TÉCNICO LISBOA

Pulseira de Prevenção de Acidentes Infantis

Sistema de prevenção infantil

Paulo Jorge Nascimento Rosário

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Eletrotécnia e de Computadores

Orientador: Professor João Nuno de Oliveira e Silva

Júri

Presidente: Professora Teresa Maria Sá Ferreira Vazão Vasques

Vogal: Professor João Coelho Garcia

Vogal: Professor João Nuno de Oliveira e Silva

junho 2019

Declaração

Declaro que o presente documento é um trabalho original da minha autoria e que cumpre todos os requisitos do Código de Conduta e Boas praticas da Universidade de Lisboa.

Agradecimentos

Um agradecimento muito especial à minha querida mulher, Síria Rosário, pela paciência, pela sua dedicação e apoio, sem ti não teria sido possível, às minha queridas filhas pelo incentivo e tudo de bom que me têm dado.

Um agradecimento especial o meu Orientador o Prof. Dr. João Nuno de Oliveira e Silva por ter aceite esta tese, toda a sua dedicação, apoio, entusiasmo, capacidade intelectual, disponibilidade e por confiar em mim. Foram dos fatores mais importantes para que este trabalho de mestrado se realizasse.

Uma agradecimento a todos os professores que participaram na minha formação.

À Instituição Militar a que pertenço à 32 anos, Marinha de Guerra Portuguesa, o agradecimento pelo investimento na minha formação, como homem e como militar e por toda a confiança em mim depositada.

Resumo

As tecnologias de informação e comunicação têm um papel relevante na forma como comunicamos e vivemos em sociedade, com o desenvolvimento e aperfeiçoando das estruturas tecnológicas e dos equipamento de telecomunicações, que ficaram mais fiáveis, mais acessíveis e com custos mais baixos para o consumidor, tornaram-se uma ferramenta essencial na vida quotidiana dos nossos dias.

As tecnologias de comunicação sem fios fornecem aos utilizadores a possibilidade de comunicar sem estarem fixos a um local, a mobilidade, o baixo custo dos equipamentos de comunicações moveis, tornou estes serviços acessíveis a todos os utilizadores que rapidamente os popularizaram.

Os equipamentos pessoais de telecomunicações móveis e toda sua estrutura incluindo os serviços de rede disponibilizados pelas operadores, que definimos como o conjunto dos recursos tecnológicos que, utilizados de forma integrada, fornecem a possibilidade através de ondas radio, de comunicar por voz, partilhar imagens, vídeos e dados em tempo real, e controlar outros dispositivos.

Para a dissertação foi desenvolvido um protótipo de um sistema de monitorização infantil com capacidade de criar uma rede sem fios por ondas rádio de baixo custo e de baixa potência gerada pelos dispositivos de hardware, que comunicam automaticamente entre si sem necessidade da criar uma infraestrutura física de rede.

O sistema é constituído por Smartphones ou tablets, [EQUIPAMENTOS MOVEIS] que vão comunicar com a pulseira [PPAI], uma aplicação móvel para interpretar/analisar os dados recebidos [APP-PPAI] e uma aplicação Web servidor [WEB-PPAI], o protótipo desenvolvido implementa uma rede de monitorização para a prevenção de acidentes infantis, através de dispositivos de comunicação bluetooth um pai pode criar zonas de segurança para o seu filho, ativar um sistema de busca automática com as entidades de segurança e a interação de outros pais que estejam registados no sistema.

As grandes vantagens no sistema são a celeridade na busca e salvamento em caso de acidente, a segurança, a privacidade, o PAI foi pensado e desenhado como um sistema dedicado à monitorização e assistência da criança, no âmbito da privacidade, não existem dados pessoais, e os dados existentes não são disponibilizados na CLOUD, apesar de ser um sistema dedicado à proteção e segurança da criança os dados desta são inexistentes.

Palavras chaves

Segurança infantil, segurança nas praias, acidentes infantis nas praias, privacidade dos dados, equipamentos de monitorização.

Abstract

Information and communication technologies play an important role in the way we communicate and live in society, with the development and improvement of telecommunication technology structures and equipment, which have become more reliable, more accessible and with lower costs for the consumer, have made is an essential tool in our day-to-day life.

Wireless technologies provide users with the ability to communicate without being fixed to a location, mobility, and the low cost of mobile communications equipment, making these services accessible to all users who have quickly popularized them.

Personal mobile telecommunications equipment and its entire structure including the network services provided by the operators, which we define as the set of technological resources that, used in an integrated way, provide the possibility through radio waves, to communicate by voice, to share images, videos and data in real time, and control other devices.

For the dissertation, a prototype of a child protection system with the capacity to create a low-cost, low-power wireless radio network generated by hardware devices was developed, which automatically communicates with each other without the need to create a physical infrastructure of network.

The system consists of Smartphones or tablets, which will communicate with the [PPAI] bracelet, a mobile application to interpret / analyze the received data [APP-PPAI] and a Web server application [WEB-PPAI], the developed prototype implements a monitoring network for the prevention of children's accidents through bluetooth communication devices a parent can create safety zones for their child, activate an automatic search system with security entities and the interaction of other parents registered in the system.

The great advantages in the system are the speed in search and rescue in case of accident, security, privacy, the PAI was thought and designed as a system dedicated to the safety and protection of the child, in the scope of privacy, there is no personal data, and the existing data are not available in CLOUD, although it is a system dedicated to the protection and safety of the child, the data is non-existent.

Keywords

Child safety, beach safety, beach accidents, privacy of data, monitoring equipment.

Índice

Declaração ..... *ii*

Agradecimentos ..... *iii*

Resumo ..... *iv*

Palavras chaves ..... *v*

Abstract ..... *vi*

Keywords ..... *vii*

Índice ..... *viii*

Lista de Figuras ..... *xii*

Lista de Tabelas ..... *xiv*

Lista de equações ..... *xv*

Lista de Abreviaturas e Símbolos ..... *xvi*

1 Introdução *1*

1.1 Motivação **1**

1.2 Problema **2**

1.3 Objetivos **3**

1.4 Descrição da solução **3**

1.5 Organização do documento **3**

2 Trabalho relacionado *5*

2.1 Segurança infantil nas praias **5**

2.1.1 Competências "ISN" 5

2.1.2 Estatísticas de acidentes infantis 6

2.2 Produtos para localização **6**

2.2.1 Prisão domiciliaria 7

2.2.2 Crianças 7

2.2.3 Animais e objetos 9

2.3 Privacidade 10

2.4 Localização baseada em ondas radio 11

2.4.1 Modelo de propagação em espaços livres 11

2.4.2 Atenuação de ondas radio 12

2.4.3 Algoritmos de localização 13

2.4.4 Intensidade do sinal (RSSI) 15

2.4.5 Filtro de Kalman 15

2.4.6 Trilateração 15

2.5 Discussão 17

2.6 Descrição do primeiro inquérito 18

2.7 Descrição do segundo inquérito 18

3 Requisitos 20

3.1 Resultados do primeiro inquérito 20

3.2 Utilizadores 20

3.3 Requisitos funcionais 21

3.3.1 Registo utilizador 21

3.3.2 Registo da pulseira 21

3.3.3 Segurança 21

3.4 Requisitos não funcionais 21

4 Implementação 22

4.1 Tecnologias de suporte 22

4.1.1 Computação 22

4.1.2 Comunicação 23

4.1.3 QR CODE 24

4.1.4 Identificação baseada em cartão de cidadão 24

4.2 Arquitetura 25

4.2.1 Servidor web 26

4.2.2 Aplicação para Smartphone 26

4.2.3 Aplicação web 26

4.3 Base de dados do sistema 27

4.4 Protocolo de comunicação 28

4.4.1 Smartphone(9) & Tablet(8) com a pulseira (12) 29

4.4.2 Smartphone(9) com o servidor web(13) 29
4.4.3 Leitor cartão do cidadão(7) & aplicação nadador salvador(5)(8) 30
4.4.4 Smartphone(9) & satélite (12) 30

5 Funcionamento 31

5.1 Interfaces de utilizador 34

5.1.1 Aplicação para Smartphone 34
5.1.2 Interface do Nadador Salvador 37

5.2 Funcionamento do sistema 39

5.2.1 Monitorização da pulseira 39
5.2.2 Registo no sistema 39
5.2.3 Encontrar criança perdida 39

5.3 Algoritmo de localização desenvolvido 40

5.3.1 Estudo das distâncias entre o smartphone e a pulseira 41

5.4 Conclusões 44

6 Demostração 45

6.1 Avaliação do algoritmo 45

6.2 Recolha de dados RSSI 45

6.3 Resultados segundo inquérito 47

6.4 Avaliação da segurança / privacidade 48

6.5 Ataques 48

6.6 Comparação com outros sistemas 48

6.7 Implementação dos requisitos 48

7 Conclusões 50

8 Bibliografia 51

ANEXOS 53

A - INQUERITOS 54

B – INQUERITOS 56

A - Respostas aos inquéritos 58

B - Respostas aos inquéritos 62

Lista de Figuras

Imagem 1- Findster [14] 8
Imagem 2 - Weenect [16] 8
Imagem 3 – LAPA [17] 9
Imagem 4 - PetPointer [18] 9
Imagem 5 – Weenect [15] 10
Imagem 6 - Modelação de ondas radio (ASK,FSK,PSK) 11
Imagem 7 - Potência do sinal RF - chegada ao recetor 14
Imagem 8 - Trilateração 16
Imagem 9 - Proximidade de distância da pulseira 16
Imagem 10 - Duas posições estimadas da pulseira 17
Imagem 11 - Posição exata da pulseira 17
Imagem 12 - Evolução do número de acessos moveis ativos (Fonte: ANACOM). 22
Imagem 13 - CPU NRF51822 23
Imagem 14 - Utilização de canais pelo Bluetooth 24
Imagem 15 - Endereço Bluetooth 24
Imagem 16 - Modelo da arquitetura do PPAI 25
Imagem 19 – Módulos do servidor web PPAI 27
Imagem 17 - Modelo de dados PPAI 27
Imagem 18 - Arquitetura Sistema PPAI 29
Imagem 20 – UML - Registo no sistema 31
Imagem 21- UML - Ações pai no sistema 31
Imagem 22 - UML - Criar um alerta 32
Imagem 23 - UML - Encontrar Criança 32
Imagem 24 – Diagrama de sequência funcionamento do PPAI 33
Imagem 25 – Requisito de segurança 34
Imagem 26 – Requisito de privacidade 34
Imagem 27 – Pulseiras descobertas 34
Imagem 28 – Configuração da pulseira pelo utilizador 35
Imagem 29 – Pulseira registada na APP 36
Imagem 30 – Código de cores para identificar as distancias das pulseiras 36
Imagem 31 - PPAI a funcionar em background 37
Imagem 32 - Alerta distância da pulseira 37
Imagem 33 - Ecrã inicial da web APP 38
Imagem 34 – Ecrã de registo de um pai no servidor web 38
Imagem 35 – Codigo de segurança no formato QRCODE 39
Imagem 36 - Algoritmo de localização 41
Imagem 42 - Gráfico sinal RSSI obtido em lista de vista a 1,5,15 e 25 metros 42
Imagem 43 - Gráfico algoritmo desenvolvido para filtro do sinal RSSI 1 metro 43
Imagem 44 - Gráfico algoritmo desenvolvido para filtro do sinal RSSI 15 metros 43

Imagem 37- Recolha de dados da pulseira através da APP 45
Imagem 38 - Recolha dados da pulseira a 1 metro smartphone e PC 46
Imagem 39 – Visualizar os dados RSSI no PC 46
Imagem 40 - Local testes - Praia da Albarquel 47
Imagem 41 – Área de cobertura do sinal da pulseira 47

Lista de Tabelas

Tabela 1- Sistemas de tracking comparação de tecnologia e custos 18
Tabela 2 - Sistemas de tracking comparação de partilha CLOUD e localização.....18

Lista de equações

Equação 1 - Modelo de propagação em espaços livres formula de Friss 11
Equação 2 - Potência recebida na antena recetora 11
Equação 3 - Comprimento de onda 12
Equação 4 - Ganho da antena recetora e transmissora 12
Equação 5 - Potência recebida na antena emissora 12
Equação 6 - Path Loss 12
Equação 9 – Atenuação em espaços livres 13
Equação 10 - Path loss com variáveis de atenuação 13
Equação 11 - Valor do sinal RSSI recebido no smartphone 13
Equação 12 - Potência do sinal recebido em dBm 13
Equação 13 - Valor real do Path loss medido em metros 14
Equação 14 - Potência do sinal com referencia a distância a 1m, ... 14
Equação 15 - Valores RSSI recebidos num periodo de tempo 14
Equação 16 - Distância determinada em função do RSSI 14
Equação 17 - valor da atenuação em função da distância 14
Equação 7 – Determinar a distância através do sinal RSSI 15
Equação 8 - Distância em metros 15
Equação 18 - Proximidade de distância da pulseira 16
Equação 19 - Duas posições estimadas da pulseira 16
Equação 20 - Posição exata da pulseira 17

Lista de Abreviaturas e Símbolos

ACS	Alto Comissário para a saúde
AMN	Autoridade Marítima Nacional
APP-PPAI	Aplicação para Smartphone com os serviços PPAI
BD_ADDR	Bluetooth device address
BEIDOU	Sistema Chinês de Navegação por Satélite
CC	Número cartão do cidadão
CNPD	Comissão Nacional de proteção de dados
CRUD	Create, Read, Update, Delete
dBm	Potência absoluta mediante uma relação logarítmica.
DIP	Dispositivo de identificação pessoal - pulseira eletrónica
ECSA	European Child Safety Alliance
ESA	Agencia Espacial Europeia
FDMA	Frequency division multiple acess
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum
GALILEU	Sistema Europeu de localização Global por satélite
GHz	Gibahertz
GLONASS	Sistema da extinta União Soviética de navegação Global por Satélite
GPS	Sistema dos Estados Unidos de localização Global por satélite
HTTP	HypperText Transfer Protocol
IDC	International Data Corporation
IEEE 802	Institute of Electrical and Electronics Engineers, normas padrão do modelo de três camadas para redes locais
ISM	Industrial,scientific and medical radio bands
Mbps	Megabit por segundo
NIF	Número de identificação fiscal
OMS	Organização mundial de saúde
OUI	Organizationally Unique Identifier
PAN	Personal Area Network
PPAI	Pulseira de prevenção de acidentes infantil
QR	Quick response
SC-PPAI	Serviços centrais do PPAI
SEGMAR	Sistema de informação da segurança marítima
SGDB	Sistema de Gestão de Base de Dados
TDMA	Time division multiple acess
UML	Unidade de monitorização Local
WEB-PPAI	Aplicação web com os serviços do PPAI
WPAN	Wireless Personal Area Network
ZAB	Zona de apoio balnear

1 Introdução

A costa portuguesa é banhado pelo oceano atlântico ao longo de 850 Km, o clima é quente com águas balneares costeiras e interiores qualificadas como praias de banhos marítimas e fluviais [1], que convidam as famílias a juntar-se e disfrutar de acolhedores momentos de lazer oferecidos durante a época balnear, período sazonal que se estende de junho a setembro [2].

As crianças neste período, estão mais expostas e vulneráveis aos perigos existentes, o meio ambiente em que se encontram, os novos locais ou os de visita anual que são diferentes do quotidiano, em muitos casos as crianças perdem-se ou desaparecem, vamos considerar este facto de não aparecimento, como um acidente, um ato voluntário, ou um ação praticada por terceiros para um determinado fim, e que na maior parte dos casos põe em causa a integridade física da criança.

Existem iniciativas por parte de entidades publicas, como o "Programa Estou Aqui!" da Polícia de Segurança Pública (PSP) e que foi utilizado por 163.000 crianças nos últimos 5 anos, está desenhado para que os pais aumentem as probabilidades do reencontro com os seus filhos, posicionando-se como uma solução eficaz e expedita no caso de desaparecimento, é constituído por uma pulseira de pano, um código alfanumérico único, pessoal e intransmissível e o número de emergência o 112.

Para a dissertação foi desenvolvido um protótipo, que implementa uma rede de monitorização para a prevenção de acidentes infantis, o sistema através de dispositivos de comunicação por ondas radio com a capacidade de transmitir, receber e interpretar localmente dados em tempo real e mostrar os resultados obtidos ao seu utilizador.

A rede de comunicação que é gerada pelos vários dispositivos de hardware, é classificada como WPAN, que é utilizada para trocar informação entre os vários dispositivos sem fios, e requer um consumo muito baixo de energia e tem como área prioritária minimizar as suas consequências dos acidentes infantis.

1.1 Motivação

Em todo o mundo morrem por afogamento meio milhão de pessoas por ano, e continua a ser a segunda causa de morte acidental na população infantil [3], e não se cinge apenas à mortalidade, em certos casos resultam em graves lesões cerebrais que comprometem a qualidade de vida da criança e da família tanto ao nível emocional como nos elevados custos dos tratamentos de recuperação ou nos cuidados continuados, elevando as despesas mensais do casal [4].

Em Portugal, durante o período de 2015 a 2017, quarenta e oito crianças morreram em consequência de afogamentos durante época balnear [3].

Segundo o relatório de avaliação sobre segurança Infantil efetuado pela APSI [5] que refere um estudo holandês, estima "por cada criança que morre por afogamento, 140 ficam hospitalizadas por afogamento não fatal e 20 recorrem aos serviços de urgência" [6].

Em Portugal a segurança infantil é uma área de intervenção prioritária [10], a sociedade tem reconhecido, cada vez mais, a importância de ser dada uma atenção especial às necessidades

das crianças adotando um papel mais responsável na defesa, no bem-estar e segurança das mesmas, direitos tão fundamentais, como a integridade física e emocional das crianças [9].

1.2 Problema

Existem no mercado um conjunto de soluções para localização de pessoas, animais e objetos, que têm como base de suporte as tecnologias GPS/GSM/GPRS.

Estes sistemas têm como suporte as redes de internet, o que suscita alguma apreensão na proteção de privacidade que deve ser acrescida no que diz respeito ao interesse superior da criança.

Uma das caraterísticas da internet como meio de comunicação aberto, é estar acessível em qualquer parte do mundo e por qualquer pessoa, toda a informação que é colocada em sites, base de dados e outros repositórios, por mais segura que possa estar, existe sempre a possibilidade de ser acedida, copiada, alterada e reproduzida.

“Se os dados relativos a qualquer pessoa singular merecem proteção jurídica, garantida desde logo no plano constitucional, aquela deve ser especialmente reforçada quando em causa estão crianças e jovens.

O principio jurídico essencial aqui é o do interesse superior da criança, consagrado na Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos da Criança (artigo 3º), na Convenção 192 do Conselho da Europa3 (artigo 6º) e na Carta dos Direitos Fundamentais da União Europeia (artigo 24º, n.º 2).” [12].

Estes sistemas têm suscitado a curiosidade de muitos utilizadores, saber onde se encontra o seu filho, qual o caminho que faz habitualmente de casa para a escola.

Os dispositivos de localização têm encontrado algumas barreiras, sendo a privacidade das crianças a que tem suscitado mais discussão, o economista António Osório do instituto de estudos da criança, afirma que “é o sentimento de culpa que estas tecnologias podem criar nos pais” [7].

Em Inglaterra, o jornal de Guardian destacava a invenção do primeiro casaco para crianças com tecnologia GPS, que custava 250 libras, mais 10 libras de mensalidade pelo uso da tecnologia GPS (Outubro 2007). O professor Kevin Warwick da Reading University, criou em 2009 um microchip para ser implantado no corpo de uma criança, o que suscitou reações bastante negativas pela psicóloga Michele Elliott, fundadora e diretora da Kidscape, fundação para a proteção da criança [7].

Em Portugal a coordenadora da Linha SOS Criança Desaparecida, Alexandra Simões, afirmar que os dispositivos de localização "podem dar uma falsa sensação de segurança aos pais e prejudicar o processo de transição dos menores à idade adulta", é necessário proteger a criança, mas a proteção com restrições de liberdade pode ser prejudicial [7].

Os sistemas apresentados não têm um objetivo especifico, podem ser utilizados para vários fins, sendo o mais comum a localização de uma criança e o acompanhamento de um trajeto, utilizam tecnologias GPS, 3G e guardam dados pessoais e geográficos na CLOUD.

1.3 Objetivos

O sistema desenvolvido tem como objetivo principal monitorização e assistência de crianças em praias durante a época balnear.

O identificador do PPAI, quando uma criança se perde, ou fica fora do raio de alcance da APP-PPAI, tem a capacidade de automaticamente interagir com outros equipamentos que estejam devidamente autorizados e integrados no sistema, informam as entidades de segurança e comunicam a sua localização utilizando as infraestruturas existentes, é constituído por num equipamento "simples" com sensores de distância e um módulo de comunicação BLE que apresenta um protocolo de comunicação de curto alcance, um debito eficaz de dados, um consumo energético baixo, compatível com outras plataformas de hardware, software e garante a escalabilidade e a sua interoperabilidade.

