



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Relatório de Estágio

FLYROBOTICS

Luís Miguel Henriques Graça

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica

Engenharia Eletrotécnica

Orientado por:

Professor Pedro Daniel Frazão Correia, IPT

Eng. Pedro Granchinho, Flyrobotics

Tomar, novembro de 2022



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Luís Miguel Henriques Graça

Relatório de Estágio

FLYROBOTICS

Relatório de Estágio

Orientado por:

Professor Pedro Daniel Frazão Correia, IPT
Eng. Pedro Granchinho, Flyrobotics

Projeto apresentado ao Instituto Politécnico de Tomar para obter o grau de
Mestre em Engenharia Eletrotécnica

BREVE NOTA BIOGRÁFICA

O candidato Luís Miguel Henriques Graça iniciou o seu percurso em 2011 ingressando num curso profissional de nível 4, na área de Eletrónica, Automação e Comando na Escola Secundária Jácome Ratton. Através desta experiência, teve a oportunidade de estagiar na EMEF - Empresa de Manutenção de Equipamento Ferroviário.

Posteriormente, em 2014, ingressou no Cursos de Especialização Tecnológica de Instalações elétricas e Automação Industrial, adquirindo o nível 5, surgindo assim a oportunidade de estagiar na Zêzero.

Em 2016 iniciou a licenciatura de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, realizando o projeto intitulado de “Kits Didáticos” como projeto final de licenciatura.

Em 2019, o ingresso no mestrado em Engenharia Eletrotécnica no qual teve a oportunidade de estagiar na Granchinho.Lda.

RESUMO

O trabalho descrito no presente relatório resulta do estágio curricular desenvolvido na Granchinho.Lda, decorrido no ano letivo 2021/2022, sendo parte integrante do plano curricular de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, do Instituto Politécnico de Tomar.

O estágio realizado foi supervisionado pelo Sr. Eng. Pedro Granchinho como responsável da Granchinho LDA e pelo Engenheiro Hugo Magalhães, colaborador da empresa FLYROBOTICS pertencente à Granchinho Lda, e orientado pelo Prof. Pedro Correia do Instituto Politécnico de Tomar.

Durante o Estágio foram realizadas várias tarefas dentro de três projeto distintos. O presente relatório apresenta as tarefas realizadas na área de gestão da tecnologia de informação, bem como o desenvolvimento dos referidos três projetos:

- Projeto BIOBOX, uma solução de transporte inteligente para produtos alimentares que consiste num controlador de temperatura para transporte de bens perecíveis, com a capacidade de monitorização em tempo real, destinado a que qualquer cliente da BIOLOGIC (empresa integrante da sociedade Granchinho Lda) tenha a possibilidade de obter as informações relativas à temperatura atual, bem como a localização da entrega, através de uma página online onde pode fazer o login, garantindo assim a qualidade e acompanhamento personalizado da sua encomenda.
- O ACCESSBOX é o projeto destinado ao controlo de acessos de um equipamento, máquina ou porta, sendo o seu controlo operado por chaves RFID. Analogamente ao projeto BIOBOX, este também detém uma página online onde o cliente pode visualizar os horários de utilização, podendo limitar a utilização a determinada pessoa ou grupo de pessoas no caso de, por exemplo, a porta registar as entradas e saídas.
- O projeto ASV (Autonomous Surface Vehicles), tal como o acrónimo indica, é referente à construção de um veículo que pretende ser autónomo a nível energético, através da utilização de baterias. Com autonomia para vários dias e células fotovoltaicas, o mesmo terá capacidade para recarregar grande parte das referidas baterias em algumas horas de sol. A nível operacional, e considerando a sua autonomia, enquadra-se enquanto híbrido, carecendo da devida supervisão humana. Esta supervisão pode ser feita a partir de instalações remotas e não necessita de ser contínua.

ABSTRACT

The work described in the present report results from the curricular internship developed at Grancinho.Lda, elapsed in the school year of 2021/2022, being an integral part of the curricular plan of the Engenharia Eletrotécnica master, from Instituto Politécnico de Tomar.

The internship performed was supervised by Mr. Eng. Pedro Granchinho, responsible for Grancinho.Lda, Eng. Hugo Magalhães, co-worker of FLYROBOTICS, a firm of Grancinho Lda, and oriented by Prof. Pedro Correia, from Instituto Politécnico de Tomar.

During the internship various tasks were carried out within three distinct projects. The report in question presents the work done in the information technology management field, as well as the development of the three mentioned projects:

- BIOBOX project, a solution of smart transportation that consist of a temperature controller intended for transportation of perishable goods, with the ability to real-time monitoring, destined for that any BIOLOGIC (member company of Granchinho Lda) costumer has the ability to obtain the information related to the actual temperature, as well as the delivery's location, through a webpage where they can login, this way ensuring the quality and personalized follow-up of their order.

- The ACCESSBOX is the project intended for the access control of an equipment, machine or door, with a RFID key operated control. In the same way as the BIOBOX project, it also has a website where the costumer can visualize the Schedule of use, being able to limit the use to certain person or group of people in the case of, for example, the door being able to register the entrances and exits.

- The ASV (Autonomous Surface Vehicles) project, as the acronym indicates, refers to the construction of a vehicle which seeks to be autonomous at an energetic level, through the use of batteries. With autonomy for many days and photo-voltaic cells, it will have the capacity to recharge the majority of said batteries with few hours in the sun. At an operational level, and bearing in mind it's autonomy, it fits in the category of hybrids, lacking proper human control. This supervision can be made through remote installations and doesn't need to be continuous.

AGRADECIMENTOS

Não seria possível deixar de aproveitar esta oportunidade para agradecer a todos aqueles que, em especial, contribuíram para a realização deste estágio:

À empresa Granchinho.Lda, que me acolheu como um membro, de braços abertos, do início ao fim deste estágio.

Ao Eng. Pedro Granchinho, por me ter orientado/supervisionado neste estágio, por me ter guiado em todas as atividades que foram propostas ao longo do estágio e pela sua paciência e apoio incondicional.

Aos meus colegas de trabalho durante o estágio, os Eng. Hugo Magalhães e Eng. Gabriel Martins, por terem trabalhado comigo ao longo deste tempo, e por tudo o que me ensinaram.

À equipa pedagógica e docente do Instituto Politécnico de Tomar, mais concretamente, à Escola Superior de Tecnologia de Tomar e o meu orientador Professor Pedro Correia, um sincero agradecimento pela sua disponibilidade e sugestões.

Por último, mas não menos importante, agradeço à minha família, principalmente à minha namorada, pelo apoio incondicional, pela confiança e otimismo transmitidos, incentivando-me a ultrapassar todas as adversidades.

TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE

O presente documento foi elaborado pelo estagiário Luís Miguel Henriques Graça no âmbito do trabalho final do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, do Instituto Politécnico de Tomar, onde são descritas as atividades executadas no decorrer do estágio curricular na sociedade Granchinho, Lda.

As informações partilhadas com o Instituto Politécnico de Tomar presentes neste documento devem ser mantidas em sigilo, respeitando um prazo mínimo de dois anos, no qual não será permitida a partilha desta informação com outras instituições ou terceiros.

Assim, por forma a manter os parâmetros de confidencialidade exigidos por parte da empresa onde decorreu este estágio, neste documento não são mencionadas informações específicas e ou técnicas sobre determinados procedimentos e normas da sociedade Granchinho.Lda.

ÍNDICE

BREVE NOTA BIOGRÁFICA	I
RESUMO	II
ABSTRACT	III
AGRADECIMENTOS	IV
TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE	V
ÍNDICE.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
LISTA DE ACRÓNIMOS	XIII
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Contexto e Motivações	1
1.3. Entidade acolhedora.....	3
1.4. Organização do documento	4
2. IT MANAGER	7
2.1. Implementação de software	7
2.2. Atualização do sistema CCTV	8
2.3. Criação de um sistema de organização	10
2.4. Montagem de desktops e instalação de software	11
3. PROJETO BIOBOX.....	13
3.1. Motivação	13
3.2. Estado de arte.....	15
3.2.1. Tecnologias usadas	15
3.2.1.1. Hardware	16
3.2.1.2. Software	19

3.2.1.3.	Design.....	22
3.2.2.	Projeção Futura de Aplicações	23
3.3.	Fases de desenvolvimento	24
3.4.	Montagem dos componentes	25
3.5.	Testes	28
4.	PROJETO ACCESSBOX	38
4.1.	Motivação	38
4.2.	Estado de arte	39
4.2.1.	Tecnologias usadas	39
4.2.1.1.	Hardware	40
4.2.1.2.	Software	44
4.2.1.3.	Design.....	45
4.2.2.	Projeção Futura de Aplicações	46
4.3.	Fases de desenvolvimento	46
4.4.	Montagem dos componentes	48
5.	ASV	53
5.1.	Motivação	54
5.2.	Estado de arte	55
5.2.1.	Tecnologias usadas	55
5.2.1.1.	Hardware	57
5.2.2.	Projeção Futura de Aplicações	68
5.3.	Fases de desenvolvimento e montagem.....	69
5.3.1.	Estrutura externa.....	69
5.3.2.	Estrutura interna	75
5.3.2.1.	Sistema de Autonomia/Alimentação (SA)	76
5.3.2.2.	Sistema de Propulsão (SP)	78
5.3.2.3.	Sistema de Controlo (SC).....	79

5.3.2.4.	Sistema de Comunicações (SI).....	80
5.3.2.5.	Sistema de Monitorização da água (SM)	81
5.3.2.6.	Placa de INA226 (Temporário).....	82
6.	CONCLUSÃO.....	83
	REFERÊNCIAS	86
	REFERÊNCIAS DE FIGURAS.....	88
	ANEXOS	A1
	ANEXO A – CODIFICAÇÃO DOS PRODUTOS	A3
	ANEXO B – LISTA DE MATERIAL	A5
	ANEXO C – MODELO ENERGÉTICO	A7
	ANEXO D – ANÁLISE DE PREÇOS DAS CÉLULAS FOTOVOLTAICAS.....	A9
	ANEXO D – ANÁLISE DE PREÇOS DAS BATERIAS	A10
	ANEXO F – TESTES DO CONSUMO ENERGÉTICO.....	A12

