

## Mestrado em Engenharia Informática

PROPOSTA PROJETO

### Monitorização de atividades de lazer

Pedro Miguel Carvalho de Sousa

Trabalho realizado sob a orientação de:  
Prof. Doutor Luís Gonzaga Martins Ferreira

Barcelos, Março de 2023



# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Motivação e Enquadramento . . . . .	1
1.2	Objetivos . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Enquadramento Teórico</b>	<b>3</b>
2.1	Internet of Things . . . . .	3
2.2	Global Position System . . . . .	3
2.3	Meios e protocolos de comunicação . . . . .	4
2.3.1	LPWAN . . . . .	4
2.3.2	MQTT . . . . .	4
2.4	Sistemas de localização e resgate . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Metodologia de Investigação</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Plano de Trabalhos</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Proposta de solução</b>	<b>11</b>
5.1	Descrição . . . . .	12
	<b>Bibliografia</b>	<b>15</b>



# Lista de Figuras

3.1	Modelo da metodologia DSR (Pefferes et al., 2014) . . . . .	7
4.1	Mapa de Gantt com o plano de trabalho . . . . .	9
5.1	Proposta de arquitetura global . . . . .	11
5.2	Proposta 1 de arquitetura do sistema . . . . .	12
5.3	Proposta 2 de arquitetura do sistema . . . . .	13
5.4	Proposta 3 de arquitetura do sistema . . . . .	14



# Lista de Tabelas





# Siglas & Acrónimos

**DSR** *Design Science Research*. v, 7

**GPS** *Global Position System*. 3, 4, 11

**GSM** *Global System for Mobile Communications*. 1, 4, 11

**IoT** *Internet of Things*. 3, 4

**LoRaWAN** *Low Power Wide Area Networking*. 4, 11

**LPWAN** *Low Power Wide Area Network*. 4

**LTE** *Long Term Evolution*. 4

**MQTT** *Message Queuing Telemetry Transport*. 12

**NB-IoT** *Narrowband Internet of thing*. 4, 11

**RFID** *Radio Frequency Identification*. 3



# 1. Introdução

## 1.1 Motivação e Enquadramento

A necessidade de segurança aparece como segundo na hierarquia de necessidades de Maslow mostrando que esta não só é importante como necessária (Cajkova & Dzermansky, 2021).

É comum, por outro lado, ser notícia casos de desaparecimentos em locais remotos (DN/Lusa, 2016; ao minuto, 2022; Lusa, 2018) com fraca rede *Global System for Mobile Communications* (GSM) impossibilitando, muitas das vezes, um socorro eficiente por parte das entidades competentes devido não só aos deficientes meios de comunicação, mas à demora na localização efetiva do procurado.

Todos estas situações têm uma maior expressão quando o número de praticantes de atividades ao ar livre aumenta, o que tem vindo a acontecer (Foundation, 2022).

Este trabalho de dissertação integra-se no projeto final do Mestrado em Engenharia Informática.

## 1.2 Objetivos

Pretende-se estudar um possível método de monitorização e controlo de segurança para atividades de lazer. O intuito é perceber que tecnologias ou ferramentas podem ser utilizadas de forma a monitorizar os utilizadores de determinada atividade e gerar informação pertinente a diferentes entidades (como proteção civil, gestoras de ecovias, etc.). Essa informação será georreferenciada e, para isso, serão estudadas algumas formas de obtenção desses dados partindo do pressuposto que não existe – em toda a extensão da atividade em questão - redes de comunicações comuns em centros urbanos (como o caso do GSM).

Partir-se-á para o desenvolvimento de uma proposta de plataforma partindo da premissa de que a centralização deste tipo de sistemas e a sua integração noutros é um ponto chave para a sua utilidade e continuidade.



## 2. Enquadramento Teórico

### 2.1 Internet of Things

A *Internet of Things* (IoT) poderá ter várias definições (Sorri et al., 2022) mas é, de forma ampla, um conjunto de equipamento que, através de um determinado tipo de conectividade, fornecem dados relevantes aos seus utilizadores. É, assim, a sua aplicação, bastante ampla e diversificada.

A Home IoT – um exemplo de uma das áreas de uso da IoT - traz a possibilidade de uma completa gestão de uma habitação possibilitando o controlo de luzes consoante a utilização do edifício ou até uma monitorização constante dos consumos da mesma. Quando juntamos a estas funcionalidades o uso de inteligência artificial podemos construir casas económicas a remotamente (Nasir et al., 2022) permitindo, por isso, diminuição de gastos, manutenções e, até, deteção imediata de problemas ou falhas.

