



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
IFCE CAMPUS ARACATI
COORDENADORIA DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

Nicodemos Freitas

**VITE, um sistema inteligente para urgência e emergência em
saúde**

**ARACATI-CE
ANO DE PUBLICAÇÃO**

Nicodemos Freitas

VITE, UM SISTEMA INTELIGENTE PARA URGÊNCIA E EMERGÊNCIA EM SAÚDE

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Bacharelado em Ciência da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE - Campus Aracati, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador (a): Prof.Dr Antônio Mauro Barbosa de Oliveira

Aracati-CE
2017

Nicodemos Freitas

VITE, UM SISTEMA INTELIGENTE PARA URGÊNCIA E EMERGÊNCIA EM SAÚDE

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Bacharelado em Ciência da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE - Campus Aracati, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovada em 24 de Outubro de 2017

BANCA EXAMINADORA

Prof.Dr Antônio Mauro Barbosa de Oliveira (Orientador (a))
IFCE

Prof.Me Ricardo Lenz Cesar
IFCE

Prof.Tecg Emilson Richardson Rocha Melo
IFCE

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, irmãos, minha companheira e toda minha família, que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Ceará Campus Aracati, pela educação transformadora que recebi não somente no aspecto intelectual, mas também na questão social. Tudo isso me fará sair diferente de como entrei. À banca avaliadora, pelo tempo dedicado à leitura deste trabalho. Aos meus professores, não somente pelo conhecimento que me transmitiram, mas também por me terem feito aprender. A todos aqueles que, direta ou indiretamente, fizeram parte da minha formação. A todos os da minha turma, pela partilha de conhecimento e companheirismo. Aos meus pais, familiares e amigos, pelo apoio e compreensão nos momentos de ausência. À minha companheira Karine Soares, pela cumplicidade e incentivo nos momentos difíceis. Ao Prof. Dr. Antônio Mauro Barbosa de Oliveira, pelos seus ensinamentos dentro e fora de sala, ajudando-me assim a me tornar um ser melhor a cada dia, e fazendo-me perceber a necessidade de mudar o mundo progressivamente, dando o máximo de mim. Pela confiança em mim depositada, compartilhando o acesso irrestrito ao Beach Lar, onde diversas vezes pude trabalhar tomando aquela "gelada" à beira da piscina. A todos esses, o meu "muito obrigado" comovido e sincero.

RESUMO

O uso das tecnologias móveis e sistemas embarcados têm contribuído muito na automatização e melhoria de processos na área da saúde. Os dispositivos móveis, agregando várias tecnologias em um único aparelho, possibilitam a criação de soluções inovadoras para pessoas em atenção domiciliar e em mobilidade. Este trabalho apresenta O VITE, um sistema inteligente baseado em contexto, composto por hardware (V-hard) com software embarcado, aliado a uma aplicação (V-apli). A solução se completa com uma rede social (V-rede), e mecanismos de inferência baseados em ontologia (V-onto). O sistema objetiva dar maior velocidade ao atendimento nos casos de urgência e emergência envolvendo os usuários do sistema. Um protótipo do VITE contendo os componentes V-hard e V-rede foi implementado, e é descrito em detalhes neste trabalho. O V-hard contém um acelerômetro e um botão de pânico para atuação reativa e proativa, respectivamente. Uma vez acionado o, V-hard (no caso de atropelamento, por ex.) uma série de procedimentos é desencadeada no V-apli, em especial a chamada telefônica de pessoas de interesse do usuário (familiares, amigos, médico, socorrista, etc.), via aparelho celular, previamente cadastrado para tal fim. Além do sinal de alerta, são enviadas para esta(s) pessoa(s), informações de geolocalização do usuário do VITE. Por outro lado, o V-apli no aparelho celular do usuário poderá dar uma série de informações a qualquer pessoa que possa ter-se aproximado do usuário, ou mesmo um paramédico do SAMU. Informações sobre o usuário poderão ser extremamente úteis para as ações de primeiros socorros que lhe serão prestadas.

Palavras-chaves: IoT. Atenção Domiciliar. Ontologia.

ABSTRACT

The use of mobile and embedded systems has greatly contributed to the automation and improvement of healthcare processes. Due to the mobile devices with several built-in technologies, they enable the creation of innovative solutions for people in home care and mobility. This project presents VITE, an intelligent system composed of hardware (V-hard) with embedded software, allied to an application (V-apli). A solution is completed with a social network (V-net) and inference mechanisms based on ontology (V-onto). The system gives greater speed in the attendance to cases of urgency and emergency involving its use. The V-net will be composed of volunteers and paid professionals who work in tandem with the other components of VITE. So, in the first moment, planned for monitoring of voice and elderly in home care, the VITE system also covers mobile users when in unexpected situations (falls, run-ins, etc.) and perceptible (symptoms of acute health conditions, providing a low-cost solution, delivering important, fast, and intelligent information on the scene.

Keywords: IoT. Home Care. Ontology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização de um ponto na terra	18
Figura 2 – Funcionamento de um sistema embarcado	20
Figura 3 – Scatternet	24
Figura 4 – Arquitetura do sistema Android	26
Figura 5 – Ações que diminui a contração do vírus da gripe	32
Figura 6 – Funcionamento da plataforma descrita	38
Figura 7 – Cenário de Atuação do VITE	41
Figura 8 – Ontologia de AVC	43
Figura 9 – Aquisição de dados e envio de informações para V-REDE.	44
Figura 10 –Quatro módulos que compõem a proposta.	45
Figura 11 –Arquitetura do VITE.	45
Figura 12 –Descrição do protocolo de emergência	46
Figura 13 –Caso de uso do sistema VITE: Visão do usuário	47
Figura 14 –Chegada de uma notificação	49
Figura 15 –Funcionalidades da Aplicação	50
Figura 16 –Dispositivo vestível	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Problemas e soluções	40
Tabela 2 – Prioridades de funcionalidades do VITE	52
Tabela 3 – Prioridades de funcionalidades do VITE	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DOD	Departamento de Defesa Americano.
IoT	Internet of Things.
MHEALTH	Mobile Health.
SUS	Sistema Único de Saúde.
SAMU	Serviço de Atendimento Móvel de Urgência.
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
IC	Insuficiência Cardíaca.
MVC	Model View Controller.
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers.
WPAN	Wireless Personal Area Network.
MANET	MobileArea Network.
HAL	Hardware Abstraction Layer.
ART	Android Runtime.
GSM	Global System for Mobile Communications.
VOIP	Voice over Internet Protocol.
SMS	Short Message Service.

SUMÁRIO

1	Introdução	13
2	Fundamentação Teórica	17
2.1	Geolocalização	17
2.2	Sistemas Embarcados	19
2.2.1	Placa arduino	21
2.3	Arquitetura MVC	21
2.4	Tecnologia Bluetooth	22
2.5	Sistema Android	24
2.5.1	Kernel do Linux	24
2.5.2	Hardware Abstraction Layer: HAL)	25
2.5.3	Android Runtime: ART	25
2.5.4	Java APIs	25
2.5.5	System Apps	26
2.6	Ontologia em Ciência da Computação	27
2.7	Internet das Coisas	28
3	Trabalhos Relacionados	29
3.1	Fall Perception for Elderly Care: A Fall Detection Algorithm in Smart Wristlet mHealth System	29
3.2	SOS Móvel	29
3.3	Enabling Computational Jewelry for mHealth Applications	30
3.4	Telehelp ajuda você a viver com autonomia e segurança	31
3.5	Motorola Alerta	31
3.6	A Low Cost Mhealth Non-Intrusive Method for Monitoring Patient Indoor Localization	31
3.7	HHeal: A Personalized Health App for Flu Tracking and Prevention	32
3.8	Using Mobile Computing to Support Malnutrition Management in South Africa	33
3.9	Fall Watcher: Um sistema de detecção de quedas para Android	33
3.10	Sistema de Detecção de Quedas	34
3.11	WatchAlert: Uma evolução do aplicativo fAlert para detecção de quedas em Smartwatches	35
3.12	Sistema de Emergência Médica usando OpenStreetMap	35
3.13	Harmony: Close Knitted mHealth Assistance for Patients, Caregivers and Doctors for Managing SMIs	36

3.14 A prototype of a real-time solution on mobile devices for heart tele- auscultation	36
3.15 Low-Cost Mobile Learning Solutions for Community Health Workers . .	37
4 Descrição do Problema e Solução Proposta	39
4.1 Especificação do VITE	41
4.2 Composição do VITE	41
4.3 Arquitetura do VITE	45
4.4 Especificação Formal	46
5 Aspectos de Implementação	48
6 CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS	55

1 Introdução

O avanço científico causou um grande impacto ao longo dos últimos anos em praticamente todos os campos da atividade humana, sendo responsável pelo surgimento de novas tecnologias e pelo aprimoramento das já existentes. Dessa forma, tecnologias envolvidas nesse avanço precisam se adaptar e acompanhar estas mudanças que vêm ocorrendo cada vez mais rapidamente.

Assim, é indiscutível que o uso de tecnologias na medicina está se tornando cada vez mais comum. Como exemplo, podemos citar a ressonância magnética e a tomografia computadorizada. Essa aproximação da medicina com a tecnologia obteve muitos resultados positivos, dando início a outras áreas de estudo como a telemedicina, uma área que utiliza tecnologias modernas para o fornecimento de informações e atenção médica à distância a pacientes com o auxílio dos profissionais da saúde. Outra área que está se popularizando bastante, é o m-health, acrônimo para mobile health ou saúde móvel (TOMLINSON MARY JANE ROTHERAM-BORUS, 2013). Esse campo de estudo inovador tem, como um dos seus objetivos, o uso de dispositivos móveis para fornecer soluções em assistência domiciliar e em mobilidade a pacientes com situações de saúde adversas.

Em meio à corrida tecnológica, é seguro afirmar que uma das evoluções mais importantes na área da tecnologia da informação e comunicação (TIC) é a Internet das Coisas (Internet of Things ou IoT). Essa tecnologia promete conectar à Internet objetos tais como sensores de ambiente, lâmpadas, geladeiras, etc. Além da conectividade à Internet, os objetos envolvidos em determinado contexto irão interagir entre si. Há de se considerar que essa característica pode mudar a forma como vemos o mundo ao nosso redor em termos tecnológicos. A razão dessa mudança é que qualquer objeto criado para esse fim pode interagir com outros objetos, de forma que o conjunto dessa interação facilite a vida das pessoas.

Ao mesmo tempo, no ambiente da Internet das Coisas, os objetos de interesse se tornam captadores de informações de um dado contexto. Essas informações isoladas não são suficientes para tomadas de decisão - por exemplo, com modelos de inferência baseados em estatística - mas o conjunto de todas elas torna-se extremamente relevante (TSAI CHIN-FENG LAI; YANG, 2014). Imaginemos um cenário onde uma geladeira monitora a quantidade de água que diferentes usuários tomam por dia. Se tratarmos essas informações com um modelo inteligente, poderemos concluir que determinado percentual das pessoas que tomam menos que 2 litros de água por dia, por exemplo, tiveram problemas nos rins. Poderemos, na posse dessa informação, avisar ao usuário quantos litros lhe falta tomar durante o restante do dia.

No entanto, a Internet das Coisas ainda enfrenta muitos desafios para o seu pleno funcionamento. Dentre eles destacamos a questão da energia consumida pelos objetos envolvidos, a infraestrutura para comportar grandes volumes de informações, e a área de cobertura. Mesmo com muitos desafios, essa concepção já conquistou grandes empresas. O OpenFog Consortium, formado pela Microsoft, Cisco, Intel, Dell e muitas outras, está trabalhando para sua total concretização (OPENFOG, 2015). Frisando as promessas do IoT, podemos ressaltar a sua área de cobertura ao possibilitar, futuramente, a qualquer objeto ou usuário, conectar-se em qualquer lugar, facilitando o desenvolvimento de soluções tecnológicas para usuários em domicílio e, principalmente, em mobilidade urbana.

Portanto, a Internet das Coisas beneficiará muitas áreas que utilizam tecnologias para melhorar seus processos, algumas de maneira indireta, outras indiretamente. Com a possibilidade dos usuários estarem conectados em todos os lugares, há uma facilidade de compartilhar recursos e informações que se resumem em uma grande quantidade de dados que servirão para tomada de decisões. Podemos citar a área da saúde, que é objeto de estudo deste trabalho, devido à sua grande importância no contexto nacional. Observa-se que vários problemas enfrentados pelo Brasil na área da saúde, poderiam ser amenizados ou até solucionados com o uso de tecnologias inovadoras.

A solução apresentada neste trabalho tem como motivação o uso de TICs em saúde, mais especificamente a tecnologia IoT, para apoio em situações de urgência e emergência. São conhecidos os desafios que acompanham o envelhecimento da população e o aumento da expectativa de vida dos brasileiros que, segundo (IBGE, 2013), tenderão a aumentar consideravelmente nos próximos anos. Conforme (BRASIL, 2016) a população brasileira cresceu 0,8 por cento, de 2015 a 2016, passando de 204.450.649 para 206.081.432 habitantes.

De acordo com (IBGE, 2015) em 2004, as pessoas de 0 a 29 anos de idade eram maioria (54,4 por cento) da população, enquanto em 2014 este indicador diminuiu para 45,7 por cento. Por outro lado, no ano de 2014 a proporção de adultos de 30 a 59 anos de idade teve aumento, passando de 35,9 por cento para 40,6 por cento, assim como a participação dos idosos de 60 anos ou mais de idade, de 9,7 por cento para 13,7 por cento. Em paralelo a essa tendência, vem crescendo também o número de idosos com problemas de saúde que não possuem cuidadores em regime permanente. Isso se torna uma preocupação, quando a maioria dos problemas se refere a doenças crônicas propícias em pessoas idosas. É o caso da insuficiência cardíaca (IC), uma doença que tem a idade como fator de muita relevância em seu diagnóstico.

A Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC) mostrou que no ano de 2012 houve 26.694 óbitos por IC no Brasil (SBC, 2015). Muitas dessas mortes poderiam

ter sido evitadas se o paciente tivesse sido socorrido imediatamente com a devida orientação. Vale ressaltar que a melhoria dessa situação não depende apenas do sistema de saúde pública. É uma questão que inclui tanto as políticas de saúde do país, como os órgãos envolvidos, a população de forma geral e, até mesmo, as empresas privadas voltadas para essa área. Portanto, é preciso criar soluções inovadoras que possam contribuir para a melhoria desse quadro.

Em decorrência dos fatores citados acima, há de se considerar que o aumento da expectativa de vida da população brasileira, apesar de ser considerada muito boa para o indivíduo é, ao mesmo tempo, acompanhado de vários desafios na prestação de cuidados de saúde para essa população. Com isso, a utilização de soluções tecnológicas baseadas em dispositivos móveis se torna um meio viável para esse tipo de problema, uma vez que nesses dispositivos se encontra uma agregação de tecnologias e sensores que os tornam viáveis para tal fim.

Os dispositivos móveis deixarão de ser aparelhos para um único fim, o da comunicação, para atuarem também no entretenimento e, aos poucos, estão se tornando uma ferramenta indispensável na área da saúde. A utilização de dispositivos móveis de forma estratégica os torna excelentes captadores de informações de pacientes em domicílio ou em mobilidade. Por meio dos seus recursos, podemos coletar essas informações que, se tratadas de forma eficiente, servirão para a tomada de decisões sobre a situação da saúde dos pacientes.

Outro fator que motivou esse trabalho foi à ausência de soluções em mobilidade urbana, ou seja, situações de pessoas no trânsito, em viagens nacionais ou internacionais, e em situações adversas como atropelamentos, quedas, mal-estar, etc. Em casos como esses, normalmente há um despreparo de pessoas voluntárias sobre a atitude a tomar. Isso se dá naturalmente devido ao desconhecimento do voluntário/socorrista em relação ao problema enfrentado pela vítima, ou mesmo pela falta de informações a respeito do acidentado (possíveis alergias a medicamentos, tipo sanguíneo, se é diabético, etc.), mesmo que esses voluntários/socorristas sejam da área da saúde.

Neste contexto de atenção pública de saúde, o Brasil dispõe do Sistema Único de Saúde (SUS), criado em 1988. Trata-se de um dos maiores sistemas públicos de saúde do mundo (SAÚDE, 2009). No entanto, o SUS tem se deparado com diversos problemas em sua gestão, problemas que se refletem em transtornos tanto para os pacientes quanto para os profissionais da saúde. Ainda de acordo com (PORTALE-DUCACAO, 2013), a superlotação, a falta de leitos nos hospitais, aparelhos quebrados, laboratórios interditados, e a falta de médicos nos prontos-socorros e nos postos de saúde, tem sido uma das maiores dificuldades encontradas na gestão do SUS. Portanto, a gestão eficaz é um desafio a ser superado que, mesmo com dedicação dos

gestores, fica cada dia mais difícil, levando-se em consideração o aumento da expectativa de vida da população brasileira.

Este trabalho apresenta um protótipo na direção do conceito da tecnologia IoT. Ele utiliza dispositivos móveis e sistemas embarcados para captura de informações em tempo real, e possibilita a tomada de decisão em Urgência e Emergência. O protótipo proposto faz uso de uma infraestrutura composta por um aplicativo que funciona com o auxílio de uma pulseira, e uma rede de voluntários com o objetivo de prestar assistência em casos de emergência, e de forma inteligente. Portanto, o intuito da solução é tornar mais rápido e ao mesmo tempo automatizar o pedido de socorro em situações como urgência/emergência a familiares e a profissionais da saúde. Para isso, o protótipo utiliza um sistema de detecção de quedas agregado a geolocalização, provendo assim informações úteis sobre o usuário para os familiares, e até mesmo para os profissionais da saúde.

Há uma expectativa de que este trabalho contribua para o bem estar e segurança da sociedade na área da saúde. Além disso, ele pode ajudar em futuros desenvolvimentos relacionadas à assistência domiciliar, ou a pessoas em mobilidade urbana que queiram criar ou implementar seus produtos nesta área e, assim, melhorar os cuidados com a saúde da população.

O trabalho está organizado da seguinte forma. O capítulo 2 apresenta um embasamento teórico sobre tecnologias que compõem a proposta. Faz-se uma análise comparativa entre o trabalho proposto e trabalhos relacionados. Nessa análise leva-se em consideração o tipo de problemática e tecnologias utilizadas. Os trabalhos relacionados estão organizados na seguinte ordem de semelhança. O capítulo 3 aborda a solução, descrevendo o seu funcionamento. Em seguida mostra-se a contribuição dada pelo trabalho. No capítulo 6 fazem-se as considerações finais e possíveis trabalhos futuros.

2 Fundamentação Teórica

Neste tópico analisamos alguns conceitos e tecnologias que serão relevantes para o entendimento deste trabalho. Todos os itens abaixo têm relação com a proposta, e não poderia ser de outra forma. Portanto, após a análise das subdivisões, discutimos os trabalhos realizados no Brasil, e trabalhos internacionais relacionados com a proposta desta pesquisa.

2.1 Geolocalização

Segundo (QUECONCEITO, 2015) o termo geolocalização é um conceito relativamente novo que se refere ao conhecimento da própria localização geográfica de modo automático. O termo geolocalização, também conhecido como georeferenciação, significa o posicionamento de determinado objeto em um sistema estipulado por coordenadas geográficas.

Ainda de acordo com (QUECONCEITO, 2015), o processo de geolocalização é normalmente adotado pelos sistemas de informações geográficas que são desenvolvidos para capturar, armazenar, manipular e analisar todas as informações possíveis de forma geograficamente referenciada, com a missão de resolver problemas de gestão e planejamento, entre outros. No entanto, o processo de geolocalização só é possível através do uso de GPS (Global Positioning System) ou Sistema de Posicionamento Global que será analisado a seguir.

GPS (Global Positioning System): é um sistema de posicionamento geográfico que fornece as coordenadas de um lugar na Terra. Para isso, é necessário que se tenha um receptor de sinais de GPS e um dispositivo de Hardware e Software. Este sistema foi desenvolvido pelo Departamento de Defesa Americano (DOD) para ser utilizado com fins civis e militares (DILÃO, 2017). Para a compreensão do funcionamento do GPS é importante saber que a nossa posição sobre a Terra é referenciada em relação ao Equador e ao Meridiano de Greenwich. Assim, a nossa localização se dá por meio de três números: a latitude, a longitude e a altitude.

Para que haja um sistema de posicionamento global que funcione, é necessária a utilização dos satélites artificiais. São 24 satélites que dão uma volta ao redor da Terra a cada 12 horas, e enviam para a terra, continuamente, informações através de ondas de rádio. Dessa forma, em qualquer ponto da terra, existem quatro satélites com sinais diferentes de rádio para o receptor GPS calcular: latitude, longitude e altitude do ponto onde se encontra (DILÃO, 2017). A imagem 1 ilustra a localização de

um ponto.

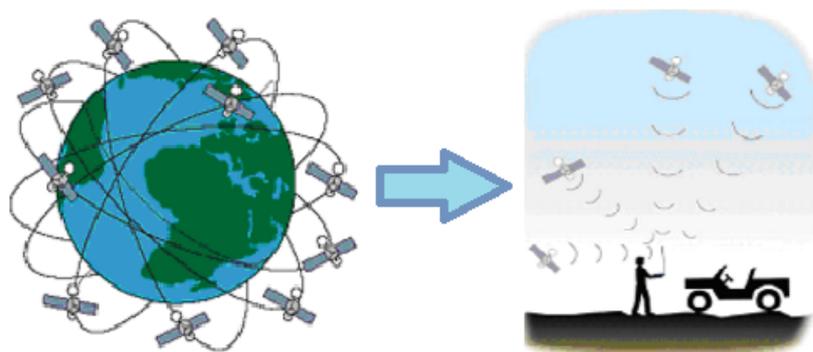


Figura 1 – Localização de um ponto na terra

Como foi dito a acima, uma localização precisa de três valores: Latitude, Longitude e Altitude. Abaixo mostramos o que significa cada valor.

- **latitude:** A latitude é uma coordenada geográfica que tem como origem a linha do equador calculada ao longo do meridiano de Greenwich. Esta coordenada é calculada em graus e varia entre 0º e 90º para Norte ou para Sul.
- **Longitude:** A longitude é a distância que tem como ponto de partida o Meridiano de Greenwich, calculado ao longo da linha do Equador. Esta distância, assim como a latitude, é medida em graus. No entanto seu ângulo, que é diferente do ângulo da latitude, pode variar entre 0 e 180º para Leste ou para Oeste.
- **Altitude:** É do nosso conhecimento que o planeta Terra é quase esférico, e só não é completamente esférico por causa de um pequeno achatamento nos Polos(DILÃO, 2017). Para definirmos a altitude de um ponto sobre a Terra, definimos uma esfera achatada com um raio de 6378 km. A altitude num ponto da Terra é a distância, na vertical, à superfície desta esfera com algumas deformações.

Portanto, a localização de um ponto na Terra se dá com o cruzamento dos três valores acima referidos. E isso só é possível porque temos o GPS. Finalmente, o GPS é composto por três subsistemas: subsistema de satélites, subsistema de controle, e subsistema de usuário. Segue uma descrição sucinta de cada subsistema.

- **Sistema de satélite:** : O Sistema de satélite, como já dissemos, é composto por 24 satélites, havendo para cada ponto na terra a cobertura de pelo menos 4 deles. Cada satélite completa uma volta na terra a cada 12 horas. Portanto,

para calcular com precisão a nossa posição, basta receber, em boas condições, o sinal de apenas quatro destes satélites.

- **Sistema de controle:** O sistema de controle é formado por uma infraestrutura terrestre de estações. Por meio destas estações faz-se a observação de satélites digitais e a atualização precisa dos seus tempos. Após cada satélite receber os dados das estações terrestres, eles calculam suas posições e atualizam suas localizações.
- **Sistema de Usuário:** : Esse tipo de sistema é composto por receptores de ondas de rádio e por uma unidade de processamento, habilitada para fazer a decodificação de informações enviadas por cada satélite e calcular sua posição em tempo real. No entanto, para haver uma prescrição precisa da posição nos dispositivos receptores, são necessários pelo menos doze minutos e trinta segundos de boa recepção (DILÃO, 2017). Além disso, cada satélite envia sinais de diferentes características para os receptores, em intervalos de 30 e 6 segundos respectivamente.

Dentre as informações enviadas pelos satélites estão técnicas matemáticas que possibilitam a recuperação de informações que se perdem devido a questões atmosféricas. Junto com fatores relacionados à perda de informações, um outro fator que influencia bastante são as grandes atividades solares, onde as informações são perdidas, não sendo praticável o seu processamento por receptores de sinais GPS. No sistema de usuário existem dois tipos de usuários: civil e militar, para cada qual há uma forma de decodificação de sinal. Esses sinais diferem entre si, e apresentam precisões diferentes. Abaixo os modelos a seguir.

Uso civil: O uso civil segue o modelo Standard ou padrão. Esse modelo apresenta uma precisão na latitude e longitude de 100 metros, precisão na altitude de 156 metros e uma precisão no tempo de 340 nanosegundos.

Uso militar: Nesse modo há uma precisão na latitude e longitude de 22 metros, precisão de 27.7 metros na altitude e uma precisão no tempo de 200 nanosegundos. Pode-se concluir assim que o usuário militar tem uma precisão mais aperfeiçoada da geolocalização na Terra.

2.2 Sistemas Embarcados

Sistemas embarcados são programas embutidos em microcontroladores ou microprocessadores, que possuem rotinas predefinidas em um aparelho que o suporta (GUIADOESTUDANTE, 2017). Esses tipos de sistemas estão presentes em muitos equipamentos eletrônicos como semáforos, aparelhos de ar condicionado, impres-

soras e MP3 players. A intitulação “embarcado” do inglês (Embedded Systems) significa que estes sistemas são feitos para terem independência energética de um lugar fixo como uma tomada ou gerador (CHASE, 2007).

Contudo, as características mais importantes deste sistema não se referem à sua capacidade computacional, tampouco a sua independência de operação. Portanto, ainda de acordo com (CHASE, 2007), os aspectos que têm um grau de relevância maior dependem dos tipos de sistemas, os modos de funcionamento, e itens desejados em determinadas aplicações embarcadas.

Os sistemas embarcados, em sua totalidade, têm uma unidade de processamento, que é composta por um circuito integrado fixo, em uma placa de circuito impresso. Normalmente um sistema embarcado é composto de microcontrolador ou microprocessador (hardware) e um firmware (software), ambos dedicados e específicos para realizar instruções operacionais de um equipamento que foi desenvolvido. Por esse motivo, um sistema embarcado não é projetado para ser modificado pelo usuário final e isso é um dos principais fatores que o distingue de um sistema de computador tradicional. Pode-se dizer que a aquisição de dados é um dos campos onde se mais utiliza sistemas embarcados. Há uma grande quantidade de sistemas que funciona através de sensores como temperatura, umidade, pH entre outros, e que capturam informações de ambientes variáveis para serem analisadas e armazenadas em memória para futuras consultas. Após adquirir informações do ambiente, o sistema utiliza atuadores para controlar e modificar esse ambiente baseado nas informações adquiridas anteriormente de acordo com critério firmado pelo projetista do sistema. A figura 2 mostra a lógica de funcionamento desses sistemas.



