



UNIVERSIDADE
LUSÓFONA

Plataforma para monitorização da
temperatura e posição corporal com alarme
de quedas (**KaiAki**)

Trabalho Final de curso

Relatório Final

Aluno: Gonçalo Soares a22003736

Aluno: Mário Malta Silva a22007457

Orientador: Prof. Dr. João Pedro Calado Barradas Branco Pavia

Orientador: Prof. Dr. João Pedro Leal Abalada De Matos Carvalho

Trabalho Final de Curso | LEI | 23/04/2023

Direitos de cópia

Plataforma para monitorização da temperatura e posição corporal com alarme de quedas,
Copyright de Gonçalo Soares e Mário Malta Silva, ULHT.

A Escola de Comunicação, Arquitectura, Artes e Tecnologias da Informação (ECATI) e a Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias (ULHT) têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Resumo

Segundo a OMS, a população mundial encontra-se cada vez mais envelhecida, estimando-se em 2060 na Europa, a duplicação de cidadãos com mais de 65 anos para 151 milhões. Apesar do aparecimento de novos e melhores medicamentos para tratar as doenças já existentes, tem-se verificado também um aumento das doenças crónicas e suas sequelas, nomeadamente *quedas* - o CDC (Center for Disease and Control Prevention) refere que mais de um terço dos adultos com 65 ou mais anos, sofrem quedas todos os anos.

As quedas, principalmente as ocorridas nessa população, podem originar várias lesões, com agravamento da dependência e qualidade de vida, ou mesmo a morte da própria pessoa.

Tendo em consideração estes factos, torna-se essencial proceder à deteção de quedas, de forma a prevenir eventuais lesões em pessoas mais idosas ou com algumas comorbilidades. As plataformas existentes na monitorização e notificação de quedas, utilizadas em hospitais/serviços de saúde portugueses, são um pouco rudimentares, dispendiosas, muito redutoras e exclusivas à patologia da pessoa.

Este projeto com o título “*Plataforma para Monitorização da Temperatura e Posição Corporal com Alarme de Quedas (KaiAki)*” tem como objetivo central o desenvolvimento de uma plataforma de deteção e notificação de quedas relacionadas com alterações de temperatura corporal, uma vez que este fator poderá ser desencadeante da queda, a plataforma permitirá a monitorização dos dados fisionómicos, nomeadamente a avaliação da temperatura corporal no momento da queda, com alertas emitidos sempre que a mesma for detetada.

O sistema terá como base a utilização da plataforma de hardware aberto do microcontrolador Arduino, sendo também assistida por sensores: um de temperatura e um acelerómetro/magnetómetro (para a deteção da queda) por forma a guardar e enviar dados referentes ao estado de saúde da pessoa e que serão também mostrados na plataforma *online*.

Esta plataforma aliada à tecnologia, é uma solução acessível, económica e prática e torna-se numa ferramenta essencial na área da saúde, no que diz respeito à deteção, notificação e prevenção de quedas.

Este projeto cumpre as orientações do Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD), salvaguardando todas as informações pessoais dos titulares dos dados a serem utilizados, desde a conceção, tratamento, controlo e avaliação, de acordo com a Lei de Proteção de Dados, aprovada em Resolução do Conselho de Ministros n.º 41/2018 em 22 de março de 2018 e Retificado pelo Parlamento e Conselho Europeu, em 27 de abril de 2016.

Palavras-chave: Quedas, Monitorização, Deteção, Pessoas idosas, Temperatura

Abstract

According to The World Health Organization (WHO), the world's population is getting older, estimating that by 2060 in Europe alone the number of citizens, with ages greater than 65 will double to 151 million. Despite the emergence of new and improved medicine, to treat existing diseases, there has been a rise in chronic diseases and their sequels, namely falls, the CDC (Center for Disease and Control Prevention) refers, that over a third of adults aged 65 or older suffer falls every year.

Falls, namely those that occur in that age group, can then originate several injuries with increased dependencies and life quality or even the person's death.

This way, it is essential to proceed to the monitorization and detection of such falls, to mitigate and prevent injuries in older people or those with comorbidities.

These days, the platforms used in the detection and monitorization of falls, used by Portuguese hospitals/health services are a bit rudimentary and expensive, very reductive and exclusive to the person's pathology.

This project intitlled "*Platform for the monitorization of body temperature and position with a fall alarm (KaiAki)*", focuses on the development of a fall detection and monitorization platform that relates falls with changes in body temperature, since this factor could trigger the fall , the platform will allow to monitor physiognomic data namely the assessment of body temperature at the time of the fall ,with an alert being emitted whenever it is detected.

The core system uses Arduino, employing two sensors: temperature, accelerometer/magnetometer (detecting falls), storing and sending patient health data, displayed on the online platform.

The platform allied with technology, is an accessible, economic, convenient, and essential tool in the healthcare area, in respect to detecting, notifying e preventing falls.

This project complies with the General Data Protection Regulation (GDPR) guidelines safeguarding all personal information data being used, from its inception, handling, control and evaluation according to the Data Protection Law approved by Resolution of Council Ministers n. ° 41/2018 on March 22nd, 2018 and ratified by the European Parliament and Council in April 27th 2016.

Keyword: Falls, Monitorization, Detection, Elderly People, Temperature

Índice

1	Identificação do Problema	1
2	Viabilidade e Pertinência	5
3	Benchmarking	7
4	Engenharia	13
4.1	Levantamento e análise dos Requisitos	13
4.1.1	Requisitos Funcionais:	13
4.1.2	Requisitos Não Funcionais:	17
4.1.3	Requisitos Técnicos:	18
4.2	Diagramas de Casos de Uso	18
4.3	Diagramas de Actividades	20
4.4	Modelos Relevantes	21
4.5	Estrutura em Árvore	22
4.6	Mockups	23
5.	Solução Proposta	31
5.1.	Introdução	31
5.2.	Arquitetura	31
5.3.	Tecnologias e Ferramentas Utilizadas	33
5.4	Implementação	38
5.5.	Abrangência	40
6.	Plano de testes e validação	Error! Bookmark not defined.
7.	Método e Planeamento	41
	Bibliografia	50
	Anexos	53
	a. Progresso de trabalho	53
	Update: 23 Abril 2023	54

b. Guião Testes

Error! Bookmark not defined.

8. Glossário

65

Lista de Figuras

Figura 1-Relatório Anual do Observatório Nacional da Diabetes (2018) (retirada do Relatório Anual do Observatório Nacional da Diabetes SPDI1)	1
Figura 2-Solução Angel4 (retirado de https://www.sense4care.com/)	7
Figura 3-Solução Nock Senior (retirado de https://neki.pt/relogio-localizador-gps-ancios.html)	8
Figura 4-Relógio sénior 4 (retirado de https://neki.pt/relogio-localizador-gps-ancios.html)	8
Figura 5-Solução GlobalHelp I (retirado de https://global-help.org/)	9
Figura 6-Solução GlobalHelp I Em Detalhe (retirado de https://global-help.org/)	9
Figura 7-Solução Shimmer3 IMU (retirado de https://shimmersensing.com/product/shimmer3-imu-unit/)	10
Figura 8-ConsensysPRO (retirado de https://shimmersensing.com/product/shimmer3-imu-unit/)	10
Figura 9-Apple Watch (retirado de https://www.apple.com/watch/)	11
Figura 10-Casos de Uso Para Login e Registo	19
Figura 11-Diagrama Casos de Uso Plataforma	20
Figura 12-Diagrama de Atividades da Plataforma KaiAki	21
Figura 13-Modelo Entidade-Relação	22
Figura 14-Estrutura em Árvore da Plataforma	23
Figura 15-Mockup da Página Inicial	24
Figura 16-Mockup Criação Conta	24
Figura 17-Mockup Página de Login	25
Figura 18-Mockup Página Recuperação Password	26
Figura 19-Mockup Perspetiva Conta do Medico	27
Figura 20-Mockup Perspetiva Conta Paciente	28
Figura 21-Mockup Gráficos Em Detalhes	28
Figura 22-Mockup Gráfico Histórico de Quedas	29
Figura 23-Mockup Página de Contactos	29
Figura 24-Mockup SMS Alerta Queda	30
Figura 25-Arquitetura da Solução	32
Figura 26-Arquitetura 3 Camadas	33
Figura 27-NestJS	34
Figura 28-MySQL	34
Figura 29-HTML	34
Figura 30-CSS	35
Figura 31-JavaScript	35

Figura 32-Bootstrap	35
Figura 33-Arduino	35
Figura 34-Modulo Wifi Arduino	35
Figura 35-LEDs	36
Figura 36-GY-521 MPU-6050	36
Figura 37-Servo	36
Figura 38-Buzzer	36
Figura 39-Linguagem C	36
Figura 40--Microsoft Visual Studio Code	37
Figura 41-Postman	38
Figura 42-Arduino IDE	38
Figura 43-Cronograma Proposto Gantt	41
Figura 44-Cronograma proposto em formato Gantt Primeira Entrega	53
Figura 45-Página Inicial	54
Figura 46-Página Sobre Nós	55
Figura 47-Página de Contactos	55
Figura 48-Página De Login	56
Figura 49-Página Registo	56
Figura 50-Página Recuperação Password	57
Figura 51-Página Reset Password	57
Figura 52-Página Profissional Saúde	58
Figura 53-Página Paciente	58
Figura 54-Página Definições Utilizador	59
Figura 55-Histórico Quedas	60
Figura 56-Página Mais Informação	60
Figura 57-Página Lista Pacientes	61
Figura 58-Dashboard Twillo Com Telefone	62
Figura 59-Preçário Twillo Números Registados na Súecia	63
Figura 60-Exmeplo de SMS Enviado Pelo Twillo	64

Lista de Tabelas

Tabela 1-Benchmarking	11
Tabela 2-Requisitos Funcionais	17
Tabela 3- Guião de Testes	Error! Bookmark not defined.

1 Identificação do Problema

O fenómeno do envelhecimento populacional ocorre em escala mundial, resultado da baixa taxa de natalidade, mas também da melhoria das condições de vida e cuidados de saúde que levam a uma maior esperança de vida [OMS2]. Em Portugal a taxa bruta de natalidade em 1960 era de 24,1% e em 2021 era de 7,7%, segundo portal Pordata da Fundação Francisco Manuel dos Santos.

Mas viver mais significa também estar mais exposto a doenças crónicas, e problemas acrescidos de autonomia e dependência dos apoios sociais e familiares.

Em Portugal, segundo estudos da Fundação Francisco Manuel dos Santos [FFMS1] “*pouco mais de metade dos seniores tem, pelo menos, uma doença crónica diagnosticada pelo médico (54%); 21 por cento têm pelo menos duas e 8,5 por cento têm três ou mais*”. Ainda segundo a Fundação, “*a existência de doenças crónicas aumenta significativamente a partir dos 65 anos, com especial incidência a partir dos 75 anos...*”.

Assim, três grandes grupos de doenças crónicas estão associados à população portuguesa sénior: perto de metade dos doentes crónicos tem uma doença do aparelho circulatório- Doenças cardiovasculares, HTA ou Dislipidemias; cerca de 30 por cento, uma doença do sistema osteomuscular – Doenças Neuromusculares e Neurológicas e um quarto doenças endócrinas, nomeadamente diabetes de tipo II (não dependente de Insulina) [FFMS2] .

Atualmente a Diabetes é a doença crónica mais predominante, e segundo o Relatório Anual do Observatório Nacional da Diabetes [SPDI1] – Edição de 2019 da Sociedade Portuguesa de Diabetologia em 2018, a prevalência estimada da Diabetes na população portuguesa com idades compreendidas entre os 20 e os 79 anos (7,7 milhões de indivíduos) foi de 13,6% [Figura 1], isto é, mais de 1 milhão de portugueses neste grupo etário tem Diabetes.



Figura 1-Relatório Anual do Observatório Nacional da Diabetes (2018) (retirada do Relatório Anual do Observatório Nacional da Diabetes SPDI1)

A Diabetes *Mellitus* (DM) resulta de várias alterações fisiopatológicas que conduzem à elevação permanente da glicemia (concentração de açúcar no sangue). Alguns sintomas mais comuns quer associados ao aumento do nível de açúcar (*hiperglicemia*) quer à sua diminuição (*hipoglicemia*), podem levar à **Hipotermia** (diminuição da temperatura corporal), sendo o mecanismo provável a disfunção hipotalâmica secundária à baixa de açúcar – levando á consequente **Queda** [APDP01] .

Outro fator que pode influenciar *os riscos de queda* é o aumento e o tipo de medicação que as pessoas mais idosas possam tomar. Pessoas que tomem 4 ou mais medicamentos, têm 3 vezes mais risco de cair, em comparação com os seus pares que não efetuem este tipo de toma de medicamentos [NPSF1].

Como consequência de um aumento deste tipo de doenças e patologias, verifica-se também o aumento de risco associado a acidentes e ferimentos, sequelas de potenciais quedas. Destas lesões destacam-se sobretudo fraturas ósseas, lacerações, hematomas, contusões, dependência de terceiros para as Atividades de Vida Diárias (AVDs) e até mesmo a morte.

Atualmente as quedas e suas lesões, são sinónimas de uma maior taxa da ocupação hospitalar por parte de pessoas idosas [OHFH10]; não esquecendo que as mesmas possam estar também associadas ao declínio funcional e fragilidade dos indivíduos [EUC1].

A prevenção das quedas é um fator de pressão importante na gestão hospitalar e uma ameaça real à segurança e bem-estar do doente. Para além do impacto a nível da saúde, as quedas apresentam ainda um impacto significativo a nível monetário e logístico. Estima-se que as quedas custem ao NHS (National Health Service do Reino Unido) cerca de 15 milhões de libras por ano, sendo que as taxas mais elevadas se verificam nos hospitais de cuidados continuados e as sequelas mais comuns são escoriações, cortes e abrasões [HFSS07].

As *quedas* podem ser classificadas em dois tipos: acidentais e fisiológicas [MORSE1].

As *quedas acidentais* dizem respeito ao ambiente e/ou a erros de avaliação do doente, uma vez que perante este tipo de quedas, a pessoa pode escorregar, tropeçar ou até perder o seu equilíbrio.

As *quedas fisiológicas* estão relacionadas com causas que não podem ser antecipadas ou cuja sua antecipação seja bastante difícil, tal como acontece perante a perda de conhecimento e/ou tonturas.

Uma das causas de quedas poderá estar também relacionada com *variações de temperatura brusca*, acima ou abaixo do normal para o indivíduo.

O corpo humano e seus sistemas funcionam melhor quando mantidos a um valor relativamente constante de temperatura próximo de 37°C.

Também, alguns processos fisiopatológicos, para além das doenças já referidas, podem interferir com alteração de temperatura, como infeções, doenças do sistema nervoso central, tumores, doenças hematológicas, distúrbios do equilíbrio hídrico, insuficiência cardíaca, doenças da tireoide, doenças hepáticas e gástricas, trauma, alergias, anestésias, sedação intensa e procedimentos cirúrgicos.

A regulação da temperatura corporal envolve vários mecanismos: controle fisiológico (neurológico) e comportamental, equilíbrio entre produção e perda de calor, sistema isolador do corpo, regulação térmica da pele, secreção das glândulas sudoríparas, recetores termo reguladores e sistema vasomotor; também a idade, exercícios e atividade muscular, hormonas, ritmo circadiano, ambiente, sexo, emoção, alimentos, líquidos e fumo, sono, medicamentos, postura corporal e "stress", para além das doenças referidas anteriormente, podem influenciar o controle da temperatura.

Quando as terminações nervosas detetam uma queda de temperatura corporal- **Hipotermia**- para além da sensação de frio e arrepios, surge uma *vasoconstrição*- diminuição do calibre dos vasos sanguíneos- ficando a pele mais fria. Quando essa vasoconstrição não é suficiente para evitar a queda da temperatura dos órgãos internos surgem os tremores. Se não forem tomadas medidas de controle de temperatura, podem surgir alterações mentais e diminuição da perceção motora- a consciência fica alterada com prostração, sonolência e alteração de funções vitais (diminuição da frequência cardíaca e respiratória). Nessa altura pode ocorrer Queda e suas sequelas já referidas.