Há outras áreas com uma responsabilidade acrescida que é o caso da saúde. Têm surgido bastantes aplicações da IoT nesta área aumentando a qualidade e precisão dos serviços prestados. É possível aplicar a IoT para aumentar a precisão de um diagnóstico ou, após este, controlar determinada doença. No caso da doença do Alzheimer é fundamental que o doente cumpra uma série de ações durante o seu dia-a-dia – seja atividade física e mental ou simplesmente a toma de determinados medicamentos (Sheikhtaheri & Sabermahani, 2022). Com a ajuda da tecnologia, podemos controlar estes pacientes aumentando, indiretamente, o seu tempo e qualidade de vida. Há quem vá mais longe e aborde a possível utilização de *Radio Frequency Identification* (RFID) nos pacientes de forma que o medico possua, em determinado momento, a informação mais atualizada e detalhada possível do mesmo (Mohammad et al., 2022).

Naturalmente, assim como qualquer nova tecnologia, o crescimento da IoT dependerá muito da confiança por parte do utilizador e, segundo Lee (Lee, 2019) poderá tratar-se da cultura e forma de expor a tecnologia. Em áreas mais específica, que é o caso da saúde, surge também a duvida moral do uso da IoT que, conforme Princi Krämer (Princi & Krämer, 2020) tudo dependerá do controle que é dado ao utilizador perante os seus dados. O futuro da IoT (Kim & Park, 2020) a nível social, passará pelo maior controlo da proteção de dados e às melhorias de segurança dos equipamentos e sistemas relacionados.

### 2.2 Global Position System

Com o crescer do IoT o uso do *Global Position System* (GPS) foi sendo cada vez mais uma constante no dia-a-dia da população.

Receber e analisar determinados valores vindos dos sensores em equipamentos IoT é, por vezes, insuficiente e a relação entre estes e a posição geográfica da sua origem poderá ser muito importante para a realização de estatísticas ou incrementos a nível de segurança.

G Arun Kumar and B. Arun and Diviya. Sugeriram um sistema que, através de um equipamento IoT, dá uso do GPS para recolha da posição e retira informações importantes de um determinado veículo enviando-as, via *Global System for Mobile Communications* (GSM), para um servidor central. Este sistema permite aumentar a segurança no momento ativação ou durante o uso do respetivo veículo.

O uso do GPS para deteção em tempo real de pessoas tem vindo a ser explorado intensamente. A revisão sistemática de Cullen, Mazhar, Smith, Lithander, Breasail e Henderson (Cullen et al., 2022) mostra que só para a monitorização de doentes com demência o uso deste sistema demonstra-se muito importante. Já em Camboja, um sistema de rastreio de população – recorrendo a GPS – demonstrou um grande potencial para suporte a análise e controlo de epidemias, podendo ser usado para melhorar os modelos desenvolvidos pelas autoridades de saúde (Pepey et al., 2022).

Em Wuhan, China (Liu et al., 2021) o sistema GPS foi utilizado para perceber a forma como os visitantes do Jiefang Park o utilizam. A densidade e localização dos percursos realizados ajudam a melhorar o desenho e construção de futuros parques urbanos fornecendo, assim, um serviço mais eficaz e aprimorado.

## 2.3 Meios e protocolos de comunicação

### 2.3.1 LPWAN

Uma das partes importantes no uso de IoT é a comunicação. *Low Power Wide Area Network* (LPWAN) é uma família de tecnologias que possibilita a comunicação entre equipamentos IoT e a internet ou, até, entre equipamentos. O grande diferencial para outro tipo de tecnologias está na capacidade de envio de dados entre grandes distâncias sem que haja um grande consumo energético para tal (Yuksel & Fidan, 2021).

Dentro das LPWAN podemos encontrar o *Narrowband Internet of thing* (NB-IoT) e o *Low Power Wide Area Networking* (LoRaWAN). Uma grande diferença entra as duas prende-se no espectro de frequências utilizadas. LoRaWAN utiliza frequências não licenciadas assim como é desenvolvida pela LoRa Alliance (Alliance®, 2023) (associação sem fins lucrativos) o que leva a que esta tecnologia seja economicamente mais favorável. NB-IoT foi desenvolvida a partir do standard 4G LTE (Muteba et al., 2022) o que dificulta a implementação da rede a nível do utilizador final. Ambas as tecnologias são utilizadas, atualmente, para cenários de geolocalização utilizando em conjunto, por exemplo, GPS (Ayoub et al., 2020).