Figura 2 – Funcionamento de um sistema embarcado

Abaixo citamos alguns fatores que, de acordo com (CHASE, 2007) são levados em consideração no projeto de um sistema embarcado.

Dimensões físicas: Este é um fator muito importante a ser pensado na elaboração de um projeto de sistemas embarcados. As indústrias de eletrônicos estão cada vez mais produzindo componentes menores que, ao mesmo tempo, consomem

menos energia em suas funções. Outro fator relevante a ser levado em conta é o peso dos componentes, que resultará no peso final de um sistema embarcado. E já que muitos desses sistemas serão portado pelos usuários, o peso se torna um fator importante.

Consumo de energia elétrica: Como já foi dito anteriormente, a autonomia energética nesses sistemas é um fator muito importante porque muitos deles são produtos transportados pelo usuário, e uma autonomia maior os torna mais competitivos no mercado em que atuam. Resistência e durabilidade: Existem sistemas embarcados para funcionar em ambientes adversos. Por isso, é preciso que o sistema resista ao máximo a essas condições adversas, entre as quais se incluem: vibração, calor, poeira, variações na tensão da corrente de alimentação, interferências eletromagnéticas, raios, umidade, corrosão, etc.

2.2.1 Placa arduino

Com o objetivo de promover o ensino ou até mesmo a criação de produtos focados em sistemas embarcados, cientistas da computação na Itália, criaram uma placa de circuitos chamada Arduino para facilitar o processo de prototipação. Abaixo há uma descrição mais detalhada da placa Arduino. Arduino é uma placa de circuitos integrados de código aberto, composto por um microcontrolador Atmel AVR, produzido pela Atmel em 1996, sendo um dos primeiros da família de microcontroladores a utilizar memória flash, com o objetivo de armazenar programação.

O Arduino foi desenvolvido na Itália em 2005 por uma equipe de cinco Cientistas da Computação, com o objetivo de criar ferramentas acessíveis, e ao mesmo tempo facilitar a prototipagem de ideias. Com suporte à entrada e saída, utiliza a linguagem de programação wiring, um tipo de linguagem baseada no C, C++. Tais características tornaram o Arduino em uma solução viável para a validação de ideias. A placa Arduino possui várias ramificações, sendo a mais conhecida o Arduino UNO.

A explanação de sistemas embarcados é muito importante, já que dentro da proposta deste trabalho faz-se o uso desse tipo de sistema, utilizando a placa Arduino como hardware, e um pequeno firmware que monitora um padrão de quedas através de sensores.

2.3 Arquitetura MVC

Antigamente um software era projetado para rodar em uma única máquina. Além disso, esse software será composto por uma camada apenas. Portanto, uma grande quantidade de código fonte era gerada em um só lugar. Os eventos corres-

pendentes aos usuários, à lógica de negócio e os acessos aos dados todos ficavam nesta camada, tornando muito difícil a programação e conseqüentemente a manutenção deste software. Software desenvolvido com essa arquitetura foi denominado de aplicação monolítica. Baseado nas dificuldades enfrentadas por software desenvolvidos com o modelo monolítico, se fez necessária a criação de outra camada especial para acesso a dados. Aplicações com essa arquitetura passaram a se chamar de aplicações em duas camadas. Aplicações em duas camadas eram desenvolvidas com a camada de acesso a dados separados, em outra máquina, sendo que toda lógica de negócio era instalada do lado cliente, e a interface com o usuário.

Após o sucesso de aplicações em duas camadas, começou o surgimento de aplicações em várias camadas, com o propósito de separar a interface do usuário, a lógica de negócios e o acesso a dados, tornando o software mais flexível, assegurando que cada camada seja acessada e modificada de forma individual sem alterar outras partes do software. Vários problemas podem aparecer no desenvolvimento de sistemas que não utilizam a arquitetura em camadas. Geralmente são difíceis de manter, sendo que qualquer alteração no código fonte do software pode resultar no comprometimento de outras partes.

Segundo (GAMMA, 2000) esses problemas deram origem, na década de 70, à uma arquitetura compatível com projetos de interface visual na linguagem de programação Smalltalk. Essa arquitetura foi chamada de MVC (Model, View, Controller), um padrão arquitetural. O MVC facilita o desenvolvimento de software, dividindo as responsabilidades, promovendo um baixo acoplamento, e tornando o sistema escalável.

Em (BELEM, 2013) o (MVC) Model–view–controller é um padrão de projeto, ou uma arquitetura de software, que separa a interface de comunicação com o usuário, e as regras de negócio da aplicação e informações, em camadas diferentes. Nesse padrão de desenvolvimento, as camadas apresentam funções bem definidas, sendo a camada de (visão) responsável pela parte de interação com o usuário, (modelo) responsável pelo controle de informações e (controle) responsável por intermediar interações entre visão e modelo. Nesse padrão, a camada de modelo não interfere na camada de visão sem intermédio da camada de controle e vice versa.

2.4 Tecnologia Bluetooth

De acordo com (SIQUEIRA, 2006) a tecnologia Bluetooth se caracteriza como um padrão de comunicação sem fio de especificação aberta, curto alcance, baixo custo, pouco consumo de energia e utiliza tecnologia de rádio pertencente ao padrão IEEE 802.15.1. Foi criada pelo consórcio Bluetooth Special Interest Group, formado

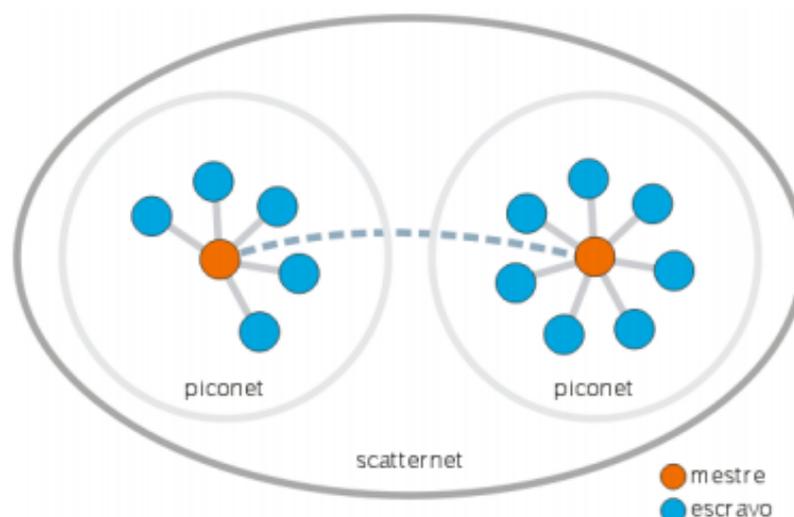
por empresas como Ericsson, Intel, IBM, Toshiba e Nokia entre outras, em 1998. O objetivo da tecnologia Bluetooth é conectar dispositivos via onda de rádio de forma a consumir menos energia dos dispositivos que outros tipos de rede sem fio como wi-fi.

A tecnologia Bluetooth suporta pequenas redes sem fio com no máximo oito dispositivos. Essas redes são chamadas de piconets onde o conjunto de piconets forma uma Wireless Personal Area Network (BT-WPAN). Em cada piconet há um dispositivo designado como “mestre” e os demais como “escravos”. Todo dispositivo designado como escravo, precisa do mestre para se comunicar com outro escravo. Sem ele não há comunicação.

O Bluetooth foi originalmente projetado para promover o desenvolvimento de dispositivos conectáveis de baixo consumo de energia, por meios de uma frequência de rádio de curto alcance atingindo até 100 metros de acordo com a categoria do dispositivo. A especificação da tecnologia Bluetooth define de que forma os dispositivos são associados em uma comunicação. Os dispositivos que possuem essa tecnologia são dispostos em três classes, levando-se em consideração o alcance das ondas de radio de cada dispositivo.

- **Classe 1:** dispositivos classificados na classe 1 possuem um alcance de no máximo 100 metros.
- **Classe 2:** dispositivos classificados na classe 2 possuem um alcance de 10 metros apenas.
- **Classe 3:** Já dispositivos da classe 3 tem um alcance de no máximo 1 metro.

Como foi mencionado, uma piconet é formada por no máximo 8 dispositivos. No entanto, duas piconets podem estabelecer uma conexão por meio de um dispositivo conhecido entre as duas redes, um mestre. Essa junção forma uma scatternet. E dessa forma, piconets interconectadas dentro de uma scatternet formam uma Mobile Area Network (MANET), e assim podem tornar possível a comunicação entre dispositivos não diretamente conectados ou que estão fora de alcance de outro dispositivo (SIQUEIRA, 2006). A imagem abaixo possibilita a abstração de uma scatternet.

**Figura 3 – Scatternet**

2.5 Sistema Android

Android é um sistema operacional móvel baseado no Linux, criado pela empresa Android, Inc., comprada pelo Google em 2005. Atualmente o sistema se mantém na versão 7.0, é mantido até então pelo Google, e domina o mercado de sistemas operacionais para dispositivos móveis.

O sistema Android é código aberto e usa um kernel Linux escrito em (C-C++). O processo de desenvolvimento de aplicações é baseado no padrão (MVC), e a programação de aplicativos para o sistema é feita com um framework baseado na linguagem de programação java; utiliza xml na camada de visão, e atualmente o framework suporta o desenvolvimento de aplicações utilizando a linguagem de programação Kotlin desenvolvida pela JetBrains. Abaixo temos uma descrição das camadas que compõem a arquitetura do sistema Android. Nesta descrição a camada de nível mais baixo será a primeira, seguindo até a última de nível mais alto.

2.5.1 Kernel do Linux

O núcleo da plataforma Android é o kernel do Linux. Exemplo disso é que o Android Runtime mencionado abaixo, confia no kernel para cobrir funcionalidades como encadeamento e gerenciamento de memória em baixo nível. O uso do kernel do Linux permite que o Android aproveite os recursos de segurança herdados do Linux. Além disso, o uso do kernel permite aos fabricantes de dispositivos desenvolverem módulos de hardware para um kernel de código aberto.

2.5.2 Hardware Abstraction Layer: HAL)

Essa camada de abstração de Hardware disponibiliza interfaces que dão acesso ao Hardware do dispositivo para APIs em linguagem de programação Java e Kotlin de nível mais alto. A camada de abstração de hardware é constituída de módulos de bibliotecas, que cria uma interface para um tipo específico de componente de Hardware, como o módulo de câmera ou Bluetooth. Todas as vezes que uma API faz uma chamada para acessar o Hardware do dispositivo, o sistema Android carrega o módulo da biblioteca para este componente de Hardware.

2.5.3 Android Runtime: ART

O Android Runtime é projetado para executar várias máquinas virtuais em dispositivos com pouca memória executando arquivos DEX, uma formato de bytecode feito exclusivamente para Android. Esse tipo de bytecode é otimizado para fornecer pouco consumo de memória. Em dispositivos com Android a partir da versão 5.0, API nível 21, cada aplicação executa o seu processo em uma instância própria do Android Runtime. Abaixo são mostrados alguns recursos principais do ART.

- **Compilação "ahead-of-time"(AOT) e "just-in-time":** JIT Coleta de lixo otimizada Mais facilidade na depuração, gerador de relatórios de erros, além da capacidade de definir pontos de depuração específicos.
- **Bibliotecas nativas** Muitos componentes e serviços do Android como Android runtime e a camada de abstração de hardware são projetados em código nativo que precisa de bibliotecas nativas escritas em C e C++. No entanto, para ter acesso a algumas dessas bibliotecas o android oferece APIs escritas em java descritas a seguir.

2.5.4 Java APIs

O Sistema Android oferece um conjunto de recursos por meio de APIs inscritas na linguagem de programação Java e mais recente na linguagem Kotlin. Portanto, para criar aplicativos é necessário o uso destas APIs. Essa APIs formam blocos de programação que simplificam a reutilização de componentes e serviços como:

- Um sistema de visualização rico e extensivo útil para programar a interface de um aplicativo, com vários componentes.

- Um administrador de recursos, que fornece acesso a recursos sem código como gráficos e arquivos de layout. Um administrador de notificações que permite aos aplicativos exibição de alertas personalizados na barra de status.
- Um administrador de atividades que gerencia o ciclo de vida dos aplicativos, além de provedores de conteúdo, que permite acesso a dados de outros aplicativos.

2.5.5 System Apps

O sistema Android é composto de um conjunto de aplicativos nativos como aplicativos para Email, envio de SMS, calendário, contatos, entre outros. Nos aplicativos nativos o usuário não tem a permissão para executar operações como desinstalar a los. Isso ocorre devido à forma como o sistema Android foi projetado. Baseado no Linux, herda todo o sistema de segurança introduzido nele.

No sistema de segurança, os usuários que não tiverem privilégio de superusuário, tem acesso restrito a algumas operações do sistema, assim como acesso a diretórios protegidos. Ocorre que a grande maioria dos aplicativos, de fábrica não é da preferência dos usuários, portanto, aplicativos de terceiros acabam se tornando padrões de acordo com a escolha de cada usuário havendo, assim, desperdício de memória nos dispositivos.

A imagem 4 mostra a arquitetura do sistema Android.