A **Hipertermia** [HIPE01] - *aumento da temperatura corporal* acima dos valores considerados normais fisiologicamente (39°), pode ser devido à exposição excessiva ao sol e ao calor ou por esforço físico, sequela de um efeito colateral de certo medicamento (ou vacina). Os Sintomas mais comuns de hipertermia podem ser transpiração excessiva, dores de cabeça, fraqueza, tonturas, alucinações, convulsões, pressão arterial baixa, desmaios e *quedas*.

Uma das principais formas de atenuação das quedas é a sua detecção e consequente prevenção. Para tal é necessário que existam sistemas ou plataformas que permitam efetuar essa detecção, registo e análise da informação das quedas. No entanto, são poucos os sistemas que conseguem incluir todas estas funcionalidades [VCSP10].

A detecção atempada de quedas é uma importante forma prevenção de fatores de risco, e de sequelas resultantes de quedas, pois quando um doente cai, é bastante provável que volte a cair novamente em circunstâncias similares na realização da mesma atividade [MORSE1].

A maioria dos hospitais não apresenta este tipo de sistemas de notificação de incidentes e os que apresentam, são por vezes implementados a nível individual, de forma muito específica para pacientes com patologias muito particulares. De salientar ainda que os mesmos apresentam ainda custos muito elevados para o paciente como o é caso do Registador de Eventos

Implantável[REVI1] que tem um sistema de monitorização de quedas, sem forma de acesso para registo de incidentes por parte do próprio paciente.

2 Viabilidade e Pertinência

Este projeto – a que escolhemos denominar “**KaiAki**” - está enquadrado nos pressupostos de viabilidade e pertinência, pois esta plataforma de monitorização e notificação de quedas, poderá ser implementada enquanto trabalho académico, utilizando outras formas de monitorização para além da aqui utilizada (neste caso a plataforma *Arduino*), das quais destacamos algumas possíveis: *smartphone* (utilizando os sensores de giroscópio do próprio dispositivo, ou inclusive alguns modelos com câmara térmica como é o caso do *Cat® S62 Pro* [CATP]) ou *SmartWatches* - tendo estes um formato de utilização ideal, devido à sua conveniência de utilização por parte do utilizador de forma física simples e portátil, mantendo sempre contacto com a pele do doente, detetando quaisquer mudanças abruptas dos sinais vitais e temperatura, auxiliando no apuramento das causas de possíveis quedas.

Assim, com o objetivo solucionar e permitir a deteção de quedas dos pacientes, bem como a sua possível prevenção, através do registo da temperatura, propomos ainda a implementação duma plataforma *Online* de registo *facilitado e transparente*, quer para profissionais de saúde, quer para o paciente, onde possa ser possível consultar todo o histórico em relação às quedas e circunstâncias (valores da temperatura corporal) em que ocorreram.

Esta plataforma poderá ser utilizada em ambiente hospitalar ou em contexto domiciliário, requerendo para o efeito apenas sensores de deteção de queda/ temperatura junto do utilizador e microcontrolador com alimentação adequada. Nesta primeira fase, pensamos que seria pertinente utilizá-lo em pessoas com mais de 60 anos, pois é a partir deste grupo etário que se notificam mais quedas fisiológicas. A OMS (Organização Mundial da Saúde) estima que os números de admissão hospitalar originadas por quedas de pessoas com 60 ou mais anos é cerca de 1.6 a 3.0 por 10 000 habitantes em alguns países, como a Austrália, Canadá e o Reino Unido [WHOG1].

Posteriormente poderá de ser utilizado em ambiente de rua com bateria portátil.

Importante também salientar ainda a função de notificação, um instrumento de trabalho importante para profissionais de saúde ou cuidadores responsáveis pelo paciente.

A plataforma poderá ainda sofrer alterações, permitindo que, após sofrer uma queda o doente indicar que se encontra bem, ficando esse registo guardado na plataforma, de modo que os profissionais de saúde, sejam alertados desse mesmo acontecimento.

Podem ainda ser utilizados diferentes critérios para a avaliação do estado do doente, como o caso do registo da atividade concreta que a pessoa estava a realizar ou local onde a pessoa se encontrava, i.e., se a pessoa se encontrava na casa de banho e escorregou, ou averiguar qual o tipo de queda que o doente sofreu, havendo assim uma melhor noção das possíveis causas e consequências.

Em trabalhos futuros, poderá ser possível realizar previsões com maior fidelidade se o doente irá sofrer uma queda ou não recorrendo a algoritmos de Inteligência Artificial e tendo por base um maior número de dados acerca da fisionomia da pessoa “...num futuro distante, pode até acontecer que a espécie humana abandone completamente o suporte biológico em que se desenvolveu para viver inteiramente suportada em computadores...” [IAAO] .

Assim este projeto poderá estar em continua atualização e melhoramento quer na notificação, prevenção e detecção de quedas, pois os complementos apresentados poderão providenciar uma melhoria de funcionalidades facilitando a utilização de todos os que utilizem ou pretendam utilizar a plataforma no futuro.

3 Benchmarking

Ao realizar uma análise de mercado é possível observar que não existe uma grande oferta relativamente a plataformas online de detecção e monitorização de quedas, relacionadas com alterações de temperatura corporal, existindo algumas soluções que fornecem informações sem utilizarem uma plataforma web, das quais destacamos: a “*Angel4*” [1], a “*Nock Senior*” [2], a “*Globalhelp I*” [3] e o “*Shimmer3 IMU*” [4], mas que não relacionam quedas e temperatura.

Por outro lado, destacamos o “*Apple Watch*” [5] [Figura 9] que permite detetar quedas e alterações de temperatura corporal, um baixo custo (assumindo que o utilizador, já tem na sua posse o dispositivo).

Assim sendo, a solução *Angel4* [Figura 2] é um detetor de quedas pessoal com um acelerómetro triaxial e utiliza um algoritmo específico e pode ser colocado na cintura. Este detetor está conectado a um sistema de atendimento à distância e através de *Bluetooth* interage com uma aplicação *Android* (*Sense4Care*). Tem a desvantagem de apenas ter a aplicação *Android* em idioma em espanhol e esta apresentar poucas funcionalidades relativamente à consulta de dados sobre a queda.

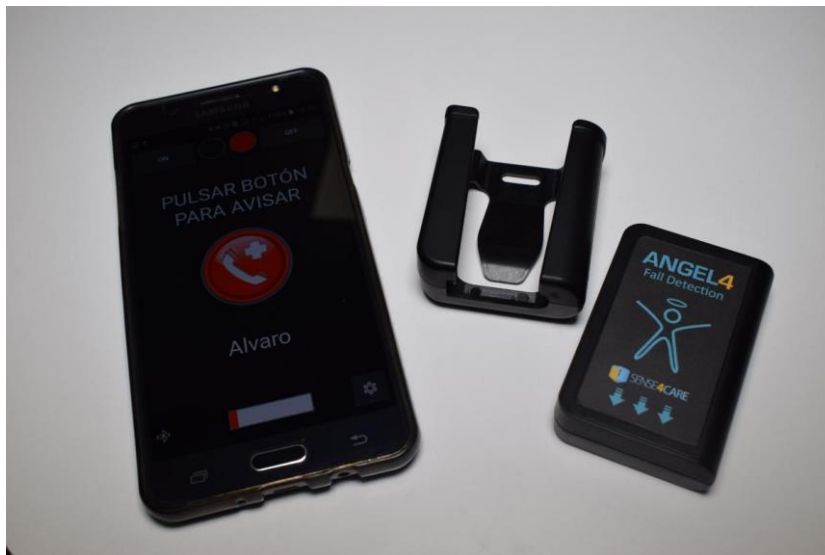


Figura 2-Solução Angel4 (retirado de <https://www.sense4care.com/>)

O *Nock Senior* [Figura 3] é um detetor de quedas para idosos ou pessoas com *Alzheimer* ou outras doenças neurológicas e funciona através da localização *GPS* do dispositivo, enviando um alerta para a aplicação mobile ou plataforma web da empresa em caso de ocorrência de queda. Através da aplicação / plataforma *Web* permite: localizar o utilizador e o percurso que este efetuou,

estabelecer um perímetro de segurança e caso este seja ultrapassado, envia uma notificação de aviso, permite ainda realizar chamadas de e para o dispositivo, bem como estabelecer contactos de emergência que o dispositivo irá notificar em caso de necessidade.

A solução apresenta ainda vários dispositivos que podem ser adquiridos e utilizados com a maior facilidade e conforto, como é caso do Relógio Sénior 4 [Figura 4] que pode ser utilizado com a plataforma web/mobile.



Figura 3-Solução Nock Senior (retirado de <https://neki.pt/relogio-localizador-gps-ancios.html>)



Figura 4-Relógio sénior 4 (retirado de <https://neki.pt/relogio-localizador-gps-ancios.html>)

O sistema *GlobalHelp I* [Figura 5] é um sistema de deteção de quedas português que consiste num detetor, que pode ser colocado na cintura da pessoa e emite o alerta de queda e a localização de *GPS* atrás do modem *GSM* integrado [Figura 6]. Permite ainda realizar chamadas de voz com a central de apoio sempre que for detetada uma queda, bem como cancelar o alerta de queda caso

ocorra um falso positivo. Em caso de emergência é possível comunicar com a central clicando no botão de pânico, e ia será gerada, uma mensagem *SMS* que se repetirá a cada 3 minutos, até que seja efetuada uma chamada de voz com o utilizador.



Figura 5-Solução GlobalHelp I (retirado de <https://global-help.org/>)



Figura 6-Solução GlobalHelp I Em Detalhe (retirado de <https://global-help.org/>)

O *Shimmer3 IMU* [Figura 7] é um sensor de detecção sem fios que contém um acelerómetro, um giroscópio triaxial e um magnetómetro. Deteta a queda do utilizador e pode ser colocado na cintura do mesmo, pode transmitir a data através de um cartão *SD* (*Secure Digital*) e poderá ser visualizada em tempo real na plataforma proprietária para *Windows* (*ConsensysPRO* [Figura 8]) que terá um custo acrescentado para a sua aquisição. Apesar desta solução mostrar em detalhe os detalhes de dados que recebe de cada um dos sensores, apresenta um custo de aquisição elevado. Por fim o *Apple Watch* [Figura 9-Apple Watch] que possui um detetor de movimento, da qual

permite sinalizar possíveis quedas, porém esta característica não é o foco desse aparelho e é a solução mais cara entre as restantes.



Figura 7-Solução Shimmer3 IMU (retirado de <https://shimmersensing.com/product/shimmer3-imu-unit/>)

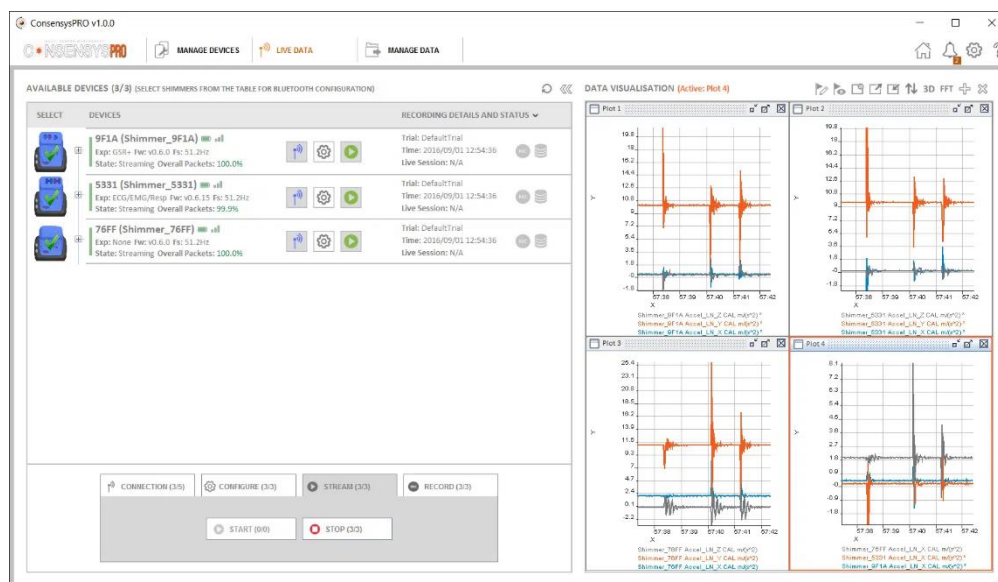


Figura 8-ConsensysPRO (retirado de <https://shimmersensing.com/product/shimmer3-imu-unit/>)



Figura 9-Apple Watch (retirado de <https://www.apple.com/watch/>)

Com a nossa solução – *KaiAki* - tentamos responder às necessidades existentes na criação de uma plataforma de detecção e monitorização de quedas relacionada com alterações de temperatura corporal, com a criação de uma plataforma de baixo custo com interface web simplificado, com linguagem em português, que permita a visualização de todo o histórico de quedas do utilizador, solução que poderá vir a preencher uma falha no nicho de mercado. Esta solução será, pois, um complemento às demais existentes, não competindo assim com nenhuma delas, tornando-se num valioso instrumento de trabalho de baixo custo para profissionais de saúde.

Na tabela indicada a seguir [Tabela 1] é possível visualizar e analisar algumas das funcionalidades, das soluções existentes que foram mencionadas anteriormente, fazendo uma comparação das mesmas, com aquilo que é proposto que a plataforma web a ser desenvolvida venha a ter.

FUNCIONALIDADES	ANGEL4	NOCK SENIOR	GLOBALHELP I	SHIMMER3 IMU	APPLE WATCH	KAI AKI
Deteção queda	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Notificação de queda	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Plataforma web/mobile	✓	✓	✗	✗	✓	✓
Monitorização temperatura	✗	✗	✗	✗	✓	✓
Comunicação Wi-fi ou Bluetooth	✓	✓	✗	✗	✓	✓
Notificação com gama de valores de temperatura	✗	✗	✗	✗	✗	✓
Baixo Custo(Inferior a 100€)	✗	✗	✗	✗	✓	✓

Tabela 1-Benchmarking

4 Engenharia

4.1 Levantamento e análise dos Requisitos

Nesta fase inicial do projeto, procurámos saber quais os requisitos que haveriam de ser implementados e cumpridos, de forma que as necessidades dos nossos utilizadores fossem asseguradas, bem como fosse cumprida na íntegra a visão que tínhamos planeado inicialmente para a plataforma KaiAki.

Definimos os requisitos em três formas possíveis: requisitos funcionais, não funcionais e técnicos.