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Logotipos das aplicações do Office 365	8
Figura 2 - Sistema DVR vs NVR	9
Figura 3 - Sistema CCTV com UPS	10
Figura 4 - Estrutura de codificação interna dos produtos	11
Figura 5 - Desktops montado.....	12
Figura 6 - Primeiro protótipo da BIOBOX concebido	14
Figura 7 - Esquema de nível 1 da BIOBOX	16
Figura 8 - Sensor SHT3x.....	17
Figura 9 - ESP32-WROOM-32	17
Figura 10 - Modulo GSM SIM7000E	18
Figura 11 - Raspberry Pi 3 B 1.2v	19
Figura 12 - Como funciona o protocolo MQTT	20
Figura 13 - Estrutura JSON utilizada	21
Figura 14 - Ambiente Grafana com os sensores de temperatura e humidade	22
Figura 15 – Projecção do protótipo da BIOBOX em Fusion em modo wireframe.....	23
Figura 16 - impressora 3D uma Ender-3 V2	23
Figura 17 - Esquema de nível 2 da BIOBOX.....	25
Figura 18 - Projecção do protótipo da BIOBOX em Fusion.....	26
Figura 19 – Caixa da BIOBOX já impressa com todos os acessórios	26
Figura 20 - Ligações do ESP, conversor e modulo SIM7000E.....	27
Figura 21 - Primeiro protótipo completo	27
Figura 22 - Gráfico das temperaturas do teste 1	28
Figura 23 - Gráfico das temperaturas do teste 2	29
Figura 24 - Caixa de esferovite.....	30
Figura 25 - Isolamento refletor.....	30
Figura 26 - Saquetas de água.....	30
Figura 27 - Desenho 3D da disposição da caixa.....	31
Figura 28 - Gráfico das temperaturas do teste 5.....	31
Figura 29 - Fibras absorventes (simular carne – 75g)	32
Figura 30 - Gráfico das temperaturas do teste 6.....	33
Figura 31 - Gráfico das temperaturas do teste 7	33

Figura 32 - Testes 6 e 7 carne em contacto com o gelo.....	34
Figura 33 - Gráfico das temperaturas do teste 8.....	35
Figura 34 - Estado do gelo a meio de um teste.....	36
Figura 35 - Desenho 3D que indica o sentido do descongelamento.....	36
Figura 36 - Ponto de rutura dos testes	37
Figura 37 - Projeto ACCESSBOX para as máquinas.....	39
Figura 38 - Esquema genérico da ACCESSBOX.....	41
Figura 39 - RFID utilizado na ACCESSBOX.....	42
Figura 40 - Leitor de Cartões Micro SD e Cartões Micro SD.....	42
Figura 41 - Réle utilizado na ACCESSBOX.....	43
Figura 42 - Projeção do protótipo da ACCESSBOX em Fusion em modo wierframe ..	45
Figura 43 - Esquema de nível 2 da ACCESSBOX.....	48
Figura 44 - Placa da ACCESSBOX das máquinas.....	49
Figura 45 - Placa da ACCESSBOX da porta	49
Figura 46 - Modelo Shelly EM.....	50
Figura 47 - Pinças amperimétricas de 50A.....	50
Figura 48 - Esquema de nível 1 de uma aplicação em máquinas	50
Figura 49 - 3D da ACCESSBOX	51
Figura 50 - Caixa T160 da OBO	51
Figura 51 - Aplicação do projeto ACCESSBOX em máquinas terminado.....	52
Figura 52 - Primeiro teste feito no rio	53
Figura 53 - Embarcações ASV Multifunção - Modelo C-Sweep.....	56
Figura 54 - Inspeção da base da ponte com sonar feito por USVs.....	56
Figura 55 - Esquema de nível 1 interno do ASV.....	58
Figura 56 - Células fotovoltaicas escolhidas	59
Figura 57 - MPPT da Victron Eenergy modelo BlueSolar MPPT 75/15	60
Figura 58 - Bateria da Miady.....	61
Figura 59 - Thrusters usados no ASV	62
Figura 60 - Orange Pi Zero 2 utilizado no projeto ASV	62
Figura 61 - Sensor Analógico de Oxigénio Dissolvido.....	64
Figura 62 - Sensor Analógico TDS	65
Figura 63 - Sensor Analógico de pH	66
Figura 64 - Sensor Analógico de Condutividade Elétrica	67
Figura 65 - Módulo ADC I2C ADS1115 de 16 bits.....	68

Figura 66 - 3D do Protótipo I	69
Figura 67 - 3D do Protótipo II.....	69
Figura 68 - 3D do Protótipo L45	70
Figura 69 - 3D do Protótipo L90	70
Figura 70 - 3D do Protótipo U.....	70
Figura 71 - 3D do protótipo escolhido ja com o domo e as células	71
Figura 72 - Primeiro protótipo realizado do ASV	71
Figura 73 - Testes realizados no lago do IPT	71
Figura 74 - 3D da boia salva-vidas.....	72
Figura 75 - boia salva-vidas.....	72
Figura 76 - 3D da caixa do ASV	72
Figura 77 - Desenho técnico da estrutura do ASV	73
Figura 78 - Estrutura do ASV ja montado.....	73
Figura 79 - Suporte dos sensores.....	74
Figura 80 - Suporte dos sensores montado.....	74
Figura 81 - Parabólica ja pintada e furada pronta a levar as células	74
Figura 82 - Primeira disposição dos componentes	75
Figura 83 - 3D da solução para a eletrónica	75
Figura 84 - eletrónica ja montada.....	75
Figura 85 - Sistema de Autonomia/Alimentação (SA).....	76
Figura 86 - Proteção inferior	77
Figura 87 - Aspeto final das células no domo	77
Figura 88 - Placa UBEC com as respetivas entradas e saídas	78
Figura 89 - Sistema de Propulsão (SP).....	78
Figura 90 - ESCs usados no ASV.....	79
Figura 91 - Sistema de Controlo (SC)	79
Figura 92 - Pixhawk usada no ASV	80
Figura 93 - GPS M9N usado no ASV	80
Figura 94 - Sistema de Comunicações (SI)	80
Figura 95 - Modulo de telemetria e X8R usados no ASV.....	81
Figura 96 - Comando X7 usado no ASV.....	81
Figura 97 - Sistema de Monitorização da água (SM).....	81
Figura 98 – 3D da placa dos sensores	82
Figura 99 - Placa dos sensores suada no ASV.....	82

Figura 100 - Placa dos INAs usado temporariamente no ASV	82
Figura 101 - Teste no terreno do sistema de propulsão	85

LISTA DE ACRÔNIMOS

ASV - Autonomous Surface Vehicle - Veículo Autônomo de Superfície

USV - Unmanned Surface Vehicle -

RFID - Radio Frequency IDentification – Identificação por Radiofrequência

NVR - Network Video Recorder - Gravador de Vídeo em Rede

DVR - Digital Video Recorder - Gravador de Vídeo Digital

IP - Internet Protocol – Protocolo de Internet

RAM – Random Access Memory - Memória Volátil de Leitura e Escrita

IoT - Internet of Things - Internet das coisas

GNSS - Global Navigation Satellite System - Sistema Global de Navegação por Satélite

GPS - Global Positioning System - Sistema de Posicionamento Global

MQTT - Message Queuing Telemetry Transport - Transporte de Telemetria de Enfileiramento de Mensagens

M2M - Machine to Machine – Máquina para Máquina

JSON - JavaScript Object Notation - Notação de Objeto JavaScript

PCB - Printed Circuit Board - Placa de circuito impresso

CAD - Computer Aided Design - Desenho assistido por computador

CAM - Computer Aided Manufacturing – Fabricação assistida por computador

MPPT - Maximum Power Point Tracking - Ponto de potência máxima

GSM - Global System for Mobile Communications - Sistema Global para Comunicações Móveis

ESC - Electronic Speed Controller - Controlador Eletrônico de Velocidade

PWM - Pulse Width Modulation - Modulação de largura de pulso

ADC – Analog to Digital Converter - Conversor Analógico para Digital

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

Este relatório resulta do trabalho realizado no âmbito da unidade curricular de Estágio, do segundo ano do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, tendo como objetivo a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica pelo Instituto Politécnico de Tomar.

No presente documento são apresentados os projetos realizados no decorrer do estágio, bem como elenca os três temas e objetivos principais do mesmo. Os projetos são detalhados, ao longo da presente pesquisa, sendo descritos os fundamentos para a sua realização, o processo de decisão durante a colocação em prática dos mesmos, a sua realização, e por fim as conclusões retiradas.

1.2. Contexto e Motivações

A maioria dos indicadores sobre ciência, tecnologia e inovação coloca Portugal numa posição muito diminuta em comparação a outros países a União Europeia. O investimento em atividades de investigação e desenvolvimento experimental (I&D) do setor empresarial em Portugal, dada a sua reduzida expressão e consequente exploração, é a exemplificação de um dos indicadores que permite ilustrar a referida realidade, deste modo constituindo um obstáculo fraturante na capacidade interna de produção de conhecimento e de inovação tecnológica, bem como a sua consequente afirmação da indústria portuguesa no contexto internacional. (Agência Nacional de Inovação, s.d.)

Por forma a resolver problemas internos, torna-se cada vez maior a necessidade das empresas de deterem a própria investigação para encontrar novas soluções, dado que muitas das vezes as mesmas não se encontram no mercado, mas são relativamente simples de resolver, podendo, por vezes, ser porta de entrada para a exploração de novas áreas de atuação.

O crescente aumento do consumo de produtos alimentares, aliado à crescente facilidade de realização de compras online, resultou na necessidade de que uma das empresas da sociedade na qual se realizou o estágio procurasse um mercado direcionado para o consumidor final. Consequentemente surgiu a necessidade de desenvolver novas soluções para garantir uma maior segurança nos produtos, que necessitam de uma temperatura regulada e controlada durante todo o processo de distribuição. Surgiu assim o Projeto BIOBOX, que procura atender à referida falta de controlo em entregas de pequeno porte.

Por outro lado, a eficiência empresarial, capacidade que a empresa tem de conseguir melhores resultados racionalizando os seus recursos, tem uma aplicação imprescindível e preponderante no mercado atual. Para procurar aumentar essa eficiência na empresa, diminuindo os seus custos através do gerenciamento dos seus recursos, pensou-se em criar um controlo de acessos que pudesse auxiliar a utilização dos equipamentos industriais. Igualmente, verificou-se que a utilização em portas também aumenta a eficiência, diminuindo o uso das chaves. Assim surge o projeto ACCESSBOX.

Voltada para a produção de produtos biológicos, a Granchinho Lda pauta-se pela sua consciencialização relativamente à fauna e flora, gravemente fragilizada pela utilização negligente do Homem. Nesta senda, verifica-se que a poluição hídrica, processo de poluição, contaminação ou deposição de rejeitos na água dos rios, lagos, córregos, nascentes, além de mares e oceanos, resulta num problema socio ambiental de elevada gravidade, pese embora a água seja um recurso natural renovável, apenas a água potável é própria para o consumo, pelo que a utilização sem preocupação pelo seu desperdício coloca em causa a renovação do referido recurso.

A principal causa da poluição das águas é o desenvolvimento desenfreado das atividades económicas, sobretudo nas cidades, com o aumento do depósito em massa de resíduos não orgânicos através do sistema de esgoto e saneamento. Em simultâneo, a inconsciência ambiental da população em relação ao destino correto do lixo, acresce à causa referida, contribuindo para a enfatização do problema.

As consequências resultantes da poluição das águas são diversas, sendo uma das mais fraturante a perda dos recursos hídricos para consumo e higiene. Ademais, a água consiste no habitat do maior número de espécies existentes, algumas delas em risco de extinção.