1.4 Descrição da solução

O sistema PPAI, é constituído por smartphones para receber e transmitir informação para a pulseira, a pulseira produz informação e disponibiliza diretamente para o smartphone, a aplicação para smartphone que recebe, analisa e interpreta a informação da pulseira e um servidor web para gerar os acessos de comunicação privados entre os utilizadores e enviar informação para o sistema PPAI.

O PPAI introduz um novo conceito, que combina os esforços voluntários devidamente identificados e autorizados, como as entidades de segurança, outros pais e outras crianças, num área definida, onde cada um dos utilizadores que seja reconhecido pelo sistema, e por sua própria iniciativa, partilha recursos para gerar um melhor resultado, o *crowdsoursing*, com um objetivo bastante especifico, não perder a criança vista, não prejudicar a sua privacidade e respeitar a sua liberdade, sem partilha de dados na CLOUD e sem necessidade uma rede física, outra grande inovação que o PPAI introduz neste tipo de sistemas é a criação de uma rede P2P entre os equipamentos existentes e autorizados, quando as pulseiras saem da área do alcance do equipamento originalmente configurado, são geradas notificações para todas as entidades participantes.

1.5 Organização do documento

Este documento encontra-se organizado em 10 secções da seguinte forma:

A secção 1, contextualiza os objetivos do sistema desenvolvido;

A secção 2, apresenta o trabalho relacionado com as entidades existentes de seguranças e respetivas leis, analise das tecnologias e sistemas existentes de localização e comunicação, como funcionam, quais as caraterísticas dos equipamentos que existem no mercado, uma comparação entre os mesmos;

A secção 3, descreve os requisitos para o cada classe de utilizadores, as funcionalidades, serviços, propriedades e restrições do sistema.

A secção 4, apresenta a arquitetura do sistema a implementação, os equipamentos e tecnologias que fazem parte integrante do sistema.

A secção 5, apresenta as interfaces de utilizador da aplicação para o smartphone e aplicação web.

A secção 6, apresenta os resultados do algoritmo de localização, dos testes de localização da pulseira, uma comparação da segurança e privacidade dos dados recolhidos pelo sistema desenvolvido em relação aos sistemas existentes no mercado.

A secção 7, apresenta as conclusões sobre os tópicos desenvolvidos na tese.

A secção 8, apresenta a bibliográfica consultada para a realização da tese.

A secção 9, apresenta os anexos.

2 Trabalho relacionado

Ao longo da historia o homem sentiu a necessidade de se localizar na superfície terrestres, saber onde está em cada momento, como localizar um local desconhecido, saber qual o melhor caminho a seguir e o menos dispendioso.

O homem sempre efetuou registos dos locais onde viveu, como uma necessidade social, transformando esse conhecimento num recurso de expansão e desenvolvimento da civilização.

Com o desenvolvimento da civilização, nascem as sociedades e a família torna-se um agente de socialização primário e fundamental no respeito á proteção das crianças.

Paralelamente, a sociedade tem reconhecido, cada vez mais, a importância de ser dada uma atenção especial às necessidades das crianças adotando um papel mais responsável na defesa, no bem-estar e segurança das mesmas, direitos tão fundamentais, como a integridade física e emocional das crianças [9].

2.1 Segurança infantil nas praias

No âmbito dos dispositivos de segurança, apoio, vigilância e assistência a banhistas, incluem-se o ISN, as Autoridades competentes, os Nadadores salvadores os Concessionários e Entidades responsáveis por piscinas de uso público.

Os espaços destinados a banhistas são assegurados por dispositivos de segurança guarnecidos com nadadores salvadores, que de forma integrada e em coordenação com meios complementares de salvamento no contexto de assistência a banhistas asseguram a vigilância e o socorro necessários. [11]

2.1.1 Competências “ISN”

Direção geral da Autoridade Marítima tem, um conjunto de direções técnicas centrais que constituem vetores essenciais da sua atividade, em especial nas áreas do assinalamento marítimo, através da Direção de Faróis, o salvamento marítimo, o socorro a náufragos e a assistência a banhistas das praias marítimas, através do Instituto de Socorros a Náufragos, e ainda o combate à poluição do mar, função dirigida tecnicamente pela Direção do Combate à Poluição do Mar [11].

O ISN é um organismo com fins humanitários, que presta serviço com vista ao salvamento marítimo, socorro a náufragos e assistência a banhistas assistindo igualmente qualquer individuo indistintamente da sua nacionalidade.

Durante a época balnear deve concretizar formas de alerta para perigos e de prevenção de acidentes nas praias, nomeadamente recorrendo a ações de sensibilização dirigidas aos banhistas.

É a autoridade nacional competente para o reconhecimento das qualificações profissionais no âmbito do nadador-salvador, compete ainda definir as especificações técnicas dos matérias e equipamentos destinados ás atividades de informação, apoio, vigilância, segurança, socorro e salvamento prestado a Banhistas [11].

O “Nadador Salvador” é a pessoa habilitada com o curso de nadador salvador certificado ou reconhecido pelo ISN, a quem compete, para além dos conteúdos técnicos profissionais

específicos, informar, prevenir, socorrer e prestar suporte básico de vida em qualquer circunstância nas praias de banhos, em áreas concessionadas, em piscinas e outros locais onde ocorram práticas aquáticas com obrigatoriedade de vigilância [12].

2.1.2 Estatísticas de acidentes infantis

De acordo com a informação fornecida pela Direção geral da Autoridade Marítima, facultada no dia 12 setembro 2107, nos últimos 5 anos ocorreram em zonas fluviais, (dados retirados do sistema de informação SEGMAR, onde são registados todos os acidentes e incidentes que ocorrem no espaço de jurisdição da AMN), 207 afogamentos com desfecho fatal e 482 internamentos, num total dos 689 acidentes por afogamento em ambiente aquático, 34,4% das crianças tinham idade entre os 0 e 4 anos, 22,4% entre os 5 e os 9 anos, 21,5% entre os 10 e os 14 anos e 13,6% entre os 15 e 18 anos, os restantes 9.1% não existe informação sobre a idade [3] .

2.2 Produtos para localização

Os sistemas de monitorização têm como objetivo identificar a posição de um alvo (pessoas ou objetos) fixo ou móvel numa grelha de coordenadas, neste ponto é efetuada uma apresentação dos sistemas de monitorização existentes no mercado, e a tecnologia utilizada.

O sistema GPS disponibiliza vários tipos de serviços, neste estudo vamos utilizar apenas os serviços de localização que determinam a distância entre o equipamento do recetor e os satélites. Calculando a distância que separa o equipamento recetor de três satélites é possível determinar a posição relativa através da interseção de circunferências cujos raios são as distâncias medidas entre o recetor e os satélites [19].

Foi desenvolvido nos anos setenta pelo departamento de defesa dos Estados Unidos, inicialmente para fins militares e mais tarde para fins civis.

Constituído por 32 satélites GPS, distribuídos por 6 planos orbitais, posicionados entre os 2.000 e 22.000 km de altitude.

O período orbital corresponde a 11 horas e 58 minutos, os satélites estão inclinados a 55 graus em relação ao equador para garantir que 4 a 6 satélites possam enviar sinais aos equipamentos recetores de GPS.

Existem outros sistemas de navegação por satélite, GLONASS desenvolvido pela extinta União Soviética no ano de 1976 com uma constelação de 12 satélites, BeiDou desenvolvido pela China e o Galileo um projeto civil, compatível com os outros sistemas GPS, desenvolvido em parceria pela União Europeia e a Agencia Espacial Europeia (ESA), composto por uma constelação de trinta satélites, três planos orbitais com 56 graus de inclinação em relação ao equador a uma altitude de 32.222 km de distancia da superfície da terra.

O sistema GSM utiliza as frequências na banda dos 900 MHz a 1800 MHz para as transmissões com a rede, utiliza o FDMA que partilha 124 canais com uma largura de 200 kHz com capacidade de transmissão de 270 Kbps, atribui esses canais a cada estação base, que utiliza o TDMA para os dividir novamente em oito espaços de tempo (timeslot).

As estações de transmissão e receção de sinal utilizam os timeslot para que o equipamento móvel não possa receber e transmitir ao mesmo tempo [22].
A rede GSM cobre todo o território nacional e está disponível a todos os utilizadores que sejam clientes de serviços disponibilizados pelas operadoras de telecomunicações.
Estes dois serviços GPS e GSM são utilizadas os mais utilizados no desenvolvimento de sistemas de monitorização e que normalmente são acompanhados por aplicações para smartphones que recolhem os dados recebidos e mostram a localização de pessoas, animais ou objetos num mapa.
Os dados recolhidos por estes sistemas são armazenados em servidores públicos ou privados que são geridos por entidades civis ou por entidades governamentais, não existe a garantia de que os dados gravados na CLOUD, possam ser disponibilizados ou acedidos por entidades que não pertencem ao sistema.

2.2.1 Prisão domiciliaria

O sistema de prisão domiciliaria, é constituído por dois equipamentos invioláveis, o DIP que transmite sinais de radio frequência em intervalos de curtos e é instalado na pessoa, o UML que é instalado na habitação e é ligado à corrente elétrica e à rede de telecomunicações.
Quando o UML deteta que o DIP está fora da zona de segurança, envia sinais através da rede de telecomunicação para os servidores centrais [13]
Os métodos de comunicação utilizados para ligar os equipamentos são efetuados com as tecnologias:

- WIFI ligação com ao UML;
- Linha telefónica para ligar o UML;
- GPS receber sinal de satélite para determinar a posição geográfica.

No âmbito da privacidade dos dados, não existe o risco da sua divulgação.

- Registo no servidor de rede (CLOUD);
- Registos de utilização e posição geográfica envidado para a CLOUD;
- Informação sobre dados pessoais disponível a vários utilizadores credenciados;

2.2.2 Crianças

Os sistemas de localização de crianças, são dispositivos eletrónicos que na ótica da segurança apresentam-se como um recurso para os pais poderem monitorizar a qualquer momento o local onde se encontram os seus filhos, por onde andam, onde estão, quais os trajetos que habitualmente fazem.
São constituídos por aplicações moveis, equipamentos eletrónicos portáteis, partilham dados na Cloud. O sistema FINDESTER, imagem 1, é possível monitorizar várias crianças ou animais ao mesmo tempo e na mesma aplicação. Os dados recolhidos pelo equipamento são enviados para a um repositório na internet (cloud) e monitorizados na aplicação que está instalada no telemóvel ou no pc. Tem um botão de pânico para os alertas, deteção de quedas, zona de segurança, permite saber o nível de atividade [14].

Imagem 1- Findster [14]

Os métodos de comunicação utilizados para ligar os equipamentos são efetuados com as tecnologias:

- WIFI ligação com ao smartphone;
- WIFI ligação á internet,
- BLUETHOO ligação ao telemóvel;
- 3G ligação á rede do operador de serviços GSM,
- GPS receber sinal de satélite para determinar a posição geográfica.

No âmbito da privacidade dos dados, existe o risco de não ser possível exercer os direitos de proteção, nomeadamente de se proteger da utilização ilegal e da sua divulgação.

- Registo no servidor de rede (CLOUD)
- Registos de utilização e posição geográfica envidado para a COULD

O sistema WEENECT, imagem 2, é possível monitorizar crianças ou animais, apresenta a localização em tempo real e a qualquer distância, o GPS funciona com um cartão SIM (incluído), que lhe permite ligar-se ao telemóvel através de aplicação de telemóvel. [15]

Imagem 2 - Weenect [16]

Os métodos de comunicação utilizados para ligar os equipamentos são efetuados com as tecnologias:

- WIFI ligação com ao telemóvel;
- WIFI ligação á internet,
- BLUETHOO ligação ao telemóvel;
- 3G ligação á rede do operador de serviços GSM,
- GPS receber sinal de satélite para determinar a posição geográfica.

No âmbito da privacidade dos dados, existe o risco de não ser possível exercer os direitos de proteção, nomeadamente de se proteger da utilização ilegal e da sua divulgação.

- Registo no servidor de rede (CLOUD)
- Registos de utilização e posição geografica envidado para a CLOUD

2.2.3 Animais e objetos

O sistema LAPA, imagem3, desenvolvido em Portugal e tem como objetivo principal encontrar objetos, através de ligação ao telemóvel, que emite um alerta sempre que o dispositivo está afastado um
número definido de metros do telemóvel que está emparelhado. Funciona em rede, através de uma aplicação que permite a partilha da localização do dispositivo por outros utilizadores [17].

Imagem 3 – LAPA [17]

Os métodos de comunicação utilizados para ligar os equipamentos são efetuados com as tecnologias:

- WIFI ligação com ao telemóvel;
- WIFI ligação á internet,
- BLUETHOO ligação ao telemóvel.

No âmbito da privacidade dos dados, existe o risco de não ser possível exercer os direitos de proteção, nomeadamente de se proteger da utilização ilegal e da sua divulgação.

- Registo no servidor de rede (CLOUD);
- Registos de utilização e posição geográfica envidado para a CLOUD;
- Permite partilha de informação com outros utilizadores.

O sistema PETPOINTER, imagem 4, tem como objetivo monitorizar animais, apresenta a localização em tempo real e a qualquer distância, o GPS funciona com um cartão SIM, que lhe permite ligar-se ao telemóvel através de aplicação de móvel [18].

Os métodos de comunicação utilizados para ligar os equipamentos são efetuados com as tecnologias:

- WIFI ligação com ao telemóvel;
- WIFI ligação á internet,
- BLUETHOO ligação ao telemóvel;
- 3G ligação á rede do operador de serviços GSM,
- GPS receber sinal de satélite para determinar a posição geográfica.

Imagem 4 - PetPointer [18]

No âmbito da privacidade dos dados, existe o risco de não ser possível exercer os direitos de proteção, nomeadamente de se proteger da utilização ilegal da sua divulgação.

- Registo no servidor de rede (CLOUD);
- Registos de utilização e posição geográfica envidado para a CLOUD.

O sistema WEENECT, imagem 5, monitoriza em tempo real animais através do Google maps, em qualquer local com acesso a internet. [17]

Imagem 5 – Weenect [15]

Os métodos de comunicação utilizados para ligar os equipamentos são efetuados com as tecnologias:

- WIFI ligação com ao telemóvel;
- WIFI ligação á internet,
- BLUETHOO ligação ao telemóvel;
- 3G ligação á rede do operador de serviços GSM,
- GPS receber sinal de satélite para determinar a posição geográfica.

No âmbito da privacidade dos dados, existe o risco de não ser possível exercer os direitos de proteção, nomeadamente de se proteger da utilização ilegal da sua divulgação.

- Registo no servidor de rede (CLOUD);
- Registos de utilização e posição geográfica envidado para a CLOUD.
- Permite partilha de informação com outros utilizadores.

2.3 Privacidade

O contexto da Internet como uma rede aberta, acessível por qualquer pessoa, em qualquer parte do mundo que permite replicar a informação publicada de forma infinita, sem possibilidade de apagar em definitivo, facilita a recolha, o cruzamento e a agregação de dados pessoais, com acesso a motores de busca, sem controlo ou consentimento dos seus donos e consoante a extensão dos dados recolhidos, elaborar perfis comportamentais e identificar hábitos de vida.

Se os dados relativos a qualquer pessoa singular merecem proteção jurídica, garantida desde logo no plano constitucional, o Regulamento Geral de Proteção de Dados [21] veio expressamente reforçar a proteção dos dados pessoais das crianças, estabelecendo um regime jurídico mais exigente para os tratamentos que tenham por objeto os seus dados pessoais, em especial no ambiente da Internet. Os dispositivos de geolocalização, envolvem restrições de direitos fundamentais pelo que, em caso de conflito de direitos, as restrições devem limitar-se ao necessário para salvaguardar outros direitos ou interesses fundamentais, com a finalidade de «proteção e segurança de pessoas e bens». [8]

2.4 Localização baseada em ondas radio

As comunicações por ondas radio entre duas fontes uma transmissora e outra recetora a uma determinada distância sem estarem ligadas por cabos, é efetuada por energia elétrica produzida por campos magnéticos que geram oscilações em campos elétricos chamados de ondas eletromagnéticas, imagem 6, a onda radio gerada é constituída por um sinal elétrico modulante de baixa frequência, que contem a informação e uma onda de alta frequência a portadora do sinal.

Na tecnologia utilizada Bluetooth os dados são enviados na frequência de 2,4Ghz e o comprimento de onda é de 12,5 centímetros [12].

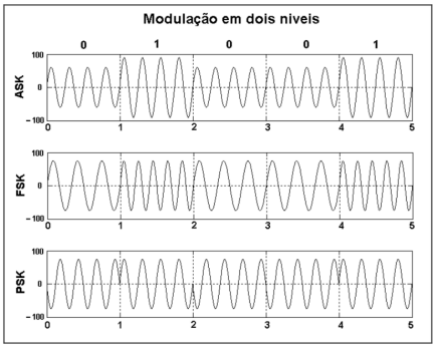


Imagem 6 - Modelação de ondas radio (ASK,FSK,PSK)

2.4.1 Modelo de propagação em espaços livres

Este modelo é utilizado para prever a potência de um sinal recebido quando o transmissor está em linha de vista com o recetor e sem obstruções no seu caminho, equação 1, assim a potência do sinal emitido pelo transmissor no modelo de propagação em espaços livres recebido por uma antena recetora separada a uma distancia de (d metros) da antena transmissora é dado pela formula de Friss.

$$Pr = P_e + G_e + G_r - L_{fs}\ (dbm)$$

Equação 1 - Modelo de propagação em espaços livres formula de Friss

Onde:

- Pr, potencia recebida pela antena recetora
- P_e , potencia da antena;
- G_e, ganho da antena emissora;
- G_r , ganho da antena recetora;
- L_{fs}, atenuação em espaços livres.

A potência recebida pela antena recetora, P_e é dado pela equação:

$$P_e = G_e * G_r * \frac{\lambda^2}{(4 * \pi)^2 * d^2}$$

Equação 2 - Potência recebida na antena recetora

Onde:

- λ, comprimento de onda;

- d, distância em metros.

O comprimento de onde λ, é dado pela equação:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Equação 3 - Comprimento de onda

Onde:

- c, é a constante da velocidade da luz, que é dada pelo valor aproximado de $3 * 10^8$;
- f, a frequência de transmissão.

O ganho da antena recetora e transmissora G_e *e* G_r é dado pela equação:

$$G_{r,e} = 20 * log\left(\frac{d\pi}{\lambda}\right) + 10 * log * n$$

Equação 4 - Ganho da antena recetora e transmissora

Onde n, é a constante de ruido, e a potencia recebida na antena recetora Pr, em dBm é dada por:

$$Pr = 10 * \log\frac{P_e(mW)}{1(mW)}(dBm)$$

Equação 5 - Potência recebida na antena emissora

$$P_r(d) = P_t\frac{\lambda^2}{(4\pi)^2 d^2}$$

Equação 6 - Path Loss

2.4.2 Atenuação de ondas radio

Quando o sinal se propaga ao longo de um caminho num determinado tempo, sofre variações e novas ondas podem ser geradas e recebidas pelo recetor.

2.4.2.1 Refração

As ondas eletromagnéticas do sinal radio emitido pela pulseira podem ser refletidas na areia ou noutras superfícies e não chegar ao destino com a intensidade real, devido à polarização do sinal elétrico.

2.4.2.2 Shadowing

As ondas eletromagnéticas do sinal radio emitido pela pulseira podem encontrar a presença de obstáculos na linha de vista entre o emissor e recetor, este efeito de sombra pode melhorar ou destruir a qualidade do sinal.

2.4.2.3 Fast Fading

Perdas de propagação das ondas eletromagnéticas que são caraterizadas por flutuações na amplitude da onda magnética do sinal transmitido, este efeito deve-se à chegado ao recetor do mesmo sinal em diferentes instante, que resultam em rápidas variações na amplitude da fase.