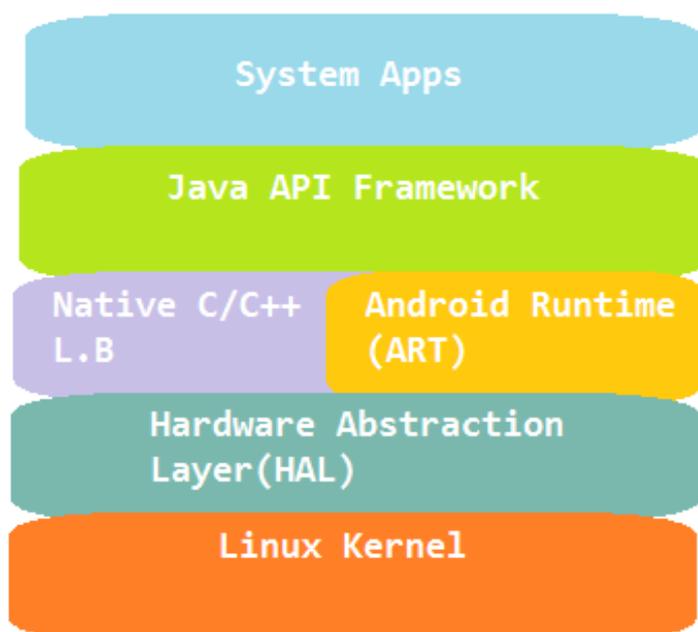


Figura 4 – Arquitetura do sistema Android

2.6 Ontologia em Ciência da Computação

De acordo com ([CAMPOS CECILIA N. A. P. GOMES, 2016](#)) Ontologia é uma técnica de representação do conhecimento que permite a modelagem de um domínio (mundo) a partir de conceitos relevantes, explicitando as restrições e relacionamentos entre conceitos, e afirmações sobre o significado de cada conceito do domínio.

Assim, de acordo com ([PICKLER BERNADETTE F. LÓSCIO,](#)) um dos principais objetivos do uso de ontologias no âmbito da Ciência da Computação é a construção de bases de conhecimento interoperáveis e melhor estruturadas. Em razão disso, essa estruturação dos dados em ontologias possibilita a criação de várias ontologias separadas pertencentes a um único domínio. Essa estruturação dos dados parte de um domínio raiz até subdomínios menos abstratos, em que cada subdomínio possui suas restrições e seus relacionamentos, criando assim uma hierarquia de subdomínios.

Outra característica das ontologias, que só é possível devido a forma como os dados são estruturados, é a possibilidade de inferir fatos implícitos em sua estruturação hierárquica. Dessa forma, segundo ([R.GRUBER, 1993](#)) podemos definir um conjunto de regras que podem ser usadas para inferir novos fatos a partir dos conhecimentos já formalizados na ontologia. Algumas vantagens de fazer uso de tal mecanismo são:

- **I)** Aumentar a capacidade de inferência no tratamento de ontologias por parte das aplicações.
- **II)** Inferir informações a partir de axiomas definidos na ontologia.
- **III)** Expressar associações entre propriedades ([FILHO, 2007](#)).

Ainda segundo ([FILHO, 2007](#)) para fazer inferências em ontologias é necessário ter uma linguagem para a definição de regras claras, livres de ambiguidades, e um motor de inferência ou raciocinador. Para implementar tais regras pode-se utilizar soluções como o framework JENA ([JENA.APACHE.ORG, 2017](#)). Os motores de inferência ou raciocinadores são ferramentas de software que mapeiam uma base de conhecimentos existente (coleção de conceitos e relações entre estes conceitos, fatos e regras), inferindo conhecimentos adicionais e mostrando informações implícitas.

Como exemplo de inferência, podemos citar a classificação (computação de todas as classes às quais um determinado indivíduo pertence) e a realização (encontrar as classes mais específicas de indivíduos nas quais um indivíduo pertence) Além da inferência de informações, os raciocinadores têm a capacidade de responder con-

sultas sobre o conhecimento provido e inferido, bem como checagem de consistência de ontologias (FILHO, 2007).

Cada vez mais, ontologias vêm sendo introduzidas como um modelo a mais de inteligência, e se tornou a grande aposta para a próxima evolução da Web 2.0 para Web 3.0 ou Web semântica (FILHO, 2007). Como o nome já sugere, a próxima evolução da web será baseada em contexto, ou seja, em uma pesquisa hipotética no Google ainda na web 2.0, do tipo “Quais são os nutrientes da manga?” Obviamente aparecerá como resultado dessa pesquisa o resultado esperado pelo usuário.

No entanto, aparecerão também resultados sobre manga de camisas e tudo o que for possível o Google indexar que contenha a palavra manga. Isso ocorre porque a web não entende a semântica da frase e que não interessa para o usuário, resultados de manga de camisas. Isso acontece devido a não padronização dos documentos na web, coisa que o uso de ontologias irá resolver na web 3.0.

2.7 Internet das Coisas

De acordo com (MULANI, 2016) o termo "Internet das coisas"(IoT) foi usado pela primeira vez em 1999 pela britânica Kevin Ashton. Kevin Ashton descreveu IoT como sendo um sistema no qual objetos no mundo físico podem ser conectados à Internet como sensores. Ashton cunhou o termo para ilustrar o poder de conectar RadioFrequency, Etiquetas de identificação (RFID) usadas em cadeias de suprimentos corporativas à Internet, a fim de contar e rastrear produtos sem a necessidade de intervenção humana. Hoje, a Internet das coisas tornou-se um termo popular para descrever cenários em que conectividade e capacidade de computação na Internet estendam-se a uma variedade de objetos, dispositivos, sensores e itens do dia-a-dia. Não existe uma única definição para o termo universalmente aceito. Diferentes definições são usadas por vários grupos para descrever ou promover uma visão particular do que IoT significa.

3 Trabalhos Relacionados

Os trabalhos citados abaixo tratam de problemas relacionados à saúde de pacientes no contexto Indoor (dentro de suas residências) e Outdoor, (fora das residências.) Todas as soluções apresentadas são baseadas em Mhealth, utilizam-se do smartphone e dispositivos de hardware e software para captura de informações dos pacientes ou o utilizam como Hub para sensores externos.

3.1 Fall Perception for Elderly Care: A Fall Detection Algorithm in Smart Wristlet mHealth System

A solução de (LI, 2014) leva em consideração apenas os recursos disponíveis como redes de sensores e conectividade local. Zhinan Li e Anpeng Huang propuseram um protótipo que se trata de uma pulseira com auxílio de um smartphone. Nesse protótipo toda parte bruta de aquisição até o tratamento de dados é feita no bracelete. Por tanto, as informações do paciente são adquiridas por meio de sensores como acelerômetro, giroscópio e magnetômetro.

Com posse dos dados adquiridos pelos sensores, um algoritmo desenvolvido pelos autores detecta uma possível ocorrência de queda. Após a etapa de detecção de quedas, o bracelete envia uma notificação para o smartphone do usuário. Quando o smartphone recebe essa notificação, ele envia um sinal de alerta para o pronto-socorro. Essa solução se torna viável à medida que o bracelete acompanha o usuário o tempo inteiro diferentemente de utilizar apenas o smartphone.

Outro fator importante desta solução, é que, como se trata de um hardware padrão, a calibração dos sensores é a mesma, coisa que não seria possível se utilizasse apenas o smartphone como solução. Com tudo, há um ponto negativo referente às providências tomadas pelo protótipo. A aplicação deveria assim como pede ajuda ao pronto-socorro, que pode demorar acionar familiares levando em consideração que o familiar pode estar na casa ao lado e poderia imediatamente ajudar o paciente.

3.2 SOS Móvel

O SOS Móvel (QUEIROZ, 2016) se assemelha muito ao protótipo proposto nesse trabalho de conclusão de curso. Dessa forma, o mesmo utiliza Smartphone com a plataforma Android, um sistema web que funciona como uma central e uma

API do Google, que monitora atividades do paciente andando, correndo, parado e se o paciente sofreu um acidente de carro por exemplo.

O SOS Móvel utiliza o Smartphone apenas para fazer a coleta de informações do paciente e com estes dados o usuário pode acionar ajuda a central ou aos familiares. Essa ajuda pode ser de forma automática ou manualmente. No entanto, esse protótipo se torna mais viável para uma companhia de saúde, pois necessita de alguém monitorando constantemente o estado de saúde de cada usuário do sistema.

O SOS Móvel utiliza o Smartphone apenas para fazer a coleta de informações do paciente e com estes dados o usuário pode acionar ajuda a central ou aos familiares. Essa ajuda pode ser de forma automática ou manualmente. No entanto, esse protótipo se torna mais viável para uma companhia de saúde, pois necessita de alguém monitorando constantemente o estado de saúde de cada usuário do sistema.

Ao mesmo tempo, que o dispositivo detecta uma possível queda, um mini prontuário é acionado no Smartphone da vítima mesmo com tela bloqueada. Essa funcionalidade se torna muito útil para pessoas que sofrem de doenças crônicas assim como as demais. Nesse mini prontuário o socorrista tem informações prévias sobre o usuário como: tipo sanguíneo, alergias, etc.

3.3 Enabling Computational Jewelry for mHealth Applications

No trabalho ([MOLINA-MARKHAM RONALD PETERSON, 2014](#)) Ao mesmo tempo, que o dispositivo detecta uma possível queda, um mini prontuário é acionado no Smartphone da vítima mesmo com tela bloqueada. Essa funcionalidade se torna muito útil para pessoas que sofrem de doenças crônicas assim como as demais. Nesse mini prontuário o socorrista tem informações prévias sobre o usuário como: tipo sanguíneo, alergias, etc.

No entanto, segundo os autores esse bracelete tem um Hardware forte o suficiente para suprir tais funcionalidades. Para fazer essa solução os criadores da mesma levaram em consideração um estudo que aponta uma ausência grande dos Smartphones no corpo das pessoas durante o dia e noite. Por tanto, segundo os autores, houve a necessidade de se criar um dispositivo que ficasse todo momento com o Usuário/Paciente.

O trabalho ([MOLINA-MARKHAM RONALD PETERSON, 2014](#)) propõe um dispositivo extremamente útil. Um ponto negativo nessa solução se refere a seu custo benefício, a solução se torna inviável para pessoas de classes sociais mais baixas, pois como o protótipo possui tecnologias para fins específicos, se torna algo a mais para os usuários adquirirem.

3.4 Telehelp ajuda você a viver com autonomia e segurança

Outra solução é o TeleHelp (TELEHELP, 2016), um serviço de emergência que utiliza uma central de atendimento, aparelhos de viva-voz, relógio com botão de pânico, etc. O TeleHelp consegue prover resposta rápida ao usuário ao ser acionado. Nessa solução todas as providências são tomadas de forma proativa, ou seja, o usuário precisa acionar o sistema para que o mesmo funcione. Dessa forma, essa solução só funciona se o usuário no ato de pedir ajuda estiver lúcido. Outra característica dessa solução é que seu funcionamento contempla apenas pessoas em domicílio. Após o usuário clicar no botão de pânico, todas as ações ficam sobre a responsabilidade da central, que chama o pronto-socorro.

3.5 Motorola Alerta

A solução Motorola Alerta(MOTOROLA, 2016) trata-se de um aplicativo mobile que acompanha os dispositivos da marca Motorola. Essa solução envia um SMS para todos os contatos cadastrados previamente pelo usuário. Seu procedimento se dá de forma proativa. Após o usuário acionar a aplicação à mesma pega a localização do usuário e envia junto com o SMS geolocalização do usuário. Em modo de emergência, enviam alertas para os contatos pré-selecionados, com atualizações periódicas sobre a localização.

3.6 A Low Cost Mhealth Non-Intrusive Method for Monitoring Patient Indoor Localization

A proposta de (DUARTE; A.VILLAS, 2015) é uma das soluções que utiliza o uso de smartphones como ferramenta para monitorar atividades de idosos (Indoor). Duarte desenvolveu uma solução para o monitoramento de idosos indoor, utilizando redes de sensores e dispositivos móveis. Por meio do Smartphone portado pelo idoso, ele conseguiu utilizando triangulação com roteadores, identificar em qual cômodo o paciente se encontra em determinados horários. Com isso, ele gerou dados sobre a rotina desses pacientes. Com posse desses dados acumulados, o autor conseguiu monitorar atividades de pacientes idosos.

Assim, ele identificou que alterações na rotina desses pacientes indicam uma provável necessidade de assistência domiciliar, encaminhando assim um profissional de saúde ao local. O trabalho (DUARTE; A.VILLAS, 2015) aborda a assistência domiciliar, onde seu ator principal é o paciente idoso. A solução apresentada por Duarte

contempla apenas pessoas no ambiente Indoor, no entanto, a mesma não deixa de ter sua relevância à medida que explora uma problemática da saúde que precisa cada vez mais de inovação. Ao explorar esse problema cada vez mais crescente na nossa sociedade.

3.7 HHeal: A Personalized Health App for Flu Tracking and Prevention

Em (LI, 2015) foi desenvolvido um trabalho voltado para o alerta de indivíduos sobre casos de gripe. O estudo foi desenvolvido com seis voluntários e leva em consideração a posição geográfica de pessoas infectadas e de pessoas não infectadas com o vírus. A solução trata-se de uma aplicação mobile que faz o acompanhamento dos envolvidos. Neste acompanhamento a aplicação infere certa porcentagem de contração do vírus da gripe, em pessoas, por meio de comportamentos descritos pelos mesmos.

