

UNIVERSIDADE FEEVALE

JONATHAN PABLO DE OLIVEIRA DE OLIVEIRA

***FRAMEWORK* PARA NOTIFICAÇÃO DE INCIDENTE EM SISTEMAS DE
DETECÇÃO DE QUEDAS DE PESSOAS**

Novo Hamburgo

2019

JONATHAN PABLO DE OLIVEIRA DE OLIVEIRA

***FRAMEWORK PARA NOTIFICAÇÃO DE INCIDENTE EM SISTEMAS DE
DETECÇÃO DE QUEDAS DE PESSOAS***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do grau de
Bacharel em Sistemas de Informação pela
Universidade Feevale

Orientador: Prof. Dr. Juliano Varella de Carvalho

Novo Hamburgo

2019

RESUMO

O aumento do número de estudos evidencia a relação entre a gravidade de lesões e o tempo de atendimento de incidentes de quedas de pessoas, aliado ao crescimento da população de idosos vivendo de forma independente no mundo, apresenta um grande desafio na área da saúde: detectar e alertar de forma eficiente as circunstâncias de eventos deste tipo. Diante disso, a construção de sistemas precisos e consistentes para monitoramento é uma necessidade para reduzir o tempo entre a ocorrência e seu primeiro atendimento, mitigando os prejuízos e danos causados pelas quedas. Essa demanda atraiu muita atenção na comunidade científica e na indústria nos últimos anos, dando origem a criação de diversos produtos que visam atender essa necessidade. Essas soluções estão sendo desenvolvidas utilizando diferentes técnicas para a etapa de detecção do incidente, mas carecem de um método eficiente para o processo de comunicação da situação aos responsáveis pela pessoa monitorada. Assim sendo, percebe-se que há muitos estudos focados na etapa de constatação do evento e poucos esforços voltados para uma fase importante do processo, que é dar ciência aos interessados sobre o fato acontecido. Visando atender essa lacuna, o presente projeto tem como objetivo o desenvolvimento de um *framework* que realize o processo de notificação e alerta sobre a ocorrência de eventos de quedas de pessoas e que sirva de complemento para sistemas que atendem, exclusivamente, a etapa de detecção do incidente. O *framework* concebido foi testado com a execução de um experimento que consistia em enviar notificações de quedas fictícias para 8 voluntários selecionados durante um intervalo de 50 horas. No período de experimentação da ferramenta, os participantes desconheciam o horário em que seriam enviados os alertas e, assim que recebidos e quando possível, deveriam agir respondendo, por meio da própria notificação, que estavam cientes do ocorrido. Por fim, foi realizada uma entrevista estruturada para coletar percepções que, futuramente, seriam confrontados com os dados do sistema e, desta forma, concluiu-se que o *framework* oferece uma boa usabilidade e eficiência em notificar eventos de queda além de servir para outras finalidades.

Palavras-chave: detecção de quedas; alerta; notificação; *framework*; queda de pessoas.

ABSTRACT

The increasing amount of studies evidences that the relationship between lesion's severity and the attendance time to people's falling incidents, along with the growth of the elder population that live independently, presents a big challenge to healthcare studies: to detect and alert, efficiently, when these events occur. Given the situation, the creation of precise and consistent monitoring systems is needed to decrease the time between the occurrence and it's first attendance, mitigating the damages and prejudices occasioned by falling.

This demand has drawn a lot of attention of the scientific community and industries in the last years, causing the creation of a variety of products that intend to answer this need. These solutions are being developed with different techniques of falling detection, but they lack an efficient method to alert the responsible for the monitored person about the fall event. Therefore, it is perceived that there are plenty of studies focusing on the fall detection stage rather than communicating the interested persons about the event. Aiming to fill this lack, this project's objective is the development of a framework that can readily notify when fall events happen and also be coupled to systems that already provide, exclusively, the fall detection stage. The designed framework was tested through the execution of an experiment that consisted of sending fake fall notifications to 8 selected volunteers during an interval of 50 hours. In the trial period, the volunteers did not know when they would be notified and, right after receiving the alerts and whenever possible, they should act by responding, through the notification itself, that they were aware of the event. Lastly, a structured interview was conducted to collect insights that, hereafter, would be confronted with the system's data and, thus, it was concluded that the framework offers good usability and efficiency in notifying fall events besides serving other purposes.

Keywords: fall detection; alert; notification; framework; fall of people.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Hierarquia dos métodos de detecção de quedas.....	17
Figura 2 – Arquitetura do sistema.	20
Figura 3 – Menu de parametrização de alertas e cadastro de contatos.	21
Figura 4 – Arquitetura do sistema.	22
Figura 5 – Parametrização e notificação da queda.....	22
Figura 6 – Arquitetura do sistema.	24
Figura 7 – Arquitetura da proposta de detecção de acidentes de queda.....	25
Figura 8 – Cenário de uso da queda de bolso baseada em smartphone.	25
Figura 9 – Arquitetura do projeto u-FASt.	26
Figura 10 – Tela de opções exibida após a detecção da queda.....	27
Figura 11 – Notificação via SMS enviado pelo sistema u-FASt.	27
Figura 12 – Notificação de queda.	28
Figura 13 – <i>Chat</i> via ferramenta Telegram.	29
Figura 14 – Fluxo do sistema.....	29
Figura 15 – Fluxo de funcionamento do sistema.	31
Figura 16 – Fluxo de funcionamento do sistema.	32
Figura 17 – Demonstração de dados na tela do protótipo.	32
Figura 18 – Arquitetura do sistema.	33
Figura 19 – Notificação enviada via SMS.	33
Figura 20 – Mensagem de alerta sobre a ocorrência de queda.....	35
Figura 21 - Esquema lógico relacional do sistema NotiFall.	40
Figura 22 - Visão macro do fluxo de cadastro.....	49
Figura 23 - Tela de cadastro de conta.	50
Figura 24 - Fluxo de cadastro de dispositivo.....	51
Figura 25 - Tela de cadastro de dispositivo.	52
Figura 26 - Tela de cadastro de monitorado.	53
Figura 27 - Fluxo de cadastro de responsável.....	54
Figura 28 - Tela de cadastro de responsável.....	55
Figura 29 - Fluxo de cadastro de método de notificação.	56
Figura 30 - Fluxo de cadastro e confirmação do contato via e-mail.....	56
Figura 31 - Busca pelo <i>bot</i> da plataforma no Telegram.	57
Figura 32 - Envio do comando <code>/registrar</code> para ativar o contato via Telegram.....	57

Figura 33 - Fluxo de cadastro e confirmação do contato via Telegram.	58
Figura 34 - Fluxo de cadastro e confirmação do contato via telefone (SMS).	58
Figura 35 - Fluxo de recebimento e confirmação de leitura das notificações.	59
Figura 36 - Tela de <i>dashboard</i> de notificações.	61
Figura 37 - Exemplo de notificações de quedas via SMS, Telegram e e-mail.	65
Figura 38 - Exemplo de mensagem apresentada após a confirmação de recebimento via ferramenta Telegram.	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resultados obtidos nas bases de dados.....	18
Quadro 2 – Levantamento consolidado de aplicações e soluções utilizadas nos trabalhos correlatos.....	36
Quadro 3 - Funcionalidades interessantes observadas durante a análise de trabalhos correlatos.....	36
Quadro 4 – Requisitos de negócio.....	37
Quadro 5 – Regras de negócio.....	38
Quadro 6 - Detalhamento da tabela de configurações do sistema.....	41
Quadro 7 - Detalhamento da tabela de cadastro de contas.....	41
Quadro 8 - Detalhamento da tabela de cadastro de responsáveis.....	42
Quadro 9 - Detalhamento da tabela de parâmetro para envio de notificações ao responsável.....	43
Quadro 10 - Detalhamento da tabela de cadastro de informações do Telegram.....	43
Quadro 11 - Detalhamento da tabela de cadastro de informações de e-mail.....	44
Quadro 12 - Detalhamento da tabela de cadastro de informações de telefone.....	44
Quadro 13 - Detalhamento da tabela de cadastro de monitorados.....	45
Quadro 14 - Detalhamento da tabela de cadastro de dispositivos.....	46
Quadro 15 - Detalhamento da tabela de cadastro de notificações.....	46
Quadro 16 - Detalhamento da tabela de cadastro de conteúdo da notificação.....	47
Quadro 17 - Detalhamento da tabela de cadastro de status da notificação.....	48
Quadro 18 - Data e hora de envio das notificações simuladas de quedas.....	63
Quadro 19 - Informações enviadas nas notificações simuladas de quedas.....	64
Quadro 20 - Métodos de notificação configurados para os participantes do experimento.....	64
Quadro 21 - Relação de notificações e seus respectivos dados de atendimento por participante.....	69
Quadro 22 - Total de notificações atendidos por método.....	71

LISTA DE SIGLAS

DQ	Detecção de queda
NQ	Notificação de queda
OMS	Organização Mundial da Saúde
SMS	<i>Short message service</i>
GPS	Sistema de posicionamento global
XML	extensible markup language
BLE	<i>Bluetooth Low Energy</i>
MCU	Microcontrolador
DDD	Discagem Direta à Distância
DDI	Discagem Direta Internacional

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	13
1.1.1 Objetivo geral	13
1.1.2 Objetivos específicos.....	14
1.2 METODOLOGIA	14
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2 SISTEMAS DE MONITORAMENTO DE QUEDAS.....	16
2.1 DETECÇÃO DE QUEDAS	16
2.1.1 Visão computacional	17
2.1.2 <i>Wearable device</i>	17
2.1.3 Sensores de ambiente.....	17
2.2 SISTEMAS DE NOTIFICAÇÃO DE QUEDAS	18
2.2.1 <i>A portable fall detection and alerting system based on k-nn algorithm and remote medicine</i>	20
2.2.2 <i>An unobtrusive fall detection and alerting system based on kalman filter and bayes network classifier</i>	21
2.2.3 Instant information support and notification system for emergency	23
2.2.4 <i>A smart phone-based pocket fall accident detection, positioning and rescue system</i>	24
2.2.5 <i>U-fast: ubiquitous fall detection and alert system for elderly people in smart home environment</i>	26
2.2.6 <i>Fall detector implementation in a robot service</i>	27
2.2.7 <i>Design and implementation of a fall detection monitor system with a voice interaction function for smartphones</i>	30
2.2.8 Smart wearable system for fall detection in elderly people using internet of things platform.....	31
2.2.9 Safloor: smart fall detection system for the elderly.....	32

2.2.10 <i>A wearable integrated system for monitoring the elder's physiological information, falling over alarm and life entertainment</i>	34
2.2.11 <i>Considerações e análise sobre os materiais estudados</i>	35
3 MODELAGEM DO FRAMEWORK.....	37
3.1 ANÁLISE DE REQUISITOS DO <i>FRAMEWORK</i>	37
3.2 ESQUEMA LÓGICO RELACIONAL DO <i>FRAMEWORK</i>	40
3.2.1 Tabela de configuração do sistema.....	41
3.2.2 Tabela de cadastro de contas	41
3.2.3 Tabela de cadastro de responsáveis.....	42
3.2.4 Tabela de configuração de métodos para envio de notificações ...	42
3.2.5 Tabela de cadastro de informações do Telegram.....	43
3.2.6 Tabela de cadastro de informações de e-mail	44
3.2.7 Tabela de cadastro de informações de telefone	44
3.2.8 Tabela de cadastro de monitorados	45
3.2.9 Tabela de cadastro de dispositivos	46
3.2.10 Tabela de cadastro de notificações.....	46
3.2.11 Tabela de cadastro de conteúdo da notificação.....	47
3.2.12 Tabela de cadastro de status da notificação	47
3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
4 O <i>FRAMEWORK</i> NOTIFALL.....	49
4.1 FLUXO DE CADASTRO DE INFORMAÇÕES	49
4.1.1 Criar Conta	50
4.1.2 Cadastrar Dispositivo	50
4.1.3 Cadastrar Monitorado.....	53
4.1.4 Cadastrar Responsável.....	54
4.2 FLUXO DE NOTIFICAÇÕES	58
4.3 <i>DASHBOARD</i> DE NOTIFICAÇÕES	61
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	62

5 AVALIAÇÃO DO FRAMEWORK NOTIFALL.....	63
5.1 EXPERIMENTO REALIZADO.....	63
5.2 ENTREVISTAS	67
5.2.1 Perguntas Aplicadas na Entrevista Estruturada	67
5.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	68
5.3.1 Síntese e Análise das Respostas.....	71
5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
6 CONCLUSÃO.....	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial da Saúde - OMS (2018), as quedas são um grande problema de saúde pública no mundo todo. A organização aponta que 646 mil quedas fatais ocorrem anualmente, tornando-se a segunda maior causa de morte por lesão não intencional, atrás de lesões de trânsito.

Isso ocorre porque o ambiente de vida de uma pessoa está repleto de elementos que propiciam situações que podem ocasionar um acidente por queda, como por exemplo desordem, piso escorregadio, má iluminação, instabilidade nos móveis e caminhos obstruídos. Essas também são as razões pelas quais a maioria das quedas ocorre em ambientes domésticos (DELAHOZ; LABRADOR, 2014). Além dos aspectos extrínsecos (relacionados ao ambiente), Severo *et al.* (2018) apontam os aspectos intrínsecos, ou seja, o estado de saúde do usuário também possui ligação direta com a ocorrência do incidente.

Aproximadamente 28-35% das pessoas com mais de 65 anos possuem registros de queda todos os anos, com percentuais ainda maiores para pessoas com mais de 70 anos. Nos casos de indivíduos que vivem em instituições de cuidados de longo prazo, 30% a 40% deles caem a cada ano e a recorrência do incidente está presente em 40% dos casos (GUARD, 2004).

Visando reduzir o risco desses incidentes, o método mais tradicional utilizado para segurança de idosos e pessoas que necessitam de cuidados é a contratação de um cuidador para supervisão das suas atividades. Esse acompanhamento gera uma grande exigência de atenção do supervisor, impedindo que o mesmo execute outras tarefas (MADHUBALA; UMAMAKESWARI; RANI, 2015).

Dessa forma, prevenção e detecção de quedas são áreas de pesquisas ativas há mais de uma década e visam melhorar a qualidade de vida das pessoas. As propostas já desenvolvidas compartilham de um fator em comum: utilizam dispositivos de detecção para realizar essa tarefa. Os dados coletados são transformados em informações úteis após a etapa de processamento que pode ser executada por técnicas de mineração de dados e aprendizado de máquina (DELAHOZ; LABRADOR, 2014).

Conforme afirmam Raul, Carlos, Inmaculada (2013), pode-se definir um sistema de detecção de quedas como uma solução de auxílio cuja principal finalidade é alertar quando o evento de queda ocorreu. Diante dessa definição entende-se e

divide-se o processo de atendimento a uma pessoa que caiu em duas etapas principais: a primeira consiste em detectar a queda do ser humano e a segunda compreende o procedimento de notificação do incidente aos encarregados pela prestação de socorro.

A partir das pesquisas realizadas, constatou-se que as soluções propostas, em sua grande maioria, poderiam atender, especificamente, o processo de detecção de quedas, todavia, isso corresponde à primeira etapa da demanda. Sendo assim, há uma lacuna que representa a carência de protocolos de notificação da ocorrência dos incidentes, fase que corresponde à segunda etapa da demanda.

Essa situação expõe a necessidade que deu origem ao objetivo deste projeto: desenvolver um *framework* para notificação da ocorrência de uma queda. Essa ferramenta poderá abstrair todas as operações dessa etapa e atender a qualquer uma das categorias de arquiteturas para detecção de quedas, permitindo o atendimento completo do objetivo da definição de Raul, Carlos e Inmaculada (2013).

Segundo Hwang *et al.* (2017), somente nos Estados Unidos, 46 milhões de idosos residem na comunidade e 30% deles vivem sozinhos. Esse número vai ao encontro da realidade apresentada por Raul, Carlos e Inmaculada (2013), em que muitos idosos caem e são incapazes de se levantar sem ajuda e de que 20% dos pacientes atendidos em hospitais por causa desse tipo de acidente estiveram no local por mais de uma hora. Esses elementos reforçam a importância da contribuição do projeto para garantir que as etapas de detecção e alerta da queda sejam executadas de forma eficiente, mitigando as consequências e os custos decorrentes dessa situação. Por fim, o problema de pesquisa deste projeto é: como notificar os incidentes constatados por sistemas de detecção de quedas de pessoas, de forma eficiente, aos responsáveis interessados?

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver um *framework* que realize o processo de notificação e alerta sobre a ocorrência de eventos de quedas de pessoas e que sirva de complemento para sistemas desenvolvidos que atendem, exclusivamente, a etapa de detecção do incidente.

1.1.2 Objetivos específicos

- Pesquisar técnicas existentes para notificação de detecção de quedas.
- Elencar técnicas que serão contempladas na proposta.
- Propor um *framework* de notificação do acidente para o(s) responsável(eis) pelos cuidados da pessoa observada.
- Validar *framework* desenvolvido.

1.2 METODOLOGIA

O estudo, quanto à sua natureza, classifica-se como pesquisa aplicada, pois gerou conhecimento a ser aplicado em um problema definido, originando um produto ao final. Quanto aos objetivos, têm caráter exploratório, buscando evidências sobre a questão de pesquisa durante o estudo (FREITAS; PRODANOV, 2013).

Visando identificar as técnicas, ferramentas e tecnologias comumente adotadas por sistemas de notificação e alerta sobre eventos de queda, com especial atenção para aquelas aplicadas à área da saúde, foi desenvolvida uma revisão bibliográfica. Esta pesquisa abrangeu o período do ano de 2014 até a data de sua elaboração em abril de 2019.

Após a etapa de revisão bibliográfica, para atender o objetivo do projeto, foi desenvolvido um *framework*, que implementa um processo de comunicação entre o mecanismo que detecta a queda e os responsáveis pela pessoa monitorada. A concepção deste sistema visou atender às expectativas constatadas nas publicações e proporcionar uma integração com sistemas que detectam quedas.

Para validar o *framework* proposto, foram simulados alguns casos de detecção de quedas que, em momentos pré-definidos, acionaram o sistema desenvolvido e este, por fim, realizou a notificação do incidente. O alerta foi enviado para os meios de comunicação de pessoas preliminarmente selecionadas. O indivíduo recebeu a notificação sem conhecer o horário em que ela chegaria e, assim que foi possível, atendeu ao pedido de socorro simulado, caracterizando a ciência sobre o ocorrido. Por fim, foi aplicada uma entrevista estruturada com os participantes do experimento, na qual foram coletadas respostas para perguntas objetivas, bem como opiniões sobre o uso da plataforma.

A análise de resultados foi feita por meio do confronto entre as expectativas levantadas na etapa de revisão bibliográfica e a realidade relatada pelos integrantes dos testes aplicados com a finalidade de averiguar se o projeto atingiu o seu objetivo. Durante a avaliação dos resultados, também foram consideradas as diferenças entre os aspectos subjetivos da simulação e a aplicação real da solução.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado da seguinte forma deste ponto em diante: o segundo Capítulo descrevendo que, baseado nos objetivos específicos, a proposta de *framework* foi concebida a partir de uma revisão bibliográfica de publicações sobre a temática. Fundamentado em todo o material que fora relacionado, no Capítulo 3 expõe-se o levantamento de requisitos que serviu de base para o desenvolvimento da solução, detalhada no Capítulo 4. O Capítulo 5 relata o processo de experimentação do sistema proposto, bem como as interpretações e análise dos resultados. Por fim, no Capítulo 6, apresenta-se as conclusões e as expectativas de os trabalhos futuros ligados à evolução da plataforma criada.

2 SISTEMAS DE MONITORAMENTO DE QUEDAS

De acordo com a definição de Raul, Carlos, Inmaculada (2013), já mencionada na introdução deste trabalho, um sistema de monitoramento de quedas compreende dois estágios: a detecção do evento e a notificação do mesmo. Este capítulo aborda, de forma segregada, ambas as etapas. Inicialmente, apresenta-se os tipos de detectores de queda e, na sequência, projetos correlatos que implementam o envio do alerta de ocorrência do incidente.