Outra consequência preocupante proveniente da poluição hídrica é a ocorrência de um fenómeno que dá pelo nome de eutrofização da água, que consiste na presença excessiva de nutrientes originários de produtos químicos que contaminam os rio, através do depósito de resíduos não orgânicos conforme supra referido, provocando assim a proliferação desenfreada de algas e cianobactérias, que impedem a entrada de luz nos ambientes fluviais e reduzem a quantidade e disponibilidade de oxigénio na água, o que pode gerar a morte de incontáveis espécies, afetando gravemente o ecossistema.

De modo a combater a poluição das águas, é importante que exista uma monitorização do ambiente, com o objetivo de intervir e possivelmente antecipar, o mais célere possível, um evento de poluição, reduzindo os danos causados. A monitorização permite caracterizar o estado do ambiente, sendo uma ferramenta essencial para decidir quais as medidas adequadas a implementar, por forma minimizar ou evitar problemas ambientais. Acompanhar a sua implementação ao longo do tempo demonstra-se igualmente importante, uma vez que tem como objetivo avaliar os resultados atingidos e corrigir e adequar as medidas, caso se observem desvios relativamente ao que foi inicialmente previsto.

Para tentar solucionar esta problemática, detém uma importância sem precedentes, foi iniciado o projeto ASV, com o intuito de acompanhar fatores externos e o impacto que causam constantes alterações no ambiente. Um maior volume de dados permite analisar evoluções ao longo do tempo, extrair tendências ou servir de alarmística de modo a permitir intervenções mais céleres ou adaptar as decisões tomadas, caso necessário.

1.3. Entidade acolhedora

A Granchinho, Lda é uma empresa com 10 anos de existência, trabalha essencialmente na área da sustentabilidade, em 3 vetores estratégicos: alimentação, energia e água;

A empresa começou a laborar na área alimentar desde 2012, com a criação da marca BIOLOGIC (www.biologic.pt), onde se dedica à transformação de produtos alimentares biológicos.

Com base nos valores assentes na sustentabilidade e de um futuro melhor, também preocupada com uma alimentação equilibrada e saudável. Com o seu crescimento, tem vindo a procurar atualizar os seus equipamentos com tecnologias atuais e inovadoras. Igualmente, e pela necessidade de enveredar por mercados exteriores, esta firma procura aumentar a sua área e as suas infraestruturas, procurando assim aumentar a qualidade dos seus produtos bem como o bem-estar dos seus colaboradores no local de trabalho.

Com o início do meu estágio iniciou-se também o grande projeto FLYROBOTICS, a segunda marca da sociedade Granchinho, Lda que pretende posicionar-se no mercado enquanto unidade de investigação e laboratório de desenvolvimento de tecnologia, robótica e smart data na área da sustentabilidade.

1.4. Organização do documento

A estrutura deste trabalho encontra-se dividida em cinco temas: Introdução, IT Manager, projeto BIOBOX, projeto ACCESSBOX, projeto ASV e Conclusão.

Na Introdução, conforme o nome indica, é efetuado um enquadramento da análise e dos projetos realizados, elencando o Contexto por trás da escolha e sua subsequente realização, tocando também nos Objetivos, onde são descritos os problemas que se tentou solucionar com os projetos trabalhados. De igual modo, pretendeu-se apresentar a entidade acolhedora, bem como a motivação por trás da opção por esta empresa para realização do estágio. Por fim, na organização do documento, é estruturado o conteúdo e temas elencados e descritos em cada capítulo.

O IT Manager (Segundo Capítulo) descreve tarefas realizadas na área de gestão da tecnologia de informação, realizadas tanto na BIOLOGIC como na FLYROBOTICS. As referidas tarefas traduziram-se na implementação de software com maior interoperabilidade entre si, atualização do sistema CCTV, permitindo e potenciando o seu funcionamento e operacionalidade a- 100%, auxílio na organização por forma a empreender um software de organização da Coimfor, e por fim, a montagem de desktops e instalação de software.

A BIOBOX (Terceiro Capítulo) é um projeto que surgiu com a oportunidade de realizar entregas a nível pessoal por parte de uma empresa de afiliada (BIOLOGIC). Esta

empresa tem como atividade principal a venda de carnes biológicas e outras matérias perecíveis biológicas, produtos esses que necessitam de controlo de temperatura durante todo o transporte. Assim, surgiu a necessidade de criar algo que auxiliasse o controlo da temperatura durante o transporte. Em complemento, adicionou-se igualmente um rastreador em tempo real, por forma a que qualquer cliente que fizer compras na BIOLOGIC tenha a possibilidade de ter conhecimento da temperatura atual, bem como a localização da sua entrega, através de uma página online onde pode fazer o login, garantindo assim a qualidade da encomenda.

O projeto como nome ACCESSBOX (Quarto Capítulo) desenvolveu-se na tentativa de aumentar a eficiência das empresas da Granchinho Lda, com a criação de um controlo de acessos. A primeira aplicação foi feita no próprio escritório da empresa, com o intuito de facilitar as entradas e saídas, pelo que se optou por recorrer a um leitor RFID. Posteriormente, surgiu igualmente a ideia de criar um controlo de acessos genérico que pudesse ser usado numa grande variedade de máquinas, tanto industriais com pessoais, de modo a garantir um melhor controlo de horas de funcionamento, tanto das pessoas que utilizaram a máquina, bem como que consumos teve ao longo. A visualização desses dados é feita através de uma página online onde é efetuado o login - um funcionamento muito idêntico ao da BIOBOX.

Descrito no Quinto Capítulo, o terceiro projeto tem como objetivo uma nova área de atuação da empresa no campo da robótica, cujo foco principal é a monitorização autónoma de cursos de água naturais e a venda da informação proveniente dessa análise a entidades terceiras. Adicionalmente, tem ainda o objetivo de aumentar a capacidade de monitorização com dados espaciais, temporais e informação relativamente aos parâmetros químicos de cursos de águas naturais, por forma a detetar problemas de poluição que quando detetados tardiamente têm a potencialidade de realizar danos consideráveis.

Este projeto ainda não tem nome definido, no entanto, para efeitos de identificação nesta pesquisa, é designado por ASV (Autonomous Surface Vehicles). Tal como o acrónimo indica, trata-se de um veículo que pretende ser autónomo a nível energético através da utilização de baterias, com autonomia para vários dias, e células fotovoltaicas com capacidade para recarregar grande parte das referidas baterias em algumas horas de sol. A nível operacional, trata-se de um híbrido em termos de autonomia, com a devida

supervisão humana. Esta supervisão pode ser feita a partir de instalações remotas e não necessita de ser contínua.

Por fim, naturalmente, o nosso último capítulo (Sexto Capítulo) encontra-se reservado às conclusões que foram retiradas destes projetos, tendo sido realizada uma revisão geral de todo o processo e das suas fases, onde foram estendidas as considerações referentes à realização dos projetos, ao que correu de acordo com o expectável, ao que poderia ter corrido melhor e ao que deve vir a ser melhorado no futuro.

2. IT MANAGER

Neste capítulo pretende-se elencar as tarefas realizadas na área de gestão da tecnologia de informação realizadas tanto na BIOLOGIC como na FLYROBOTICS. Estas tarefas consistiram na implementação de software, atualização do sistema CCTV, auxílio na organização para a implementação de um software de organização, montagem de desktops e instalação de software.

2.1. Implementação de software

A implementação de software resultou num dos primeiros trabalhos desenvolvidos na BIOLOGIC.

A empresa detinha um problema de interoperabilidade entre aplicações de software, o que causava alguns atrasos e pequenas falhas de comunicação. Eram utilizados programas como o Dropbox, que se traduz num serviço para armazenamento e partilha de arquivos na nuvem ou Skype, uma plataforma de comunicação, como meio de comunicação interna. Como algumas aplicações estavam a ser suportadas por sistemas operativos distintos, como o Linux (Libreoffice) e o Windows (Office), esta questão gerou um problema com a formatação de ficheiros de texto e tabelas, uma vez que o cPanel era o sistema de gestão de hospedagem de emails utilizado, que era programado e parametrizado pela PTisp. Simultaneamente, procurava-se também um programa de distribuição de tarefas.

Por forma a solucionar estes problemas, foram feitas várias pesquisas no âmbito de encontrar uma solução viável e que contemplasse todas as nuances.

A solução encontrada passou pela integração do Office 365 online, focado no trabalho colaborativo e simultâneo de diversas equipas. (Figura 1)



Figura 1 - Logotipos das aplicações do Office 365

Com a utilização da versão Office 365 online não dispusemos de mais problemas de incompatibilidade entre softwares dos diferentes sistemas operativos, bem como passou a ser possível ter várias pessoas a editar o mesmo documento em tempo real. De igual modo, o Office 365 funciona muito bem em dispositivos móveis, sendo transversal a multiplataforma. Esta alteração levou também à natural substituição do Dropbox pelo OneDrive enquanto serviço de armazenamento, e o Skype foi substituído, enquanto meio de comunicação interna pelo Microsoft Teams, que se demonstrou uma mais valia na partilha de documentos. Por conseguinte, o sistema de gestão de hospedagem de emails passou a ser efetuada pelo Office 365 e gerira internamente à empresa.

Relativamente à distribuição de tarefas e organização de trabalho, a empresa encontra-se em fase de testes para implementação do Microsoft Project, que em conjunto com o Teams, permite a colaboração e gestão de projetos, incluindo a partilha de ficheiros, chats, reuniões, entre outros.

Todo este sistema de trabalho foi também, à posteriori, implementado na empresa FLYROBOTICS.

2.2. Atualização do sistema CCTV

A segurança da BIOLOGIC era efetuada através de um sistema de CCTV da Foscam com um gravador NVR que não se encontrava atualizado ou totalmente operacional.

O Sistema NVR trata-se de um sistema que codifica e processa os dados de vídeo na câmara e os transmite para o gravador NVR, que é utilizado para armazenamento e visualização remota. A alimentação do mesmo é efetuada pelo próprio cabo. Por outro lado, o sistema DVR processa os dados de vídeo no gravador – pelo que para tal necessita de alimentar as câmaras com o auxílio de um transformador. (Figura 2)



Figura 2 - Sistema DVR vs NVR

No sentido de colocar o sistema 100% operacional, a primeira tarefa efetuada foi a realização de uma atualização a todo o firmware, de maneira a eliminar qualquer possível problema de incompatibilidade das câmaras com o sistema de gravação. Posteriormente, averiguou-se o que se passava com o resto das câmaras que não tinham sinal. Foram várias as câmaras identificadas com mau contacto no cabo, sendo que as restantes detinham um problema de atualização de IP.

Após ter sido possível a colocação de todas as câmaras a funcionar corretamente, foi adicionado um disco de 500GB, com o intuito de efetuar um backup semanal. (Figura 3)



Figura 3 - Sistema CCTV com UPS

2.3. Criação de um sistema de organização

Um dos maiores desafios do estágio com a BIOLOGIC foi relativo à organização de informação para a implementação do software Coimfor, software esse que é responsável pela gestão e organização da produção, expedição, comercialização e contabilidade.

