that is able to correlate data from heterogeneous networks to improve the success of health care, produces a wide collaboration network. Beside that, the patient can benefit from various views of a wide range of medical specialists, all in favor of their welfare. Overall the results of researches are works that address the topics of different forms. One of the articles did not apply the concepts of ubiquitous computing in order to minimally interfere with the day-to-day medical team. In this context, this paper proposes the development of a collaborative model that supports the exchange of information between physicians medical teams using the Situation Awareness. The model aims to use ubiquitous computing resources to improve the inclusion of relevant data in the application, as well as optimize the data output on mobile devices. As scientific contribution, the proposed model employs computational inferences by using Situation Awareness in order to improve medical decision making and support collaboration between medical teams. The proposed model had two evaluations, one through case study and the other regarding the usability of the model. Evaluations show that the Doctor Collab reached an average of 86.9% acceptance using the *Technical Architecture Modelling* model to check the assent of application to the attending physicians. In this way it way be indicated that the proposed model is consistent with the identified assumptions.

Keywords: Situation Awareness, Collaborative Computing, Medical Emergency, Ubiquitous Computing, Ontology, Activity-Based Computing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cenário tradicional de troca de informações em emergências médicas	24
Figura 2 - Visão ampla do modelo Doctor Collab	26
Figura 3 - Evolução do Contexto	37
Figura 4 - Diversos serviços em uma atividade.....	42
Figura 5 - Ontologia adotada pelo modelo W3.....	44
Figura 6 - Arquitetura do ReticularSpace	46
Figura 7 - Arquitetura Colaborativa Móvel.....	47
Figura 8 Arquitetura do sistema de recomendação Health Insure baseado em nuvem	49
Figura 9 - Modelo detalhado – Doctor Collab.....	57
Figura 10 - Modelo detalhado – Nuvem Doctor Collab.....	58
Figura 11 - Ontologia - Doctor Collab.....	63
Figura 12 - Relações entre Classe Atendimento e Entidades - Doctor Collab	64
Figura 13 – Relações entre Classe Atendimento e Entidades - Doctor Collab	65
Figura 14 - Diagrama de Classe – Doctor Collab.....	69
Figura 15 - Diagrama de Sequência – Doctor Collab.....	70
Figura 16 - Tela Inicial – Doctor Collab	71
Figura 17 - Sucesso de registro de atendimento com inferência – Doctor Collab.....	72
Figura 18 - Registro de armazenamento de uma tripla utilizando o Stardog – Doctor Collab	73
Figura 19 - Passagem de Plantão – Doctor Collab	73
Figura 20 - Inferência através do Pacote Jena – Doctor Collab	74
Figura 21 - Inferência através do Pacote Jena – Doctor Collab	75
Figura 22 - Conjunto de tarefas dando vazão a uma atividade médica – Doctor Collab	76
Figura 23 - Conjunto de tarefas dando vazão a uma atividade médica – Doctor Collab	81
Figura 24 - Perfil dos entrevistados na avaliação.....	83
Figura 25 - Resumo das respostas – Alfa de Cronbach.....	84
Figura 26 - Gráfico das respostas da avaliação – Doctor Collab	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparativo entre os trabalhos relacionados	51
Tabela 2 – Inferência realizada pelo componente IM.....	62
Tabela 3 – Fases do RUP – Doctor Collab	67
Tabela 4 – Questionário Avaliativo – Doctor Collab	85
Tabela 5 – Confirmação de Hipóteses	88
Tabela 6 – Comparação com os trabalhos relacionados	90

LISTA DE SIGLAS

GPS - Sistema Global de Posicionamento
NP-hard - Non-deterministic Polynomial-time hard
ABS - Activity Based Computing
OWL - Ontology Web Language
W3C - World Wide Web Consortium
XML - eXtensible Markup Language
RDF - Resource Description Framework
SPARQL - Protocol and RDF Query Language
DAML - DARPA agent markup language
IEEE - Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos
Java RMI - Remote Method Invocation
UDP - User Datagram Protocol
P2P - Peer-to-Peer
MCDM - Multi-criteria decision making
W3C - World Wide Web Consortium
OWL - Web Ontology Language
EM-DAT - The International Disaster Database
JUnit - Unit Testing Framework for the Java
SaaS - Software como serviço
PaaS - Plataforma como serviço
IaaS - Infraestrutura como serviço
SMS - Short Message Service
TCP/IP - Transmission Control Protocol/Internet Protocol
ROC - Rank Centroid Method
RUP - Rational Unified Process
HGR - Hospital Geral de Roraima
AGNU - GNU Affero General Public License
TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	23
1.1 Questão de pesquisa	25
1.2 Objetivos.....	27
1.3 Organização do texto	28
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	31
2.1 Computação Colaborativa.....	31
2.3 Computação Baseada em Atividades.....	34
2.4 Ciência de Situação	36
2.5 Cuidados Ubíquos.....	38
2.6 Ontologia	39
3. TRABALHOS RELACIONADOS.....	41
3.1 Activity-based computing Framework.....	41
3.2 Community-based collaborative information system for Emergency management	43
3.3 ReticularSpaces.....	45
3.4 Mobile Collaborative Tasks Planning.....	46
3.5 A cloud based health insurance plan recommendation system	48
3.6 Comparativo entre trabalhos	49
3.7 Lacunas de atuação.....	52
4. MODELO PROPOSTO	55
4.1 Decisões de projeto	55
4.2 Arquitetura proposta.....	56
4.3 Ciência de Situação	61
4.4 Ontologia Proposta	63

5. IMPLEMENTAÇÃO	67
5.1 Restrições em relação ao modelo	68
5.2 Diagrama de Classe.....	69
5.3 Diagrama de Sequência.....	70
5.4 Telas de Protótipo	70
5.5 Situação modelada	74
5.6 Atividades modeladas	76
6. AVALIAÇÃO.....	79
6.1 Avaliação por Estudo de Caso	79
6.2 Avaliação de Usabilidade	81
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	89
7.1 Comparação com os trabalhos relacionados.....	90
7.2 Contribuições	91
7.3 Trabalhos Futuros	91
REFERÊNCIAS	93
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	101

1 INTRODUÇÃO

Criar soluções que auxiliem médicos plantonista é fundamental para a eficácia médica. O processo de tomada de decisão sempre foi um dos principais pilares almejados por instituições que buscam qualidade em seus trabalhos, e na área da saúde não é diferente. Esse critério se torna crucial para o auxílio à equipes médicas plantonistas que buscam soluções satisfatórias para problemas diários, apresentando uma resposta apropriada em tempo hábil, principalmente em situações na qual requer o gerenciamento de tarefas em multiníveis (LI, Juan et al. 2014).

Para isso, dispositivos móveis poderão ser grandes aliados na proposição dessas soluções com foco à saúde. Eles possuem recursos computacionais importantes como GPS (sistema de posicionamento global), acelerômetro e diferentes formas de conectividade que abrem uma possibilidade grande para novas aplicações. Mesmo com limitações de processador e memória, ainda assim são soluções com um custo-benefício interessante. Conectar esses dispositivos a uma grande rede de informações colaborativas faz com que os mesmos possam aumentar o potencial de eficiência da aplicação (MUSEN, et al. 2014).

Uma das características interessantes dentro do auxílio à tomada de decisão em multiníveis é a possibilidade de se trabalhar com grupos heterogêneos, devido ao grande desafio de integrar uma variedade distinta de redes, principalmente na troca de informações sem erros entre equipes médicas. Intercomunicar essas redes criará um sistema mais eficiente em ambientes de grande *stress* de trabalho (LI, Juan et al. 2014).

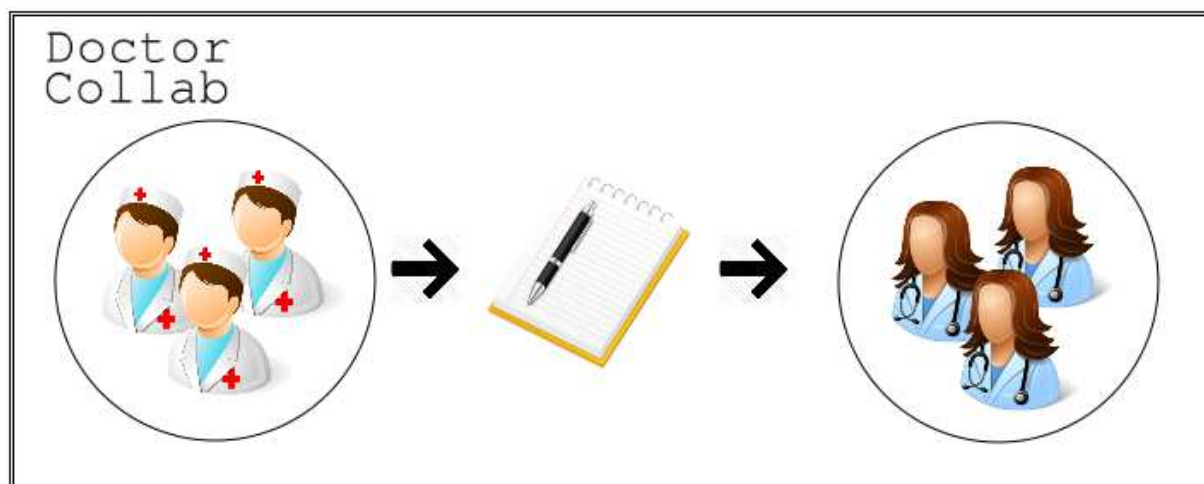
Em se tratando da estruturação da aplicação, um modelo baseado em nuvem computacional, definido como um acesso ubíquo sob demanda a um conjunto de recursos de computação (MELL, Peter; GRANCE, Tim. 2010), demonstra ser uma alternativa satisfatória para o trabalho com base de dados colaborativos. Ele além de ser seguro e unificado, pode impulsionar a divulgação de informações a diversas outras comunidades e em formatos universais (SULTAN, N. 2014).

Após os dados armazenados em nuvem estarem organizados, poderão trabalhar com um grande volume de informações em regimes de alto escala, produzindo assim

decisões mais precisas, baseadas na qualidade das informações que serão buscadas, filtradas e apresentadas à equipe de médicos plantonistas.

A Figura 1 representa um cenário tradicional de troca de informações entre equipes plantonistas. Os médicos, normalmente ao encerrarem os plantões, estabelecem um padrão não linear para o repasse das informações, que hora pode ser manuscrito, digital, ou ainda em formulário estabelecido por cada equipe médica.

Figura 1 - Cenário tradicional de troca de informações em emergências médicas



Fonte: Elaborado pelo autor

Essas informações apresentadas no formulário ficam a mercê inicialmente da forma como os médicos escrevem no documento, podendo ocorrer casos em que a caligrafia atrapalhe o entendimento entre as equipes, e ainda situações em que não há um padrão predefinido, prejudicando a passagem de informações referentes aos cuidados médicos de um paciente hospitalizado em uma emergência.

Ainda sobre cenários em que a troca de informações acontece de forma não padronizada, podemos entender que não existe um gerenciamento de acesso a informações em multiníveis, isso quer dizer que todos os envolvidos da equipe médica têm acesso às mesmas informações. Esses prontuários médicos não informatizados inviabilizam a colaboração instantânea com outros médicos distantes geograficamente do ambiente onde o paciente se encontra em tratamento.

1.1 Questão de Pesquisa

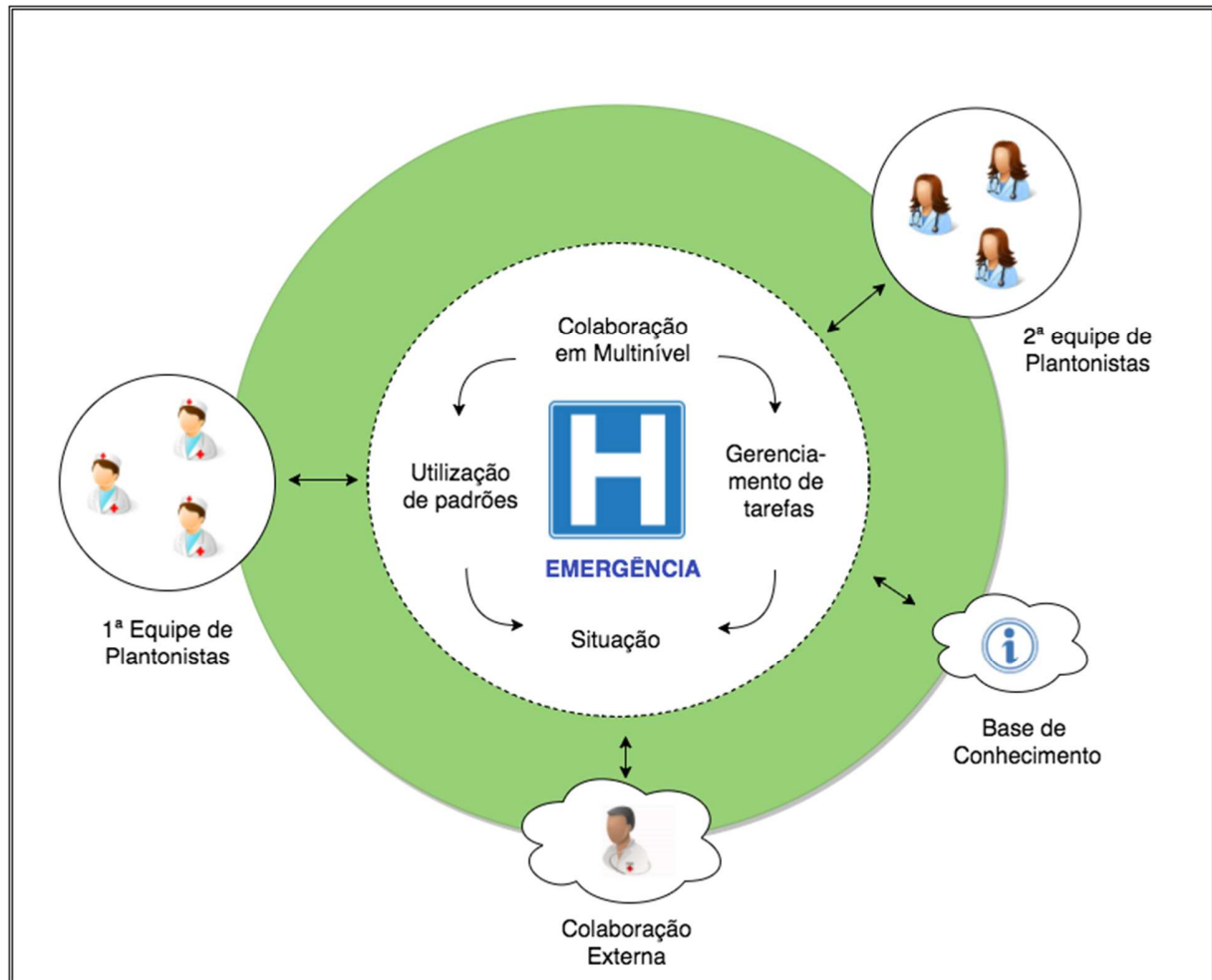
A Figura 2 apresenta uma visão ampla do modelo proposto nesse trabalho, denominado **Doctor Collab**. Nele é possível observar que tanto a primeira equipe médica quanto a segunda têm acesso aos dados do paciente em uma base de conhecimento. Essas informações podem ser adquiridas através de dispositivos móveis, recursos que garantem a mobilidade durante os plantões médicos, além da escalabilidade da aplicação. Quando autorizados, os médicos poderão ainda contribuir de forma colaborativa para a evolução do quadro médico do paciente, utilizando padrões pré-estabelecidos.

No modelo proposto, informações oriundas do estado clínico do paciente poderão ser convertidas em contexto, documentos ou base de dados, criando assim um suporte a ciência de situação (ENDSLEY, Mica R.; GARLAND, Daniel J. 2000). Essa combinação de informações contextuais gera uma abstração em alto nível que contribui para o melhoramento na tomada de decisão e no gerenciamento de atividades repassadas pelas equipes plantonistas dentro do modelo. Esses contextos obedecem regras de uma ontologia (NOY, Natalya F. et al. 2001), padrões esses necessários para a organização e compartilhamento de informações de forma estruturada e segura para outros usuários do sistema.

Diante das questões e desafios de pesquisa apresentados anteriormente no que se refere ao uso de softwares colaborativos em ambientes de emergências médicas, a pergunta a ser respondida neste trabalho é:

*Como seria um modelo computacional para apoiar a **Colaboração** e troca de informações entre equipes médicas, em áreas de emergências, usando a **Ciência de Situação**?*

Figura 2. Visão ampla do modelo Doctor Collab



Fonte: Elaborado pelo autor

O intuito é criar uma abstração em alto nível, garantindo uma adaptação mais próxima aos contextos gerados pelo paciente, proporcionando desta maneira uma riqueza nas informações repassadas às equipes plantonistas de forma transparente, robusta e segura.

A Ciência de Situação (LOPES, Joao et al. 2014) destaca-se neste modelo como uma das importantes contribuições para melhorar as inferências médicas, pois se preocupa com o alto nível de abstração dos contextos necessários para um atendimento médico eficiente em emergências médicas, ainda mais relevante quando pensado em dispositivos móveis.

Neste modelo, uma nuvem computacional (MELL, Peter; GRANCE, Tim. 2010) representa uma estrutura que dá aos médicos plantonistas acesso a diversas informações referentes ao paciente de forma rápida e transparente, no intuito de agrupar um conjunto de conhecimento computacional armazenados de forma remota, objetivando otimizar as inferências médicas dentro do Doctor Collab.

A Colaboração Externa é outro ponto importante deste modelo, visto que em ambientes emergenciais, é de grande importância que aplicações ofereçam suporte para que profissionais especialistas que não se encontram fisicamente no local de atendimento possam colaborar da melhor maneira possível, em prol do bem estar do paciente. Essa colaboração se realizará tanto de forma a incentivar o acoplamento de tempo e o descarrilamento de espaço.

Como contribuição científica, o modelo proposto emprega inferências computacionais através do uso de níveis contextuais presentes em uma base ontológica (CHEN, Harry; FININ, Tim; JOSHI, Anupam. 2003) no intuito de melhorar a tomada de decisão médica e suportar a colaboração entre as equipes da área de saúde. O modelo possui um conjunto de módulos em que estão distribuídas suas funcionalidades, um melhor acesso aos dados de prontuário médico.

1.2 Objetivos

A transferência de informações entre equipes plantonista durante a troca de plantões médicos, ainda aponta como uma lacuna de pesquisa. Este trabalho sustenta-se exatamente nessa oportunidade, utilizando um modelo na Computação baseada em Colaboração e Ciência de Situação. A ideia é propor um modelo para trabalho colaborativo de modo a atender de forma satisfatória a troca de informações entre equipes médicas plantonistas.