### 2.3.2 MQTT

Desenvolvido por Andy Stanford-Clark e Arlen Nipper em 1990 e publicado como um protocolo pela OASIS em 2013, o MQTT - Message Queuing Telemetry Transport é baseado no padrão publish-subscribe permitindo que múltiplos equipamento comuniquem, de forma simples e eficaz, entre si (Bahashwan & Manickam, 2018). Com o MQTT, a

comunicação não acontece entre clientes, mas através de um broker que encaminha as mensagens dos publicadores (equipamentos com responsabilidade de emitir mensagem) para os clientes subscritores (que aguardam a chegada de novas mensagens). Este mapeamento é realizado através de um tópico presente em todas as mensagens. Este tópico identifica o tema de determinada mensagem (Boppana & Bagade, 2023).

## 2.4 Sistemas de localização e resgate

Operações de localização e resgate trazem, aos meios envolvidos, grandes riscos e dificuldades (Milani et al., 2023). Partindo destas premissas, tem-se vindo a desenvolver algumas soluções de apoio à localização com, por exemplo, o recurso a drones (Nguyen et al., 2023) que possibilita uma rápida localização de vítima e, consequentemente, um menor tempo de resgate. Há, ainda, estudos que mostram ser possível desenvolver-se sistemas autónomos para apoio de vítimas entre o momento da sua localização e o seu resgate utilizando, mais uma vez, drones (Lygouras et al., 2018).

Estes sistemas existentes ou desenhados não só são úteis para casos de resgate ou apoio médico, mas também para uma melhor gestão de parques, ecovias ou zonas protegidas. Através dos dados que se obtém através de equipamentos transportados pelos utilizadores, é possível maximizar os recursos alocados diminuindo os custos associados e melhorando as condições oferecidas (Meijles et al., 2014).





### 3. Metodologia de Investigação

Este trabalho seguirá a metodologia *Design Science Research* (DSR) que consiste em projetar e produzir artefactos como meio de resolução a determinado problema (vom Brocke et al., 2020).

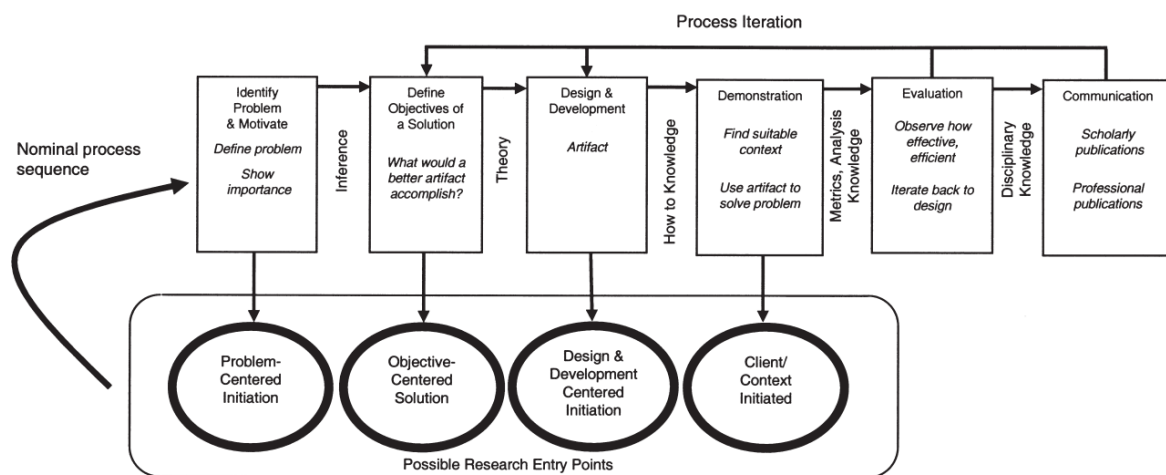


Figura 3.1: Modelo da metodologia DSR (Peppers et al., 2014)

Conforme se pode observar na 3.1, a *Design Science Research* inclui 6 etapas:

1. **Identificação do problema**, definindo o problema e justificando a importância da sua resolução;
2. **Definição** dos objetivos da solução;
3. **Modelação e desenvolvimento** dos artefactos associados à possível solução;
4. **Demonstração**, que dá uso aos artefactos para resolver o problema;
5. **Avaliação** da solução, onde se buscar comparar os resultados obtidos com os objetivos definidos;
6. **Comunicação**, onde se publica e partilha todo o conhecimento e resultados obtivos com o respetivo trabalho.