2.4.3 Algoritmos de localização

Existe uma grande variedade de meios tecnológicos que permitem determinar localização de pessoas ou objetos com grande precisão, a tecnologia GPS e a GSM são bastante utilizadas no desenvolvimento destes sistemas, podem instalar-se aplicações no telemóvel que monitorizam a localização, podem utilizar-se equipamentos de geolocalização nos veículos automóveis.
Os dados recolhidos por estes sistemas são armazenados em servidores públicos ou privados e geridos por entidades civis ou por entidades do governo, seja qual for a analise feita aos dados recolhidos existe sempre a possibilidade de extrair informação adicional que pode ter impacto na proteção dos direitos fundamentais da privacidade das pessoas.
A solução desenvolvida na tese, tem como base a radio frequência emitida pelo equipamento móvel e a pulseira, que utiliza a informação da intensidade do sinal recebido (RSSI).
No cenário ideal de propagação sem ruídos e obstáculos, a formula para estimar a atenuação do sinal entre a pulseira e o smartphone e dada por:

$$L_{fs} = 32.44 + 10n\log(d) + 10nlog(f)$$

Equação 7 – Atenuação em espaços livres

A variável, Lfs é atenuação em espaços livres (dBm), f indica a frequência de transmissão em MHz e n o fator de atenuação em ambiente simulado.
No entanto torna-se necessário, que os valores recebidos fiquem mais próximos da realidade, para que seja possível considera-se as variáveis da atenuação ao longo do percurso entre a pulseira e o smartphone.

$$P_L(d) = P_L(d_0) + 10nlog\left(\frac{d}{d_0}\right) + X_\sigma$$

Equação 8 - Path loss com variáveis de atenuação

As variáveis $P_L(d)$ indica a Path loss do sinal recebido a uma distância d em metros, $P_L(d_0)$ indica a Path loss a uma distância d_0, n o fator de atenuação do ambiente que é aumentado com o valor da distância em metros, X_σ é o fator em dB quando o valor do desvio varia entre σ 4~10, quando maior for o desvio maior a incerteza do modelo [22].
O valor do sinal RSSI recebido no smartphone é dados por:

$$RSSI = P_t - P_L(d)$$

Equação 9 - Valor do sinal RSSI recebido no smartphone

P_t, indica a potencia do sinal transmitido, $P_L(d)$ indica o valor do Path loss a uma distância d, ambos os valores são dados em dBm.

$$A = P_t - P_L(d)$$

Equação 10 - Potência do sinal recebido em dBm

(A) indica a potencia do sinal recebido em dBm, com referencia na distância d em metros da pulseira.
O valor real do Path loss medido em metros d(m) a uma distancia real é dados por:

$$P(d) = P(d_0) - 10nlog\left(\frac{d}{d_0}\right) - X_\sigma$$

Equação 11 - Valor real do Path loss medido em metros

Nesta caso P(d) indica a potencia do sinal recebido quando medido a uma distancia d(m), $P(d_0)$ indica a potencia do sinal quando a distância de referencia é $d_0, X_\sigma \tilde{N}(0, \sigma^2)$. Tomando como referencia a distância $d_0 = 1m$, obtemos a formula:

$$RSSI = A - 10nlog\left(\frac{d}{d_0}\right) - X_\sigma$$

Equação 12 - Potência do sinal com referencia a distância a 1m,

Em que o RSSI é um conjunto de valores medidos num período de tempo.

$$\overline{RSSI} = A - 10\log(d)$$

Equação 13 - Valores RSSI recebidos num periodo de tempo

A variável d, neste caso é analisada como uma distância indeterminada.

$$d = 10^{\frac{A-RSSI}{10n}}$$

Equação 14 - Distância determinada em função do RSSI

A variável n, aumenta com a distancia d, aumentado o processo de atenuação da transmissão.

$$n = \frac{A - \overline{RSSI}}{10\log(d)}$$

Equação 15 - valor da atenuação em função da distância

Um dos meios mais utilizados por ondas radio para a localização é o sistema GPS, que mede o tempo que levam os sinais provenientes de três ou mais satélites em simultâneo a chegar às antenas recetoras à velocidade de propagação pelo espaço vazio, o que permite determinar a posição em latitude, longitude e altitude.

Para estimar a distância entre dois objetos, é necessário avaliar algumas caraterísticas no tempo e forma de propagação do sinal entre os transmissores e os recetores.

Analise do ângulo de chegada do sinal (Angle-of-Arrival), utiliza antenas direcionais ou técnicas de processamento de sinal para medir o ângulo de chegada do sinal ao recetor.

Analisar a diferença do tempo de chegado do sinal (Round Time Trip - RTT), que pode ser dividido em duas categorias, analise do sinal num único sentido (Round Trip), medir o tempo que leva um sinal a chegar do emissor e analise do sinal em ambos os sentidos (Time Trip), medir o tempo que leva um sinal a propagar-se do emissor ao recetor e do recetor ao emissor.

Analisar a potência do sinal recebido e transmitido á chegada do recetor.

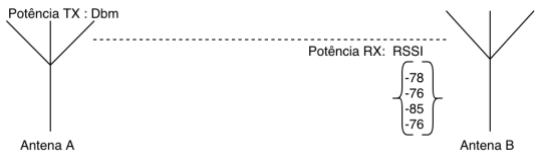


Imagem 7 - Potência do sinal RF - chegada ao recetor

Para este estudo foi escolhido o comportamento entre a relação da potência do sinal recebido e a distância a que se encontra o transmissor, porque tem menor custo financeiro na aquisição e o hardware já está implementado em quase todos os equipamentos de comunicações que utilizam tecnologias sem fios.

2.4.4 Intensidade do sinal (RSSI)

É constituído por um valor numérico que representa a intensidade do sinal transmitido por um ponto de acesso até ao seu recetor, é medido em decibéis (dBm) numa escala negativa, quanto maior for o seu modulo, menor é a intensidade do sinal.
Tendo como base a potencia do sinal recebido (RSSI), que é um número inteiro em unidades dBm, são implementados algoritmos de localização para estimar as distâncias entre o pai e o filho.

$$RSSI(dbm) = A - 10 * n * \log(d)$$

Equação 16 – Determinar a distância através do sinal RSSI

Parâmetros da equação:

- RSSI representa o valor da intensidade do sinal em dBm;
- A é a referência de RSSI para 1 metro;
- n Representa o valor do *path loss;*
- d representa a distância em metros entre os equipamentos de comunicações.

$$d = 10 * \frac{RSSI - A}{-10 * n}$$

Equação 17 - Distância em metros

2.4.5 Filtro de Kalman

O filtro Kalman criado por Rudolf Kalman como método matemático, produz estimativas dos valores obtidos e devolve um valor estimado. Os dados estimados por este método tendem a ser mais próximas dos valores reais do que os valores medidos, dá uma estimativa da incerteza do valor medido e calcula uma média ponderada entre o valor previsto e o valor medido, é um filtro recursivo que estima o estado de um sistema dinâmico linear a partir de uma série de medidas com ruido, estima estados passados, presentes e futuros.

2.4.6 Trilateração

Determina a localização de da pulseira tendo como referencia a localização conhecida de três smartphones, imagem 8, através da interseção de círculos com raios no centro dos smartphones de referencia. A partir da estimativa da distancia d_x até ao nó $PPAI_x$, calcula-se que a pulseira deve estar localizado em qualquer ponto no circulo de raio d_x, faz-se o mesmo para os restantes smartphones e a intersecção das circunferências dá-nos o ponto que corresponde a localização da pulseira.

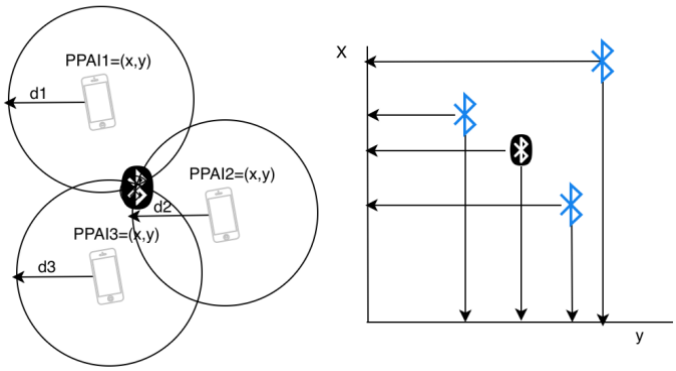


Imagem 8 - Trilateração

No entanto se apenas um smartphone detetar a pulseira, sabemos que ela está dentro da circunferência com o raio igual á distância estimada e pode ser descrita pela equação:

$$d^2 = (x - x_a)^2 + (y - y_a)^2$$

Equação 18 - Proximidade de distância da pulseira

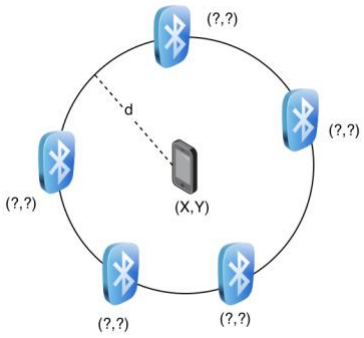


Imagem 9 - Proximidade de distância da pulseira

Em que d^2é a distancia em metros, (x_a, y_a) é a posição geográfica do smartphone e (x, y) a posição geográfica desconhecida.

Se mais um smartphone detetar a pulseira, podemos dizer que pode estar nas posições de interseção das circunferências de raios igual as distâncias estimada, que pode ser descrita pela equação:

$$\begin{cases} {d_a}^2 = (x - x_a)^2 + (y - y_a)^2 \\ {d_b}^2 = (x - x_b)^2 + (y - y_b)^2 \end{cases}$$

Equação 19 - Duas posições estimadas da pulseira

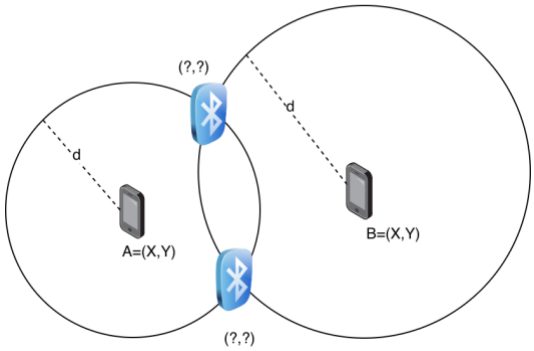


Imagem 10 - Duas posições estimadas da pulseira

Para calcular a posição exata da pulseira é necessários que três smartphones estejam a detetar a pulseira, que tem de estar na interseção das três circunferências de raios igual às distâncias estimadas, que pode ser descrita pela equação:

$$\begin{cases} {d_a}^2 = (x - x_a)^2 + (y - y_a)^2 \\ {d_b}^2 = (x - x_b)^2 + (y - y_b)^2 \\ {d_c}^2 = (x - x_c)^2 + (y - y_c)^2 \end{cases}$$

Equação 20 - Posição exata da pulseira

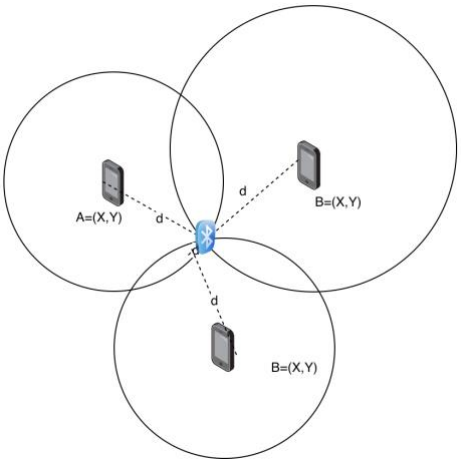


Imagem 11 - Posição exata da pulseira

2.5 Discussão

Os sistemas existentes no mercado para a localização de pessoas, animais ou objetos, são fundamentalmente baseados em tecnologia GPS e GSM. Foi efetuada uma analise de mercado através do motor de busca da Google, no dia 04 de marco de 2019 aos sistemas existentes, baseada nos parâmetros: custo aquisição, custo mensal, APP para telemóvel, GPS, WIFI, GSM e se os dados guardados na CLOUD podem ser acedidos por histórico.

Nome	Custo	MENSAL	APP	WIFI	BT	GPS	GSM	HISTÓRICO
FINDSTER	179€	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM

WEENECT PETS	130€	3,5 €	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM
PETFINDER	509€	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM
PET POINTER	230€	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM
LAPA	30€	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	SIM

Tabela 1- Sistemas de tracking comparação de tecnologia e custos

Nome	Partilha Informação WEB	Ultima localização	Representação em mapa	Comunicação entre equipamentos
FINDSTER	NÃO	NÃO	SIM	NÃO
WEENECT PETS	NÃO	NÃO	SIM	NÃO
PETFINDER	SIM	SIM	SIM	NÃO
PET POINTER	NÃO	SIM	SIM	NÃO
LAPA	SIM	NÃO	SIM	NÃO

Tabela 2 - Sistemas de tracking comparação de partilha CLOUD e localização

Na tabela 1 verifica-se que todos os equipamentos têm para o utilizador um custo de aquisição e que alguns têm custos de utilização para aceder aos serviços, quase todos os sistemas têm uma APP para o smartphone e que a tecnologia mais utilizada é o GSM e GPS, na tabela 2, verifica-se que existe partilha de informação, com os dados guardados na CLOUD como um histórico, em todos os casos existe representação gráfica num mapa da Google para visualizar a localização do utilizador, todos os sistemas efetuam tracing e loging do utilizador e com eles pode-se elaborar perfis comportamentais e identificar hábitos de vida.

No que respeita á privacidade estes sistemas utilizam o envio de dados recolhidos pelo equipamento para a uma rede aberta, como a internet que é utilizada em qualquer parte do mundo e por qualquer pessoa, permite efetuar copias e reproduzir infinitamente a informação sem possibilidade de poder ser apagada.

2.6 Descrição do primeiro inquérito

Foi realizado um inquérito e publicado online no Google Forms no período de 12 de novembro a 2 de dezembro 2018 com o objetivo de recolher a opinião de um grupo representativo de indivíduos de ambos os sexos com idades entre os 18 e 70 anos com/sem filhos ou com/sem netos, sobre meios tecnológicos de monitorização de crianças durante a época balnear, foram recolhidas 14 respostas.

2.7 Descrição do segundo inquérito

O segundo inquérito foi realizado de forma presencial durante o período de 3 a 25 de fevereiro de 2019, no Pinhal Novo dias 3 e 4, Montijo 10 e 11 e Setúbal 24 e 25 , que visou recolher informação sobre a opinião de um grupo representativo de indivíduos de ambos os sexos com idades entre os 18 e mais de 57 anos com/sem filhos ou com/sem netos, sobre meios tecnológicos de monitorização de crianças durante a época balnear, foi mostrado o protótipo da

pulseira de segurança infantil e a APP para o smartphone, foram inquiridas 40 pessoas, das quais se obteve um total de 22 respostas, 18 não quiseram responder.

3 Requisitos

Neste secção são descritos os resultados do primeiro inquérito, os requisitos para o cada classe de utilizadores, as funcionalidades, serviços, propriedades e restrições do sistema.

3.1 Resultados do primeiro inquérito

Do questionário realizado (Anexo A) as pessoas que responderam ao questionário 57 por cento são de mulheres e a faixa etária varia entre os 18 e 49 anos de idade, os inquiridos com filhos respeitam sempre as sinalizações existentes nas praias, no entanto nem sempre acompanham os filhos quando estes vão para a água, no que refere aos dispositivos de segurança existentes nas praias e definidos em Diária da Republica [27], como o posto de praia, boia torpedo, cinto de salvamento, prancha de salvamento, boia circular, 50% acha que são eficazes, mas apenas 42% escolhe sempre praias com vigilância, sobre o conhecimento de sistemas de segurança baseados em tecnologia de monitorização, mais de metade dos inquiridos conhece ou já ouviu falar, considera-os uteis e eficazes, quem não conhece estes sistemas, também os considera uteis e eficazes. Sobre a privacidade e divulgação de dados pessoais ou da minha localização disponível na Cloud, mostrou preocupação, 86% preocupa-se com a privacidade dos dados pessoas e 79 % com a privacidade da sua localização. Sobre sensores de localização que fazem parte da pulseira, 100% responderam que gostavam de saber quando a criança se encontra.

3.2 Utilizadores

Os utilizadores do sistema estão divididos em três grupos, Pai, Criança e o Nadador Salvador, O Grupo Pai tem acesso á localização das pulseiras que estão configuras numa área através da APP-PPAI, a Criança é o utilizador da pulseira, o Nadador Salvador configura a APP-PPAI para acesso ao sistema de proteção Infantil.

Para simplificar a linguagem vamos passar a utilizar os seguintes termos, PAI (responsável pela criança, função de monitorizar), outros PAIS (responsável pela criança, função encontrar criança), FILHO (Criança) e Entidade de Segurança (Nadador Salvador).

O Pai, tem acesso à configuração da pulseira no seu equipamento móvel (tablet ou smartphone), fazer o regista da sua pulseira no nadador salvador, receber notificações na APP-PPAI quando o seu filho se afasta, configurar a área de segurança da pulseira, receber notificações de distancia da usa pulseira, receber alertas quando a pulseira está fora da área de segurança configurada, enviar notificação para nadador salvador.

Outros Pais com a App registada no nadador salvador, recebem o Bluetooth Mac Address da pulseira perdida, enviam a sua localização geográfica para o servidor web, quando a pulseira perdida entra na sua área de segurança.

A pulseira, emite um sinal de radio frequência com o RSSI e Bluetooth Mac Address.

A entidade de segurança, efetua o registo de um pai no sistema, recebe notificações sobre perda de uma pulseira, envia notificações para outros pais, recebe notificações quando a pulseira do filho perdido é “encontrada” por outro pai, recebe a localização dos smartphones que enviam as notificações.

3.3 Requisitos funcionais

3.3.1 Registo utilizador

RF01 O sistema deve permitir inserir, alterar e apagar utilizadores.

RF02 O sistema não deve permitir anónimos.

RF03 O sistema não deve permitir que o mesmo utilizador fique registada mais do que uma vez no mesmo smartphone.

3.3.2 Registo da pulseira

RF03 O sistema deve permitir apenas aos utilizadores registados, adicionar e remover novas pulseiras.

RF04 O sistema não deve permitir que o mesmo Bluetooth Mac Address da pulseira fique registada mais do que uma vez no mesmo smartphone.

RF05 Facilidade de integração de dados através de QRCODE.

RF06 O sistema deve poder receber dados da pulseira em tempo real, os dados recebidos tem de permitir identificar univocamente e extrair a localização

3.3.3 Segurança

RF07 O sistema deve permitir guardar todos os dados recolhido exclusivamente no smartphone.

RF08 O sistema não deve permitir que dados guardados, sejam partilhados por qualquer meio na CLOUD.

RF09 O sistema deve notificar o utilizar, caso os valores dos dados analisados sejam superiores aos parâmetros das distâncias.

RF10 Deve estar sempre visível e disponível ao utilizador a leitura da distância se encontra a pulseira.

RF11 O sistema deve processar dados de outras pulseiras que sejam adicionadas automaticamente através do servidor web.

3.4 Requisitos não funcionais

RF12 O sistema não deve possuir dados que identifiquem o utilizador da pulseira.

RF13 O sistema não deve guardar dados que identifiquem o utilizador da pulseira.

RF14 O sistema não deve enviar dados que identifiquem o utilizador da pulseira.

RF15 O sistema deve poder correr em background.

RF16 O sistema deve funcionar nas plataformas Andoid e IOS

RF17 O sistema deve poder funcionar sem rede GSM.

4 Implementação

Nesta seção faz-se uma descrição dos equipamentos tecnológicos que compõem o sistema, o hardware para o desenvolvimento da pulseira, os protocolos de comunicações, a arquitetura proposta para a implementação, as aplicações desenvolvidas para as plataformas IOS, ANDROID e o para o servidor web, o sistema de base de dados utilizado e o modelo de dados.

4.1 Tecnologias de suporte

Os estudos realizados pela ANACON [7] revelam que em cada 100 habitantes 70 utilizam os serviços de internet, cerca de 7,2 milhões de Portugueses, são assinantes de pelo menos um serviço móvel de acesso à Internet, se incluirmos os acessos efetuados por PC, Tablet, Routers e Smartphones, o número de acessos móveis ascende a 11,7 milhões por semestre [8].

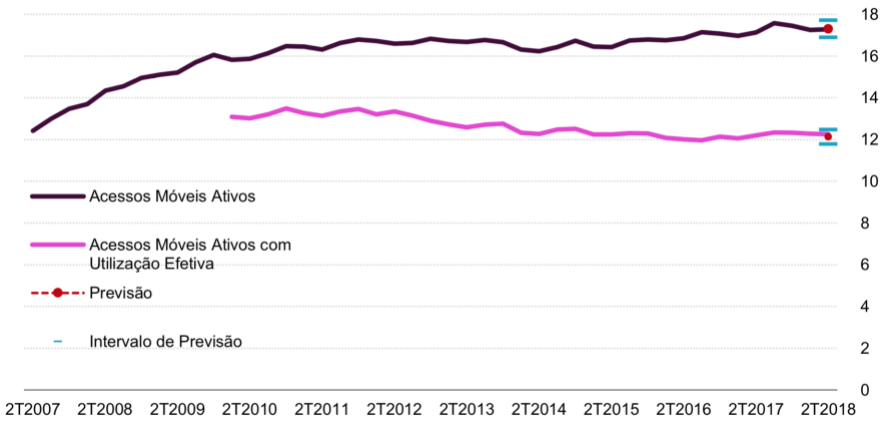


Imagem 12 - Evolução do número de acessos moveis ativos (Fonte: ANACOM).

Com base no estudo da ANACOM, podemos concluir que a maior parte da população utiliza a smartphones com acesso à CLOUD e utilizam diariamente tecnologias de comunicação sem fios, placas de desenvolvimento baseadas em microcontroladores com capacidade de programação, memoria, periféricos de entrada e saída para ligar sensores e medir o ambiente externo transformando os resultados em sinais elétricos para serem facilmente interpretados pelas aplicações.

Neste capitulo são descritos os elementos de computação e comunicação que fazem parte do sistema de segurança infantil.