Procede-se à enumeração do levantamento em seguida:

4.1.1 Requisitos Funcionais:

Escala de tamanhos: {XS,S,M,L,XL}; Escala ‘have’ {nice to have, could have, should have, must have}; etc.; story points(0-20);

Requisito	Escala de tamanhos	Escala “Have”	Story Points
RF 1. O utilizador deverá conseguir visualizar os seus dados pessoais no seu <i>dashboard</i> pessoal assim que efetuar o login.	S	Must Have	7
RF 2. O utilizador deverá conseguir visualizar avisos de ocorrência de queda, assim que efetuar o login.	M	Should Have	4
RF 3. O utilizador deverá conseguir visualizar a temperatura no momento de queda, assim que efetuar o login.	M	Should Have	8
RF 4. O utilizador deverá conseguir visualizar a data de ocorrência de queda, assim que efetuar o login.	M	Should Have	8

RF 5. A plataforma deverá permitir ao utilizador efetuar login como profissional de saúde.	M	Must have	10
RF 6. A plataforma deverá permitir ao utilizador efetuar login como paciente.	M	Must Have	2
RF 7. A plataforma deverá permitir ao utilizador que efetue login como como profissional de saúde, selecionar pacientes para que estes sejam atribuídos à lista de pacientes do profissional de saúde.	S	Could Have	3
RF 8. A plataforma deverá permitir ao profissional de saúde consultar a sua lista de pacientes.	S	Could Have	3
RF 9. O sistema deverá detetar uma queda através da plataforma Arduino e do sensor de temperatura.	M	Must have	3
RF 10. O utilizador paciente deverá conseguir visualizar o próprio histórico de quedas.	M	Should have	7
RF 11. A plataforma deverá conter sempre os seus dados atualizados (alteração caso ocorra quedas).	L	Must have	12
RF 12. O utilizador deverá ter a possibilidade de recuperar a sua password através do e-mail que utilizou para realizar o registo.	M	Should Have	5
RF 13. O utilizador deverá conseguir efetuar logout de modo a sair da sua conta pessoal.	S	Should Have	3

RF 14. O sistema deverá conseguir detetar se o paciente apresenta uma posição corporal em pé.	S	Must have	2
RF 15. O sistema deverá conseguir detetar se o paciente apresenta uma posição corporal sentado.	S	Must have	2
RF 16. O sistema deverá conseguir detetar se o paciente apresenta uma posição corporal deitado.	S	Must have	2
RF 17. A plataforma deverá permitir ao utilizador recuperar a sua password através de email	M	Must have	10
RF 18. A plataforma deverá conseguir aceder e recolher dados à Base de Dados.	M	Must have	5
RF 19. A plataforma deverá estar sempre atualizada em tempo real.	M	Must have	8
RF 20. A plataforma deverá permitir que o profissional de saúde exporte o histórico relativo aos dados dos seus pacientes em ficheiros com extensão “.csv”.	S	Nice To Have	2
RF 21. O sensor <i>Buzzer</i> piezoelétrico, deverá emitir um sinal sonoro, sempre que seja detetada uma queda ou valor	M	Must have	5

da temperatura corporal do paciente se encontre fora dos limites normais.			
RF 22. O <i>LED</i> vermelho ou amarelo deverá ativar-se quando a temperatura corporal medida do paciente, exceder os valores (superiores ou inferiores) de temperatura dos parâmetros normais estabelecidos, alertando visualmente os profissionais de saúde, para as mudanças do estado de saúde do paciente.	M	Must have	5
RF 23. O <i>LED</i> verde deverá estar ativo quando a temperatura corporal medida do paciente, estiver dentro dos valores normais estabelecidos, alertando visualmente os profissionais de saúde, para o estado de saúde do paciente.	M	Must have	5
RF 24. O servo deverá permitir comandar a orientação do termómetro (sensor de temperatura)	M	Should Have	6
RF 25. A plataforma deverá permitir a visualização da potência do sinal da comunicação sem fios “Received Signal Strength”.	M	Should Have	2
RF 26. A plataforma deverá agilizar o processo de notificação de quedas e posição corporal, garantindo que o profissional de saúde é rapidamente notificado, assim que seja detetada uma queda de um dos seus pacientes.	M	Should Have	7

RF 27. Os profissionais de saúde, deverão ser notificados via e-mail caso a temperatura corporal dos seus pacientes se encontre fora do intervalo padrão, estabelecido pela Organização Mundial de Saúde.	M	Must have	10
RF 28. Os profissionais de saúde, deverão ser notificados via SMS caso a temperatura corporal dos seus pacientes se encontre fora do intervalo padrão, estabelecido pela Organização Mundial de Saúde.	M	Must have	11
RF 29.O profissional de saúde, deverá através da plataforma, conseguir definir e alterar os limites normais (superior e inferior) da temperatura corporal dos seus pacientes e essas alterações devem ficar guardadas na memória permanente do Arduino.	M	Should Have	9
RF 30.O utilizador deverá ter credenciais válidas, para conseguir entrar na sua conta pessoal.	S	Must have	4
RF 31.O profissional de saúde deverá conseguir consultar os dados do paciente para poder melhorar o estado de saúde do paciente.	M	Should Have	8

Tabela 2-Requisitos Funcionais

4.1.2 Requisitos Não Funcionais:

RNF 1. A plataforma deverá facilitar o acesso aos dados e informação sobre o estado de saúde do paciente, complementado e facilitando o trabalho dos profissionais de saúde.

RNF 2. A plataforma deverá proporcionar métricas e visualizações gráficas do estado de saúde do paciente, nomeadamente o valor da temperatura corporal.

RNF 3. A plataforma deverá proporcionar métricas e visualizações gráficas acerca do momento da detecção de queda.

RNF 4. A plataforma deve respeitar a legislação em vigor, assim como as normativas da Comissão Nacional de Proteção de Dados (RGPD).

RNF 5. No preenchimento de dados online a plataforma deve exigir ao utilizador a aceitação da política de privacidade.

RNF 6. A plataforma deverá conter embutido uma cifra de encriptação ao efetuar o login do utilizador.

RNF 7. A plataforma deverá ter um tempo de resposta rápido (entre 200 milissegundos e um segundo).

4.1.3 Requisitos Técnicos:

RT 1. A plataforma necessita de uma conexão à internet estável para poder ser acedida.

RT 2. A plataforma apenas suportará desktops.

RT 3. A plataforma necessita que os sensores estejam a funcionar corretamente para que os dados exibidos ao utilizador sejam fidedignos.

RT 4. Os limites normais (superior e inferior) da temperatura corporal, devem ser guardados na memória interna do *Arduino* e devem ser lidos sempre que este se inicializa.

RT 5. O *Arduino* e os sensores devem estar conectados com a alimentação apropriada.

RT 6. A plataforma suportará qualquer web browser.

4.2 Diagramas de Casos de Uso

A utilização de diagramas de casos de uso, permite, facilitar a compreensão de uma forma visual, as várias interações entre cada um dos diversos intervenientes e o próprio sistema. São usados para auxiliar a identificação, registo e organização das várias interações entre utilizador e sistema. A figura seguinte, [Figura 10-Casos de Uso Para Login e Registo], mostra os casos de uso na interação de login e registo da plataforma. No que diz respeito aos casos de uso do login e registo da plataforma, acontecem os possíveis casos de uso:

- Os atores (utilizadores) podem efetuar o registo, *logout* ou *login*
- Caso o utilizador escolha o login, poderá escolher fazer login ou recuperar a password se for o caso.

- Se o caso de uso escolhido for o de login, se utilizador introduzir a password ou email inválidos, irá ser notificado de cada uma desses casos.

Na Figura 11, é possível observar os casos de uso identificados para as restantes interações, nomeadamente as que dizem respeito à detecção de quedas, alarme /notificação de quedas, registo e envio de dados fisionómicos relativos à queda.

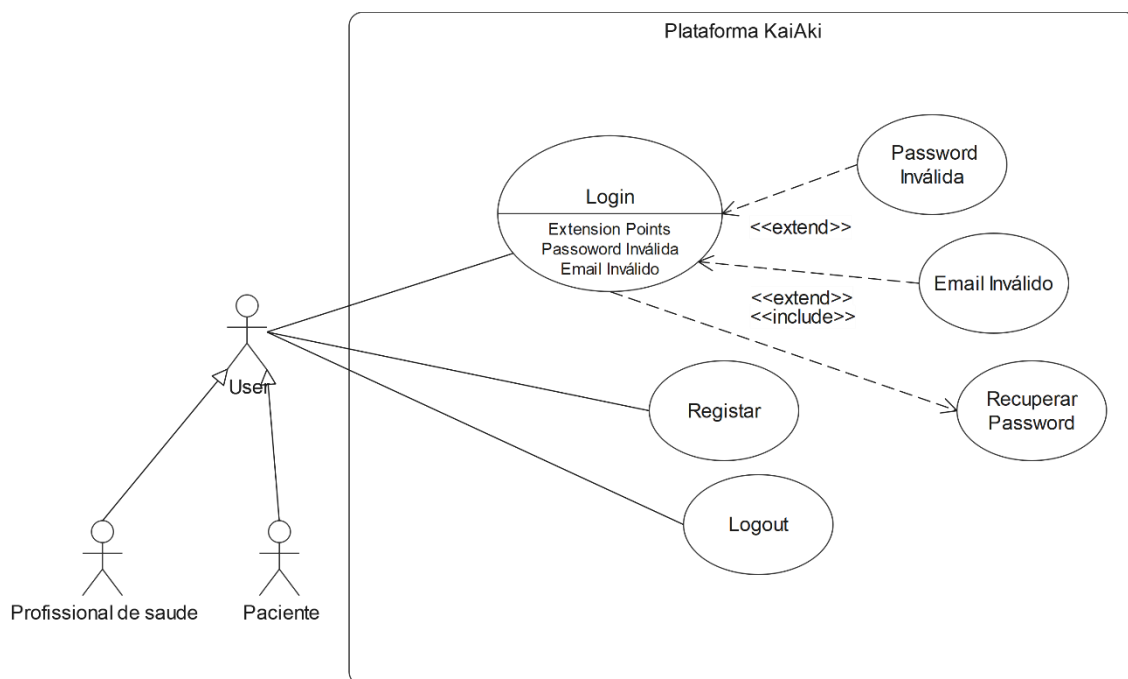


Figura 10-Casos de Uso Para Login e Registo

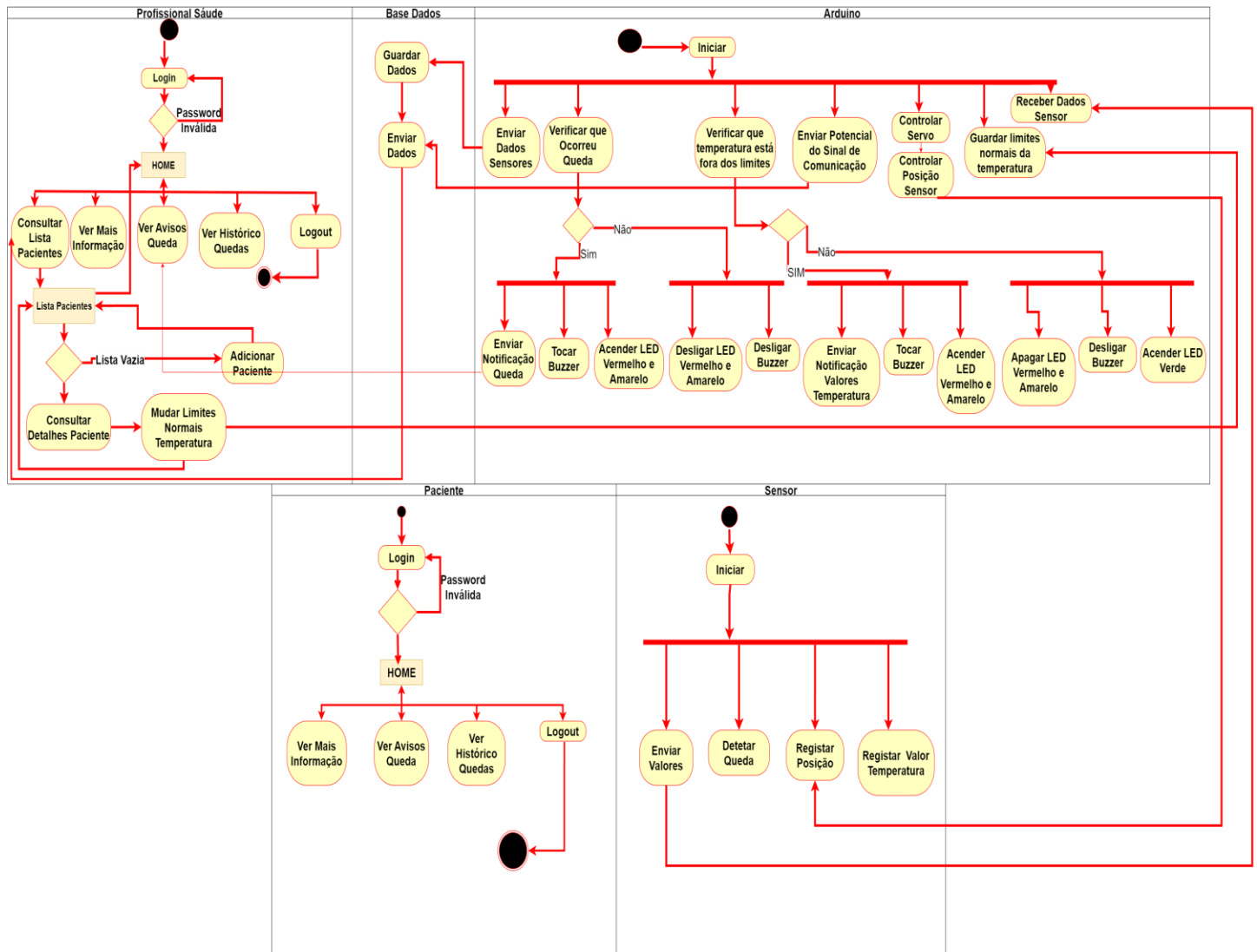


Figura 12-Diagrama de Atividades da Plataforma KaiAki

4.4 Modelos Relevantes

A base de dados é uma parte indispensável do nosso projeto. Através desse conjunto de dados interligados conseguiremos proporcionar um acesso veloz e em tempo real à informação sobre o paciente e possíveis quedas do mesmo, é por isso necessário, a criação de uma base de dados atualizada, confiável e robusta que permita gerir essas informações.

De modo a melhor demonstrar o funcionamento da base de dados e as informações que esta irá conter, utilizaremos o modelo conceptual de Entidade-Relação, para descrever as várias entidades que compõem a estrutura da base de dados, os seus atributos e ainda o seu relacionamento entre outras entidades. Na Figura 13-Modelo Entidade-Relação é possível ver o modelo Entidade-Relação da plataforma *KaiAki* e as suas diversas entidades.

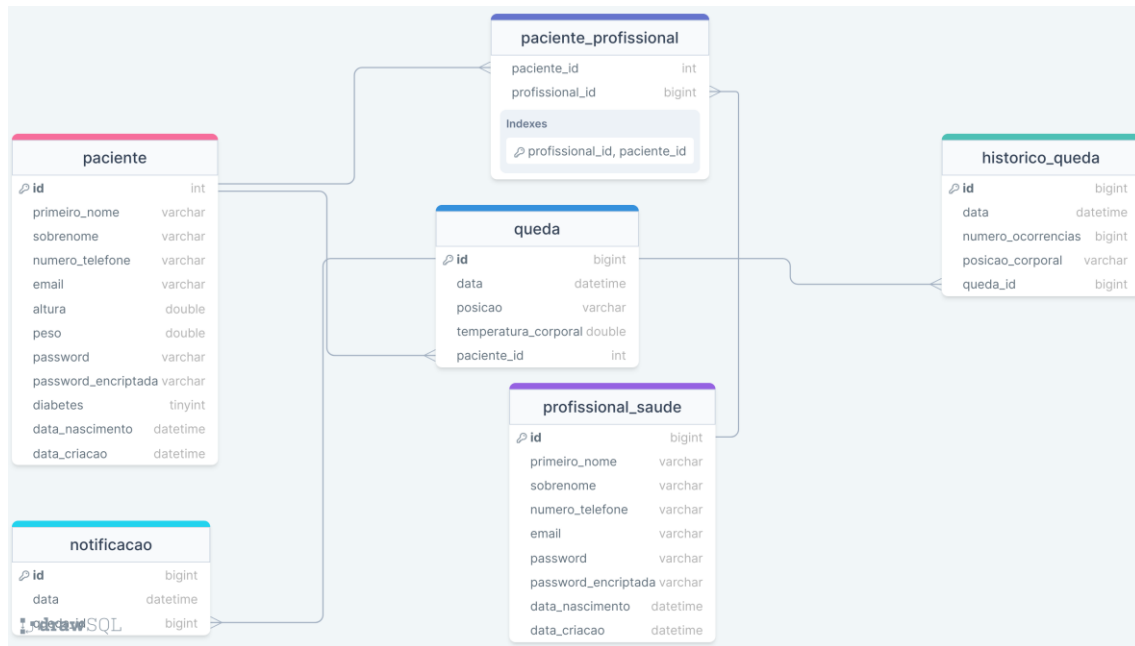


Figura 13-Modelo Entidade-Relação

4.5 Estrutura em Árvore

De modo a facilitar a visualização do funcionamento do *Frontend* da plataforma, definimos, como é possível ver na Figura 14-Estrutura em Árvore da Plataforma, a estrutura em árvore da plataforma, sendo esta constituída por vários níveis, considerando a sua distribuição lógica, onde os níveis mais baixos, fornecem serviço aos níveis superiores.

Ao considerar a figura, é possível ver que existe uma página principal comum a cada utilizador, a página “*Home*”, onde o utilizador poderá efetuar o seu registo, ou realizar login na plataforma, caso pretenda saber mais sobre a plataforma ou precise de ajuda com algo, poderá fazê-lo navegando para as páginas “Sobre Nós” e “Página Contactos” respetivamente.