Além do contato com pessoas que por sua vez, estariam contaminadas com o vírus. O estudo levou seis fatores em consideração para inferir determinada porcentagem. Entre eles estão: o comportamento dos usuários como a prática de atividades físicas e ingestão de vitamina D. Com base nesses fatores o aplicativo mostra as chances de cada pessoa ser infectada. Segundo os autores, o risco de contrair o vírus diminui 50 por cento, se o usuário ingerir vitamina D e praticar exercícios, mesmo o usuário tendo estado no mesmo ambiente de pessoas contaminadas. A tabela abaixo 5 mostra os comportamentos que diminui a contração do vírus, explicitando o grau de eficácia de cada comportamento.

Behavior	Effect
Moderate exercise 40 mins	30%
Take vitamin D supplements 5000 IU	50%
Take echinacea extract 2400 mg	20%
Drink 8 8-ounce glasses of water	42%
Take probiotics	42%
Sleep 8 hrs	10%

Figura 5 – Ações que diminui a contração do vírus da gripe

Em suma, o estudo apresenta-se bastante relevante por seu impacto na sociedade. No entanto, assim como outros trabalhos citados neste tópico, o estudo se limita em apenas uma doença ou um caso. Em comparação ao trabalho de conclusão de curso proposto, ele se diferencia em parte, pois, ambos fazem o acompanhamento do paciente, porém, se diferenciam nos respectivos alertas. Enquanto um trabalha o alerta apenas para o próprio indivíduo, o outro além de tratar casos de Urgência e Emergência, seu alerta é para profissionais de saúde e familiares.

3.8 Using Mobile Computing to Support Malnutrition Management in South Africa

Dumisani Nyumbeka e Janet Wesson (NYUMBEKA, 2014), desenvolveram uma aplicação mobile para a captura de informações de crianças africanas a fim de gerenciar a desnutrição das mesmas. Essa aplicação captura informações de crianças e as armazena em uma base de dados local no Smartphone. Após armazenar, quando as crianças acessarem a Internet esses dados, são levados para uma base de dados na nuvem. Em posse dos dados, o sistema proposto os analisa e baseado em padrões estatísticos, notifica a mãe e cuidador sobre o grau de desnutrição das crianças envolvidas.

A solução tem um grau de relevância muito alto devido ao contexto ao qual foi aplicado, além de se utilizar de tecnologias emergentes como o Smartphone e plataforma Android como parte da solução. Em suma o trabalho apresentado (NYUMBEKA, 2014) utiliza as mesmas tecnologias desse trabalho de conclusão de curso. No entanto, a proposta não trata o mesmo tipo de problema, e como foi dito antes, foca apenas no acompanhamento de pacientes.

3.9 Fall Watcher: Um sistema de detecção de quedas para Android

O trabalho (BELOMO, 2015) desenvolvido na UFMG por Jozeanne Belomo, é uma das soluções voltadas para o monitoramento de pacientes na sua maioria idosos. Essa solução utiliza apenas o Smartphone e a plataforma Android como ferramenta para fazer esse monitoramento. A autora do estudo desenvolveu uma aplicação mobile, nessa aplicação o usuário cadastra apenas um contato telefônico, para que, em situações que a aplicação detectar uma possível queda, informar ao contato via SMS sobre o ocorrido.

A detecção de quedas utiliza um algoritmo que leva em consideração a mag-

nitudo do vetor de aceleração, rotação e gravidade. Os dados brutos da magnitude, rotação e gravidade, foram obtidos por meio de sensores do Smartphone como, acelerômetro, magnetômetro e giroscópio. Após a aquisição dos dados brutos, calcula-se a magnitude do vetor de aceleração, a rotação nos eixos (x, y e z) e aceleração vertical. Com essa entrada, o algoritmo identifica máximas e mínimas, testadas pela autora do trabalho. O SMS enviado para o contato possuem informações como latitude e longitude que, ao chegar ao destino, o mesmo pode proativamente saber o local da queda. O estudo feito por Jozeanne Belomo se torna viável à medida que, não há necessidade de comprar hardware e software externos. Sendo assim, uma solução de baixo custo.

No entanto, há dois grandes problemas em utilizar apenas o Smartphone para detecção de quedas. O primeiro deles é que Smartphones com sensores diferentes do que foi testado pode inviabilizar o algoritmo, tendo assim, que fazer alteração no mesmo. O segundo problema é em relação a ausência do Smartphone com a pessoa durante todo o dia. Sendo assim, este trabalho apesar de ser uma solução de baixo custo, apresenta esses dois problemas que por sua vez o delimitam como uma solução ótima a ser adotada.

3.10 Sistema de Detecção de Quedas

Leonardo Sabadini Piva(PIVA et al., 2014) propôs um sistema baseado na plataforma Android para monitoramento de quedas em pessoas com cuidados especiais. Trata-se de um aplicativo Android e o estudo de caso foi feito com o Smartphone Samsung Galaxy S3 I19300. Os testes foram realizados com uma pessoa portando o dispositivo na altura do peito. Foram realizados vários testes como andar, correr, deitar, levantar, sentar e testes específicos para quedas.

propôs um sistema baseado na plataforma Android para monitoramento de quedas em pessoas com cuidados especiais. Trata-se de um aplicativo Android e o estudo de caso foi feito com o Smartphone Samsung Galaxy S3 I19300. Os testes foram realizados com uma pessoa portando o dispositivo na altura do peito. Foram realizados vários testes como andar, correr, deitar, levantar, sentar e testes específicos para quedas.

A proposta de Leonardo Sabadini Piva trata apenas o monitoramento de pacientes quanto a quedas que o mesmo venha sofrer utilizando um Smartphone. Porém, ele não utiliza essa informação para tomada de decisão em tempo real. Portanto, O trabalho trata-se apenas de um estudo para detecção de quedas utilizando métodos propostos pelo autor.

3.11 WatchAlert: Uma evolução do aplicativo fAlert para detecção de quedas em Smartwatches

Em (ALMEIDA ALYSSON A. MACEDO, 2016) foi desenvolvido uma solução para detecção de quedas utilizando um Smartwatch é um Smartphone. Esse trabalho é uma continuação de (PIVA et al., 2014), nele os autores incrementaram o uso de Smartwatch e aperfeiçoamento do algoritmo de detecção de quedas. A solução é composta por duas aplicações, uma para o Smartphone e outra para o Smartwatch.

No sistema proposto o algoritmo de detecção de quedas é executado no Smartphone devido a suas características como poder computacional e consumo de bateria. Caso não fosse assim, o Smartwatch não teria uma autonomia energética esperada. Sendo assim, o Smartwatch envia os dados brutos de sensores como acelerômetro, magnetômetro e giroscópio para o Smartphone e o mesmo utilizando um algoritmo para detectar um padrão de quedas.

Após o aplicativo detectar uma queda, ele executa um questionário que deverá ser respondido pelo usuário, afim de, saber se o mesmo está lúcido, caso contrário, a aplicação executa uma das três ações: efetua uma ligação para um contato previamente cadastrado na aplicação, envia um SMS para um contato cadastrado na aplicação ou envia um E-mail para um destino cadastrado previamente.

Em comparação ao trabalho de conclusão de curso proposto aqui, que utiliza sistemas de detecção de quedas como uma de suas funcionalidades, o (ALMEIDA ALYSSON A. MACEDO, 2016) tem seu foco na identificação de quedas. No entanto, os autores deixaram como trabalhos futuros funcionalidades como monitoramento cardíaco, geolocalização e monitoramento de atividades como (andar, correr, deitar, sentar, dormir, entre outros).

3.12 Sistema de Emergência Médica usando OpenStreetMap

Um trabalho que merece ser citado por sua grande relevância foi feito por Rajib Chandra Das and Tauhidul Alam [Das and Alam 2014] (DAS; ALAM, 2014). Eles propuseram uma aplicação móvel em conjunto com uma infraestrutura de banco de dados capaz de mapear centros de saúde utilizando o OpenStreetMap. Com isso, na ocorrência de um acidente ele poderia por meio da aplicação, saber os centros de saúde mais próximos do acidente.

Além disso, usuários do aplicativo poderiam adicionar novos centros, bastando apenas estar no local desejado. O aplicativo ainda tem uma funcionalidade bastante interessante que é orientar o usuário por meio de voz, ideal para pessoas cegas.

A proposta de (DAS; ALAM, 2014) se torna muito útil para pacientes que saem do acidente sem nada grave ou pessoas em plena lucidez. Não tratando casos mais graves onde o paciente fica impossibilitado de pedir ou encontrar ajuda.

3.13 Harmony: Close Knitted mHealth Assistance for Patients, Caregivers and Doctors for Managing SMIs

No trabalho (SINGH, 2016), os autores desenvolveram uma solução para o acompanhamento de pacientes com doenças mentais graves. A solução desenvolvida é composta de três módulos, cada módulo corresponde a uma aplicação Android ou web. Dentre os módulos há uma aplicação Android voltada para o paciente, outra aplicação Android para o cuidador do paciente e uma aplicação web para o profissional de saúde.

Na aplicação do paciente é estabelecida uma rotina matinal que deve ser seguida com o auxílio de um cuidador, enquanto na aplicação do cuidador, o mesmo ajuda na validação de dados detectados pela aplicação do cliente. No módulo do profissional de saúde, que na sua normalidade se trata de um médico, o mesmo estabelece rotinas para cada paciente. Nas rotinas, se encontram horários de cada medicamento com auxílio de um alarme da aplicação paciente. Neste trabalho o objetivo é fazer o acompanhamento de pacientes com doenças mentais graves utilizando tecnologias convencionais. Embora o trabalho (SINGH, 2016) utilize de tecnologias semelhantes ao trabalho proposto como conclusão de curso, eles se diferenciam à medida que abordam necessidades diferentes.

3.14 A prototype of a real-time solution on mobile devices for heart tele-auscultation

A solução desenvolvida em (BELLIDO GIUSEPPE DE PIETRO, 2015) baseia-se no uso de dispositivos móveis para resolver problemas de deslocamento de pacientes ao profissional de saúde. A solução trata-se de duas aplicações móveis, sendo uma aplicação para o profissional de saúde e outra para o paciente. Ambas as aplicações fazem conexão remota uma com a outra e utiliza stream de áudio, vídeo e captura de fotos para ajuda em diagnóstico por parte de um médico. Os autores dividiram a comunicação em dois canais um para áudio e outro para vídeo, essa divisão se deve pelas características da aplicação. Tais Características permitem que o médico receba só o áudio para determinado diagnóstico.

Por meio do canal de áudio, os autores utilizaram um estetoscópio eletrônico

que se comunica com o Smartphone via Bluetooth, dessa forma, eles fizeram uma tele escuta fazendo com que o médico pudesse analisar o paciente escutado os ruídos internos do organismo para dessa forma controlar o funcionamento de órgãos ou perceber anomalias evitando assim o mau funcionamento e conseqüentemente possibilitar o bem-estar dos pacientes. Essa solução não compete com o trabalho proposto no que se refere a sua proposta, o tipo de problema abordado pelos autores, não tem como objetivo resolver questões de Urgência e Emergência e sim o acompanhamento de pacientes por profissionais de saúde.

3.15 Low-Cost Mobile Learning Solutions for Community Health Workers

O trabalho de (DUARTE; A.VILLAS, 2015) tenta resolver um grande problema de saúde enfrentado por países emergentes. Dentre os problemas identificados pelo autor, que o motivou está na falta de recursos qualificados e a falta de profissionais de saúde principalmente em regiões rurais do seu país. A proposta de (DUARTE; A.VILLAS, 2015) trata-se da criação de uma plataforma utilizando Smartphones com o sistema operacional Android, telefones celulares e um servidor como intermediário entre dispositivos para dar treinamento a pessoas específicas.

Nessa plataforma, instrutores que seriam profissionais de saúde discutem conteúdos com alunos. Nesta plataforma tem um servidor chamado Freeswitch responsável por intermediar junto a um gateway chamadas da aplicação Android dos profissionais de saúde, para telefones celulares de baixo custo de alunos. O gateway tem a função de interconectar comunicação do servidor VOIP do médico com a infraestrutura GSM, para assim se comunicar com alunos. A arquitetura ilustrada abaixo 6 mostra como se dar o funcionamento da plataforma descrita.

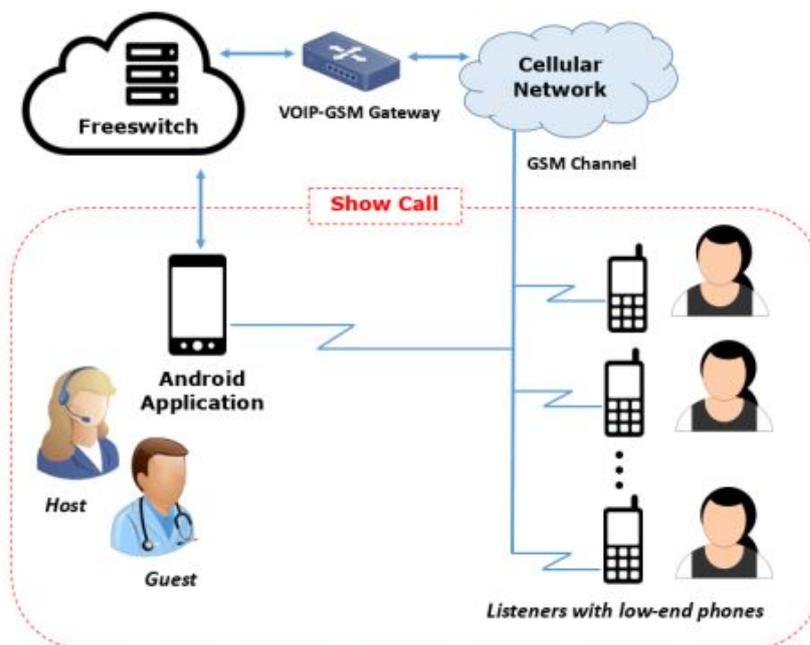


Figura 6 – Funcionamento da plataforma descrita

As soluções apresentadas acima resolvem questões como a identificação de quedas utilizando algoritmos que consomem baixo processamento e métodos para minimizar “falsos positivos”, além do uso de dispositivos móveis em conjunto com hardwares externos, como é o caso do trabalho de Zhinan Li e Anpeng Huang. Porém, os mesmos focam na identificação de quedas utilizando seu algoritmo, o que não é o caso da proposta deste trabalho. Este não se baseia apenas nesse recurso, mas o utiliza como parte da proposta.