4.1.1 Computação

O Smartphone é um equipamento tecnológico portátil com capacidade de computação, sistema operativo ANDROID ou IOS e funcionalidades que podem ser estendidas por meio de aplicações moveis instaladas, a maior parte dos modelos que existem no mercado possuem caraterísticas comuns, como a capacidade de comunicação por Bluetooth e WIFI, para ligação e acesso à internet, capacidade de sincronização de dados com um computador pessoal ou outro telemóvel,

têm memoria interna ou externa que pode ser expandida dependendo da capacidade da memoria interna ou do cartão de memoria.
Para o MCU da pulseira foi proposto o componente NRF51822 da Nordic conforme imagem 9, por ter integrado um CPU de 32 bits, memoria ROM, memoria Flash, um modulo radio de 2GHz compatível com BLE, medir 3cm, pesar 35 gramas e uma pilha com autonomia até 6 meses.

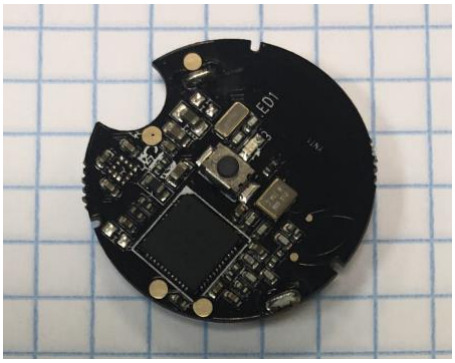


Imagem 13 - CPU NRF51822

Para o servidor web foi proposto o servidor Apache por ser baseado em arquitetura cliente/servidor, possibilitar protocolos HTTP e HTTPS que utiliza uma camada SSL para encriptar os dados entre o cliente e o servidor, ser compatível com certificados X.509.

4.1.2 Comunicação

O sistema GSM utiliza as frequências na banda dos 900 MHz a 1800 MHz para as transmissões com a rede, utiliza o FDMA que partilha 124 canais com uma largura de 200 kHz com capacidade de transmissão de 270 Kbps, os canais são atribuídos a cada estação base, que utiliza o TDMA para os dividir novamente em oito espaços de tempo (timeslot).
As estações de transmissão e receção de sinal utilizam os timeslot para que o equipamento móvel não possa receber e transmitir ao mesmo tempo [13].
A tecnologia Bluetooth é um sistema de comunicação por ondas radio, de curto de curto alcance que opera na frequência os 2.4 GHz, na banda ISM.
É um meio de comunicação confiável, seguro e com taxas de transferência que podem atingir velocidades até 1 Mb/s, para evitar as interferências e colisões de tramas numa área em que vários dispositivos estão a transmitir ao mesmo tempo e dentro da mesma banda utiliza saltos de frequência (FHSS), que é uma técnica de espalhamento espectral que permite a existência de múltiplas redes na mesma área, sendo estas separadas pela utilização de saltos aleatórios de frequências, neste caso a alteração periódica é de 1600 alterações aleatórias por segundo, cada salto de frequência é efetuado em 625 microssegundos, num total de 79 frequências disponíveis dentro do intervalo de 2402 MHz a 2480 MHz [15], cada canal tem 1 MHz de tamanho de banda, e utiliza uma portadora de banda estreita cuja frequência é comutada mediante um padrão conhecido pelo recetor e o emissor.
Um dispositivo bluetooth que não conheça a sequência de transmissão, recebe um sinal que aparece como um ruido de curta duração.

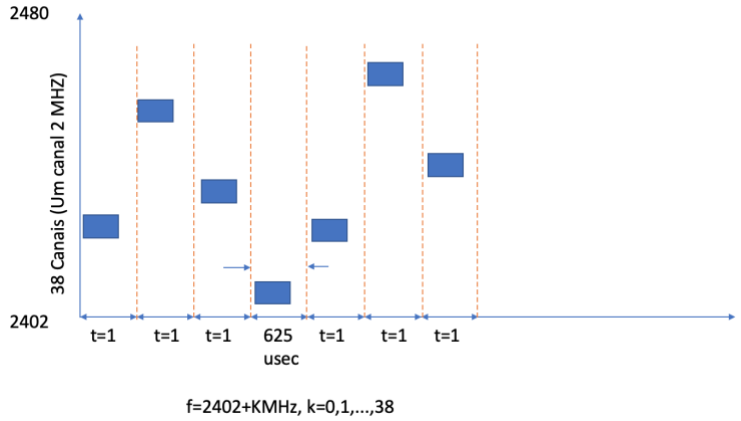


Imagem 14 - Utilização de canais pelo Bluetooth

Todas as comunicações Bluetooth são constituídas por dois parâmetros o endereço IEEE de 48 bits único (Bluetooth mac address ou BD_ADDR) que é gravado no hardware e não pode ser modificado e o parâmetros do relógio, o endereço do bluetooth é um identificador único de 48 bits ou 6 bytes em hexadecimal e separados por pontos e virgulas, os 24 bites mais significantes são utilizados para identificar o fabricante e os 24 menos significativos um numero único que identifica o equipamento.

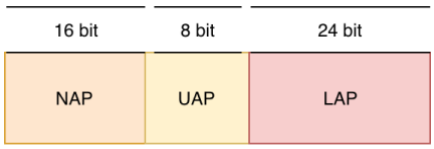


Imagem 15 - Endereço Bluetooth

A imagem 15 mostra o endereço Bluetooh dividido em 16 bits, os menos significativos para o NAP, que é utilizado na sincronização de frames pelo Frequency Hopping, 8 bits UAP para envio de vários algoritmos específicos e 24 bits que identificam exclusivamente o Bluetooh.

4.1.3 QR CODE

O QR code ou Quick Response é uma matriz de 21X21 e pode atingir os 177X177, pixéis brancos e pretos que guardam toda a informação, foi criado em 1992 pela empresa japonesa Denso-Wave, é de utilização gratuita e é um código de barras bidimensional, que permite armazenar 7.089 valores numéricos 4.296 Alfa numéricos e 2.953 valores binários de 8 bit [17], é utilizado no sistema PPAI para facilitar a integração entre o smartphone e o servidor web na leitura do código de segurança e do MAC ADDRESS da pulseria.

4.1.4 Identificação baseada em cartão de cidadão

O Cartão de Cidadão é um documento físico e eletrónico com um microchip que guarda os dados de cada cidadão relevantes para a sua identificação e inclui número de identificação civil, o número de identificação fiscal, o número de utente dos serviços de saúde e o número de identificação da segurança social. Para poder utilizar a identificação foi desenvolvido um modulo

em JAVA que é parte integrante da aplicação web, e constitui o método utilizado para identificar o pai junto do nadador salvador quando é efetuado o registo da pulseira no sistema, a aplicação lê o nome, número do cartão de cidadão e número de contribuinte e guarda na base de dados para em caso de acidente poder identificar o utilizador da pulseira.

4.2 Arquitetura

A Arquitetura proposta é representada por um conjunto de diagramas com os principais componentes para o processo de troca de informações, antes de entrar detalhadamente nos modelos arquiteturais, descreve-se a representação da arquitetura do PPAI.

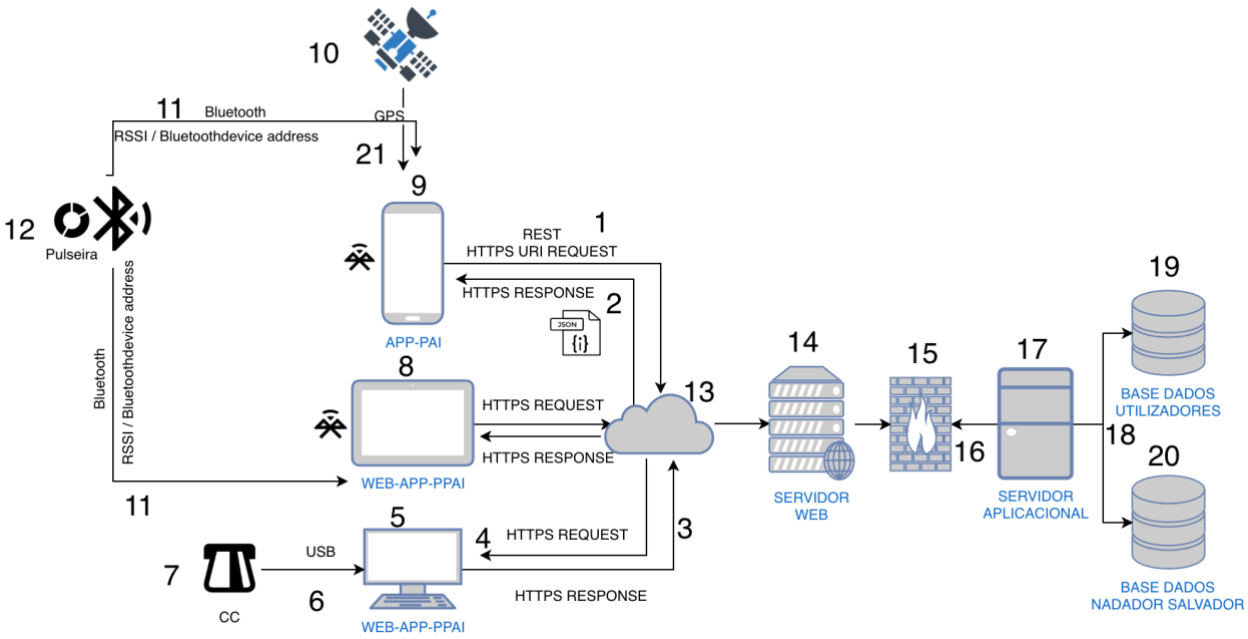


Imagem 16 - Modelo da arquitetura do PPAI

A imagem 16 mostra a arquitetura do PPAI, o smartphone(9) comunica com o servidor web (14) através do protocolo REST(1), utiliza a CLOUD(13) para enviar mensagens de pulseira perdida, recebe o sinal RSSI da pulseira(12) por bluetooth(11) e converte o sinal em distâncias, recebe o sinal GPS(21) do satélite(10) para atualizar a localização, o tablet(8) / PC(5) comunica com o servidor web(14) através do protocolo HTTPS (3) para efetuar registos de utilizadores, pulseiras(12) e receber mensagens, recebe o sinal RSSI/MAC ADDRESS(11) da pulseira(12) por bluetooth(11), recebe os dados do cartão do cidadão através do leitor de cartões(7) ligado por cabo USB(6) para efetuar registos, o servidor web(14) envia mensagens por protocolo REST(2) em formato json para o smartphone(9), envia mensagens HTTPS(4) para o PC(5) e tablet(8), passa na firewall(15) para enviar dados por HTTP(16) para o servidor aplicacional(17) que envia os dados para serem guardados na base de dados(19) ou solicita dados à base de dados(20)

4.2.1 Servidor web

O servidor web, disponibiliza os recursos para as plataformas moveis e web, através de protocolos de comunicações HTTPS REQUEST/RESPONSE e REST URI HTTPS REQUEST/RESPONSE, composto por vários módulos, o core é constituído pelos serviços utilizados internamente que compõem o sistema e não estão disponíveis ao exterior;

- CONTROLER são as SERVELTS geradas pelos JSP desenvolvidos, e que disponibilizam ao cliente os dados gerados pelos REQUESTS efetuados ao servidor.
- VIEW, são todos os JSP que comunicam com o MODEL, que contem as componentes do negocio, validam os pedidos e geram informação que fica disponível ao cliente.
- MODEL, composto por todas as classes e funções do modelo de negócio.
- SERVIÇOS REST, disponibiliza a informação que é acedida através dos dispositivos móveis (smartphone ou tablet).

A aplicação desenvolvida para o servidor web pode ser instalada nos sistemas operativos Windows ou Linux.

4.2.2 Aplicação para Smartphone

Para a tese foi desenvolvida em linguagem Swit com o programa Xcode, uma aplicação para a plataforma IOS da Apple, que deve de ser instalada no dispositivo móvel do pai, a aplicação deve ter acesso à localização do dispositivo, ao Bluetooth, ter permissões para funcionar em background e poder enviar notificações ao utilizador.

4.2.3 Aplicação web

A aplicação web foi implementada seguindo o conceito de cliente-servidor, e a lógica de negócio Desenvolvida em linguagem JAVA e JSP, está instalada no servidor web e permitir o acesso do utilizador ao sistema através do browser ou dispositivo móvel, utilizando para o efeito HTTPS sobre TCP/IP, implementado com SSL. A interface gráfica (a interface de utilizador) adapta-se automaticamente à largura dos ecrãs dos dispositivos utilizados, sem que existam limitação de funcionalidades.

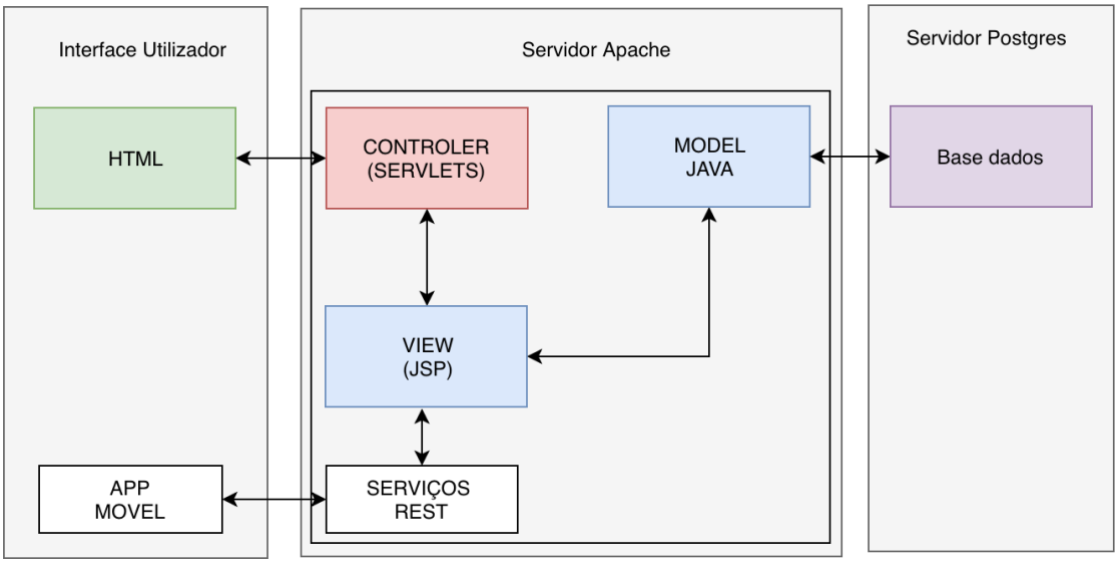


Imagem 17 – Módulos do servidor web PPAI

4.3 Base de dados do sistema

Relativamente à Camada de Dados, a mesma assenta sobre o SGBD PostgreSQL para guardar a informação necessária ao funcionamento do sistema, é um sistema de gestão de base de dados gratuito, de confiança, fácil de utilizar e escalável, está instalada num servidor especifico para as base de dados, pode ser instalada num servidor com sistema operativo Windows ou Linux.

É composta por seis tabelas relacionadas entre si.

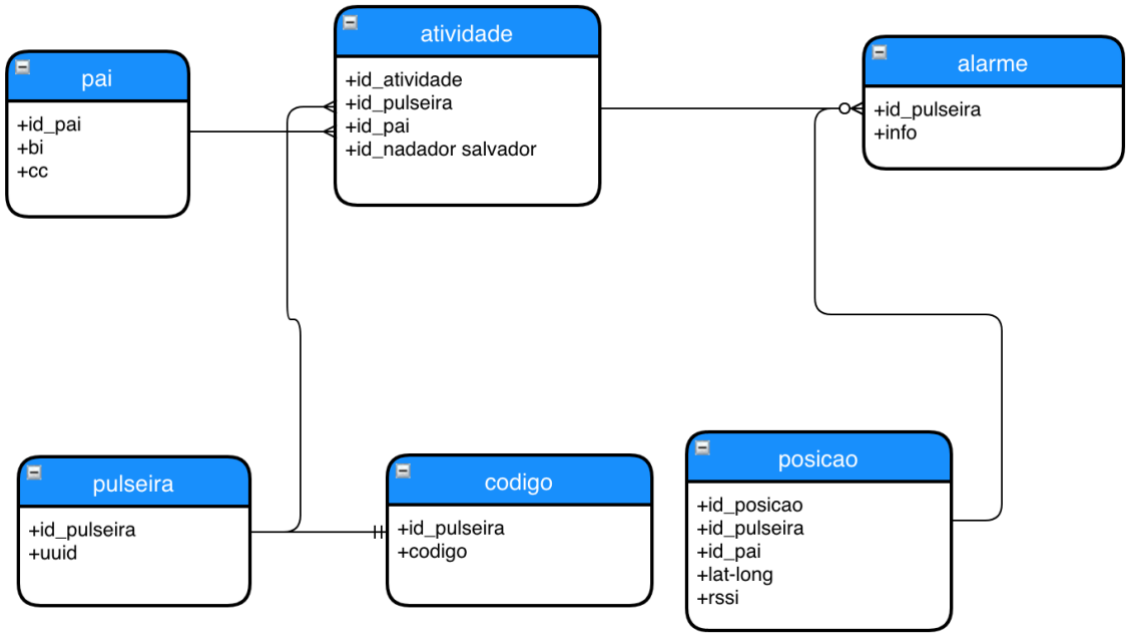


Imagem 18 - Modelo de dados PPAI

A imagem 18, é o modelo proposta de base de dados, a tabela pai é composta pelos atributos id_pai, numero único gerado automaticamente, bi, numero de bilhete de identidade do pai, cc, numero do cartão de cidadão do pai.

A tabela atividade é composta pelos atributos id_atividade, numero único gerado automaticamente, id_pulseira, numero único retirado da tabela pulseira atributo id_pulseira, id_pai, numero único retirado da tabela pai, id_nadador_salvador, numero único que identifica o nadador salvador retirado do sistema interno quando é efetuado o login.

A tabela pulseira é composta pelos atributos id_pulseira, numero único gerado automaticamente, Bluetooth Mac Address, número do identificador da pulseira.

A tabela código é composta pelos atributos id_pulseira, numero único retirado da tabela pulseira atribuito di_pulseria.

A tabela alarme é composta pelos atributos id_pulseira, numero único retirado da tabela pulseira atributo id_pulseira, info, informação adicional.

A tabela posição é composta pelos atributos id_posicao, numero único gerado automaticamente pelo sistema, id_pulseira, valor retirado da tabela pulseira atributo id_pulseira, id_pai, valor retirado da tabela pai atributo id_pai, lat-long, valor da latitude e longitude enviado pelos smartphones quando uma criança esta perdida, rssi valor enviado pelos smartphones quando uma criança esta perdida.

4.4 Protocolo de comunicação

Para o sistema PPAI, foram definidos vários protocolos de comunicações, que foram implementados consoante o equipamento que está a comunicar e o tipo de comunicação.

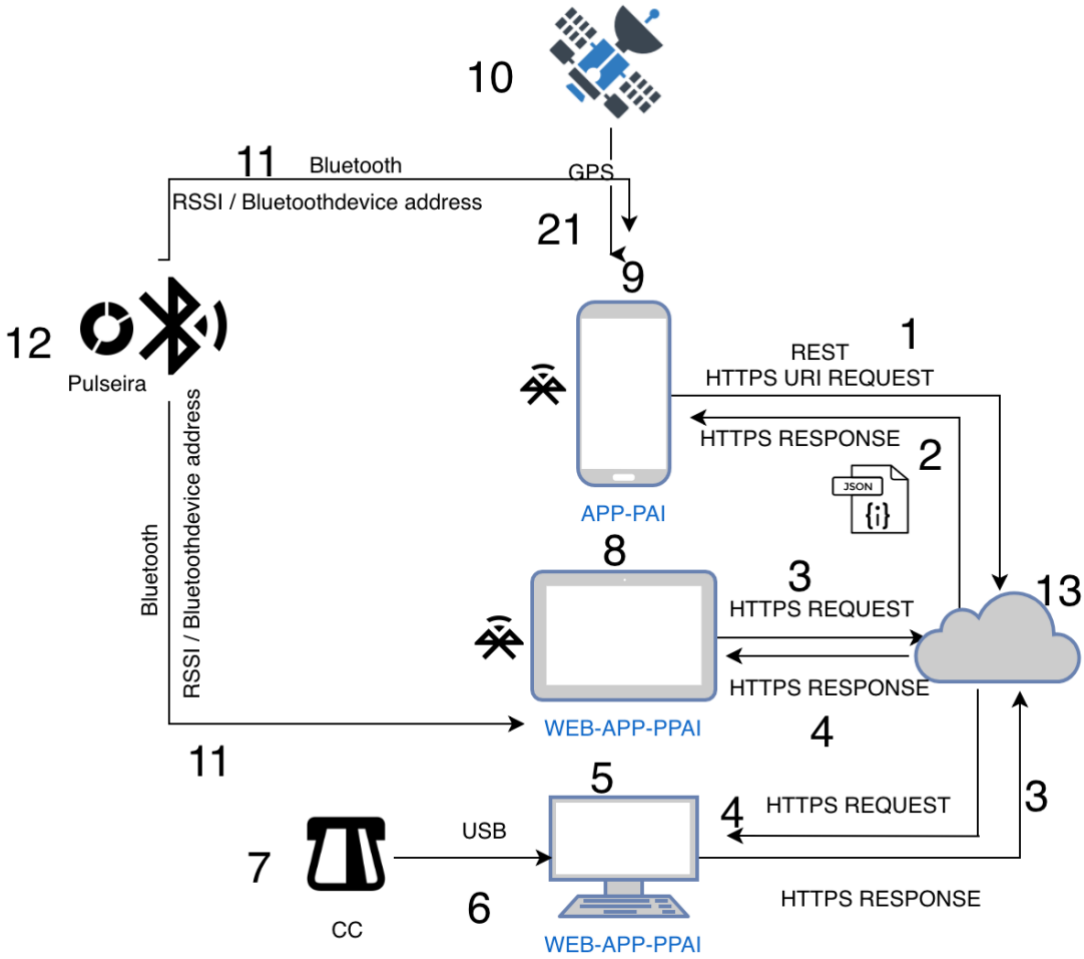


Imagem 19 - Arquitetura Sistema PPAI

4.4.1 Smartphone(9) & Tablet(8) com a pulseira (12)

O protocolo de comunicação entre o Smartphone(9) e pulseira(12) é efetuado pelo protocolo Link manager por radio frequência na banda ISM a 2.4Ghz, é utilizado pelo smartphone para receber o sinal RSSI da pulseira e o Bluetooth Mac Address (11). Não é efetuada ligação entre os dispositivos.