Além das vantagens para o ambiente hospitalar, para as equipes médicas e para o paciente em tratamento, dado que não existe atualmente um padrão para essas trocas de informações, o posicionamento abordado nessa proposta também apresenta benefício a utilização de recursos de computação ubíqua que proporcione uma entrada

e saída de dados mais transparente de modo a não atrapalhar a rotina médica de trabalho.

Neste âmbito, o objetivo principal deste trabalho é propor um **modelo colaborativo que auxilie a troca de informações entre médicos plantonistas**. O sistema se utilizará de conceito Ciência de Situação para o uso de Inferências computacionais a partir de uma base Ontológica. O mesmo deverá gerenciar atividades entre usuários que podem estar fisicamente distantes, devendo ser capaz de armazenar as informações importantes para os cuidados dos pacientes de acordo com padrões pré-estabelecidos. Outros objetivos específicos também importantes para a conclusão do trabalho são:

- Verificar se a solução de gerenciamento de atividades melhora o desempenho na troca de informações entre equipes plantonistas em emergências médicas;
- Propor um protótipo do modelo colaborativo para permitir a disponibilidade das informações em diferentes locais e para pessoas autorizadas;
- Verificar se a equipe de médicos plantonistas tem um aumento no ganho de colaboração durante seu plantão médico.

1.3 Organização do Texto

Este trabalho está dividido em 7 capítulos, com a estrutura a seguir: O Capítulo 2 apresenta os conceitos dos assuntos fundamentais e tecnologias necessárias para a implementação do modelo pretendido neste trabalho. O Capítulo 3 correlaciona os estudos mais importante e relevantes no estado da arte de sistemas colaborativos ubíquos com o uso de Ciência de Situação e Computação baseada em Atividades, assuntos fundamentais em ambientes de troca de informações de emergências médicas. O Capítulo 4 apresenta e discute o modelo proposto, de forma a explicar todas as questões necessárias, bem como os passos necessários para a realização dos objetivos desta pesquisa. O Capítulo 5 aborda a implementação da pesquisa, restrições com relação ao modelo, telas do protótipo, as colaborações e situações

modeladas. O Capítulo 6 apresenta a avaliação do trabalho, bem como a metodologia da avaliação, hipóteses de pesquisa e discussões sobre os resultados obtidos. Por fim serão apresentadas no capítulo 7 as considerações finais, os resultados alcançados e trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os conceitos essenciais para a compreensão do modelo proposto neste trabalho. O capítulo é iniciado com uma abordagem sobre Computação Colaborativa, um dos temas mais relevantes para essa pesquisa. Logo após, apresenta os principais conceitos sobre Computação Ubíqua, parte importante na evolução de propostas que trabalhem com transparência na manipulação de informações junto à comunidade médica, seguindo com uma breve explanação a respeito do tema de Computação Baseada em Atividades. Depois, é descrito o conceito da Ciência de Situação. Para finalizar, são apresentados os conceitos de Cuidados Ubíquos e Ontologia.

2.1 Computação Colaborativa

Segundo o dicionário Michaelis, a palavra colaboração pode ser definida na língua portuguesa como um ato de cooperar, ajudar alguém, ou ainda a capacidade de se trabalhar junto. Baseado neste conceito a Computação Colaborativa pode ser dividida nos seguintes conceitos (ATTARAN, M. 2002):

- Divulgação de informações comuns;
- Planejamento no compartilhamento das informações; e
- Execução com maior sucesso de tarefas do que comparado a atividades executadas independentemente.

Esse estilo de computação busca responder a uma lacuna da computação facilitando a comunicação entre grupos e indivíduos, além de habilitar comunicações síncronas, a exemplo de videoconferências, e comunicações assíncronas, como prontuários eletrônicos sendo acessados em diferentes momentos por diferentes pessoas.

A tecnologia por si só já compreende uma necessidade de se trabalhar de forma colaborativa. Isso se deve em fato, à crescente cooperação entre equipes diante da

execução de tarefas do dia, fazendo assim com que sistemas colaborativos estejam cada vez mais presentes e difundidos (SHELBOURN, M. 2006).

Shelbourn (2006) conclui ainda que para que uma organização proponha uma colaboração efetiva, se faz necessário algumas estratégias, destacando-se:

- Visão: No intuito de efetivar sistemas colaborativos, todos os membros da colaboração devem concordar com os objetivos da aplicação.
- Engajamento: Os líderes da colaboração devem garantir que todos os objetivos e chaves de colaboração possam ser consultados por qualquer membro da equipe, tornando desta maneira um espaço democrático colaborativo e engajando as práticas a serem realizadas dentro da aplicação.
- Confiança: Para estabelecer um ambiente de confiança para colaboração, tempo e recursos são necessários para estimular que os participantes estabeleçam verdadeiras colaborações dentro da aplicação.
- Comunicação: Um meio comum de comunicação é necessário para que uma diálogo efetivo entre os participantes seja realizado.
- Processo: Independente do tipo de processo colaborativo que se esteja buscando, a comunicação no dia – a – dia é uma das chaves para um bom processo de colaboração a longo prazo.
- Tecnologia: Para a implementação e manutenção de uma solução computacional, um acordo de qual tecnologia deve ser usada leva a melhores resultados colaborativos.

Em se tratando do potencial que uma aplicação colaborativa pode oferecer como plataforma para o desenvolvimento de produtos inovadores, destacam-se:

- Reuniões Virtuais: no intuito de contribuir para algum caso emergencial do quadro clínico do paciente, a equipe de médicos plantonistas pode lançar mão do recurso de reuniões virtuais no intuito de ampliar a rede de colaboração dentro da plataforma.

- Equipe de trabalho: muito utilizada em emergências médicas, e equipe de trabalho é uma grande aliada na colaboração. Esse trabalho em equipe pode trazer uma riqueza para a aplicação de colaboração tanto no caso de troca de equipes médicas, como na conexão de equipes geograficamente distantes;
- Gerenciamento: este tópico será abordado com mais detalhe na seção 2.3;
- Colaboração em cadeia: isso é possível em caso avançados de B2B (*Business to Business*) mais especificamente em comércio eletrônico no intuito de aumentar consideravelmente as taxas de colaboração.

Existem muitas formas de colaboração dentro da computação atual, como a aplicação, número de colaboração suportada, e forma de compartilhamento de informações. Essas questões irão depender muito do local onde será implementada, haja vista que cada local ou área de aplicação possui suas regras e restrições regulamentadas por órgãos competentes que irão especificar a maneira mais eficiente de se usar essa tecnologia. O acesso às informações está cada vez mais simplificado e otimizado, principalmente nos momentos que dispositivos móveis inteligentes se apresentam como soluções seguras e atrativas para o compartilhamento de informações e a busca pelo desenvolvimento de aplicações que sejam cada vez mais intuitivas.

2.2 Computação Ubíqua

A computação nos leva a imaginar o uso do computador de forma tradicionalista, de modo a pensar em um dispositivo de mesa e as aplicações que ele pode nos proporcionar. Esse conceito se sustentou até que o cientista Mark Weiser (1991) publicou um trabalho científico no qual ele projetaria o futuro da computação para as próximas décadas, denominado de paradigma da computação ubíqua ou a terceira onda da computação.

Nesse estudo Weiser propõe que a interação homem máquina pode ser melhor representada e definida quando a computação alcança um nível de invisibilidade baseada nas atitudes comportamentais do ser humano. A partir dessa ideia, um

sistema baseado em computação ubíqua poderá agir de forma mais proativa, criando situações em que o auxílio a um ser humano se torne mais transparente ao ponto que interrompê-lo ao mínimo. Weiser para exemplificar essa ideia, cita em seu estudo que ambientes ubíquos podem por exemplo detecta a presença de uma pessoa previamente autorizada pelo sistema e abrir a porta do recinto de forma automática e no tempo necessário para a passagem do mesmo.

Esse conceito se apoia bastante no dispositivo em que será utilizado, e esses dispositivos se apoiam em seus recursos de comunicação para entregar uma experiência mais transparente. A maioria dos dispositivos podem trazer uma variedade de sensores no intuito de melhorar a experiência do usuário, a exemplo de sistema de reconhecimento de voz, pedômetro, sistema de localização geográfico e sensores de temperatura. Isso barateia a construção de aplicações ubíquas, pois a maioria da população mundial poderá ter acesso de forma fácil a equipamentos que melhorem suas experiências computacionais, permitindo desta maneira uma computação mais natural, sem que o usuário precise se dedicar para utilizar.

A comunicação também é outro fator importante dentro dos conceitos de computação ubíqua para a busca de ambientes inteligentes (SARANUMMI, N. 2008) a destacar: i) O melhoramento da comunicação entre dispositivos, não apenas com os usuários, mas também com outros dispositivos presentes no ambiente; ii) A sensibilidade ao contexto podendo se adaptar as mais distintas situações, iii) E o ser reativo, percebendo as informações geradas ao se redor e tornar uma ação baseada em uma regra predefinida. Aplicações que incorporam esses conceitos tendem a estarem melhores organizadas e mais propícias ao sucesso dentro de ambientes hospitalares.

2.3 Computação Baseada em Atividade

O conceito de gerenciamento de tarefas na computação ubíqua se mostra uma forma organizada de trabalhar com requisições e tarefas dentro da aplicação. Os sistemas computacionais atuais possuem tecnologias para a manipulação de tarefas e suas respectivas ações. Há casos em a agregação de recursos poderá desencadear

uma aplicação multitarefa, como no exemplo da escrita de prontuários médicos executadas de forma paralela.

Essa evolução pode se dar pelo fato da presença cada vez maior da computação ubíqua. Há exemplos de quando o usuário passa a utilizar apenas uma mão, comandos gestuais, de forma a potencializar diversos dispositivos, como celulares, carros e até mesmo eletrodomésticos automatizados.

Outro ponto interessante a ser destacado é que o gerenciamento de tarefas ubíquas é uma subárea dos fundamentos da Computação Baseada em Atividade (*Activity Based Computing* - ABS) (BARDRAM, J. 2005). Em conceito, podemos dizer que a evolução das aplicações computacionais não se preocupa especificamente com o tipo de arquivo ou aplicação que será usada, mas sim com a atividade do usuário. Essas atividades computacionais podem ser facilmente iniciadas, suspensas e paradas por qualquer dispositivo em uma aplicação a qualquer tempo, ou momento.

Além do mais, essas atividades, ou tarefas, podem ser adaptadas a partir do contexto de cada usuário, criando assim informações cada vez mais ricas e próximas à necessidade de cada usuário. Esses conceitos alinhados com o mundo da saúde, poderão trazer grandes benefícios a aplicações que tenham suporte à mobilidade, atividades paralelas, cooperação e ciência de contexto dentro da ubiquidade computacional hospitalar.

Segundo Norman (1998), um dos pioneiros a mencionar o conceito de Computação Baseada em Atividade, a ideia de criar soluções que se integrem a heterogeneidade dos computadores é uma bela forma de criar aplicações mais interessantes. Em suma, este conceito tem grande preocupação na mobilidade local das informações e no suporte às suas respectivas colaborações (síncronas ou assíncronas) fazendo com que quando o usuário requisite um tarefa em especial, a aplicação automaticamente busque informações associadas a tarefa.

Por fim, a naturalidade humana nos leva a crer que a colaboração é algo empírico. Essa evolução é natural para o mundo do trabalho quando interagimos diariamente com artefatos, planejamentos e regras que determinam como as tarefas poderão ser distribuídas e coordenadas, criando assim uma Computação Baseada em Colaboração de Artefatos (BARDRAM, J. 2005).

2.4 Ciência de Situação

A ciência de situação nasceu da necessidade de construir soluções baseadas nas regras do dinamismo humano e seus mais variados domínios de uso. Essa ciência pode está presente em sistemas na qual trabalhe com a visão baseada em decisão. O Dinamismo aparece em sistemas que se propõem a representar as habilidades humanas, seus efeitos, decisões e modos de operação. Uma variedade imensa de contextos podem utilizar a Ciência de Situação em prol da necessidade do ser humano. Isso já está sendo utilizado há algum tempo como em diversos ambientes, a exemplo de sistemas de controle de tráfego aéreo, sistemas de larga escala ou ainda em sistemas táticos (ENDSLEY, Mica. 1999).

Uma informação pode ser transforma em um contexto computacional de forma a contribuir com o máximo de coleta de dados de um paciente. Esses contextos podem ser dados sensoriais presentes nos dispositivos móveis atuais, como Microfones, Dados do Sistema de Posicionamento Global (GPS), rotas e mapas. A combinação dessas informações contextuais auxiliarão no melhoramento de tomadas de decisões.

Atualmente, contextos também podem ser adquiridos através do sensoriamento de dispositivos específicos que desempenham função determinada dentro da área da saúde pessoal e que podem ser usados a favor do monitoramento do quadro médico. É possível citar como exemplo o barateamento de braceletes inteligentes (*smartband*) que atualmente possuem funções como monitoramento de batimentos cardíacos, acelerômetro e pedômetro.

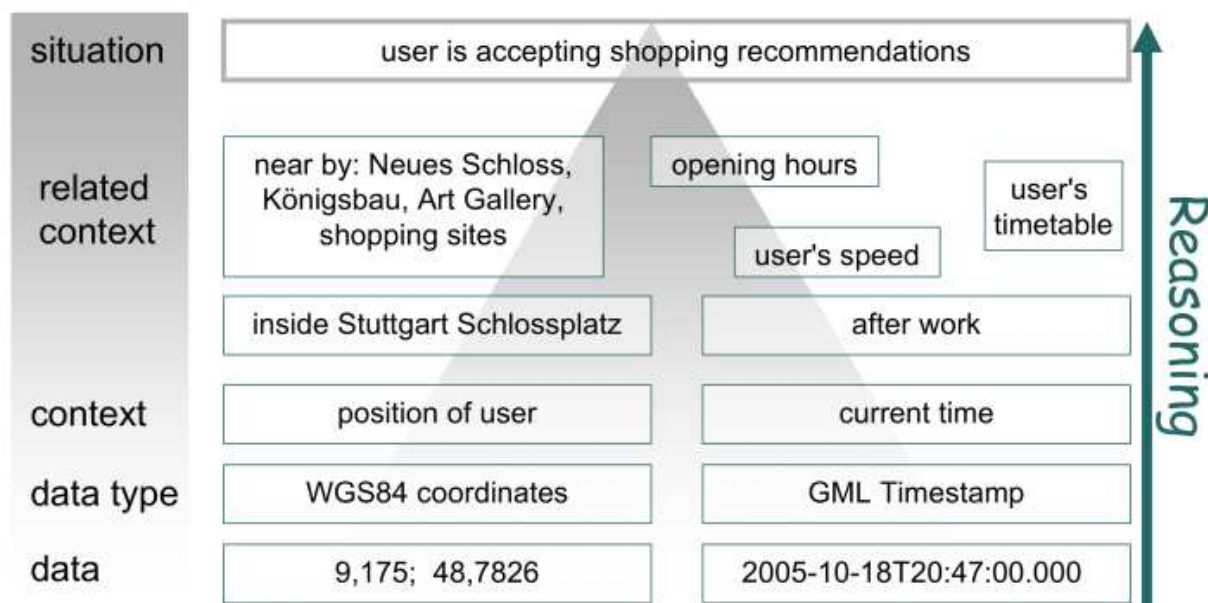
No campo de sistemas, os contextos podem ser aplicados tanto para recursos de computação móvel como em ambientes inteligentes. O modelo proposto neste trabalho tentará unir esses dois ambientes no intuito de criar um novo patamar contextual. De acordo com CHEN et al (2000) podemos classificar as adaptações baseadas em contexto em quatro categorias, são elas: i) Seleção de informações e serviços, ii) Apresentação de informações e serviços de usuários, iii) Execução automática de ações a partir da preferência de usuários, e iv) Etiquetas de conteúdos multimídia para posterior recuperação.

Dey (2001) define um contexto como qualquer informação que possa ser uma situação por uma entidade, sendo entidade, uma pessoa, lugar ou objeto considerado relevante para interação dentro da aplicação. A Figura 3 apresenta uma representação da Ciência de Situação como uma abstração de dados contextuais.

Diversos tipo de contextos podem ser encontrados em um ambiente de emergência médica hospitalar, como contexto geográfico, obtidos através de sensores, dados primários de localização, identidade, data/ hora e estado da entidade. Essas informações podem ser encontradas como um dado bruto (primário), ou com a semântica da aplicação (secundário), podendo vir de forma privada ou pública que podem variar a depender das regras socioculturais e leis vigentes na região.

A partir do momento que o contexto aumenta seu nível de interpretação passa-se a lidar com a situação, informação essa que pode ser usada diretamente pela aplicação adaptativa. A Figura 3 apresenta um quadro evolutivo do dado, passando pelo contexto, até chegar a situação.

Figura 3 - Evolução do Contexto



Fonte: (HENRICKSEN, Karen. 2006)

Ciência de Situação pode ser definido ainda, de acordo com Endsley (1999) como “uma percepção de elementos em um ambiente com um volume de informações

como tempo e espaço, a compreensão desses significados para a projeção do seu estado em um futuro próximo”. Essas informações, ou contextos, são definidas de forma a auxiliar na tarefa de decisão de uma determinada atividade. Para o pesquisador, ciência de situação pode ser classificada em três níveis: Percepção, projeção e compreensão.

Mais recentemente Lopes et al (2014) trouxe um conceito mais atualizado sobre o assunto, principalmente para sistemas com foco à ubiquidade. Segundo ele, a Ciência de Situação nada mais é que uma visão em alto nível do contexto, onde o foco é o processo de adaptação em aplicações. Isso é útil para construção de contextos complexos, podendo ser obtidos por diferentes sensores e dispositivos utilizados em ambientes ubíquos. Nesse tópico, desafios de pesquisa são apresentados, dentre eles: i) a coleta de dados a partir de dispositivos heterogêneos; ii) o processamento de informações contextuais para o meio físico; iii) a disseminação do contexto a usuários interessados. Devido ao seu alto grau de abstração, os dados de ciência de situação facilitam a implementação de projetos e aplicações.

2.5 Cuidados Ubíquos

Nesta seção serão apresentados os conceitos e informações relevantes sobre os cuidados ubíquos descritos neste trabalho. Gelogo e Kim (2013) definem cuidados ubíquos como uma área promissora, onde a ubiquidade é vista como uma forma de fornecer serviços médicos em qualquer lugar e a qualquer momento, melhorando assim a rapidez no diagnóstico do estado de saúde do usuário.

Para Wehbe e Galvão (2001), o trabalho em uma emergência médica é um local que deve está de acordo com Padrão de Práticas de Enfermagem e Emergência Médica, referência no Brasil desde 1983, onde estão as funções essenciais para a manutenção da saúde do paciente, dentre elas: i) Preparar e administrar medicamentos; ii) efetuar curativos de maior complexidade; iii) realizar o controle de sinais vitais; e iv) monitorar a evolução do paciente e atualizar o prontuário médico.