Existe ainda a distinção entre os dois tipos de utilizadores possíveis:

- “Paciente”.
- “Profissional de Saúde”.

A diferença que é notória na estrutura em árvore da plataforma, é que o utilizador “Profissional de Saúde” tem acesso ao nível “Lista de Pacientes” enquanto o utilizador “Paciente” não.

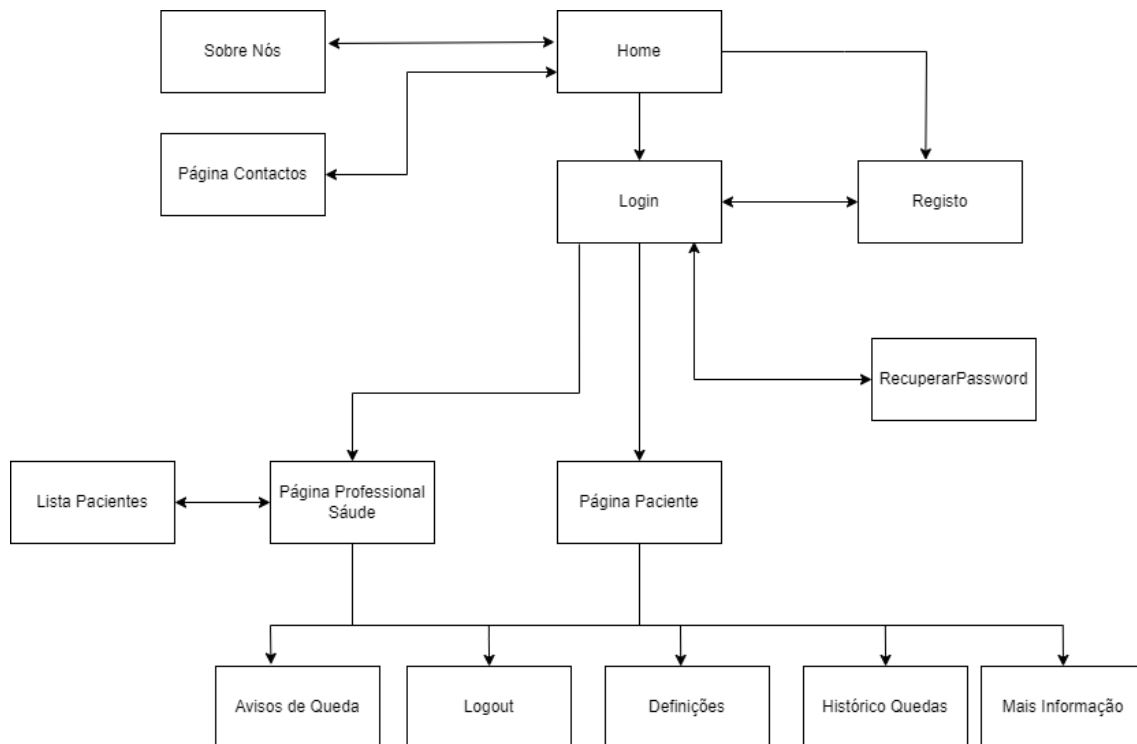


Figura 14-Estrutura em Árvore da Plataforma

4.6 Mockups

De modo a facilitar o desenvolvimento da plataforma, realizámos os seguintes *mockups*, de forma a termos uma referência e também uma visão esperada do possível resultado da solução.

O primeiro *mockup* [Figura 15-Mockup da Página Inicial] apresenta uma possível implementação da página inicial da plataforma *KaiAki*, apresenta no canto superior esquerdo, os dois principais botões, para efetuar *login* e para realizar o registo na plataforma, incentivando à utilização da plataforma, sendo ainda, complementado pelo tema alusivo à saúde e indicando ao utilizador a existência de a possibilidade de saber mais sobre a plataforma e de contactar os responsáveis da mesma.



Figura 15-Mockup da Página Inicial

O próximo *mokcup* [Figura 16-Mockup Criação Conta] apresenta uma possível aparência da página de registo, que contém um formulário, com os respetivos campos que consideramos essenciais para efetuar o registo na plataforma.

Mockup da página de criação de conta. O formulário está sobre um fundo verde escuro. O título "Crie A Sua Conta" está em branco. Os campos de entrada são brancos e retangulares. Os rótulos dos campos são "Email", "Telemovel", "Username" e "Password". Abaixo dos campos, há uma lista de requisitos para a password, cada um precedido por um círculo verde:

- Letras Maiúsculas
- Letras Minúsculas
- 8 Caracteres de tamanho mínimo
- Pelo menos um Número
- Pelo menos um Carácter Especial

Abaixo da lista, há um botão "Criar Conta" em um retângulo arredondado.

Figura 16-Mockup Criação Conta

No *mockup* abaixo [Figura 17-Mockup Página de Login] é possível observar como poderá ser uma possível página de login, com os dois campos de email e password que o utilizador deverá preencher de forma a realizar login na plataforma.

Em caso de esquecimento, da credencial da password, o utilizador deverá fazer clicar no texto “Esqueci-me da Password” e dessa forma, será dirigido à página de recuperação da password.

Ou caso tenha clicado na página de login por engano e não tenha uma conta, poderá proceder à criação da mesma clicando no texto “Não tenho uma Conta”.



Bem Vindo De Volta!

Email

Password

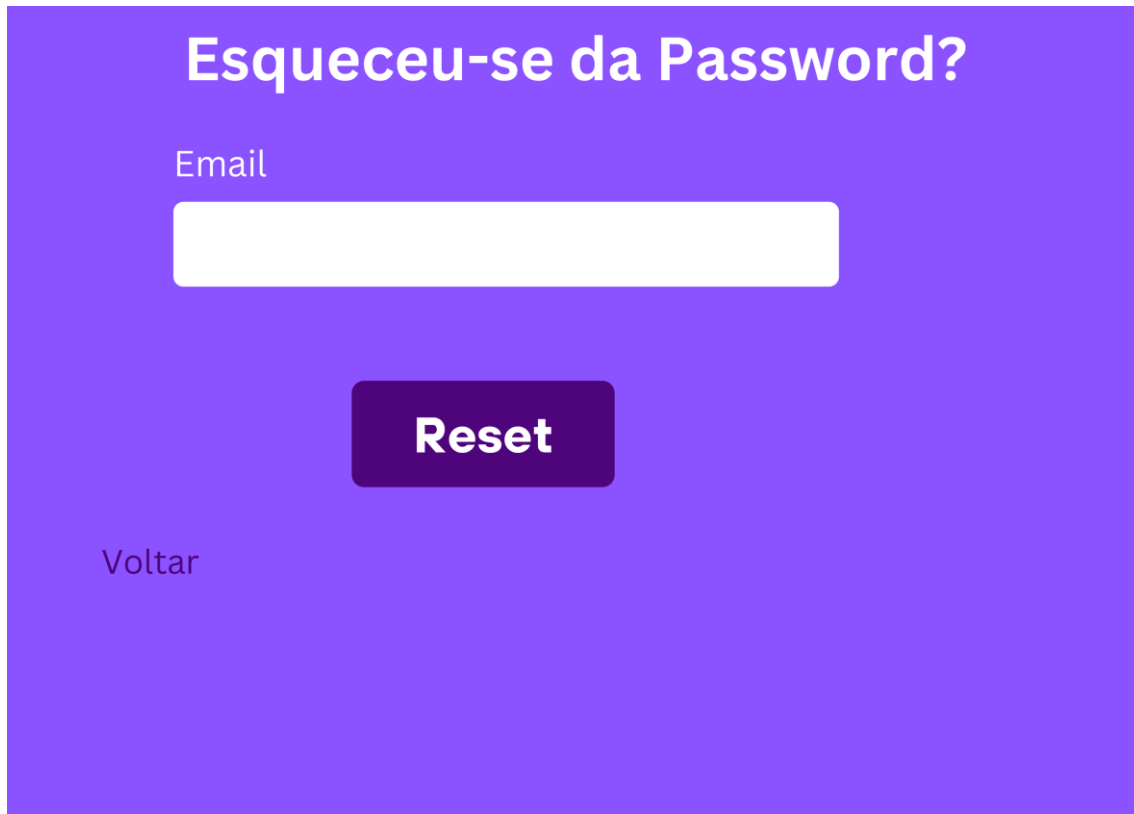
Login

Não tenho uma Conta

Esqueci-me da Password

Figura 17-Mockup Página de Login

O *mockup* seguinte [Figura 18-Mockup Página Recuperação Password], mostra como poderá ser o aspeto visual da página de recuperação da password, com o campo de email, em que é apenas necessário que o utilizador introduza o seu email e poderá proceder à recuperação da sua password.



Esqueceu-se da Password?

Email

Reset

[Voltar](#)

Figura 18-Mockup Página Recuperação Password

O *mockup* seguinte [Figura 19-Mockup Perspetiva Conta do Medico], mostra o aspeto possível da página do profissional de saúde, onde se destacam os avisos de queda mais recentes, referentes aos pacientes da lista do profissional de saúde, bem como detalhes em pormenor sobre o estado de saúde do paciente que sofreu a queda.

Na barra lateral do lado esquerdo, são mostradas as diversas opções de navegação que o profissional de saúde pode seleccionar.



Figura 19-Mockup Perspetiva Conta do Medico

O *mockup* abaixo [Figura 20-Mockup Perspetiva Conta Paciente] apresenta uma ilustração semelhante ao *mockup* anterior, mas na ótica do paciente em que a principal diferença é que este não irá ter acesso a uma lista de pacientes.



Figura 20-Mockup Perspetiva Conta Paciente

O *mockup* seguinte [Figura 21-Mockup Gráficos Em Detalhes], apresenta uma esquematização dos detalhes acerca da fisionomia do paciente, nomeadamente a temperatura e as diversas quedas que foram detetadas ao longo de um período de tempo em específico.

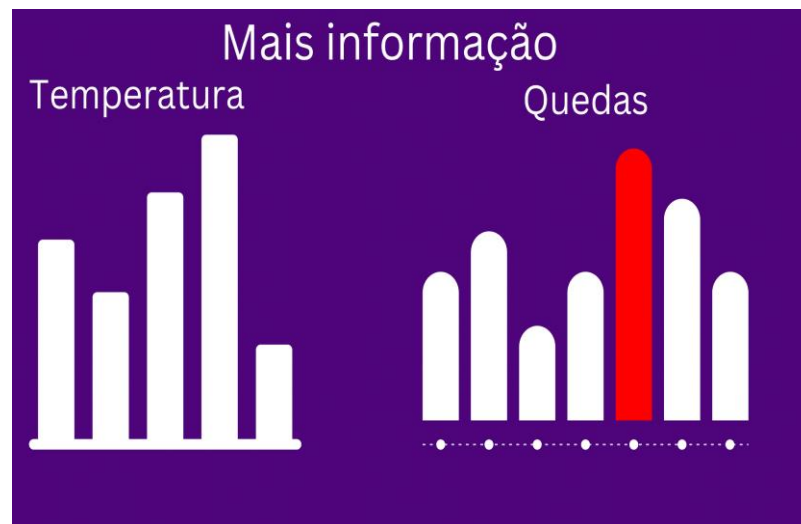


Figura 21-Mockup Gráficos Em Detalhes

O próximo *mockup* [Figura 22-Mockup Gráfico Histórico de Quedas] faz alusão ao histórico de quedas do paciente ao longo do tempo, em que este está registado na plataforma.



Figura 22-Mockup Gráfico Histórico de Quedas

O *mockup* na figura [Figura 23-Mockup Página de Contactos] , mostra um exemplo, de como poderá ser a página de contactos da plataforma, com os vários contactos da plataforma e um botão que permitirá enviar um email a contactar a plataforma.

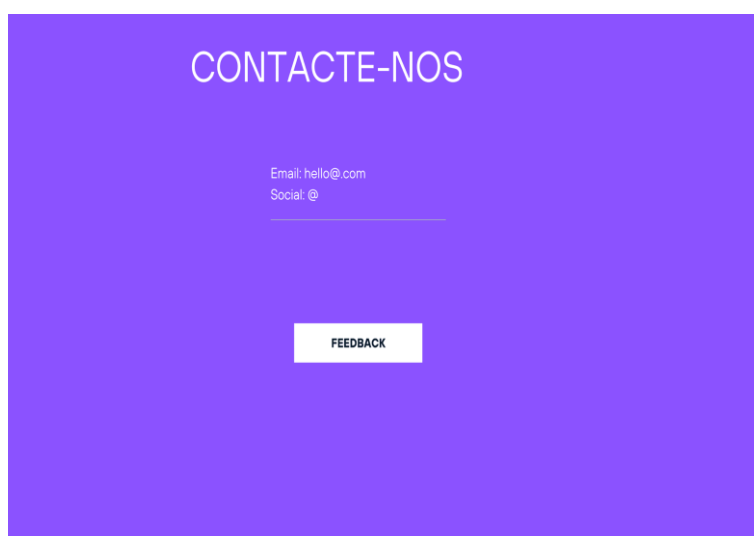


Figura 23-Mockup Página de Contactos

O último *mockup* [Figura 24-Mockup SMS Alerta Queda] demonstra como poderá ser uma notificação de aviso de queda, enviada por SMS ao profissional de saúde / cuidador, responsável pelo cuidado do paciente.

A mensagem contém detalhes acerca da identificação do paciente e a data em que a queda foi detetada.

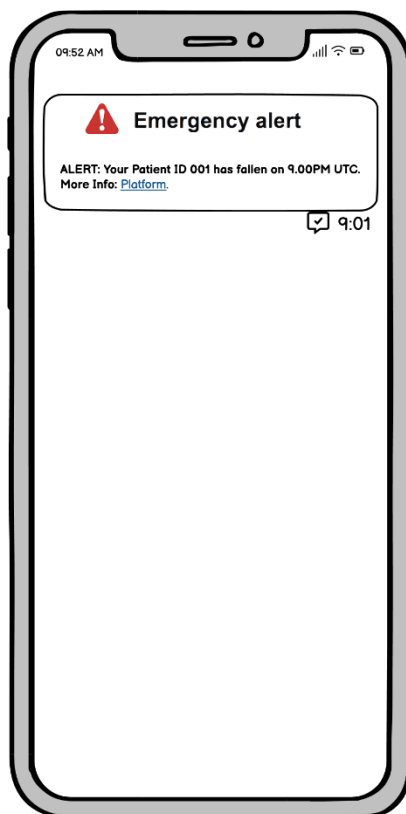


Figura 24-Mockup SMS Alerta Queda

5. Solução Desenvolvida

5.1. Introdução

A solução que realizamos, foca-se no desenvolvimento de uma plataforma *Web* de fácil utilização e que consiga ser utilizada como plataforma de monitorização de dados fisiológicos de doentes (nomeadamente a temperatura), bem como averiguar se o doente caiu ou não, notificando ainda por meio de SMS e Email o profissional de saúde que o paciente sofrera uma queda.

Sendo possível observar o funcionamento da solução, através de um curto vídeo, que demonstra em funcionamento a detecção de quedas, avisos dos limiares de temperaturas definidos e a notificações de queda do paciente, por meio de SMS e Email, contendo a ultima temperatura registada antes do momento de queda.

Link para vídeo demonstrativo(inicial): <https://youtu.be/mUniHq1CVhw>

Link para vídeo demonstrativo: <https://youtu.be/Rql8BcLpUjE>

Fazemos ainda notar, a disponibilização do link de repositório *Git* da aplicação, onde é possível ter uma visão mais detalhada e histórica do progresso do desenvolvimento da solução:

Link do repositório *Git*: <https://github.com/DEISI-ULHT-TFC-2022-23/TFC-DEISI269-KaiAki-Platorma-Quedas>

Para facilitar a fundamentação das tecnologias a utilizar na construção da solução, decidimos separar a mesma nas seguintes secções:

- Arquitetura
- Tecnologias e Ferramentas Utilizadas
- Implementação
- Abrangência

5.2. Arquitetura

A arquitetura da solução é composta pelo sensor que se encarrega de detetar e enviar os dados referentes à fisionomia do paciente (nomeadamente os valores da temperatura e dados relativos às possíveis quedas que possam ocorrer) para o *Arduino*.