4.4.2 Smartphone(9) com o servidor web(13)

As comunicações entre a APP instalada no smartphone(9) e o servidor web(13), são efetuadas através da arquitetura REST, que disponibiliza os recursos através de acessos URI(1) que são disponibilizados por HTTPS (3) através de métodos CRUD.

Cada cliente com acesso à APP e que tenha recebido o código de acesso, liga-se ao servidor web(13) pelos métodos HTTPS REQUEST (GET/POST) para receber(3) informações e enviar(1) informações.

4.4.3 Leitor cartão do cidadão(7) & aplicação nadador salvador(5)(8)

As comunicação entre o leitor de cartões(7) e a aplicação do nadador salvador(8), são efetuadas pelo leitor de cartões que lê a informação do chip do cartão de cidadão e envia por USB(6).

4.4.4 Smartphone(9) & satélite (12)

As comunicações são efetuadas por GPS(21)

5 Funcionamento

O sistema PPAI, tem dois modos de funcionamento, em modo PPAI-FILHO, o pai associa a pulseira ao seu telemóvel para monitorizar a criança.

Neste modo o pai visualiza a distância a que o seu filho se encontra e recebe alarmes quando se afasta da zona de segurança.

Em modo PPAI-FILHO-OUTROS PPAIS, é necessário o pai fazer um registo presencial da pulseira no Nadador Salvador através do cartão de cidadão, após registos com sucesso é gerado um QRCODE com um código de segurança para transmissão de dados entre a APP PPAI - WEB APP - OUTROS PPAIS que é lido pelo smartphone do pai.

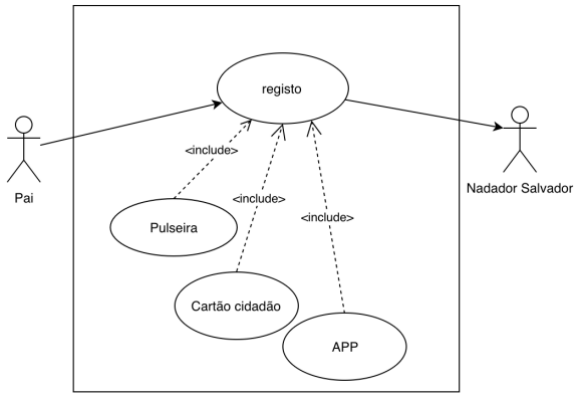


Imagem 20 – UML - Registo no sistema

Com a aplicação aberta o pai tem acesso as funcionalidades de pesquisar pulseiras que estão na sua área de segurança, registar pulseiras, apagar pulseiras, monitorizar a sua área de segurança, enviar alertas de criança perdida para o nadador salvador.

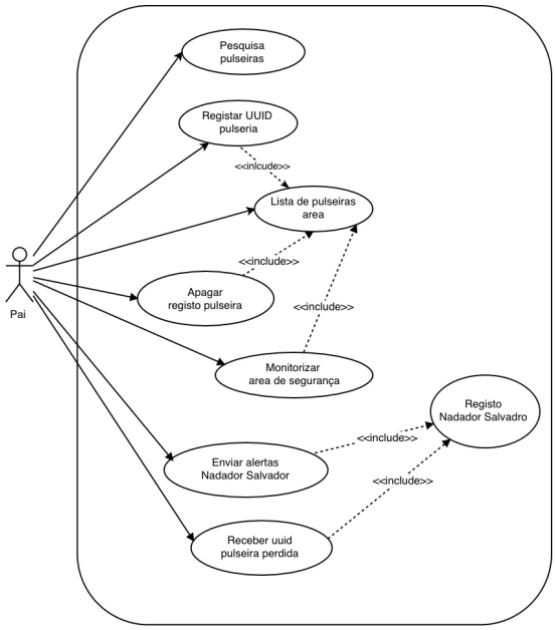


Imagem 21- UML - Ações pai no sistema

Os alertas de criança perdida, são criados pelo Pai que envia uma notificação para o nadador salvador, que envia o UUID da pulseira perdida para todos os outros pais registados no sistema.

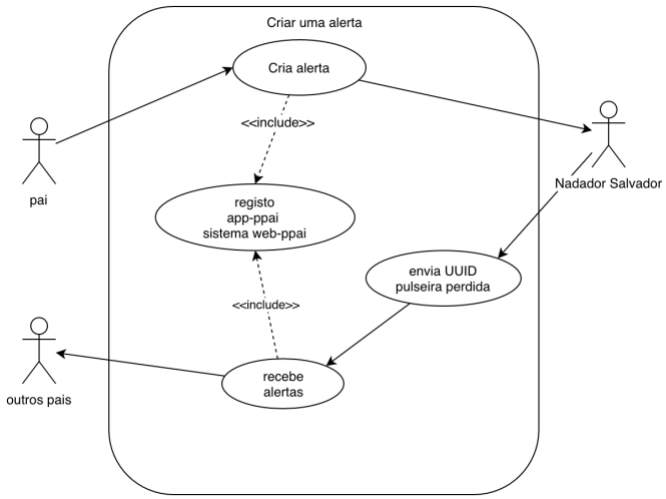


Imagem 22 - UML - Criar um alerta

A pesquisa da criança perdida é automaticamente efetuada quando os smartphones dos outros pais registados no sistema recebem o UUID a pulseira perdida, se uma pulseira perdida entrar na área de segurança de um pai registado é enviada automaticamente a posição geográfica e a distância em metros que está da pulseira.

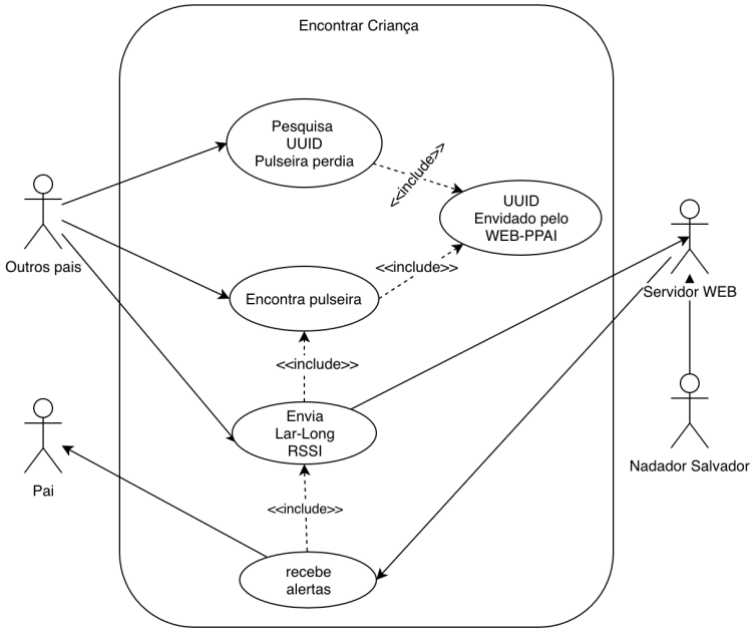


Imagem 23 - UML - Encontrar Criança

Encontrar a criança perdida, Nadador salvador envia o MAC ADDRESS da pulseira perdida para os outros pais, os outros pais quando encontram a pulseira enviam automaticamente uma notificação para o servidor web com a posição geográfica, latitude e longitude do seu smartphone e o sinal RSSI da pulseira perdida.

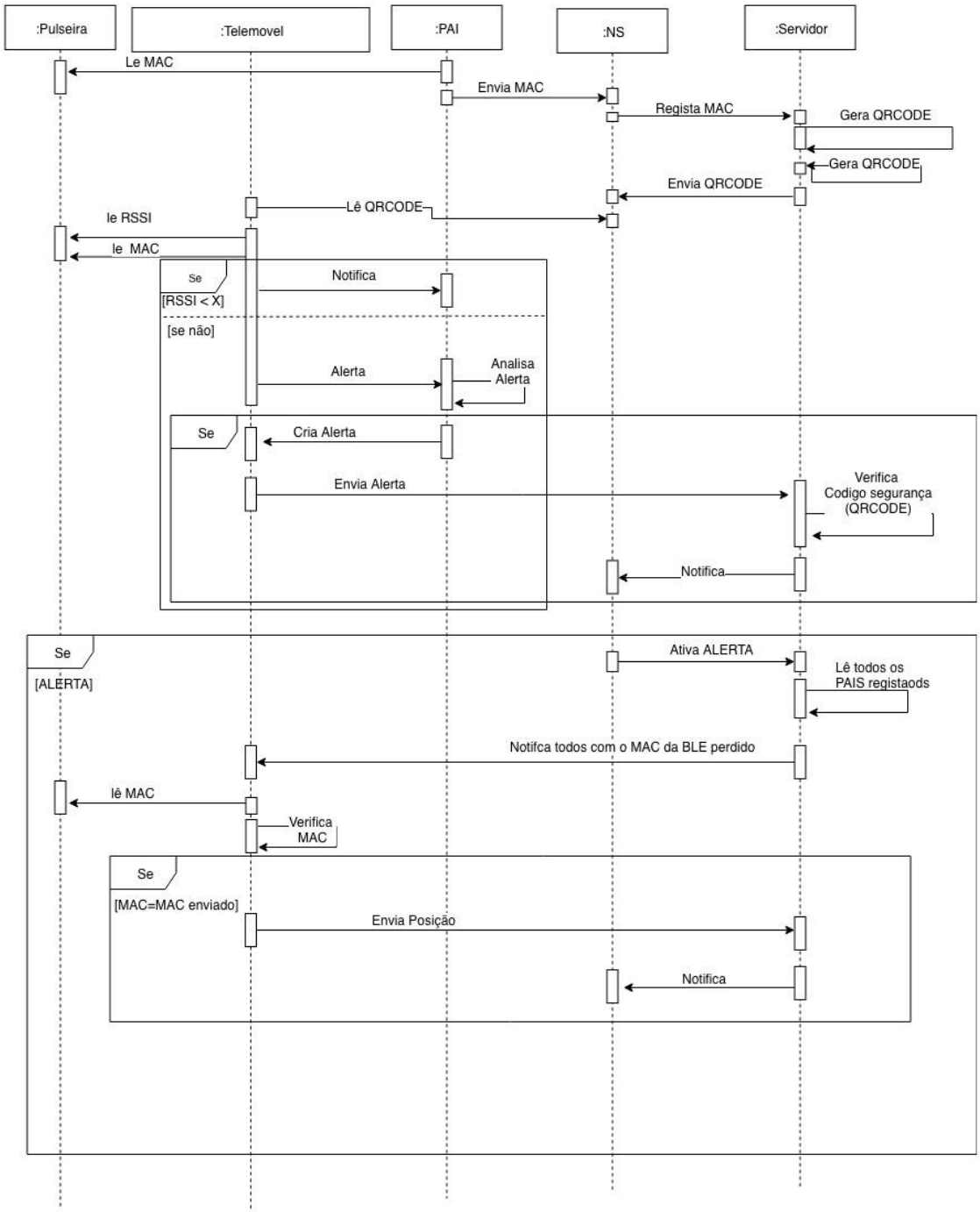


Imagem 24 – Diagrama de sequência funcionamento do PPAI

O pai lê o mac da pulseira e envia para o nadador salvador que regista o MAC servidor, o servidor gera um qrcode que é lido pelo smartphone, o smartphone recolhe os dados RSSI da pulseira, o RSSI for menor que o valor definido, smartphone gera um alerta ao pai, se o pai cria um alerta no smartphone este envia o alerta para o servidor que verifica se o código de segurança é valido para poder identificar qual o smartphone que enviou o alarme e qual o mac adress da pulseira, perdida, verifica a lista dos pais registados e envia o mac address da pulseira perdida, os smartphones verificam o mac address da pulseira perdida e adicionam a lista de pesquisas,

quando o smartphone encontra o mac da pulseira notifica o servidor web por notifica o nadador salvador.

5.1 Interfaces de utilizador

As interfaces são o meio que o utilizador tem para aceder às funcionalidades da aplicação, foram desenvolvidas para ser simples e intuitivas.

5.1.1 Aplicação para Smartphone

Para cumprir os requisitos de segurança imagem 25 e privacidade imagem 26 o sistema pergunta ao utilizador se autoriza que a APP envie notificações e aceda a sua localização.

Imagem 25 – Requisito de segurança

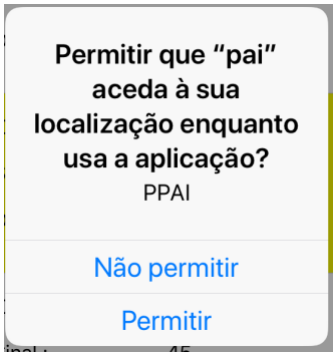


Imagem 26 – Requisito de privacidade

Sem estas autorizações a aplicação não pode enviar notificações nem aceder a localização do Smartphone.

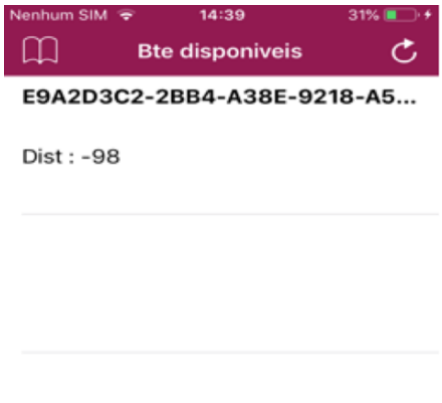


Imagem 27 – Pulseiras descobertas

A imagem 27, mostra as pulseiras descobertas pelo bluetooth do smartphone, com o MAC ADDRESS e a distância a que encontra.

.

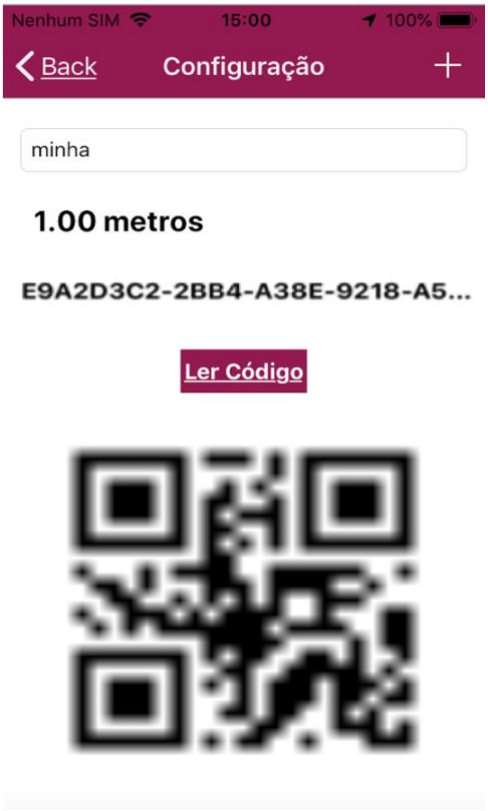


Imagem 28 – Configuração da pulseira pelo utilizador

A imagem 28, mostra a janela de configuração de uma pulseira é constituída por um campo de texto para o utilizador atribuir um nome à pulseira, disponibiliza a informação da distância e o MAC ADDRESS da pulseira, para facilitar a integração com o servidor web é gerado um QRCODE com o MAC ADDRESS, também está disponível um botão para ler o QRCODE que é gerado pelo servidor WEB.

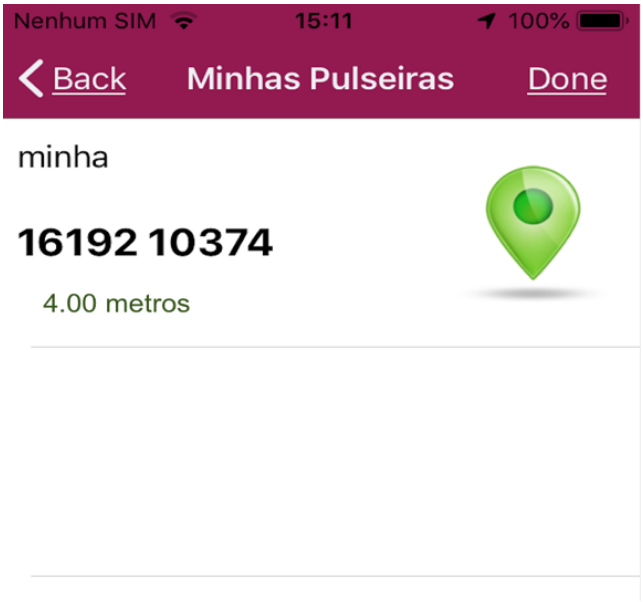


Imagem 29 – Pulseira registada na APP

A imagem 30 mostra as pulseiras que estão configuradas na APP, para ser mais fácil o utilizador identificar as pulseiras que estão perto ou longe, foi criado um código de cores, a cor branca identifica uma pulseira que está perto, a cor amarela uma pulseira que está a mais longe e a cor vermelha uma pulseira que saiu da área do bluetooth

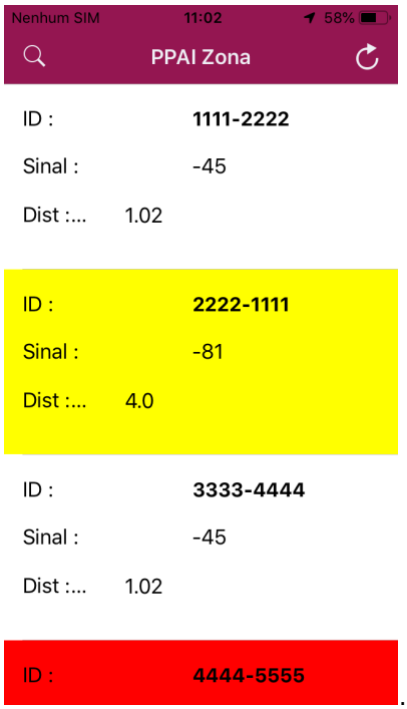


Imagem 30 – Código de cores para identificar as distancias das pulseiras

A imagem 31, mostra a APP a funcionar em modo background para poupar a bateria do smartphone o PPAI.

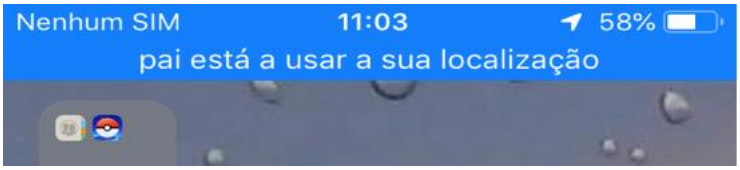


Imagem 31 - PPAI a funcionar em background

A imagem 32, mostra uma notificação enviada pela APP, a informar que a pulseira está longe do utilizador.