Já Alcides de Lima Neto (2015) acredita que os cuidados médicos em um ambiente de emergência devem ser divididos em categorias, de modo a agilizar os atendimentos das pessoas que adentram a emergência e oferecer um cuidado mais específico, as categorias são: i) Cardiologia; ii) neurologia; iii) ginecologia e obstetrícia; e iv) traumatologia-ortopedia. Ele ainda categoriza os ambientes de urgência como locais onde são realizados atendimentos rápidos sem risco de vida, e a emergência onde é iminente o risco de morte. Por fim, o estudo destaca o cotidiano de trabalho árduo dentro das emergências e a necessidade de melhor gerenciar as atividades realizadas pelas equipes deste estabelecimento.

Na intenção de fazer com que esses cuidados se tornem cada vez mais inteligentes se apresenta a necessidade de utilizar tecnologias com padrões internacionais como a Ontologia, técnicas de web semântica, possibilitando o uso de inferências para detecção de situações.

2.6 Ontologia

Dentro de sistemas computacionais focados a saúde e cuidados ubíquos existe uma forte necessidade de organizar de maneira segura as informações utilizadas. Para Gruber (1993) uma ontologia pode ser definida como uma representação formal e explícita de um conceito compartilhado. Além do mais, esse conceito se dará por uma descrição estrutural e escrita de um domínio de conhecimento em questão.

Noy e McGuinness (2001) afirmam ainda que uma ontologia pode ser dividida em: i) Classes; ii) Atributos ou Slots; iii) Facetas; e iv) Instâncias. Em se tratando de ações possíveis para uma ontologia, pode-se destacar: i) Definição de Classes; ii) Construção de uma hierarquia taxonômica; iii) definição das instâncias; dentre outras.

Uma ontologia pode ser útil na especificação e implementação de modelos computacionais complexos. Uma das formas utilizadas da ontologia no mundo real acontece quando se tem a necessidade de atingir um consenso sobre uma área de conhecimento (GRUBER, T. 1995).

Para que as ontologias possam ser construídas, várias linguagens foram criadas. A mais utilizada tem como apoio a Internet e é chamada de *Ontology Web*

Language (OWL) e é mantida pela *World Wide Web Consortium* (W3C) na intenção de oferecer um melhor suporte de criação de Ontologias em plataformas Web. Isso cria um novo universo de processamento de consulta na Web, fazendo com que as aplicações compreendam o exato significado das palavras e suas relações, trazendo a necessidade do uso de técnicas de Web Semântica (BERNERS-LEE, T. 2015).

Formas conhecidas de organização da informações baseado em Web Semântica estão de acordo com linguagens do tipo XML, SPARQL, RDF ou DAML+OIL. Todas têm como função representar bases de conhecimento, mais ainda, estruturar esses dados na Web.

3. TRABALHOS RELACIONADOS

Este capítulo relaciona alguns estudos mais relevantes e importantes em busca do estado da arte sobre Ciência de Situação e Computação Baseada em Atividades com foco em colaboração, uso da ubiquidade, aplicações e restrições. O objetivo é criar um perfil dos modelos mais importantes atualmente propostos pela comunidade científica, identificando assim suas características relevantes, maneira como foram aplicados, gerenciados e principalmente, como eles se comportam de forma colaborativa.

O critério de escolha estabelecido para os trabalhos científicos apresentados neste capítulo foi que eles fossem publicados em congressos e periódicos representativos dentro da área, apresentando de alguma maneira características que envolvam o universo da colaboração e suas atividades em ambientes hospitalares. A representatividade desses eventos pode ser medida através do fator de impacto disponibilizado por cada periódico ou, no caso de eventos, tempo de existência. Esse critério foi estabelecido como verdade baseado na premissa de que existem estudos e pesquisadores já trabalhando nesses temas, e que esses assuntos são importantes e relevantes para a sociedade. As buscas foram feitas em periódicos indexados e com fator de impacto relevantes para a comunidade científica. Como mecanismo de pesquisa foram utilizados os serviços do Google Acadêmico, Biblioteca Digital do IEEE e o portal *Science Direct* utilizando as palavras-chaves “Activity-Based Computing”, “Ubiquitous Computing”, “Situation Aware”, “Healthcare” e “Colaborative Computing”

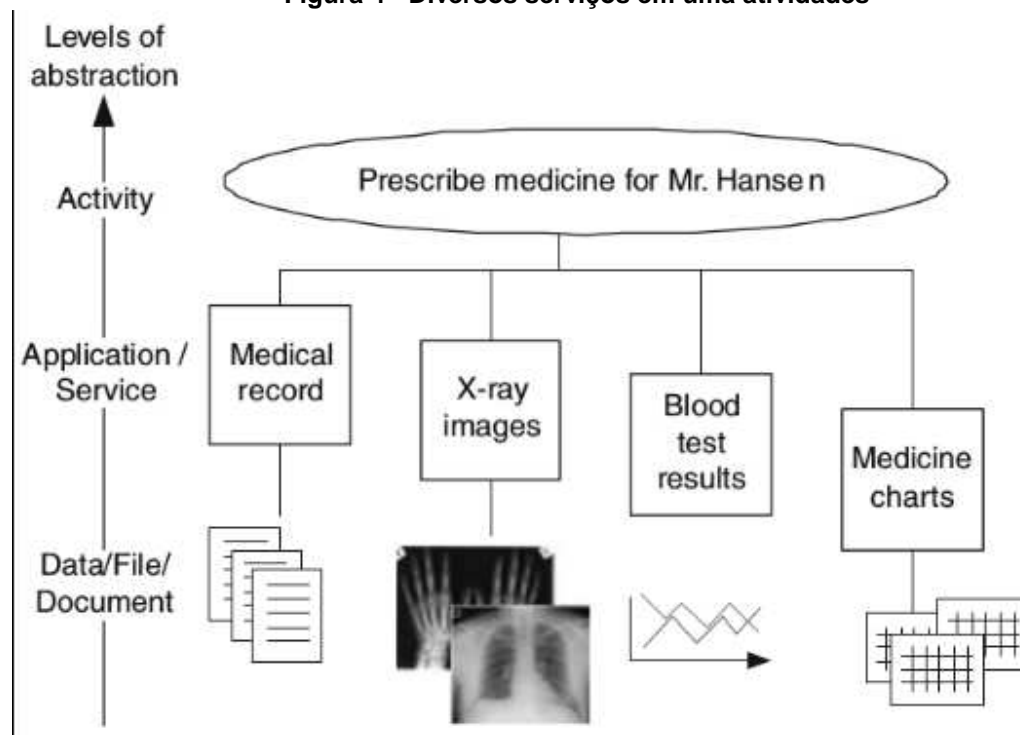
3.1 Activity-based computing

Bardram (2005) apresenta uma visão sólida sobre o estudo de Computação Baseada em Atividade (*Activity-Based Computing*) e a forma como o conceito coopera com as atividades humanas. O Framework em estudo apresenta: i) Suporte a gerência de tarefas humanas utilizando computador; ii) suporte a mobilidade e distribuição de atividades através de ambientes heterogêneos; iii) Suporte a colaboração assíncrona, autorizando desta maneira que diversas outras pessoas possam participar; e iv)

suporte a colaboração síncrona, criando assim ambientes de colaboração em tempo real, a exemplo de videoconferências.

O estudo teve um tempo total de 2 anos de análise e avaliado em uma diversidade de clínicas e hospitais. Na Figura 4 é apresentado um esquema envolvendo diversos serviços, os níveis de abstração, em uma simples atividade. Nessa Figura, uma única atividade prescrita pelo médico, utiliza diversos serviços e recurso, além de se envolver com as camadas restantes da aplicação. O modelo também apresenta a possibilidade de colaboração assíncrona, visto que as informações não precisam ser inseridas ao mesmo tempo.

Figura 4 - Diversos serviços em uma atividades



Fonte: (Bardram. 2005)

O estudo apresenta também as três dimensões da computação baseada em atividade, são elas: i) Tarefa e Material, onde estarão incluídos os exames; ii) Tempo e Espaço, local onde pode ser controlado o *status* da informação (iniciado, suspenso, pronto e finalizado) além do suporte a trabalho multitarefa; e iii) Usuários, local onde é possível prover a colaboração entre pessoas do sistema.

O Framework do sistema possui dois lados bem definidos (Servidor & Cliente), onde os processos estão separados de forma organizada. Ele foi implementado na versão 3.1 na Linguagem Java RMI e utilizou datagrama UDP para comunicações *Peer-to-Peer* (P2P). A implementação aconteceu no Hospital Universitário de Aarhus, na Dinamarca, através de mais de 15 palestras de como usar a aplicação. O objetivo era mostrar a estabilidade da plataforma e provar que muitos recursos podem trabalhar de forma correlacionada.

3.2 Community-based collaborative information

O artigo de Juan Li et al (2014) buscou abordar como se pode trabalhar com um sistema colaborativo baseado em comunidade para locais classificados como emergenciais, a exemplo de tsunamis, enchentes e epidemias. Nessas circunstâncias é muito importante se trabalhar com um sistema bem organizado, por existir um alto nível de *stress* e qualquer falha de organização da informação poderá acarretar em grande problemas.

Para isso, o artigo cita o uso da técnica de tomada de decisão em multicritérios (*Multi-criteria decision making-MCDM*). Essa técnica pode ajudar as pessoas que utilizam a plataforma em busca dos seguintes tópicos: i) avaliar a situação atual; ii) encontrar soluções satisfatórias e iii) ter respostas apropriadas em um tempo hábil.

Além disso, propor uma estratégia para formação de uma base de dados virtual baseada em comunidade que se conectada a outra base de dados. A aplicação proverá informações muito mais ricas aos humanos que estiverem nesses ambientes emergenciais.

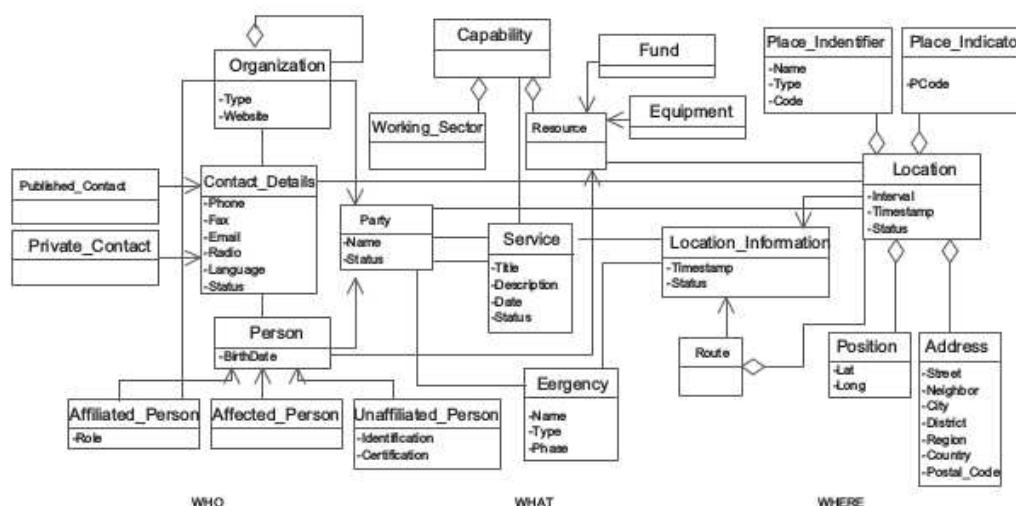
Essas bases poderão ainda, quando habilitadas, promover a construção de informações de forma colaborativa, conectando-se a organizações públicas ou privadas com uma grande número de outras comunidades. É apresentado no estudo, o design, implementação e avaliação da aplicação baseada em comunidade. A arquitetura da aplicação é feita baseada na tecnologia P2P para gerenciar bases distribuídas.

Devido a essa heterogeneidade das redes envolvidas, se faz necessário o uso de ontologia para organizar as informações vindas de diferentes lugares. Propriedades

especiais podem ser adquiridas como localização, tempo, temperatura e outras propriedades relativas ao ambiente de emergência que podem simplificar a integração entre bases de dados.

A ontologia utilizada é baseada do modelo “Quem - O quê – Onde” proposto pelo Framework da W3 de interoperabilidades emergenciais (WENJUN, Wang; CUNXIANG, Dong; PENG, Yang. 2009) e pode ser visualizada com mais detalhes na Figura 5. O autor adotou ainda as recomendações da W3C e implementou os RDFs (Resource Description Framework) e as OWLs (Web Ontology Language) na aplicação. Para as avaliações de questões semânticas foi utilizada a linguagem SPARQL.

Figura 5 - Ontologia adotada pelo modelo W3



Fonte: (Juan Li et al. 2014)

A implementação do estudo foi através de uma rede social em forma de site. O protótipo cria uma interface com o usuário para acesso a um repositório de informações que lhe retornará informações úteis que servirão de suporte para divulgação de informações de parceiros emergenciais de todos os níveis. O cenário experimental foi através do uso de uma base de dados pública internacional de doenças chamada EM-DAT (<http://www.em-dat.net/>) que possui desde 1990 mais de 18 mil dados relacionados a doenças e desastres. Ele é um conglomerado de informações de diversas partes como órgãos governamentais, organizações não-governamentais, companhias, institutos e agências de notícia. Na simulação todos os dados da EM-DAT

foram convertido para RDF para a análise mais real do desempenho do sistema e chegando a resultados satisfatórios dentro da simulação.

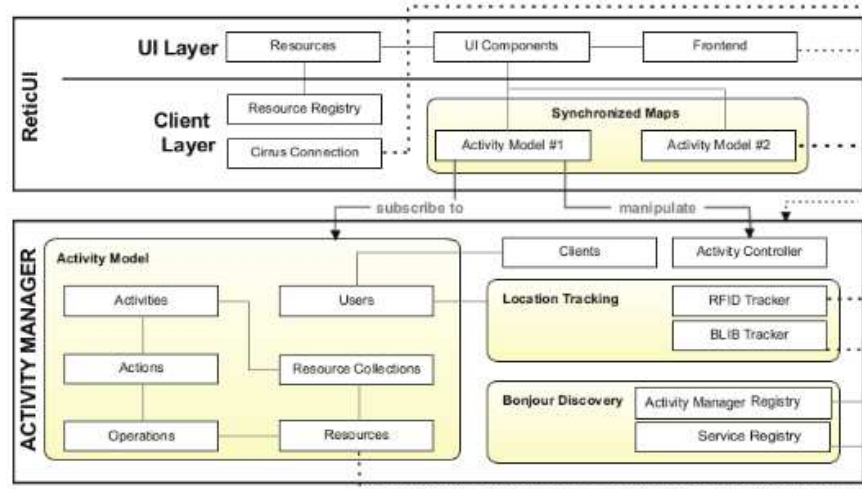
3.3 ReticularSpaces

Outro interessante estudo do cientista Bardram (2012) apresenta uma análise de espaços inteligentes através do uso Computação Baseada em Atividade com suporte a colaboração utilizando dispositivos móveis. O trabalho tem como foco o suporte a: i) unificar interação entre aplicações através do uso do *ReticUI*; ii) O gerenciamento de tarefas complexas entre usuários e *displays*, iii) A utilização remota ou local dos serviços disponibilizados; e iv) A colaboração tanto entre usuários locais quanto usuários remotos.

Utiliza-se a computação baseada em atividade para formalizar a informação trafegada dentro da aplicação através do uso de ontologia. A aplicação também tem suporte para que outras ferramentas possam colaborar com a construção e compartilhamento da informações. Esses compartilhamentos podem ser tanto baseados no acoplamento de tempo quanto no descarrilamento de espaço, criando assim uma vasta gama de interação e colaboração.

Além do mais, o *ReticularSpaces* tem suporte à ciência de contexto, implementando um novo conceito, a “atividade em roaming”. A Figura 6 apresenta a arquitetura modelo do *ReticularSpaces*. Nela é mostrada a estrutura tanto do componente *RetriUI* quando do gerenciador de atividades, a camada de cliente, o sincronismo de mapas e localidade.

Figura 6 – Arquitetura do ReticularSpace



Fonte: (Bardram. 2012)

Como estudo experimental, o sistema utilizou uma metodologia própria para verificar seu desempenho, determinando um espaço de 15 minutos para inserção de mais funcionalidade no sistema. Ao todo foram usados 5 cenários em 2 grupos de usuários. Os primeiros dois cenários tiveram foco no gerenciamento de informações.

A solução *ReticularSpaces* teve desempenho satisfatório em sistemas de multi-display inteligentes utilizando os princípios de Computação Baseada em Atividade, mostrando sua viabilidade.

3.4 Mobile Collaborative Tasks Planning

O estudo de Fouzi Lezzar (2013) apresenta uma análise do uso de dispositivos móveis colaborativos em prol do melhoramento do planejamento de tarefas focadas à saúde. A plataforma foi desenvolvida em sistema Android por oferecer a estrutura necessária para a execução dos experimentos de colaboração utilizando dispositivos móveis. Para isso, foi desenvolvido um agrupamento síncrono de dispositivos móveis Android no intuito de habilitar uma colaboração em tempo real onde membros desses grupos podem estar separados geograficamente, mas ainda assim, conseguem utilizar o sistema. A Figura 7 apresenta a arquitetura de software proposta dentro do sistema móvel colaborativo.

Figura 7 – Arquitetura Colaborativa Móvel



Fonte: (Fouzi Lezzar. 2013)

Algumas técnicas foram utilizadas para garantir o desempenho dentro dos sistemas colaborativos móveis, são elas: i) votação; ii) Mensagens SMS; iii) Persistência utilizando protocolo TCP/IP; e iv) Nuvem de dados para mensagens utilizando sistema Android.

Os componentes presentes no software podem ser divididos em: i) Interface; ii) comunicação; iii) colaboração; iv) segurança; v) *scheduling*; e vi) seção. O software foi testado em uma clínica de maternidade de nome Algeria, ambiente real para capturar contextos de medicina. Na oportunidade também foram colhidas opiniões dos usuários a respeito do software. Antes de realizar os testes juntos as pessoas, foi realizada uma avaliação interna no intuito de encontrar as limitações, falhas da aplicação usando a ferramenta JUnit. Os teste realizados foram: i) teste de atividades; ii) teste de evento; e iii) teste de tipos.

Por fim, a análise do uso do Planejamento Colaborativo para dispositivos móveis se mostrou eficiente e transparente após a realização dos testes.