O *Arduino*, envia em formato JSON através de um processamento de um ficheiro python , os dados para base de dados *MySQL*.

Através da *framework NestJs*, esses dados provenientes da base de dados, serão enviados por *API* (*Application Programming Interface*) para o *Frontend*, onde serão por sua vez exibidos ao utilizador da solução.

Na Figura 25-Arquitetura da Solução é possível observar a arquitetura da solução em maior pormenor.

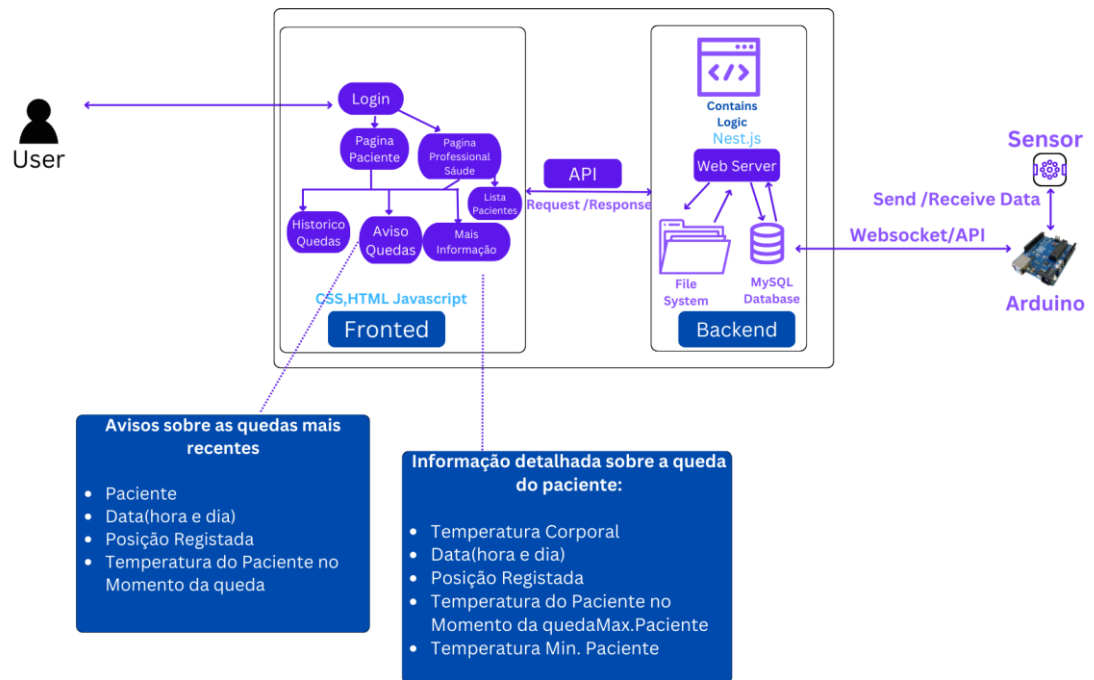


Figura 25-Arquitetura da Solução

A *framework NestJs*, apresenta uma arquitetura de 3 camadas [Figura 26-Arquitetura 3 Camadas], que permite facilitar o desenvolvimento da solução, as três camadas são nomeadamente:

- **Controladores:** Recebe pedidos para a aplicação e trata das diversas rotas.
- **Camada de Serviço:** Inclui a lógica de negócio e todas as operações *CRUD(Create, Update, Delete, Update)* e outros métodos para determinar como os dados podem ser criados, guardados e atualizados.
- **Camada de Acesso Aos Dados:** Esta camada trata e providencia lógica para aceder aos dados guardados de modo persistente, será esta camada que irá comunicar e aceder aos dados provenientes da base de dados da solução.

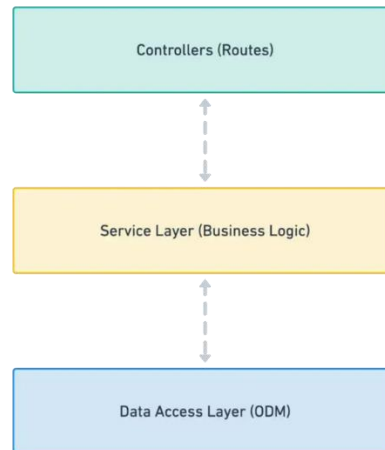


Figura 26-Arquitetura 3 Camadas

5.3. Tecnologias e Ferramentas Utilizadas

A plataforma vai ser desenvolvida utilizando a *framework Nest.js* [Figura 27-NestJS] para a parte da funcionalidade de *backend* da plataforma, esta *framework* é altamente escalável, facilita o desenvolvimento rápido, pois usa *Command Line Interface* (CLI) que permite aumentar a produtividade, permite suporte a diferentes módulos que permite integrar diversas tecnologias e conceitos como *TypeORM*, *Caching*, permite facilmente realizar testes unitários e utiliza *TypeScript* uma linguagem que é derivada de *JavaScript*, permitindo assim um *time to market* bastante rápido. Esta *framework* permite ainda usar vários *Application Programming Interface* (API), os quais utilizaremos para a notificação da detecção de queda/valores anómalos da temperatura, notificando o profissional de Saúde ou cuidador acerca desse facto, por email ou mensagem SMS, garantindo assim que o médico será sempre notificado do estado de saúde dos seus pacientes, sem que este esteja na proximidade do mesmo.

O *backend* da plataforma, nomeadamente a base de dados que receberá os dados do paciente a serem guardados será feito em *MySQL* [Figura 28], o *MySQL* sendo sistema de gestão de base de dados relacional *Open-Source* permite guardar os dados rapidamente de forma segura, apresenta uma sintaxe simples e é altamente eficiente. Garantido que os custos da sua implementação e manutenção serão relativamente baixos.

O *frontend* da plataforma, vai ser desenvolvido utilizando as tecnologias *HTML5* [Figura 29], *CSS* (*Cascading Style Sheets*) [Figura 30] e *JavaScript* [Figura 31], sendo ainda possível a utilização de alguns módulos de *bootstrap* [Figura 32] de forma a acelerar o desenvolvimento desta parte da plataforma.

Relativamente à obtenção dos dados de saúde do paciente, foi utilizada a plataforma baseada no microcontrolador *Arduino* [Figura 33], que permite obter os dados provenientes de um sensor

(GY-521 MPU-6050) [Figura 36] a ser também utilizado para realizar os registos da temperatura do paciente, para além de registar se ocorreu ou não quedas, por meio de um acelerómetro e magnetómetro de 3 eixos.

Sendo ainda utilizado um servo [Figura 37] para controlar a orientação do termómetro.

Na notificação próxima em caso de valores anómalos da temperatura, ou detecção de queda, são utilizados 3 *LEDs* [Figura 35] de cores diferentes (vermelho, verde, amarelo), dependendo dos valores registados, bem como um *Buzzer* piezoeléctrico [Figura 38] para sinalização acústica da ocorrência desse tipo de situações.

Para comunicação e envio dos dados registados para a base de dados, é ainda utilizado um ficheiro python para processar esses dados, o módulo Wi-Fi [Figura 34] é utilizado de forma a facilitar a transmissão dos avisos em tempo real, sendo também possível visualizar a potência do sinal da comunicação sem fios “*Received Signal Strength*” e será ainda assegurado que os limites normais (superior e inferior) da temperatura devem estar guardados na *EEPROM* (Electrically Erasable Programmable Read-only Memory, memória permanente do *Arduino*) e devem ser lidos sempre que se inicializa a placa.

Ao implementar os diversos sensores no *Arduino*, será utilizada a linguagem de programação C, [Figura 39] sendo que é esta a linguagem suportada pelo microcontrolador.



Figura 27-NestJS



Figura 28-MySQL



Figura 29-HTML



Figura 30-CSS



Figura 31-JavaScript



Figura 32-Bootstrap



Figura 33-Arduino



Figura 34-Modulo Wifi Arduino



Figura 35-LEDs



Figura 36-GY-521 MPU-6050



Figura 37-Servo



Figura 38-Buzzer



Figura 39-Linguagem C

Através dos componentes anteriormente mencionados, irá ser construído um protótipo com dimensões reduzidas, (sensivelmente o tamanho de um *smartphone* moderno, cerca de 7 cm de largura por 16 cm de comprimento) que permitirá testar a robustez e eficiência da solução.

O protótipo irá enviar os dados da temperatura corporal do paciente, e da sua posição atual, bem como se foi detetada uma queda ou não, para a plataforma web, em tempo real, sendo ainda necessário saber alguns dados acerca da fisionomia do paciente, nomeadamente, peso, altura e idade, dados estes que serão guardados na base de dados e serão posteriormente remetidos para a plataforma web.

De forma facilitar o desenvolvimento da solução, escolhemos algumas ferramentas que nos irão facilitar nesse processo das quais destacamos:

- **Microsoft Visual Studio Code** [Figura 40]-Este *IDE (Integrated Development Enviroment)*, tornará o desenvolvimento da nossa solução muito mais rápido devido às suas diversas funcionalidades, como por exemplo, tirando partido da vasta biblioteca de extensões que tem à sua disposição, facilitando por exemplo, o *commit* da solução à plataforma *GitHub*.
- **Postman** [Figura 41]-Uma plataforma de *APIS (Application Programming Interfaces)* que permite construir e testar *APIS*, facilitando e acelerando desta forma o desenvolvimento da parte *Frontend* da solução, ao realizar pedidos de *HTTP (Hypertext Transfer Protocol)* facilmente e de uma forma bastante intuitiva.
- **Arduino IDE** [Figura 42]-Este *IDE* será utilizado principalmente no desenvolvimento da parte da monitorização do paciente, nomeadamente na configuração e implementação do microcontrolador *Arduino* e do sensor que irá registar os dados da fisionomia do paciente. Este *IDE* sendo o oficial do *Arduino* melhora a compatibilidade entre o mesmo, algo que poderia não ser o caso se por outrora fosse utilizado um *IDE* diferente.



Figura 40--Microsoft Visual Studio Code



Figura 41-Postman



Figura 42-Arduino IDE

5.4 Implementação

A solução que nos propomos a realizar, como mencionada anteriormente, consiste no desenvolvimento de uma plataforma *Web* de fácil utilização e que consiga ser utilizada como plataforma de monitorização de dados fisiológicos de doentes (nomeadamente a temperatura), bem como averiguar se o doente caiu ou não.

Estes dados são possíveis de serem consultados por parte de profissionais de saúde bem como por parte do próprio doente, sendo ainda possível sempre que for detetada uma queda, alertar os profissionais de saúde cujo paciente se encontra a cargo.

A plataforma será dividida em algumas secções nomeadamente:

- A base de dados que iria registar os dados provenientes dos sensores que estão a cargo de registar os dados da fisionomia da pessoa bem como a deteção da queda (neste caso, a plataforma *Arduíno*).
- A implementação de sensores para registar a queda e o estado de saúde da pessoa (valores da temperatura corporal), e a obtenção dos dados do mesmo, realizados através da utilização de um *Arduíno* e dois sensores, um acelerómetro/magnetómetro (para registo da queda) e outro sensor de temperatura com infravermelhos. Alertando presencialmente se existirem situações anómalas na temperatura do paciente (*Hipotermia* ou *Hipertermia*)

e/ ou a detecção de queda (através do auxílio de um *Buzzer* piezoelétrico, permitindo a sinalização acústica, quando essas situações ocorrerem).

- Para complementar a notificação do *Buzzer*, seriam utilizados *LEDs* (*Light Emitting Diode*) para as situações possíveis em relação aos valores registados da temperatura: *LED* amarelo para a temperatura abaixo do normal (abaixo dos 36,1°C), *LED* vermelho para a temperatura acima do normal (a partir dos 37,8°C) e um *LED* verde para a temperatura dentro dos limites normais (36,1°C a 37,7°C).
- O envio desses mesmos dados provenientes dos sensores para o *Arduíno*, que por sua vez iria guardar esses dados na base de dados.
- A estruturação e criação do website da plataforma online, com a página inicial [Figura 15].
- A plataforma *web* permitirá realizar um login com credenciais válidas, após o utilizador criar uma conta [Figura 16] Permitirá também fazer a distinção se o utilizador que se encontra a realizar login é paciente ou profissional de saúde, sendo que após o login os conteúdos mostrados serão diferentes, dependendo do tipo de utilizador escolhido, se for profissional de saúde terá a página [Figura 19] ou se for paciente mostrará a página [Figura 20].
- A plataforma irá possibilitar quer ao profissional de saúde quer ao paciente, saber detalhadamente em específico qual a temperatura atual registada; para além disso permitirá saber se foram detetadas quedas recentes ou não, através de gráficos [Figura 21].
- Relativamente às quedas do paciente, será ainda possível ter acesso a todo o histórico das quedas detetadas, desde o momento que este se regista na plataforma. Para tal bastará aceder-se à página que mostrará o histórico de quedas, tal como se pode observar na [Figura 22].
- Uma outra funcionalidade que a plataforma concederá, é a concessão de *feedback* acerca da plataforma e das suas diversas finalidades, podendo para esse efeito ser utilizada uma página de contactos, onde os utilizadores poderão enviar por email as suas críticas e questões, [Figura 23].
- Em caso de ocorrência de queda do paciente, o profissional de saúde ou cuidador responsável pelo cuidado do mesmo, será alertado para esse facto, através do recebimento de uma notificação de alerta via SMS [Figura 24].

5.5. Abrangência

No que diz respeito à vertente académica, esta solução vai conter metodologias já aplicadas em algumas unidades curriculares que já foram lecionadas até à data e outras a serem lecionadas, nomeadamente:

- **Redes de Computadores-** Conteúdos relacionados com a comunicação em rede do *Arduino*, bem como a utilização de diversos protocolos de comunicação de redes como o *HTTP* (*Hypertext Transfer Protocol*) por exemplo.
- **Sistemas Operativos-** Metodologias relacionadas com a comunicação do *Arduino* como por exemplo *APIS* e Subsistemas de Entradas e Saídas (E/S).
- **Engenharia de Software-** Metodologias que dizem respeito a boas práticas de desenvolvimento de software para melhorar a qualidade da solução.
- **Programação Web-** Conteúdos relativos ao *Frontend* da solução, desde a sua construção à implementação, bem como as tecnologias que aí foram lecionadas e serão utilizadas na solução como por exemplo *HTML* e *CSS*.
- **Base de Dados-** Conteúdos no que dizem respeito ao *Backend* da solução, nomeadamente na construção e implementação da base de dados em *MySQL*, que assegurará o bom funcionamento da solução.

6. Método e Planeamento

De modo a facilitar as diversas implementações da solução e para estas sejam realizadas dentro dos prazos estabelecidos, planificámos a implementação das várias secções da solução, como é possível observar na imagem abaixo [Figura 43].

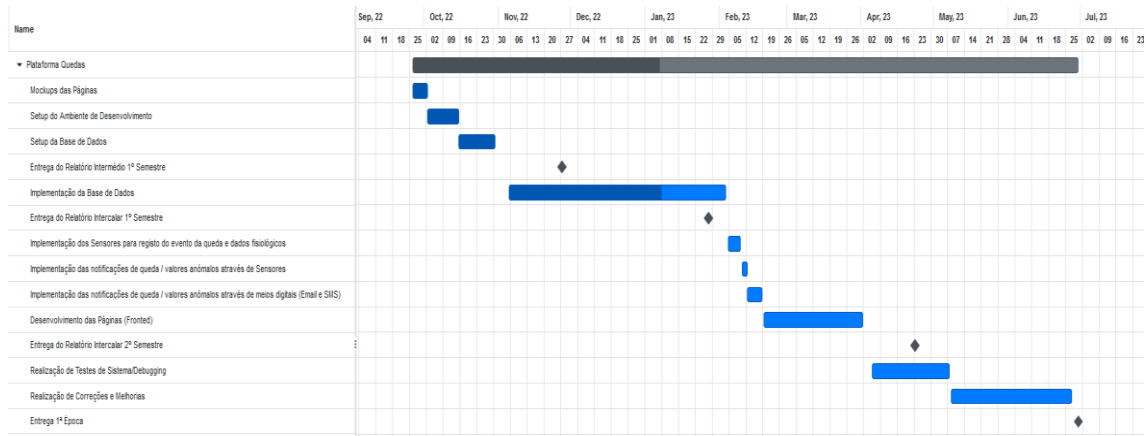


Figura 43-Cronograma Proposto Gantt

Planificámos a solução nas seguintes etapas:

1. *Mockups* das Páginas

Etapla focada na realização de *mockups* da possível apresentação e estruturação da parte de *fronted* da solução. **[Feito]**

2. *Setup* do Ambiente de Desenvolvimento

Foco na criação dos ambientes de *fronted* e de *backend* a serem utilizados para o desenvolvimento da solução. **[Feito]**

3. *Setup* da Base de Dados

Posteriormente a ser realizado o *setup* dos ambientes de desenvolvimento, será configurada e criada uma base que guardará os dados a serem utilizados e apresentados da solução. **[Feito]**

4. Implementação da Base de Dados

Finalização da construção da base de dados, com as diversas entidades, relações e atributos dos dados da solução.