A ordem com que se efetua estas etapas dependerá do foco do projeto possibilitando o seu uso e aplicação em inúmeros casos e áreas (Moritz, 2005).



## 4. Plano de Trabalhos

No decorrer deste trabalho pretende-se estudar mais ao pormenor as reais necessidades nesta área, desenvolver uma possível solução recorrendo a determinadas tecnologias.

		Mês																							
		1				2				3				4				5				6			
Semana		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Pesquisa do estado de arte	4 semanas																								
Análise e selecção de tecnologias a utilizar	5 semanas																								
Desenvolvimento de proposta para plataforma	6 semanas																								
Implementação do proposto	6 semanas																								
Caso de estudo	6 semanas																								
Análise de resultados	4 semanas																								
Redacção do documento final	9 semanas																								

Figura 4.1: Mapa de Gantt com o plano de trabalho

Para isso, seguir-se-á o plano descrito da figura 4.1. Iniciar-se-á com uma forte pesquisa do estado da arte, onde se pretende obter um conhecimento mais profundo daquilo que existe e eventuais problemas por resolver. De seguida, analisar-se-á algumas possíveis tecnologias que possam ajudar a alcançar os resultados esperados.

Posto isto, avançar-se-á para o desenvolvimento, seguido da implementação, de uma proposta de plataforma que pretende resolver os problemas inicialmente encontrados e mencionados. Por fim, propõe-se aplicar todo o conhecimento e desenvolvimentos num caso de estudo a fim de serem analisados os seus resultados e obtidos alguns feedbacks por parte de entidades beneficiárias. Neste plano, pressupõe-se a atualização do documento final durante o decorrer de todas as restantes fases.



## 5. Proposta de solução

De forma a que haja uma constante monitorização e manutenção de zonas e espaços utilizados para atividades de lazer, é importante que haja uma recolha de dados, seu armazenamento e tratamento.

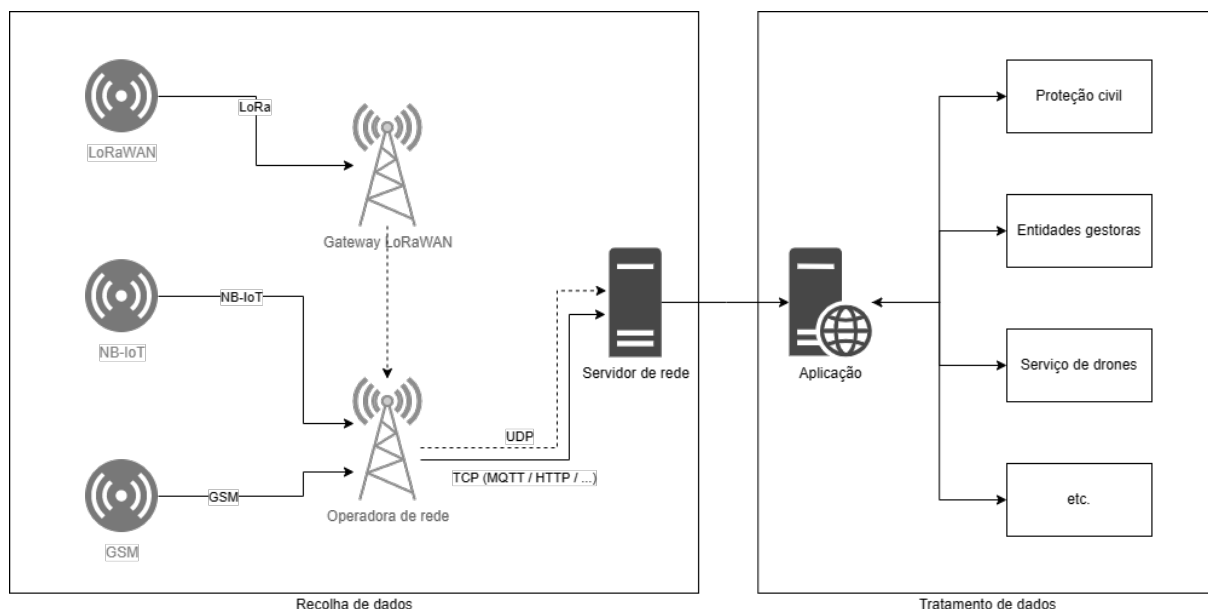


Figura 5.1: Proposta de arquitetura global

Para a recolha de dados é necessário uma rede de comunicações, seja ela já existente ou a ser implementada. Um dos dados mais pertinente neste estudo é a localização dos praticantes de determinada atividade de lazer. Para isso, o uso do GPS em conjunto com uma tecnologia de comunicações, seja ela LoRaWAN, NB-IoT ou GSM é um requisito obrigatório. A integração e complementaridade entre diversas tecnologias torna o sistema, por um lado, mais complexo mas, por outro, mais eficaz e adaptável aos diferentes componentes físicos a utilizar.