3.5 A cloud based health insurance plan recommendation system

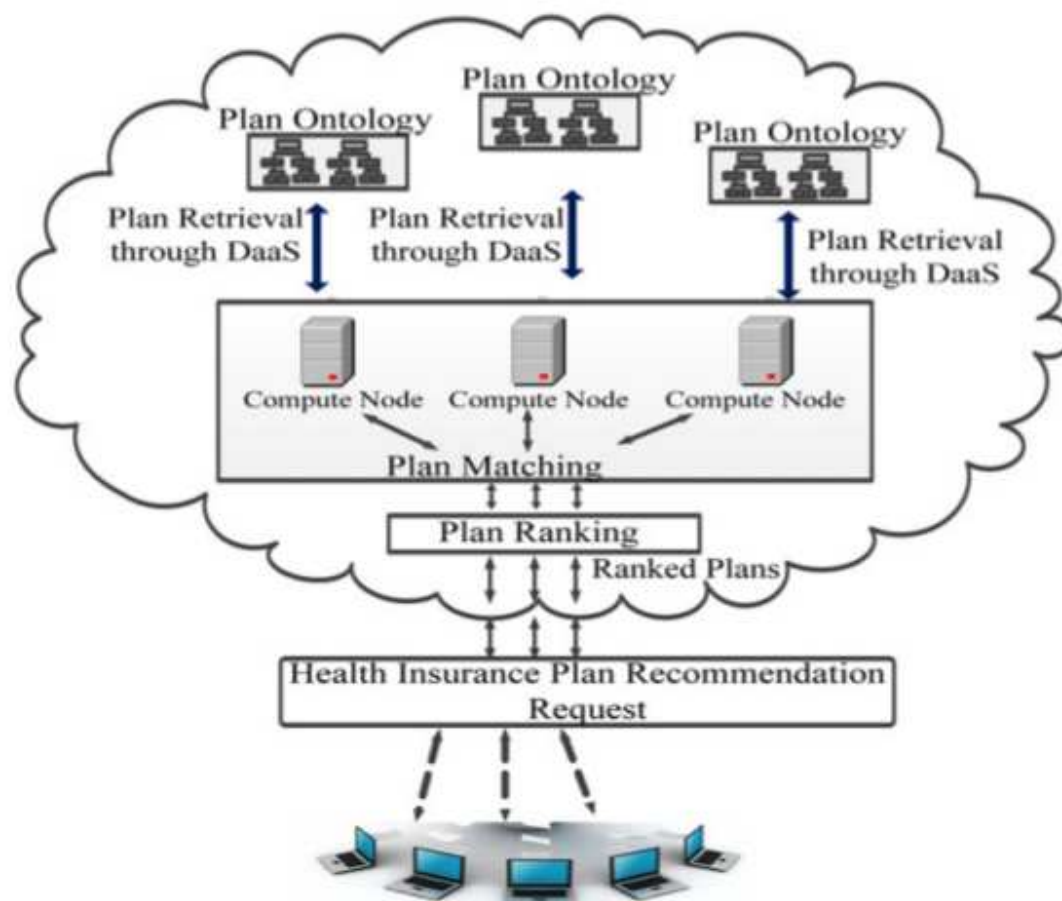
Esse trabalho utilizou a Teoria de Utilitários de múltiplos atributos para ajudar na comparação com outros diferentes sistemas que tem como base a recomendação e planejamento para questões de saúde, uma técnica importante para análise de decisões. O modelo construído possibilita o uso de dados heterogêneos. Para o planejamento das informações de cada dado foi utilizado a estrutura em nuvem do DaaS (Dados como Serviço). O framework foi implementado como SaaS (Software como serviço) para a customização das informações que foram categorizadas em: i) Registros de seguro; ii) prescrições de remédios utilizados pelos pacientes; e iii) respostas ao paciente.

A arquitetura do sistema com foco à saúde baseado em computação em nuvem possui algumas entidades (Figura 8) como: i) Fornecedores: Hospitais, Clínicas médicas, farmácias e laboratórios; e ii) Provedores de Seguros de Saúde. Organizações como essas podem se integrar criando uma grande plataforma de apoio à emergência médica. Gerenciar toda essa estrutura se torna ao mesmo tempo custoso e complexo. O uso de computação em nuvem e seus paradigmas demonstram ser uma solução interessante para o caso em questão além de proporcionar uma grande plataforma de colaboração a partir do instante que faz se comunicar dados de diferentes domínios, melhorando em escalabilidade e eficiência em sistemas com foco à saúde.

O autor propõe um sistema centralizado de recomendações de cuidados médicos. Essas informações são organizada a partir de uma ontologia construída especificamente para o caso. Foi utilizado o *Rank Centroid Method - ROC* (SOLYMOSI, T., DOMBI, J. 1986) para teste de eficiência e planejamento do ranqueamento dos processos. Este trabalho teve com motivação a resolução de problemas na área de *Big Data*, termo usado para descrever um alto volume de informações complexas e variadas. Durante a implementação, constatou-se que SaaS reduz consideravelmente

os custos de TI e possibilita uma flexibilidade no gerenciamento dos serviços de negócio e suas customizações.

Figura 8 - Arquitetura do sistema de recomendação Health Insure baseado em nuvem



Fonte: (Abbas A. et al. 2014)

3.6 Comparativo entre os trabalhos

A Tabela 1 apresenta um entendimento sistematizado dos principais pontos dos trabalhos referência e suas implementações. A intenção é demonstrar lacunas de pesquisa a destacar os artigos que abordam ciência de situação, como são realizadas as ontologias, que tipo de contexto é utilizado no estudo e ainda de que forma é utilizada a computação ubíqua.

Para comparação, foram considerados os seguintes critérios: a) Computação Baseada em Atividades: assunto de fundamental importância para o gerenciamento das tarefas realizadas em ambiente médico; b) Decisões em multinível: tópico de relevância em se tratando de uma ambiente que há hierarquias e essas hierarquias influenciam em decisões, a exemplo de hospitais; c) Gerenciamento de Emergências: item que verifica como os estudos relacionados a estes gerenciamentos usam meios tecnológicos para fazê-lo de maneira mais eficiente; d) Computação em Nuvem: analisa se os estudos de referência armazenam suas informações em um ambiente em nuvem; e) Ontologia: busca verificar quais estudos em questão utilizam a Ontologia como suporte à manutenção de informações de uma forma mais inteligente; f) Colaboração: visa mostrar como a colaboração é utilizada nos estudos de referência e qual tipo de colaboração é realizada; g) Computação Ubíqua: busca entender quais trabalhos relacionados utilizam a computação ubíqua como meio de melhorar a interação em ambientes médicos; e h) Contexto: visa analisar quais tipos de contextos são utilizados nos trabalhos.

A Tabela está dividida de forma a mostrar as respostas em um formato Sim/Não. O tópico de Colaboração mostra que tipo é utilizado no estudo. Por fim lista-se o tipos de contextos utilizadas nos trabalhos relacionados.

Após o estudo de diversos modelos que utilizam o trabalho colaborativo, foi possível identificar as principais características implementada e apresentadas por cada um. A maioria utiliza algum tipo de método de decisão multicritério para melhorar a qualidade de seu sistema no que se refere ao trabalho com um grande volume de informações. Apenas dois trabalhos utilizam a Computação baseada em Atividades com foco à colaboração, o seu gerenciamento de tarefas para organizar as informações dos pacientes e o estabelecimento de uma regra de tomada de decisão para auxiliar os usuários do sistema. Todos os trabalhos relacionados implementam algum tipo de colaboração em seus estudos como uma forma eficiente de troca de informações.

Tabela 1 – Comparativo entre os trabalhos relacionados

Características	Activity-based computing (2015)	Community-based collaborative information (2014)	ReticularSpaces (2012)	Mobile Collaborative Tasks Planning (2013)	A cloud based health insurance plan recommendation system (2014)
Computação baseada em Atividade	Sim	Não	Sim	Não	Não
Decisão em Multinível	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Gerenciamento de emergência	Não	Sim	Não	Não	Não
Computação em Nuvem	Não	Não	Não	Não	Sim
Ontologia	Não	Sim	Não	Não	Sim
Colaboração	Síncrona/ Assíncrona	Compartilhamento de informações para comunidade	Síncrona/ Assíncrona em ambientes remotos	Colaboração para planejamento Móvel (Síncrona)	Sim (Potencial)
Computação Ubíqua	Ambientes Ubíquitous a favor da colaboração e mobilidade	Não	Não	Não	Não
Contexto	Atividades como contexto	Atividade modelo W3C	Contexto Adaptativo - Activity Roaming	Contexto Médico	Não

Fonte: Elaborado pelo autor

O uso de ontologias também está presente em dois dos cinco trabalhos relacionados. Isso demonstra uma preocupação na organização da informações e como os dados ontológicos podem melhorar a eficiência de sistemas com foco à saúde.

Embora a busca por um modelo que auxilie na troca de informações entre plantões médicos seja necessidade a algum tempo, nenhum dos 5 trabalhos relacionados apresentam uma solução definitiva para esse problema. *Middlewares* são soluções interessantes para o suporte computacional em grande escala, ele oportuniza a criação de uma camada abstrata intermediária entre os recursos e a aplicação. Simplificando a troca de informações e o gerenciamento dos recursos citados, e justificando assim claramente a necessidade dos mesmos nas aplicações atuais.

Apenas um estudo apresenta uma proposta de gerenciamento de atividades utilizando como arquitetura a Computação em Nuvem. Na análise dos estudos, percebeu-se uma preferência pelo uso da arquitetura *Peer-to-Peer* (P2P) o que não garante a centralização das informações muito menos a gerência, e auditoria dos dados trafegados, fator crucial no que se refere ao uso de informações de pacientes e médicos, mesmo apresentando vantagens de facilidade de conexão.

Um fato importante a ser destacado é que mesmo havendo tópicos de estudos de contextos nos trabalhos relacionados, nenhum utilizou o estudo de contexto em um formato mais abstrato produzindo assim informações de situação.

3.7 Lacuna de pesquisa

Com base no estudo apresentado nesta seção, é percebida a oportunidade de criar um *middleware* utilizando Ciência de Situação no âmbito da Colaboração entre equipes médicas plantonistas. Aqui são enumerados alguns dos principais pontos de lacuna dos trabalhos relacionados. A principal contribuição científica do trabalho é o uso de Inferências Computacionais na intenção de oferecer uma solução mais inteligente e transparente na tomada de decisão médica e a troca de informações a partir do uso de Ciência de Situação e Computação Baseada em Atividade. Abaixo estão listadas as lacunas de pesquisa que podem ser exploradas pelo modelo Doctor Collab:

- Eficiência: Em se tratando de modelos que trabalhem em emergências médicas, se faz necessário que o processamento das informações, e a resposta seja feita de maneira mais rápida possível visto que uma vida humana está na dependência dessas informações.

- Organização das informações: As informações precisam ser organizadas de tal forma a melhorar sua manipulação em grandes sistemas. Atualmente, bases ontológicas são umas das mais eficientes soluções para resolução desses problemas. Mesmo com

pouca atenção, a organização da informação é uma das principais formas de melhorar a performance de um sistema.

- Inferência Computacional: Em situações onde se tem pouco tempo para organizar um volume muito grande de informações, a inferência computacional se mostra uma ótima alternativa para auxiliar médicos e plantonistas na busca pela melhor escolha em prol da evolução do quadro clínico do paciente.

- Escalabilidade: Importante características para sistemas que necessitam de uma estrutura computacional que se expanda ou contraia de forma rápida e sem afetar os dados e a performance da aplicação. À essa característica denominamos o termo de elasticidade.

- Heterogeneidade: Nos dias atuais são cada vez menores o número de soluções que trabalhem apenas com um tipo de dado, organização ou entidade. Redes Heterogêneas são a sistematização do mundo real para o mundo virtual. Mais equipamentos e aplicações são lançadas, esses dados precisam se comunicar entre si, enriquecendo sistemas de tomada de decisão. A heterogeneidade é um dos grande pontos a serem pesquisados nesse novo século.

A partir das lacunas de pesquisa apresentadas neste tópico, foram escolhidos os temas de Inferência Computacional e Organização de Informações para serem trabalhados mais a fundo dentro dessa pesquisa, propondo assim um modelo mais adequando a essas necessidades, juntamente com testes de avaliação com foco a resolver questões relacionadas a esses temas.

4. MODELO PROPOSTO

O modelo proposto tem com principal objetivo criar uma estrutura através de um *middleware*, denominado Doctor Collab, proporcionando a colaboração e a troca de informações entre médicos plantonistas. Por consequência, essa estrutura promoverá resultados satisfatórios com relação ao desempenho e confiabilidade das informações trafegadas, pois como explicado anteriormente, as informações serão armazenadas em máquinas distribuídas implementadas sobre um *middleware* específico desenvolvido para a problemática desta pesquisa.

4.1 Decisões de projeto

A solução proposta envolve a construção de uma plataforma que auxiliem na colaboração de atividades de uma emergência médica de forma a facilitar a passagem de informações entre médicos plantonistas. Para essa ideia, algumas premissas foram definidas no intuito de contribuir no desenvolvimento do modelo.

a) Suporte à colaboração na camada de aplicação: Uma das principais características deste modelo, a colaboração é uma grande aliada para a troca de informações entre equipes plantonistas. Com esse recurso disponível, médicos poderão realizar o atendimento do paciente de forma mais rica através de colaborações durante toda a evolução do quadro de saúde do paciente ou em tempo real.

b) Inferências Computacionais: As informações trafegadas dentro do modelo Doctor Collab necessitam obedecer padrões pré-determinados para que sejam utilizados pelas aplicações. Dados como contextos e tarefas serão armazenados objetivando contribuir com a ciência de situação proposta neste modelo.

c) Gerenciamento de Atividades com foco à colaboração: Qualquer interação no prontuário médicos do paciente é considerado como uma tarefa, e o conjunto de tarefas é interpretado como uma atividade. Com isso, o modelo Doctor

Collab sistematiza os dados trafegadas, o que ajuda a troca de informações e colaboração.

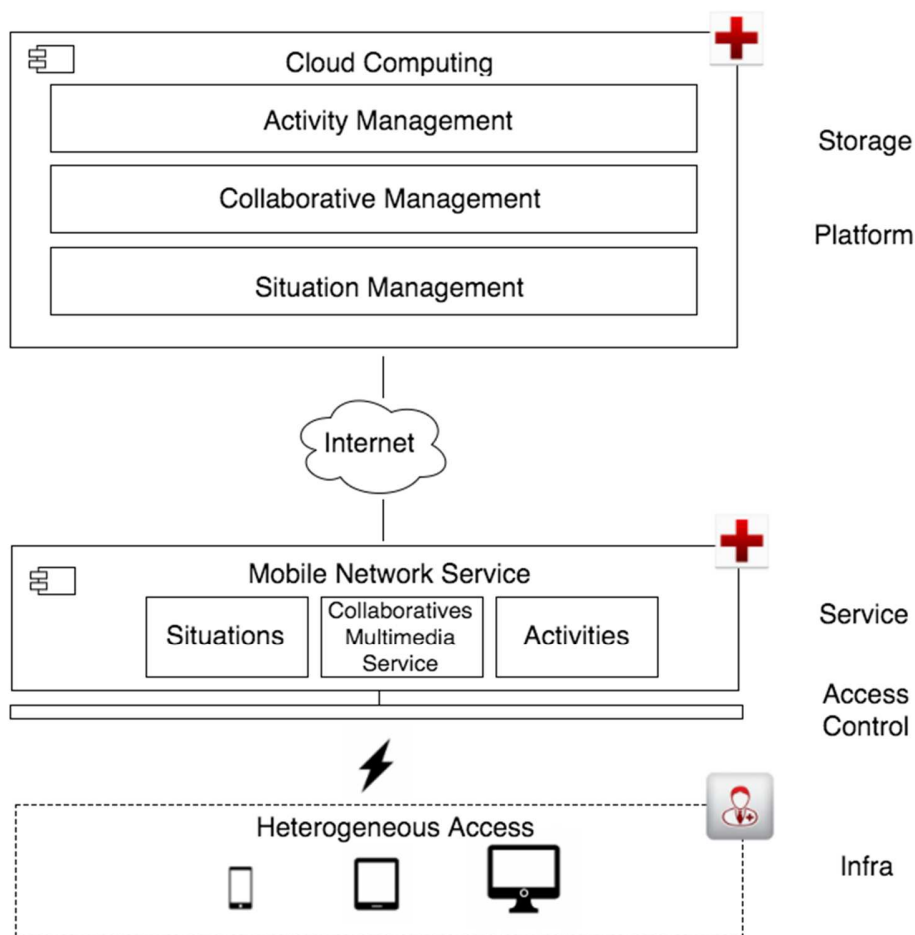
4.2 Arquitetura proposta

O modelo proposto é inspirado nos conceitos de Computação em Nuvem Móvel (FERNANDO, Niroshinie; LOKE, Seng W.; RAHAYU, Wenny. 2013). A escolha desse conceito para composição da arquitetura proposta motivou-se pela necessidade de se trabalhar a escalabilidade e o uso de dispositivos móveis em uma solução de troca de informações entre médicos plantonistas. Estima-se que o uso desses dispositivos trará mobilidade, conforto e ubiquidade ao processo de colaboração médica.

Essa proposta garante o amplo acesso às informações por qualquer pessoa autorizada, em qualquer lugar do mundo e a qualquer momento. Além de facilitar a colaboração externa de outros médicos plantonista, bem como atualizar a equipe médica que assumirá o próximo plantão médico, criando assim uma dinâmica mais organizada de colaboração e troca de informações. A Figura 9 apresenta uma visão mais detalhada das camadas que farão parte do arquitetura do modelo em questão.

Na arquitetura do modelo proposto, o acesso pode ser realizado na camada de infra por dispositivos heterogêneos, garantindo assim uma independência de plataforma e facilitando o acesso do médicos aos prontuários através de um dispositivo móvel. Essa entrada no sistema é verificada através de uma interface de controle de acesso (*Access Control*). Quando autorizado, o médico poderá interagir com as atividades de cada paciente (conjunto de tarefas), além de seus contextos que influenciarão no melhoramento do processo de tomada de decisão através do uso de ciência de situação (*Service*). A plataforma suporta ainda a colaboração através de equipamentos multimídia, como áudios e vídeos, facilitando a comunicação, a exemplo de videoconferências que poderão ser eventualmente realizadas entre os plantonistas e colaboradores externos.