Em pormenor:

- Criação das diversas entidades **[Feito]**
- Criação dos atributos de cada entidade **[Feito]**
- Criação das diversas relações entre as entidades **[Feito]**

- Criação dos métodos de autenticação para as entidades que contenham os atributos de password e email (encriptação das passwords)

5. Implementação dos Sensores para registo do evento da queda e dados fisiológicos
- Configuração dos vários sensores a serem utilizados em complemento com o Microcontrolador *Arduino*, de forma que seja possível obter dados provenientes dos mesmos e que esses dados sejam de seguida armazenados na base dados.

Em detalhe:

- Implementação das conexões físicas dos sensores à placa *Arduino*. **[Feito]**
- Configuração dos sensores na placa *Arduino*. **[Feito]**
- Configuração da ligação entre a base de dados e a placa *Arduino*. **[Feito]**
- Envio dos dados da placa *Arduino* para a base de dados. **[Feito]**
- Envio dos dados da base de dados para a plataforma online(site).

6. Implementação das notificações de queda / valores anómalos através de Sensores.
- Após a implementação dos sensores, será configurado um sistema de notificações que utilize os componentes físicos (*LEDs* e o *Buzzer*) para alertar o utilizador sempre que seja detetada uma queda pelo sensor, ou os valores de temperatura obtidos pelo sensor estejam fora de uma gama previamente estabelecida.

Em mais pormenor:

- Implementação das ligações físicas dos 3 *LEDs* à placa *Arduino*. **[Feito]**
- Configuração dos 3 *LEDs* à placa *Arduino*. **[Feito]**
- Implementação das ligações físicas do *Buzzer* à placa *Arduino*. **[Feito]**
- Configuração do *Buzzer* à placa *Arduino*. **[Feito]**
- Configuração dos parâmetros de deteção de queda/ limites de temperatura. **[Feito]**
- Testagem da correta deteção de queda / valores anómalos de temperatura. **[Feito]**

7. Implementação das notificações de queda / valores anómalos através de meios digitais (*Email* e *SMS*)

Etapa com destino ao desenvolvimento de um sistema notificações por meios digitais (*Email* e *SMS*), através do uso de *Application Programming Interfaces*, que permita enviar mensagens para o *email* e telemóvel, do profissional de saúde responsável pelo paciente - no caso do sensor detetar uma queda ou se verificar que os valores da temperatura corporal do doente estejam fora da gama de valores estabelecida.

Em detalhe, para a notificação através de *Email*:

- Configuração da ligação da placa *Arduino* à rede *Wifi*. **[Feito]**

- Configuração e implementação do servidor de email com a placa Arduino (Gmail) **[Feito]**
- Implementação de parâmetros de sincronização do relógio da placa Arduino , com o servidor de email através do NTP (*Network Time Protocol*) [NTP1]. **[Feito]**
- Testagem do correto funcionamento do envio da notificação de deteção de queda / valores anómalos de temperatura através de email. **[Feito]**

Para a implementação de notificações através de SMS:

- Criação de uma conta de Twillo **[Feito]**
- Aquisição de um número de telefone da plataforma **[Feito]**
- Instalação da biblioteca de comunicação do Twillo com a placa Arduino **[Feito]**
- Modificação da biblioteca para garantir que funciona para a placa usada em particular (EESP8266), evitando problemas de incompatibilidade **[Feito]**
- Testagem do correto funcionamento do envio da notificação de deteção de queda / valores anómalos de temperatura através de SMS **[Feito]**

8. Desenvolvimento das Páginas (*Fronted*)

Nesta etapa o foco do desenvolvimento, será a criação e implementação das páginas da plataforma web, onde serão mostrados todos os dados necessários ao utilizador, para esse efeito serão utilizadas diversas *Application Programming Interfaces*.

Em mais detalhe:

- Criação da Página Inicial em *HTML5* **[Feito]**
- Criação da Página de Login em *HTML5* **[Feito]**
- Criação da Página de Contactos em *HTML5* **[Feito]**
- Criação da Página “Sobre Nós” em *HTML5* **[Feito]**
- Criação da Página de Definições em *HTML5* **[Feito]**
- Criação da Página de Mais Informação em *HTML5* **[Feito]**
- Criação da Página de Histórico de Quedas em *HTML5* **[Feito]**
- Criação da Página de Lista de Pacientes em *HTML5* **[Feito]**
- Criação da Página de Paciente em *HTML5* **[Feito]**
- Criação da Página de Profissional de Saúde em *HTML5* **[Feito]**
- Criação da Página de Registo em *HTML5* **[Feito]**

- Criação da Página de Recuperação de Password em *HTML5* **[Feito]**

Elaboração dos ficheiros de estilização (*CSS*) das páginas mencionadas, tendo em conta boas praticas[UIUX1] de UI(*User Interface*) / UX(*User Experience*) e design otimizado para *smartphones*. **[Feito]**

9. Realização de Testes de Sistema/*Debugging*

Foco na realização de testes à base dados, aos pedidos de requisições das *Application Programming Interfaces* e ainda foco na execução de testes à parte de *frontend* (*User Experience*). **[Feito]**

10. Realização de Correções e Melhorias

Alocação do tempo disponível até à data de entrega do projeto, com o propósito de realização de possíveis correções a realizar, verificadas na etapa anterior, bem como possíveis implementações de novas funcionalidades que complementem a solução.

7. Resultados

Título	Descrição	Identificação de Requisitos	Resultado Esperado	Resultado Obtido
Deteção queda	O paciente sofreu uma queda.	RF9, RT5, RF11, RF4	A queda foi detetada através das mudanças de posição e de temperatura corporal do paciente pelo sensor (MPU06050)	A queda é detetada com sucesso através da mudança de posição ou da temperatura corporal do paciente pelo sensor
Alarme Temperatura Corporal Superior ao limiar Definido	A temperatura corporal do paciente registada foi superior ao limiar definido	RF21, RF22	O sensor MPU06050, detetou que a temperatura corporal do paciente, passou o limiar superior de temperatura corporal, acionando o LED vermelho e o Buzzer.	O sensor MPU06050 após detetar a temperatura corporal, no limiar superior é ligado o LED vermelho e o buzzer é acionado.
Alarme Temperatura Corporal Inferior ao limiar Definido	A temperatura corporal do paciente registada foi inferior ao limiar definido	RF21, RF22	O sensor MPU06050, detetou que a temperatura corporal do paciente, passou o limiar inferior de temperatura corporal, acionando o LED	O sensor MPU06050 após detetar a temperatura corporal, no limiar inferior é ligado o LED vermelho e o buzzer é acionado.

			amarelo e o Buzzer.	
Deteção Posição	A posição do paciente foi registada	RF14, RF15, RF16	O sensor MPU06050, detetou a posição corporal do paciente (em pé, sentado ou deitado) através da mudança de posição do paciente	O sensor MPU06050, após detetar a posição corporal do paciente (em pé, sentado ou deitado) é registado na base de dados.
Alerta de queda por SMS	O paciente sofreu uma queda.	RF25, RF28, RT1, RT2, RT3	Após ter sido detetado que o paciente sofreu uma queda, foi enviada um alerta de SMS (com o aviso de queda e última temperatura registada antes da queda) ao profissional de Saúde responsável pelo cuidado do paciente.	Após ser detetada uma queda do paciente, é enviado um alerta de SMS (com o aviso de queda e última temperatura registada antes da queda) ao profissional de Saúde responsável pelo cuidado do paciente.
Alerta de queda por Email	O paciente sofreu uma queda.	RNF2, RNF5, RT1, RT2, RT3	Após ter sido detetado que o paciente sofreu uma queda, foi enviada um alerta de Email (com o aviso de queda e	Após ser detetada uma queda do paciente, é enviado um alerta de Email (com o aviso de

			última temperatura registada antes da queda) ao profissional de Saúde responsável pelo cuidado do paciente	queda e última temperatura registada antes da queda) ao profissional de Saúde responsável pelo cuidado do paciente.
Alerta de queda através de sensores (LEDs e buzzer)	O paciente sofreu uma queda.	RF21, RF22	Após ter sido detetado que o paciente sofreu uma queda, foram acionados o LED vermelho e o Buzzer, alertando, quem esteja na proximidade do paciente que este sofrera uma queda.	O paciente após uma queda, é acionado o LED vermelho e o Buzzer, alertando, quem esteja na proximidade do paciente que este sofrera uma queda.
Histórico de quedas	O Profissional de Saúde consegue visualizar o histórico de quedas dos seus pacientes	RF10, RF20	O Profissional de Saúde consegue visualizar o histórico de quedas dos seus pacientes, ao longo do tempo, podendo ver em detalhe em que dias ocorreu um maior número de quedas.	Através da base de dados é possível visualizar o historio de quedas do paciente.

Histórico temperatura corporal	O Profissional de Saúde consegue visualizar o histórico de temperatura corporal dos seus pacientes	RNF3	O Profissional de Saúde consegue visualizar o histórico de quedas dos seus pacientes, ao longo do tempo, podendo ver em detalhe em que dias este passou o limiar definido	Através da base de dados é possível visualizar o historio de temperatura corporal do paciente.
Alteração Limites Temperatura Corporal	O Profissional de Saúde, consegue alterar os limites de temperatura corporal dos seus pacientes	RFN7, RT6	O Profissional de Saúde consegue realizar a alteração dos limites de temperatura dos seus pacientes e essa alteração fica definida na memória interna do microcontrolador.	É possível redefinir os limites de temperatura dos seus pacientes, alterando no IDE do Arduíno.

8. Conclusão e trabalhos Futuros

Ao implementarmos a plataforma de quedas “KaiAki”, ao longo do decorrer do projeto, foram colocados em prática conceitos de diversas unidades curriculares de toda a licenciatura, mas em particular de Engenharia de Software, Programação Web, Redes de Computadores, Base de Dados e Sistemas Operativos, fornecendo os conceitos essenciais para a realização do trabalho.

Conseguimos demonstrar que é possível detetar quedas e alertar presencialmente para a sua ocorrência (no caso dos LEDs e do Buzzer), notificando ainda os profissionais de saúde quer por meio de Email ou SMS desses mesmos eventos.

Em trabalhos futuros, poderá ser possível realizar previsões com maior fidelidade se o doente irá sofrer uma queda ou não recorrendo a algoritmos de Inteligência Artificial e tendo por base um maior número de dados acerca da fisionomia da pessoa, como fora mencionado em capítulos anteriores[2].

Desta forma, o projeto poderá sofrer melhorias e atualizações contínuas, não apenas no que concerne à notificação, prevenção e detecção de quedas, mas também nos complementos propostos, que têm potencial para realçar as funcionalidades. Tal facilitará a experiência de todos os atuais e potenciais utilizadores da plataforma no futuro.

Bibliografia

- [1] Sense4Care. (n.d.). ANGEL4 FALL DETECTION - Sense4Care, <https://www.sense4care.com/tienda/angel4-fall-detection/>, acessido em 13 Nov. 2022
- [2] Relógio Nock Senior - NEKI Líderes em dispositivos GPS, <https://neki.pt/relogio-localizador-gps-anciaos.html>, acessido em 13 Nov. 2022
- [3] A48 - Sistemas de Segurança. (2020). Sistema de Apoio ao Cliente - GlobalHelp 1, <http://a48.pt/sistemaapoiocliente/globalhelp1>, acessido em 13 Nov. 2022
- [4] Shimmer. (n.d.). Wearable IMU sensor | Motion sensor | 9DOF, <https://shimmersensing.com/product/shimmer3-imu-unit/>, acessido em 13 Nov. 2022
- [5] Manage Fall Detection on Apple Watch, <https://support.apple.com/guide/watch/manage-fall-detection-apd34c409704/watchos>, acessido em Março 2023.
- [APDP01] Associação Protetora dos Diabéticos de Portugal <https://apdp.pt/diabetes/diabetes-simples/>, acessido em Jan.2023
- [CATP] Cat S62 Pro Smartphone - Cat phones, <https://www.catphones.com/pt-pt/cat-s62-pro-smartphone/>, acessido em Nov 2022
- [CDC1] Centers for Disease Control and Prevention. Falls Among Older Adults: An Overview - Home and Recreational Safety [2014]. Available from: <http://www.cdc.gov/HomeandRecreationalSafety/Falls/adultfalls.htm>
- [DEISI22] DEISI, Regulamento de Trabalho Final de Curso, Set. 2022.
- [DMJM14] Dias, Maria José Martins da Costa. "Quedas em contexto hospitalar: Fatores de risco." (2014), https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/17112/1/Tese_Quedas%20em%20contexto%20hospitalar_Fatores%20de%20risco.pdf, acessido em Out.2022
- [EUC1] European Commission. (2011). Strategic implementation plan for european innovation partnership on active and healthy ageing. Brussels : European Commission.
- [FFMS1] PROCESSOS DE ENVELHECIMENTO EM PORTUGAL <https://www.ffms.pt/sites/default/files/2022-08/processos-de-envelhecimento-em-portugal.pdf>, acessido em Jan.2023

- [FFMS2] O Envelhecimento ativo em Portugal https://www.ffms.pt/sites/default/files/2022-08/Envelhecimento_ativo_em_Portugal_estudos_ffms.pdf , acedido em Jan. 2023
- [HFSS07] Healey, F., & Scobie, S. (2007). Slips, trips and falls in hospital: The third report from Patient Safety Observatory. London, England: National Patient Safety Agency
- [HIPE01] Hipertermia: O que é, sintomas, tratamentos e causas <https://www.rededorsaoluiz.com.br/doencas/hipertermia>, acedido em Jan.2023
- [IAAO] Oliveira, A. (2019). Inteligência Artificial. 1ª edição, Fundação Francisco Manuel dos Santos. Lisboa
- [KSRO22] Karar ME, Shehata HI, Reyad O. A Survey of IoT-Based Fall Detection for Aiding Elderly Care: Sensors, Methods, Challenges and Future Trends. *Applied Sciences*. 2022; 12(7):3276. <https://doi.org/10.3390/app12073276> ,acedido em 3 Nov. 2022
- [MORSE1] Morse, J. (2009). Preventing Patients Falls:establishing a fall intervention program (2nd ed.). New York: Springer Publishing Company
- [NPSF1] National Patient Safety Foundation. (2013). National Patient Safety Foundation.Obtidoem 12 de Fevereiro de 2013, de Key Facts About Patient Safety: <http://www.npsf.org/for-patients-consumers/patients-and-consumers-key-facts-about-patient-safety/#Fal>
- [NTP1] NTP (Network Time Protocol) <https://study-ccna.com/ntp-network-time-protocol/> acedido em Março 2023
- [OHFH10] Oliver, D., Healey, F., & Haines, T. P. (2010). Preventing falls and fall-related injuries in hospitals. In L. Z. Rubenstein, & D. A. Ganz, Clinics in geriatric medicine (Vol. 26, pp. 645-692). London: Elsevier.
- [OMS2] Relatório Mundial de Envelhecimento E Saúde https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/186468/WHO_FWC_ALC_15.01_por.pdf;jsessionid=3FC3863CE9945291BFB590C05B75135F?sequence=6 , acedido em Jan. 2023
- [PORDA01] Dados sobre a taxa bruta de natalidade em Portugal | Pordata <https://www.pordata.pt/portugal/taxa+bruta+de+natalidade-527> , acedido em Jan.2023
- [REVI1] REGISTADOR DE EVENTOS IMPLANTÁVEL, <https://www.csaudeboavista.com/registador-de-eventos-implantavel/>, acedido em Out. 2022
- [RGPD] Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD), https://www.sg.pcm.gov.pt/media/38096/resolucaocm_rgpd.pdf , acedido em Jan. 2023