Após a recolha dos dados emitidos, o seu tratamento torna-os úteis para posterior análise ou imediatas ações (como o caso do acionamento de meios de socorro). Assim, é necessário preparar o sistema para ser integrável noutros já existentes ou autónomo ao ponto de fornecer informação simples mas úteis para o utilizador (como por exemplo o histórico de utilização de espaços).

## 5.1 Descrição

A solução proposta pretende fornecer um meio único e simplista de recolha e análise de todos os dados gerados úteis para a monitorização de atividades de lazer. Além desta simplicidade, é necessário que o sistema seja flexível a novos meios de recolha e visualização dos dados. Assim, foram analisadas diferentes possíveis arquiteturas para o mesmo.

A primeira abordagem tida em conta está representada no diagrama da imagem 5.2. É sugerido o desenvolvimento de micro-serviços onde, cada um deles, seria responsável pela receção e tratamento inicial de uma das possíveis formas de recolha de dados (LoRaWAN, MQTT, etc.). Por consequente, a API - também a desenvolver - persistiria estes dados em base de dados, disponibilizando, igualmente, diferentes formas de integração dos mesmos (RestAPI, WebSocket, etc.).

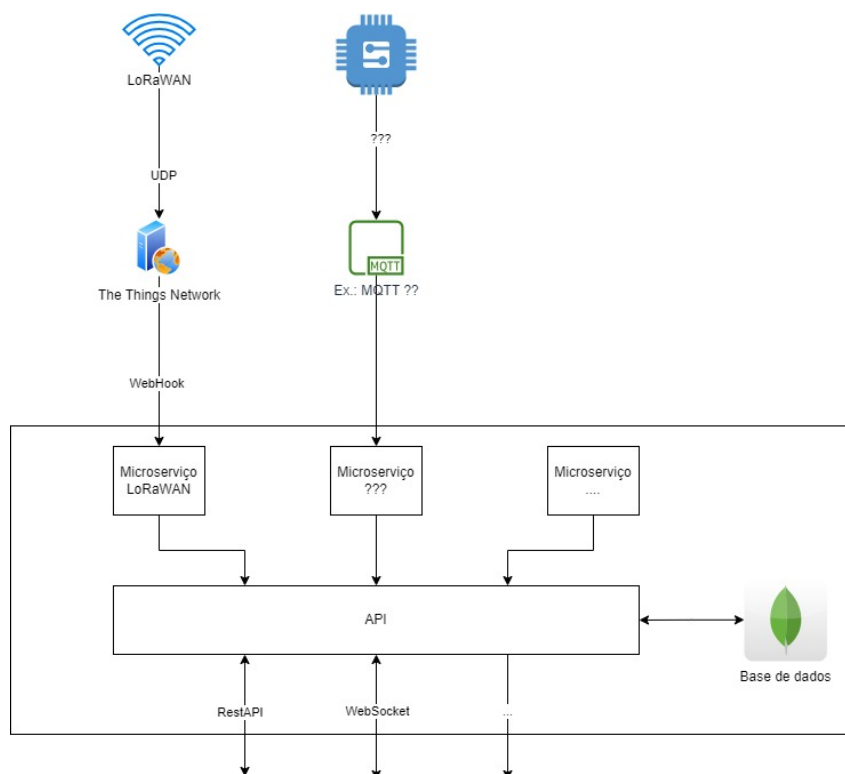


Figura 5.2: Proposta 1 de arquitetura do sistema

No entanto, esta solução ofereceria diferentes caminhos de entrada de dados, uma vez que cada tecnologia/equipamento comunicaria diretamente com o respetivo micro-serviço. Posto isto, foi desenvolvida a revisão da arquitetura anterior e que é representada na figura 5.3.

Esta revisão pressupõe adicionar uma camada intermédia onde o MQTT é ponto em comum entre todas as tecnologias utilizadas e se propõe desenvolver uma gateway que importe os dados que chegam ao MQTT e os envie para o micro-serviço correspondente.