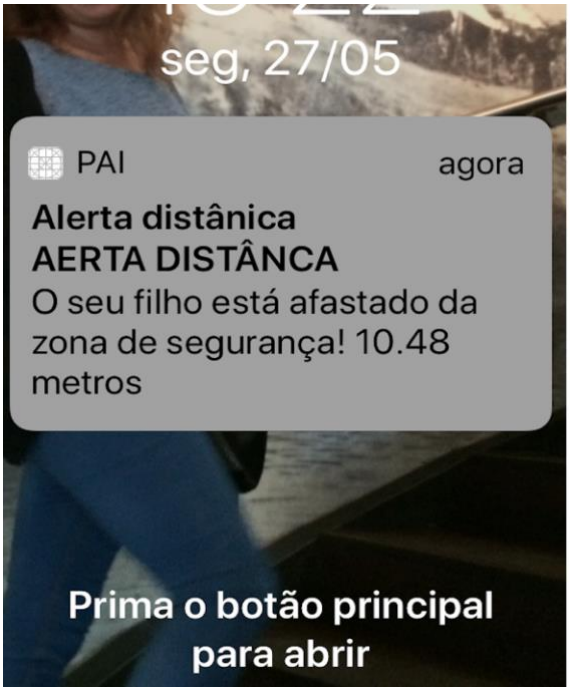


Imagem 32 - Alerta distância da pulseira

5.1.2 Interface do Nadador Salvador

A imagem 33, mostra o ecrã inicial da web app que é compostos por um menu lateral esquerdo que está sempre visível em todos os ecrãs, uma área de alertas, um menu rápido para registos, visualizar informação e informação de alertas ativos.

Imagem 33 - Ecrã inicial da web APP

A imagem 34, mostra o ecrã de registo da pulseira no sistema é visualizado quando é inserido o cartão do cidadão para retirar o dados do pai.

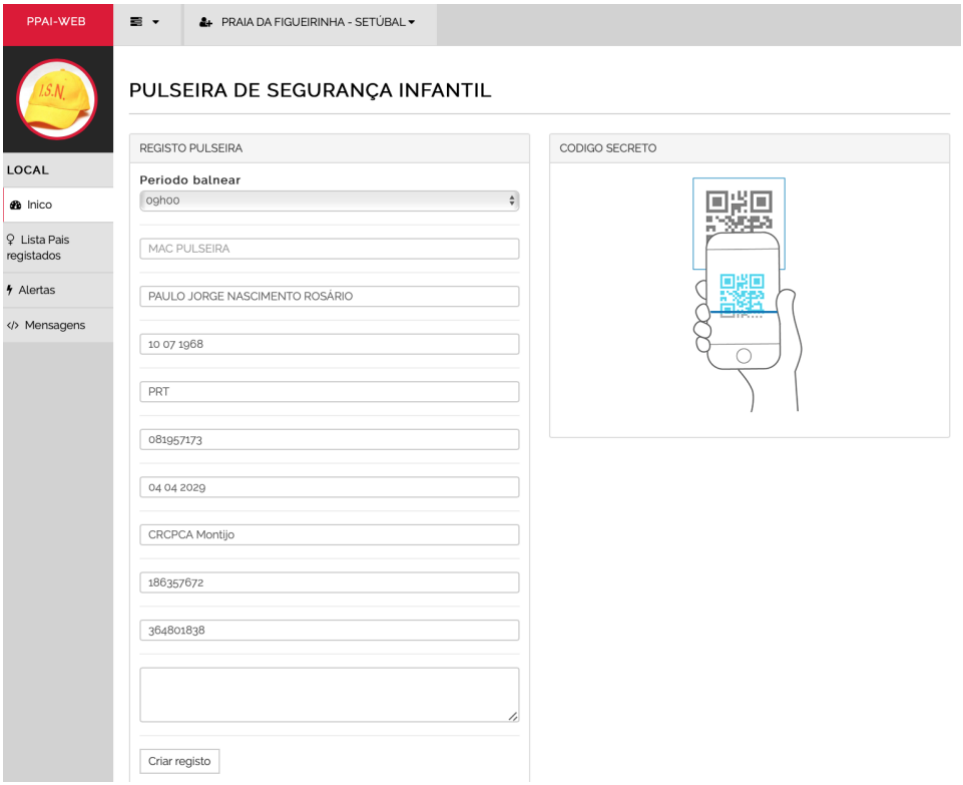


Imagem 34 – Ecrã de registo de um pai no servidor web

A imagem 35, mostra o código de segurança que é gerado quando é registada uma pulseira no servidor web.

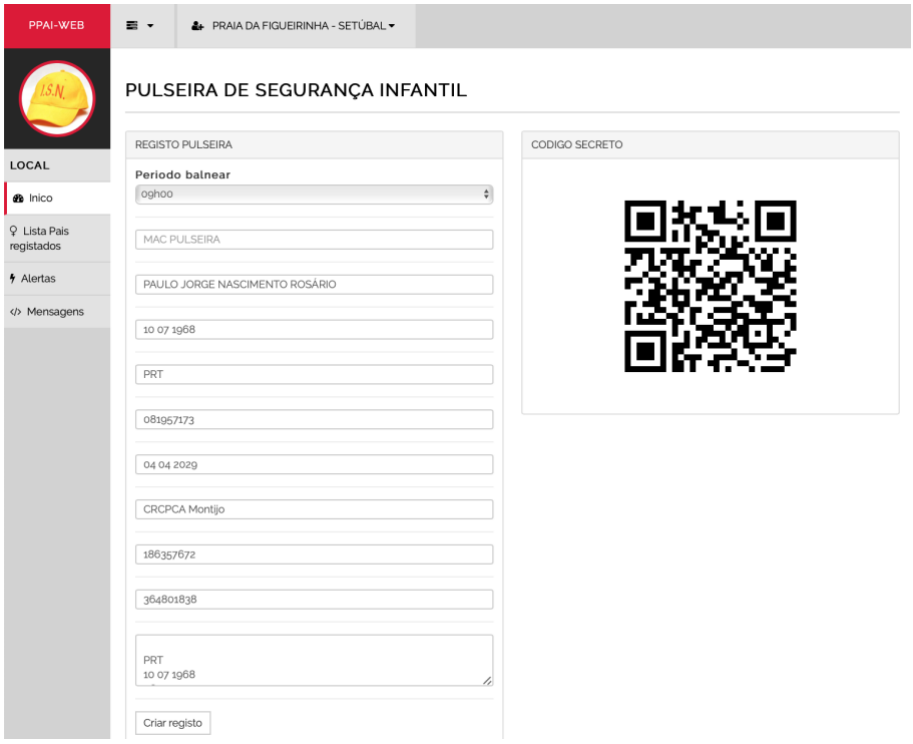


Imagem 35 – Codigo de segurança no formato QRCODE

5.2 Funcionamento do sistema

5.2.1 Monitorização da pulseira

Um pai pode registar a pulseira no seu smartphone sem que para isso seja necessário a presença do nadador salvador, o processo de monitorização indica a distancia em metros que a pulseira se encontra do smartphone.

5.2.2 Registo no sistema

Para efetuar o registo no sistema é necessário o cartão do cidadão e uma pulseira, o registo é presencial e efetuado pelo nadador salvador na aplicação web.
Os dados nome, numero de contribuinte e numero de cartão do cidadão são recolhidos através do chip do cartão do cidadão, o UUID da pulseira é recolhido através de leitura ótica por QRCODE.
Após efetuar o registo com sucesso a aplicação web gera um código de segurança em formato QRCODE, para ser lido por leitura ótica pela APP e fica guardado no smartphone.
O código de segurança é constituído por uma hash e identifica o pai na transação de mensagens REST entre a aplicação do smartphone e o servidor web.

5.2.3 Encontrar criança perdida

O processo de inicio de localização da pulseira perdia segue os seguintes casos:

- Criança deixa de estar na área de alcance da APP;
- Pai aciona alarme através da APP para o sistema;
- APP-WEB recebe alarme e informa Nadador Salvador;
- Nadador Salvador não ativa na APP-WEB o sistema de busca;
- Nadador Salvador ativa na APP-WEB sistema de busca;
- APP-WEB verifica quais as APP registadas e ativas na área;
- APP-WEB envia Bluetooth Mac Address da pulseira perdida para todas as APP;
- APP-PPAI recebe Bluetooth Mac Address da pulseira perdida;
- APP-PPAI ativa a busca do Bluetooth Mac Address da pulseira da criança perdida;
- APP-PPAI quando o Bluetooth Mac Address é descoberto é enviado para o APP-WEB a localização geográfica do smartphone e a distância que está da pulseira perdida.

5.3 Algoritmo de localização desenvolvido

Neste capitulo é descrito o algoritmo desenvolvido e são apresentadas as variáveis que envolvem o problema da localização, o objetivo é localizar a pulseira perdida com a precisão possível.

A imagem 36, demostra o algoritmo de localização proposto baseia-se na estimativa das medias de distância relativas. As medidas de distância são obtidas através da leitura do sinal RSSI enviado pela pulseira e recebido para APP-PPAI instalada no smartphone do pai que está a efetuar a sua monitorização.

Quando a pulseira deixa de estar no raio de segurança da APP-PAI é enviado ao pai um aviso, de afastamento da pulseira.

O pai quando não encontra a criança, tem a pode enviar uma notificação com alerta de pulseria perdida para a WEB-PPAI, o Nadador Salvador, valida a notificação e envia uma notificação com o Bluetooth Mac Address da pulseira para todos os smartphones têm a APP-PPAI instalada e estão registados na WEB-PPAI.

Todos os smartphones com a APP-PPAI que estão registados na WEB-PPAI recebem o Bluetooth Mac Address e passam a monitorizar a pulseira perdida, esta ação é transparente para o pai que recebe a notificação de criança perdida, a APP-PPAI efetua todo o processo de pesquisa e notificação automaticamente se necessidade de intervenção por partes do seu utilizador.

Quando a criança perdida passa no raio de segurança de um smartphone com a APP-PPAI que está configurado através da notificação enviada pela WEB-PPAI ou vise versa, é enviada automaticamente a posição geográfica e a distância estimada através do sinal RSSI do smartphone para a WEB-PPAI e notificado o Nadador Salvador.

O servidor WEB-PPAI recebe as coordenadas geográficas e a distância estimada através do sinal RSSI dos vários equipamentos que detetaram a pulseiras e corre o algoritmo de localização, mede as distâncias em metros através das coordenadas geográficas recebidas dos smartphones para determina a localização geográfica da criança perdida a partir da posição previamente

conhecida dos smartphones através da intersecção de três ou mais círculos com raio igual a distancia e o centro nas coordenadas.

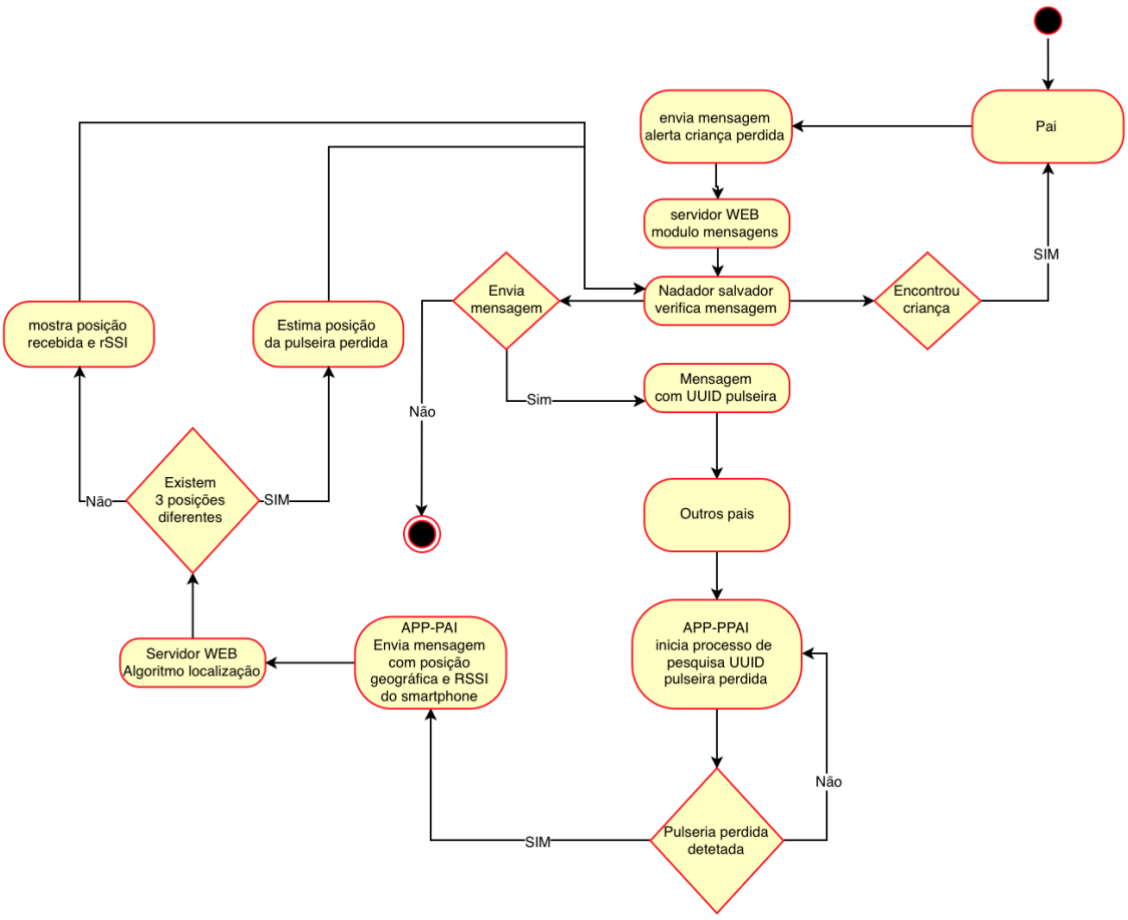


Imagem 36 - Algoritmo de localização

5.3.1 Estudo das distâncias entre o smartphone e a pulseira

Para conseguir encontrar um nível de fiabilidade nas distâncias entre os equipamentos, realizaram-se testes em linha de vista do valor de RSSI indicado pelo dispositivo Bluetooth da pulseira e o smartphone a 1,5,15 e 25 metros durante 50 segundos.

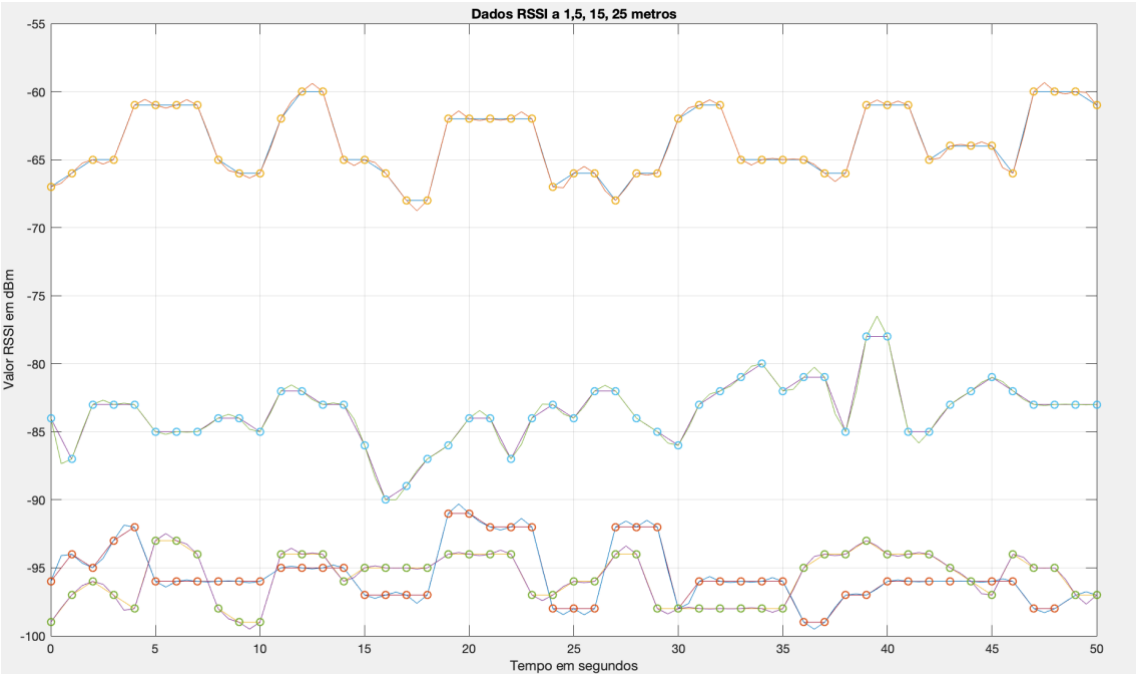


Imagem 37 - Gráfico sinal RSSI obtido em lista de vista a 1,5,15 e 25 metros

A imagem 42, mostra os dados recolhidos a distancias de 1,5 15 e 25 metros, pela observação do gráfico verifica-se uma variação dos sinais RSSI apesar dos dispositivos estarem fixos, o que demostra uma incerteza na qualidade do sinal.

A aplicou-se aos valore medidos a 1 metro o algoritmo desenvolvido para filtrar os erros conforme imagem 44, podemos observar que, o algoritmo leva 5 segundos a estimar o erro inicial e que os resultados são mais precisos, aplicou-se o mesmo algoritmo aos valores medidos a 15 metros apesar de efetuar mais correções o tempo de estimar erro inicial não varia muito dos 5 segundos.

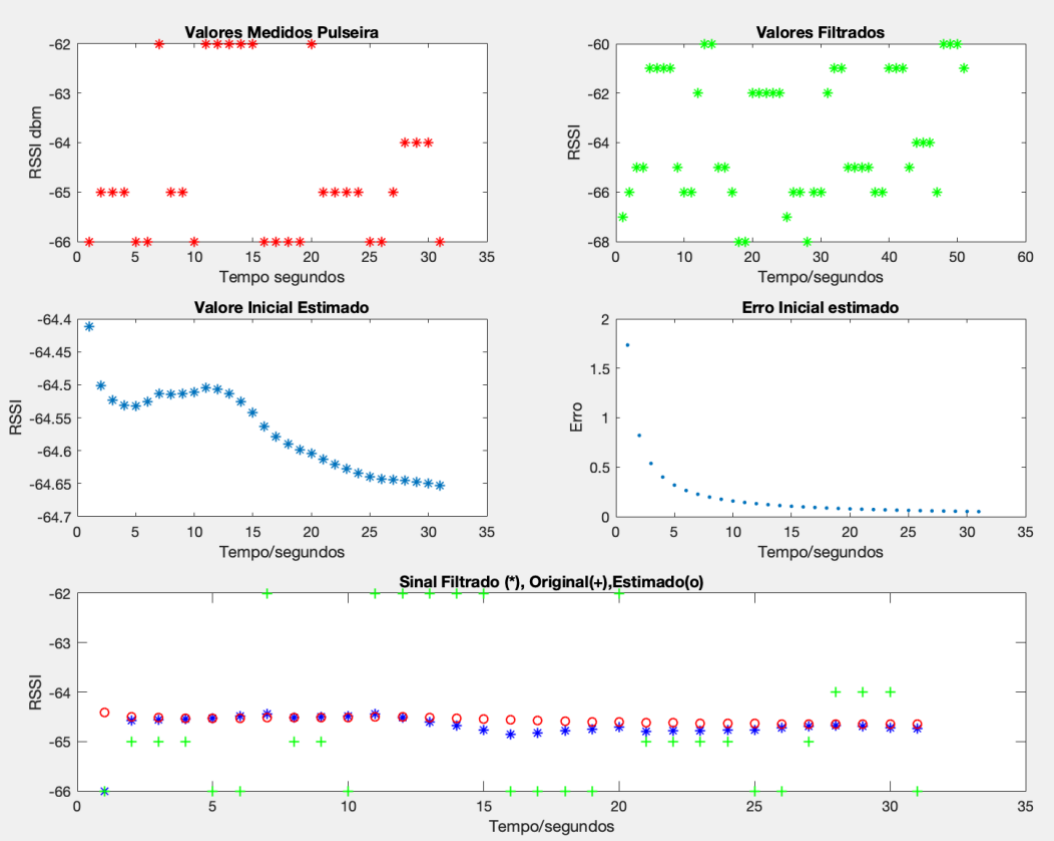


Imagem 38 - Gráfico algoritmo desenvolvido para filtro do sinal RSSI 1 metro

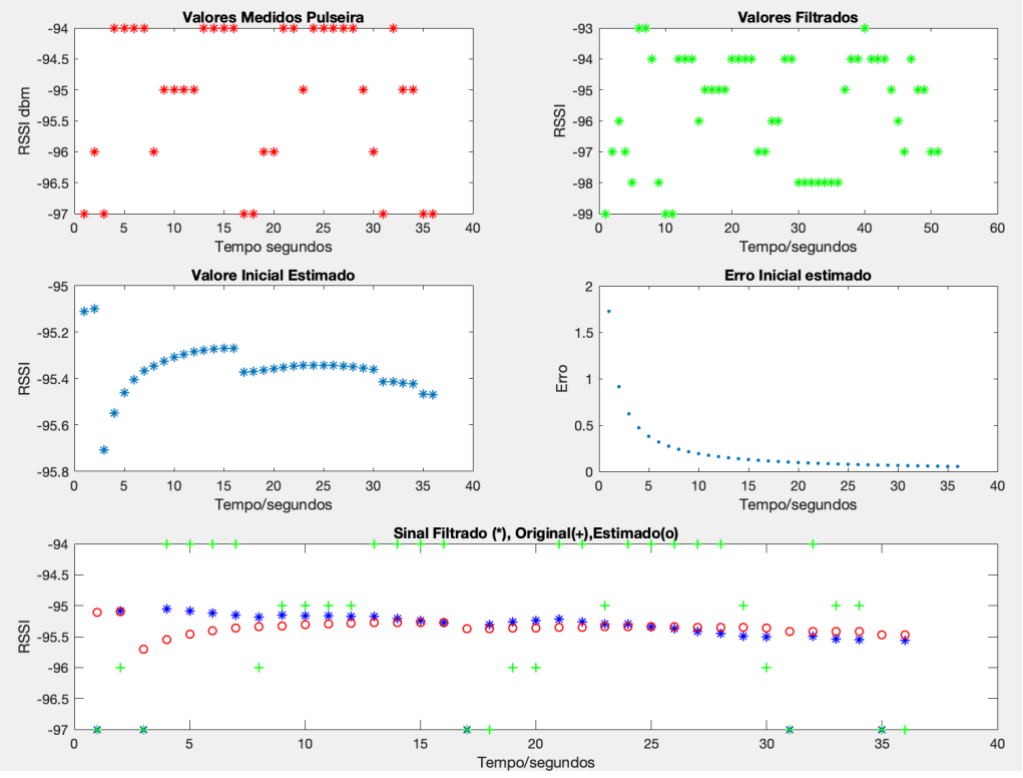


Imagem 39 - Gráfico algoritmo desenvolvido para filtro do sinal RSSI 15 metros

5.4 Conclusões

Os testes efetuados entre a pulseira e o smartphone utilizando tecnologia bluetooth e o sinal RSSI demostram que é possível através dos valores obtidos calcular-se um valor representativo da distância a que os equipamentos se encontram.