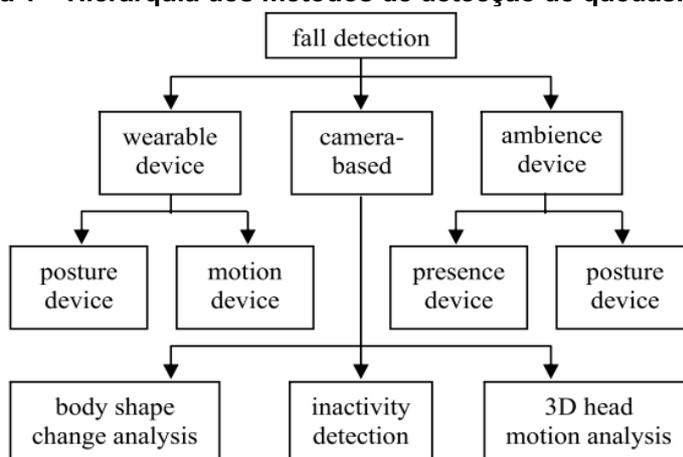
2.1 DETECÇÃO DE QUEDAS

A primeira fase de um sistema de notificação de quedas é a detecção do fato. Para isso, faz-se necessário o desenvolvimento de um sistema de detecção de quedas robusto, efetivo e preciso para constatar e distinguir os movimentos do ser humano porque há tipos diferentes de quedas: quedas caminhando ou parado de pé, quedas apoiadas, por exemplo, em escadas, etc. Estes tipos possuem características de queda presentes em ações normais e que também demonstram um rápido deslocamento descendente: movimento de deitar-se na cama, sentar-se e agachar-se. Esses cenários demonstram que existem algumas características comuns entre os tipos e significativas particularidades diferentes, evidenciando a complexidade da construção de uma solução que atenda a fase de detecção de quedas (DQ).

Uma série de tecnologias diferentes foi desenvolvida para essa temática nos últimos anos, tornando necessária uma classificação das técnicas utilizadas nas soluções que detectam quedas. Para isso, será utilizada a abordagem de Madhubala, Umamakeswari e Rani (2015), limitando em três tipos: (1) método baseado em sensores de ambiente; (2) método baseado em sensores vestíveis; e (3) método baseado em visão computacional. Essa classificação está estruturada na Figura 1.

Noury *et al.* (2007) são considerados os primeiros a apresentarem trabalhos na área, seguidos de Perry *et al.* (2009) e Mubashir; Shao e Seed (2013). Atualmente, as pesquisas cresceram assim como a quantidade de publicações sobre o assunto. As soluções ficaram mais robustas, mesmo que ainda sejam categorizadas na hierarquia supracitada.

Figura 1 – Hierarquia dos métodos de detecção de quedas.



Fonte: Yu (2008).

2.1.1 Visão computacional

Visão computacional são sistemas baseados em câmera, que se beneficiam da mudança postural de uma pessoa durante o incidente, capturando a mudança de posicionamento durante e após o processo da queda por meio da análise em tempo real de vídeos (DELAHOZ; LABRADOR, 2014). Esses sistemas geram menos contato direto, mas possuem limitadores de privacidade e poder de processamento computacional.

2.1.2 *Wearable device*

Sensores vestíveis, também conhecidos como “dispositivos vestíveis” ou “*wearable devices*”, são dispositivos eletrônicos utilizados para monitorar a atividade corporal do usuário e podem ser facilmente colocados em qualquer parte do seu corpo. Esses equipamentos são eficientes e portáteis, mas podem ser desconectados com facilidade, tornando-os menos indicados para idosos ou pessoas com limitações de atenção (MUBASHIR; SHAO; SEED, 2013).

2.1.3 Sensores de ambiente

A classe sensores de ambiente considera que todo ambiente em torno da pessoa monitorada é adaptado. Vários sensores são instalados nas proximidades do usuário para coletar informações sobre a sua interação com os sensores, rastrear seu

comportamento e detectar uma queda (DELAHOZ; LABRADOR, 2014). Essa proposta é menos intrusiva, no entanto, gera muitos alertas falsos por conta da sua imprecisão.

2.2 SISTEMAS DE NOTIFICAÇÃO DE QUEDAS

A segunda fase de um sistema de notificação de quedas é o alerta do ocorrido às pessoas interessadas. Visando identificar as técnicas, ferramentas e tecnologias comumente adotadas por sistemas de notificação e alerta sobre eventos de queda, com atenção exclusiva para aquelas aplicadas no monitoramento de seres humanos, foi realizada uma busca de trabalhos relacionados à temática. Essa investigação seguiu protocolo com critérios de inclusão e exclusão, mas não é nem possui o rigor da metodologia de uma revisão sistemática porque não haveria tempo hábil para este processo.

A pesquisa abrange o período do ano de 2014 até a data de sua elaboração em abril de 2019 e tem como palavras chave: queda, alerta, notificação, aviso, reporte, informação. Optou-se por realizar a análise de artigos publicados na língua inglesa. Dessa forma, a tradução das palavras chave são, respectivamente: *fall, alert notification, notice, report, information*.

Foram definidas 3 bases a serem utilizadas nesta revisão bibliográfica, são elas: IEEEExplore, ACM Digital Library e Web of Science. As *strings* de busca de cada base e seus respectivos resultados estão detalhados no Quadro 1.

Quadro 1 – Resultados obtidos nas bases de dados.

Base de Dados	String de Busca	Número de Artigos Encontrados
ACM	acmdlTitle:(fall) AND (alert notification notice report information)	8
IEEE	((("Document Title":fall) AND ("Abstract":alert OR "Abstract":notification OR "Abstract":notice OR "Abstract":report OR "Abstract":information))	203
Web of Science	((("Document Title":fall) AND ("Abstract":alert OR "Abstract":notification OR "Abstract":notice OR "Abstract":report OR "Abstract":information))	122

Fonte: elaborado pelo autor.

Finalizado o processo de pesquisa nas bases, iniciou-se a primeira fase do processo de seleção dos artigos. Foram lidos os títulos e palavras chaves de todos os resultados. Para que os itens fossem incluídos na etapa seguinte, deveriam atender aos seguintes critérios:

- A solução proposta pelo projeto deve ser aplicada à queda de seres humanos.
- A solução deveria mencionar o termo *fall* (queda) em seu título.
- O título e as palavras chave devem conter, no mínimo, duas das palavras chaves pesquisadas.

Os 20 itens filtrados na primeira fase tiveram seus *abstracts* lidos. Para que fossem selecionados para a etapa seguinte, deveria atender aos seguintes critérios:

- O projeto deve implementar opcionalmente a etapa de DQ e obrigatoriamente a de NQ.
- O artigo deve apresentar uma forma de validação.

Os 14 artigos que restaram após os filtros preliminares tiveram sua introdução e conclusão lidos por completo, para, por fim, serem lidos integralmente. Como guia para a extração estruturada de conteúdo dos materiais selecionados, utilizou-se as perguntas abaixo como referência:

- Que tipo de técnica foi utilizada para a etapa de DQ?
- Quais foram os protocolos de comunicação utilizados entre a etapa de DQ e NQ?
- Quais foram os destinatários alvos das NQs?
- Os projetos possuem alguma forma de validação?
- Como foi validado o projeto?
- Quais foram os protocolos de comunicação utilizados no sistema de NQ?
- Quais métodos de notificação foram utilizados?
- Quais informações sobre o ocorrido foram enviadas ao destinatário da notificação?
- A notificação possui confirmação de entrega?

Os 10 trabalhos relacionados que se destacaram por conta de suas características semelhantes ao objetivo da pesquisa serão apresentados nas seções

a seguir neste tópico. Os aspectos relevantes à pesquisa serão aproveitados durante a concepção do *framework*.

2.2.1 A portable fall detection and alerting system based on k-nn algorithm and remote medicine

Jian e Chen (2015) desenvolveram um projeto que atende as fases de DQ e NQ. O sistema de DQ elaborado é portátil e consistido por um colete vestível inteligente integrado a um telefone celular (Figura 2). O colete possui um acelerômetro e um giroscópio, ambos de 3 eixos, que formam o sensor de detecção de movimentos. O dispositivo captura a aceleração e a velocidade angular sobre as atividades de idosos em tempo real e transmite os dados para um *smartphone* que, por sua vez, executa um programa de DQ baseado no algoritmo k-NN (*K - Nearest Neighbors*). A forma de transferência de dados do dispositivo de DQ é via Bluetooth.

Quando ocorre uma queda, o telefone envia um alerta para os contatos preliminarmente cadastrados (Figura 3). Os tipos de notificações utilizados foram: uma chamada telefônica e mensagem de texto via SMS. Ambos podem ser configurados em uma tela específica conforme a Figura 3 (JIAN; CHEN, 2015).

Figura 2 – Arquitetura do sistema.



Fonte: Jian e Chen (2015, p. 27).

Figura 3 – Menu de parametrização de alertas e cadastro de contatos.



Fonte: Jian e Chen (2015, p. 27).

O artigo possui validação, para a qual foram selecionados dez indivíduos saudáveis, seis homens e quatro mulheres. Foi solicitado aos voluntários que utilizassem o colete desenvolvido e que realizassem quedas intencionais em ambientes fechados e ao ar livre. As pessoas executaram a atividade por 10 vezes. Posteriormente, os dados de cada iteração foram enviados para o *smartphone* e armazenados em um cartão SD (Secure Digital) (JIAN; CHEN, 2015).

A informação enviada na notificação é a localização do indivíduo monitorado, o que, em ambientes fechados, não funcionou plenamente. O projeto não contempla a confirmação de entrega da mensagem (JIAN; CHEN, 2015).

2.2.2 An unobtrusive fall detection and alerting system based on kalman filter and bayes network classifier

Esse material complementa o trabalho correlato descrito no tópico 2.2.1. O primeiro trabalho tem data de 2015 e este é de 2017. Assim sendo, nesta seção abordaremos apenas as evoluções que ocorreram de um artigo para o outro.

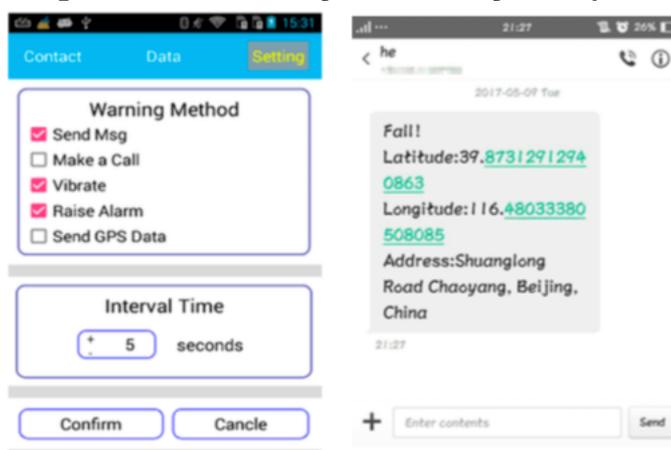
Na Figura 4, se comparada com a Figura 2, nota-se que a arquitetura conta com mais recursos que servem de insumos para novas funcionalidades do sistema, tais como: autofalante e GPS. Confrontando a Figura 5 com a Figura 3, constatam-se os avanços no *layout* do sistema para dispositivos móveis, bem como as parametrizações de tipos de alertas e informações enviadas na notificação.

Figura 4 – Arquitetura do sistema.



Fonte: He, Bai e Wang (2017, p 11).

Figura 5 – Parametrização e notificação da queda.



Fonte: He, Bai e Wang (2017, p 12).

Essa obra traz uma arquitetura na qual está explícito que a etapa de DQ envia um arquivo XML para o sistema de NQ. A comunicação entre as duas etapas segue sendo via Bluetooth. Os dados recebidos pela fase de DQ continuam sendo tratados e classificados por uma rede Bayesiana (HE; BAI; WANG, 2017).

Sobre a notificação da queda, He, Bai e Wang (2017) utilizam o GPS do *smartphone* para obter as coordenadas de localização (latitude e longitude), complementando as informações enviadas na SMS (Figura 5). Na versão dessa publicação, He, Bai e Wang (2017) adicionaram um parâmetro na tela de configuração (Figura 5) que serve para cadastrar o tempo em segundos durante o qual soará o alarme sonoro do *smartphone*. Após a DQ, se o som não for interrompido manualmente até terminar o tempo cadastrado, o sistema enviará automaticamente a

SMS para os cuidadores. Nesse artigo, He, Bai e Wang (2017) não incluíram a confirmação de recebimento da NQ.

Sobre a validação, He, Bai e Wang (2017) avaliaram o sistema sobre 20 pessoas (10 homens e 10 mulheres), com idade entre 20 e 45 anos, para simular quedas em ambientes abertos e fechados. Novamente os testes avaliaram apenas a acurácia da etapa de DQ.

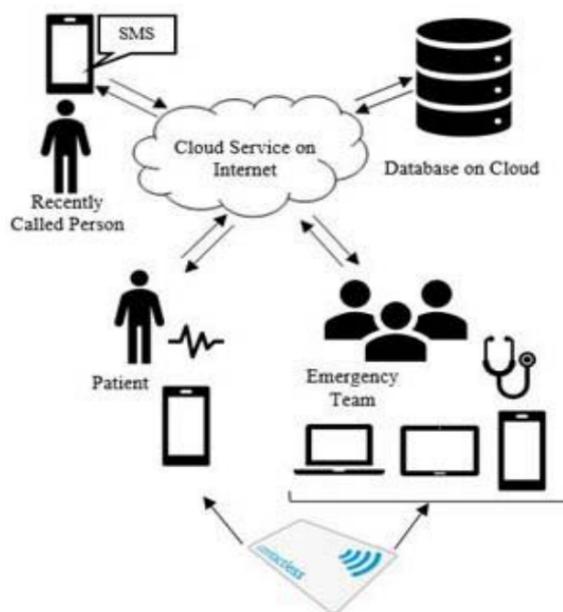
2.2.3 Instant information support and notification system for emergency

Ugurlu e Kaynak (2017) publicaram um artigo que descreve o funcionamento de um projeto voltado ao atendimento de emergências que ocorrem, inclusive, onde não há meios de comunicação disponíveis. O objetivo da proposta é fornecer suporte de informação e um sistema de notificação. Isso se dá por meio de um prontuário básico do sobrevivente para equipe de primeiros socorros e uma notificação aos contatos próximos.

O projeto contém três componentes principais: *smart cards*, aplicativos móveis e computação em nuvem. Sobre o funcionamento do sistema, a pessoa inscrita possui um *smart card*, onde são mantidas algumas informações de saúde importantes para pronto socorro, como: idade, tipo sanguíneo, alergias, entre outros. O aplicativo desenvolvido deve ser instalado nos aparelhos dos profissionais de saúde e do paciente. Inicialmente, o *smart card* é lido pela equipe de primeiros socorros para adquirir os dados iniciais. Posterior ao início do atendimento, o aplicativo do paciente procura o número de telefone chamado recentemente na lista telefônica e, por fim, as informações sobre o atendimento são enviadas por mensagens de texto via SMS (UGURLU; KAYNAK, 2017).

O projeto não implementa a etapa de Detecção de Queda (DQ). A fase de Notificação de Queda (NQ) se comunica via HTTP com o servidor de aplicações que envia os alertas e não possui confirmação de entrega. O artigo não descreve nenhuma validação da solução. Na Figura 6, está representada a arquitetura de software fornecida pelo autor (UGURLU; KAYNAK, 2017).

Figura 6 – Arquitetura do sistema.



Fonte: Ugurlu e Kaynak (2017, p 207).

2.2.4 A smart phone-based pocket fall accident detection, positioning and rescue system

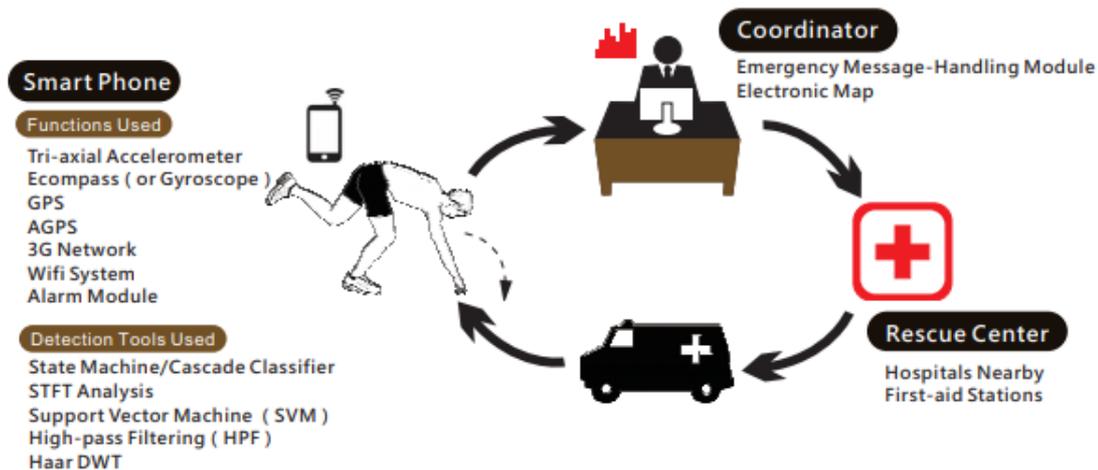
Neste trabalho, Kau e Chen (2015) propõem um sistema que implementa as etapas de DQ e NQ. Eles propõem um detector de acidentes de bolso que utiliza um *smartphone* como a plataforma central do sistema, ou seja, o acelerômetro e a bússola eletrônica do aparelho serão usados como sensores para gerar sinais de entrada.

Segundo Kau e Chen (2015), em geral, o acelerômetro não fornece uma precisão de reconhecimento de acidente de queda satisfatório. Para contornar essa limitação, o sistema concebido por Kau e Chen (2015) fazem uso da bússola eletrônica para auxiliar na identificação de eventos reais de queda, reduzindo as taxas de falsos positivos.

Quanto a etapa de NQ, a arquitetura emprega o sistema de posicionamento global (GPS) para adquirir a posição atual do usuário. Ao detectar uma queda, a longitude e a latitude serão enviadas via rede 3G. O destinatário para o qual a notificação será enviada, será uma central de pronto atendimento. Além disso, a posição detalhada do local do incidente, apresentada por mapas eletrônicos, como, por exemplo, Google Maps, também será enviada. Enquanto isso, o sistema emitirá um som alto como aviso para que as pessoas próximas possam fornecer assistência

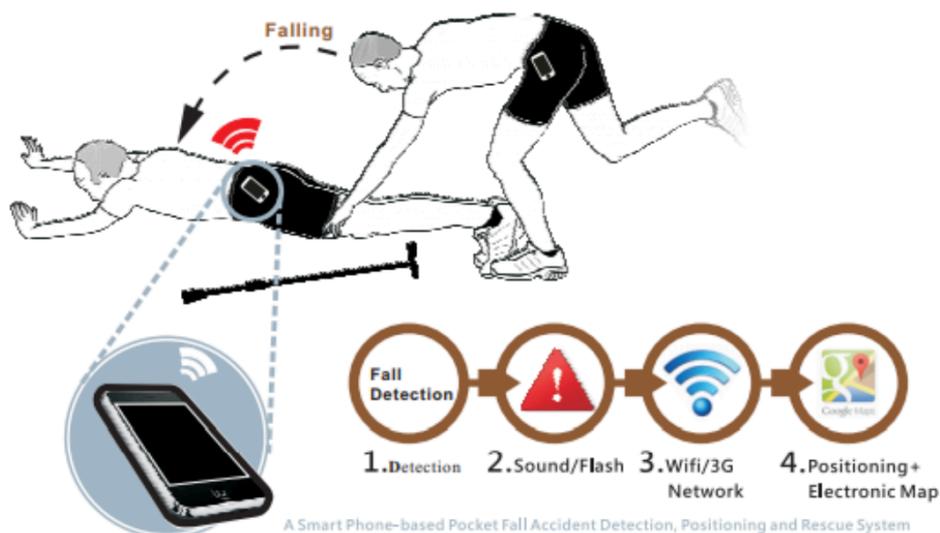
de imediato ao usuário. O fluxo descrito nesse parágrafo está ilustrado na Figura 7 e Figura 8 (KAU; CHEN, 2015).

Figura 7 – Arquitetura da proposta de detecção de acidentes de queda.



Fonte: Kau e Chen (2015).

Figura 8 – Cenário de uso da queda de bolso baseada em smartphone.



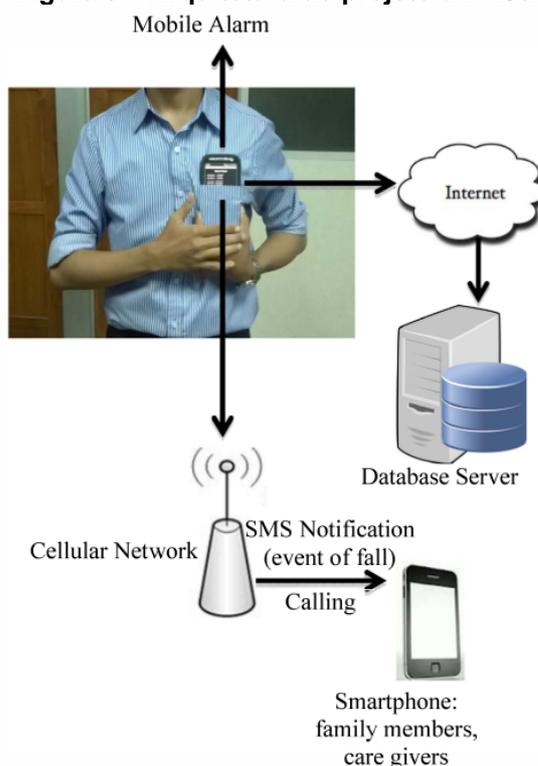
Fonte: Kau e Chen (2015).