Por forma a enquadrar, Coimfor é um software que permite gerir stock de artigos, controlar encomendas de fornecedores e clientes, efetuar a gestão dos documentos relativos à entrada e saída de mercadoria, fazer a gestão da faturação de clientes, fornecedores e respetivas contas correntes. Detém ainda a capacidade de adicionar diferentes módulos, como hotelaria, retalho, matadouros, desmancha e expedição. (Cimfor, s.d.)

Este software também permite realizar um plano de contas adaptado a cada realidade, balanços, demonstrações, fluxos de caixa, reconciliações, lançamentos parametrizados, e integração total com as compras, vendas, pagamentos, recebimentos, despesas e salários. Gestão de imobilizado com históricos de bens, amortizações, reavaliações ou depreciações e mapas diversos. (Cimfor, s.d.)

Nesta fase foi necessário efetuar uma base de dados de todos os produtos produzidos e comercializados. Para isso foi necessário realizar uma estratégia de codificação que fosse de fácil perceção e replicação. A utilização deste código é feita,

tanto internamente para definir stock e a transição de mercadorias entre armazéns, como também externamente em pedidos de compras, orçamentos, entre outros. Por todos estes fatores e sistemas dependentes do mesmo, a criação do referido código teria que ser elaborada de um modo que cobrisse as necessidades da empresa. (Figura 4)

													GR UP OS	GRUPOS	VALIDADE	TIPO DE CK LOGISTICA							
													F1	F2	C	E	C	A	P				
BOVINO	BOVINO BIO	FRESCO	VÁCUO	PEÇAS	PESO VAR	C	B	.0	F	V	.0	X0	X0	B 41	841	15	-						
				FATIADOS	PESO FIXO 1	C	B	.0	F	V	.1	X1	X1	1	B 91	15	6						
				PESO FIXO 2	C	B	.0	F	V	.1	X1	X1	2	B 2	82	15	4						
			SKIN	PICADOS	PESO FIXO 1	C	B	.0	F	V	.2	X2	X2	1	B 3	83	15	6					
				FATIADOS	PESO FIXO 2	C	B	.0	F	V	.2	X2	X2	2	B 4	84	15	4					
				PICADOS	PESO FIXO 1	C	B	.0	F	S	.1	X1	X1	1	B 5	85	15	6					
		CONG	VÁCUO	PEÇAS	PESO VAR	C	B	.0	C	V	.0	X0	X0	B 42	842	365	-						
				FATIADOS	PESO VAR	C	B	.0	C	V	.0	X0	X0	B 7	87	365	-						
				PESO FIXO 2	C	B	.0	C	V	.1	X1	X1	2	B 8	88	365	4						
			SKIN	PICADOS	PESO FIXO 1	C	B	.0	C	V	.2	X2	X2	1	B 9	89	365	10					
				FATIADOS	PESO FIXO 2	C	B	.0	C	V	.2	X2	X2	2	B 10	90	365	4					
				PICADOS	PESO FIXO 1	C	B	.0	C	S	.1	X1	X1	1	B 11	91	365	10					
	NOVILHO BIO	FRESCO	VÁCUO	PEÇAS	PESO VAR	C	B	.0	C	S	.2	X1	X1	1	B 12	912	365	10					
				FATIADOS	PESO VAR	C	B	.1	F	G	.0	X0	X0	B 13	913	8	-						
				FATIADOS	PESO VAR	C	B	.1	F	G	.1	X1	X1	B 14	914	8	-						
			GRANEL	PEÇAS	PESO VAR	C	B	.1	F	V	.0	X0	X0	B 15	915	15	-						
				FATIADOS	PESO VAR	C	B	.1	F	V	.1	X1	X1	B 16	916	15	-						
				FATIADOS	PESO FIXO 1	C	B	.1	F	V	.1	X1	X1	1	B 17	917	15	6					
		CONG	VÁCUO	FATIADOS	PESO FIXO 2	C	B	.1	F	V	.1	X1	X1	2	B 18	918	15	4					
				SKIN	FATIADOS	PESO FIXO 1	C	B	.1	F	S	.1	X1	X1	1	B 19	919	15	6				
					PEÇAS	PESO VAR	C	B	.1	C	G	.1	X0	X0	B 20	920	365	-					
			GRANEL		PEÇAS	PESO VAR	C	B	.1	C	G	.1	X1	X1	B 21	921	365	-					
				PEÇAS	PESO VAR	C	B	.1	C	V	.0	X0	X0	B 22	922	365	-						
				FATIADOS	PESO VAR	C	B	.1	C	V	.1	X1	X1	B 23	923	365	-						
				SKIN	FATIADOS	PESO FIXO 1	C	B	.1	C	V	.1	X1	X1	1	B 24	924	365	10				
					FATIADOS	PESO FIXO 2	C	B	.1	C	V	.1	X1	X1	2	B 25	925	365	-				
					FATIADOS	PESO FIXO 1	C	B	.1	C	S	.1	X1	X1	1	B 26	926	365	10				

Figura 4 - Estrutura de codificação interna dos produtos

No Anexo A encontram-se fotos desta tabela mais detalhada.

2.4. Montagem de desktops e instalação de software

Existem vários problemas a nível de tecnologia que as empresas têm de enfrentar, como por exemplo possíveis falhas de segurança digital que cause a vulnerabilidades das empresas. Não se considera aleatório o aumento do número de ciberataques no último ano, sendo que as mesmas estão relacionadas, principalmente, com as configurações de privacidade dos utilizadores sendo a inexistência de backups um grande problema nas empresas de hoje em dia. No entanto, talvez o maior problema está relacionado com a lentidão de servidores e programas, onde nos quais qualquer atraso é fatal para a quebra de produtividade e bom funcionamento dos sistemas.

Dentro da BIOLOGIC existiam muitos desktops lentos e com software desatualizado, pelo que procedemos desde logo à realização de upgrades, tanto a nível de hardware como de software.

Como referido anteriormente no ponto 2.1, foi realizada uma grande alteração a nível de software, tendo sido vários os programas desinstalados e vários os novos programas instalados para a sua substituição.

A nível de hardware foi necessário fazer alguma pesquisa porque existiam alguns desktops que necessitavam de memória RAM e nem todas eram compatíveis com as motherboards dos mesmos, pelo que também foi necessário adicionar discos em alguns dos desktops de modo a permitir mais armazenamento para eventuais backups.

Dentro das duas empresas (BIOLOGIC e FLYROBOTICS) foram adquiridos vários desktops, pelo que foi necessário solicitar vários orçamentos a diferentes empresas, e numa pesquisa alargada que foi realizada, chegámos à conclusão que comprar desktops por componentes ao invés de já montados acabava por ficar mais rentável. (Figura 5)



Figura 5 - Desktops montado

3. PROJETO BIOBOX

Este capítulo apresenta o primeiro protótipo da BIOBOX (Movel), cuja história e motivação serão desenvolvidos no subcapítulo seguinte. De seguida, é abordado o estado de arte que passa por referenciar as tecnologias utilizadas, bem como as suas aplicações, progredindo para a enunciação das diferentes fases do projeto, concluindo com a sua prototipagem/montagem.

O primeiro protótipo consiste num equipamento relativamente pequeno cujo objetivo consistia em que o mesmo conseguisse ler a temperatura, humidade e posição (GPS) em tempo real, garantindo assim o melhor rastreamento do produto comprado. Similarmente, possui uma aplicação web onde o cliente pode ter acesso à informação relativa à sua encomenda. Assim, teve-se como principal objetivo na aplicação a sua facilidade de utilização da interface na programação e configuração, tendo em conta sempre a eficiência. Atentando às prioridades aludidas, realizou-se uma alargada pesquisa a nível de componentes. Decidiu-se utilizar o Home Assistant, que consiste numa plataforma open source muito utilizada na gestão de equipamentos IoT. Igualmente, o software InfluxDB foi eleito para a tarefa de guardar os dados, à semelhança do Grafana, para visualização dos mesmos.

O projeto BIOBOX, na sua íntegra, foi pensado tendo em consideração a melhor forma de executar as entregas e tendo em conta a capacidade de garantir uma perda de calor mínima em grandes janelas horárias, nomeadamente, nos maiores intervalos de tempo possíveis.

3.1. Motivação

O crescimento e desenvolvimento da BIOLOGIC levou a que o passo seguinte fosse direcionado para a venda ao consumidor final. Como tal, surgiu assim a necessidade da criação de um dispositivo que assegurasse a qualidade dos produtos em transportes não refrigerados, surgindo assim a iniciativa para a criação do projeto BIOBOX.

As soluções encontradas no mercado que satisfaziam as nossas exigências ficavam muito dispendiosas.

Sendo baratas é preciso primeiro perceber se cumprem as necessidades funcionais, e de integração com o sistema que se quer desenvolver neste projeto.

Atualmente, o transporte de encomendas é feito em camiões refrigerados de grande volume, considerando as mesmas serem ideais para encomendas de grandes superfícies comerciais. Todavia, para o mercado particular, considerando os volumes de transporte envolvidos, o meio de transporte de grande volume pode não ser justificado. Como tal, procurou-se uma opção mais económica, surgindo assim a ideia de efetuar este transporte em carros comerciais ou até mesmo em transportadoras que garantissem uma entrega célere.

Assim sendo, começou-se a idealizar uma forma de conseguir que a encomenda respeitasse os limites de temperatura que garantem a qualidade do produto durante o transporte. Após diversas pesquisas a empresas como a Sercalia (Sercalia, s.d.), que se dedica a encontrar soluções de transporte para mercadorias especiais, e de alguns testes, encontrou-se uma solução que pareceu favorável.

A monitorização atual é feita através de um registador automático, com um período de descartelização de 30 minutos. Em cada entrega, é obrigatório entregar também o talão da temperatura em simultâneo à mercadoria, para verificação do cliente. No final do dia, o histórico de cada carrinha é impresso e fornecido ao Departamento de Qualidade da empresa, por forma a que a mesma possa verificar possíveis Não Conformidades (NC) e justificar/criar medidas de segurança alimentar.



Figura 6 - Primeiro protótipo da BIOBOX concebido

3.2. Estado de arte

3.2.1. Tecnologias usadas

O grande desafio inicial deste projeto consistiu em procurar entender melhor como funciona a temperatura grandeza física que mede o grau de agitação térmica. Traduz-se numa das medidas mais importantes, considerando a sua presença e importância no nosso quotidiano.

A Investigação de novos combustíveis, os cuidados médicos, a produção industrial, a meteorologia, o aproveitamento da energia solar e o desenvolvimento de novos motores para automóveis são apenas alguns das inúmeras fontes de aplicação das medições de temperatura.

Os registos históricos existentes situam a primeira tentativa de estabelecer uma “escala de temperaturas” entre os anos 130 e 200 d.C.