6 Demostração

Neste capitulo são apresentados os resultados das leituras do sinal RSSI com objetivo de testar estimar as distancias.

6.1 Avaliação do algoritmo

Os resultados obtidos nas experiencias para estimar as distancias com o algoritmo desenvolvido com valores RSSI entre os [-61dbm e -100 dBm] consegue-se precisão aceitável nas estimativas obtendo erros entre [1 metro e 3 metros], obtendo um bom desempenho.

Verifica-se que quando existe muita interferência no sinal recebido, valores a abaixo dos -100 dBm, que o desempenho do algoritmo reduz em 20% a 40%, isto deve-se ao facto de os valores RSSI=0 e RSSI=127 não serem considerados para as estimativas das distâncias, caso estes valores sejam considerados o desempenho do algoritmo reduz significativamente para os 60% a 80%.

6.2 Recolha de dados RSSI

A recolha de dados RSSI teve como objetivo o estudar o comportamento do sinal e minimizar os erros obtidos nas estimativas no cálculo das distâncias entre os smartphones e a pulseira foi efetuada na praia da Albarquel em Setúbal, com dois equipamentos móveis [IOS e Android] um computador pessoal para guardar os dados e o MCU da pulseira.

Para encontrar a área de cobertura do MCU da pulseira, imagem 41, foram recolhidos 100 dados RSSI em quatro direções [N,S,E,O] à mesma distância em intervalos de 1 segundo num total de 400 amostras, foram desprezados os dados com valores de RSSI=0 e RSSI=127, com dois smartphones [IOS, ANDROID] e o MCU da pulseira, os smartphones a uma altura de 60 cm do chão e à distância 15 metros do MCU da pulseira.

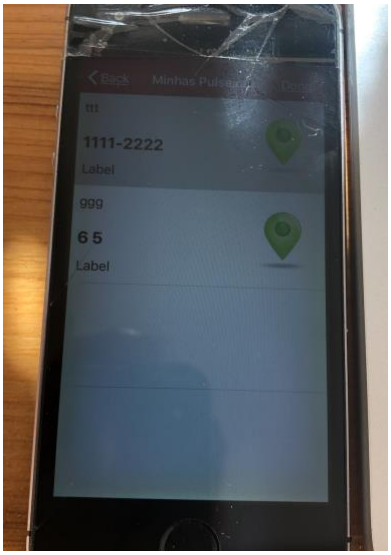


Imagem 40- Recolha de dados da pulseira através da APP

Imagem 41 - Recolha dados da pulseira a 1 metro smartphone e PC

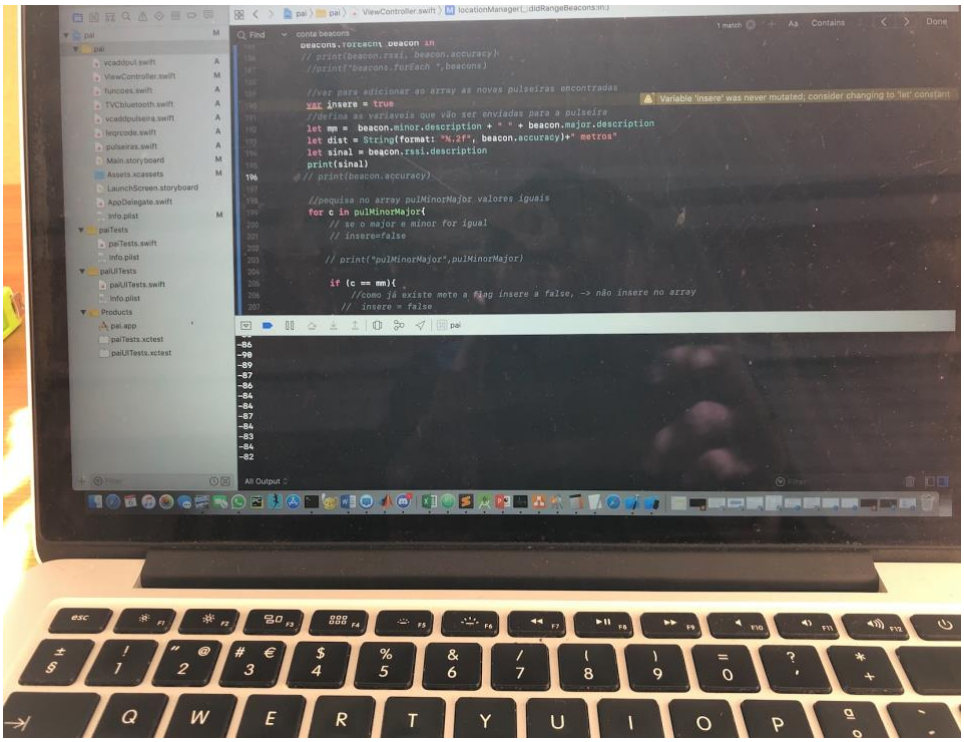


Imagem 42 – Visualizar os dados RSSI no PC

Imagem 43 - Local testes - Praia da Albarquel

Com base nos dados recolhidos foi criado a área de cobertura do sinal RSSI, imagem 41 da pulseira.

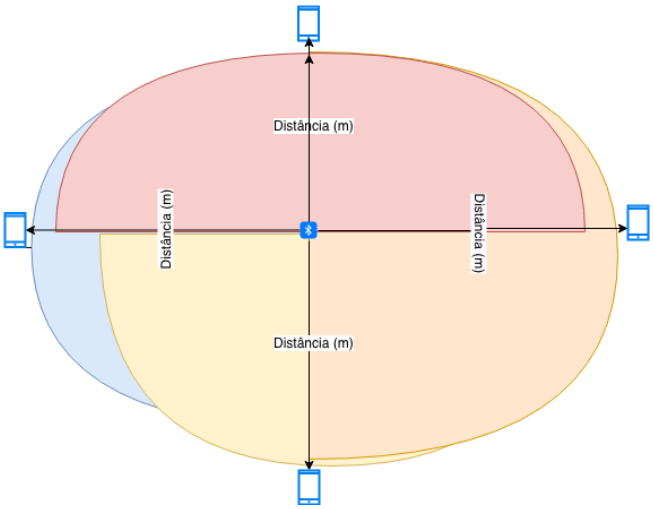


Imagem 44 – Área de cobertura do sinal da pulseira

6.3 Resultados segundo inquérito

Do questionário realizado (Anexo B) dos inquiridos que responderam ao questionário 53% são de mulheres e a faixa etária varia entre os 18 e 49 anos de idade, sobre formulários online, 50% dos inquiridos preenche normalmente formulários online com dados pessoais, 36% apenas quando necessário e os restantes não preenchem, sobre a localização 68% já partilhou a localização pessoal na internet e 74% não gostava de ver a sua posição geográfica visível na internet, em relação as redes sociais 86% metem imagens no facebook dos locais que visitam, utilização do bluetooth 91% utiliza o sistema de bluetooth do smartphone, 40% utiliza no carro, 27% para ouvir musica, 5% para copiar imagens, dos inquiridos com filhos 17% já perdeu o filho de vista e 54% combina um local para encontro no caso do filho se perder, sobre a segurança nas praias 52% acha que é boa, sobre dispositivos de segurança infantil baseados em localização 68% conhece e 74% gostava de ter uma APP no smartphone para saber onde o filho

se encontra, mostrado o protótipo da pulseira de segurança infantil 62% utilizavam 72% gostavam que fosse gratuita, quando se perguntou se dava os dados pessoais a um estranho 86% responderam que não.

6.4 Avaliação da segurança / privacidade

Os dados que circulam na CLOUD para o funcionamento do sistema PPAI garantem a privacidade e a segurança, em todas as trocas de informação entre o servidor e as aplicações porque não existem dados que identifiquem os seus utilizadores.

Na segurança de acesso a APP do pai, é da responsabilidade do equipamento onde está instalada.

6.5 Ataques

Todos os equipamentos eletrónicos que tenham portas de comunicação estão sujeitos a ataques efetuados por terceiros.

O BLE quando disponível para aceitar ligações deixa o seu smartphone vulnerável a ataques efetuados por terceiros.

6.5.1.1 Bluebugging

Assumir o controlo de um telemóvel através do auricular Bluetooth e utilizam-no para fazer chamadas, enviar mensagens de texto e aceder á sua lista de contatos;

6.5.1.2 Bluejacking

Podem ser enviadas mensagens não solicitadas para outros dispositivos com Bluetooth, tais como telemóveis e tablets.

6.5.1.3 Bluesnarfing

Acesso e copia dos dados pessoais armazenados num dispositivo Bluetooth, tais como a lista de contatos, os endereços de correio eletrónico, mensagens de texto e fotografias.

6.6 Comparação com outros sistemas

O sistema desenvolvido não tem dados associados aos utilizadores das pulseiras, a segurança e proteção da criança é efetuada pelo pai, em caso de acidente de entidades competentes, podem intervir de uma forma mais célere e acionar os meios de assistência, em relação a localização não é guardada na CLOUD, não existe tracing, loging ou registos arquivados, para localizar uma criança são necessário no minino três posições de outros pais e as distancias a que se encontram da pulseira. A pulseira de proteção de acidentes infantis prevê-se que possa ser alugada durante o período que o pai se encontra na praia.

6.7 Implementação dos requisitos

Nos protótipos foram implementados os requisitos:

Na aplicação web

Permite Inserir, alterar e apagar utilizadores;

Só utilizadores registados podem adicionar e remover novas pulseiras;

Registar da pulseira;

Não possui dados que identifiquem o utilizador da pulseira;

Não permite o acesso anónimos;

Não envia dados que identifiquem o utilizador da pulseira;

Utiliza o QRCODE para integrar com outras aplicações;

No aplicação para smartphone

Registar uma pulseira;

Utiliza o QRCODE para integrar com outras aplicações;

Bluetooth Mac Address da pulseira só pode ser regista uma vez no mesmo smartphone,

Recebe dados da pulseira em tempo real;

Permite guardar todos os dados recolhido exclusivamente no smartphone.

Não exporta nem partilha os dados recolhidos

Envia notificações de distancia ao utilizador;

Visualização da distancia que pulseira está do utilizador ;

Processa dados de outras pulseiras adicionadas automaticamente através do servidor web;

Não possui dados que identifiquem o utilizador da pulseira;

Não envia dados que identifiquem o utilizador da pulseira;

Funciona nas plataformas IOS;

Funciona nas plataformas Andoid mas apenas como um protótipo;

Recolhe dados da pulseira sem rede GSM;

.

7 Conclusões

Neste trabalho começou por se avaliar a proteção e segurança infantil e quais os sistemas de localização baseados em tecnologias sem fios existentes no mercado, conclui-se que os sistemas existentes no mercado para a localização de pessoas, animais ou objetos, são fundamentalmente baseados em tecnologia GPS e GSM, verifica-se que todos os equipamentos têm para o utilizador um custo de aquisição e que alguns têm custos de utilização para aceder aos serviços. No que se refere a proteção de dados pessoais, em todos os sistemas existe representação gráfica num mapa da Google para visualizar a localização do utilizador, o que se conclui que efetuam tracing e loging do utilizador e com eles pode-se criar perfis comportamentais e identificar hábitos de vida.

Foi desenvolvido um algoritmo para limpar o ruido dos dados RSSI recolhidos entre o smartphone e a pulseira, com base no filtro de Kalman, os resultados obtidos com este algoritmo corrigem erros nas estimativas de distancias, implementou-se um modelo de pesquisa por trilateração.

Desenvolveu-se duas três aplicações uma para o nadador salvador baseada na web onde são registados os pais através da leitura do cartão do cidadão, uma aplicação para o sistema operativo IOS para monitorizar o sinal RSSI emitido por ondas rádios pela da pulseira e estima a distancia, um protótipo para o sistema Android que ainda contem alguns erros no desenvolvimento da aplicação.

Para a pulseira foi proposto um Beacon bluetooth low energy com 3 cm de diâmetro e com uma autonomia que pode chegar aos 6 meses.

Foram realizados testes na praia da Albarquel em Setúbal, com duas pulseiras e quatro smartphones, a pulseira perdida foi sempre encontrada.

.

8 Bibliografia

[1] *Decreto-lei n.º 159/2012,* N.º 142 ed., vol. 1.ª série, Diário da Republica, 2012.

[2] *Portaria n.º 173/2017,* 102 ed., vol. 1.ª série, Diário da Republica, 2017.

[3] "AMN-Segurança Marítima 2015-2017," 2017.

[4] O. M. d. Saúde, "Guidelines for Safe Recreational-Water Environments," vol. 2, nº Swimming pools, spas and similar recreational-water environments, 2006.

[5] APSI, *Afogamento de crianças e jovens até aos 18 anos, em Portugal,* 2011.

[6] E. C. S. Alliance, *The Water Wise facts Sheet – Child Water Safety,* 2007.

[7] M. d. Saúde, *Programa Nacional de Prevenção de Acidentes,* 2016.

[8] CNPD, "Deliberação n.º 7680/ 2014," 2014.

[9] *Convenção sobre as relações pessoais no que se refere às crianças,* 192 ed., 2003.

[10] "Portugal. Localizador de crianças por GPS made in Portugal preocupa peritos," 6 abril 2006. [Online]. Available: publico.pt. [Acedido em 12 outubro 2017].

[11] AUTORIDADE MARÍTIMA NACIONAL, "Missão e Competências," [Online]. Available: www.amn.pt. [Acedido em 12 setembro 2017].

[12] *Lei n.º 68/2014,* Artigo 4º ed., 2014.

[13] Ahmed El-Rabbany, "Introduction to GPS," London.

[14] fórum GSM e 3G, "GSM," [Online]. Available: https://pt.wikipedia.org/wiki/GSM. [Acedido em 12 setembro 2017].

[15] Ministério da Justiça, *Vigilância electrónica,* 2011.

[16] Findster, Inc., "Findster Duo+: GPS pet tracker free of monthly fees for dogs and cat," 2017. [Online]. Available: https://getfindster.com. [Acedido em Janeiro 2018].

[17] Weenect, "Family first," [Online]. Available: https://www.weenect.com/pt/. [Acedido em 23 outubro 2017].

[18] Lapa, "Encontra e protege tudo o que importa," [Online]. Available: https://findlapa.com/pt/. [Acedido em 23 outubro 2017].

[19] Lapa Studio, "findlapa," [Online]. Available: https://findlapa.com/pt/. [Acedido em 23 outubro 2017].

[20] HergTech AG , "petpointer - Onde está meu pet?," [Online]. Available: https://www.petpointer.ch/pt/. [Acedido em 23 outubro 2017].

[21] C. N. d. P. d. Dados, "Rgpd," [Online]. Available: https://www.cnpd.pt/bin/rgpd/rgpd.htm. [Acedido em 27 maio 2018].

[22] pt.wikipedia.org, "https://pt.wikipedia.org/wiki/Onda_de_rádio," pt.wikipedia.org, [Online]. Available: https://pt.wikipedia.org. [Acedido em 20 2 2019].

[23] K. Yu, Positioning and Navigation in Complex Environments, 2018.

[24] Diário da República, *Diário da República,* 55 ed., vol. ANEXO A, 2015.

[25] ANACOM, “Missão, valores, atribuições e poderes,” [Online]. Available: https://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=381611. [Acedido em 11 4 2019].

[26] ANACOM, “SERVIÇO MÓVEIS - Primeiro semestre de 2018,” 2018.

[27] 2. B. SIG, “www.bluethoo.com,” 14 12 2018. [Online]. [Acedido em 14 12 2018].

[28] I. N. d. C. d. M. e. a. MULTICERT, “www.kitcc.pt,” INCM e da MULTICERT, 6 7 2009. [Online]. Available: https://www.kitcc.pt/ccidadao/documentos/manual_kit_cc.pdf. [Acedido em 2019 fevereiro 14].

[29] DGAM, *Sistema de Informação de Segurança Maritima,* 2008.

[30] National Instruments Corporation, “Tecnologia sem fios,” [Online]. Available: http://www.ni.com/rf-academy/pt/. [Acedido em 10 setembro 2017].

[31] Joonyoung Jung, Dongoh Kang, Changseok Bae, *Distance Estimation of Smart Device using Bluetooth,* Deajeon: ICSNC, 2013.

[32] marktest, “Smartphone continua a crescer em Portugal,” [Online]. Available: ttp://www.marktest.com/wap/a/n/id~2046.aspx. [Acedido em 16 novembro 2017].

[33] Texas Instruments Incorporated, *TMS 1000 SERIES MOS/LSIONE-CHIP MICROCOMPUTERS,* 1975.

[34] ANACOM, “O Sector das Comunicações 2016,” [Online]. Available: https://www.anacom.pt/render.jsp?contentId=1424786. [Acedido em 9 setembro 2017].

[35] pycom invented, “Development Boards,” [Online]. Available: https://pycom.com. [Acedido em 12 novembro 2017].

[36] Tecnomundo, “O que significa cada quadrado de um QR Code?,” 12 3 2013. [Online]. Available: https://www.tecmundo.com.br/qr-code/37372-o-que-significa-cada-quadrado-de-um-qr-code-.htm. [Acedido em 1 3 2019].

[37] ASPI, “ASPI,” [Online]. Available: https://www.apsi.org.pt/index.php/pt/apsi/quem-somos/quem-somos-home. [Acedido em 19 2 2019].

[38] pt.wikipedia.org, “ARM_Cortex-M,” pt.wikipedia.org, [Online]. Available: https://pt.wikipedia.org/wiki/ARM_Cortex-M. [Acedido em 12 Dez 2018].

[39] L. Shenzhen Radioland Technology CO., “NRF51822-Beacon Datasheet,” 2018. [Online]. Available: http://www.radioland-china.com.

ANEXOS

A - INQUERITOS

Caraterização

- Masculino
- Feminino

Idade

- 18-89

Tem filhos

- Sim
- Não

Acompanha sempre as crianças quando estas vão para a água?

- Sim
- Não

Respeita sempre as condições do mar e as bandeiras de sinalização

- Sim
- Não

Alguma vez perdeu o seu filho de visa?

- Sim
- Não

Sistemas de localização

Conhece algum sistema de localização baseado em aplicação de telemóvel e pulseira?

- Sim (caso afirmativo – Qual?)
- Não

Considera estes sistemas eficazes?

- 1 a 10

Considera estes sistemas uteis?

- 1 a 10

PAAI (Pulseira de prevenção de acidentes infantil) – Futuro

Gostava de ter uma aplicação no telemóvel caso o seu filho se perdesse, saber onde ele está?

- 1 a 10

Como gostaria que o sistema fosse fornecido?

- Grátis
- Aluguer
- Aquisição (Apenas custo do equipamento)

Escolha as funcionalidades extras que desejava ver no sistemas?

- Exposição solar
- Quedas
- Está na água

Privacidade

Preocupa-se que a localização do seu filho esteja disponível na Cloud/Internet?

- Sim

- Não

A privacidade da localização afetaria a sua escolha no produto a adquirir?

- Sim
- Não

Praia e segurança

Escolhe sempre locais com vigilância?

- Sim
- Não
- Nem sempre

Os dispositivos de segurança são eficientes?

- Sim
- Não
- Nem sempre

B – INQUERITOS

Dados inquirido

- Idade dos 18 a +50

Sexo

- Masculino
- Feminino

Preenche formulários na internet com dados pessoais *

- Sim
- Não
- Quando necessário
- Outra:

Alguma vez partilhou a sua localização? *

- Sim
- Não

Gostava de ver a sua localização no google?