Figura 9. Modelo detalhado – Doctor collab



Fonte: Elaborado pelo autor

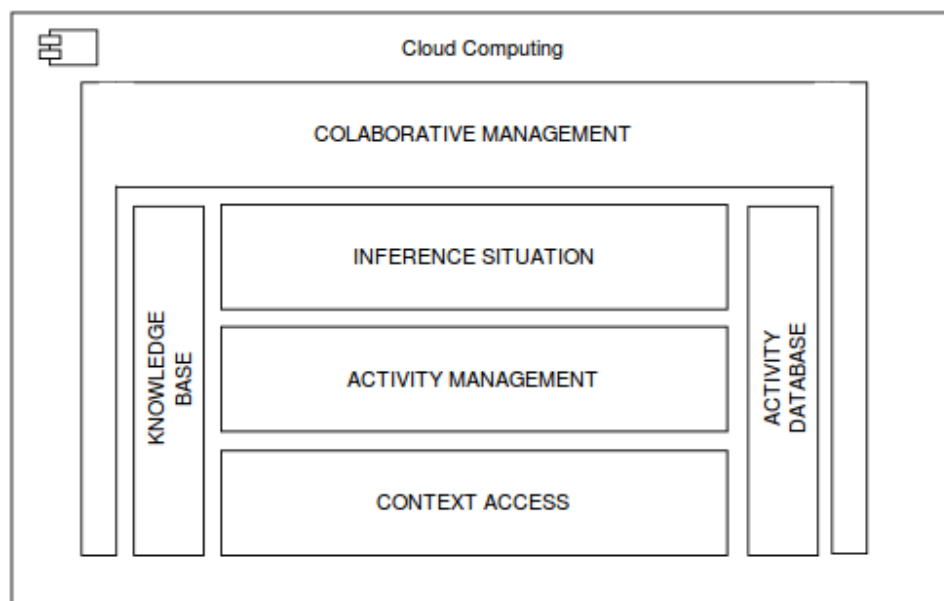
Destaca-se ainda, que na computação em nuvem móvel, arquitetura utilizada para este modelo, há uma separação em sua arquitetura entre os serviços e a camada armazenamento. É na camada inferior onde se encontra os recursos da aplicação, como prontuários médicos, imagens médicas, que se relacionam aos contextos e atividades de cada paciente. Nesse modelo está incluído o Serviço como Plataforma (SaaS), que aparece com uma solução para disponibilização do software de forma a separar a responsabilidade de manutenção da plataforma e a utilização da aplicação.

Essa estrutura se faz necessária para criar uma interdependência entre a aplicação e usuário final.

Um nível acima, encontramos a estrutura central do modelo onde está o *core* da aplicação e a estrutura de armazenamento. É neste ambiente que contém a política de uso, a organização das informações em bases ontológicas e as funções de Gerenciamento das Atividades e Colaboração da aplicação. É na camada de aplicação onde se encontrarão as relações com os usuários do modelo, médicos, enfermeiros ou qualquer outro profissional de saúde autorizado a participar da equipe plantonista.

A comunicação da camada de recursos e a camada de aplicação do modelo proposto se dará através da internet, com o intuito de interconectar plataformas heterogêneas não obrigatoriamente próximas. O uso da estrutura da Internet dentro do modelo garantirá a elasticidade e escalabilidade da aplicação além de estimular a colaboração entre os usuários do sistema.

Figura 10 - Modelo detalhado - Servidor em nuvem



Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 10 apresenta a arquitetura detalhada do modelo em nuvem. Uma das principais características dessa estrutura é o seu paradigma baseado *no padrão Model View Controller - MVC*, utilizando conceitos de reutilização e interação entre cada um.

Os pacotes presentes nessa arquitetura foram criados no intuito de oferecer um melhor controle entre as informações trafegadas durante a troca de plantões médicos. Seus componentes podem ser detalhados de forma a otimizar o entendimento da estrutura da arquitetura, são eles:

- Context Access (CA): Componente que disponibiliza o acesso aos dados crus de contextos capturados no ambiente de emergência médica, como batimentos cardíacos e registro eletrônicos de entrada do paciente na emergência. Os contextos serão armazenados em formato Ontológico, cada contexto é vinculado a entidade pela qual é gerado, sua localização e atividade que representa. Essas informações poderão se obtidas através de, por exemplo, sensores acoplados ao paciente que adentra à emergência. O acesso a dados crus pode vir a ser uma estratégia interessante quando o médico se sente a vontade em tomar uma decisão fora do sistema, nesse âmbito, informações como a temperatura do paciente, seus batimentos cardíacos nas últimas horas servirão de sustentação para o trabalho do profissional da área de saúde;
- Activity Management (AM): Componente responsável pelo Gerenciamento da atividade realizada durante um atendimento médico. Vale ratificar que uma atividade pode conter um conjunto de tarefas, e que uma tarefa pode ser uma simplificação de um procedimento documental encontrado em um prontuário médico. Para fins de modelagem, pode-se definir uma tarefa como qualquer interação do médico com o prontuário médico, uma inserção da nova medicação, uma restrição alimentar ou ainda uma anotação para o próximo médico plantonista. Esse componente também dará suporte para que clientes registrados em uma atividade específica, sejam notificados quando tarefas ocorrerem;
- Inference Situation (IS): responsável pela ciência de situação através de regras de inferências utilizando base ontológica. O cliente do Doctor Collab tem duas opções, acessar diretamente o conjunto de informações de contexto (dados

brutos) através do pacote *Context Access* ou utilizar o pacote *Inference Situation* no intuito de obter informações mais precisas, ou ainda ter acesso a informações que só podem ser obtidas através de inferência computacional. Essas inferências são de grande uso para detectar anormalidades dentro do quadro clínico do paciente. Para essas inferências serão utilizadas as ontologias armazenadas no componente *Knowledge Base*. Essas ontologias têm papel fundamental nas inferências uma vez que demonstram uma organização do conhecimento em questão, associando o Doctor Collab à realidade. Uma vez descrito a ontologia, a mesma poderá representar regras lógicas para representações de questões não explicitamente representadas.

- Knowledge Base (KB): Responsável por toda centralização da ontologia utilizada neste modelo. Esse pacote se faz necessário no intuito de facilitar a exploração dos contextos e situações empregadas nas inferências;
- Activity Database (AD): Componente utilizado no intuito de prover o armazenamento de forma centralizada das tarefas e conseqüentemente atividades realizadas dentro do modelo, ações realizadas no ambiente de uma emergência médica hospitalar;
- Collaborative Management (CM): É neste componente que é gerenciada toda a colaboração entre as equipes médicas e conseqüentemente as trocas de informações entre as mesmas. Será possível controlar os acessos através da análise das seções ativas, e ainda garantir a troca de informações instantâneas, modeladas como qualquer comunicação que dependa que as partes troquem informações em tempo real, a exemplo de uma videoconferência. Dentro do Doctor Collab essa colaboração ocorre quando existe a necessidade de ajuda de um médico fora da equipe médica. Para isso, o modelo dará suporte para que seja estabelecido uma conexão em tempo real entre os interessados. Já as comunicações acopladas pelo tempo acontecem de diversas formas dentro do modelo, e são modeladas como qualquer comunicação que não necessite de um

imediatismo, a exemplo de contribuições que possam vir a ocorrer entre diversos médicos, em momentos diferentes, em um único prontuário médico. No acoplamento temporal também se observa soluções de troca de mensagens, com foco em colaborações, e entre membros de uma mesma equipe como médicos, enfermeiros e técnicos em enfermagem.

4.3 Ciência de Situação

A ciência de situação dentro do Doctor Collab se apresenta como uma solução para melhorar a percepção dos elementos encontrados dentro de uma emergência médica de forma a otimizar os diagnósticos médicos do futuro. Para que isso seja possível, o modelo implementa 3 níveis de percepções, baseado nos conceitos de Endsley (1999):

- Nível 1 - Percepção dos elementos da Emergência Médica: Fase que analisa os elementos do ambiente hospitalar, seus *status*, atributos e dinâmica dos elementos. Para ilustrar o nível 1, considere a seguinte situação: Em um caso real temos um leito médico específico de número 13. Ele tem seu *status* como disponível, atributos como tamanho da cama e altura do leito. Além disso é possível visualizar a dinâmica da cama como “completamente deitada” ou “sentada”.
- Nível 2 - Compreensão da Situação Atual: Essa compreensão se dá pela síntese dos elementos do nível 1. É neste nível que se analisa a importância dos elementos em prol de um objetivo específico. Para ilustrar o cenário considere uma situação de emergência que além de perceber os elementos em sua volta, os correlaciona. Em uma situação de febre, é importante que se analise a temperatura do ambiente, se o leito está perto de uma janela e ainda qual foi a última medicação ingerida pelo paciente para que se possa ter uma melhor compreensão da situação.

- Nível 3 - Projeção de futuros estados: O terceiro e mais alto nível tem o intuito de projetar ações futuras dos elementos do ambiente de forma mais rápida. Para que isso seja possível é necessário que se tenha percepção e compreensão dos elementos de um ambiente médico. Aqui temos a junção dos três níveis no intuito de projetar melhores respostas para o futuro. Para ilustrar o nível 3, considere o exemplo dos outros níveis anteriores em que há um determinado leito na emergência. Projetar estados futuros é entender que o leito 13 está próximo de uma janela e este fato pode influenciar na febre de um paciente, projetando a necessidade de mudar de lugar o paciente para que o mesmo possivelmente volte ao estado normal.

Sobre como essas inferências utilizam a arquitetura do Doctor Collab, temos o componente *IM* que verifica a cada intervalo de tempo definido previamente as informações oriundas do componente *KB* na intenção pela busca de atualizações na base Ontológica, e a partir disso traçar as inferências computacionais necessárias. O resultado inferido será disponibilizado em uma Tabela dentro do componente *IM* e apresenta as informações necessárias de uma inferência médica. Na Tabela 2 observa-se quatro inferências realizadas pelo componente *IM* dentro do Hospital Geral de Roraima (HGR). A depender do *status* da inferência, essa informação poderá gerar um alerta em tempo real aos membros da equipe médica em plantão no momento do ocorrido.

Tabela 2 - Inferência realizada pelo componente IM

Hora	Local	Leito	Categoria	Status	Diagnóstico	Ação
2015-05-28 15:36:42	Trauma HGR	13	Vermelho	Ativo	Aceleração cardíaco	Alerta pulseira Doutor
2015-05-28 15:37:22	Trauma HGR	26	Verde	Ativo	Sinais vitais ok	-
2015-05-28 15:39:17	Trauma HGR	05	Amarelo	Ativo	Mudança de alimentação	Notificação prontuário
2015-05-28 15:49:04	Trauma HGR	02	Amarelo	Ativo	Nova dose - 250mg Cefalexina	Notificação prontuário

Fonte: Elaborado pelo Autor

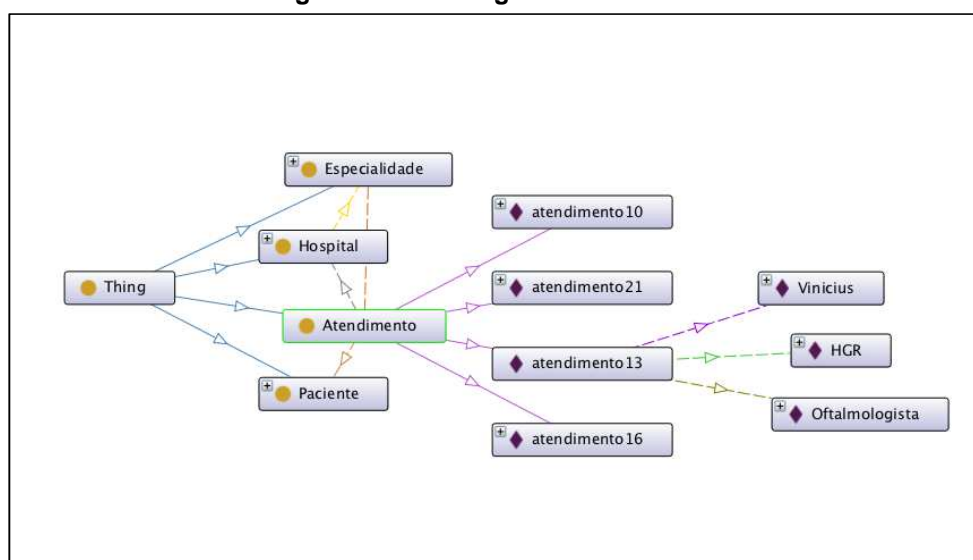
4.4 Ontologia Proposta

A Ontologia é um item necessário para realizar da Ciência de Situação neste modelo. Após pesquisa em bases de ontologias (a exemplo do portal www.schema.org mantido por grande empresas de tecnologia e comunidade) não foram encontrados modelos que abordassem com clarezas o uso de ciência de situação e colaboração para ambiente de emergência médicas, no intuito de otimizar a troca de informações entre equipes de saúde. Baseado nesse argumento e nas metodologias apresentadas por Noy & McGuinness (2001), optou-se em construir uma nova ontologia utilizando a ferramenta *WebProtégé* baseado em estruturas da *Ontology Web Language - OWL*. A escolha pelo uso da ontologia ao invés do tradicional base relacional se deve pelo fato da representação do conhecimento de forma mais próxima a realidade semântica e uso de axiomas para inferências.

Com essa estrutura ontológica, espera-se responder algumas questões de competência do modelo *Doctor Collab*, são elas:

- Qual a classificação de risco da saúde do paciente?
- Que tipo de medicação disponível no hospital seria a mais indicada conforme o histórico do paciente a ser atendido?
- Qual médico, mesmo fisicamente longe do hospital, poderia colaborar com a melhora do quadro clínico de um paciente?

Figura 11 - Ontologia - Doctor Collab



Fonte: Elaborado pelo autor

A Ontologia do modelo pode ser analisada com mais detalhe na Figura 11. Nela as linhas azuis representam as conexões com as sub classes Paciente, Atendimento, Hospital e Especialidades. As linhas Lilás representam as conexões da subclasse atendimento com suas entidades, e por fim as linhas tracejadas representam as instâncias de uma entidade.

Na Figura também é possível observar as relações baseadas nas propriedades do objeto. A primeira relação é representada pela linha Laranja, e se dá entre as classes Atendimento (Domínio) e Paciente (Alcance). A propriedade em questão é Atendimento -> Atende -> Paciente. As exemplificações podem ser vistas na Figura 12.

Figura 12 – Relações entre Classe Atendimento e Entidades - Doctor Collab



Fonte: Elaborado pelo Autor

As relações desta ontologia estão vinculadas à Classe de atendimento. Na Figura 13 é possível ver sua interação com a entidade HGR da classe Hospital através da relação Atendimento -> atendidoEm -> Hospital.

Ainda sobre as relações que podem acontecer durante um atendimento em um ambiente de emergência médica temos que a classe Atendimento interage com a classe Necessidade através da relação Atendimento -> NecessitaDeEspecialidade -> Necessidade.

Figura 13 – Relações entre Classe Atendimento e Entidades - Doctor Collab



Elaborado pelo Autor

O *reasoner* incorpora otimizações através uma tabela de decisões em diversas áreas a destacar: i) Verificação de Consciência: Assegurando qualquer contradição entre os fatos colhidos na ontologia; ii) Satisfação: Verificando a relação correta entre as classes ontológicas e suas instâncias; iii) Classificação: Utilizada para verificar e calcular as relações entre cada subclasse e suas respectivas classes, afim de criar uma hierarquia mais precisa e eficiente; e iv) Realização: encontrando as classes mais específicas de acordo com o indivíduo. Acontecendo após a classificação, este tópico calcula os diferentes aspectos de cada indivíduo. O *reasoner* também está de acordo com os serviços de inferências sugeridos pela W3C, facilitando assim a aplicabilidade da relação entre os componentes *KB* e *IS* deste modelo.

5. IMPLEMENTAÇÃO

Esta seção apresenta a implementação do protótipo utilizado para a realização e concepção do Doctor Collab em um ambiente real. Para que fosse possível avaliar o modelo Doctor Collab foi implementado um protótipo baseado no padrão *Model View Controller - MVC* na intenção de apresentar uma interação na arquitetura desta aplicação (LEFF, Avraham; RAYFIELD, James T. 2001). Este protótipo tem como meta apresentar uma estrutura consistente o suficiente para atender as questões de colaboração dentro de cenários médicos, e realizar experimentos práticos a partir do modelo proposto.

A implementação do Doctor Collab é baseada nos conceitos da *Rational Unified Process - RUP* que pode ser definido como um conjunto de técnicas que são seguidas por desenvolvedores de sistemas no intuito de melhorar ou aumentar a produtividade de um processo de desenvolvimento (KRUCHTEN, P. 2004). A Tabela 3 representa o uso do modelo RUP dentro da implementação do Doctor Collab, suas fases de concepção, elaboração, construção e transição, bem como as ferramentas utilizadas.

Tabela 3 - Fases do RUP - Doctor Collab

Fase	Descrição	Artefatos	Ferramentas
Concepção	Levantamento de Requisitos	Entrevistas, requisitos funcionais e não funcionais	Microsoft Word e Draw.io
Elaboração	Análise de Sistemas, Modelagem e Prototipação	Prototipação e Diagramação a arquitetura da Aplicação	Draw.io e Astah Community
Construção	Desenvolvimento do Protótipo	Ontologia, Cliente e servidor Doctor Collab	Protégè, Java, Stardog e Apache Jena
Transição	Disponibilização da Aplicação	Implantação da Aplicação	Java, Stardog e Apache Jena

Fonte: Elaborado pelo autor

Em se tratando das Ferramentas utilizadas para a construção do modelo Doctor Collab, utiliza-se inicialmente a ferramenta de desenho vetorial Draw.io¹ disponível de forma gratuita em ambiente Web. Para o desenho dos diagramas UML é utilizado a ferramenta de desenho de Software Astah² na sua versão gratuita (*Community*).

Para a desenho da estrutura ontológica é utilizada a ferramenta Protégè³ disponível de forma gratuita pela universidade de Stanford. A codificação se dá a partir do uso da linguagem de programação Java⁴, o armazenamento de informações é realizado pelo Stardog⁵, um Banco de Dados semântico. Esse estilo de armazenamento de informações se dá por necessário para gerar as inferências computacionais Web Semânticas oriundas do Framework Jena Apache⁶.

5.1 Restrições em relação ao modelo

Em linhas gerais o modelo Doctor Collab buscou manter a estrutura mínima necessária para responder a questão de pesquisa. Como limitação do protótipo Doctor Collab, a sua versão teste não aborda assuntos de Eficiência, Heterogeneidade e Escalabilidade.

A comunicação do sistema se dá através de rede *WiFi* e os servidores com sistema operacional Unix. Para essa implementação, foi desenvolvido uma aplicação cliente Web Responsivo, o que significa dizer que uma aplicação de base Web (*Java Platform Enterprise Edition - JavaEE*) se adapta a telas de dispositivos menores, a exemplos de celulares e tablets, trazendo assim uma melhor experiência também para dispositivos móveis. Com a plataforma web é possível ter a junção de uma série de informações, com possibilidade de coleta de dados sensoriais, colaborações em prontuários médicos e ainda o acesso a histórico de atividades realizadas na emergência médica.