A notificação não possui confirmação de recebimento. Sobre a central de atendimento, o material não descreve de forma clara se ela terá profissionais de saúde próprios, se estará ligada ao setor público ou privado, se faz parte da solução proposta e se prestará o suporte efetivamente ou será um meio de chamar socorro (KAU; CHEN, 2015).

2.2.5 U-fast: ubiquitous fall detection and alert system for elderly people in smart home environment

Esse artigo de Rakhman *et al.* (2014) apresenta um protótipo de sistema inteligente para a detecção e alerta de ocorrências de queda no ambiente doméstico chamado u-FAST. O u-FAST utiliza o *smartphone* como componente central e possui três características, a saber: (1) detecção de queda a partir dos dados coletados pelo acelerômetro e do giroscópio embutidos no *smartphone*; (2) sistema de alerta em tempo real via SMS; (3) Histórico da queda que consiste em tempo de queda, posição corporal e localização do incidente. Uma visão geral sobre a arquitetura do protótipo pode ser visualizada na Figura 9.

Figura 9 – Arquitetura do projeto u-FAST.

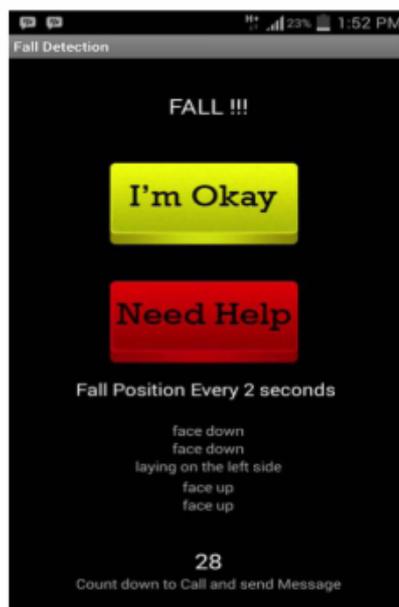


Fonte Rakhman *et al.* (2014, p 137).

Segundo Rakhman *et al.* (2014), ao detectar uma queda, o *smartphone* irá, automaticamente, soar um alerta sonoro e exibir na tela duas opções para o idoso informar seu estado após o incidente (Figura 10). As opções são: um botão amarelo com a descrição “*I’m Okay*” (“eu estou bem”) e um botão vermelho com a descrição “*Need Help*” (“preciso de ajuda”).

O alarme soará por 30 segundos e, caso nenhuma das opções for ativada, o sistema irá considerar que o idoso está em estado crítico. Posteriormente, irá desligar o alarme e enviar uma SMS para os familiares contendo as seguintes informações: nome, localização da queda e posição corporal (Figura 11). O sistema não apresenta nenhuma confirmação de recebimento do alerta (RAKHMAN *et al.*, 2014).

Figura 10 – Tela de opções exibida após a detecção da queda.



Fonte: Rakhman *et al.* (2014, p 138).

Figura 11 – Notificação via SMS enviado pelo sistema u-FAST.



Fonte: Rakhman *et al.* (2014, p 138).

2.2.6 Fall detector implementation in a robot service

Muhtadin *et al.* (2017) propõem um sistema para monitorar um idoso remotamente. O projeto tem dois componentes principais, um *wearable* para a etapa

de detecção da queda e um robô para coleta de informações e notificação do incidente.

O dispositivo vestível é equipado com um acelerômetro de 3 eixos, giroscópio de 3 eixos e sensores de sinais vitais, como sensor de temperatura, sensor de batimentos cardíacos e sensor de respiração. O robô contém sistema de localização *indoor* usando Beacons BLE (*Bluetooth Low Energy*) (MUHTADIN *et al.*, 2017).

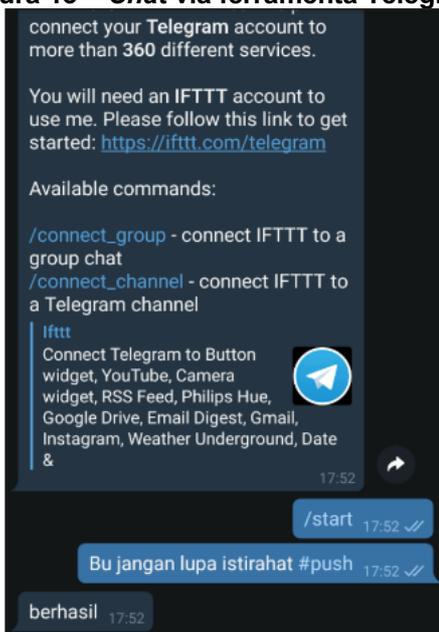
Sobre o funcionamento do sistema, Muhtadin *et al.* (2017) descrevem que o *wearable* se comunica com o robô via *Bluetooth* toda vez que detecta uma queda, informando a localização do corpo. O robô, por sua vez, desloca-se até o idoso caído, captura uma foto com visão panorâmica, envia a imagem como notificação para os responsáveis (Figura 12) e, por fim, salva os dados coletados pelos sensores vestíveis em um sistema de armazenamento em nuvem. Ao finalizar o processamento dos dados brutos enviados pelo robô, uma aplicação web envia as informações consolidadas juntamente com um mapa interno do ambiente, sinalizando o local da queda. Esse fluxo está descrito na Figura 14.

Figura 12 – Notificação de queda.



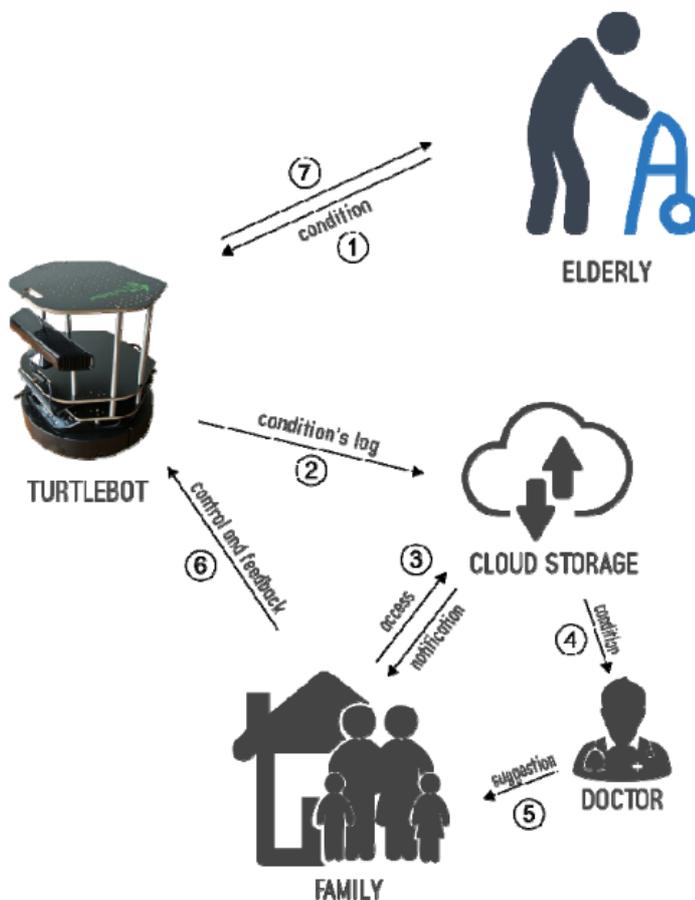
Fonte: Muhtadin *et al.* (2017, p 27).

Figura 13 – Chat via ferramenta Telegram.



Fonte: Muhtadin *et al.* (2017, p 27).

Figura 14 – Fluxo do sistema.



Fonte: Muhtadin *et al.* (2017, p 27).

Muhtadin *et al.* (2017) detalham que a comunicação entre a etapa de DQ e NQ ocorre via *Bluetooth*. O sistema utilizado para etapa de NQ foi a ferramenta Telegram (Figura 13) e a notificação não possui confirmação de entrega, mas o robô pode ser controlado remotamente, além de que mensagens podem ser enviadas pelo *chat* e serão exibidas no display do robô.

2.2.7 Design and implementation of a fall detection monitor system with a voice interaction function for smartphones

Nesse projeto, apresenta-se um sistema de DQ e NQ utilizando um *smartphone* como componente principal. Os movimentos da pessoa monitorada são lidos constantemente pelo programa por meio do sensor acelerômetro de 3 eixos. Esses dados são utilizados para cálculos e comparações com as características de quedas (YING-WEN; CHIA-HAO; CHUN-CHENG, 2014).

Quando uma queda é detectada, uma função de voz pergunta se o usuário precisa de ajuda. Se a queda não for grave, o usuário pode cancelar essa notificação de emergência por meio da função de interação por voz ou por um toque na tela. Caso contrário, o *smartphone* envia automaticamente um sinal de emergência para o centro de ajuda para solicitar assistência ao usuário (YING-WEN; CHIA-HAO; CHUN-CHENG, 2014). Esse fluxo pode ser visualizado na Figura 15.

Figura 15 – Fluxo de funcionamento do sistema.



Fonte: Ying-Wen, Chia-Hao e Chun-Cheng (2014, p 69).

Ying-Wen, Chia-Hao e Chun-Cheng (2014) relatam que a notificação ocorre via SMS e as informações se limitam à localização do ocorrido. Ying-Wen, Chia-Hao e Chun-Cheng (2014) não descrevem nenhuma etapa de confirmação de recebimento do alerta.

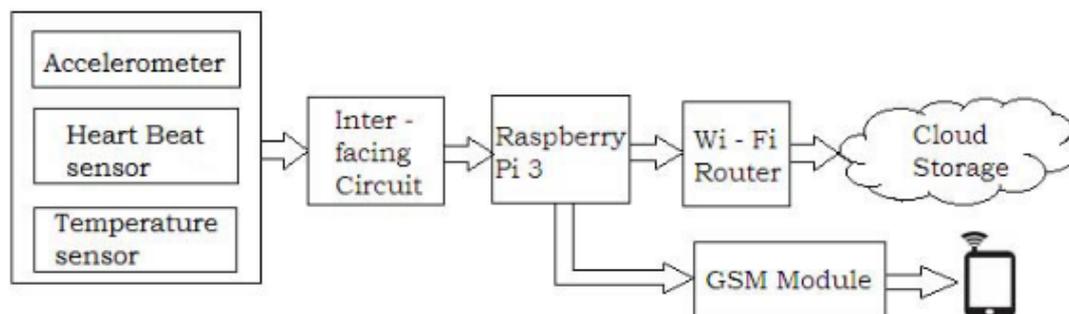
2.2.8 Smart wearable system for fall detection in elderly people using internet of things platform

Chavan e Chavan (2017) desenvolveram um sistema para detecção e notificação de quedas baseado no conceito de internet das coisas, utilizando sensores que se comunicam com uma central de processamento de dados. Posteriormente, os dados coletados são enviados para uma plataforma de armazenamento em nuvem.

Chavan e Chavan (2017) explicam o funcionamento detalhado do sistema com base na Figura 16, onde é demonstrado que os sinais coletados pelos sensores são recebidos pela central hospedada na placa Raspberry Pi 3 e enviados por SMS para o dispositivo móvel usando o módulo GSM. Os mesmos dados também são encaminhados para a plataforma de armazenamento de dados em nuvem chamada ThingSpeak através de roteador Wi-Fi (YING-WEN; CHIA-HAO; CHUN-CHENG, 2014).

Referente às informações enviadas na notificação, são elas: temperatura, pulsação e posicionamento do corpo, detectados pelo sensor de temperatura, sensor de batimento cardíaco e acelerómetro, respectivamente. Além de serem enviados no alerta, a central possui uma tela que exibe os mesmos dados (Figura 17) (YING-WEN; CHIA-HAO; CHUN-CHENG, 2014).

Figura 16 – Fluxo de funcionamento do sistema.



Fonte: Chavan e Chavan (2017, p 1138).

Figura 17 – Demonstração de dados na tela do protótipo.



Fonte: Chavan e Chavan (2017, p 1138).

O projeto não elenca os destinatários da notificação. Os autores também não descrevem métodos para confirmação de recebimento do alerta.

2.2.9 SaFLOOR: smart fall detection system for the elderly

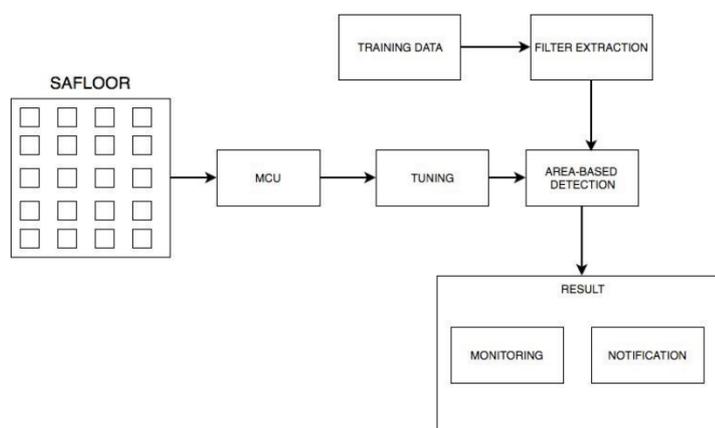
Tangkongchitr *et al.* (2018) criaram um sistema de detecção de queda chamado “SaFloor” que se compõe de um tapete macio com sensores de força embutidos no seu interior. Tangkongchitr *et al.* (2018) recomendam que o SaFloor seja disposto em áreas como ao lado da cama, banheiro, na parte inferior da escada etc. De acordo

com Tangkongchitr *et al.* (2018), o SaFloor pode distinguir entre uma queda real e outros impactos como caminhar e queda de objetos.

Os sensores de força sob o tapete serão ativados quando há uma pessoa ou objeto incidindo sobre ele. Com isso, a saída de cada sensor será lida por um microcontrolador (MCU). Depois de obter os dados, o MCU enviará para um servidor onde o algoritmo de detecção de queda é executado. O servidor também hospeda um banco de dados que salva os dados para outros usos (TANGKONGCHITR *et al.*, 2018).

Quando uma queda for detectada, a notificação será para um membro da família ou um cuidador via SMS (Figura 19). A arquitetura do sistema é mostrada na Figura 18 (TANGKONGCHITR *et al.*, 2018).

Figura 18 – Arquitetura do sistema.



Fonte: Tangkongchitr *et al.* (2018).

Figura 19 – Notificação enviada via SMS.



Fonte: Tangkongchitr *et al.* (2018).

O experimento foi testado por 14 participantes que simularam quedas sobre o tapete por 10 vezes. A única informação enviada na notificação da queda é a palavra “*Fall*” (queda) e não possui um método de confirmação de recebimento. Os protocolos de comunicação entre as etapas do sistema não estão detalhadas no artigo (TANGKONGCHITR *et al.*, 2018).

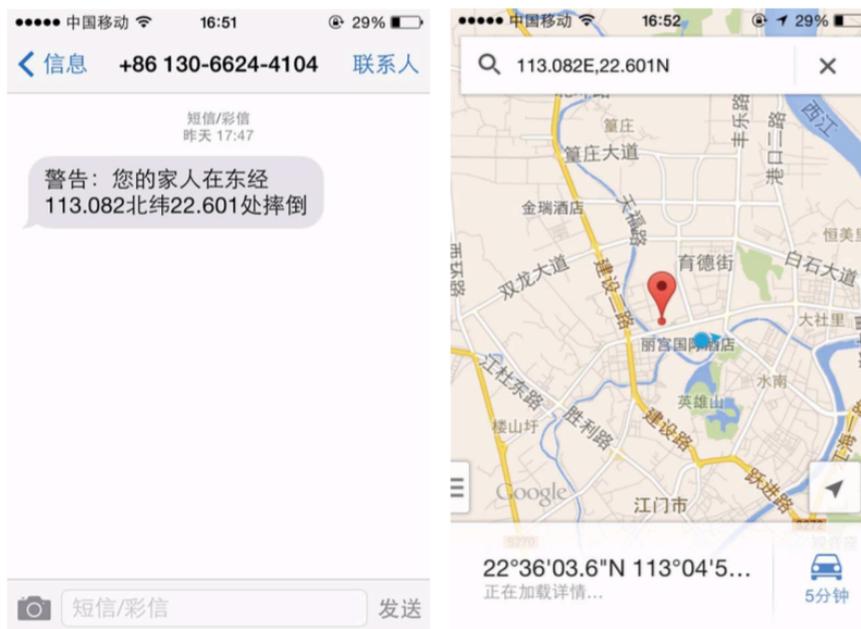
2.2.10 A wearable integrated system for monitoring the elder’s physiological information, falling over alarm and life entertainment

Nesse artigo, Tan *et al.* (2018) propõem um dispositivo vestível para monitorar quedas e informações fisiológicas do idoso. Utilizando tecnologia da informação eletrônica, detectam em tempo real a postura o movimento do idoso. Em caso de emergência por ocorrência de quedas do indivíduo, o sistema envia uma mensagem de alerta para a sua família. Para atender essas funcionalidades, o sistema faz medição de temperatura, pedômetro e monitor de frequência cardíaca. Além disso, o sistema conta com funções de entretenimento, como rádio FM e relógio (TAN *et al.*, 2018).

Sobre a etapa de detecção de quedas, foi utilizado um acelerômetro de 3 eixos para tal. Os dados de movimentações são carregados por um processador embarcado no próprio vestível. Ao detectar a queda, o processador se comunica com a central por meio de um módulo sem fio sob o protocolo de rádio (TAN *et al.*, 2018).

A Figura 19 demonstra a notificação enviada pela solução. Os dados que são informados se limitam a latitude, longitude e um link para visualização em um mapa. Não há controle sobre a confirmação de recebimento, tampouco descrição sobre a manutenção dos destinatários (TAN *et al.*, 2018).

Figura 20 – Mensagem de alerta sobre a ocorrência de queda.



Fonte: Tan *et al.* (2018, p 7325).

A validação realizada por Tan *et al.* (2018) nesse material descreveu simulações de quedas realizadas 10 vezes por 20 voluntários entre 19 e 22 anos. Os testes avaliaram apenas a precisão do módulo de DQ.

2.2.11 Considerações e análise sobre os materiais estudados

Os trabalhos explanados nas seções do tópico 3 amplificaram a compreensão sobre a forma de atuação dos projetos existentes e suas respectivas tecnologias. O Quadro 2 expõe de modo estruturado as aplicações relevantes que foram atentamente observadas durante a leitura dos materiais, bem como as soluções tecnológicas que foram utilizadas para atender cada uma delas. O Quadro 3 elenca um rol de funcionalidades interessantes que foram elencadas durante a leitura dos artigos. Esse compilado de informações servirá de base para a análise de requisitos do *framework* que será proposto.

Quadro 2 – Levantamento consolidado de aplicações e soluções utilizadas nos trabalhos correlatos.

Aplicação	Solução
Tecnologias para DQ	Acelerômetro, giroscópio, sensores embutidos em um smartphone e sensor de peso.
Protocolos para comunicação entre DQ e NQ	Bluetooth.
Destinatários das notificações	Cadastro de contatos telefônicos, central de atendimento e familiares.
Informações enviadas na NQ	Localização, links para as ferramentas Google Maps e ThingSpeak, tempo da queda, posição corporal da queda, fotografia, pulsação e temperatura.
Número de projetos que possuem confirmação de entrega da NQ	Zero.
Protocolo de comunicação da NQ	3G/4G/GSM, RFID e Rádio.
Métodos e ferramentas de NQ	SMS, sinal sonoro e mensagens na ferramenta Telegram.

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 3 - Funcionalidades interessantes observadas durante a análise de trabalhos correlatos.

Funcionalidade
Permitir que o indivíduo monitorado cancele o envio da notificação de queda, indicando que se sente bem.
Disponibilizar um aplicativo em <i>smartphones</i> para interação entre observante e indivíduo monitorado, armazenamento de informações e manutenção de cadastros.
Permitir que o indivíduo monitorado peça atendimento via interação com botões à disposição em um aplicativo para <i>smartphones</i> .
Permitir que o observante converse por voz com o indivíduo monitorado.
Permitir que o observante possa interagir com o dispositivo que implementa a detecção de quedas, solicitando ou enviando informações a respeito do indivíduo monitorado.

Fonte: elaborado pelo autor.

3 MODELAGEM DO FRAMEWORK

Para conceber a proposta de um *framework* que atinja o objetivo de notificar e alertar sobre a ocorrência de eventos de quedas de pessoas, servindo de complemento para sistemas desenvolvidos que atendem, exclusivamente, a etapa de detecção do incidente, organizaram-se as ideias coletadas no estágio de investigação dos trabalhos correlatos no formato de um levantamento de requisitos.