Assim, a solução proposta como trabalho de conclusão de curso apresenta outros recursos como, informações de contexto sobre o usuário como geolocalização aos familiares de forma automática, tais informações poderão ser utilizadas em trabalhos futuros para tomadas de decisões em sistemas inteligentes. Dos trabalhos citados acima, o TeleHelp e o Motorola Alerta são os únicos trabalhos não científicos. Essas soluções são serviços já em funcionamento fornecidos pelas empresas correspondentes. No entanto, essas soluções se parecem em parte com o trabalho de conclusão de curso proposto, havendo em cada proposta suas limitações.

Dentre todas as soluções apresentadas neste tópico, temos soluções muito boas desenvolvidas no Brasil. Isso mostra que há uma preocupação por parte dos pesquisadores em inovar a forma como é promovido o cuidado em saúde no Brasil. Portanto, a proposta apresentada no próximo tópico foi pensada em conformidade com esse objetivo, faz o uso de tecnologias emergentes para melhorar processos em uma área que apresenta muitos desafios a serem superados.

4 Descrição do Problema e Solução Proposta

Considere um cenário onde um cidadão ao sofrer um acidente (desmaio, atropelamento, por ex.) se depare com uma situação de inércia por parte de pessoas próximas, mesmo que estas estejam desejosas em prestar-lhe socorro imediato. Os elementos que contribuem para esta inércia são das mais variadas formas. Por exemplo, a dificuldade de identificação do acidentado através de documentos pessoais ou de seu Smartphone pelo voluntário/socorrista, em situação de urgência/emergência (senha de bloqueio ou de difícil uso). O desconhecimento do paramédico (SAMU) sobre particularidades do acidentado contidas em seu prontuário médico (alergias a medicamentos, etc.) é outra dificuldade no atendimento ao acidentado.

O resultado é, em geral, uma longa espera na tomada de decisão no socorro ao acidentado, o que pode lhe causar sequelas ou até mesmo custar-lhe a vida. Assim, a questão geradora da solução proposta é: que conjunto de ações, simples e/ou complexas, automatizadas ou não, utilizando tecnologias novas ou já existentes, poderia ser desencadeado no sentido de dar maior agilidade na situação de urgência/emergência de um acidentado? Estas ações envolvem desde o envio de alertas/informações aos familiares da vítima, até o apoio a um eventual voluntário que queira prestar socorro à vítima ou facilitar o trabalho da equipe de paramédicos do SAMU, chamada ao local.

A seguir mostramos uma tabela com problemas identificados no contexto acima descrito, os segmentos/atores afetados e o impacto que a nova solução proverá.

O problema é...	A falta de informações clínicas para auxiliar sobre pessoas com perfil ou em situação de risco.
Que afeta...	População em geral, Pessoas com doenças em alto grau de risco, Pessoas em trânsito e fora de sua cidade natal e socorristas de forma geral.
O impacto disto é...	Diminuição das chances de atendimento em casos críticos, e demora para a tomada de decisão quanto ao atendimento a realizado.
A solução seria...	Manter dados clínicos sobre perfis de risco para situações de urgência e emergência embarcado no seu dispositivo móvel.
O problema é...	A impossibilidade de notificar as pessoas próximas (lista de contatos de urgência) sobre uma situação de risco
Que afeta...	Pessoa vítima de um acidente ou exposta a uma situação de risco, Pessoas com doenças em alto grau de risco.
O impacto disto é...	Impossibilidade de fornecer informações sobre a vítima e consequentemente orientar um possível socorro.
A solução seria...	Implementar uma lista de contatos de emergência com possibilidade de notificação de voz, mensagem de texto e mensagem de whatsapp.
O problema é...	A impossibilidade de chamar socorro por não ter a informação dos canais de atendimento ou a fluência na língua.
Que afeta...	População em geral, Pessoas com doenças em alto grau de risco, Pessoas em trânsito e fora de sua cidade natal e Socorristas
O impacto disto é...	Tempo excessivo para atendimento por desconhecimento dos canais de urgência e emergência podendo comprometer o atendimento.
A solução seria...	Implementar aplicação de contexto notificando e apropriando a unidade de atendimento mais próxima do ocorrido.

Tabela 1 – Problemas e soluções

Os participantes que serão beneficiados pela solução são:

- **Voluntários** (profissionais de saúde) que desejassem participar da rede V-REDE de forma altruística poderão também ser beneficiados como usuários do sistema.
- **Profissionais de saúde remunerados** (profissionais de saúde) que desejassem participar da rede V-REDE de forma altruística poderão também ser beneficiados como usuários do sistema.

A imagem 7 ilustra o cenário de atuação da solução proposta.



Figura 7 – Cenário de Atuação do VITE

4.1 Especificação do VITE

A proposta apresentada neste trabalho trata-se de um sistema inteligente para Urgência e Emergência em saúde no contexto de IoT. O sistema VITE é composto por quatro módulos, V-APP, V-REDE, V-ONTO e V-HARD. O módulo V-HARD foi elaborado com uma placa simples de baixo custo para sua fabricação. O módulo V-APP é uma aplicação móvel para o Android que foi desenvolvido para servir de ponte entre o Módulo V-HARD e os serviços fornecidos pelo módulo V-REDE. As ontologias no módulo V-ONTO usam os dados adquiridos pelos sensores agregados ao V-HARD. Finalmente, a rede social V-REDE liga todos os módulos.

No tópico a seguir há uma descrição de cada módulo.

4.2 Composição do VITE

V-APP: Um aplicativo móvel contendo um protocolo de emergência ativado por um vestível V-HARD de forma proativa, para casos onde a vítima não se sinta bem ou forma reativa caso o usuário sofra um acidente. Para os dois casos a pulseira envia um sinal para o Smartphone do usuário através do Bluetooth, ativando a sim o

protocolo de emergência contido no aplicativo instalado. Esta aplicação executa vários procedimentos, tais como: envia informações de contexto para grupos de pessoas pré-cadastradas (voluntários ou familiares), por meio do V-REDE.

Outra funcionalidade da aplicação é o prontuário do paciente usuário do VITE. Por meio dessa funcionalidade o usuário poderá cadastrar um mini prontuário com dados relevantes que podem ajudar o socorrista na tomada de decisão na situação de emergência. Este mini prontuário é composto pelos seguintes atributos: Nome, Problema de Saúde, Alergia, Medicamentos, Grupo Sanguíneo e contato de um familiar. Essas informações serão fornecidas por meio de uma notificação na tela de bloqueio do dispositivo do paciente. Elas serão muito úteis para um trabalho futuro descrito no próximo tópico.

V-ONTO: Um sistema de inferência baseado em ontologias e contexto. Esse sistema de inferência possibilitará a coleta de várias informações em tempo real, dinamicamente, de forma a alimentar um modelo de conhecimento baseado em ontologias, capaz de inferir em várias situações. Na imagem 8 há um exemplo simples de uma ontologia de domínio para AVC. Nesse exemplo, poderíamos utilizar a ontologia para saber se determinado usuário tem ou não AVC. Obviamente essa inferência não daria um diagnóstico conclusivo, no entanto, poderia auxiliar o médico em sua conclusão.

O modelo de inferência V-ONTO, proposto para o protótipo, funcionará por meio de um servidor que disponibilizará os serviços consumidos pela aplicação móvel. V-REDE: Trata-se de uma rede social com o objetivo de agrupar pessoas com interesses comuns, em participar no atendimento rápido em situações de urgência e emergência. Assim, em caso de acidente com um de seus participantes, os demais componentes da rede que estivessem nas imediações do acidente (desmaio, atropelamento, etc.), pode ser acionado para socorrer a vítima. Para fazer o acionamento do participante da V-REDE é utilizada o módulo V-ONTO com a intenção de inferir o participante adequado a determinado paciente.

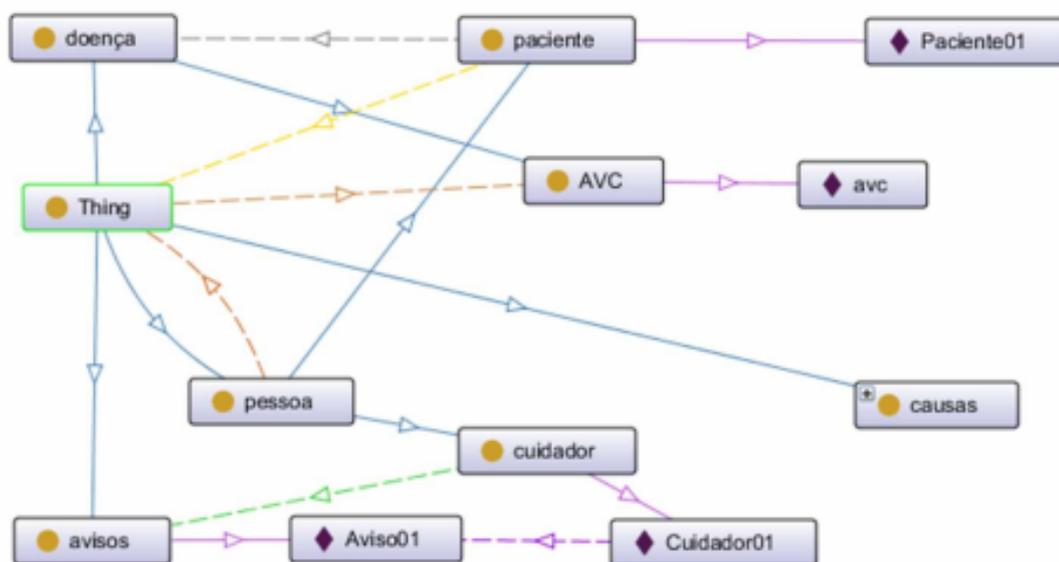


Figura 8 – Ontologia de AVC

Além da inferência sobre doenças, existem outros casos como: que contato deve ser notificado, levando em consideração os seguintes fatores:

- **01:** A proximidade dos envolvidos no processo.
- **02:** O nível de disponibilidade (declarado anteriormente) dos envolvidos.
- **03:** A complexidade das vítimas em acidentes etc.
- **04:** Sugestão ao socorrista de qual a melhor rota para o hospital levando em consideração a situação do trânsito.
- **05:** Disponibilidade e especialização dos hospitais próximos.

O modelo de inferência V-ONTO, proposto para o protótipo, funcionará por meio de um servidor que disponibilizará os serviços consumidos pela aplicação móvel. **V-REDE:** Trata-se de uma rede social com o objetivo de agrupar pessoas com interesses comuns, em participar no atendimento rápido em situações de urgência e emergência. Assim, em caso de acidente com um de seus participantes, os demais componentes da rede que estivessem nas imediações do acidente (desmaio, atropelamento, etc.), pode ser acionado para socorrer a vítima. Para fazer o acionamento do participante da V-REDE é utilizada o módulo V-ONTO com a intenção de inferir o participante adequado a determinado paciente.

V-HARD: É um bracelete com software embarcado, agregado de componentes como, módulo Bluetooth, sensores e um botão de pânico. Esse dispositivo funci-



Figura 10 – Quatro módulos que compõem a proposta.

4.3 Arquitetura do VITE

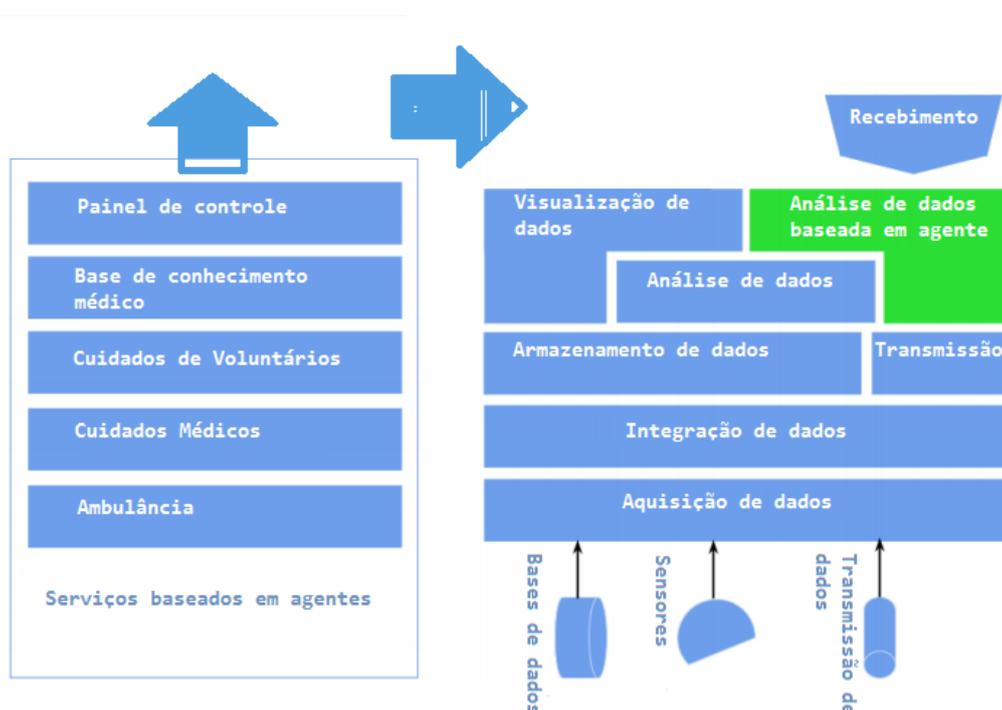


Figura 11 – Arquitetura do VITE.