- [ROJS20] Ribeiro, O. J. S. (2020). *Deteção de Quedas em Ambiente Residencial* (Doctoral dissertation, Instituto Politecnico do Porto (Portugal)), https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/17018/1/DM_OsvaldoRibeiro_2020_ME_EC.pdf , acedido em 13 Nov. 2022
- [SPDI1] Relatório Anual do Observatório Nacional da Diabetes – Edição de 2019 da Sociedade Portuguesa de Diabetologia, https://www.spd.pt/images/uploads/20210304-200808/DF&N-2019_Final.pdf, acedido em Out.2022
- [TWIL1] Twilio: Communication APIs for SMS, Voice, Video <https://www.twilio.com/en-us> consultado em Março 2023
- [UIUX1] Design Consistency Guide UI and UX Best Practices – UXPin <https://www.uxpin.com/studio/blog/guide-design-consistency-best-practices-ui-ux-designers/>
- [ULHT22] Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia, www.ulusofona.pt, acedido em Out. 2022.
- [VCSP10] Vincent, C. (2010). Patient Safety (2nd ed.). Oxford: Blackwell Publishing Ltd
- [WHOG1] World Health Organization. (2007). WHO global report on falls prevention in older age. Geneva, Switzerland: WHO Press. acedido em Março 2023

Anexos

a. Progresso de trabalho

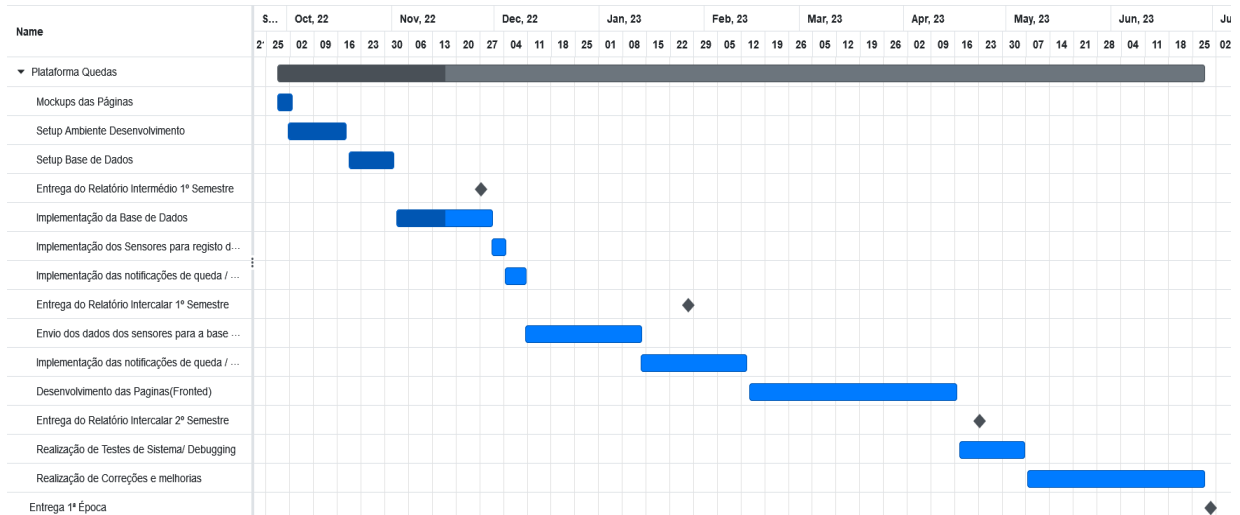


Figura 44-Cronograma proposto em formato Gantt Primeira Entrega

As etapas seguintes:

- “Mockups das Páginas”.
- “Setup do Ambiente de Desenvolvimento”.
- “Setup da Base de Dados”

Foram concluídas antes do *milestone* da entrega anterior, sem que existissem grandes dificuldades na realização das mesmas.

A etapa “Implementação da Base de Dados” está ainda a ser concluída, apesar de terem sido feitos progressos relativamente à execução da mesma.

Esta etapa apresentou algumas dificuldades, nomeadamente devido à escolha da utilização da *framework* NestJs, que até então, nos era desconhecida, foi necessário trabalho de pesquisa em relação ao funcionamento e implementação da mesma, de forma que nos familiarizássemos com esta tecnologia.

Tivemos ainda alguns problemas, na conjugação desta *framework* e a base de dados *MySQL*, problemas esses relativos à interligação destas duas tecnologias.

Após termos resolvido estes problemas, começamos prontamente a realização desta etapa.

Update: 23 Abril 2023

Até à data 23 de abril de 2023, a solução apresenta-se ainda em constantes alterações, nomeadamente a base de dados, pelo que não iremos ainda apresentar um modelo final.

O website da plataforma, já se encontra com um aspeto quase finalizado, totalmente diferente dos *mockups* inicialmente apresentados, ainda que este não esteja num estado final, podendo sofrer futuras alterações.

Em pormenor cada uma das páginas:

Página Inicial da Plataforma:



Figura 45-Página Inicial

Página Sobre Nós da Plataforma:



Figura 46-Página Sobre Nós

Página de Contactos da Plataforma:

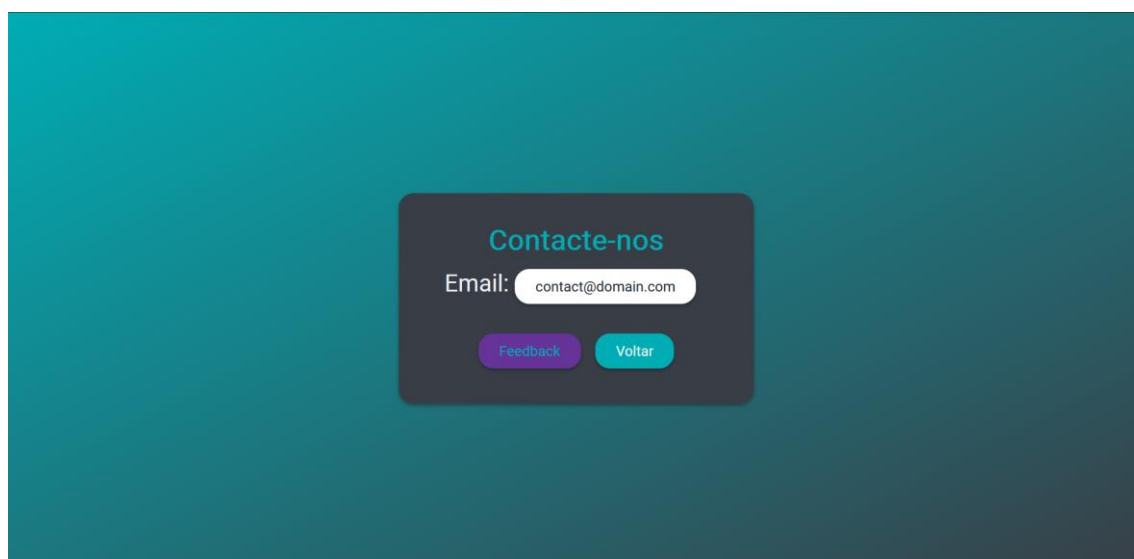
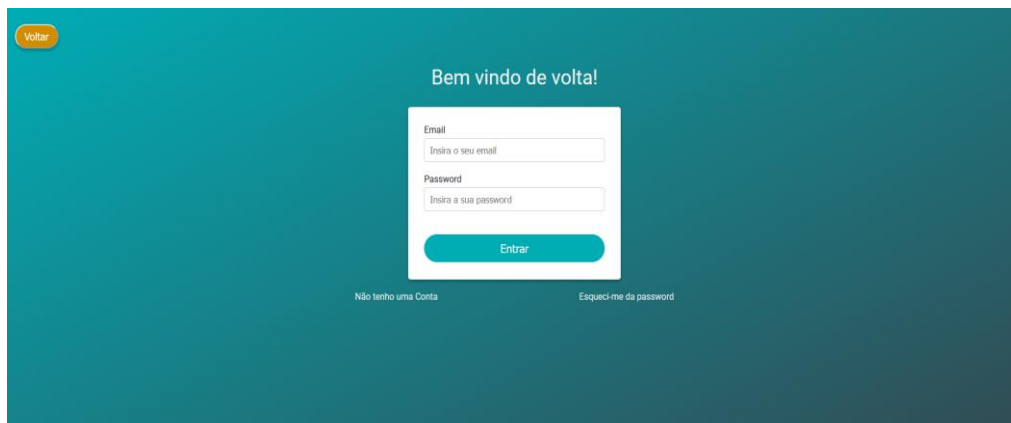


Figura 47-Página de Contactos

Página de Login da Plataforma:



Voltar

Bem vindo de volta!

Email
Introduza o seu email

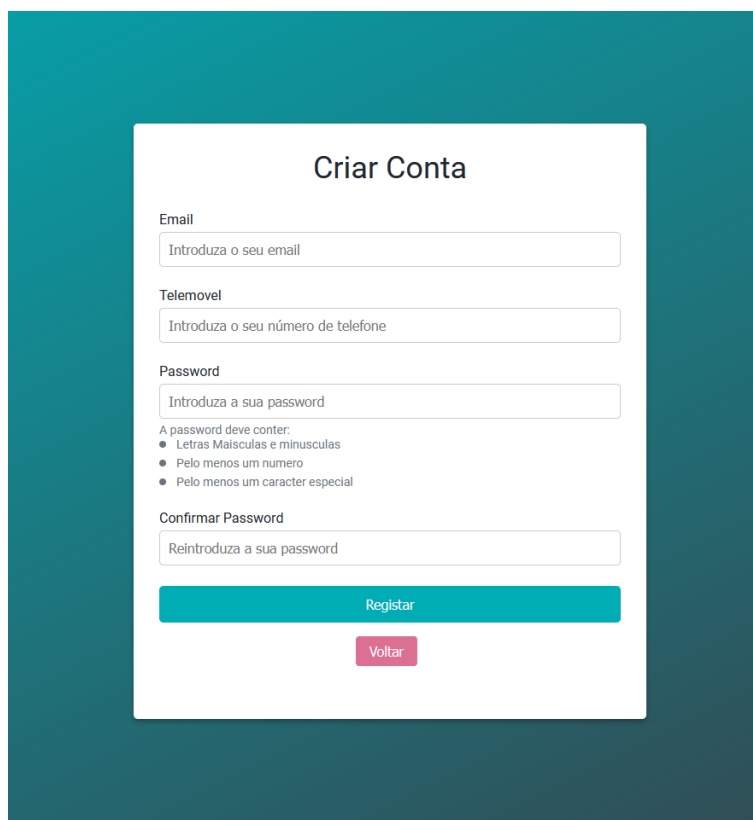
Password
Introduza a sua password

Entrar

Não tenho uma Conta Esqueci-me da password

Figura 48-Página De Login

Página de Registo da Plataforma:



Criar Conta

Email
Introduza o seu email

Telemovel
Introduza o seu número de telefone

Password
Introduza a sua password

A password deve conter:

- Letras Maiúsculas e minúsculas
- Pelo menos um número
- Pelo menos um carácter especial

Confirmar Password
Reintroduza a sua password

Registrar

Voltar

Figura 49-Página Registo

Página de Recuperação Password:

The screenshot shows a web page with a teal background. At the top, there is a dark navigation bar with links for 'Plataforma', 'Sobre-nos', and 'Contacte-nos'. On the right side of this bar are 'Login' and 'Sign up' buttons. The main content area features a white card titled 'Esqueceu Password'. Below the title, it says 'Insira o seu e-mail e será enviado um link para mudar a sua password'. There is an input field labeled 'Email' with the placeholder text 'Introduza o seu email'. Below the input field are two buttons: a teal one labeled 'Enviar Email de Recuperação' and a pink one labeled 'Voltar'. At the bottom of the page, there is a dark footer with links for 'Sobre' and 'Contactos'.

Figura 50-Página Recuperação Password

Página de Reset Password:

The screenshot shows a web page with a teal background. In the center, there is a white card titled 'Reset Password'. Below the title, it says 'Nova Password'. There is an input field with the placeholder text 'Introduza a sua nova password'. Below this, it says 'Confirmar Password'. There is another input field with the placeholder text 'Confirme a sua nova password'. At the bottom of the card is a large teal button labeled 'Reset Password'.

Figura 51-Página Reset Password

Página Profissional Saúde:

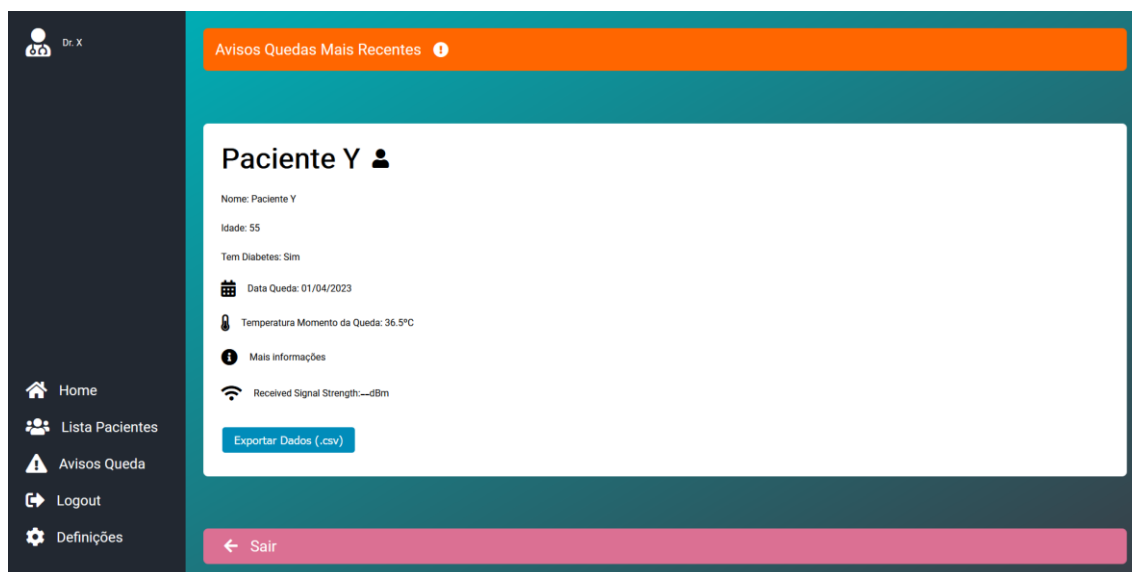


Figura 52-Página Profissional Saúde

Página Paciente:

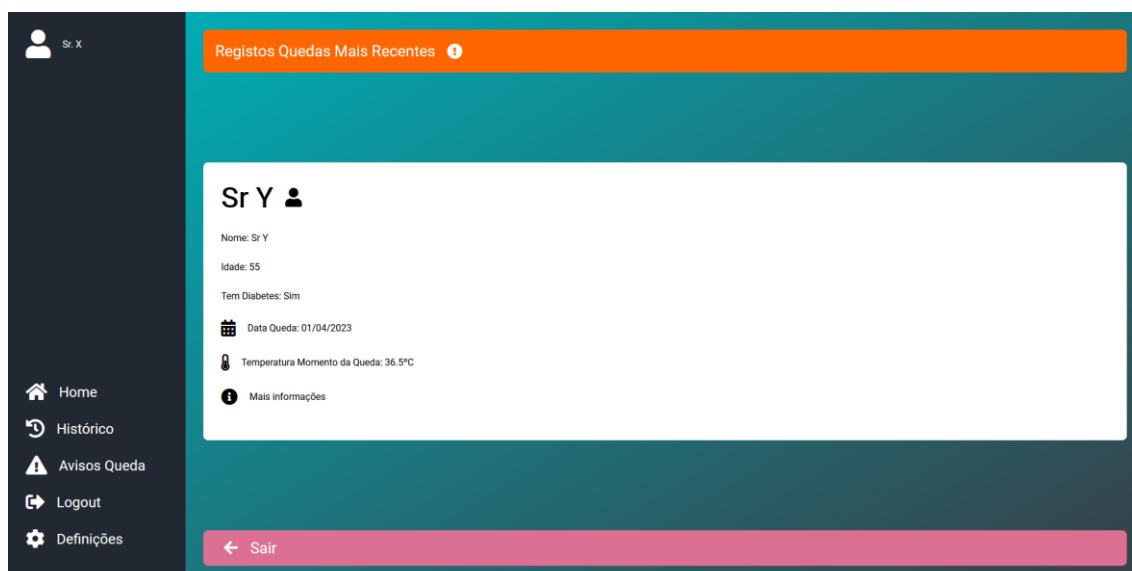


Figura 53-Página Paciente

Página Definições Utilizador:

Definições de Utilizador

Informações Pessoais

Nome

Digite o seu nome

Apelido

Digite o seu apelido

Email

Digite o seu email

Telemovel

Digite o seu telemovel

Altura

Digite a sua altura

Peso

Digite o seu peso

Diabetes

Selecione ▾

Data Nascimento

mm / dd / yyyy

Mudar Password

Password Atual

Digite a password atual

Nova Password

Digite a nova password

Confirmar Password

Confirme a nova password

Guardar Mudanças

Voltar

Figura 54-Página Definições Utilizador

Página Histórico Quedas:

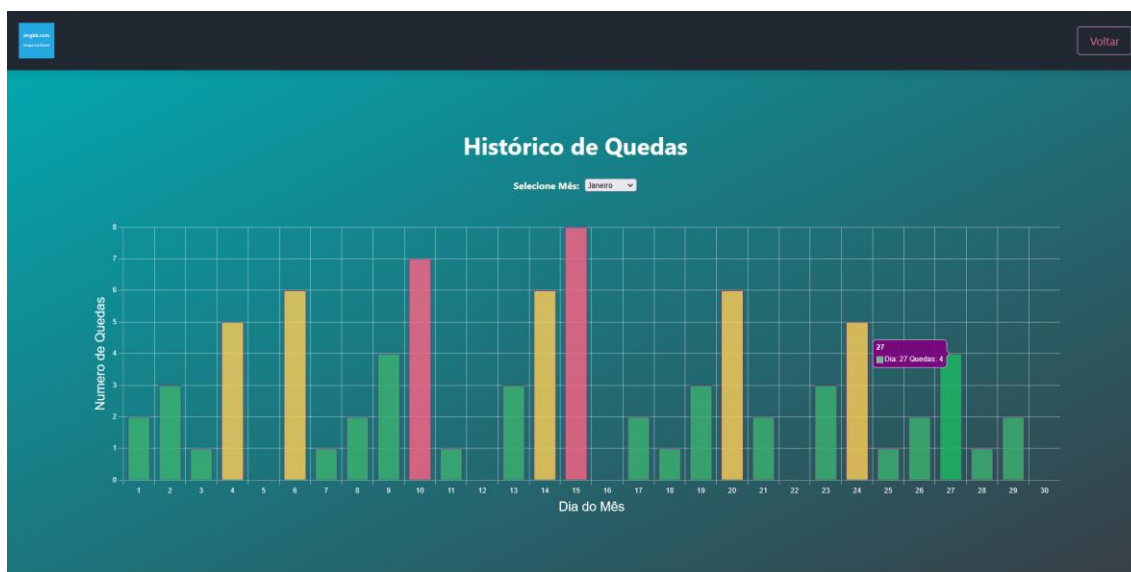


Figura 55-Histórico Quedas

Página Mais Informação:

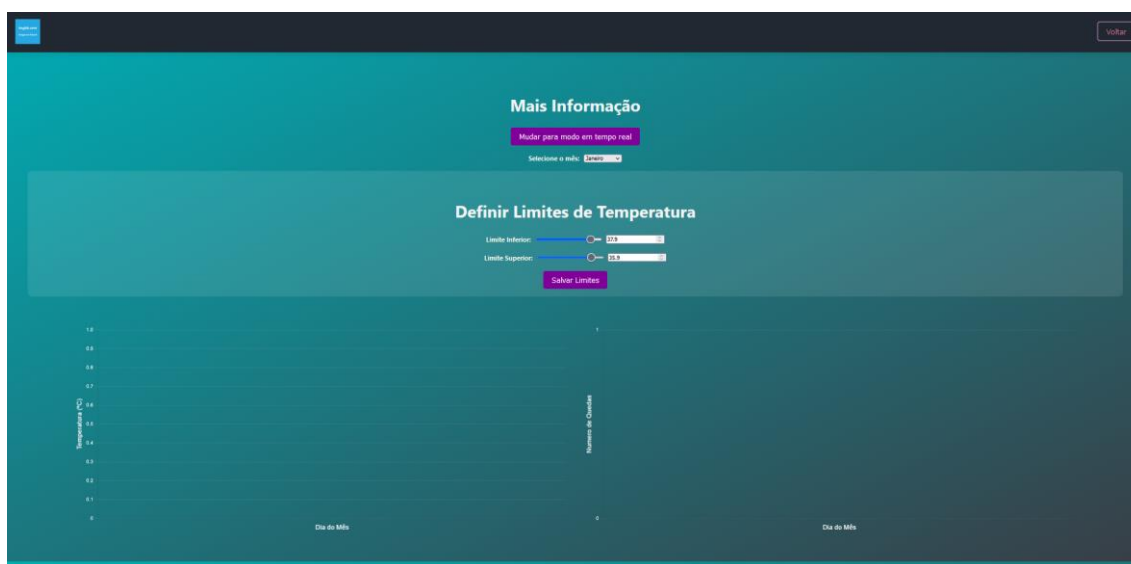


Figura 56-Página Mais Informação

Página Lista Pacientes:**Figura 57-Página Lista Pacientes**

Em termos de funcionalidades relacionadas com o microcontrolador e os sensores, estas encontram-se em conclusão, podendo sofrer algumas alterações pertinentes caso sejam adequadas, como por exemplo, mudanças nos alertas em caso de deteção de queda. Em detalhe, caso seja detetada uma queda é efetuada uma espera de alguns segundos, de modo a poder identificar possíveis falsos positivos e a melhor realizar a separação entre estes e possíveis quedas, após ter sido detetada uma queda o *buzzer* emite um som, durante alguns segundos e o LED vermelho é também aceso durante essa duração de tempo, com intuito de alertar quem se encontra na proximidade do paciente, de que este sofrera uma queda.

O valor da temperatura corporal do paciente, antes de este sofrer a queda também é guardado.

Acontece ainda uma distinção entre as diversas posições corporais que o paciente possa estar sendo estas, “em pé”, “sentado” e “deitado”.

A nível de detecção da temperatura corporal, caso seja detetado, que esta supere os limites inferiores ou superiores de temperatura, serão acionados o *buzzer* e um LED (vermelho caso supere o limite superior ou amarelo caso seja o limite inferior), o LED verde permanecerá aceso caso o valor da temperatura corporal registada, esteja entre os limiares definidos.

O servo faz continuamente o varrimento horizontal percorrendo lentamente todas as posições entre os seus limites de rotação e periodicamente realiza o varrimento automático.

A nível de notificação de queda por meio de *Email*, foi utilizada uma biblioteca com o microcontrolador que permite mesmo esse intuito, que acede a um servidor de email(neste caso o Gmail) e permite o envio de *Emails*, a notificar em caso de ocorrência de queda, foi implementada ainda uma verificação de sincronização do tempo do microcontrolador com o do servidor de Email, através do protocolo NTP (*Network Time Protocol*) de forma a garantir que não existam falhas de envio do email, causadas por possíveis falhas de sincronização.

Para a realização de notificações de queda através de SMS, procurávamos um serviço que permitisse esse mesmo efeito de forma gratuita, e a solução foi utilizar a plataforma Twilio [TWIL1], que após um longo processo de confirmação de autenticidade de confirmação de identidade de estudante, permitiu-nos obter um crédito de plaform de 50\$ para utilizar na sua plataforma, como é possível observar na imagem abaixo [Figura 58].

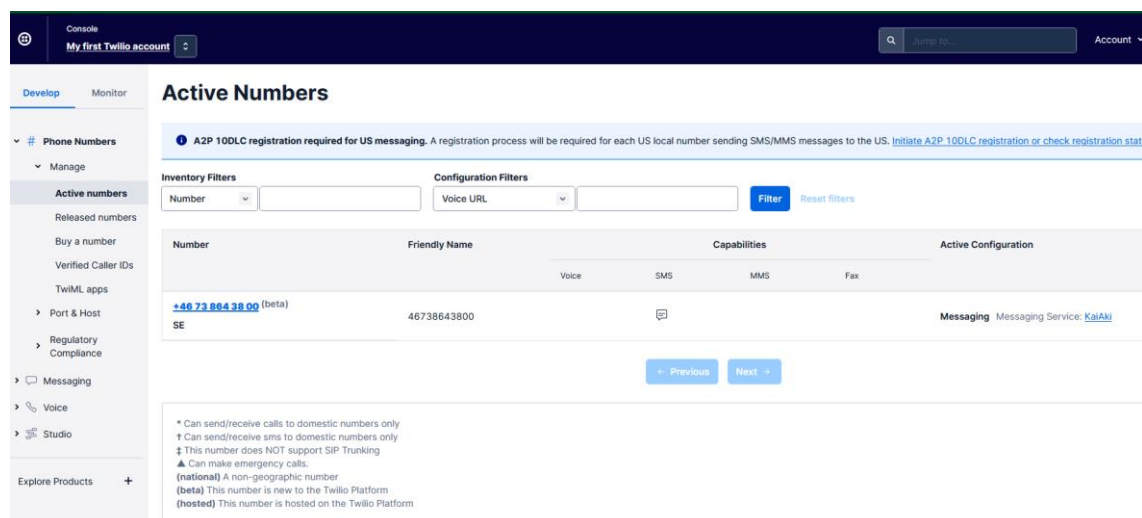
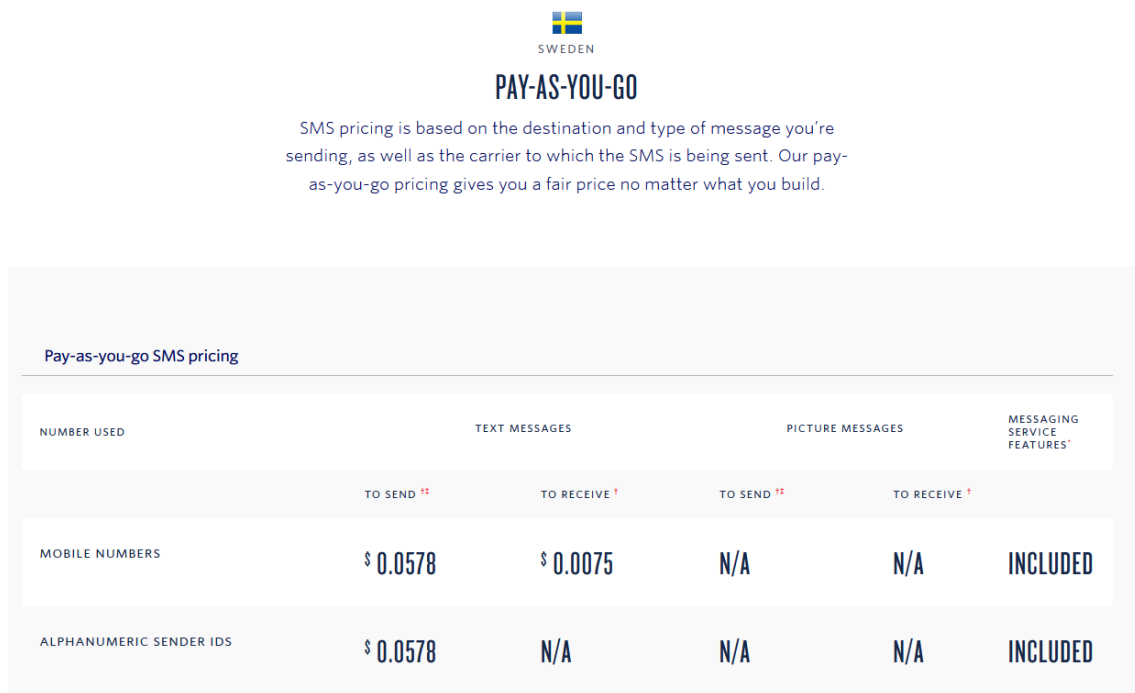



Figura 58-Dashboard Twilio Com Telefone

Através desse crédito, efetuamos o aluguer de um número de telefone (na nossa situação apenas procurávamos um número que permitisse a funcionalidade de SMS, o mais barato que encontrámos foi um número associado à Suécia, com o custo de 3 euros mensais de aluguer, sendo que o envio de cada SMS tem o custo associado de 0.0578\$), demonstrado na [Figura 59].




SWEDEN

PAY-AS-YOU-GO

SMS pricing is based on the destination and type of message you're sending, as well as the carrier to which the SMS is being sent. Our pay-as-you-go pricing gives you a fair price no matter what you build.

Pay-as-you-go SMS pricing					
NUMBER USED	TEXT MESSAGES		PICTURE MESSAGES		MESSAGING SERVICE FEATURES*
	TO SEND ^{†‡}	TO RECEIVE [†]	TO SEND ^{†‡}	TO RECEIVE [†]	
MOBILE NUMBERS	\$ 0.0578	\$ 0.0075	N/A	N/A	INCLUDED
ALPHANUMERIC SENDER IDS	\$ 0.0578	N/A	N/A	N/A	INCLUDED

Figura 59-Preçário Twilio Números Registados na Súécia

Após termos modificado a biblioteca existente para que esta fosse compatível com o nosso microcontrolador, podemos concluir esta funcionalidade, como é possível ver pela imagem seguinte [Figura 60]:



Figura 60-Exmeplo de SMS Enviado Pelo Twillo

As etapas:

- 6. Implementação das notificações de queda / valores anómalos através de Sensores.
- 7. Implementação das notificações de queda / valores anómalos através de meios digitais (*Email* e *SMS*)
- 8. Desenvolvimento das Páginas (*Fronted*)

Encontram-se concluídas na sua totalidade, podendo sofrer algumas alterações, a nível de melhoramentos e correções.

As etapas:

- 4. Implementação da Base de Dados
- 5. Implementação dos Sensores para registo do evento da queda e dados fisiológicos, a implementar as seguintes subetapas:
 - Configuração da ligação entre a base de dados e a placa *Arduino*.
 - Envio dos dados da placa *Arduino* para a base de dados.
 - Envio dos dados da base de dados para a plataforma online(site).

Tivemos problemas, na implementação do login com encriptação da base de dados, daí não terem sido concluídas as etapas 4 e 5, problemas que à data estão a ser resolvidos.

Possuímos, ainda algumas dificuldades, em termos a nível de detecção de valores corretos de temperatura(o sensor MPU6050 deixou de exibir valores corretos, mudámos a forma como efetuávamos a ligação desde sensor, adicionando resistências de 2.2k Ohm devido à sensibilidade do equipamento), tivemos ainda dificuldades no envio da notificação de queda através de email devido a problemas de sincronização com o servidor de email(a solução foi implementar uma sincronização forçada do tempo do relógio interno do microcontrolador com o tempo da internet, através do protocolo NTP(*Network Time Protocol*)).

9. Glossário

API	Application Programming Interface
AVD	Atividades de Vida Diária
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
CLI	Command Line Interface
CRUD	Create,Update,Delete,Update
CSS	Cascading Style Sheet
EC	European Commission
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-only Memory
EUA	Estados Unidos da América
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
HTML5	Hyper Text Markup Language 5
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
LEI	Licenciatura em Engenharia Informática
LIG	Licenciatura em Informática de Gestão
NHS	National Health Service
NPSF	National Patient Safety Foundation
NTP	<i>Network Time Protocol</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
SD	Secure Digital
SMS	Short Message Service
TFC	Trabalho Final de Curso
UI	<i>User Interface</i>
UX	<i>User Experience</i>
WHO	World Health Organization