Após o levantamento destes requisitos, modelou-se o esquema lógico relacional para o banco de dados do sistema. As seções a seguir, neste capítulo, detalham estes dois elementos que foram fundamentais para a etapa de desenvolvimento, posteriormente.

3.1 ANÁLISE DE REQUISITOS DO *FRAMEWORK*

Inicialmente, planejando as funções de que o *framework* precisa realizar para atingir o objetivo do projeto, relacionaram-se os requisitos de negócio e esses constam no Quadro 4. Ulteriormente, definindo as políticas de funcionamento como: restrições, validações, condições e exceções, arrolaram-se as regras de negócio e essas encontram-se no Quadro 5.

Quadro 4 – Requisitos de negócio.

Id	Requisitos de Negócio
RqN001	<p>Manter conta para utilização do <i>framework</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cadastrar conta <ol style="list-style-type: none"> a. Informar e-mail b. Informar senha c. Informar foto 2. Remover conta 3. Atualizar informações da conta
RqN002	<p>Manter dispositivo(s) detector(es) de queda</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cadastrar detector de queda <ol style="list-style-type: none"> a. Informar descrição para identificação do dispositivo b. Gerar identificador para o dispositivo 2. Consultar dispositivo cadastrado 3. Editar cadastro de dispositivo 4. Remover dispositivo cadastrado

Id	Requisitos de Negócio
RqN003	Manter indivíduo(s) monitorado(s) <ol style="list-style-type: none"> 1. Cadastrar indivíduo monitorado <ol style="list-style-type: none"> a. Informar nome completo b. Informar endereço ou identificador de localização c. Vincular o indivíduo a um detector de queda 2. Consultar cadastro de pessoas monitoradas 3. Editar cadastro de pessoas monitoradas 4. Remover cadastro de pessoas monitoradas
RqN004	Manter destinatário(s) das notificações de queda <ol style="list-style-type: none"> 1. Cadastrar destinatário <ol style="list-style-type: none"> a. Informar identificação do destinatário b. Informar telefone de contato c. Informar identificador na ferramenta Telegram d. Informar e-mail 2. Consultar destinatário cadastrado na conta 3. Editar destinatário cadastrado na conta 4. Remover destinatário cadastrado na conta
RqN005	Parametrizar métodos de notificações <ol style="list-style-type: none"> 1. Habilitar ou desabilitar envio de notificação por e-mail 2. Habilitar ou desabilitar envio de notificação por SMS 3. Habilitar ou desabilitar envio de notificação por Telegram
RqN006	Notificar evento de queda <ol style="list-style-type: none"> 1. Receber requisição de notificação do dispositivo detector de queda 2. Enviar notificação
RqN007	Confirmar recebimento da notificação <ol style="list-style-type: none"> 1. Receber confirmação de leitura da SMS 2. Receber confirmação de leitura da mensagem enviada na ferramenta Telegram 3. Receber confirmação de recebimento da mensagem enviada por e-mail
RqN008	Apresentar <i>dashboard</i> de status dos indivíduos monitorados <ol style="list-style-type: none"> 1. Apresentar, de forma visual, o <i>status</i> de notificações dos dispositivos

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 5 – Regras de negócio.

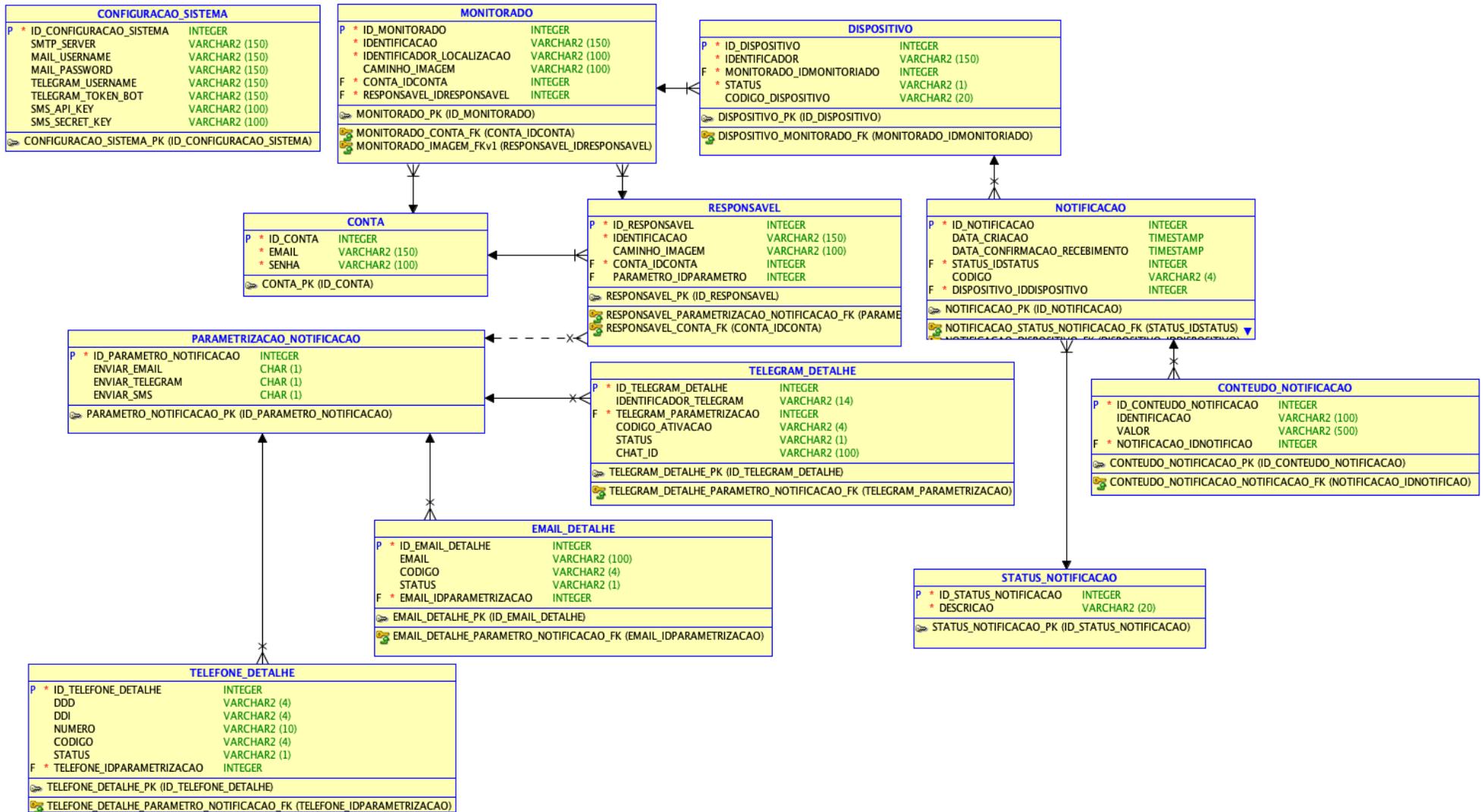
Id	RqN	Regra de Negócio
RgN001	RqN001	Não deve ser permitido ao usuário a criação de uma conta sem informar o e-mail.
RgN002	RqN001	Não deve ser permitido ao usuário a criação da conta sem informar a senha.
RgN003	RqN001	Apenas uma conta pode ser criada para um endereço de e-mail.
RgN004	RqN001	Uma conta pode ser criada sem o cadastro de uma foto.
RgN005	RqN001	A senha pode ser alterada.
RgN006	RqN002	Não deve ser permitido ao usuário cadastrar um dispositivo sem informar uma descrição de identificação.

Id	RqN	Regra de Negócio
RgN007	RqN002	O sistema deve gerar um identificador único do dispositivo para controle interno.
RgN008	RqN002	O usuário não deve ter permissão para edição do identificador único gerado pelo sistema.
RgN009	RqN002	Se o cadastro do dispositivo for removido, o identificador não pode ser reutilizado.
RgN010	RqN003	Não deve ser permitido ao usuário cadastrar um indivíduo monitorado sem informar o nome.
RgN011	RqN003	Os dados informados no cadastro do indivíduo monitorado podem ser editados.
RgN012	RqN003	O usuário pode cadastrar um indivíduo monitorado sem informar uma descrição de localização.
RgN013	RqN004	Não deve ser permitido o cadastro de um destinatário sem informar a identificação.
RgN014	RqN004	Não deve ser permitido o cadastro de um destinatário sem informar o telefone.
RgN015	RqN004	Não deve ser permitido o cadastro de um destinatário sem informar seu identificador na ferramenta Telegram.
RgN016	RqN004	Não deve ser permitido o cadastro de um destinatário sem informar seu endereço de e-mail.
RgN017	RqN004	Os dados informados no cadastro do destinatário podem ser alterados.
RgN018	RqN005	Deve estar habilitado, no mínimo, um método de notificação.
RgN019	RqN006	A requisição recebida deve ser enviada para todos os destinatários cadastrados na conta para a qual está vinculado o dispositivo.
RgN020	RqN006	A requisição que for recebida sem identificador do dispositivo deve ser ignorada.
RgN021	RqN006	A notificação entregue deverá conter todas as informações de texto enviadas pelo dispositivo detector de queda, incluindo a identificação do indivíduo monitorado para o qual está vinculado.
RgN022	RqN006	Deve ser gerado um identificador único para a notificação que servirá para controle da confirmação de recebimento.
RgN023	RqN007	Deve ser identificada a confirmação de recebimento da notificação enviada via SMS.
RgN024	RqN007	Deve ser identificada a confirmação de recebimento da notificação enviada via e-mail.
RgN025	RqN007	Deve ser identificada a confirmação de recebimento da notificação enviada via ferramenta Telegram.
RgN026	RqN007	Deve ser identificada a confirmação de recebimento da notificação enviada via dispositivo físico (hardware).
RgN027	RqN007	Se recebida a confirmação de recebimento por qualquer um dos métodos de notificação habilitados para a conta, o sistema deve utilizar o identificador da notificação para marcá-la como notificada.

Fonte: elaborado pelo autor.

3.2 ESQUEMA LÓGICO RELACIONAL DO FRAMEWORK

Figura 21 - Esquema lógico relacional do sistema NotiFall.



Fonte: elaborado pelo autor.

3.2.1 Tabela de configuração do sistema

A tabela de nome “CONFIGURACAO_SISTEMA” (Quadro 6) no Esquema Lógico Relacional, ilustrado na Figura 21, representa a entidade que armazena os dados de configurações do sistema. Estas parametrizações servem como garantia de que as configurações não estarão fixas em trechos do código fonte da ferramenta.

Quadro 6 - Detalhamento da tabela de configurações do sistema.

Coluna	Descrição
ID_CONFIGURACAO_SISTEMA	Identificador do registro na tabela.
SMTP_SERVER	Endereço do servidor SMTP para envio das mensagens de notificações enviadas via e-mail.
MAIL_USERNAME	Usuário da conta utilizada para envio das mensagens de notificação entregues via e-mail.
MAIL_PASSWORD	Senha da conta utilizada para envio das mensagens de notificação entregues via e-mail.
TELEGRAM_USERNAME	Usuário do <i>bot</i> criado para envio das mensagens de notificação entregues por meio da ferramenta Telegram.
TELEGRAM_TOKEN_BOT	<i>Token</i> do <i>bot</i> criado para envio das mensagens de notificação entregues por meio da ferramenta Telegram.
SMS_API_KEY	Chave alfanumérica utilizada para autenticar o sistema NotiFall na plataforma Nexmo para envio da SMS.
SMS_SECRET_KEY	Chave alfanumérica utilizada para utilizada como senha do sistema NotiFall na plataforma Nexmo para envio da SMS.

Fonte: elaborado pelo autor.

3.2.2 Tabela de cadastro de contas

A tabela de nome “CONTA” (Quadro 7), na Figura 21, representa a entidade que armazena os dados das contas cadastradas no sistema. Estas informações identificam a conta para a qual todos os registros das demais tabelas referenciam.

Quadro 7 - Detalhamento da tabela de cadastro de contas.

Coluna	Descrição
ID_CONTA	Identificador do registro na tabela.
EMAIL	E-mail da conta, também utilizado como <i>login</i> na plataforma.

Coluna	Descrição
SENHA	Senha de acesso à ferramenta.

Fonte: elaborado pelo autor.

3.2.3 Tabela de cadastro de responsáveis

A tabela de nome “RESPONSAVEL” (Quadro 8), ilustrada na Figura 21, representa a entidade que armazena os dados dos responsáveis vinculados à conta cadastrada no sistema. Os responsáveis registrados nesta tabela, adiante, serão vinculados ao individuo monitorado.

Quadro 8 - Detalhamento da tabela de cadastro de responsáveis.

Coluna	Descrição
ID_RESPONSAVEL	Identificador do registro na tabela.
IDENTIFICACAO	Informação de identificação do responsável que receberá notificações de seus monitorados.
CAMINHO_IMAGEM	Endereço para imagem de identificação do responsável.
CONTA_IDCONTA	Identificador da conta a qual o responsável está vinculado.
PARAMETRO_IDPARAMETRO	Identificador de referência à tabela de configuração dos métodos de notificação do responsável (Quadro 9).

Fonte: elaborado pelo autor.

3.2.4 Tabela de configuração de métodos para envio de notificações

A tabela de nome “PARAMETRIZACAO_NOTIFICACAO” (Quadro 9) representa a entidade que guarda os parâmetros de envio das notificações ao responsável cadastrado. Estas configurações indicam as formas e ferramentas pelas quais o cuidador deseja receber os alertas. Atualmente o sistema notifica por meio de mensagens enviadas por e-mail, por SMS e Telegram.

Quadro 9 - Detalhamento da tabela de parâmetro para envio de notificações ao responsável.

Coluna	Descrição
ID_PARAMETRO_NOTIFICACAO	Identificador do registro na tabela.
ENVIAR_EMAIL	Campo de verdadeiro ou falso para indicar se o responsável deseja ser notificado por e-mail.
ENVIAR_TELEGRAM	Campo de verdadeiro ou falso para indicar se o responsável deseja ser notificado por Telegram.
ENVIAR_SMS	Campo de verdadeiro ou falso para indicar se o responsável deseja ser notificado por SMS.

Fonte: elaborado pelo autor.

3.2.5 Tabela de cadastro de informações do Telegram

A tabela de nome “TELEGRAM_DETALHE” na Figura 21 representa a entidade que armazena as informações de cadastro do responsável na ferramenta Telegram. Se o interessado possui o valor “verdadeiro” na coluna “ENVIAR_TELEGRAM” da tabela “PARAMETRIZACAO_NOTIFICACAO” (Quadro 10), o sistema utilizará esses dados para enviar a notificação do incidente via Telegram.

Quadro 10 - Detalhamento da tabela de cadastro de informações do Telegram.

Coluna	Descrição
ID_TELEGRAM_DETALHE	Identificador do registro na tabela.
IDENTIFICADOR_TELEGRAM	Identificador da conta do responsável no Telegram.
CHAT_ID	Identificador utilizado pelo sistema para enviar mensagens diretamente ao responsável. Essa informação é preenchida pelo fluxo descrito na seção 4.1.4.
CODIGO_ATIVACAO	Código de 4 dígitos alfanuméricos utilizados pelo responsável para confirmar as informações do Telegram cadastradas. O fluxo de confirmação dos dados do Telegram está descrito na seção 4.1.4.
STATUS	Informação que demonstra se as informações já foram confirmadas pelo responsável. O fluxo de confirmação dos dados do Telegram está descrito na seção 4.1.4.
TELEGRAM_PARAMETRIZACAO	Identificador de referência à tabela de configuração dos métodos de notificação do responsável (Quadro 9).

Fonte: elaborado pelo autor.

3.2.6 Tabela de cadastro de informações de e-mail

A tabela de nome “EMAIL_DETALHE” (Quadro 11) armazena os endereços de e-mail do responsável. Se o interessado possui o valor “verdadeiro” na coluna “ENVIAR_EMAIL” da tabela “PARAMETRIZACAO_NOTIFICACAO” (Quadro 9), o sistema utilizará esses dados para enviar a notificação do incidente via e-mail.

Quadro 11 - Detalhamento da tabela de cadastro de informações de e-mail.

Coluna	Descrição
ID_EMAIL_DETALHE	Identificador do registro na tabela.
EMAIL	Endereço de e-mail do responsável.
CODIGO	Código de 4 dígitos alfanuméricos utilizados pelo responsável para confirmar as informações de e-mail cadastradas. O fluxo de confirmação dos dados de e-mail está descrito na seção 4.1.4.
STATUS	Informação que demonstra se as informações já foram confirmadas pelo responsável. O fluxo de conformação dos dados de e-mail está descrito na seção 4.1.4.
EMAIL_IDPARAMETRIZACAO	Identificador de referência à tabela de configuração dos métodos de notificação do responsável (Quadro 9).

Fonte: elaborado pelo autor.

3.2.7 Tabela de cadastro de informações de telefone

A tabela de nome “TELEFONE_DETALHE” (Quadro 12) é responsável por armazenar os números de contato do responsável. Se o interessado possui o valor “verdadeiro” na coluna “ENVIAR_SMS” da tabela “PARAMETRIZACAO_NOTIFICACAO” (Quadro 9), o sistema utilizará esses dados para enviar a notificação do incidente via SMS.

Quadro 12 - Detalhamento da tabela de cadastro de informações de telefone.

Coluna	Descrição
ID_TELEFONE_DETALHE	Identificador do registro na tabela.
DDD	DDD do número de telefone do responsável.

Coluna	Descrição
DDI	DDI do número de telefone do responsável.
NUMERO	Número de telefone do responsável.
CODIGO	Código de 4 dígitos alfanuméricos utilizados pelo responsável para confirmar as informações de telefone cadastradas. O fluxo de confirmação dos dados de telefone está descrito na seção 4.1.4.
STATUS	Informação que demonstra se as informações já foram confirmadas pelo responsável. O fluxo de conformação dos dados de telefone está descrito na seção 4.1.4.
TELEFONE_IDPARAMETRIZACAO	Identificador de referência à tabela de configuração dos métodos de notificação do responsável (Quadro 9).

Fonte: elaborado pelo autor.

3.2.8 Tabela de cadastro de monitorados

A tabela de nome “MONITORADO” (Quadro 13) diz respeito a entidade que armazena os dados dos monitorados vinculados à conta cadastrada no sistema. Essa entidade representa a pessoa que está sendo monitorada pelos sistemas que detectam quedas.

Quadro 13 - Detalhamento da tabela de cadastro de monitorados.

Coluna	Descrição
ID_MONITORADO	Identificador do registro na tabela.
IDENTIFICACAO	Identificação da pessoa ou elemento que está sendo monitorado pelo sistema de detecção de quedas.
IDENTIFICADOR_LOCALIZACAO	Informação sobre a localização da pessoa ou elemento que está sendo monitorado pelo sistema de detecção de quedas. Essa localização pode ser um endereço de residência, leito de hospital, sala ou outro dado.
CAMINHO_IMAGEM	Endereço para imagem de identificação do responsável.
CONTA_IDCONTA	Identificador da conta a qual o responsável está vinculado.
RESPONSAVEL_IDRESPONSAVEL	Identificador do responsável pelo monitorado.

Fonte: elaborado pelo autor.

3.2.9 Tabela de cadastro de dispositivos

A tabela de nome “DISPOSITIVO” na Figura 21 representa a entidade que armazena os dados dos dispositivos vinculados aos monitorados cadastrados no sistema. O dispositivo representa o sistema, aparato, mecanismo ou solução externa que realiza a etapa detecção da queda. Sendo assim, essa tabela serve para cadastrar e vincular os detectores ao sistema desenvolvido.

Quadro 14 - Detalhamento da tabela de cadastro de dispositivos.

Coluna	Descrição
ID_DISPOSITIVO	Identificador do registro na tabela.
IDENTIFICADOR	Identificação da solução que detecta quedas
CODIGO_DISPOSITIVO	Código de 4 dígitos alfanuméricos utilizados pelo sistema que detecta quedas para confirmar as informações cadastradas. O fluxo de confirmação dos dados do dispositivo está descrito na seção 4.1.2.
STATUS	Informação que demonstra se as informações já foram confirmadas pelo sistema que detecta quedas. O fluxo de conformação dos dados de telefone está descrito na seção 4.1.2.
MONITORADO_IDMONITORIADO	Identificador do monitorado ao qual o dispositivo está vinculado.

Fonte: elaborado pelo autor.

3.2.10 Tabela de cadastro de notificações

A tabela de nome “NOTIFICACAO” (Quadro 15) representa a entidade que armazena os dados das notificações recebidas pelo sistema. De acordo com o processo descrito na Figura 35, quando os sistemas que detectam quedas reconhecem um incidente, uma notificação será enviada à plataforma e seus dados serão registrados nessa tabela.

Quadro 15 - Detalhamento da tabela de cadastro de notificações.