5.2 Diagrama de Classe

¹ <https://www.draw.io/>

² <http://astah.net>

³ <http://protege.stanford.edu>

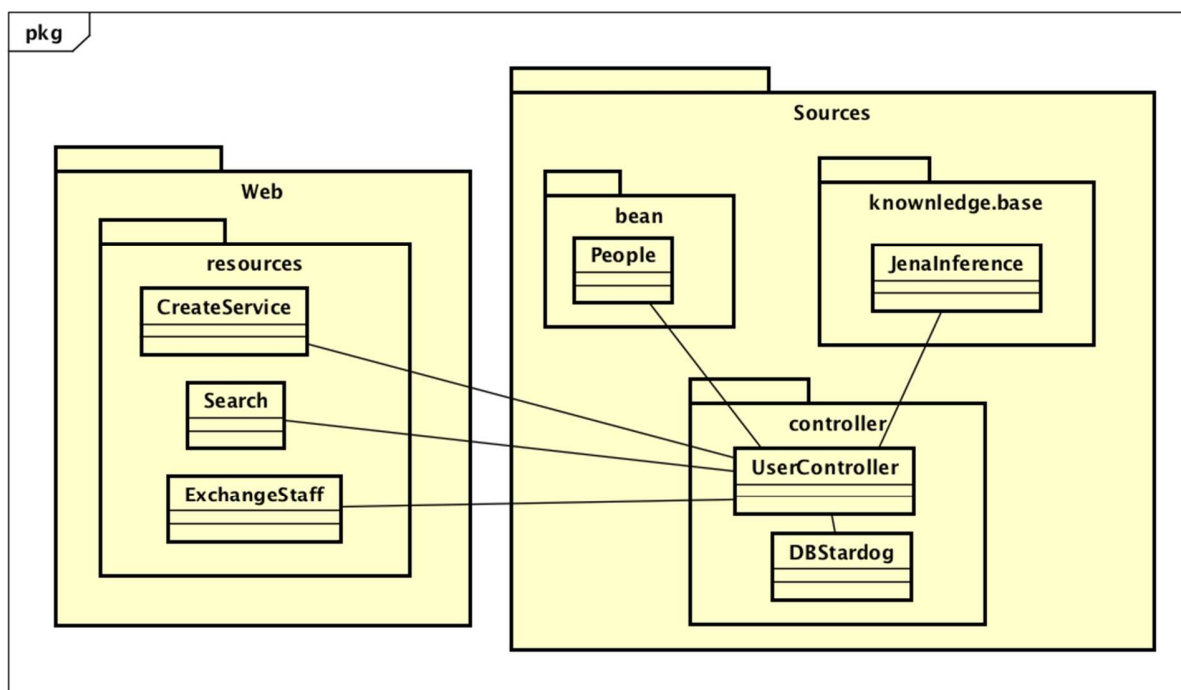
⁴ <https://www.java.com>

⁵ <http://stardog.com/>

⁶ <https://jena.apache.org/>

Na intenção de implantar uma aplicação que consiga interagir de forma fluida com os interesses da aplicação optou-se pelo uso de uma projeto Java WEB, nele é possível observar através do diagrama de classe representado na Figura 14, que existe uma divisão clara entre as classes WEB (JSP) e as regras de negócio para conexão com a base de dados Stardog e a Inferência Computacional.

Figura 14 – Diagrama de Classe – Doctor Collab



powered by Astah

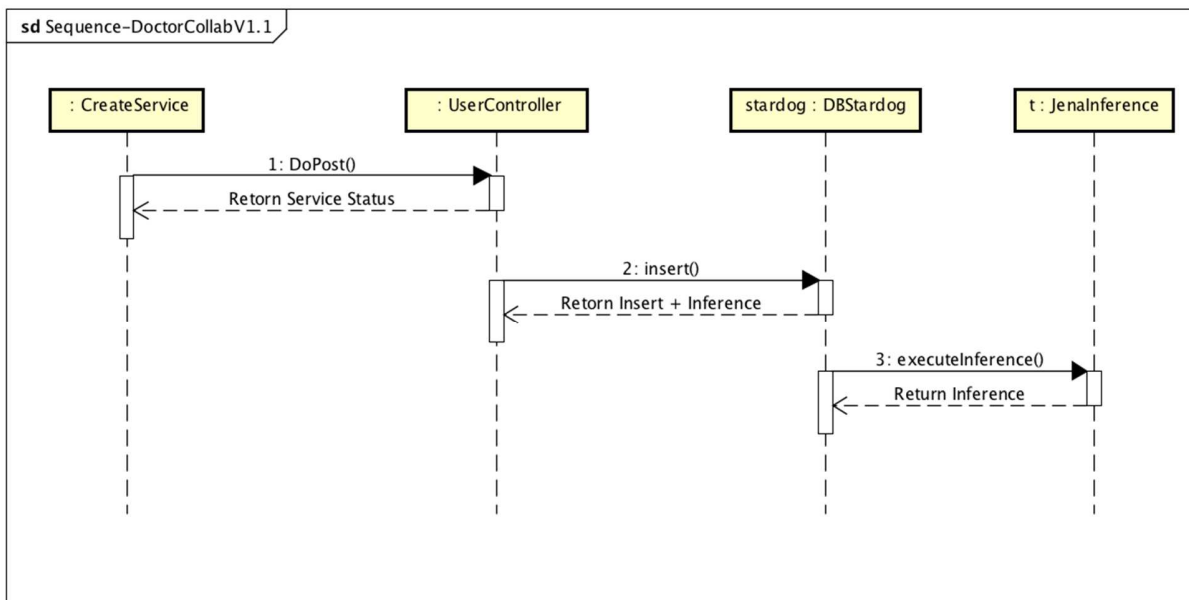
Fonte: Elaborado pelo autor

Todas as requisições oriundas da aplicação Doctor Collab são encaminhadas à classe *UserController* que analisa os pedidos e os encaminha para a resolução mais adequada. Em um caso de inserção de um atendimento, a classe *CreateService* captura todas as informações do formulário e as envia para a classe *UserController* que instancia os atributos dentro da classe *bean people* e ativa o método de inserção dos dados dentro do Banco Não Relacional *Stardog* da classe *DBStardog*, além de ativar a Inferência Computacional pelo método *executeInference()* da classe *JenaInference* presente no pacote *knowledge.base*.

5.3 Diagrama de Sequência

Na intenção de exemplificar o Caso de Uso "Cria Atendimento" de forma mais clara apresenta-se a sequência de acontecimentos através do Diagrama UML de Sequência da Figura 15. A ação se inicia com o chamamento do método *DoPost()* presente na classe *UserController*, que é responsável pela criação de objeto *p* da classe *People*. A conexão com a base de dados não relacional se dá através do método *insert()* da Classe *DBStardog*, e do método *executeInference()* da Classe *JenaInference*. Após a finalização do procedimento, as informações são retornadas à página do usuário com a mensagem do sucesso ou não do atendimento.

Figura 15 – Diagrama de Sequência – Doctor Collab



powered by Astah

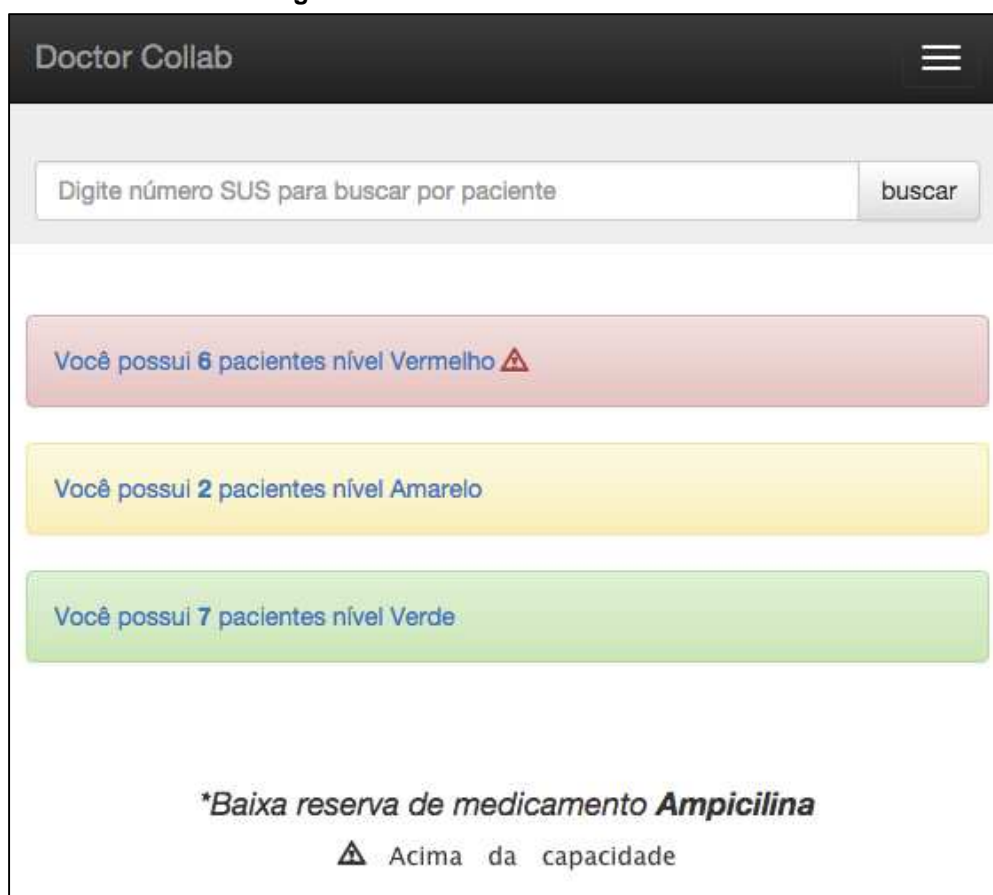
Fonte: Elaborado pelo autor

5.4 Telas de Protótipo

Nesta seção são apresentadas as telas de protótipo desenvolvidas para o Doctor Collab. A interface foi pensada de maneira a utilizar os conceitos de Web Responsividade (MOHOROVICIC, S. 2013), fazendo com que as telas possam se adaptar a diversos tamanhos de dispositivos. Logo após a autenticação do usuário, é apresentado um resumo do número de paciente dentro da emergência médica e

categorizados por cores. A aplicação dá a possibilidade de cadastrar atendimentos além da capacidade de leitos do hospital, visto que um hospital nunca pode negar acolhimento a um paciente, como pode ser visto na Figura 16.

Figura 16 – Tela Inicial – Doctor Collab



Fonte: Elaborado pelo autor

Outra tela importante a ser mostrada diz respeito ao sucesso do cadastro de atendimento e a inferência computacional. Na Figura 17 é possível observar que o atendimento em questão foi adicionado de forma correta no banco de dados Semântico Stardog de acordo com o modelo de triplas RDF. Além disso, a necessidade solicitada no cadastro de atendimento é inferida dentro do arquivo Ontológico para verificação da disponibilidade das necessidades de atendimentos.

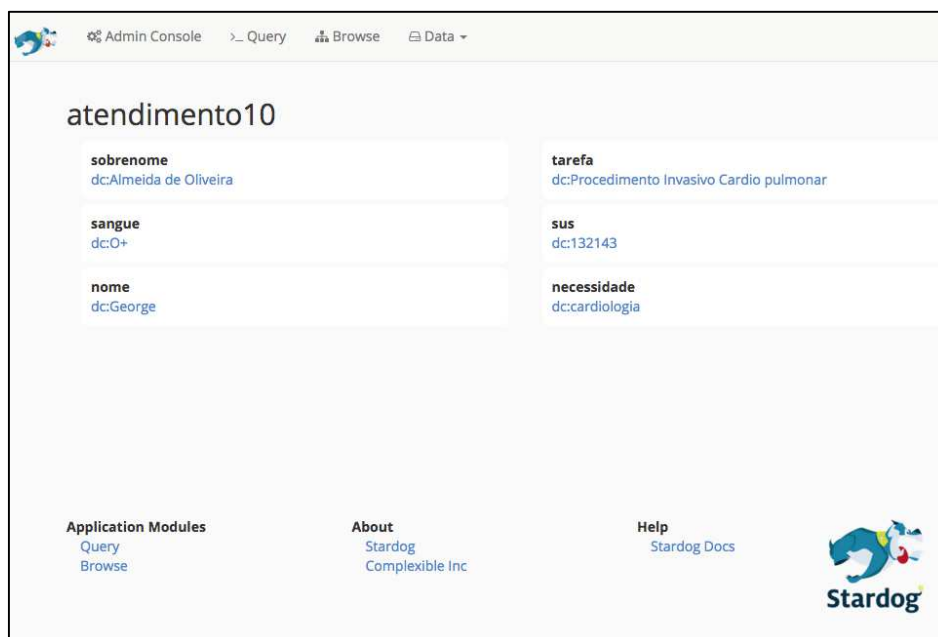
Figura 17 – Sucesso de registro de atendimento com inferência – Doctor Collab

Fonte: Elaborado pelo autor

Os registros são armazenados em formato de tripla dentro da base de conhecimento Stardog e podem ser monitorados através do gerenciador de informações Web Stardog. Na Figura 18 é observado o armazenamento de uma tripla de atendimento contendo as informações de um formulário médico.

Por fim, a tela de troca de plantão é apresentada na Figura 19. Ela tem o intuito de formalizar a troca de plantão e passar as principais informações referentes aos pacientes ativos dentro do ambiente de emergência hospitalar, assim como a categoria de cor que os mesmos se encontram.

Figura 18 – Registro de armazenamento de uma tripla utilizando o Stardog – Doctor Collab



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 19 – Passagem de Plantão – Doctor Collab



Fonte: Elaborado pelo autor

5.5 Situação modelada

As situações computacionais podem ser entendidas como uma abstração em alto nível de contextos e informações oriundas das bases de conhecimentos da aplicação. Essas informações também estão disponíveis para melhorar o grau de inteligência da aplicação. No caso presente na Figura 20 a situação é modelada a partir de inferência que se baseia na herança de sub classes do *schema* ontológico, reconhecendo as instâncias, a exemplo das especialidades médicas disponíveis no formulário de cadastro de atendimento, inferindo dessa forma se a especialidade está ou não disponível no presente plantão médico.

O modelo de *schema* é definido pelo arquivo “*DoctorCollabOntology*” e a base de dados como “*DoctorCollabData*”. O método *executeInference()* utiliza a função *InfoModel.contains* do framework *Jena* para relacionar o *reasoner* com os dados da aplicação, informando assim se um determinado dado é contido no sistema.

Figura 20 – Inferência através do Pacote Jena – Doctor Collab

```
public String executeInference(String tipoEspecialidade) {
    org.apache.log4j.BasicConfigurator.configure(new NullAppender());
    Model schema = FileManager.get().loadModel("/Users/infomac/Downloads"
        + "/doctor-collab-ontologies-owl-REVISION-27/TestOntology.owl");
    Model data = FileManager.get().loadModel("/Users/infomac/Downloads"
        + "/doctor-collab-ontologies-owl-REVISION-27/teste-owlDemoData.rdf");
    Reasoner reasoner = ReasonerRegistry.getOWLReasoner();
    reasoner = reasoner.bindSchema(schema);
    InfModel infmodel = ModelFactory.createInfModel(reasoner, data);
    Resource hospital = infmodel.getResource("urn:x-hp:eg/Hospital");
    Resource especialidade = infmodel.getResource("urn:x-hp:eg/"
        + tipoEspecialidade);
    System.out.println("o valor de especialidade é: " + tipoEspecialidade);
    if (infmodel.contains(especialidade, RDF.type, hospital)) {
        return "Cardiologia é reconhecido como uma especialidade disponível.";
    } else {
        return "Falha no reconhecimento de uma especialidade disponível.";
    }
}
}
```

Outra opção para verificação das especialidade é fazer isso a partir de uma execução SPARQL como pode ser visto na Figura 21. Nela é possível observar a conexão com a base de dados “DoctorCollabV2” juntamente com o protocolo nativo de controle e acesso remoto SNARL. No exemplo, o comando *ASK* do método *hasSpecialty()* tentará achar uma tripla que satisfaça a condição do método a partir dos valores de parâmetro do Hospital e Especialidade passados no método.

Caso o método encontre a condição estabelecida, será retornado o valor *true*, caso contrário o *reasoner* volta a pesquisar no banco todos os *joins* possíveis que possam conter a tripla em questão.

Figura 21 – Inferência através do Pacote Jena – Doctor Collab

```
public static Boolean hasSpecialty(String hospital, String especialidade) {
    Boolean retorno = false;

    try (Connection aConn = ConnectionConfiguration
        .to("DoctorCollabV2")
        .reasoning(true)
        .server("snarl://localhost:5820/")
        .credentials("admin", "admin")
        .connect()) {

        aConn.begin();
        BooleanQuery aAsk = aConn.ask(
            "PREFIX dc: <http://www.semanticweb.org/ontologies/doctorcollab#>\n"
            + "ASK {?h dc:temEspecialidade ?e}");

        System.out.println(aAsk.toString());

        IRI aH = Values.iri(hospital);
        aAsk.parameter("h", aH);

        IRI aE = Values.iri(especialidade);
        aAsk.parameter("e", aE);

        retorno = aAsk.execute();
    }

    return retorno;
}
```

Fonte: Elaborado pelo autor

5.6 Atividades modeladas

A aplicação Doctor Collab dá suporte para que todo atendimento emergencial possa absorver um conjunto de tarefas que darão origem às atividades médicas de uma equipe plantonista. A Figura 22 apresenta 3 tarefas vinculadas a um determinado paciente, nele podemos observar também que as tarefas podem ser destinadas a locais e equipes diferentes, por exemplo, o espaço onde será realizado o eletrocardiograma não necessariamente é o espaço onde será realizado o hemograma. Em uma atividade, não necessariamente todas as tarefas precisam estar realizadas para que a passagem de plantão seja realizada.

Figura 22 – Conjunto de tarefas dando vazão a uma atividade médica – Doctor Collab

Sobrenome	Tocantins Marques										
Cartão SUS	214235465464522										
Tipo Sanguíneo	<input type="radio"/> A+ <input type="radio"/> A- <input type="radio"/> B+ <input type="radio"/> B- <input type="radio"/> AB+ <input type="radio"/> AB- <input checked="" type="radio"/> O+ <input type="radio"/> O-										
Necessidade de Especialidade	<input checked="" type="radio"/> Cardiologista <input type="radio"/> Oftalmologista <input type="radio"/> Psicólogo <input type="radio"/> Ortopedista										
Tarefas:	<table><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Providenciar Eletrocardiograma</td></tr><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Providenciar Hemograma Completo</td></tr><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Solicitar Medicamento para controle de temperatura corporal</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td></td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td></td></tr></table>	<input checked="" type="checkbox"/>	Providenciar Eletrocardiograma	<input checked="" type="checkbox"/>	Providenciar Hemograma Completo	<input checked="" type="checkbox"/>	Solicitar Medicamento para controle de temperatura corporal	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Providenciar Eletrocardiograma										
<input checked="" type="checkbox"/>	Providenciar Hemograma Completo										
<input checked="" type="checkbox"/>	Solicitar Medicamento para controle de temperatura corporal										
<input type="checkbox"/>											
<input type="checkbox"/>											
Informe grau de atendimento	Amarelo <input type="button" value="↓"/>										

Fonte: Elaborado pelo autor

As atividades são incluídas individualmente e vinculadas ao atendimento do paciente em questão. Isso faz com que mesmo após a passagem de plantão o médico consiga entender quais tarefas daquele atendimento ainda não foram realizadas. Estimulando assim a colaboração entre equipes médicas e facilitando a troca de

informações sobre quais procedimentos devem ser tomados dentro de um atendimento.