Galileo Galilei é, regra geral, considerado o inventor do primeiro termómetro, em 1592: suspendendo um tubo estreito de vidro oco, sobre um reservatório aberto, cheio de álcool colorido, no cimo do qual colocou uma esfera de vidro, também oca. Quando o ar dentro da esfera era aquecido, o mesmo expandia-se e borbulhava através do álcool. Arrefecendo a esfera, o líquido penetrava o interior do tubo. As flutuações da temperatura da esfera podiam assim ser observadas através da anotação da posição do líquido dentro do tubo.

Em 1611, Bartolomeu Telioux, de Roma, desenhou um termoscópio de uma escala; no entanto, a descrição que realizou deste dispositivo revela a sua diminuta compreensão dos princípios físicos envolvidos.

O verdadeiro “termómetro” foi inventado pelo médico italiano Santorio Santorre em 1612, através do desenvolvimento de um termoscópio a ar equipado com uma escala para leitura da temperatura.

No entanto, nenhuma escala foi universalmente aceite até 1714, quando Gabriel Fahrenheit, um fabricante holandês de instrumentos de precisão, construiu os primeiros termómetros de mercúrio - precisos e repetitivos.

Em 1821, Thomas Seebeck descobriu que quando dois fios de metais diferentes são unidos em duas extremidades e uma dessas extremidades é aquecida, circula uma corrente elétrica no circuito criado. Assim, descobriu-se o termopar, o mais importante sensor de temperatura para aplicações industriais dos dias de hoje.

Atualmente, e até ao presente dia, considera-se que a tecnologia nessa área tem demonstrando um elevado desenvolvimento.

3.2.1.1. Hardware

O diagrama de blocos na Figura 7 retrata o funcionamento da BIOBOX.

No bloco à esquerda encontra-se a BIOBOX, que dispõe de uma bateria de 7,4V com um conversor de 7,4V para 5V para alimentação dos componentes. Adicionalmente possui um módulo SIM7000E, que é utilizado por forma a fornecer o acesso à internet. No topo deste bloco situam-se os dois sensores que são responsáveis pela leitura da temperatura e humidade.

No bloco à direita figura a comunicação com o servidor, servidor este onde é realizado o processamento da informação e amostragem para o cliente, integrado num Raspberry Pi 3 B.

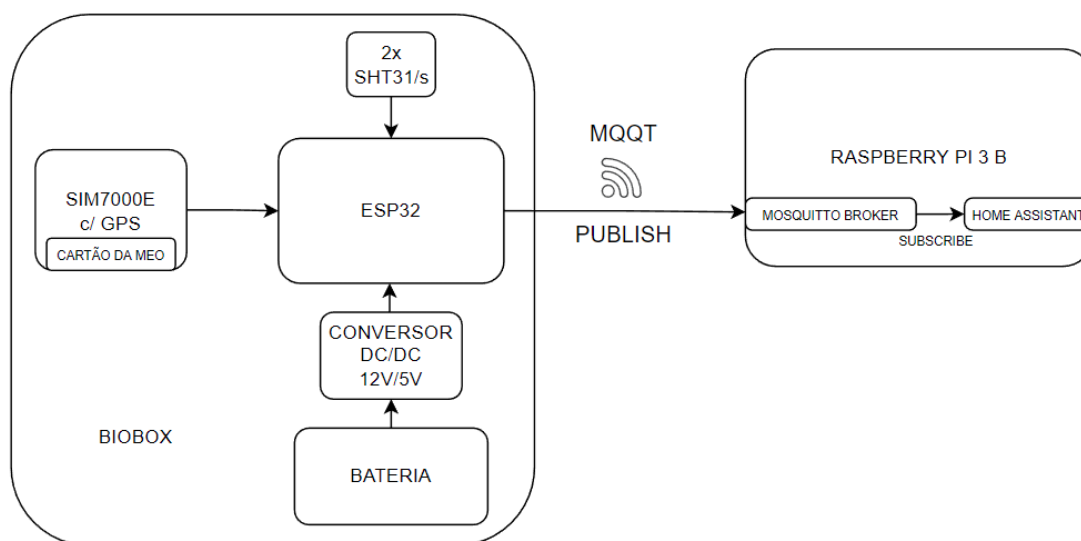


Figura 7 - Esquema de nível 1 da BIOBOX

O material utilizado neste projeto está descrito no Anexo B

Escolha dos sensores de temperatura

A par do desafio acima referido, foi igualmente preponderante estudar as diferenças entre os diferentes tipos de sensores de temperatura. Para este primeiro protótipo optámos por eleger o sensor SHT3x, um sensor de temperatura e humidade digital, permitindo assim evitar o uso de ADC's externos e de circuitos de condicionamento de sinal, tem um baixo custo, compatível com várias funções e interfaces (I²C, saída de tensão analógica), com uma faixa de tensão operacional muito ampla e amigável para aplicações (2,15 a 5,5 V), podendo ser utilizado com 2 endereços I2C distintos e seleccionáveis pelo utilizador. (Figura 8)

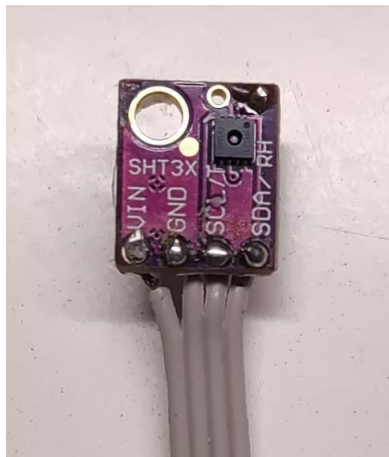


Figura 8 - Sensor SHT3x

Escolha do microcontrolador

Como opção de microcontrolador, optou-se pelo Esp32, que é um dos mais utilizados no campo de Internet of Things. (Figura 9)



Figura 9 - ESP32-WROOM-32

É um microcontrolador de 32 bits com WiFi integrado uma vez que, além de ter integração com Arduino IDE com suporte a muitas bibliotecas compatíveis, conta com a facilidade de programação carregada pela interface do Arduino. (Espressif Systems, s.d.)

A escolha do ESP32 deveu-se ao facto de o mesmo possuir WiFi integrado, vários sinais de GPIO, Bluetooth 4.2 (BLE), uma maior variedade de sinais de PWM possíveis e de canais no seu conversor Analógico-Digital. (Espressif Systems, s.d.)

Um dos motivos principais da escolha deste microcontrolador foi a sua elevada versatilidade para aplicações IoT futuras, garantindo assim uma maior variedade de opções.

Escolha do Módulo GSM

Relativamente ao modulo GSM, ponderou-se optar pelo SIM868 devido ao seu tamanho reduzido e ao seu baixo consumo e preço. No entanto, o mesmo detém um problema: só suporta o 2G. (simcom, s.d.)

Por outro lado, a nossa escolha final - o SIM7000E –, trata-se de um modelo que tem modo de economia de energia, já suporta o 4G e suporta também NB-IOT, o que o distingue como a escolha eleita tanto para este projeto como para futuros. (simcom, s.d.)(Figura 10)



Figura 10 - Modulo GSM SIM7000E

Servidor

Como servidor para visualizar os dados retirados optou-se por um Raspberry Pi 3 B 1.2v, uma ferramenta com boa capacidade de processamento tendo em conta o seu tamanho, utilizada em aplicações de imagem/vídeo em tempo real, IoT e aplicativos de robótica. É inferior a um laptop ou desktop, mas é ainda assim um computador, com baixo consumo de energia. (Figura 11)

A Raspberry Pi Foundation fornece oficialmente o sistema operacional Raspbian baseado em Debian, mas existem muitos outros devido a ser um software e hardware open source.

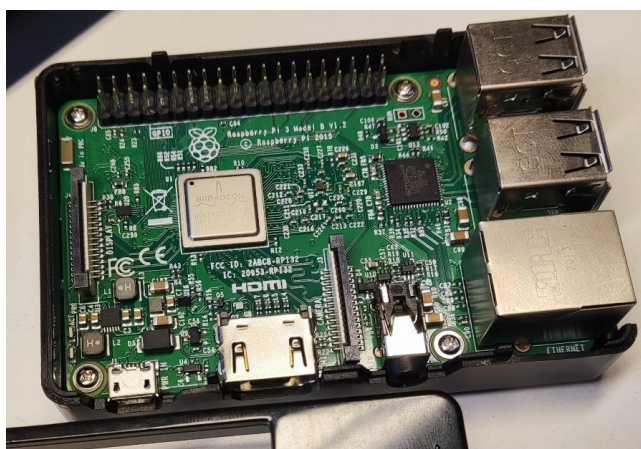


Figura 11 - Raspberry Pi 3 B 1.2v

3.2.1.2. Software

Servidor

Para esta aplicação, utilizou-se diretamente o HomeAssistant, um software gratuito e de open source de domótica, destacando-se por ser de fácil instalação e ter uma grande comunidade participativa que contribui para o desenvolvimento de componentes para as suas mais variadas funcionalidades.

Os componentes vão desde luzes e tomadas a câmaras IP, localizadores, sensores de monitorização, portões de garagem, entre outros.

No software HomeAssistant cada BIOBOX conta com três sensores, dois de temperatura/ humidade e um de GPS. Os dados são enviados pelo protocolo MQTT em pacotes JSON.

Protocolo de Comunicação

O Protocolo MQTT é um protocolo de transporte de mensagens de formato Publish/Subscribe, que possibilita a comunicação entre máquinas (M2M) e é amplamente usado para conectividade de IoT (Internet of Things). É aberto, leve e de fácil implementação. O protocolo foi desenvolvido para minimizar a largura de banda da rede e os requisitos de recursos de dispositivos restritos, proporcionando confiabilidade e maior garantia de entrega. É largamente difundido em todo o mundo por se tratar de um protocolo simples, de comunicação bilateral e com baixo consumo de dados. A sua utilização é efetuada por empresas, indústrias e sociedade em geral.

Como broker optou-se pelo Mosquitto Broker, que é de fácil integração com o HomeAssistant. Este software tem um papel fundamental no processo de publicação/assinatura, nomeadamente o de servidor intermediário. Possui também a função de filtrar todas as mensagens, recebendo-as, enfileirando-as e distribuindo-as para cada assinante, que irá receber somente as mensagens de seu interesse. (kalatec, s.d.) (Figura 12)

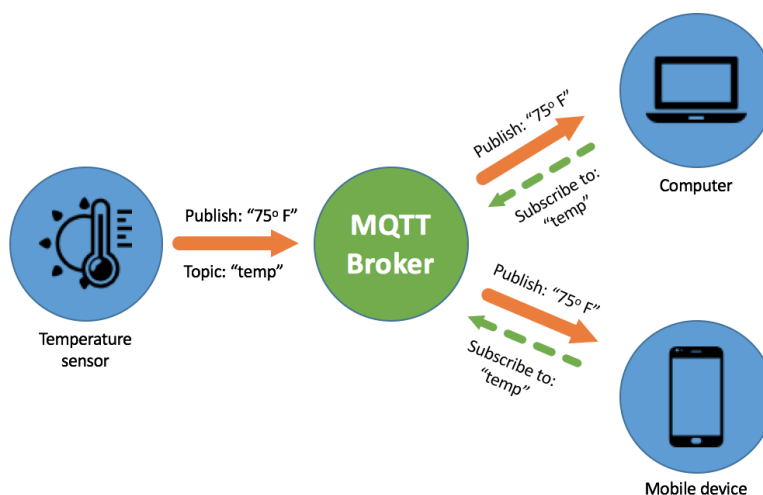


Figura 12 - Como funciona o protocolo MQTT

Formato do pacote dados

O formato JSON é utilizado para estruturar dados em formato de texto e permitir a troca de dados entre aplicações de forma simples, leve e rápida.