Essa arquitetura é um modelo orientado por agente em que são destacados três blocos: Serviços baseados em agentes (Painel de controle, cuidados médicos, etc.), aquisição/ Integração de dados (Armazenamento de dados e análise de dados). Nesta arquitetura são demonstradas blocos essenciais para um sistema com os requisitos do VITE. A parte de aquisição, integração, armazenamento e análise, torna o

VITE um sistema no contexto de IoT. Dessa forma, pode se fornecer os dados tratados como serviço à população. É importante ressaltar que no VITE como é mostrado na arquitetura, possibilita a integração com vários captadores de informações que sirvam para o propósito do VITE.

4.4 Especificação Formal

Como já mencionado, o V-APP tem um protocolo de emergência que é ativado apenas por meio do dispositivo de hardware habilitado. Assim, com o objetivo de melhor descrever como funciona o protocolo de emergência, o mesmo foi esquematizado no diagrama de atividades a seguir 12.

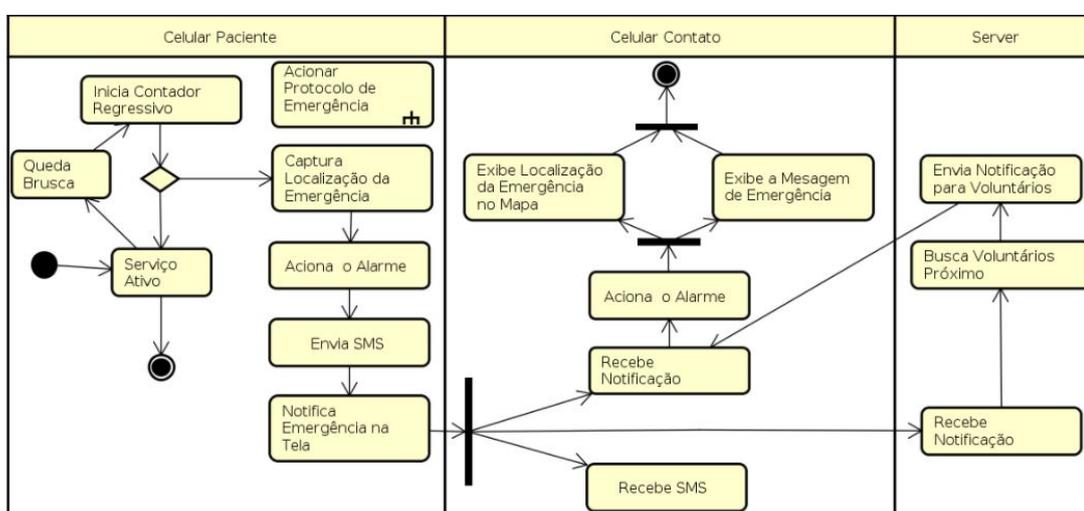


Figura 12 – Descrição do protocolo de emergência

O diagrama de casos de uso a seguir 4.4 descreve as funcionalidades do sistema, com os quatro módulos integrados levando em consideração o ponto de vista do usuário.

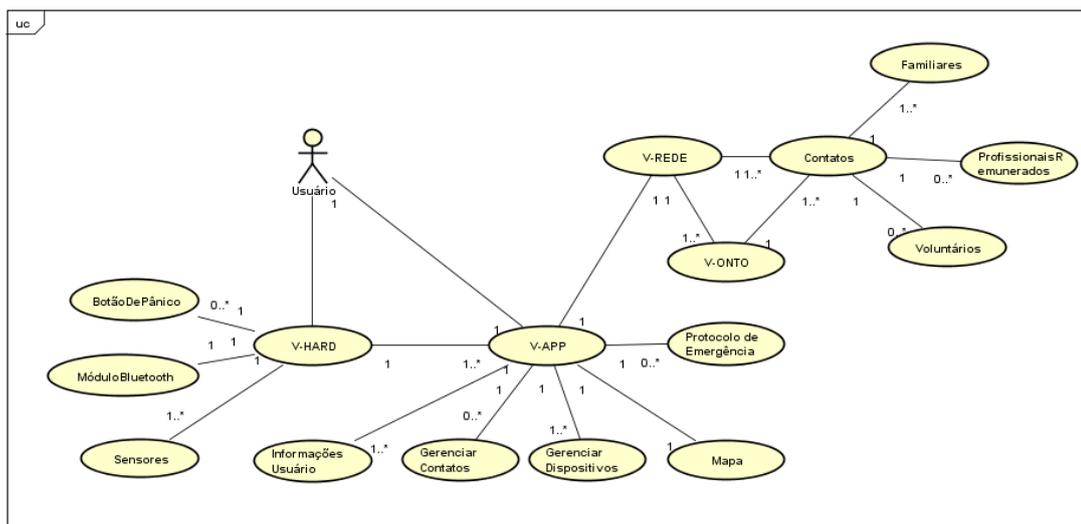


Figura 13 – Caso de uso do sistema VITE: Visão do usuário

5 Aspectos de Implementação

O sistema VITE está sendo desenvolvido em módulos. Logo, nesta seção, serão examinados os módulos já desenvolvidos. Assim, foi criado um protótipo utilizando um dispositivo de Hardware e software vestível baseado na placa Arduino, e uma aplicação móvel para o sistema Android. Esse protótipo contempla os módulos V-HARD e V-APLI da proposta. A escolha do sistema Android se deve a popularização de dispositivos com o sistema instalado, e custo-benefício.

Devido o protótipo estar sem os módulos V-REDE e V-ONTO, a comunicação com profissionais de saúde, voluntários e familiares se dá através de SMS. Para isso, o usuário da aplicação cadastra manualmente os contatos que serão notificados caso ele precise de ajuda. O protocolo de emergência está funcionando da forma como foi descrita na proposta. Assim depois de ativado, o aplicativo recebe uma notificação da pulseira e executa três procedimentos: aciona o som de um alarme; captura a posição geográfica; envia essas informações via SMS para contatos previamente cadastrados. Dessa forma, os dispositivos que tiverem o aplicativo instalado, ao receberem esse SMS, são alertados por um alarme e mostram a posição geográfica do dispositivo do paciente. A figura 14 mostra o momento exato da chegada de uma notificação no dispositivo de cada contato cadastrado pelo dispositivo do usuário, que sofreu um possível acidente ou acionou o protocolo de emergência de forma proativa.

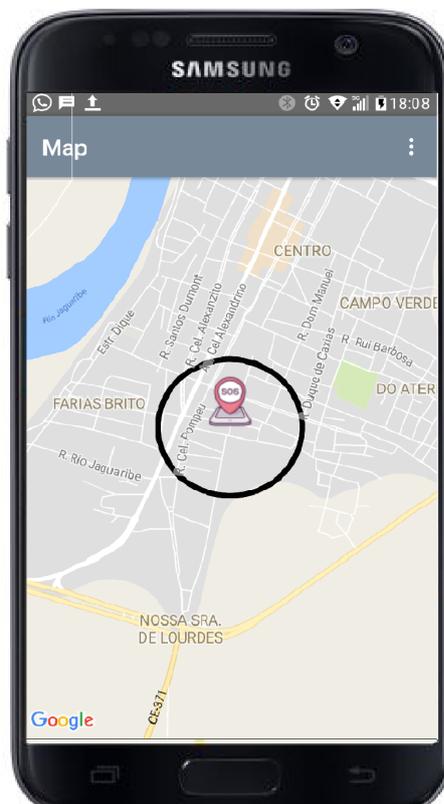


Figura 14 – Chegada de uma notificação

A aplicação móvel que compõem a proposta do VITE será tratada abaixo, descrevendo-se cada funcionalidade. A figura 15 a seguir mostra a interface da aplicação e as funcionalidades efetivadas.

- **Gerenciamento de contatos:** Nesta funcionalidade, o usuário que precisar do auxílio da solução proposta, cadastra contatos de pessoas que sejam de seu interesse, para serem notificadas caso o usuário sofra uma queda ou peça ajuda de forma proativa. Essa notificação se dá via SMS, contendo posição do local onde foi feito o pedido de ajuda. Nos contatos nos quais chegarão o SMS, a posição é reterminada automaticamente, ao mesmo tempo em que emite um alarme. Nos dispositivos dos contatos deverão ter a aplicação instalada para funcionar como descrito acima.
- **Gerência de dispositivo:** Essa funcionalidade permite a escolha de um dispositivo Bluetooth que ativará o protocolo de emergência na aplicação. Assim, apenas o dispositivo cadastrado poderá ativar os procedimentos na aplicação móvel.
- **Informações de Usuário:** É possível o usuário alimentar a aplicação com informações relevantes sobre ele. Essas informações são, na verdade, um mini

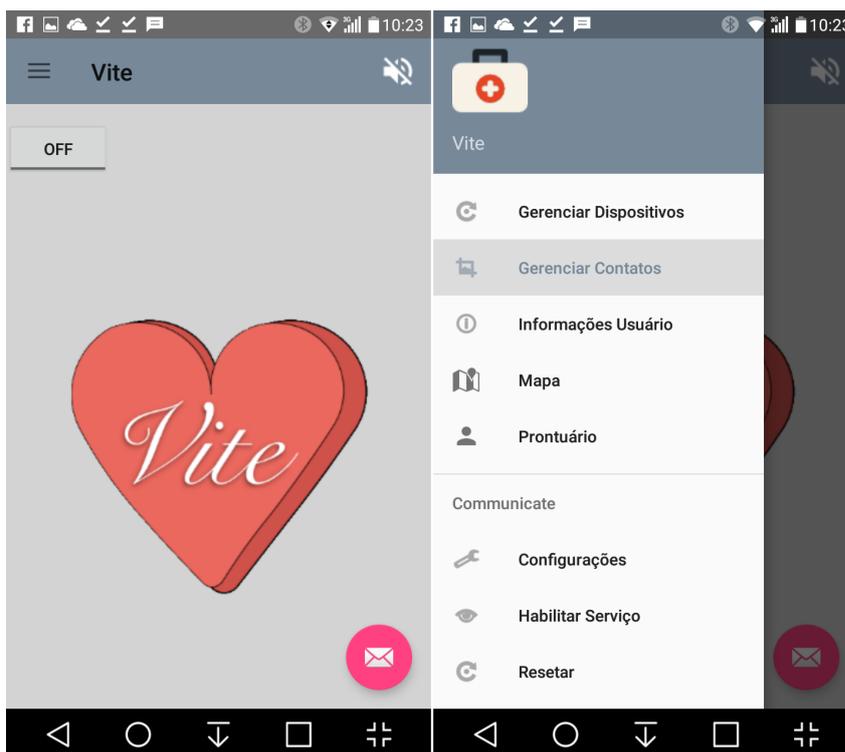


Figura 15 – Funcionalidades da Aplicação

prontuário com informações como: tipo sanguíneo, um contato, uma alergia (se o usuário tem a alguma medição) etc. Esse mini prontuário fica na tela de bloqueio do dispositivo e deverá ajudar o socorrista na tomada de decisão sobre que ações tomar.

- **Mapa:** Essa funcionalidade serve apenas para saber a localização do último pedido de ajuda ocorrido.
- **Prontuário:** O usuário ativa de forma proativa um mini prontuário. Esse mesmo mini prontuário também é ativado na detecção de quedas ou clicando no botão referente ao pedido de ajuda pelo usuário da aplicação. As informações contidas no mini prontuário são referentes às informações de Usuários, preenchidas a priori.

As demais funcionalidades da aplicação ainda não estão inseridas: configurações, habilitar serviço e redeterminar. Estas dependem de outras funcionalidades como V-REDE e V-ONTO que, por sua vez, ainda serão adicionadas ao sistema.

O vestível mostrado na figura 16 complementa o protótipo. O Hardware que o compõe foi projetado só como componente essencial para validar a proposta. Os componentes que o contemplam são: Uma placa Arduino nano, um acelerômetro, um módulo Bluetooth e um botão de pânico. O mesmo botão de pânico que ativa

o protocolo de emergência, também pode cancelar o evento se pressionando por 3 a 4 segundos. Com isso, consegue-se retirar grande parte dos falsos positivos que só ocorrem na forma reativa. Por fazer parte da proposta, a captura de informações como sinais vitais dos usuários, esse Hardware sofrerá mudanças como adição de outros sensores tais como barômetro, giroscópio, axiômetro e temperatura, todos com objetivo de capturar informações em tempo real do usuário para, em seguida, serem tratadas e, finalmente serem usadas por um modelo de inferência baseado em ontologias, com o objetivo de prestar assistência domiciliar aos usuários.