Com esta revisão, será necessário que, de uma forma direta, todos os meios de recolha de dados comuniquem com o MQTT Broker a implementar. Conforme vimos inicialmente, cada tecnologia tem as suas características e limitações no que toca à integração dos dados gerados. Assim, nem sempre será possível que o método utilizado para recolha de dados

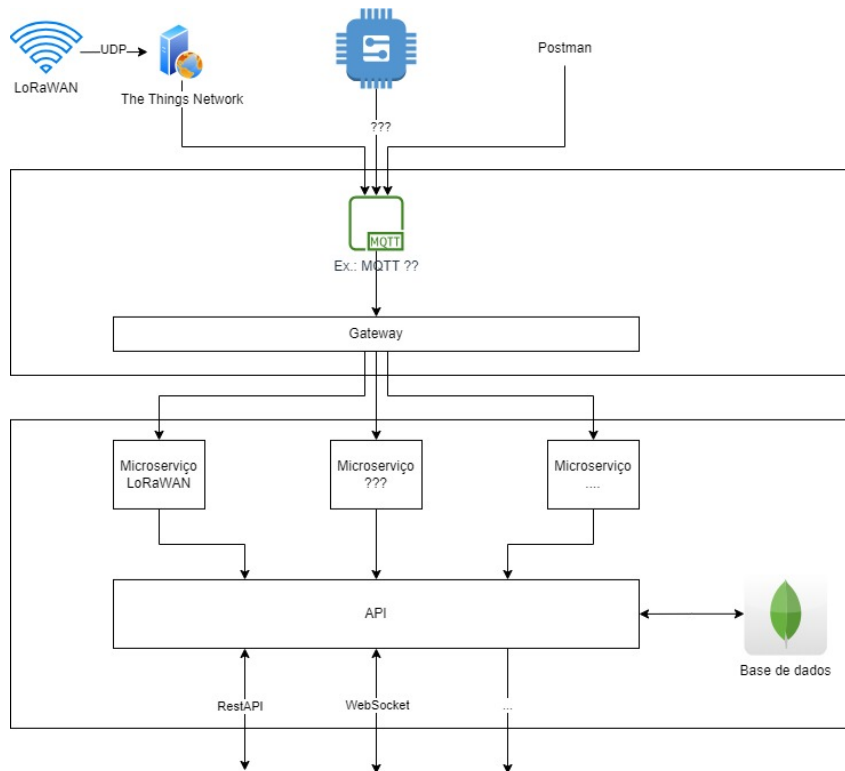


Figura 5.3: Proposta 2 de arquitetura do sistema

comunique, de alguma forma, por MQTT.

Posto isto, a proposta 3 ilustrada na imagem 5.4 remove a necessidade de se utilizar um MQTT Broker e sugere a adaptação da Gateway para cada um dos possíveis métodos/tecnologias a utilizar.

Em suma, a proposta 3 sugere que a gateway esteja preparada para receber/captar dados de diferentes fontes e, consoante a origem esta possa invocar o micro-serviço correspondente.