Em se tratando da questão multinível, o gerenciamento de atividades do Doctor Collab será realizado de duas maneiras. A primeira delas acontece durante o plantão quando o chefe do setor pode gerenciar a quantidade de atendimentos de forma instantânea, verificando quais casos são mais graves e de que forma essa informação pode melhorar sua tomada de decisão.

A segunda questão se dá durante a troca de plantão entre as equipes. É possível que o chefe do setor possa verificar demandas novas para a nova equipe plantonista e remanejar profissionais especialistas para essa nova equipe.

6. AVALIAÇÃO

Nesta seção é detalhada a avaliação do modelo Doctor Collab. O modelo proposto foi avaliado das seguintes maneiras: a primeira avaliação foi feita através de um estudo de caso e a segunda avaliação foi relativa a usabilidade do modelo.

6.1 Avaliação por Estudo de Caso

A avaliação por cenários tem sido bastante usada pela comunidade científica para trabalhos na área de ciência de contexto e de computação ubíqua, de acordo com Satyanarayanan (2010) e Zaupa et al (2012). Para esta avaliação foi proposto um protótipo que incentiva a colaboração entre equipes médicas, ciência de situação e gerenciamento de atividades. A ontologia foi modelada pela ferramenta *Protégè* e exportada em formato OWL, de recomendação da W3C, além da utilização da linguagem de programação Java e Biblioteca Jena para interpretação das inferências. O armazenamento das informações foi realizado utilizando o banco de dados semântico Stardog.

Foi utilizado o seguinte cenário para avaliação do modelo:

*“Arthur é médico plantonista do setor de Trauma do Hospital Geral de Roraima. Ele possui um dispositivo móvel com acesso à aplicação Doctor Collab que fornece suporte a ele na verificação das atividades médicas do setor, inferências e troca de informações entre membros da equipe. Em um determinado dia, durante o plantão médico, Arthur aciona a opção **Criar Atendimento** da aplicação Doctor Collab, para que seja inserida todas as informações de atendimento médico. Ele preenche todos os dados do paciente e aciona a especialidade **Cardiologia**. Ao final, o médico classifica aquele atendimento como **vermelho**, o maior grau de risco. Então, a aplicação armazena as informações em formato de triplas no banco de Dados Stardog, e através do uso do framework Jena infere dizendo que **Cardiologia** é uma especialidade disponível dentro daquele plantão através dos métodos **executelnference()** e **hasSpecialty()**, Figuras 21 e 22 respectivamente.”*

O Doctor Collab foi projetado para melhorar a colaboração entre equipes médicas plantonistas. A aplicação estimula o máximo de cooperação entre os plantonistas de forma a construir uma base cada vez mais rica de informações, melhorando as conclusões computacionais.

Na próxima etapa, as informações adquiridas são processadas para criação de novos dados. A partir das informações inseridas durante o cadastro de atendimento do paciente, o sistema infere se a determinada especialidade está disponível ou não a partir da sua base de especialidades do plantão. Para inferir isso, o serviço de Ontologia executa uma consulta SPARQL⁷ envolvendo o nome do hospital, o nome do paciente, a especialidade necessária e o grau de risco do atendimento. Essa consulta é mostrada na Figura 23.

A consulta SPARQL utiliza uma cláusula “SELECT” informando todas as variáveis de interesse, incluindo “?hospital”, “?pessoa”, “?esp” e “?grau”, uma cláusula “WHERE” com várias triplas como *object properties* “Atende”, “necessitaDeEspecialidade” e um filtro para trazer apenas as informações dos atendimentos referentes ao plantão do médico em questão. O comando “WHERE” representa *joins*, onde cada tripla representa uma regra ou atributo definido pela ontologia.

Na última etapa, o servidor de aplicação busca no serviço de ontologia as informações inferidas na etapa anterior e com a aplicação de regras, aponta se a especialidade solicitada no atendimento é reconhecida dentro do plantão médico. Todas as inferências ocorridas durante um plantão médico serão repassadas à próxima equipe de plantonistas. A partir dos fatos apresentados, é possível confirmar a expectativa do protótipo Doctor Collab de que a aplicação de Ciência de Situação, de acordo com o modelo de Endsley (2000), possibilita a colaboração entre equipes médicas plantonistas.

⁷ <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>

Figura 23 – Conjunto de tarefas dando vazão a uma atividade médica – Doctor Collab

```

public static ArrayList<Paciente> listarAtendimentos(String grau) {
    ArrayList<Paciente> pacientes = new ArrayList<>();

    try (Connection aConn = ConnectionConfiguration
        .to("DoctorCollabV2")
        .reasoning(true)
        .server("snarl://localhost:5820/")
        .credentials("admin", "admin")
        .connect()) {

        aConn.begin();
        SelectQuery aQuery = aConn.select(
            "PREFIX dc: <http://www.semanticweb.org/ontologies/doctorcollab#>"
            + "SELECT ?s ?hospital ?sus ?pessoa ?esp ?h ?e ?grau\n"
            + "WHERE {\n"
            + "  ?s rdf:type dc:Atendimento .\n"
            + "  ?s dc:atendidoEm ?h .\n"
            + "  ?h dc:nome ?hospital .\n"
            + "  ?s dc:atende ?person .\n"
            + "  ?person dc:sus ?sus .\n"
            + "  ?person dc:nome ?nome .\n"
            + "  ?person dc:sobrenome ?sobrenome .\n"
            + "  ?s dc:necessitaDeEspecialidade ?e .\n"
            + "  ?e dc:descricao ?esp .\n"
            + "  ?person dc:grau \"\" + grau + "\".\n"
            + "  BIND(CONCAT(?nome, \" \", ?sobrenome) as ?pessoa)\n"
            + "}"
            + "ORDER BY ASC(?s)");
        aQuery.limit(SelectQuery.NO_LIMIT);

        TupleQueryResult aResult = aQuery.execute();
    }
}

```

Fonte: Elaborado pelo autor

6.2 Avaliação de Usabilidade

Por fim, foi realizado uma avaliação qualitativa do modelo usando a metodologia de verificação de usabilidade.

Para isso foi utilizado o modelo *TAM* (*Technical Architecture Modelling*) proposto por Davis (1989). Este modelo tem como característica dois principais fatores: A percepção sobre a utilidade, entendida como o grau no qual uma pessoa acredita que o uso desta determinada tecnologia melhoraria seu desempenho de trabalho; e a percepção sobre a facilidade de uso, entendida como o grau que uma pessoa acredita que utilizar uma determinada tecnologia seria livre de esforço (LAITENBERGER; DREYER. 1998).

Para a avaliação do presente trabalho foram incorporadas algumas variáveis e possuem os seguintes significados: **Facilidade de uso** se destina a provar o quão facilmente o usuário consegue finalizar uma tarefa no primeiro contato com o Doctor Collab ou ainda com que rapidez o desempenho do usuário é melhorado. **Satisfação** analisa a vontade do usuário continuar a usar a aplicação em questão. **Utilidade** destina-se a analisar o quanto a aplicação proposta se mostra proveitosa para resolver um determinado problema em questão apresentado durante a pesquisa.

Foram identificadas as seguintes hipóteses para o modelo TAM proposto:

- H1: A facilidade de uso influencia positivamente na utilidade da aplicação;
- H2: A satisfação influencia positivamente na utilidade da aplicação;

A primeira etapa da avaliação foi a escolha dos participantes para experimentos de campo. Foram escolhidos 20 voluntários médicos com 1 a 6 anos de experiência em emergência médica dentro do setor de trauma do Hospital Geral de Roraima, e participantes da Liga do Trauma de Roraima, escolhidos por conveniência e em ambiente controlado. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A) para que a pesquisa pudesse ser realizada. Primeiramente os médicos foram estimulados a utilizarem a aplicação Doctor Collab de modo a preencherem os formulários de atendimento dos pacientes hospitalizados do setor de Trauma, criando dessa forma um ambiente de suporte a colaboração das atividades e situações médicas daquele local.

Após o uso do Doctor Collab, foram disponibilizados formulários contendo 8 questões utilizando a escala *Likert* (LIKERT, 1932) de cinco pontos que avaliam a sua experiência com relação à Colaboração e Ciência de Situação. Esta escala fornece cinco alternativas em um intervalo que começa em 1 ponto (discordo totalmente) até o ponto 5 (concordo totalmente), propiciando assim, avaliar de uma maneira mais profunda a opinião do entrevistado. Possibilitando assim, utilizar técnicas estatísticas para análise de dados coletados através de instrumentos de medida.

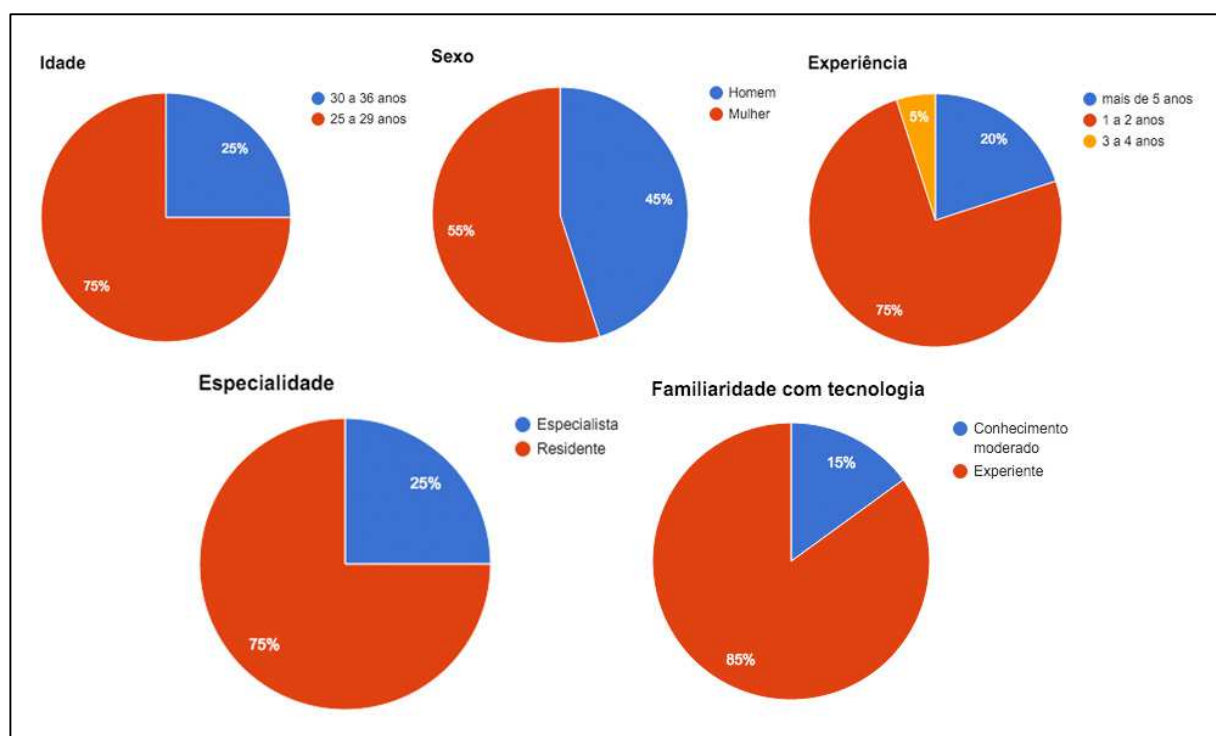
Essas 8 questões, descritas na Tabela 4, são distribuídas da seguinte forma: a pergunta 1 avaliou facilidade de uso, as perguntas 02, 03, 06 e 08 avaliaram a

percepção da utilidade do aplicativo, e as perguntas 04, 05 e 7 avaliaram a satisfação no uso da aplicação.

A confiabilidade do questionário é demonstrada a partir do uso do coeficiente alfa de *Cronbach* (CRONBACH, 1951) permitindo desta maneira estimar com clareza as correlação entre respostas e entrevistados. O Valor do Alfa de *Cronbach* desta pesquisa chegou ao valor aproximado de 0,83 o que indica que o questionário é confiável por estar acima de 0,7.

A segunda etapa da avaliação procedeu-se com a estatística descritiva, levantando-se as variáveis descritivas. Verificou-se que do total de participantes do experimento 55% eram mulheres e 45% eram homens, 75% das pessoas de 25 a 29 anos, 25% entre 30 a 36 anos conforme dados apresentados na Figura 24.

Figura 24 – Perfil dos entrevistados na avaliação



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 25 – Resumo das respostas – Alfa de Cronbach

BASE DE DADOS									
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Total
1	1	5	4	5	5	5	5	5	35
2	2	5	5	5	4	5	4	5	35
3	2	3	2	4	4	2	4	4	25
4	4	5	5	4	4	5	4	5	36
5	4	4	5	5	4	4	4	4	34
6	3	4	4	3	5	4	4	4	31
7	4	4	4	4	4	4	4	4	32
8	4	5	5	5	5	5	5	5	39
9	4	5	5	5	5	5	5	5	39
10	4	4	4	5	4	3	3	3	30
11	4	5	5	4	5	5	5	5	38
12	4	4	5	5	5	5	4	4	36
13	4	5	4	5	5	5	4	4	36
14	5	4	4	5	5	5	4	5	37
15	5	5	4	5	5	5	4	4	37
16	4	4	5	5	5	5	5	5	38
17	4	4	4	4	5	4	3	4	32
18	3	3	4	3	5	5	3	4	30
19	4	3	3	3	3	3	3	3	25
20	4	4	4	4	4	4	4	4	32
VARIACÃO	1,0	0,5	0,6	0,6	0,4	0,8	0,5	0,4	

K	8
Soma Vi	4,7
Vt	17,29

Sessão 1	1,143
Sessão 2	0,727
Absoluto	0,727

Alfa	0,83066287
------	------------

Fonte: Elaborado pelo autor

Os resultados dos questionários demonstram que a maioria dos médicos que utilizaram a aplicação acreditam no uso do Doctor Collab como uma aplicação computacional eficiente com suporte a colaboração, gerenciamento de atividades e situações. Essa conclusão pode ser visualizada com mais detalhes na Figura 26.

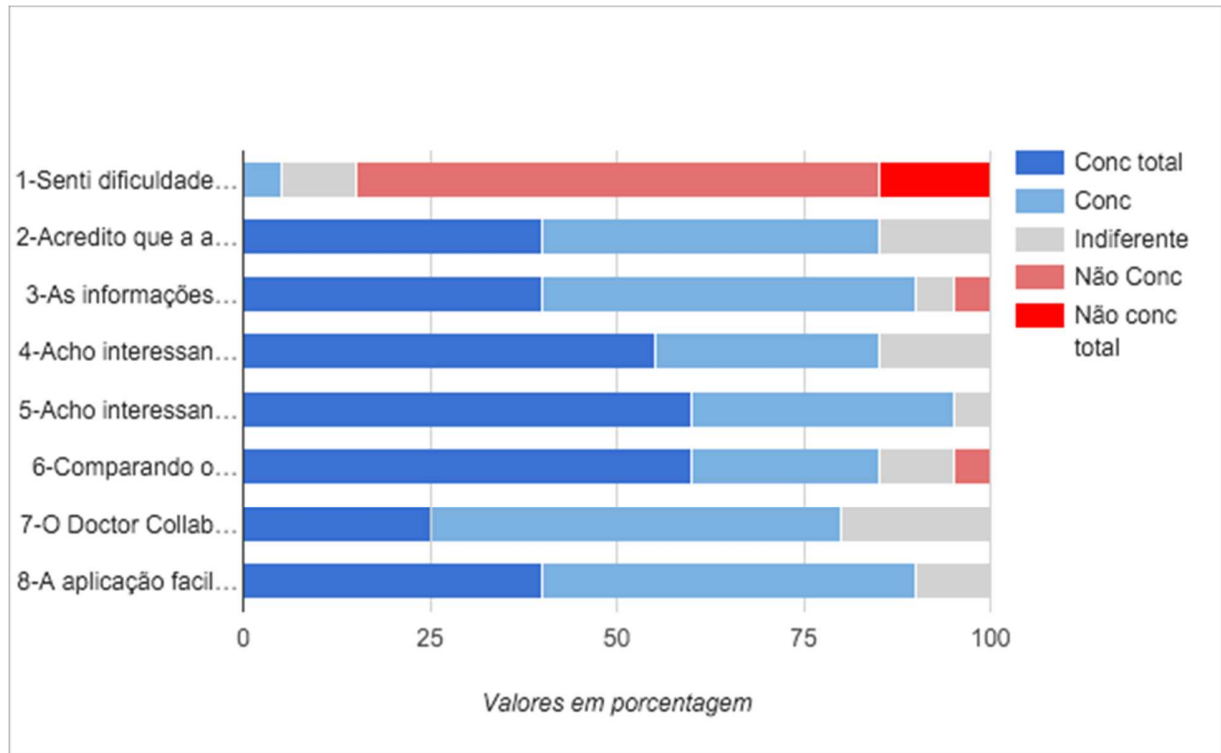
Tabela 4 - Questionário Avaliativo – Doctor Collab

Nº	Categoria	Questão
01	Facilidade de uso	Senti dificuldades em utilizar a aplicação.
02	Utilidade	Acredito que a aplicação Doctor Collab melhora a colaboração entre equipes médicas.
03	Utilidade	As informações automáticas mostradas pela aplicação ajudam no trabalho da equipe médica.
04	Satisfação	Acho interessante que a aplicação médica me proponha informações automáticas sobre informações de pacientes ou remédios disponíveis.
05	Satisfação	Acho interessante que a aplicação médica me proponha informações automáticas sobre informações do ambiente de trabalho, especialidades médicas disponíveis.
06	Utilidade	Comparando o modelo atual de troca de informações entre equipes médicas do Hospital Geral de Roraima, o Doctor Collab pode vir a auxiliar a troca de informações entre essas equipes.
07	Satisfação	O Doctor Collab pode promover maior interesse para gerenciamento de atividades médicas.
08	Utilidade	A aplicação facilita o trabalho da equipe médica.

Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 26 demonstra visualmente a positividade das respostas dos entrevistados em relação ao uso do Doctor Collab em emergências médicas. Na Figura se observa a alta regularidade de respostas do tipo concordo totalmente e concordo, bem como a maior incidência relativa a questão 5. Observa-se também que a questão 1 foi a que gerou uma maior diferença nas repostas, apresentando um alto grau de discordância referentes ao enunciado, isso se deve pelo fato dos usuários discordarem da pergunta que afirmava que os usuários sentiram dificuldade na utilização da aplicação.

Figura 26 – Gráfico das respostas da avaliação – Doctor Collab



Fonte: Elaborado pelo autor

Praticamente todos os comentários relacionados à utilidade do Doctor Collab foram positivos, ratificando assim as informações presentes na Figura 26. Muitos destacaram a alta relevância dos recursos para melhorar a colaboração entre equipes médicas. Segundo um dos usuários: “Ter uma aplicação como essa no nosso plantão médico seria muito bom, perdemos muito tempo passando as informações para a próxima equipe”. Outro avaliador disse: “É muito bom ver que uma plataforma como essa poderia estar disponível em hospitais públicos no Brasil, melhoraria em muito a busca por informações e a comunicação entre os médicos”.