Para enviar toda a informação para o HomeAssistant utilizou-se três pacotes JSON, dois para os sensores de temperatura/humidade e outro para o GPS. (Figura 13)

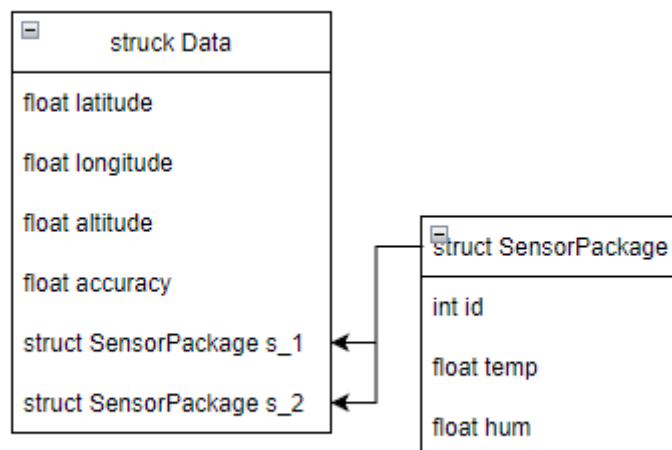


Figura 13 - Estrutura JSON utilizada

Base de dados

Como base de dados foi escolhido InfluxDB, que consiste num banco de dados específica para dados temporais, de código aberto, concebido para lidar com um alto volume de consultas e escritas por segundo sem causar muito impacto no sistema operativo.

Front End

De modo a facilitar a visualização dos gráficos optámos pelo Grafana, que possibilita a criação de dashboards dinâmicos que podem ser partilhados. Além disso, a ferramenta permite configurar alertas com base nas métricas que são analisadas de forma contínua para notificar o utilizador sempre que necessário, de acordo com as regras predefinidas. O mesmo é bastante utilizado por sistemas de monitorização para gerar gráficos real-time. Uma das suas vantagens e mais-valias é a sua facilidade de integração com o InfluxDB e HomeAssistant. (Figura 14)

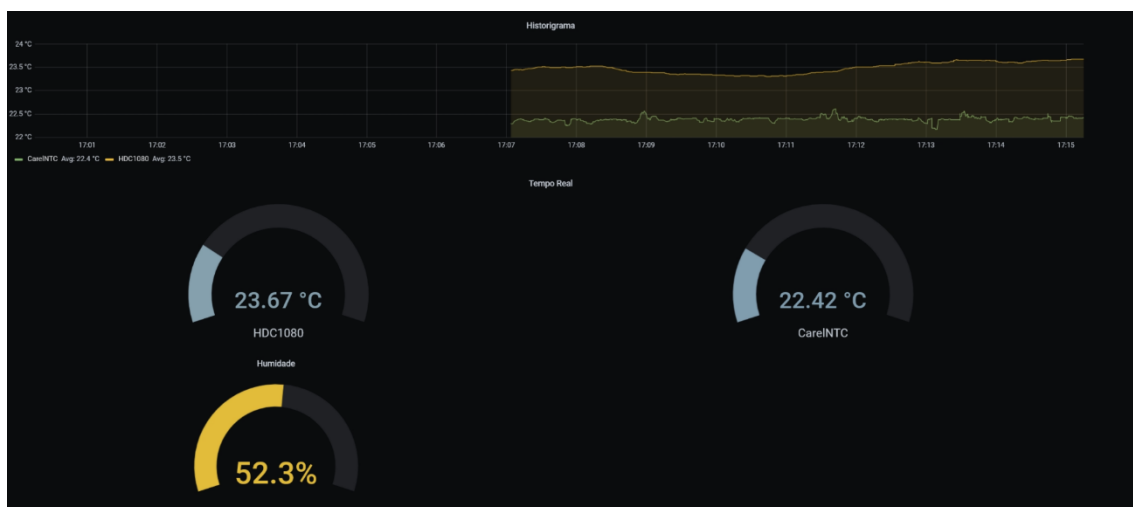


Figura 14 - Ambiente Grafana com os sensores de temperatura e humidade

3.2.1.3. Design

Para o projeto deste primeiro protótipo utilizámos o Fusion 360, um programa de interface relativamente simples criado pela Autodesk e destinado à modelagem 3D, CAD, CAM e PCB 3D para projetos mecânicos e equipamentos industriais.

O design escolhido foi completamente focado na simplicidade devido a ser um protótipo de teste. (Figura 15)

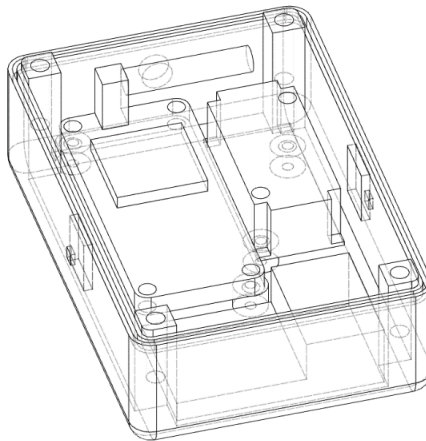


Figura 15 – Projeção do protótipo da BIOBOX em Fusion em modo wireframe

Para tornar esta projeção real utilizámos uma impressora 3D, Ender-3 V2, como uma ótima relação preço-qualidade. (Figura 16)

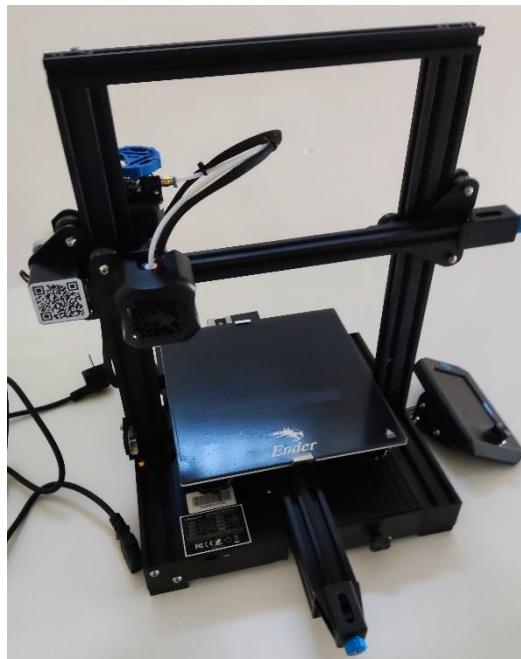


Figura 16 - impressora 3D uma Ender-3 V2

3.2.2. Projeção Futura de Aplicações

No projeto BIOBOX os próximos passos passam pela criação de novos protótipos mais trabalhados, com PCBs feitas à medida com os devidos componentes, cingindo-se

ao estritamente necessário, por forma a alcançar o menor tamanho possível, almejando-se a projeção de caixas mais pequenas.

O futuro passa igualmente pela criação de uma aplicação web à medida, onde os clientes possam inserir um código (idêntico ao das transportadoras atuais) e tenham acesso tanto ao histórico das temperaturas/humidades/GPS com aos mesmos dados em tempo real.

A ideia final é desenvolver um gadget de baixo custo que se possa alugar.

3.3. Fases de desenvolvimento

Neste projeto, a maioridade do tempo gasto centrou-se na parte da programação do ESP32 e da integração do HomeAssistant com os diferentes módulos de software do sistema. Similarmente, demorou-se algum tempo a aguardar a receção dos materiais inexistentes, devido aos constrangimentos em questões de transporte e stocks, causados pela pandemia.

Enfrentaram-se alguns percalços na utilização da biblioteca SparkFun_u-blox_GNSS_Arduino_Library.h e na integração do INfluxDB no HomeAssistant

No desenvolvimento do projeto foram realizados diversos testes de consumo de energia antes e depois de aplicar o Sleep mode. Observou-se uma notória diferença, dado que o consumo quando ESP32 trabalhava em Active mode rondava os 400mA e os 480mA e já com o Sleep mode ativo o consumo passava para os 40mA, sendo que apenas no segundo que se ligava à Internet para realizar a atualização dos dados é que subia para os 480mA. Por conseguinte, com este modo, a vida útil da bateria aumentou extraordinariamente.

Foram utilizados dois sensores SHT3x, para ter uma ideia mais precisa da leitura da temperatura/humidade. Não foram mais utilizados devido à limitação dos referidos sensores, possibilitando apenas a utilização de dois endereços.

3.4. Montagem dos componentes

O seguinte esquema tem como função demonstrar as ligações feitas entre os componentes na BIOBOX. (Figura 17)

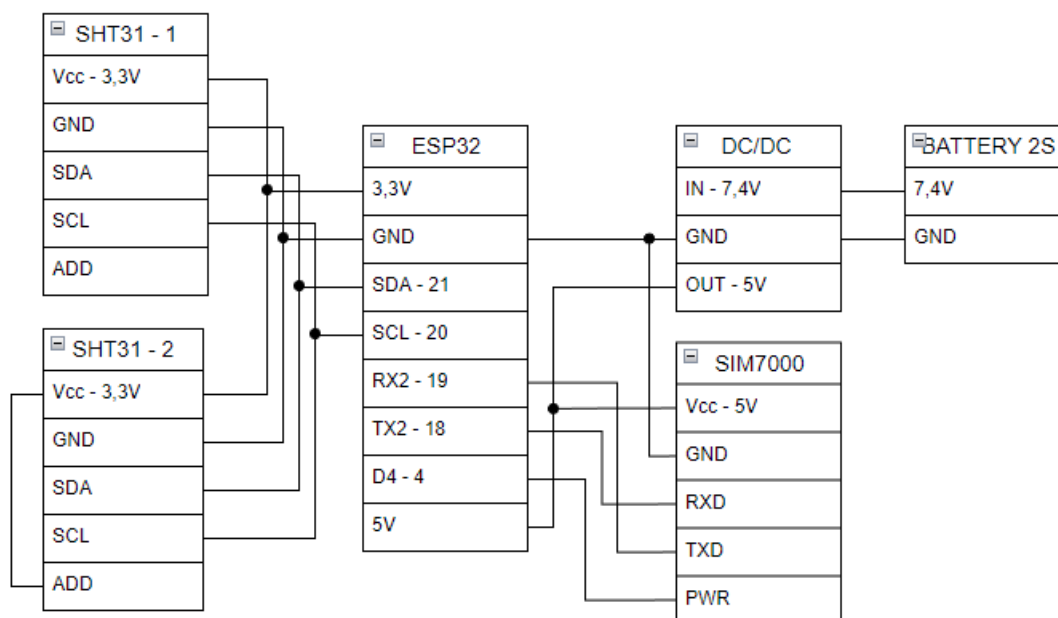


Figura 17 - Esquema de nível 2 da BIOBOX

A montagem deste protótipo foi relativamente simples, iniciando com a delineação de um esquema com o objetivo de definir todas as portas e ligações do protótipo; prosseguimos com a realização do código, que se traduziu numa tarefa mais simples dado que já tínhamos grande parte do código redigido em partes separadas devido aos testes dos componentes, sendo apenas necessário juntar os segmentos de código e adicionar algumas bibliotecas.