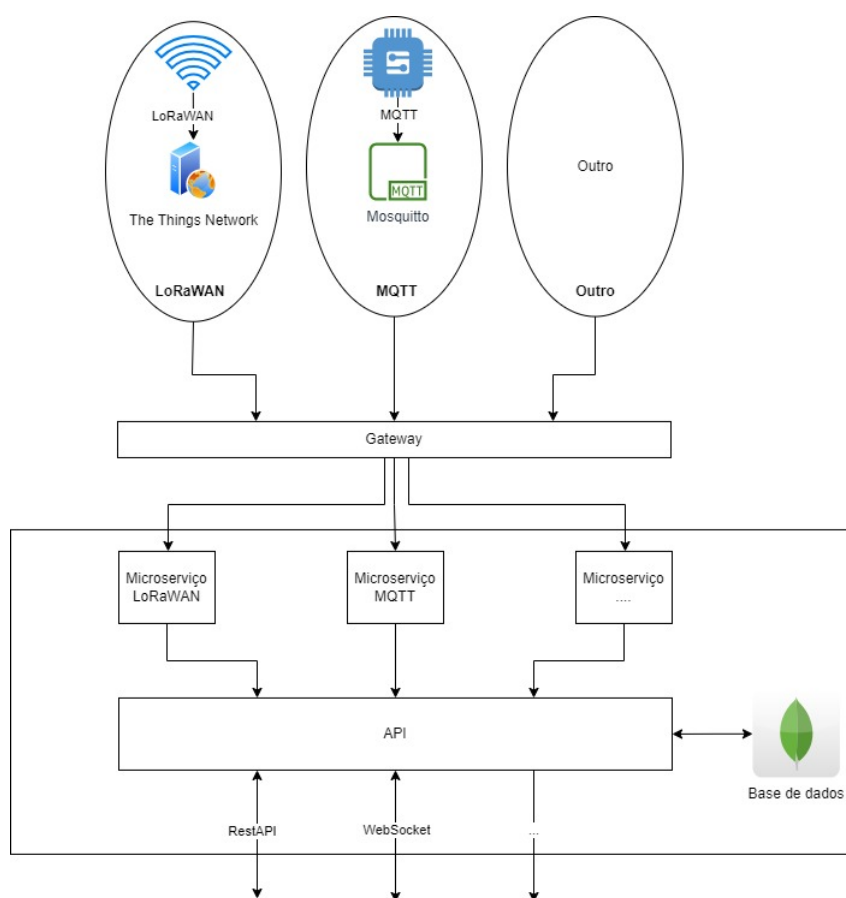


Figura 5.4: Proposta 3 de arquitetura do sistema



# Bibliografia

- Alliance® , LoRa. 2023. About lora alliance®. <https://lora-alliance.org/about-lora-alliance/>.
- Ayoub, Wael, Abed Ellatif Samhat, Fabienne Nouvel, Mohamad Mroue, Hassan Jradi & Jean Christophe Prévotet. 2020. Media independent solution for mobility management in heterogeneous lpwan technologies. *Computer Networks* 182. 107423. doi:10.1016/J.COMNET.2020.107423.
- Bahashwan, Abdullah Ahmed Omar & Selvakumar Manickam. 2018. View of a brief review of messaging protocol standards for internet of things (iot) <https://journals.riverpublishers.com/index.php/JCSANDM/article/view/5315/3883>.
- Boppana, Tej Kiran & Priyanka Bagade. 2023. Gan-ae: An unsupervised intrusion detection system for mqtt networks. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 119. 105805. doi:10.1016/J.ENGAPPAL.2022.105805.
- vom Brocke, Jan, Alan Hevner & Alexander Maedche. 2020. Introduction to design science research 1–13. doi:10.1007/978-3-030-46781-4\_1. [https://www.researchgate.net/publication/345430098\\_Introduction\\_to\\_Design\\_Science\\_Research](https://www.researchgate.net/publication/345430098_Introduction_to_Design_Science_Research).
- Cajkova, Nikola & Martin Dzermansky. 2021. Risk analysis of the reference object and the range of the integrated rescue system. *Transportation Research Procedia* 55. 1673–1680. doi:10.1016/J.TRPRO.2021.07.158.
- Cullen, Anisha, Md Khadimul Anam Mazhar, Matthew D. Smith, Fiona E. Lithander, Mícheál Ó Breasail & Emily J. Henderson. 2022. Wearable and portable gps solutions for monitoring mobility in dementia: A systematic review. *Sensors* 22. 3336. doi:10.3390/s22093336.
- DN/Lusa. 2016. Grupo perdido no gerês já foi encontrado. <https://www.dn.pt/portugal/ha-duas-pessoas-perdidas-nas-minas-dos-carris-4971586.html>.
- Foundation, Outdoor. 2022. 2022 outdoor participation trends report <https://outdoorindustry.org/wp-content/uploads/2015/03/2022-Outdoor-Participation-Trends-Report-1.pdf>.
- G Arun Kumar and B. Arun and Diviya. S. 2019. *A proficient model for vehicular tracking using gps tracking system*.
- Kim, Jina & Eunil Park. 2020. Understanding social resistance to determine the future of internet of things (iot) services. *Behaviour and Information Technology* doi:10.1080/0144929X.2020.1827033.