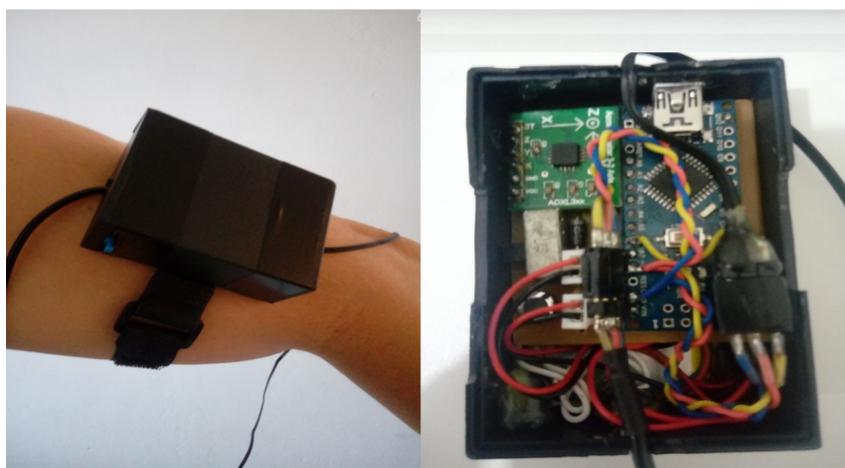


Figura 16 – Dispositivo vestível

O protótipo mostrado nesse tópico foi desenvolvido levando em consideração apenas as necessidades essenciais. Assim, a tabela 2 mostra as funcionalidades por ordem de prioridade de implementação, seguindo o seguinte modelo.

Essencial: é o requisito sem o qual o sistema não entra em funcionamento. São requisitos imprescindíveis que devem ser inseridos, impreterivelmente.

Importante: é o requisito sem o qual o sistema entra em funcionamento, mas de forma não satisfatória. Requisitos importantes devem ser agregados. Se não forem, o sistema poderá ser implantado e usado mesmo assim.

Desejável: é o requisito que não compromete as funcionalidades básicas do sistema, isto é, o sistema pode funcionar de forma satisfatória sem ele. Requisitos desejáveis podem ser deixados para versões posteriores da solução, caso não haja tempo hábil para implementá-los na versão que está sendo especificada.

Tabela 2 – Prioridades de funcionalidades do VITE

Necessidades	Categoria
1. Preencher perfil de risco do paciente	Essencial
2. Importar perfil de risco do SUSWeb	Importante
3. Definir serviço para importação de perfil de risco	Importante
4. Registrar números de contatos	Essencial
5. Associar contatos a serviços	Importante
6. Registrar unidades de atendimento	Essencial
7. Registrar especialidades das unidades de atendimento	Desejável
8. Integrar com a base do CNES	Desejável
9. Registrar localização atual do usuário (contexto)	Essencial
10. Monitorar localização atual do usuário com unidades de saúde	Essencial
11. Realizar cadastro	Essencial
12. Importar dados das redes sociais para realizar cadastro	Importante
13. Autenticar usuário	Essencial
14. Emitir alerta	Essencial
15. Cancelar alerta	Essencial
16. Informar o motivo de cancelamento	Importante
17. Localizar unidades de atendimentos próximas ao alerta	Essencial
18. Escutar alerta do sensor	Desejável
19. Finalizar alerta	Essencial
20. Monitorar alertas	Essencial
21. Enviar alertas	Essencial
22. Responder a alerta	Essencial
23. Registrar envio de ambulância	Essencial
24. Exibir dashboard de acompanhamento e monitoramento	Importante

Tabela 3 – Prioridades de funcionalidades do VITE

6 CONCLUSÃO

O protótipo apresentado neste trabalho se tornará um sistema baseado em contexto suportado pela tecnologia Internet das Coisas. Dessa forma, se beneficiará de toda infraestrutura que irá comportar esse sistema. Devido à característica da solução apresentada em ser um captador de informações de usuários, uma série de informações em tempo real será coletada dinamicamente de tal forma a alimentar um modelo de conhecimento baseado em ontologias (V-ONTO), capaz de inferir sobre tomadas de decisões que tornem o protótipo mais eficiente nas suas finalidades.

Há muitas aplicações para o uso de inferência (V-ONTO) na solução descrita. Por exemplo, para os telefones pre-cadastrados, descritos na proposta, deverá levar em consideração uma variedade de fatores: a agenda e a proximidade dos envolvidos no processo, o nível de disponibilidade (declarado a priori) dos envolvidos, a natureza/gravidade do caso. Além disso, o mini prontuário do usuário ajudará muito na tomada de decisão em relação ao tipo de profissional de saúde que será acionado. Exemplo: se determinado usuário sofre do coração e acaba passando mal, o profissional de saúde que será acionado pelo sistema para esse usuário será um cardiologista, e assim por diante.

Em outro exemplo, uma vez atendido o usuário, o sistema pode sugerir ao socorrista a melhor rota para o hospital: situação do tráfego urbano, disponibilidade e especialização dos hospitais próximos, etc. Finalmente, este sistema de inferências baseado em ontologias também será determinante para (V-REDE). No entanto, essas funcionalidades referentes ao (V-ONTO) assim como (V-REDE) são realizações futuras, pois se trata de funcionalidades que dependem de tecnologias que ainda estão em processo de amadurecimento por parte de quem irá fazer sua implementação.

A proposta do protótipo se torna muito promissora, pois se trata de uma solução que se adequa financeiramente a todos os tipos de usuários. As versões um e dois do protótipo dispensam o uso de centrais para fazer o intermédio entre a vítima e os familiares, eliminando o uso de serviços pagos. Dessa forma, ele abrange todas as classes sociais devido ao seu objetivo de ser uma solução de baixo custo. Esse fator reforça o potencial da solução como um produto comercial e, eventualmente, como uma solução a ser adotada pelo Sistema Único de Saúde (SUS) por municípios, estados e união.

Alguns sistemas já existentes no mercado propõem parcialmente o que se pretende com essa solução. A maioria não é acessível à população devido ao alto custo, e não possui funcionalidades propostas pelo sistema

VITE como foi descrito nos trabalhos relacionados. Finalmente, o protótipo descrito na seção 5 foi desenvolvido no LAR-RA (Laboratório de Redes e Sistemas multimídia de Aracati). Espera-se a continuação das outras fases da solução e que, após concluídas possam ser aplicadas e acabem assim beneficiando a população brasileira cumprido, dessa forma, o seu objetivo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA ALYSSON A. MACEDO, I. L. d. A. P. A. A. R. M. C. A. R. L. A. Watchalert: Uma evolução do aplicativo falert para detecção de quedas em smartwatches. WebMedia, 2016. Citado na página 35.
- BELEM, T. *Mas afinal, o que é o MVC?* 2013. Blog.thiagobelem.net. Disponível em: <<http://blog.thiagobelem.net/o-que-e-o-mvc>>. Acesso em: 06.08.2017. Citado na página 22.
- BELLIDO GIUSEPPE DE PIETRO, G. S. J. C. A prototype of a real-time solution on mobile devices for heart tele-auscultation. ACM, 2015. Citado na página 36.
- BELOMO, J. Fall watcher: Um sistema de detecção de quedas para android. UFRGS, 2015. Citado na página 33.
- BRASIL, P. *População brasileira cresce 0,8 por cento e chega a 206 milhões*. 2016. Portal Brasil. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/08-/populacao-brasileira-cresce-0-8-e-chega-a-206-milhoes>>. Acesso em: 29.07.2017. Citado na página 14.
- CAMPOS CECILIA N. A. P. GOMES, N. C. Q. L. S. P. R. Um estudo sobre a contribuição de ontologias para a educação suportada por tecnologias da informação no domínio da saúde. CBIE, 2016. Citado na página 27.
- CHASE, O. Sistemas embarcados. SBAJovem, 2007. Citado na página 20.
- DAS, R. C.; ALAM, T. Location based emergency medical assistance system using openstreetmap. In: IEEE. *Informatics, Electronics & Vision (ICIEV), 2014 International Conference on*. [S.l.], 2014. p. 1–5. Citado 2 vezes nas páginas 35 e 36.
- DILÃO, R. *Latitude e Longitude instrumentos e medição*. 2017. Queconceito.com.br/. Disponível em: <<http://www.cienciaviva.com/latlong/anterior/gps.asp>>. Acesso em: 29.07.2017. Citado 3 vezes nas páginas 17, 18 e 19.
- DUARTE, R. S. Y. J. M. G.; A.VILLAS, L. A low cost mhealth non-intrusive method for monitoring patient indoor localization. *Saúde*, IEEE LATIN AMERICA, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 31 e 37.
- FILHO, F. W. B. H. Inferência sobre ontologias no contexto da web semântica. Universidade Estadual de Londrina, 2007. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 28.
- GAMMA, E. *Padrões de Projeto: Soluções reutilizáveis de software Orientado a Objetos*. SÃO PAULO,SP,Brasil: BOOKMAN, 2000. Citado na página 22.
- GUIADOESTUDANTE. *Sistemas Embarcados*. 2017. Guiadoestudante.abril.com.br. Disponível em: <<http://guiadoestudante.abril.com.br/profissoes/sistemas-embarcados/>>. Acesso em: 05.08.2017. Citado na página 19.
- IBGE. *Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação*. 2013. Queconceito.com.br/. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/apps/populacao-/projecao/>>. Acesso em: 28.06.2017. Citado na página 14.

IBGE. Uma análise das condições de vida da população brasileira 2015. IBGE, v. 39, 2015. Citado na página 14.

JENA.APACHE.ORG. *Jena Ontology API*. 2017. [Http://jena.apache.org/](http://jena.apache.org/). Disponível em: <<http://jena.apache.org/documentation/ontology/>>. Acesso em: 23.08.2017. Citado na página 27.

LI, A. H. Z. Fall perception for elderly care: A fall detection algorithm in smart wristlet mhealth system. *IEEE*, p. 4270 – 4274, 2014. Citado na página 29.

LI, C. Z. N. Hheal: A personalized health app for flu tracking and prevention. *ACM*, 2015. Citado na página 32.

MOLINA-MARKHAM RONALD PETERSON, J. S. A. Enabling computational jewelry for mhealth applications. *ACM*, 2014. Citado na página 30.

MOTOROLA. *O motorola alerta permite que você avise amigos e familiares de maneira rápida quando precisa deles*. 2016. Citado na página 31.

MULANI, S. V. T. T. Internet of things. *INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY STUDIES* SPPP's, Karmayogi Engineering College, Pandharpur Organize National Conference, v. 2, 2016. Citado na página 28.

NYUMBEKA, J. W. D. Using mobile computing to support malnutrition management in south africa. *ACM*, 2014. Citado na página 33.

OPENFOG. *ELCOME TO THE FOG COMPUTING ERA*. 2015. [Www.openfogconsortium.org](http://www.openfogconsortium.org). Disponível em: <<https://www.openfogconsortium.org/resources/>>. Acesso em: 27.08.2017. Citado na página 14.

PICKLER BERNADETTE F. LÓSCIO, G. A. L. D. C. M. E. V. Inferência sobre ontologias no contexto da web semântica. *infobrasil*. Citado na página 27.

PIVA, L. S. et al. falert: Um sistema android para monitoramento de quedas em pessoas com cuidados especiais. In: *Workshop de Ferramentas e Aplicações do Simpósio Brasileiro de Multimídia e Web*. [S.l.: s.n.], 2014. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 35.

PORTALEDUCACAO. *SUS gestão: dificuldades encontradas*. 2013. [Portaleducacao](http://portaleducacao.com.br). Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/medicina/sus-gestao-dificuldades-encontradas/52516>>. Acesso em: 29.08.2017. Citado na página 15.

QUECONCEITO. *Conceito de Geolocalização*. 2015. [Queconceito.com.br/](http://queconceito.com.br/). Disponível em: <<http://queconceito.com.br/geolocalizacao>>. Acesso em: 29.07.2017. Citado na página 17.

QUEIROZ, S. F. Sos móvel: sistema para auxiliar pessoas na solicitação de socorro. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, v. 8, n. 3, p. 34–50, 2016. Citado na página 29.

R.GRUBER, T. A translation approach to portable ontology specifications. *Stanford University*, v. 5, n. 2, p. 199–220, 1993. Citado na página 27.

SAÚDE, P. da. *Entenda o SUS*. 2009. Portal da Saúde. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/cidadao/entenda-o-sus>>. Acesso em: 29.07.2017. Citado na página 15.

SBC. I registro brasileiro de insuficiência cardíaca – aspectos clínicos, qualidade assistencial e desfechos hospitalares. *Saúde*, Arquivos Brasileiros de Cardiologia, p. 433–434, 2015. Citado na página 14.

SINGH, M. S. D. A. Harmony: Close knitted mhealth assistance for patients, caregivers and doctors for managing smis. ACM, 2016. Citado na página 36.

SIQUEIRA, T. S. de. Bluetooth – características, protocolos e funcionamento. Universidade Estadual de Campinas, 2006. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 23.

TELEHELP. *Telehelp ajuda você a viver com autonomia e segurança*. 2016. [Online; accessed 24-setembro-2016]. Disponível em: <<http://telehelp.com.br/>>. Citado na página 31.

TOMLINSON MARY JANE ROTHERAM-BORUS, L. S. A. C. T. M. Scaling up mhealth: Where is the evidence? PLOS Medicine, v. 10, p. 1–1, 2013. Citado na página 13.

TSAI CHIN-FENG LAI, M.-C. C. C.-W.; YANG, L. T. Data mining for internet of things: A survey. IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS TUTORIALS, v. 16, n. 1, 2014. Citado na página 13.

VIEIRA, C. E. A. L. P. Experimentos com o acelerômetro de tablets e smartphones. UFRJ, 2013. Citado na página 44.