À medida que fomos adicionando o código fomos adicionando também os componentes numa breadboard. Após a colocação de todos os componentes a funcionar, avançou-se para a fase de prototipagem da caixa com os componentes, em que não foi perdido grande tempo devido a tratar-se do protótipo embrionário – era pretendido que no futuro fosse criada uma PCB à medida, pelo que esta caixa iria ficar desatualizada. (Figura 18)

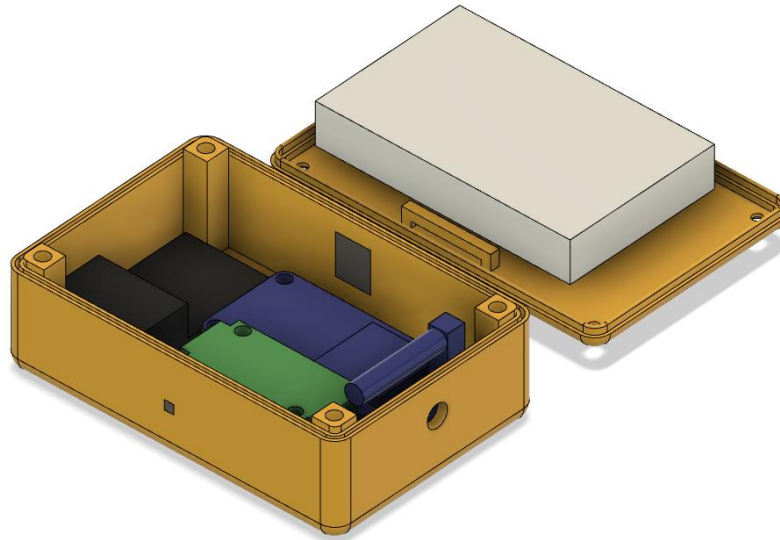


Figura 18 - Projeção do protótipo da BIOBOX em Fusion

Depois da impressão 3D e da adição de porcas especiais para impressões 3d, parafusos e uma fita de velcro para segurar a bateria, o resultado foi o seguinte: (Figura 19)

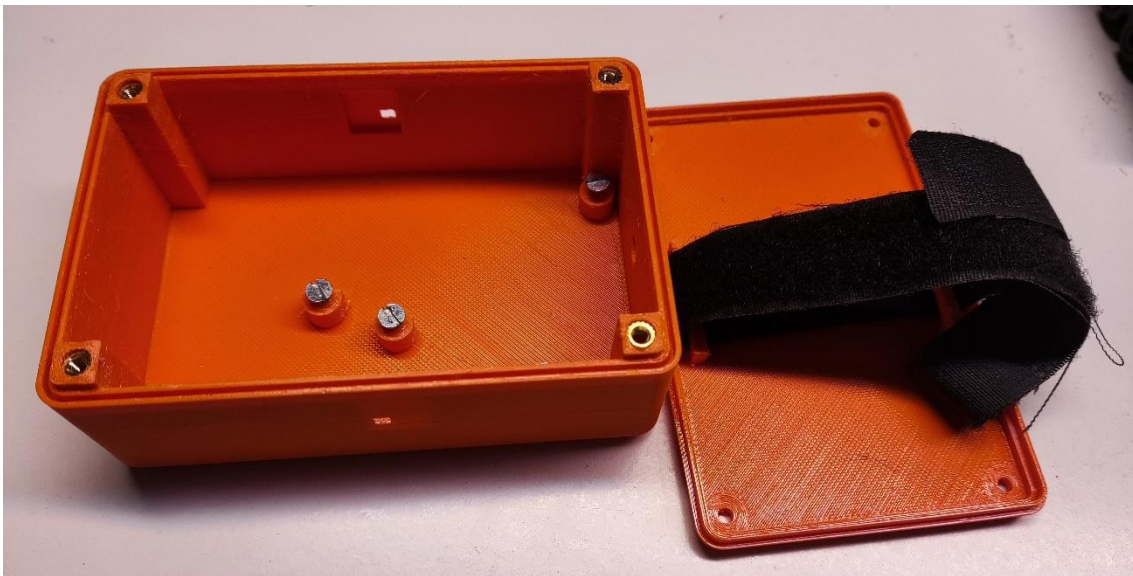


Figura 19 – Caixa da BIOBOX já impressa com todos os acessórios

De seguida passámos as ligações dos componentes. (Figura 20)

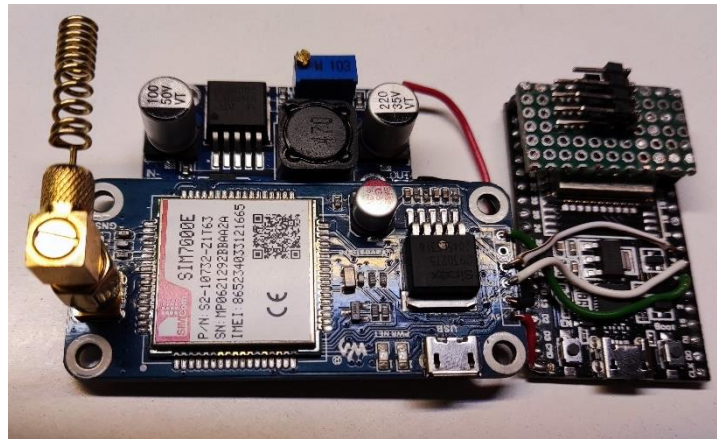


Figura 20 - Ligações do ESP, conversor e modulo SIM7000E

Para finalizar, juntaram-se todos os componentes e deu-se início aos testes.
(Figura 21)

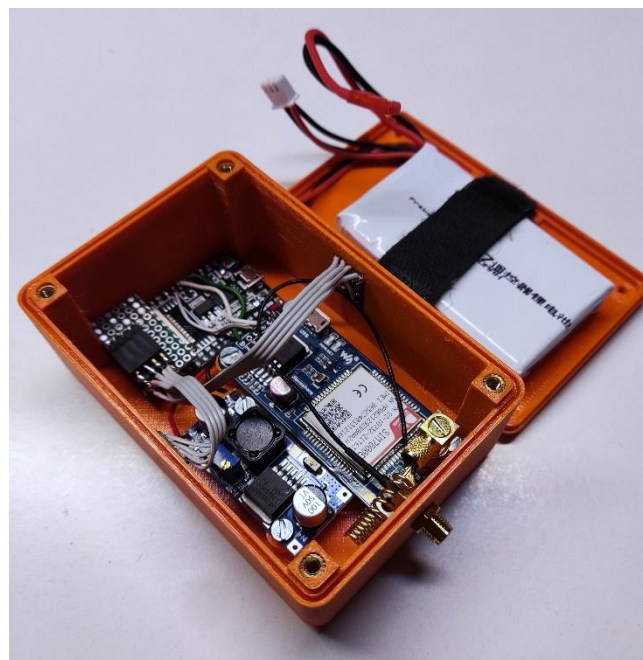


Figura 21 - Primeiro protótipo completo

3.5. Testes

1º Fase de Testes

Os primeiros testes foram realizados com o objetivo de entender se o produto funcionava corretamente e de acordo com o pretendido.

1º Teste

Teste com Caixa de cartão > Garrafa de água congelada

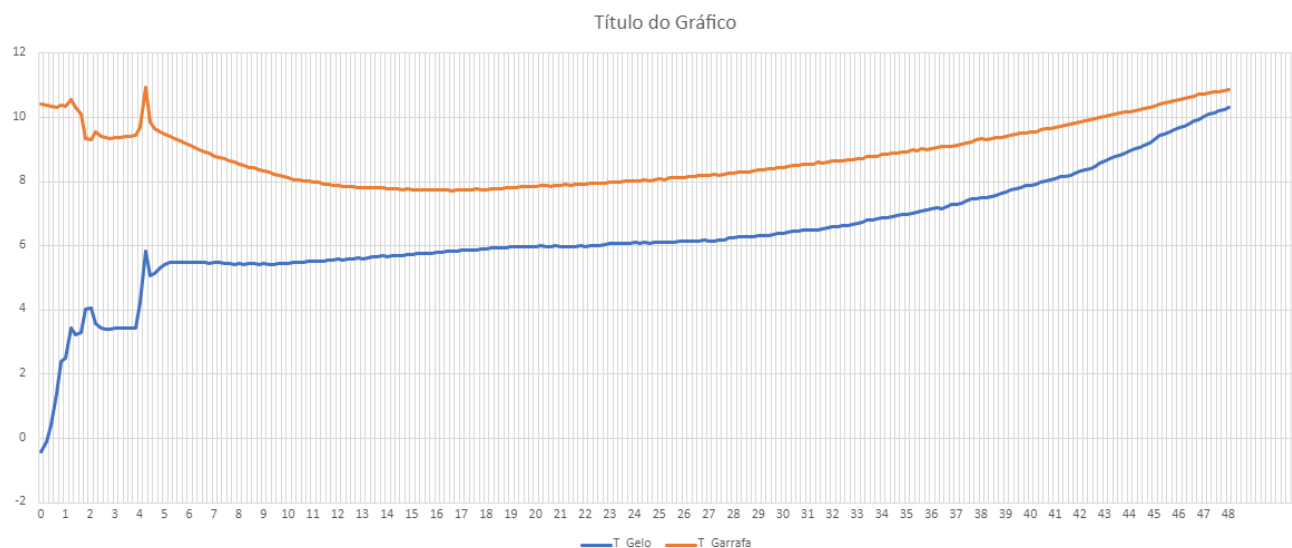


Figura 22 - Gráfico das temperaturas do teste 1

O primeiro teste, conforme o gráfico supra (Figura 22), demonstrou uma grande perda da temperatura pretendida. Considera-se que este resultado foi consequência da tentativa de colocar o equipamento na melhor posição.