Coluna	Descrição
ID_NOTIFICACAO	Identificador do registro na tabela.
DISPOSITIVO_IDDISPOSITIVO	Identificador do dispositivo ao qual a notificação está vinculada (Quadro 14).

Coluna	Descrição
STATUS_IDSTATUS	Identificador do status atual da notificação ().
DATA_CRIACAO	Data e hora de recebimento da notificação.
DATA_CONFIRMACAO_RECEBIMENTO	Data e hora na qual um responsável respondeu que estava ciente deste registro de notificação.
CODIGO	Código de 4 dígitos alfanuméricos utilizado pelo sistema para compor a mensagem de confirmação enviada aos responsáveis

Fonte: elaborado pelo autor.

3.2.11 Tabela de cadastro de conteúdo da notificação

A tabela de nome “CONTEUDO_NOTIFICACAO” (Quadro 16) representa a entidade que armazena os detalhes enviados pelos dispositivos que detectam quedas. Quando a notificação for enviada aos responsáveis pelo monitorado, esses dados farão parte do conjunto de informações entregues. Os campos são livres para que, desta forma, as soluções externas tenham liberdade para enviar o conteúdo que for necessário e que enriqueça o material entregue ao responsável.

Quadro 16 - Detalhamento da tabela de cadastro de conteúdo da notificação.

Coluna	Descrição
ID_CONTEUDO_NOTIFICACAO	Identificador do registro na tabela.
IDENTIFICACAO	Descrição que identifique o tipo de informação que será entregue.
VALOR	Informação a ser entregue pela notificação.
NOTIFICACAO_IDNOTIFICAO	Identificador da notificação ao qual o conteúdo está vinculado.

Fonte: elaborado pelo autor.

3.2.12 Tabela de cadastro de status da notificação

A tabela de nome “STATUS_NOTIFICACAO” (Quadro 17) representa a entidade que armazena os dados de domínio dos *status* de notificação. Esses dados não estão sob gestão do usuário da ferramenta e já estão pré-definidos pela modelagem da solução.

Quadro 17 - Detalhamento da tabela de cadastro de status da notificação.

Coluna	Descrição
ID_STATUS_NOTIFICACAO	Identificador do registro na tabela.
DESCRICAO	Descrição do status. Os valores possíveis são: <ul style="list-style-type: none">• “Enviada”: para notificações que o sistema recebeu do dispositivo que detectou a queda e enviou ao responsável.• “Recebida”: para notificações em que o responsável já confirmou o recebimento.

Fonte: elaborado pelo autor.

3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo lógico relacional evoluiu constantemente ao longo do projeto por conta do acréscimo de novas funcionalidades e outras necessidades. Após a definição dessa estrutura para banco e dados, iniciou-se o desenvolvimento do software que fará uso deste modelo para armazenar os dados da aplicação. A construção da solução está descrita no próximo capítulo.

4 O FRAMEWORK NOTIFALL

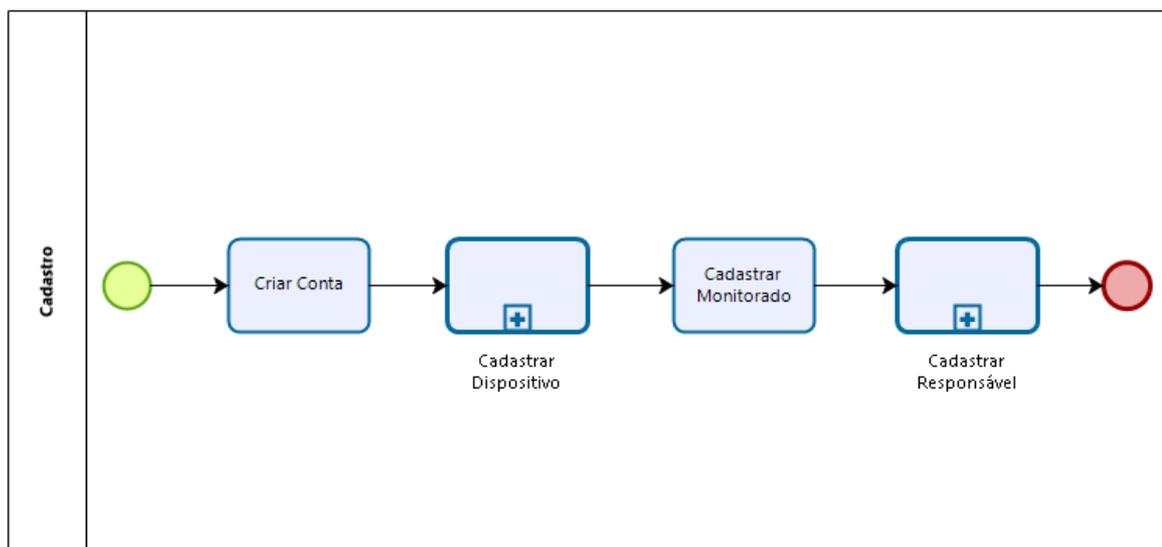
As características elencadas no Quadro 2 foram abstraídas na modelagem descrita no capítulo 3 e empregadas no desenvolvimento da ferramenta. O *framework* proposto possui um fluxo dividido em duas fases, sendo a primeira o processo de cadastro de uma conta e demais informações e a segunda os procedimentos de notificação dos alertas de quedas recebidos.

As fases possuem uma sequência ordinal de execução, pois não há como enviar as notificações de queda (segunda fase) sem o devido conhecimento dos destinatários e suas formas de contato (primeira fase). O detalhamento do fluxo das duas fases, bem como suas especificações técnicas, está descrito nas seções deste capítulo.

4.1 FLUXO DE CADASTRO DE INFORMAÇÕES

O Quadro 2 torna evidente a obrigação de cadastrar as informações do monitorado, do observante responsável por ele e do dispositivo encarregado por alertar quando o incidente ocorrer. Essa necessidade está caracterizada nos requisitos de negócio RqN001 ao RqN005 do Quadro 4 e nas regras de negócio RgN001 à RgN018 do Quadro 5. A Figura 22 demonstra, de forma macro, como este fluxo está aplicado no *framework* proposto.

Figura 22 - Visão macro do fluxo de cadastro.



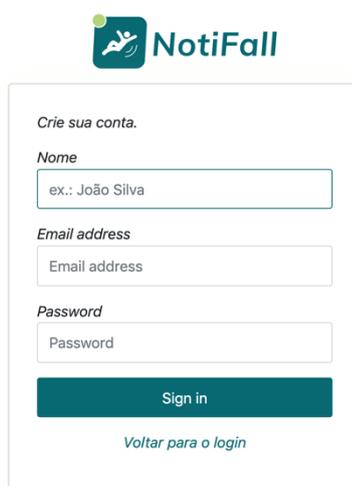
Fonte: elaborado pelo autor.

As subseções a seguir demonstram como ocorreu a transformação das especificações de requisitos e regras mencionadas e do fluxo da Figura 22 em um artefato em forma de um sistema web. Suas telas serão apresentadas no aprofundamento que segue.

4.1.1 Criar Conta

A Figura 23 demonstra a implementação do requisito de negócio RqN001 do Quadro 4. As validações feitas em tela atendem às regras de negócio RgN001 à RgN001 do Quadro 5.

Figura 23 - Tela de cadastro de conta.



A imagem mostra a interface de usuário para a criação de uma conta no sistema NotiFall. No topo, há o logotipo da empresa, que consiste em um ícone de uma mão segurando um objeto verde, seguido pelo nome "NotiFall" em uma fonte azul. Abaixo do logotipo, o texto "Crie sua conta." introduz o formulário. O formulário contém três campos de entrada: "Nome" com o exemplo "ex.: João Silva", "Email address" e "Password". Cada campo é precedido por seu respectivo rótulo. Abaixo dos campos, há um botão verde com o texto "Sign in" em branco. Na base do formulário, há um link azul com o texto "Voltar para o login".

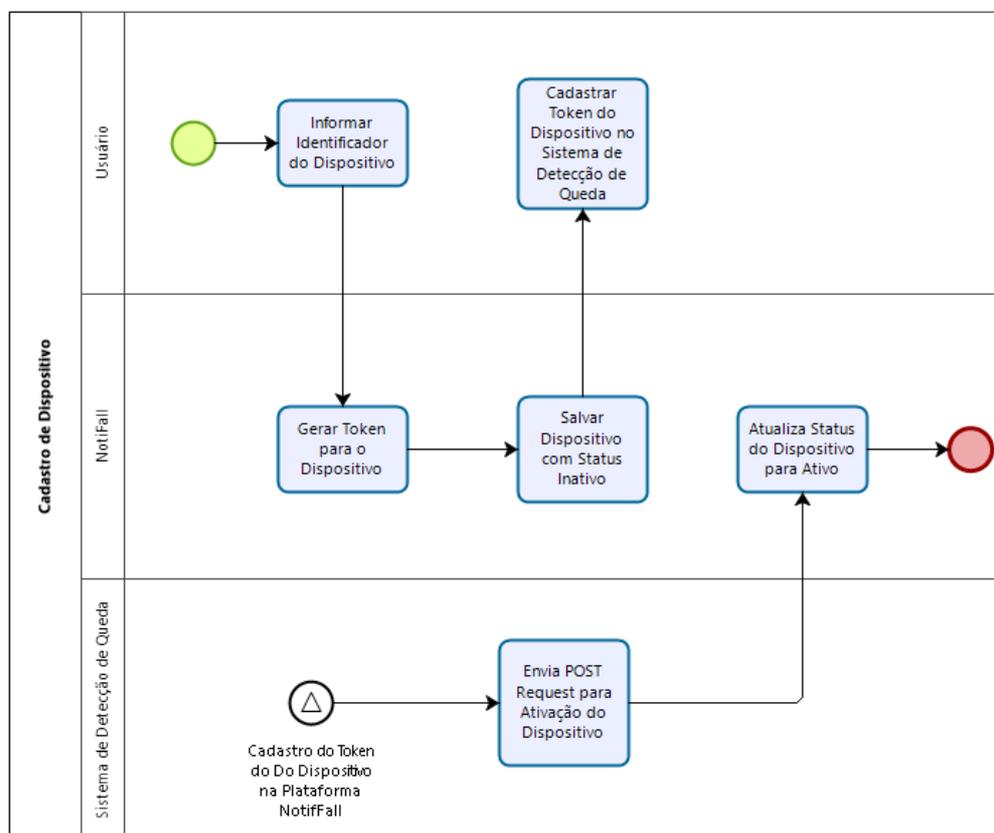
Fonte: elaborado pelo autor.

4.1.2 Cadastrar Dispositivo

A Figura 22 demonstra que o passo “Cadastrar Dispositivo” possui uma notação de subprocesso, ou seja, além do preenchimento das informações de cadastro do dispositivo que detecta a queda, é necessário executar passos complementares. A

Figura 24 apresenta as interações entre o usuário, o sistema NotiFall e o sistema de detecção de queda.

Figura 24 - Fluxo de cadastro de dispositivo.



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 25 - Tela de cadastro de dispositivo.

The screenshot shows the 'Cadastro Dispositivos' (Device Registration) page in the NotiFall application. The page has a sidebar with navigation links: 'Notificações', 'Responsáveis', 'Dispositivos', and 'Monitorados'. The main content area features a header with the title 'Cadastro Dispositivos' and a subtitle: 'It uses utility classes for typography and spacing to space content out within the larger container.' Below the header, there are three input fields: 'Identificador' (with an example 'Ex.: Exemplo de identificador'), 'Código' (with an example 'Ex.: YAS&66#@'), and 'Status' (with a dropdown menu showing 'Ativo'). A 'Salvar' button is located at the bottom right of the form.

Fonte: elaborado pelo autor.

Em detalhes, o processo especifica os seguintes passos:

1. **Informar Identificador do Dispositivo:** o campo “Identificador” da Figura 25 deve ser preenchido com um nome de identificação do dispositivo.
2. **Gerar Token para o Dispositivo:** no momento do cadastro do dispositivo, o sistema gera um identificador único (*token*) para que, posteriormente, o sistema que detectou a queda envie o alerta com este código, tornando possível reconhecer o monitorado atrelado a ele.
3. **Salvar o Dispositivo com Status Inativo:** o dispositivo será salvo com *status* de inativo até que o passo descrito no item “5” a seguir seja executado.
4. **Cadastrar o Token do Dispositivo no Sistema de Detecção de Queda:** o sistema que detecta a queda deve oferecer ao usuário uma tela, aplicativo ou outro mecanismo que permita o cadastro do *token* gerado na pelo NotiFall.
5. **Enviar POST Request para Ativação do Dispositivo:** após salvar o *token* informado no passo descrito no item “4”, o sistema que detecta

queda, deve enviar uma requisição do tipo POST para o endereço “ap1/v1/ativacoes/ativar/{token}”.

6. **Atualizar Status do Dispositivo para Ativo:** após receber a requisição de ativação descrita no item “5”, o sistema considera que o dispositivo está apto a enviar notificações de queda por meio do *framework* NotiFall.

O cadastro de dispositivo se refere ao requisito de negócio RqN002 do Quadro 4. As validações feitas em tela atendem às regras de negócio RgN006 à RgN009 do Quadro 5.

4.1.3 Cadastrar Monitorado

A Figura 26 atende ao requisito de negócio RqN003 do Quadro 4. As validações feitas em tela atendem às regras de negócio RgN010 à RgN010 do Quadro 5.

Figura 26 - Tela de cadastro de monitorado.

The screenshot shows the 'Cadastro Monitorados' form in the NotiFall application. The form is titled 'Cadastro Monitorados' and includes a subtitle: 'It uses utility classes for typography and spacing to space content out within the larger container.' The form fields are:

- Identificador:** Text input field with placeholder 'Ex.: Exemplo de identificador'.
- Localização:** Text input field with placeholder 'Ex.: -29.662118,-51.0174381,17.17'.
- Imagem:** File upload field with 'Choose file' and 'Browse' buttons.
- Responsáveis:** Dropdown menu with 'Selecione...' as the selected option.
- Dispositivos:** Dropdown menu with 'KUPJ8_0' as the selected option.

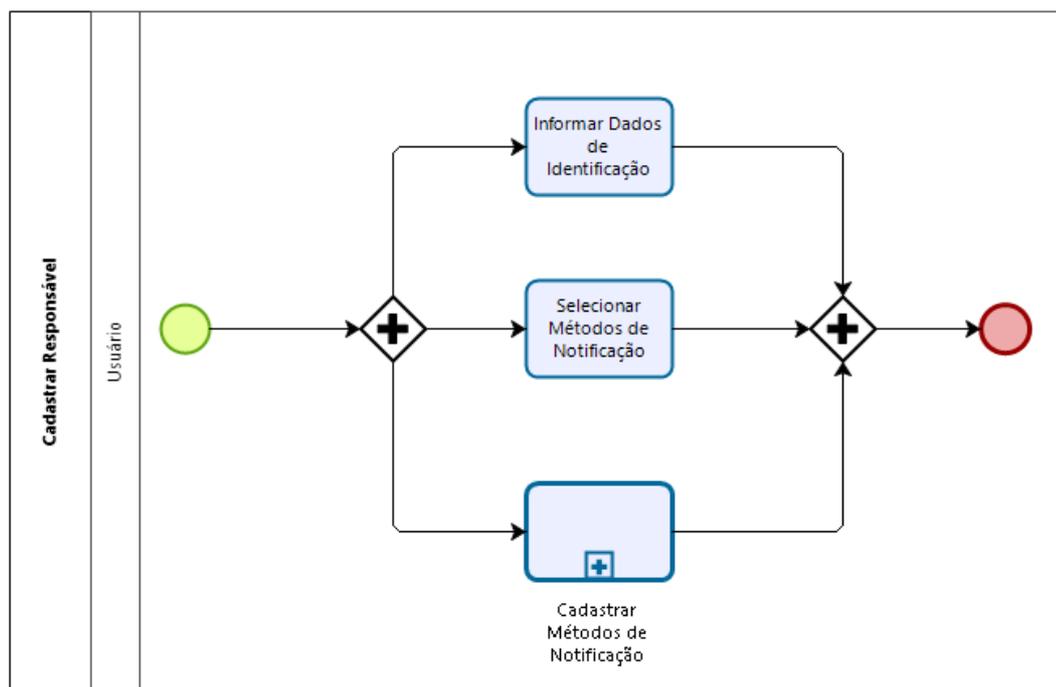
A 'Salvar' button is located at the bottom right of the form.

Fonte: elaborado pelo autor.

4.1.4 Cadastrar Responsável

A Figura 27 demonstra três processos que ocorrem em paralelo. O preenchimento das informações do cadastro do responsável ocorre na tela ilustrada pela Figura 28.

Figura 27 - Fluxo de cadastro de responsável.



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 28 - Tela de cadastro de responsável.

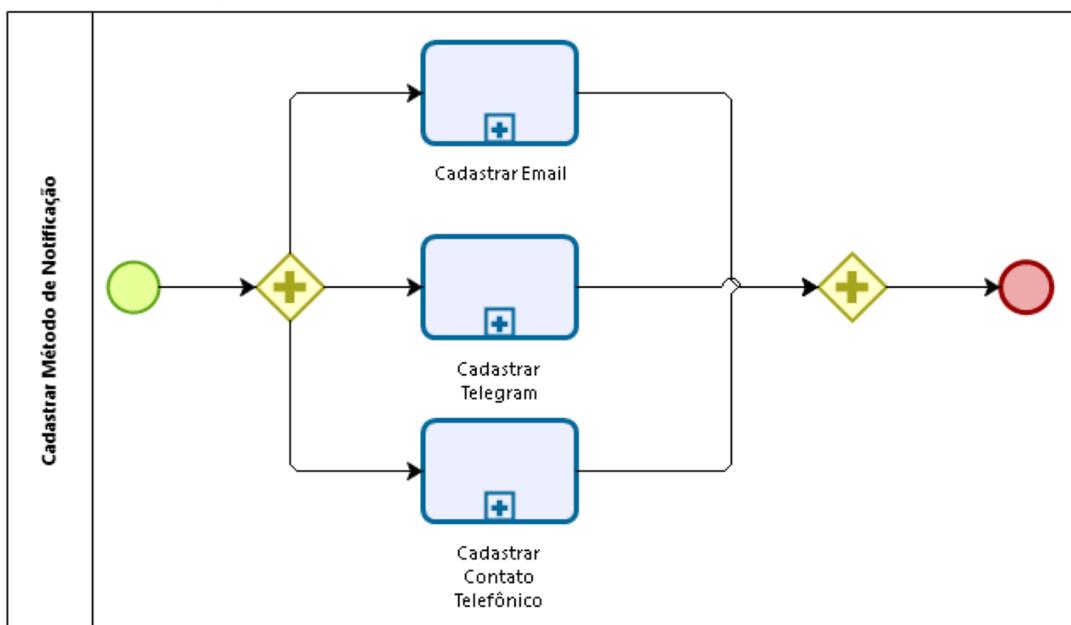
The screenshot shows the 'NotiFall' web application interface. On the left is a sidebar with navigation links: 'Notificações', 'Responsáveis', 'Dispositivos', and 'Monitorados'. The main content area is titled 'Tela de cadastro de responsável'. It features two input fields at the top: 'Identificador:' with a placeholder 'Ex.: Exemplo de identificador' and 'Imagem:' with a 'Choose file' button and a 'Browse' button. Below these are three sections for adding contact information: 'E-mails cadastrados' with a red placeholder 'Texto Sem e-mail cadastrado' and an 'Adicionar e-mail' button; 'Telefones cadastrados' with a red placeholder 'Texto sem teledone cadastrado' and an 'Adicionar telefone' button; and 'Telegram cadastrados' with a red placeholder 'Texto sem telegram cadastrado' and an 'Adicionar Telegram' button. At the bottom, there are three checkboxes: 'Aceito receber e-mails', 'Aceito receber SMS', and 'Aceito receber Telegram', followed by a 'Salvar' button.

Fonte: elaborado pelo autor.

Em detalhes, o processo especifica os seguintes passos:

1. **Informar Dados de Identificação:** esta etapa compreende o preenchimento dos campos “Identificador” e “Imagem” da tela ilustrada pela Figura 28.
2. **Selecionar Métodos de Notificação:** o usuário deve selecionar por meio dos campos “Aceito receber e-mails”, “Aceito receber SMS” e “Aceito receber Telegram” da tela ilustrada pela Figura 28, quais os métodos de notificação serão utilizados para enviar o alerta de queda ao responsável que está sendo cadastrado.
3. **Cadastrar Métodos de Notificação:** de acordo com a Figura 27, este passo possui uma notação de subprocesso, indicando a necessidade de ações complementares. O registro dos métodos de notificação pode ocorrer na tela ilustrada pela Figura 28 em três etapas paralelas, conforme Figura 29.