Como pior resultado notou-se que na questão de número 7, que aborda a satisfação do usuário, 20% dos entrevistados foram indiferentes ou não souberam opinar se a aplicação Doctor Collab promoveria maior interesse para o gerenciamento de atividades médicas dentro do hospital. Isso se deve pelo fato da resistência natural por mudança dentro de um processo burocrático. Os médicos de uma certa forma já

tiveram que se adaptar a forma que a passagem de plantão acontece, precisariam se adaptar novamente a um novo processo, desta vez computadorizado.

O mesmo pode ser notado na questão 6, quando um dos médicos entrevistado respondeu “não concordo” a pergunta que verifica se o Doctor Collab melhoraria o auxílio a troca de informações entre equipes médicas. Ele respondeu que o modelo tradicional já atende de forma satisfatória o plantão. E que ter uma aplicação informatizada tornaria o serviço mais complexo, além de tomar uma fatia grande de investimento do hospital em TI para poder implantar a aplicação dentro do setor de Trauma. Essa resposta mostra que nem todos os profissionais de saúde visualizam o investimento em TI como algo fundamental para o sucesso de seus trabalhos.

Já a questão 8 teve um dos maiores valores de aceitação dos médicos, 90% respondeu positivamente a questão que analisa se a aplicação avaliada facilita o trabalho da equipe médica. Isso mostra a esperança dos profissionais de saúde em juntar facilidades do mundo computacional com problemas do mundo da saúde. Um dos médicos que avaliou positivo respondeu: “Já conhecemos soluções informatizadas que foram bem empregadas em outras áreas como direito e engenharia, e cada vez que vemos soluções para saúde ficamos mais empolgados, ainda mais soluções para o nosso setor de trabalho como o Trauma. A Informática é um caminho sem volta, todos nós temos que nos adaptar”.

Ainda no campo da boa aceitação ao modelo, 95% dos entrevistados acham interessante que o Doctor Collab proponha informações automáticas do ambiente de trabalho e/ ou especialidades médicas disponíveis (questão 5). Um dos entrevistados contribuiu com sua fala: “No dia a dia, cada tempo perdido é crucial para um paciente no setor de Trauma, às vezes perdemos muito tempo tentando encontrar um médico especialista disponível para atender um caso urgente. Aqui no HGR, precisamos entrar em contato com uma cooperativa de médicos e eles entram em contato com o médico especialista. Isso às vezes dura de 20 a 60 minutos para o especialista chegar ao leito. Se o Doctor Collab já pudesse concluir sobre a especialidade necessária e já acionar a especialidade seria fantástico”.

Porém, um dos entrevistados, com mais anos de experiência sugeriu melhorias para a aplicação: “Seria interessante que essa aplicação voltada a emergência médica

estivesse interligada com as outras áreas da saúde pública, como SAMU e postos médicos. Isso faria com que os prontuários médicos ficassem disponíveis de forma digital a qualquer profissional de saúde, ainda mais com essa inteligência proposta no sistema“.

Levando-se em consideração os resultados das Figuras 25 e 26, foi possível confirmar as Hipóteses H1 e H2, conforme mostrado na Tabela 5. Dessa forma pode-se confirmar que o modelo proposto é coerente com as Hipóteses identificadas.

Tabela 5 – Confirmação de Hipóteses

Hipóteses		Resultado
H1	A facilidade de uso influencia positivamente na utilidade da aplicação;	Confirmada
H2	A satisfação influencia positivamente na utilidade da aplicação;	Confirmada

Fonte: Elaborada pelo autor.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca por novas formas tecnológicas de melhorar a troca de informações entre equipes médicas aparece como uma demanda real dentro da comunidade científica. Essas proposições tecnológicas tornam-se cada dia mais aptas a analisar e sugerir situações que melhorem o trabalho de equipes médicas, agindo de forma mais adequada aos interesses dos pacientes em questão.

Este trabalho abordou questões que envolvem a concepção de um modelo para apoiar a colaboração e troca de informações através do uso de Ciência de Situação mediante inferência médica com o emprego de ontologia. No decorrer deste trabalho foram analisados cinco trabalhos com características referenciais ao Doctor Collab. Nesse Domínio, o Doctor Collab se insere propondo uma solução de estimula a colaborações entre equipes médicas para melhorar a troca de informações nas passagens de plantão em ambientes de emergências. Neste sentido o trabalho apresentou uma estrutura ontológica que é usada como esquema para inferências de situações médicas.

Afim de avaliar a viabilidade do modelo Doctor Collab foram realizadas avaliações ao protótipo da aplicação junto a médicos com comprovada experiência em ambientes de emergência escolhidos por conveniência . A avaliação se deu através do uso de cenários utilizando a avaliação de aceitação (TAM) junto aos usuários (médicos) entrevistados. Após a entrevista com os plantonistas foi observado uma grande aceitação por parte da equipe plantonista no uso de plataformas computacionais que melhorem a troca de informações de forma prática e com maior colaboração. Para 95% dos entrevistados, o uso de uma aplicação que utiliza inferências médicas é uma boa solução para melhorar a passagem de informações entre profissionais de saúde. Reforçando essa informação, 90% dos entrevistados acreditam que o Doctor Collab facilita o trabalho da equipe médica.

Finalmente, como principais resultados, foi possível verificar a relevância do modelo aos cenários, além da aceitação do Doctor Collab perante aos médicos plantonistas (público alvo). Esta afirmação de aceitação é feita a partir de questionários aplicados em um grupo de médicos plantonistas, onde foi possível chegar a conclusão

de um grande interesse das equipes médicas e aceitação na aplicação Doctor Collab, totalizando uma média de aceitação de 86,9%.

7.1 Comparação com os trabalhos relacionados

A partir da implementação e avaliação do protótipo desenvolvido para atender o modelo Doctor Collab, é possível compará-lo com os trabalhos relacionados apresentados. Na Tabela 6 são resumidos as características de cada trabalho relacionado juntamente com as características do modelo proposto Doctor Collab.

Tabela 6 – Comparação com os trabalhos relacionados

Características	Activity-based computing (2015)	Community-based collaborative information (2014)	ReticularSpaces (2012)	Mobile Collaborative Tasks Planning (2013)	A cloud based health insurance plan recommendation system (2014)	Doctor Collab (2016)
Computação baseada em Atividade	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim
Decisão em Multinível	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Gerenciamento de emergência	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
Computação em Nuvem	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim
Ontologia	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim
Colaboração	Síncrona/ Assíncrona	Compartilhamento de informações para comunidade	Síncrona/ Assíncrona em ambientes remotos	Colaboração para planejamento Móvel (Síncrona)	Sim (Potencial)	Acoplamento de tempo e o descarrilamento de espaço
Computação Ubíqua	Ambientes Ubíquitos a favor da colaboração e mobilidade	Não	Não	Não	Não	Sim
Contexto	Atividades como contexto	Atividade modelo W3C	Contexto Adaptativo - Activity Roaming	Contexto Médico	Não	Sim
Situação	Não	Não	Não	Não	Não	Sim

Fonte: Elaborado pelo autor

Em comparação aos trabalhos de referência, o modelo Doctor Collab foi o único que apresentou uma proposta prática de uso colaborativo de Situações a durante troca de equipes médicas plantonistas. Tentando desta forma incentivar a comunidade científica a desenvolverem mais pesquisas públicas sobre esse tema.

Alinhado às funcionalidade macro da pesquisa, foram aplicadas funções que utilizam de tecnologias atuais, a exemplo da ontologia que esquematiza um ambiente de emergência médica, suas interações, e as consultas SPARQL.

7.2 Contribuições

Esta pesquisa fez uso de diversas áreas de estudo, o que exigiu um melhor aprofundamento de teorias que envolve não apenas a Computação Baseada em Colaboração mas também a Ciência de Situação e a Computação Baseada em Atividades, além de Ontologia, bem como a construção de cenários e avaliação do protótipo do modelo. Este estudo resultou na publicação de um artigo científico dentro da 7º SBCUP - Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva (CSBC 2015 - SBCUP) que descreve o modelo de arquitetura abordado neste trabalho. A seguir é apresentado com mais detalhe o artigo publicado:

- **MARQUES, Vinícius T.; COSTA, Cristiano A.; BARBOSA, Jorge L. V.; RIGHI Rodrigo R.; Um modelo de software colaborativo com suporte à troca de informações entre equipes médicas plantonistas. In: VII Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva (SBCUP), 2015, Recife – PE. Anais da SBCUP 2015.**

7.3 Trabalhos Futuros

Diante do apresentado neste estudo, alguns assuntos podem ser realizados para complementar essa pesquisa. No campo da colaboração, um aprofundamento a respeito de como o acoplamento de tempo e o descarrilamento de espaço influenciam durante a troca de informações entre equipes médicas. No que se refere a inferências

médicas, mais regras podem ser trabalhadas possibilitando um arranjo maior de conclusões. A realização de uma avaliação de desempenho do Doctor Collab verificando como o modelo se comporta em uma situação cotidiana. Finalmente, aprimorar os estudos em prol da segurança do modelo e expandir os mecanismos de interação entre equipes médicas.

REFERÊNCIAS

ABBAS, Assad et al. A cloud based health insurance plan recommendation system: A user centered approach. **Future Generation Computer Systems**, [S.l.], v. 43, p. 99-109, 2014.

ATTARAN, Mohsen; ATTARAN, Sharmin. Collaborative computing technology: the hot new managing tool. **Journal of Management Development**, [S.l.], v. 21, n. 8, p. 598-609, 2002.

BARDRAM, E. Activity-based computing: support for mobility and collaboration in ubiquitous computing. **Personal and Ubiquitous Computing**, [S.l.], v. 9, n. 5, p. 312-322, 2005.

BARDRAM, Jakob et al. ReticularSpaces: activity-based computing support for physically distributed and collaborative smart spaces. **Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. ACM, Paris - France, p. 2845-2854, 2012.

BERNERS-LEE, Tim. What the Semantic Web can represent. Em <<http://www.w3.org/DesignIssues/RDFnot.html>> Acesso em: 26 Maio 2015.

BUYA, Rajkumar et al. Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility. **Future Generation computer systems**, [S.l.], v. 25, n. 6, p. 599-616, 2009.

CHEN, Guanling et al. A survey of context-aware mobile computing research. **Technical Report TR2000-381**, Dept. of Computer Science, Dartmouth College, 2000.

CHEN, Harry; FININ, Tim; JOSHI, Anupam. An ontology for context-aware pervasive computing environments. **The Knowledge Engineering Review**, [S.l.], v. 18, n. 03, p. 197-207, 2003.

CRONBACH, Lee J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, [S.l.], v. 16, n. 3, p. 297-334, 1951.

DAMASCENO VIANNA, H.; BARBOSA, Jorge Luis Victória. A Model for Ubiquitous Care of Noncommunicable Diseases. **Biomedical and Health Informatics**, IEEE Journal of, Valencia-Spain, v. 18, n. 5, p. 1597-1606, 2014.

DAVIS, Fred D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. **MIS quarterly**, Minnesota, p. 319-340, 1989.

DE LIMA NETO, Alcides Viana et al. Relacionamento interpessoal entre a equipe de uma emergência hospitalar: um estudo qualitativo sob o olhar de enfermeiros. **Enfermagem Revista**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 75-87, 2015.

DEY, Anind K. Understanding and using context. **Personal and ubiquitous computing**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 4-7, 2001.

ENDSLEY, Mica R. Situation awareness in aviation systems. **Handbook of aviation human factors**, Mahwah – New Jersey, p. 257-276, 1999.

ENDSLEY, Mica R.; GARLAND, Daniel J. (Ed.). Situation awareness analysis and measurement. **CRC Press**, [S.l.], 2000.

FERNANDO, Niroshinie; LOKE, Seng W.; RAHAYU, Wenny. Mobile cloud computing: A survey. **Future Generation Computer Systems**, [S.I.], v. 29, n. 1, p. 84-106, 2013.

GELOGO, Yvette E.; KIM, Haeng-Kon. Unified Ubiquitous Healthcare System Architecture with Collaborative Model. **International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering**, [S.I.], v. 8, n. 3, p. 239-244, 2013.

GRUBER, Thomas R. A translation approach to portable ontology specifications. **Knowledge acquisition**, [S.I.], v. 5, n. 2, p. 199-220, 1993.

GRUBER, Thomas R. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. **International journal of human-computer studies**, [S.I.], v. 43, n. 5, p. 907-928, 1995.

HENRICKSEN, Karen; INDULSKA, Jadwiga. Developing context-aware pervasive computing applications: Models and approach. **Pervasive and mobile computing**, [S.I.], v. 2, n. 1, p. 37-64, 2006.

IANNELLA, Renato et al. Emergency Information Interoperability Frameworks. **W3C Incubator Group Report**, [S.I.], v. 6, 2009.

KRUCHTEN, Philippe. The rational unified process: an introduction 3^a ed. **Addison-Wesley Professional**, Boston, 2004.

LAITENBERGER, O., DREYER, H. M. Evaluating the usefulness and the ease of use of a web-based inspection data collection tool. **Proceedings of the 5th International Symposium on Software Metrics**. Washington – USA, pg 122. 1998.

LEFF, Avraham; RAYFIELD, James T. Web-application development using the model/view/controller design pattern. **Enterprise Distributed Object Computing Conference, 2001. EDOC'01. Proceedings. Fifth IEEE International**. IEEE, Seattle, USA, p. 118-127, 2001.

LEZZAR, Fouzi; ZIDANI, Abdelmadjid; CHORFI, Atef. Using A Mobile Collaborative Approach To Improve Healthcare Tasks Planning. **International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering**, [S.I.], v. 8, n. 3, p. 407-420, 2013.

LI, Juan et al. Community-based collaborative information system for emergency management. **Computers & Operations Research**, [S.I.], v. 42, p. 116-124, 2014.

LIKERT, Rensis. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of psychology**, New York – USA, p. 1-55, 1932.

LOPES, Joao et al. An Architectural Model for Situation Awareness in Ubiquitous Computing. **Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina)** [S.I.], v. 12, n. 6, p. 1113-1119, 2014.

MELL, Peter; GRANCE, Tim. The NIST definition of cloud computing. **Communications of the ACM**, [S.I.], v. 53, n. 6, p. 50, 2010.

MOHOROVICIC, S. Implementing responsive web design for enhanced web presence. **Information & Communication Technology Electronics & Microelectronics (MIPRO), 2013 36th International Convention on**. IEEE, Opatija – Croatia, p. 1206-1210, 2013.

MUSEN, Mark A.; MIDDLETON, Blackford; GREENES, Robert A. Clinical decision-support systems. **Biomedical informatics**. Springer London, p. 643-674, 2014.

NORMAN, Donald A. The invisible computer: why good products can fail, the personal computer is so complex, and information appliances are the solution. **MIT press**, Massachusetts – USA, 1998.

NOY, Natalya F. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology: Knowledge Systems Laboratory, Stanford University. **Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880**, Stanford – USA, 2001.

SANAEI, Zohreh et al. Heterogeneity in mobile cloud computing: taxonomy and open challenges. **Communications Surveys & Tutorials**, [S.I.] IEEE, v. 16, n. 1, p. 369-392, 2014.

SARANUMMI, Niilo. IT applications for pervasive, personal, and personalized health. **Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on**, [S.I.], v. 12, n. 1, p. 1-4, 2008.

SATYANARAYANAN, Mahadev. Mobile computing: the next decade. **Proceedings of the 1st ACM workshop on mobile cloud computing & services: social networks and beyond**. ACM, San Francisco - USA, p. 5. APA, 2010.

SHELBOURN, Mark A. et al. A decision making framework for planning and implementing collaborative working. **Joint International Conference on Computing and Decision Making in Civil and Building Engineering**, Montreal, Canada, June 2006, p. 930-944, 2006.

SIRIN, Evren et al. Pellet: A practical owl-dl reasoner. **Web Semantics: science, services and agents on the World Wide Web**, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 51-53, 2007.

SOLYMOSI, Tamás; DOMBI, Jozsef. A method for determining the weights of criteria: the centralized weights. **European Journal of Operational Research**, [S.l.], v. 26, n. 1, p. 35-41, 1986.

SULTAN, Nabil. Making use of cloud computing for healthcare provision: Opportunities and challenges. **International Journal of Information Management**, [S.l.], v. 34, n. 2, p. 177-184, 2014.

VAQUERO, Luis M. et al. A break in the clouds: towards a cloud definition. **ACM SIGCOMM Computer Communication Review**, v. 39, New York - USA, n. 1, p. 50-55, 2008.

WEHBE, Grasiela; GALVÃO, Cristina Maria. O enfermeiro de unidade de emergência de hospital privado: algumas considerações. **Revista Latino-am Enfermagem**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 86-90, 2001.

WEISER, Mark. The computer for the 21st century. **Scientific american**, [S.l.] v. 265, n. 3, p. 94-104, 1991.

WENJUN, Wang; CUNXIANG, Dong; PENG, Yang. Ontology modeling of emergency plan systems. **Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, 2009. FSKD'09. Sixth International Conference on**. IEEE [S.l.], p. 290-294, 2009.

ZAUPA, D.; COSTA, C.; SILVA, J. Implementing a spontaneous social network for managing ubiquitous interactions. **Computer Systems (WSCAD-SSC), 2012 13th Symposium on**, Petropolis – Brasil, p. 163-170, 2012.

ZHANG, Qi; CHENG, Lu; BOUTABA, Raouf. Cloud computing: state-of-the-art and research challenges. **Journal of Internet services and applications**, [S.l.],v. 1, n. 1, p. 7-18, 2010.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos o (a) Sr (a) _____ para participar da Pesquisa UM MODELO DE SOFTWARE COLABORATIVO COM SUPORTE A TROCA DE INFORMACOES ENTRE EQUIPES MEDICAS PLANTONISTAS, sob a responsabilidade do pesquisador VINÍCIUS TOCANTINS MARQUES, a qual pretende propor um modelo colaborativo que auxilie a troca de informações entre médicos plantonistas. Sua participação é voluntária e se dará por meio de uso da aplicação computacional e resposta de questionário. Não existe risco decorrente da sua participação devido ao uso simplificado de uma aplicação computacional.

Se você aceitar participar, estará contribuindo para que médicos plantonista se beneficiem de sistema que melhore a troca de informações entre profissionais de saúde. Se depois de consentir em sua participação o Sr (a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. O (a) Sr (a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo. Para qualquer outra informação, o (a) Sr (a) poderá entrar em contato com o pesquisador no endereço Avenida Glaycon de Paiva, 2496 - Pricumã, Boa Vista - RR, 69303-340, pelo telefone (95) 98113-5101.

Consentimento Pós-Informação

Eu, _____, fui informado sobre o que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não vou ganhar nada e que posso sair quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Assinatura do participante

Data: ___/___/___

Assinatura do Pesquisador Responsável