- Sim
- Não

Mete imagens no facebook, dos locais que visita?

- Sim
- Não

Utiliza Smartphone - Utiliza o bluetooth

- Sim
- Não

Como?

- Carro
- Passa imagens
- Ouvir musica
- Outras

Alguma vez perdeu o seu filho de vista? *

- Sim
- Não

O que pensa da segurança nas praias ?

- Boa
- Razoável

Conhece dispositivos de segurança infantil baseados em localização?

- Sim
- Não

Combina com o seu filho um local de encontro para o caso dele se perder ?

- Sim

- Não

Gostava ter uma aplicação no telemóvel caso o seu filho se perde-se, saber onde ele está?

- Sim
- Não

Mostrado o protótipo do PPAI e perguntou-se se utilizavam?

- Sim
- Não
- Talvez

Pagava por esta pulseira?

- Sim
- Não

A aplicação deve ser gratuita?

- Sim
- Não

Dava os seus dados pessoais a um estranho?

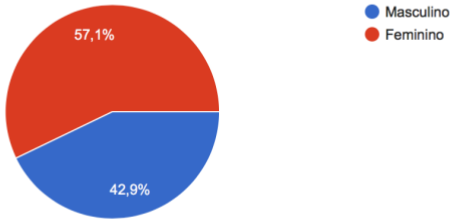
- Sim
- Não

A - Respostas aos inquéritos

Os dados para este estudo foram recolhidos através de um questionário realizado online a através do Google Form a 14 respostas, de idades compreendidas entre os 18 e os 59 anos

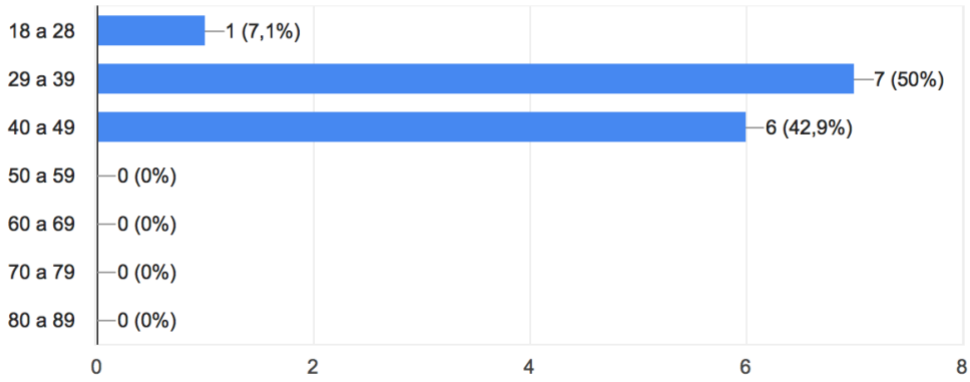
Caraterizarão

14 respostas



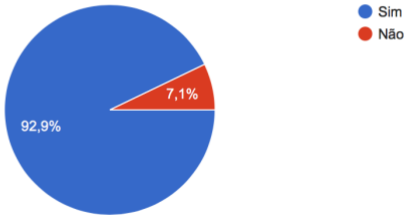
Idade

14 respostas



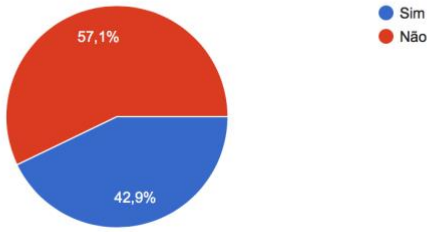
Tem Filhos?

14 respostas



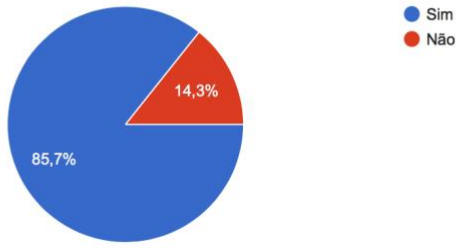
Acompanha sempre o as crianças quando estas vão para a água?

14 respostas



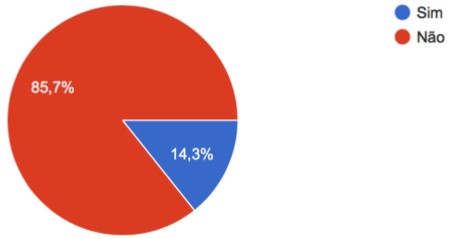
Respeite sempre as condições do mar e as bandeiras de sinalização?

14 respostas



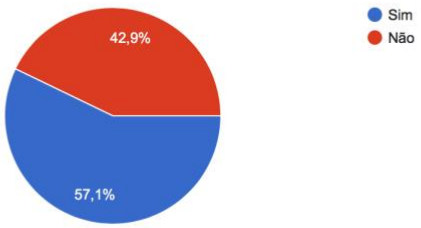
Alguma vez perdeu o seu filho de vista?

14 respostas



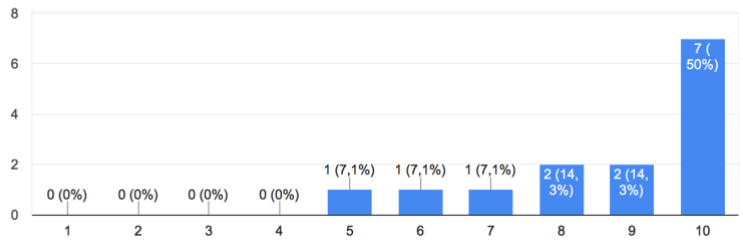
Conhece algum sistema de localização baseado em aplicação de telemóvel e pulseira?

14 respostas



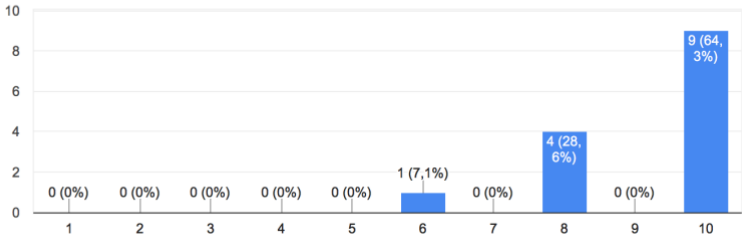
Considera estes sistemas eficazes

14 respostas



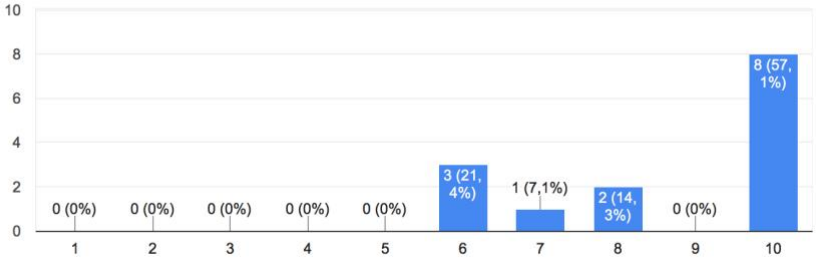
Considera estes sistemas úteis

14 respostas



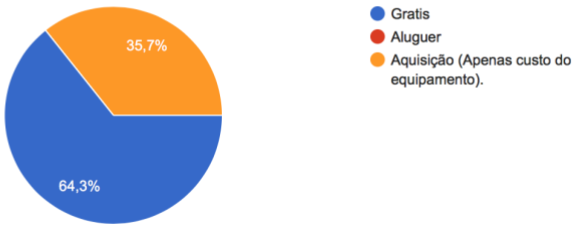
Gostava ter uma aplicação no telemóvel caso o seu filho se perde-se, saber onde ele está?

14 respostas



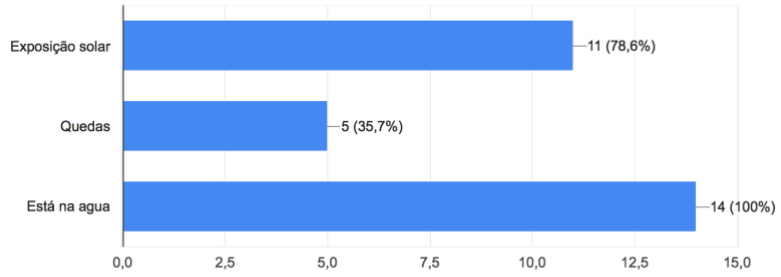
Como gostaria que fosse fornecido o sistema

14 respostas



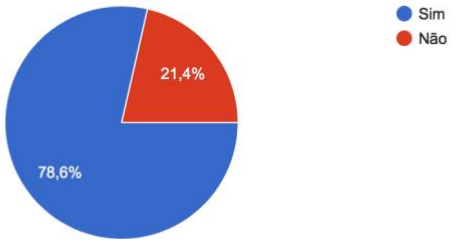
Escolha as funcionalidades extras que desejava ver no sistemas

14 respostas



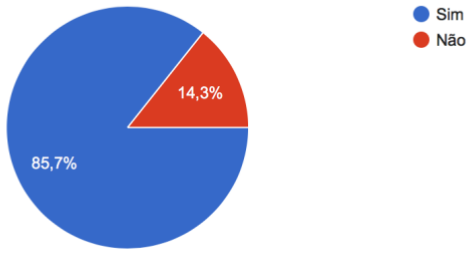
Preocupa-se que a localização do seu filho esteja disponível na Cloud/Internet?

14 respostas



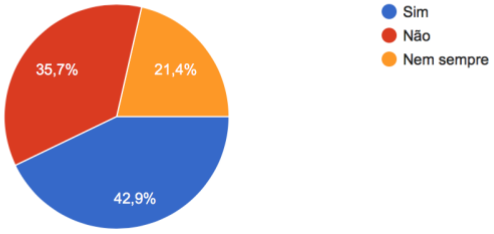
A privacidade da localização afetaria a sua escolha no produto a adquirir?

14 respostas



Escolhe sempre locais com vigilancia ?

14 respostas

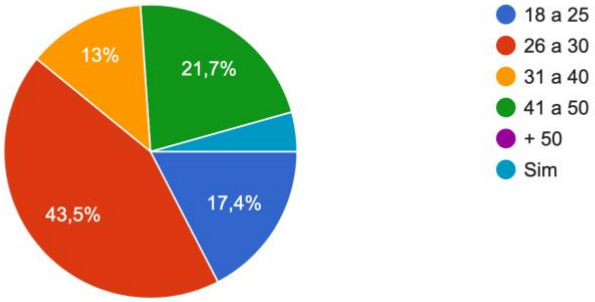


B - Respostas aos inquéritos

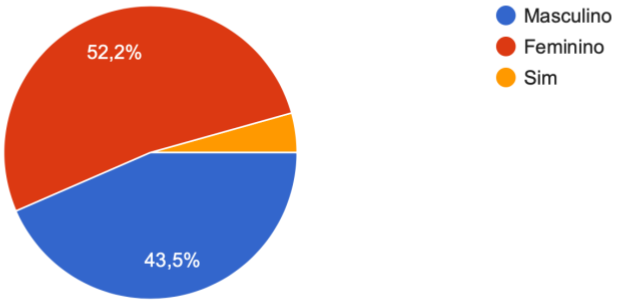
Os dados para este estudo foram recolhidos através de um questionário realizado por entrevista a 30 respostas, de idades compreendidas entre os 18 e os 59 anos.

Dados inquirido

23 respostas

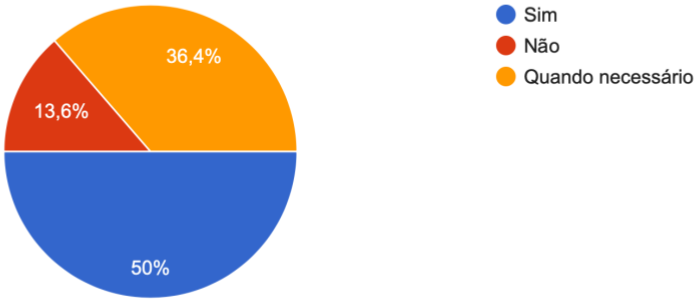


23 respostas



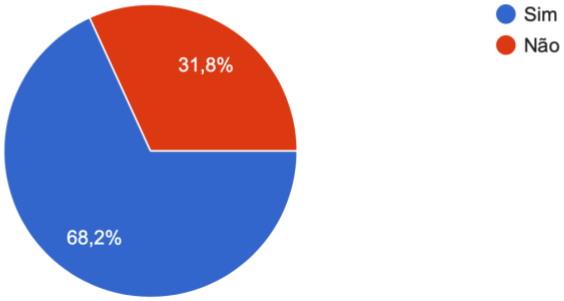
Preenche formulários na internet com dados pessoais

22 respostas



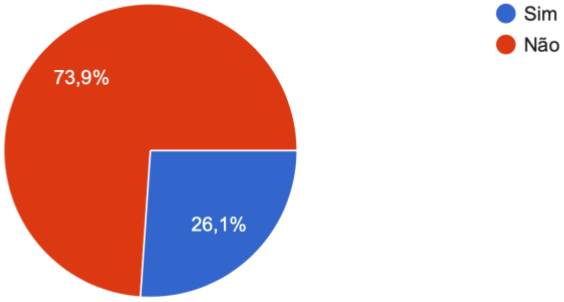
Alguma vez partilhou a sua localização?

22 respostas



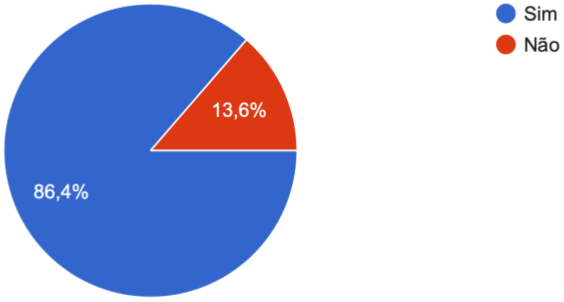
Gostava de ver a sua localização no google?

23 respostas



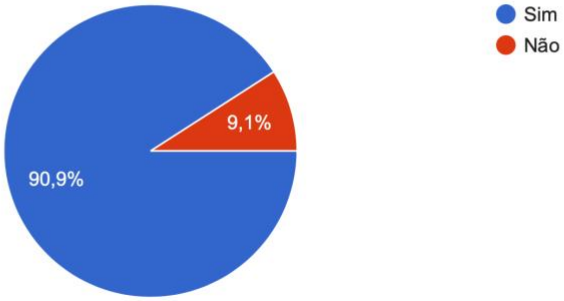
Mete imagens no facebook, dos locais que visita?

22 respostas



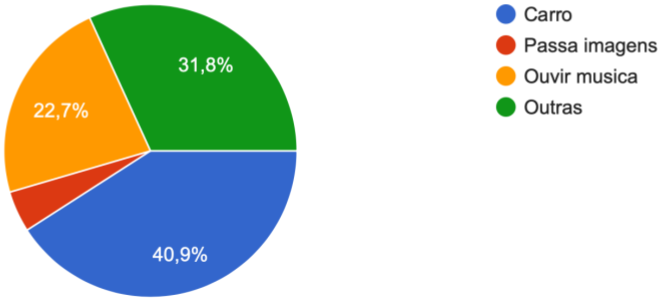
Smartphone - Utiliza o bluetooth

22 respostas



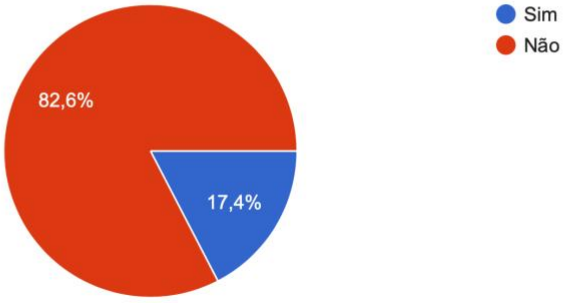
Como?

22 respostas



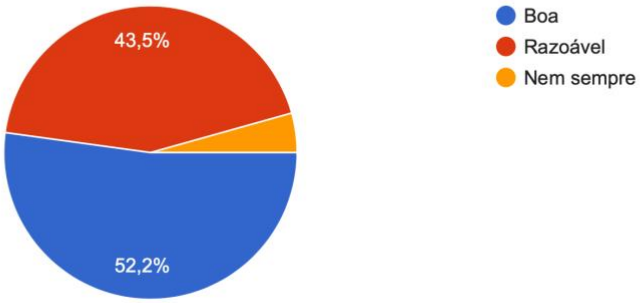
Alguma vez perdeu o seu filho de vista?

23 respostas



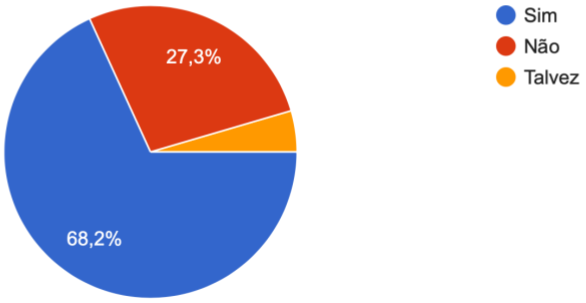
O que pensa da segurança nas praias ?

23 respostas



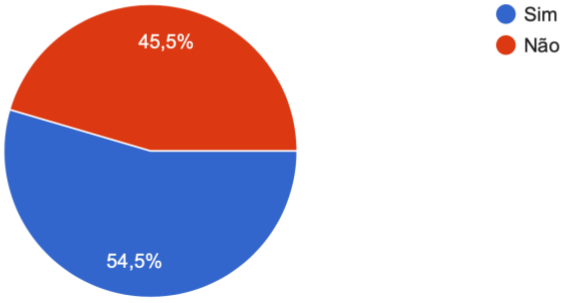
Conhece dispositivos de segurança infantil baseados em localização?

22 respostas



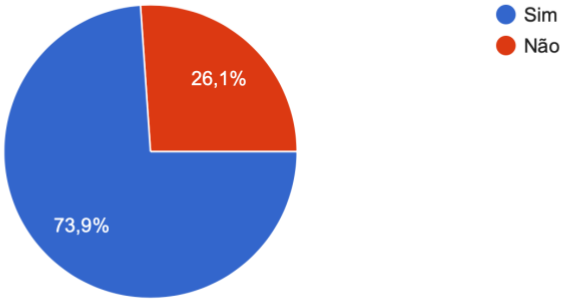
Combina com o seu filho um local de encontro para o caso dele se perder

22 respostas



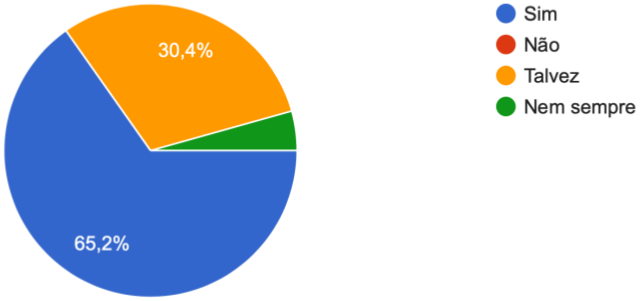
Gostava ter uma aplicação no telemóvel caso o seu filho se perde-se, saber onde ele está?

23 respostas



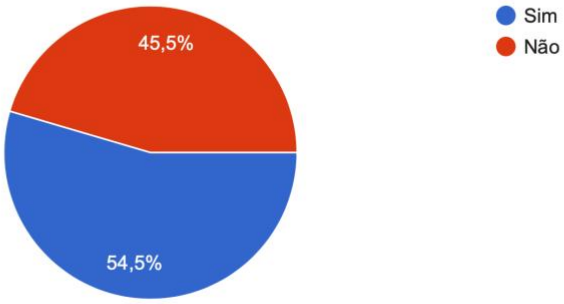
Mostrado o protótipo do PPAI - utilizava?

23 respostas



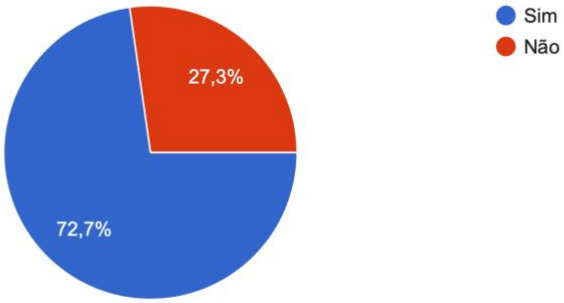
Pagava por esta pulseira?

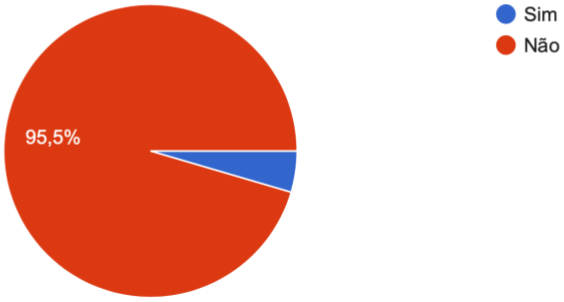
22 respostas



A aplicação deve ser gratuita?

22 respostas



Dava os seus dados pessoais a um estranho?

22 respostas