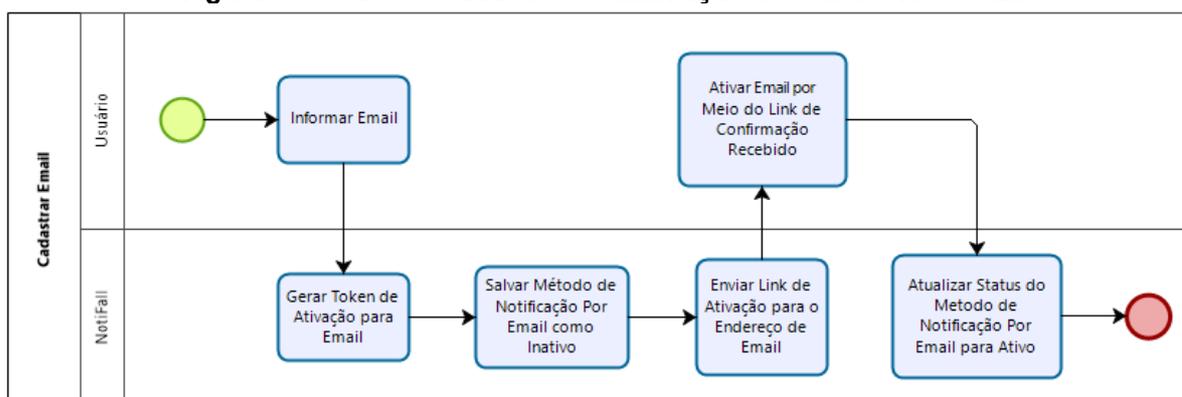
Figura 29 - Fluxo de cadastro de método de notificação.



Fonte: elaborado pelo autor.

- a. **Cadastrar E-mail:** o cadastro de e-mail requer, basicamente, que o usuário, após a confirmação do formulário, confirme a veracidade do e-mail por meio do *link* de ativação que será enviado para o endereço informado. Esse processo está explanado na Figura 30.

Figura 30 - Fluxo de cadastro e confirmação do contato via e-mail.

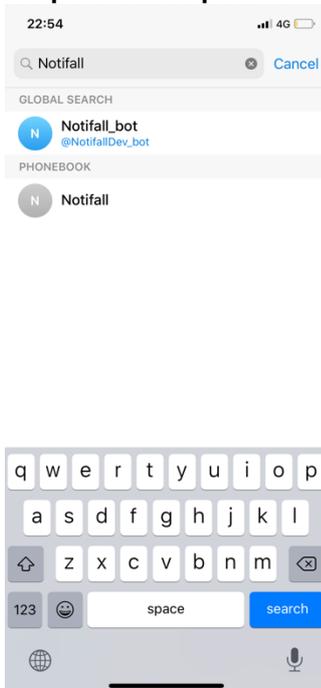


Fonte: elaborado pelo autor.

- b. **Cadastrar Telegram:** o cadastro do endereço na ferramenta Telegram demanda que o usuário, após a confirmação do formulário, pesquise nos contatos do aplicativo Telegram o *bot* da plataforma NotiFall (Figura 31). Posteriormente, utilizar o

comando `/registrar` seguindo do *token* informado em tela, conforme Figura 32. Esse processo está explanado na Figura 33.

Figura 31 - Busca pelo *bot* da plataforma no Telegram.



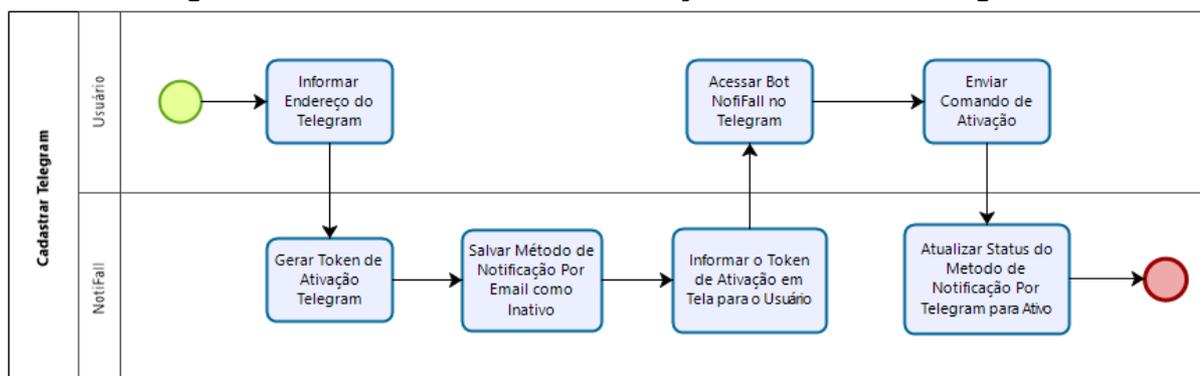
Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 32 - Envio do comando `/registrar` para ativar o contato via Telegram.



Fonte: elaborado pelo autor.

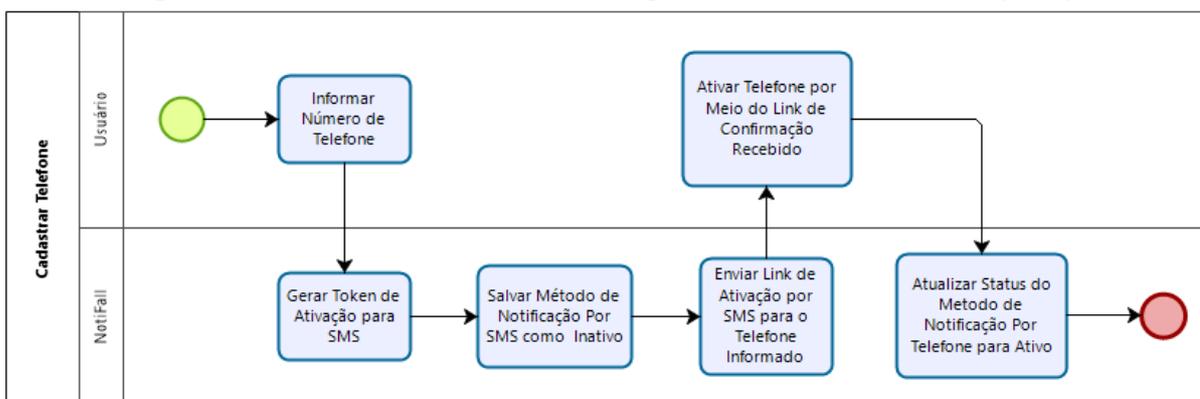
Figura 33 - Fluxo de cadastro e confirmação do contato via Telegram.



Fonte: elaborado pelo autor.

- c. **Cadastrar Contato Telefônico:** o cadastro de telefone determina que o usuário, após a confirmação do formulário, confirme a veracidade do contato por meio do *link* de ativação que será enviado via SMS para o número informado. Esse processo está explanado na Figura 34.

Figura 34 - Fluxo de cadastro e confirmação do contato via telefone (SMS).



Fonte: elaborado pelo autor.

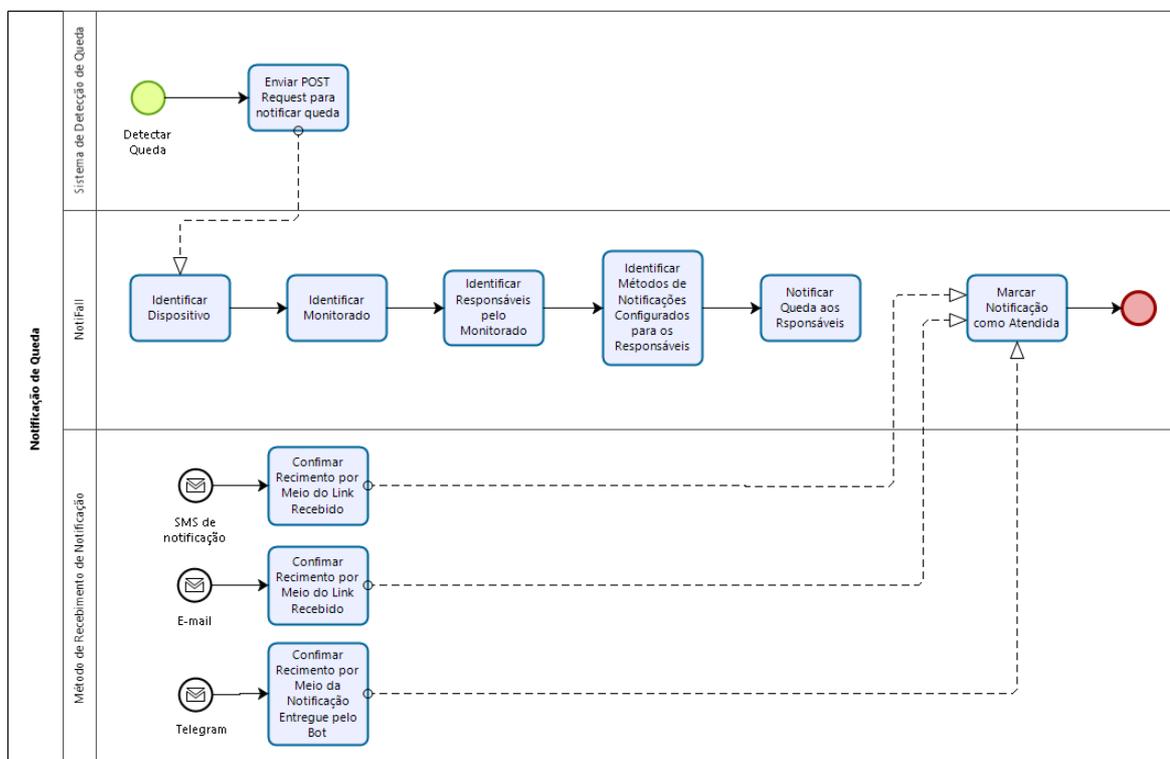
O fluxo de cadastro de responsável se refere aos requisitos de negócio RqN004 e RqN005 do Quadro 4. As validações feitas em tela atendem às regras de negócio RgN014 à RgN017 do Quadro 5.

4.2 FLUXO DE NOTIFICAÇÕES

Após a execução da etapa de cadastro das informações, a plataforma NotiFall está apta a receber notificações de queda por meio serviços (*end points*) disponíveis para os sistemas de detecção de queda. O fluxo de notificações está especificado nos

requisitos de negócio RqN006 ao RqN007 do Quadro 4 e nas regras de negócio RgN019 à RgN027 do Quadro 5. A Figura 35 demonstra o encadeamento aplicado no *framework* proposto.

Figura 35 - Fluxo de recebimento e confirmação de leitura das notificações.



Fonte: elaborado pelo autor.

Em detalhes, o processo descreve os seguintes passos:

1. **Enviar POST Request para Notificar Queda:** após a constatação da queda, o sistema de detecção pode enviar uma requisição do tipo POST para o caminho "ap1/v1/notificacoes/notificar", com o *body* especificado pela documentação da API da plataforma NotiFall.
2. **Identificar Dispositivo:** no *body* da requisição do tipo POST enviada pelo sistema de detecção de queda, consta o *token* de identificação do dispositivo cadastrado na plataforma NotiFall. De posse desse código, é possível identificar qual dispositivo enviou o alerta.
3. **Identificar Monitorado:** após a identificação do dispositivo que enviou a notificação de queda, é possível reconhecer o monitorado ao qual ele está vinculado.

4. **Identificar Responsável pelo Monitorado:** ao reconhecer o monitorado, o sistema buscará o responsável pela prestação de socorro vinculado a ele no momento do cadastro das informações no sistema web da plataforma NotiFall.
5. **Identificar Métodos de Notificações Configurados e Ativos para o Responsável:** conhecendo o responsável, o sistema busca as parametrizações de métodos de notificação configurados conforme o tópico 4.1.4.
6. **Notificar Queda aos Responsáveis:** dado que o método de notificação já fora confirmado pelo responsável, o sistema envia o alerta de notificação de queda. A Figura 37 (a) ilustra um exemplo da notificação via SMS, a Figura 37 (b) demonstra a notificação entregue via Telegram e a Figura 37 (c) exemplifica a notificação entregue via ferramenta e-mail.
7. **Confirmar Recebimento Por Meio do Link Recebido (Notificação Via SMS):** neste método de notificação, o responsável pode informar à plataforma NotiFall que está ciente do ocorrido acessando o link que fora entregue no texto da SMS. A Figura 38 (a) ilustra a mensagem apresentada quando ocorre a confirmação.
8. **Confirmar Recebimento Por Meio do Link Recebido (Notificação Via E-mail):** neste método de notificação, o responsável pode informar à plataforma NotiFall que está ciente do ocorrido acessando o botão “Ok. Estou ciente!” que fora entregue no corpo do E-mail, vide Figura 37 (c) A Figura 38 (a) ilustra a mensagem apresentada quando ocorre a confirmação.
9. **Confirmar Recebimento Por Meio da mensagem entregue pelo Bot (Notificação Via Telegram):** neste método de notificação, o responsável pode informar à plataforma NotiFall que está ciente do ocorrido acessando o botão “Ok. Estou ciente!” que fora entregue no texto da mensagem entregue via Telegram (a Figura 37 (a)). A Figura 38 (b) ilustra a mensagem apresentada quando ocorre a confirmação.
10. **Marcar Notificação como Atendida:** após a confirmação do recebimento do alerta de queda registrada por meio de um dos cenários

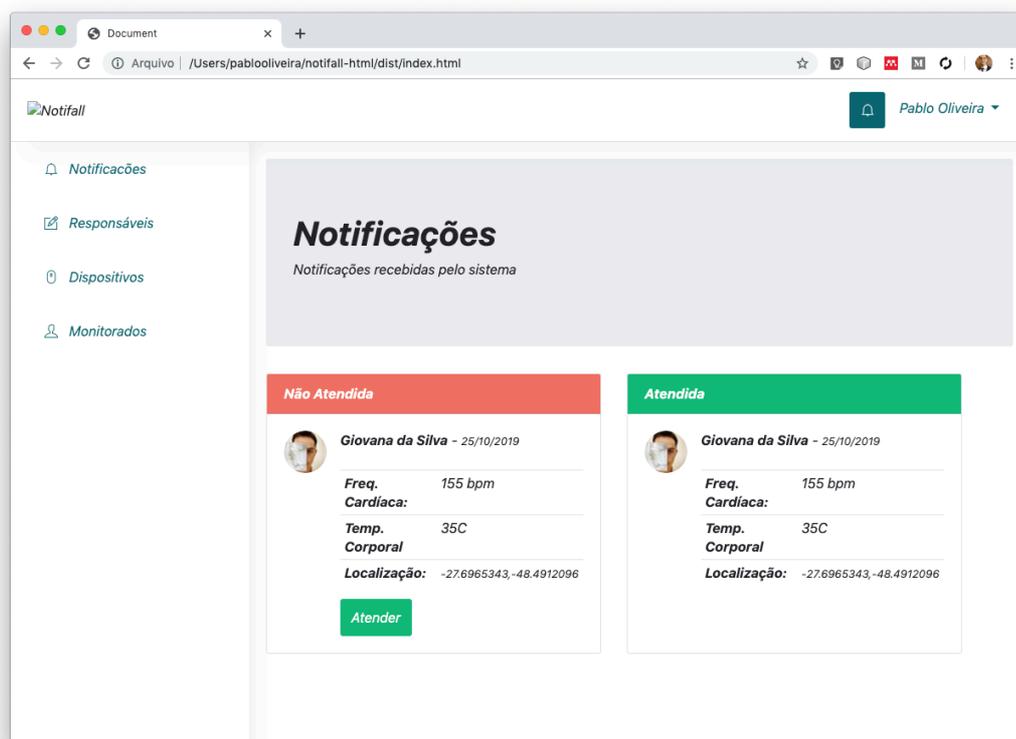
descritos no item 8, 9 ou 7 deste fluxo, o sistema atualiza o status da notificação para “Atendido”.

O fluxo de envio de notificações representa o desenvolvimento dos requisitos de negócio RqN006 e RqN007 do Quadro 4. As validações feitas em tela atendem às regras de negócio RgN021 à RgN027 do Quadro 5.

4.3 DASHBOARD DE NOTIFICAÇÕES

A página de *dashboard* de notificações é a primeira tela a ser apresentada para o usuário ao acessar o sistema. Essa funcionalidade lista todas as notificações recebidas pelo sistema e, por meio desta, é possível verificar o *status* de atendimento dos alertas enviados.

Figura 36 - Tela de *dashboard* de notificações.



Fonte: elaborado pelo autor.

O fluxo de envio de notificações representa o desenvolvimento do requisito de negócio RqN008 do Quadro 4. A tela não possui campos para entrada de informações, dessa forma, não possui validações especificadas.

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fluxo de cadastro está ainda em evolução e precisa ser concluído. O desenvolvimento priorizou a finalização de todo o fluxo de notificação de incidentes de quedas pois este era o real objetivo do projeto. No próximo capítulo será apresentada a fase de experimentação do projeto, bem como suas análises e conclusões preliminares.

5 AVALIAÇÃO DO FRAMEWORK NOTIFALL

Para analisar se o *framework* desenvolvido atendeu aos objetivos do projeto que, de forma geral, visavam executar de forma efetiva a notificação de incidentes de queda para os responsáveis interessados, foi realizado um experimento de teste da ferramenta e, posteriormente, uma entrevista com os participantes. Este capítulo descreve a experimentação, as entrevistas e conclusões concebidas após a análise dos resultados.

5.1 EXPERIMENTO REALIZADO

A experiência contou com 8 (oito) voluntários convidados, sendo que 3 (três) atuam profissionalmente como enfermeiros e 5 (cinco) são desenvolvedores de software. Dos 5 (cinco) desenvolvedores, 2 (dois) possuem mestrado em computação aplicada e dissertaram sobre tecnologias voltadas para área da saúde. Esses perfis multidisciplinares enriqueceram as discussões técnicas sobre o tema.

Os integrantes do experimento se dispuseram a fornecer seus dados de e-mail, telefone e Telegram para serem cadastrados na ferramenta e consentiram em interagir com as notificações fictícias de queda que foram enviadas em momentos desconhecidos para eles durante um intervalo de 50 horas. O Quadro 18 lista a data e o horário aproximado de envio das notificações simuladas.

Quadro 18 - Data e hora de envio das notificações simuladas de quedas.

Identificação	Data	Horário Aproximado
Notificação 1	03/11/2019	18h16
Notificação 2	04/11/2019	00h40
Notificação 3	04/11/2019	08h05
Notificação 4	04/11/2019	12h24
Notificação 5	04/11/2019	20h32
Notificação 6	05/11/2019	01h07
Notificação 7	05/11/2019	19h42

Fonte: elaborado pelo autor.

O fluxo simulado se refere ao da Figura 35 e as informações enviadas nas notificações fictícias de queda são baseadas no levantamento consolidado no Quadro 2. Na intenção de entregar dados variados, proporcionando uma experiência distinta a cada alerta, foram encaminhados detalhes diferentes em cada iteração. O Quadro 19 lista o conjunto de dados entregues em cada uma das 7 (sete) notificações de queda.

Quadro 19 - Informações enviadas nas notificações simuladas de quedas.

Identificação	Valores
Notificação 1	<ul style="list-style-type: none"> • Frequência Cardíaca: 167 bpm • Temperatura Corporal: 36 °C • Pressão Arterial: 140/90 mmHg
Notificação 2	<ul style="list-style-type: none"> • Localização da queda: https://goo.gl/maps/iNs14KZJnxyFR4iJA
Notificação 3	<ul style="list-style-type: none"> • Frequência Respiratória: 24 rpm • Temperatura Corporal: 36 °C
Notificação 4	<ul style="list-style-type: none"> • Frequência Cardíaca: 150 bpm • Posição da Queda: De frente
Notificação 5	<ul style="list-style-type: none"> • Frequência Cardíaca: 140 bpm • Tempo da Queda: 1,1 ms
Notificação 6	<ul style="list-style-type: none"> • Localização da Queda: https://goo.gl/maps/7SKvCwNwQZnApn7w5 • Tipo de Movimento: Caminhando
Notificação 7	<ul style="list-style-type: none"> • Frequência Cardíaca: 144 bpm • Temperatura Corporal: 36 °C

Fonte: elaborado pelo autor.

O RqN005 do Quadro 4 especifica os métodos de notificações suportados pelo sistema. Para que houvesse uma configuração heterogênea em parte dos voluntários do experimento, 3 dos 8 não possuíam todos os métodos de notificação configurados. O Quadro 20 demonstra a relação entre os participantes e suas parametrizações.

Quadro 20 - Métodos de notificação configurados para os participantes do experimento.