- Lee, Misook. 2019. An empirical study of home iot services in south korea: The moderating effect of the usage experience. *International Journal of Human-Computer Interaction* 35. 535–547. doi:10.1080/10447318.2018.1480121.
- Liu, Wenping, Qian Chen, Yan Li & Zhiqing Wu. 2021. Application of gps tracking for understanding recreational flows within urban park. *Urban Forestry and Urban Greening* 63. doi:10.1016/j.ufug.2021.127211.
- Lusa. 2018. Bombeiros resgatam turista perdida no gerês. <https://www.dn.pt/lusa/bombeiros-resgatam-turista-perdida-no-geres-9382660.html>.
- Lygouras, Eleftherios, Antonios Gasteratos, Konstantinos Tarchanidis & Athanasios Mitropoulos. 2018. Rolfer: A fully autonomous aerial rescue support system. *Microprocessors and Microsystems* 61. 32–42. doi:10.1016/J.MICPRO.2018.05.014.
- Meijles, E. W., M. de Bakker, P. D. Groote & R. Barske. 2014. Analysing hiker movement patterns using gps data: Implications for park management. *Computers, Environment and Urban Systems* 47. 44–57. doi:10.1016/J.COMPENVURBSYS.2013.07.005.
- Milani, Mario, Giulia Roveri, Marika Falla, Tomas Dal Cappello & Giacomo Strapazzon. 2023. Occupational accidents among search and rescue providers during mountain rescue operations and training events. *Annals of Emergency Medicine* doi:10.1016/J.ANNEMERGMED.2022.12.015.
- ao minuto, Notícias. 2022. Gnr localiza homem de 47 anos perdido no parque nacional da peneda-gerês. <https://www.noticiasao minuto.com/pais/1969787/gnr-localiza-homem-de-47-anos-perdido-no-parque-nacional-da-peneda-geres>.
- Mohammad, Gouse Baig, Shitharth Shitharth, Salman Ali Syed, Raman Dugyala, K. Sreenivasa Rao, Fayadh Alenezi, Sara A. Althubiti & Kemal Polat. 2022. Mechanism of internet of things (iot) integrated with radio frequency identification (rfid) technology for healthcare system. *Mathematical Problems in Engineering* 2022. doi:10.1155/2022/4167700.
- Moritz, Stefan. 2005. Service design kisd practical access to an evolving field <https://liacs.leidenuniv.nl/~verbeekfj/courses/hci/PracticalAccess2ServiceDesign.pdf>.
- Muteba, K. F., K. Djouani & T. Olwal. 2022. 5g nb-iot: Design, considerations, solutions and challenges. *Procedia Computer Science* 198. 86–93. doi:10.1016/J.PROCS.2021.12.214.
- Nasir, Mansoor, Khan Muhammad, Amin Ullah, Jamil Ahmad, Sung Wook Baik & Muhammad Sajjad. 2022. Enabling automation and edge intelligence over resource constraint iot devices for smart home. *Neurocomputing* 491. 494–506. doi:10.1016/J.NEUCOM.2021.04.138.
- Nguyen, Tri, Risto Katila & Tuan Nguyen Gia. 2023. An advanced internet-of-drones system with blockchain for improving quality of service of search and rescue: A feasibility study. *Future Generation Computer Systems* 140. 36–52. doi:10.1016/J.FUTURE.2022.10.002.

- Peffer, Ken, Tuure Tuunanen, Marcus A. Rothenberger & Samir Chatterjee. 2014. A design science research methodology for information systems research. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302> 24. 45–77. doi: 10.2753/MIS0742-1222240302. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.2753/MIS0742-1222240302>.
- Pepey, Anaïs, Thomas Obadia, Saorin Kim, Siv Sovannaroth, Ivo Mueller, Benoit Witkowski, Amélie Vantoux & Marc Souris. 2022. Mobility evaluation by gps tracking in a rural, low-income population in cambodia. *PLOS ONE* 17. e0266460. doi: 10.1371/journal.pone.0266460.
- Princi, Evgenia & Nicole C. Krämer. 2020. Out of control – privacy calculus and the effect of perceived control and moral considerations on the usage of iot healthcare devices. *Frontiers in Psychology* 11. doi:10.3389/fpsyg.2020.582054.
- Sheikhtaheri, Abbas & Farveh Sabermahani. 2022. Applications and outcomes of internet of things for patients with alzheimer’s disease/dementia: A scoping review. doi:10.1155/2022/6274185.
- Sorri, Krista, Navonil Mustafee & Marko Seppänen. 2022. Revisiting iot definitions: A framework towards comprehensive use. *Technological Forecasting and Social Change* 179. 121623. doi:10.1016/J.TECHFORE.2022.121623.
- Yuksel, Mehmet Erkan & Huseyin Fidan. 2021. Energy-aware system design for batteryless lpwan devices in iot applications. *Ad Hoc Networks* 122. 102625. doi:10.1016/J.ADHOC.2021.102625.