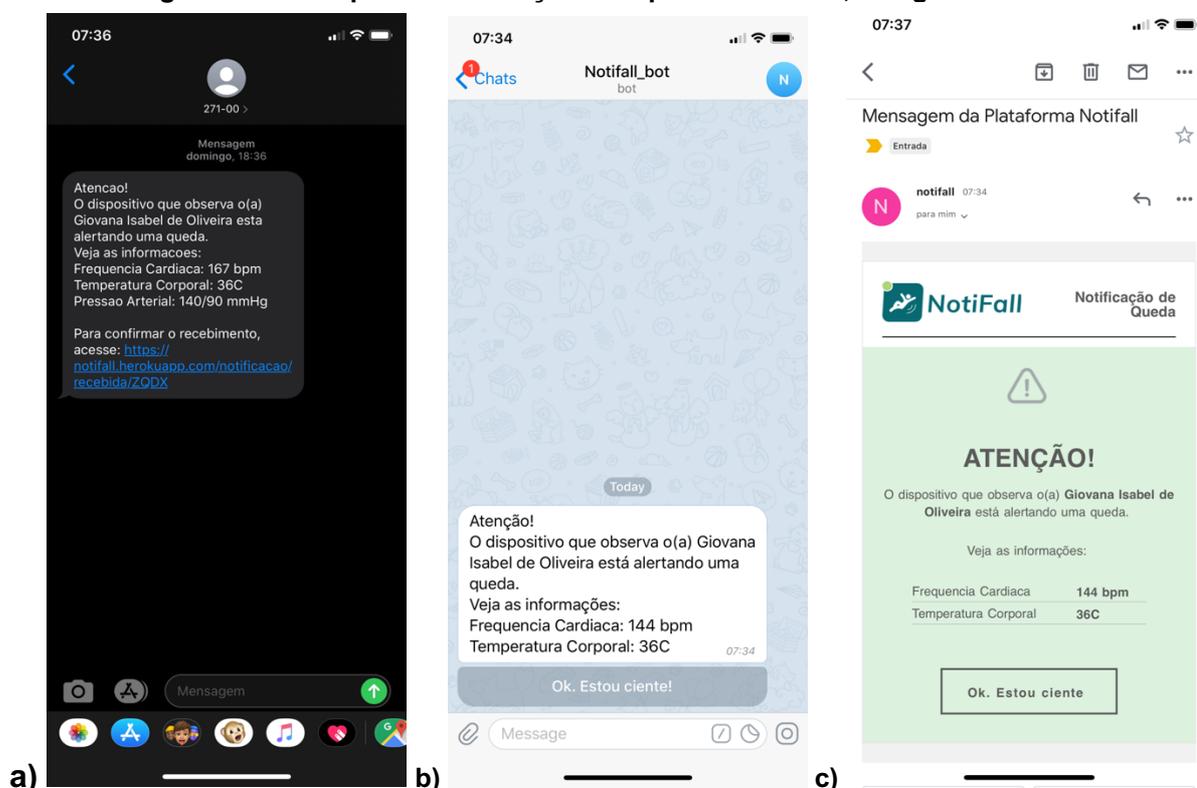
Identificação	Recebe E-mail	Recebe Telegram	Recebe SMS
Participante 1	Sim	Sim	Sim
Participante 2	Sim	Sim	Sim
Participante 3	Sim	Sim	Sim
Participante 4	Sim	Sim	Sim

Identificação	Recebe E-mail	Recebe Telegram	Recebe SMS
Participante 5	Não	Sim	Sim
Participante 6	Sim	Sim	Sim
Participante 7	Não	Sim	Sim
Participante 8	Não	Não	Sim

Fonte: elaborado pelo autor.

Percebe-se que todos os métodos de notificação são acessados por meio de plataformas para *smartphones*. Sendo assim, os participantes foram instruídos a utilizarem normalmente seus aparelhos e que, dentro do intervalo de horas acordado, estariam recebendo notificações de quedas simuladas enviadas pelo NotiFall. Ao receber a mensagem, os participantes deveriam atuar, informando que estavam cientes do ocorrido.

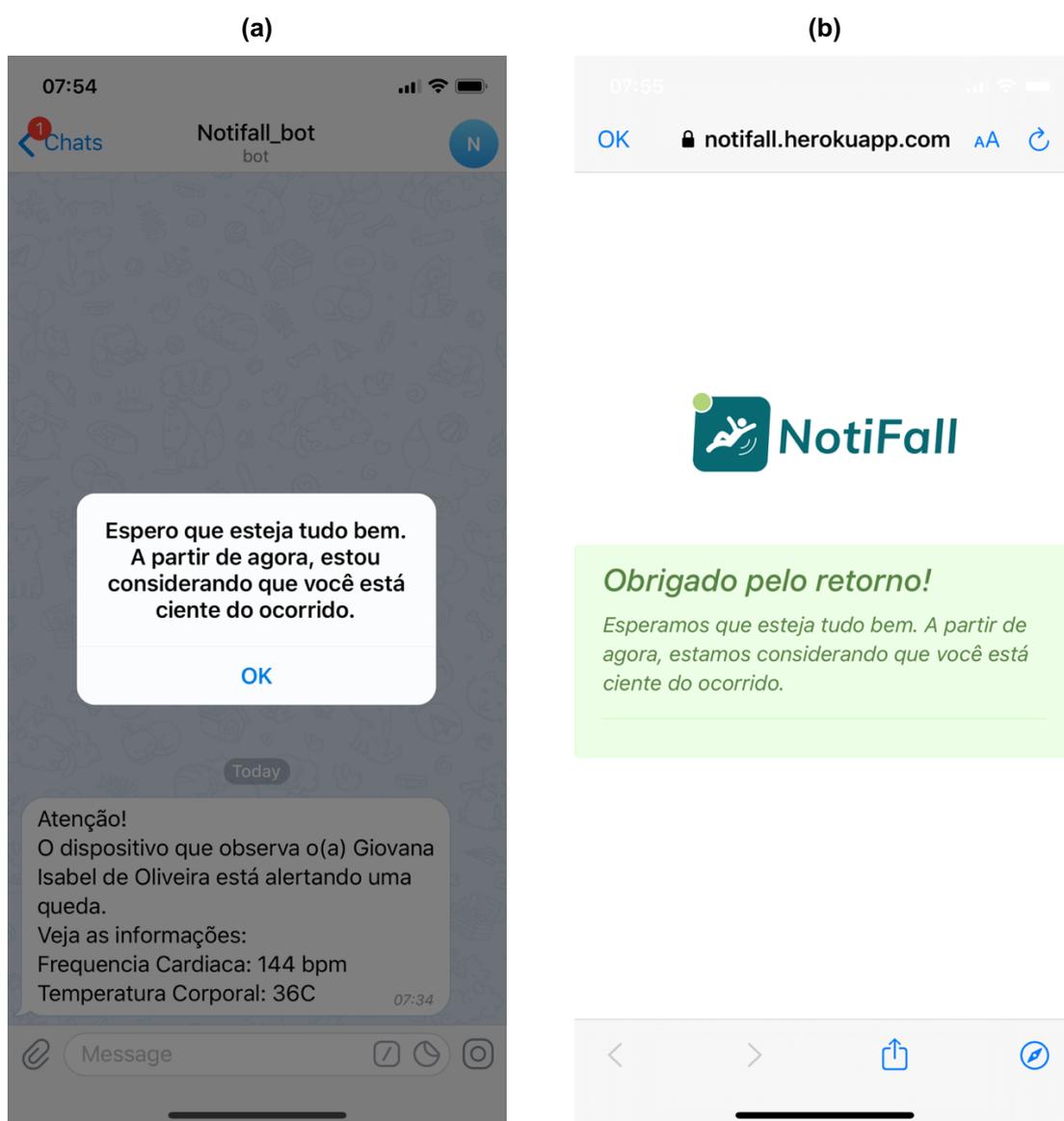
Figura 37 - Exemplo de notificações de quedas via SMS, Telegram e e-mail.



Fonte: elaborado pelo autor.

Os participantes deveriam informar ao NotiFall que estavam ciente por meio de uma das 3 notificações. Esta ação é realizada acessando o link disponível no conteúdo da SMS, conforme a Figura 37 (a) ou por meio do botão “Ok. Estou ciente!”, na mensagem do Telegram, ilustrada pela a Figura 37 (b); ou ainda, acessando a opção “Ok. Estou ciente”, disponível no corpo do e-mail, conforme a Figura 37 (c). A Figura 38 (a) representa a mensagem apresentada quando o voluntário confirma via ferramenta Telegram e a Figura 38 (b) ilustra a tela entregue quando o recebimento da notificação é confirmado via e-mail ou SMS.

Figura 38 - Exemplo de mensagem apresentada após a confirmação de recebimento via ferramenta Telegram.



Fonte: elaborado pelo autor.

Enfatizou-se aos participantes que a confirmação de recebimento da notificação poderia ser feita apenas por meio de um dos três métodos. Dado que o alerta já esteja respondido e o voluntário tente acessar novamente a opção de confirmação, o sistema apresenta uma mensagem informando que ela já se encontra como atendida.

Conforme Quadro 19, o experimento enviou 7 notificações em horários diferentes aos participantes. As subseções que seguem neste capítulo descrevem a entrevista realizada com os voluntários e as conclusões possíveis de compreender a partir da análise das respostas e dos dados extraídos nas notificações.

5.2 ENTREVISTAS

De acordo com Marconi e Lakatos (2017), uma entrevista é um encontro entre duas pessoas para que, mediante conversação, seja possível obter informações a respeito de determinado assunto. Neste caso, a pauta era a relação do participante com o experimento realizado. Muitas das perguntas são objetivas e poderiam ser respondidas por meio de um formulário, mas optou-se por uma entrevista estruturada porque, ao responder apenas "sim" ou "não", o entrevistado não fornece detalhes ou percepções que explicam a sua resposta e essas informações podem enriquecer as conclusões obtidas durante a análise dos dados.

5.2.1 Perguntas Aplicadas na Entrevista Estruturada

1. Ao aceitar participar do experimento, foi fácil compreender a finalidade da ferramenta proposta?
2. Você considera que os mecanismos de confirmação de leitura da notificação proporcionaram uma boa usabilidade?
3. Qual o método de notificação proporcionou um alerta mais eficiente?
4. Qual o método de notificação proporcionou um alerta menos eficiente?
5. Você acredita que os métodos de notificação contemplados no *framework* foram eficientes para notificá-lo do ocorrido?
6. Você mudaria suas configurações de notificação para que os alertas sempre ocorram de forma que chamem a atenção?

7. Você considera que cadastrar informações como telefone, Telegram, e-mail e outros dados é uma abordagem muito invasiva?
8. Há outro método de notificação que você poderia receber? Se sim, quais?
9. Como foi sua interação com as notificações recebidas durante a madrugada?
10. Você possui pessoas na família que precisam de um sistema de monitoramento de quedas?
11. Quais informações você considera importante que sejam enviadas pelo dispositivo ao responsável pelo monitorado?
12. Você aplicaria esta mesma proposta de *framework* notificação para outro tipo de evento?
13. Você acredita na importância de mostrar à ferramenta que você está ciente do ocorrido?
14. Quando você não atende a notificação durante um tempo pré-determinado, você considera que receber novamente o alerta seria mais eficiente?
15. Dado que haja mais de um responsável configurado para o monitorado, você considera mais importante que eles sejam notificados em sequência, desde que o anterior não tenha atendido, ou que sejam todos notificados de uma vez?
16. Você encontrou alguma dificuldade em interagir com as notificações do NotiFall?
17. Em uma escala de 1 a 5, sendo 0 (zero) irrelevante e 5 (cinco) muito relevante, o quão relevante este mecanismo de notificação seria para você e para a sua vida atualmente?
18. Você acredita que, por ser um experimento com notificações de quedas fictícias, houve impacto no nível de atenção que você despendeu para o experimento?
19. Você possui alguma contribuição, observação, questionamento ou crítica para o que foi proposto?

5.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para analisar o resultado do experimento, produziu-se uma síntese da resposta de todos os participantes sobre cada uma das perguntas e, ao fim desse processo, confrontou-se o que foi dito com os dados obtidos pelas interações dos voluntários com as mensagens do NotiFall. No Quadro 21 é possível verificar a data e hora de

envio e resposta individual das notificações entregues aos integrantes, bem como seu tempo de resposta, *status* e método de cada confirmação.

Quadro 21 - Relação de notificações e seus respectivos dados de atendimento por participante.

Notificação	Data e Hora de Envio	Data e Hora de Recebimento	Tempo de Resposta (minutos)	Participante
Notificação 1	2019-11-03 18:16:19	2019-11-03 19:10:08	53	Participante 1
Notificação 1	2019-11-03 18:16:48	2019-11-03 18:31:14	14	Participante 2
Notificação 1	2019-11-03 18:17:41	2019-11-03 18:42:16	24	Participante 7
Notificação 1	2019-11-03 18:18:48	2019-11-03 18:18:59	0	Participante 5
Notificação 1	2019-11-03 18:19:40	2019-11-03 18:20:54	1	Participante 3
Notificação 1	2019-11-03 18:20:12	2019-11-03 18:20:30	0	Participante 6
Notificação 1	2019-11-03 18:20:36	2019-11-03 18:30:17	9	Participante 4
Notificação 1	2019-11-03 18:21:00	2019-11-03 19:20:06	59	Participante 8
Notificação 2	2019-11-04 00:39:13	2019-11-04 04:45:46	246	Participante 1
Notificação 2	2019-11-04 00:39:37	2019-11-04 00:39:55	0	Participante 7
Notificação 2	2019-11-04 00:40:00	2019-11-04 06:21:26	341	Participante 2
Notificação 2	2019-11-04 00:40:17	2019-11-04 05:40:21	300	Participante 5
Notificação 2	2019-11-04 00:40:37	2019-11-04 07:04:03	383	Participante 3
Notificação 2	2019-11-04 00:40:54	2019-11-04 07:45:38	424	Participante 6
Notificação 2	2019-11-04 00:41:09	2019-11-04 00:41:47	0	Participante 4
Notificação 2	2019-11-04 00:41:21	2019-11-04 00:57:45	16	Participante 8
Notificação 3	2019-11-04 08:05:43	2019-11-04 08:09:31	3	Participante 1
Notificação 3	2019-11-04 08:06:04	2019-11-04 08:06:43	0	Participante 7
Notificação 3	2019-11-04 08:06:22	2019-11-04 08:06:43	0	Participante 2
Notificação 3	2019-11-04 08:07:27	2019-11-04 08:52:09	44	Participante 5
Notificação 3	2019-11-04 08:07:39	2019-11-04 08:11:03	3	Participante 3
Notificação 3	2019-11-04 08:08:03	2019-11-04 08:08:10	0	Participante 6
Notificação 3	2019-11-04 08:08:20	2019-11-04 09:18:26	70	Participante 4
Notificação 3	2019-11-04 08:08:50	Não atendida	Não atendida	Participante 8
Notificação 4	2019-11-04 12:24:31	2019-11-04 12:26:08	1	Participante 1
Notificação 4	2019-11-04 12:25:44	2019-11-04 12:37:48	12	Participante 7
Notificação 4	2019-11-04 12:26:11	2019-11-04 12:28:09	1	Participante 2

Notificação	Data e Hora de Envio	Data e Hora de Recebimento	Tempo de Resposta (minutos)	Participante
Notificação 4	2019-11-04 12:26:21	2019-11-04 12:52:58	26	Participante 5
Notificação 4	2019-11-04 12:26:29	2019-11-04 12:26:51	0	Participante 3
Notificação 4	2019-11-04 12:26:37	2019-11-04 20:56:50	510	Participante 6
Notificação 4	2019-11-04 12:26:45	2019-11-04 12:40:32	13	Participante 4
Notificação 4	2019-11-04 12:26:52	Não atendida	Não atendida	Participante 8
Notificação 5	2019-11-04 20:32:35	2019-11-04 20:32:49	0	Participante 1
Notificação 5	2019-11-04 20:32:47	2019-11-04 20:51:29	18	Participante 7
Notificação 5	2019-11-04 20:32:58	2019-11-04 20:36:58	4	Participante 2
Notificação 5	2019-11-04 20:33:06	2019-11-04 20:40:20	7	Participante 5
Notificação 5	2019-11-04 20:33:17	2019-11-04 20:59:46	26	Participante 3
Notificação 5	2019-11-04 20:33:25	2019-11-04 20:56:40	23	Participante 6
Notificação 5	2019-11-04 20:33:34	2019-11-04 20:34:03	0	Participante 4
Notificação 5	2019-11-04 20:33:50	2019-11-05 01:10:29	276	Participante 8
Notificação 6	2019-11-05 01:07:24	2019-11-05 04:04:08	176	Participante 1
Notificação 6	2019-11-05 01:07:56	2019-11-05 01:08:10	0	Participante 7
Notificação 6	2019-11-05 01:08:19	2019-11-05 06:14:15	305	Participante 2
Notificação 6	2019-11-05 01:08:33	2019-11-05 08:52:06	463	Participante 5
Notificação 6	2019-11-05 01:08:54	2019-11-05 06:27:29	318	Participante 3
Notificação 6	2019-11-05 01:09:16	2019-11-05 20:43:15	1173	Participante 6
Notificação 6	2019-11-05 01:09:28	2019-11-05 10:14:03	544	Participante 4
Notificação 6	2019-11-05 01:09:41	2019-11-05 01:10:35	0	Participante 8
Notificação 7	2019-11-05 19:42:47	2019-11-05 19:43:15	0	Participante 1
Notificação 7	2019-11-05 19:43:07	2019-11-06 00:01:13	258	Participante 7
Notificação 7	2019-11-05 19:43:25	2019-11-05 20:19:03	35	Participante 2
Notificação 7	2019-11-05 19:43:47	2019-11-05 19:51:57	8	Participante 5
Notificação 7	2019-11-05 19:43:59	2019-11-05 20:38:13	54	Participante 3
Notificação 7	2019-11-05 19:44:21	2019-11-05 20:43:17	58	Participante 6
Notificação 7	2019-11-05 19:44:30	2019-11-05 21:00:32	76	Participante 4
Notificação 7	2019-11-05 19:45:03	2019-11-06 15:00:46	1155	Participante 8

Fonte: elaborado pelo autor.

5.3.1 Síntese e Análise das Respostas

- **Pergunta 1:** os participantes responderam de forma unânime afirmando que foi fácil de compreender qual a finalidade da ferramenta proposta.
- **Pergunta 2:** todos os integrantes do experimento afirmaram que as mensagens entregues pelo sistema NotiFall proporcionaram uma boa usabilidade, permitindo interagir de forma fácil.
- **Pergunta 3:** nesta pergunta foi descartada a resposta do participante 8 porque, de acordo com o Quadro 20, este indivíduo estava configurado para receber alertas apenas via SMS. Assim sendo, 6 dos 7 participantes restantes consideram que as mensagens entregues pela ferramenta Telegram são as mais eficientes em chamar a atenção e 1 dos 7 participantes considerou o e-mail mais eficaz porque recebe alertas mais perceptíveis por este meio. Essa realidade pode ser confirmada no Quadro 22 que apresenta, de forma individualizada por método de notificação, a quantidade de alertas confirmados.

Quadro 22 - Total de notificações atendidos por método.

Telegram	SMS	E-mail
36	14	4

Fonte: elaborado pelo autor.

É importante destacar que foram enviadas 56 notificações de quedas fictícias, 7 para cada um dos 8 voluntários, e duas não foram atendidas pelo participante 9. Dessa forma, a soma dos números apontados no Quadro 22 é igual a 54 notificações. Também é importante lembrar que, de acordo com o Quadro 20, o participante 8 recebeu mensagens apenas via SMS, culminando no aumento do indicador do SMS no Quadro 22.

- **Pergunta 4:** nesta pergunta, pelo mesmo motivo descrito na questão 3, foi descartada a resposta do participante 9. Então, 4 dos 7 membros restantes do experimento afirmam que o e-mail é o método menos eficiente em notificar o incidente.

As justificativas dão conta de que isso ocorre porque a caixa de entrada dos usuários em seus correios eletrônicos está saturada de *newsletter*, *e-mail* e outros tipos de propagandas. Com isso, o alerta do NotiFall se dissolve entre

as mensagens ignoradas. Os outros 3 participantes afirmam que SMS é o menos competente.

É interessante observar que, mesmo que o SMS não seja o método mais competente em chamar a atenção, esse mecanismo permite comunicar o ocorrido aos responsáveis que estão em locais nos quais não há conexão com a internet. Essa constatação traz a ideia de pode ser interessante obrigar que o responsável tenha um telefone cadastrado.

- **Pergunta 5:** todos os participantes afirmam que os métodos de notificação contemplados no *framework* foram eficientes em chamar a atenção. Dentre as respostas, há observações que mencionam como uma característica positiva o envio de notificações por métodos diferentes ao mesmo tempo, aumentando a probabilidade do alerta ser notado. Para esta pergunta, houve duas ressalvas, a primeira sobre os alertas recebidos na madrugada que, na maioria das vezes, eram percebidos apenas ao amanhecer. Essa questão será aprofundada na pergunta 9. A segunda, sobre o SMS que, por vezes, era visto muito tempo depois.
- **Pergunta 6:** todos os entrevistados declararam que, em uma situação real de monitoramento, mudariam suas configurações e hábitos relacionados a notificação em seus *smartphones*. Entretanto, alguns mencionaram que esta ação pode depender de algumas condições como, por exemplo, o estado da pessoa monitorada, sendo que, quanto mais crítico, maior a probabilidade de rever as definições. Uma enfermeira do grupo de participantes atua como cuidadora e reforça que essa mudança seria imprescindível para o trabalho. Inclusive, ocorreu de um participante ativar os sinais sonoros e visuais para interagir com o NotiFall, mesmo que as orientações iniciais indicassem que esse procedimento não era necessário.
- **Pergunta 7:** de forma consonante, os participantes informaram que não veem problemas em cadastrar os dados de contato e sugeriram que o sistema apresente uma mensagem esclarecendo a finalidade para a qual serão utilizados. Esta pergunta tem objetivo de examinar a existência de alguma resistência, mesmo que velada, no provimento dessas informações.
- **Pergunta 8:** houve 4 registros nas respostas solicitando que fosse acrescentada a chamada de voz como método de notificação, principalmente para resolver a ineficiência em alertar durante o horário da madrugada. Além

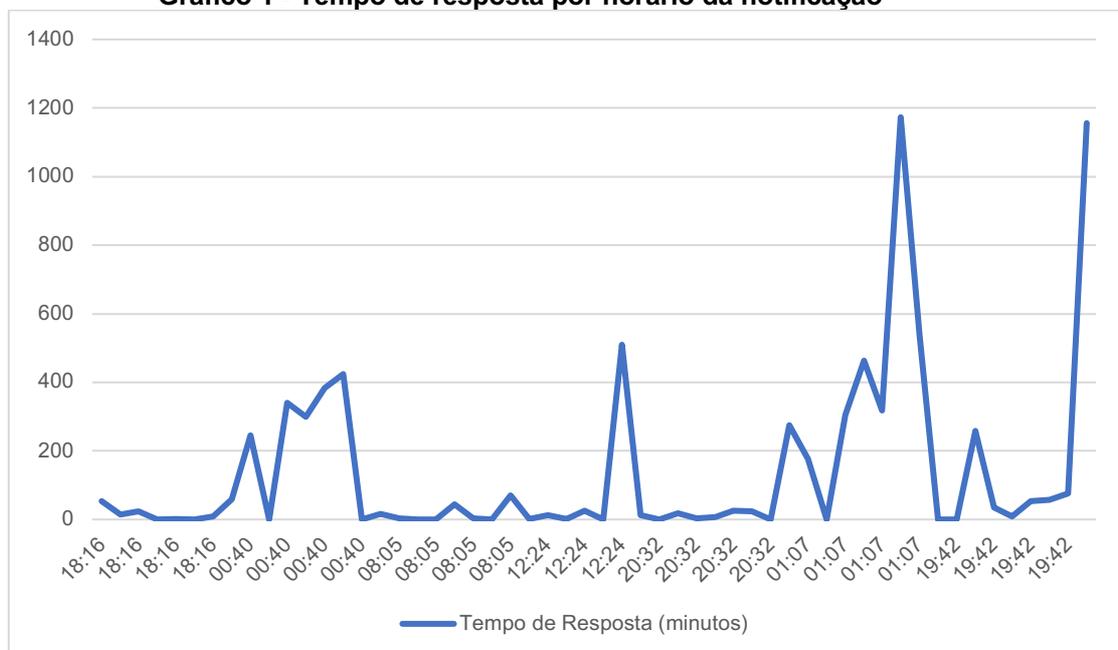
dessa, em 2 respostas sugeriram a ferramenta WhatsApp e justificaram descrevendo que, atualmente, estão constantemente checando as mensagens nessa plataforma. Por fim, a ferramenta Skype também foi citada.

- **Pergunta 9:** 7 dos 8 entrevistados mencionaram que as notificações da madrugada não foram notadas ao chegarem. O único que destoou desta resposta relata que não teve problemas porque os alertas chegaram em momentos que ainda estava acordado.

Para contornar essa situação, 2 participantes anunciaram que ativariam os alertas de sonoros e visuais durante a noite em uma situação real. Outros 2 reiteraram a importância de o NotiFall suportar o envio de notificações via chamada de voz.

Esta pergunta revela o cenário no qual o NotiFall detém a sua maior deficiência: notificação de incidentes de queda em horários na madrugada e/ou enquanto as pessoas dormem com o *smartphone* próximo de si. É possível comprovar esta situação no Gráfico 1, onde é apresentada a relação do tempo de resposta com o horário da notificação. O Gráfico 2 torna ainda mais perceptível o aumento no tempo de resposta durante a madrugada, pois exibe o tempo médio de atendimento para cada uma das sete notificações enviadas.

Gráfico 1 - Tempo de resposta por horário da notificação



Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 2 - Média do tempo de resposta por horário da notificação

Fonte: elaborado pelo autor.

Espera-se que o monitorado não esteja em atividade nestes horários, mas esse contexto não pode ser menosprezado. Diante dessas observações e das sugestões feitas pelos voluntários, esses pontos serão explorados na seção de trabalhos futuros.

- **Pergunta 10:** somente 1 dos 8 participantes não vislumbra ninguém próximo que necessita de um sistema de monitoramento de queda. Dos outros 7, 4 asseguram que o NotiFall poderia contribuir para o monitoramento de suas avós. Inclusive, um participante revela que sua avó possui, atualmente, um cuidador contratado em virtude de um acidente por queda com atendimento tardio.
- **Pergunta 11:** a lista que segue é um compilado de todas as sugestões feitas para responder esta pergunta, eliminando as repetidas. São elas:
 - Frequência cardíaca, localização e frequência respiratória deveriam constar sempre.
 - Estado do monitorado após a queda, informando, por exemplo, se está consciente.
 - Recados e outros detalhes informados por uma pessoa sobre ocorrido (2 menções).
 - Ângulo da queda é muito importante porque permite prever o que ocorreu e quais as possíveis lesões.

- Legenda para os sinais vitais. Dessa forma, leigos conseguem verificar se os valores aferidos demonstram um caso crítico (2 menções).

É importante lembrar que esses dados, na verdade, são fornecidos pelo dispositivo que detecta a queda. As propostas desta questão podem servir como insumo para um guia de necessidades relatadas pelos usuários e que poderá ser entregue no manual de integração da plataforma NotiFall.

- **Pergunta 12:** a relação a seguir é um agrupamento de todas as sugestões feitas para responder esta pergunta, eliminando as repetidas. São elas:
 - Notificação de disparo em alarme residencial (2 menções).
 - Notificação de queda de luz em um bairro.
 - Notificação quando os sinais vitais apresentarem anomalia (2 menções).
 - Notificação de atualização do *status* de atendimento de uma solicitação. Entrega dos correios, por exemplo.
 - Monitoramento da disponibilidade da internet na empresa (2 menções).

Outras aplicações para o sistema NotiFall serão abordadas na seção de trabalhos futuros. Essas sugestões também podem servir como exemplos de outras finalidades para o *framework* que foi concebido, inicialmente, apenas como complemento para sistemas que detectam quedas de pessoas.

- **Pergunta 13:** esta pergunta possui a missão de verificar se os usuários enxergam valor em interagir com o sistema de envio de notificações. Foi possível constatar que os participantes estão conscientes da importância de responder às notificações e que essa ação serve para que o sistema tome decisões em seu fluxo de funcionamento. 7 dos 8 participantes concordaram com a importância.

O participante 8 negou e justifica relatando que sempre esquece de confirmar. Conforme pode ser visto no Quadro 21, essa mesma pessoa deixou 2 notificações sem atendimento. Presume-se que o motivo da falta de resposta advém dessa característica do usuário. Sendo assim, atenta-se para esse indicativo de que o sistema NotiFall precisa de uma política de reenvio da notificação.

- **Pergunta 14:** apenas 1 participante expõe que, na sua opinião, deveria enviar somente uma notificação, mas que a política de reenvio poderia ser parametrizável a gosto do usuário. Os demais acreditam ser importante enviar

- a notificação novamente em casos de não atendimento e 4 complementam que a repetição do alerta deve ocorrer principalmente quando o incidente for grave.
- **Pergunta 15:** 4 dos 8 participantes recomendam que a notificação seja enviada para todos ao mesmo tempo. Os demais descrevem que o sistema deve permitir a escolha de responsáveis prioritários que são notificados primeiro e, caso não respondam, notifica os demais. Sobre esta questão, o participante 5 provoca uma reflexão que gera uma hipótese: notificar a todos, ao mesmo tempo, gera a instauração de pânico, resultando em atitudes equivocadas por parte dos responsáveis pois se preocuparão apenas em atender o incidente e não em contatar uns aos outros para fins de organização, resultando em falha de comunicação e retrabalho.
 - **Pergunta 16:** as duas dificuldades mencionadas pelos participantes não resultam em melhorias que poderiam ser aplicadas ao NotiFall, mas é importante que sejam apresentadas. São elas:
 - Link no corpo da SMS diminui a praticidade porque precisa selecionar o navegador no *smartphone*.
 - Por vezes, a SMS demora pra chegar.
 - **Pergunta 17:** as respostas desta pergunta estão diretamente relacionadas com o que foi dito na questão 10. Um participante considera que, atualmente, um sistema como o NotiFall é irrelevante, um participante afirma que é pouco relevante, um voluntário permaneceu como neutro e os demais, principalmente entre os profissionais da saúde, declaram que seria muito relevante.
 - **Pergunta 18:** 5 participantes confirmaram que, por serem notificações de quedas fictícias, a percepção de risco e o interesse de responder imediatamente foi menor. Os demais voluntários afirmam que teriam o mesmo nível de atenção em um monitoramento real.
 - **Pergunta 19:** ao longo de toda a entrevista, os participantes explanaram suas propostas de melhorias, Além destas, a seguir, apresenta-se o rol de sugestões feitas pelos voluntários ao responder essas perguntas.
 - Notificar aos demais responsáveis quando a notificação foi atendida.
 - Uma funcionalidade de interação com os responsáveis de tempos em tempos para lembrá-lo que deve ficar atento às notificações que pode vir a receber da plataforma.

- Funcionalidade de “Notificar o próximo”, indicando que não consegue atender e que o responsável seguinte deve executar uma ação.
- Verificar se faz mesmo sentido entregar para leigos os dados de sinais vitais da pessoa no momento da queda, pois isso pode gerar interpretações erradas visto que desconhecem a área.
- Aplicar inteligência artificial para constatar os horários e ferramentas que a pessoa mais atende.
- Uma funcionalidade que permita ao monitorado pedir socorro aos responsáveis em situações diferentes de uma queda.
- Quando enviar a localização, junto do *link* deveria ser enviada a descrição do endereço com dados da rua, número e outros dados.

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sinopse das respostas gerou um material denso para análise e permitiu diversas constatações e interpretações. Esse resultado servirá para as conclusões apresentadas no próximo capítulo.

6 CONCLUSÃO

Durante a descrição da síntese das respostas na seção 5.3.1 foi possível conhecer boa parte das interpretações consolidadas a partir das respostas da entrevista. De forma objetiva, afirma-se que todos os participantes compreenderam de forma clara qual a finalidade da plataforma desenvolvida. Além disso, eles consideram que esta ofereceu uma boa usabilidade nos seus fluxos de interação entre usuário e sistema e utilizariam com pessoas próximas que necessitam desse tipo de monitoramento.

Dentre os 3 métodos de notificações contemplados no *framework*, o Telegram foi o mais eficiente em notificar aos voluntários sobre os incidentes de quedas simulados e, em conjunto com os serviços de integração criados, permitiu o alcance do objetivo do projeto: desenvolver um *framework* que realize o processo de notificação e alerta sobre a ocorrência de eventos de quedas de pessoas e que sirva de complemento para sistemas desenvolvidos que atendem, exclusivamente, a etapa de detecção do incidente. Entretanto, foi possível compreender que, dado que o e-mail e SMS não se confirmaram tão competentes quanto o Telegram, é necessário acrescentar outros mecanismos de notificação na plataforma.

Conforme a súmula da resposta 9, mais da metade dos participantes consideram que o nível de atenção foi afetado porque o experimento ocorreu com notificações de quedas simuladas. Diante disso, a média geral do tempo das notificações atendidas é 139 minutos, ou seja, mais de duas horas. Ao desconsiderar os alertas enviados durante a madrugada, horário em que o risco de queda do monitorado é significativamente menor porque está dormindo, a média cai para 75 minutos. Essa constatação de que o tempo médio do atendimento a notificações de queda é 1 hora e 15 minutos em um experimento com alertas fictícios e com apenas um responsável cadastrado para cada monitorado leva a crer que em um contexto real, com mais de um responsável relacionado o tempo de atendimento a um incidente de queda será menor. Se faz necessário estudos mais aprofundados para compreender o tempo máximo esperado para atendimento de uma queda sem que ocorra agravos significativos das lesões.

A partir do desenvolvimento desta pesquisa, contribuições para os campos científico e prático podem ser destacadas. Primeiramente, o subsídio de material de referência para a lacuna do tema: métodos eficientes para notificação de quedas de

peças aos responsáveis pelos seus cuidados. Por conseguinte, a consolidação das primeiras experiências sobre o tema, promovendo avanços e constatações que podem servir de base para construção de projetos similares e/ou evolução deste. A comunicação com os serviços REST da plataforma foi desenvolvida com o foco de prover um meio de integração de sistema que é muito utilizado no mercado atualmente.

Em caráter pessoal, este trabalho possibilitou diferentes oportunidades de aquisição de conhecimento através das etapas da pesquisa. Para o desenvolvimento da solução técnica, foi necessário estudar detalhes aprofundados sobre protocolos da *web*, dados sobre a área da saúde, integração com plataforma de terceiros e outras abordagens científicas.

Ainda, percebem-se oportunidades de continuação do projeto estabelecido neste trabalho. Com o intuito de suprir a carência na efetividade de notificar durante o horário da madrugada, é imprescindível que seja acrescentada a chamada de voz como método de notificação da plataforma. Complementando com sugestões feitas pelos participantes do experimento, é notória a importância de permitir a parametrização de uma política de reenvio das notificações quando não são atendidas, configuração de uma ordem de chamada dos responsáveis atrelados ao monitorado e, por fim, acrescentar métodos complementares e menos prioritários para envio de notificações. Para garantir que o *framework* consiga se comunicar com mecanismos diferentes de detecção de queda, é necessário criar um dispositivo intermediador que se comunique por intermédio de diferentes protocolos como *Bluetooth*, serial, RFID, Wi-Fi e outros. Este dispositivo, por sua vez, deve se integrar com os serviços *web* do NotiFall, visto que, por conta da tecnologia utilizada, alguns detectores de queda não o conseguem fazer diretamente.

Ainda no âmbito de evolução do projeto, ao longo do desenvolvimento e das discussões, percebeu-se que o NotiFall pode servir para notificação de eventos de qualquer natureza. Esta constatação permite o vislumbre de variadas aplicações além das mencionadas pelos voluntários. Presumiu-se durante a concepção que o *framework*, serviria para, por exemplo, notificação de indicadores preocupantes nos dados de infraestrutura de uma empresa, notificação de alerta de risco para áreas de desmoronamento de terra, entre outras aplicações.

A partir do que foi exposto, conclui-se que o *framework* proposto oferece uma integração fácil entre sistemas. Para mais, os usuários apresentaram uma boa aceitação e estão dispostos adotar o uso quando se tornar um produto de mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHAVAN, S. C.; CHAVAN, A. **Smart wearable system for fall detection in elderly people using Internet of Things platform**. 2017 International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS). **Anais...IEEE**, jun. 2017Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/8250644/>>. Acesso em: 1 jun. 2019

DELAHOZ, Y.; LABRADOR, M. Survey on Fall Detection and Fall Prevention Using Wearable and External Sensors. **Sensors**, v. 14, n. 10, p. 19806–19842, 22 out. 2014.

FREITAS, E. C. DE; PRODANOV, C. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico - 2ª Edição**. 2. ed. Novo Hamburgo, RS: Universidade Feevale, 2013.

GUARD, J. WHO Global Report on Falls Prevention in Older Age. **Journal of Women's History**, v. 15, n. 4, p. 117–140, 2004.

HE, J.; BAI, S.; WANG, X. An Unobtrusive Fall Detection and Alerting System Based on Kalman Filter and Bayes Network Classifier. **Sensors**, v. 17, n. 6, p. 1393, 16 jun. 2017.

HWANG, S. et al. **Maximizing Accuracy of Fall Detection and Alert Systems Based on 3D Convolutional Neural Network**. *IoTDI 2017 : 2017 IEEE/ACM Second International Conference on Internet-of-Things Design and Implementation: proceedings : 18-20 April 2017, Pittsburgh, Pennsylvania, USA., 2017*Disponível em: <<https://ieeexplore-ieee-org.ez310.periodicos.capes.gov.br/document/7946918>>. Acesso em: 5 abr. 2019

JIAN, H.; CHEN, H. A portable fall detection and alerting system based on k-NN algorithm and remote medicine. **China Communications**, v. 12, n. 4, p. 23–31, abr. 2015.

KAU, L.-J.; CHEN, C.-S. A Smart Phone-Based Pocket Fall Accident Detection, Positioning, and Rescue System. **IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics**, v. 19, n. 1, p. 44–56, jan. 2015.

MARCONI, MARINA DE ANDRADE; LAKATOS, E. M. **No Title**. 8 ed. ed. São Paulo: SP: Atlas, 2017.

MUBASHIR, M.; SHAO, L.; SEED, L. A survey on fall detection: Principles and approaches. **Neurocomputing**, v. 100, p. 144–152, 2013.

MUHTADIN et al. **Fall detector implementation in a robot service**. 2017 International Seminar on Sensors, Instrumentation, Measurement and Metrology (ISSIMM). **Anais...IEEE**, ago. 2017Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/8124255/>>. Acesso em: 1 jun. 2019

NOURY, N. et al. **Fall detection - Principles and Methods**. 2007 29th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. **Anais...IEEE**, ago. 2007Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/4352627/>>. Acesso em: 31 mar. 2019

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Falls**. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/falls>>. Acesso em: 5 abr. 2019.

PERRY, J. T. et al. **Survey and evaluation of real-time fall detection approaches**. 2009 6th International Symposium on High Capacity Optical Networks and Enabling Technologies (HONET). **Anais...IEEE**, dez. 2009Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/5423081/>>. Acesso em: 9 abr. 2019

RAKHMAN, A. Z. et al. **u-FAST: Ubiquitous fall detection and alert system for elderly people in smart home environment**. 2014 Makassar International Conference on Electrical Engineering and Informatics (MICEEI). **Anais...IEEE**, nov. 2014Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/7067326/>>. Acesso em: 5 abr. 2019

RAUL, I.; CARLOS, M.; INMACULADA, P. Challenges, issues and trends in fall detection systems. **BioMedical Engineering Online**, v. 12, n. 66, p. 1–24, 2013.

SEVERO, I. M. et al. Risk factors for fall occurrence in hospitalized adult patients: a case-control study. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 26, n. 0, p. e3016, 9 ago. 2018.

SREE MADHUBALA, J.; UMAMAKESWARI, A.; JENITA AMALI RANI, B. **A survey on technical approaches in fall detection system****National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology**, 2015.

TAN, K. et al. **A Wearable Integrated System for Monitoring the Elder's Physiological Information, Falling Over Alarm and Life Entertainment**. 2018 37th Chinese Control Conference (CCC). **Anais...IEEE**, jul. 2018Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8483771/>>. Acesso em: 8 jun. 2019

TANGKONGCHITR, P. et al. **SAFLOOR: Smart Fall Detection System for the Elderly**. 2018 International Joint Symposium on Artificial Intelligence and Natural Language Processing (ISAI-NLP). **Anais...IEEE**, nov. 2018Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8692857/>>. Acesso em: 1 jun. 2019

UGURLU, B.; KAYNAK, L. **Instant information support and notification system for emergency**. 2017 9th International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks (CICN). **Anais...IEEE**, set. 2017Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/8319386/>>. Acesso em: 5 abr. 2019

YING-WEN BAI; CHIA-HAO YU; CHUN-CHENG CHAN. **Design and implementation of a fall detection monitor system with a voice interaction function for smartphones**. 2014 IEEE Fourth International Conference on Consumer Electronics Berlin (ICCE-Berlin). **Anais...IEEE**, set. 2014Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/7034226/>>. Acesso em: 1 jun. 2019

YU, X. Approaches and principles of fall detection for elderly and patient. **2008 10th IEEE Intl. Conf. on e-Health Networking, Applications and Service, HEALTHCOM 2008**, p. 42–47, 2008.