2º Teste

Teste com Caixa de cartão > Garrafa de água congelada

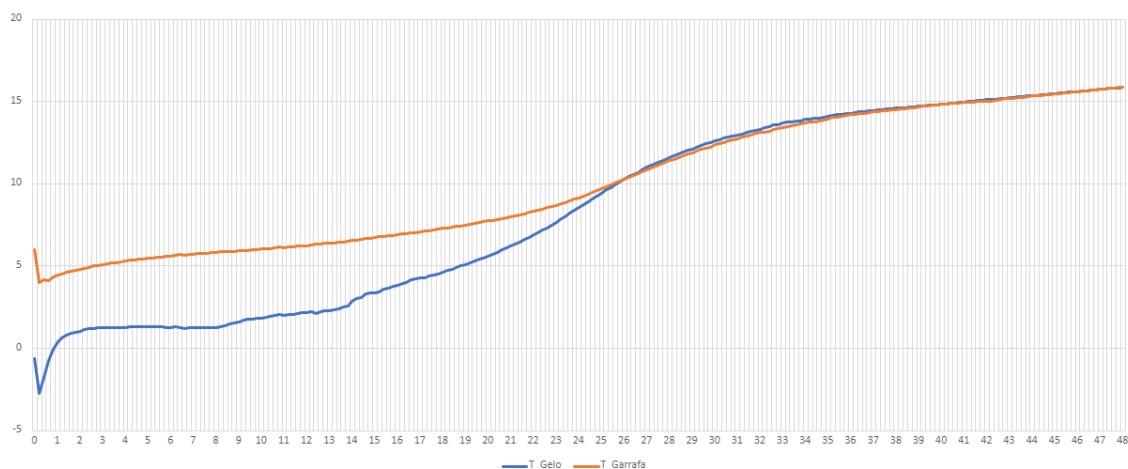


Figura 23 - Gráfico das temperaturas do teste 2

Neste segundo teste, os resultados obtidos já foram de encontro e em caminho da expectativa. (Figura 23)

No terceiro e quarto teste foram obtidos resultados muito similares à tentativa ilustrada.

2º Fase de Testes

Depois de aprofundar as pesquisas efetuadas e após a realização de alguns testes, foram obtidas algumas conclusões em relação ao pretendido e não conseguido.

Em consequência, foi trocada a caixa de cartão por uma caixa de esferovite rígido (Figura 24) para garantir um melhor isolamento do exterior. Simultaneamente, colocou-se um revestimento interior, sendo este isolamento composto por uma película refletora com alvéolos de ar, garantindo uma maior capacidade de reflexão de radiação. (Figura 25).



Figura 24 - Caixa de esferovite

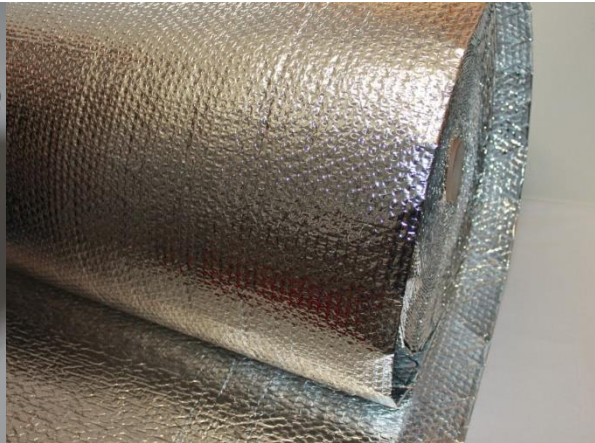


Figura 25 - Isolamento refletor

Analogamente, aumentou-se a quantidade de água nas saquetas, aumentando assim as nossas “baterias”, tendo agora 2,7L. (Figura 26).

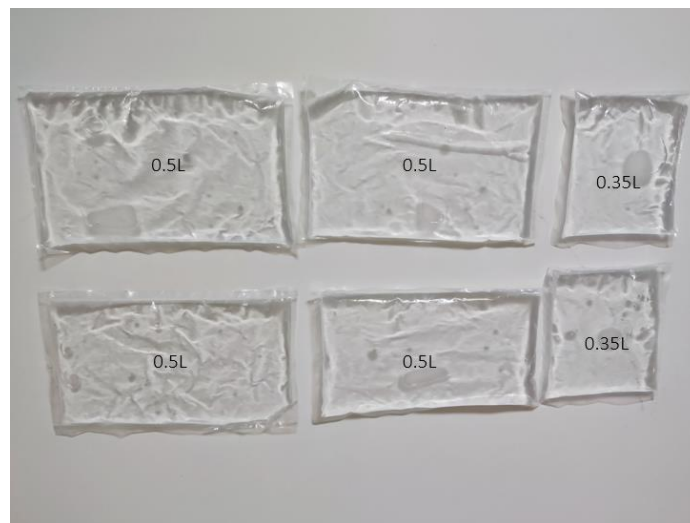


Figura 26 - Saquetas de água

Também foi alterado a disposição por forma a criar uma espécie de caixa de gelo à volta da carne. (Figura 27)

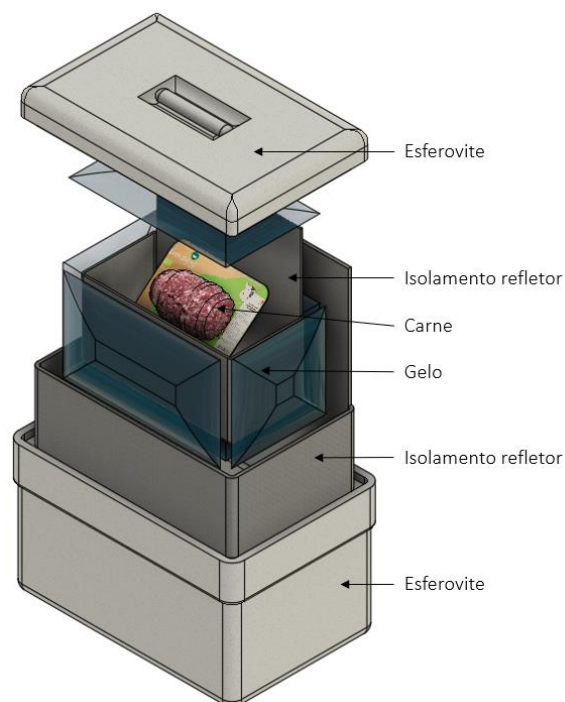


Figura 27 - Desenho 3D da disposição da caixa

O objetivo destas alterações consistiu em conseguir em 60h (2,5dias) uma temperatura inferior a 5°C

5º Teste

Teste com Caixa de esferovite > Isolamento refletor > Gelo > Isolamento refletor > Fibras absorventes (simular carne – 75g)

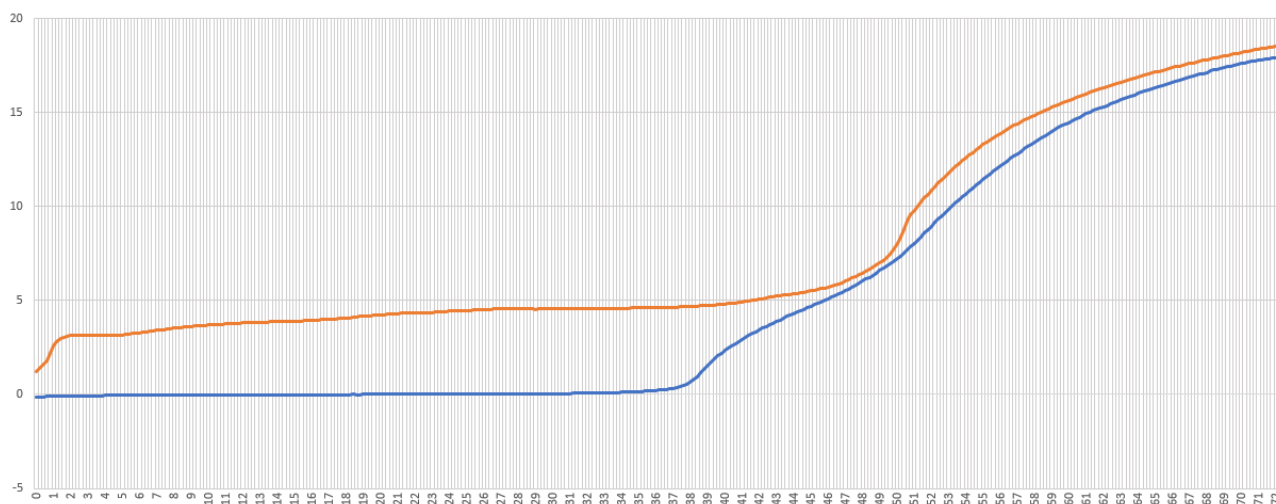


Figura 28 - Gráfico das temperaturas do teste 5

Este teste foi realizado com a BIOBOX dentro da caixa de esferovite, o que à partida, desde logo poderia comprometer algumas transmissões de dados. A mesma tinha também tido uma taxa de atualização mais elevada enviada a informação de 1s em 1s. (Figura 28)

Atribuímos os resultados menos promissores obtidos por este teste a uma fuga que ocorreu durante um deslocamento da caixa. (Figura 29)



Figura 29 - Fibras absorventes (simular carne – 75g)

6º Teste

Teste com Caixa de esferovite > Isolamento refletor > Gelo > Fibras absorventes
(simular carne - 1 kg)

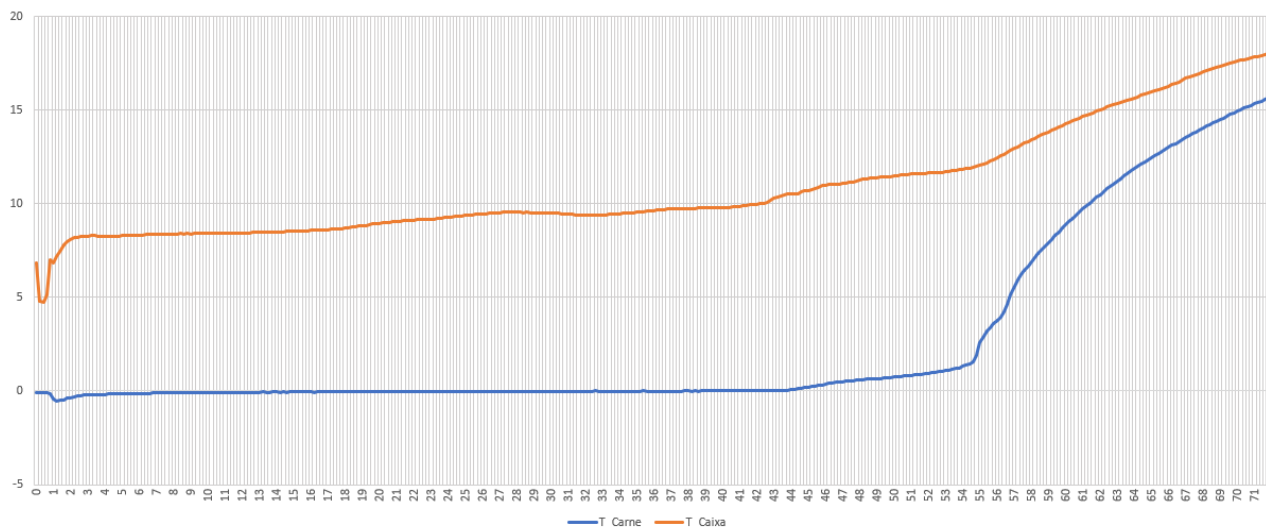


Figura 30 - Gráfico das temperaturas do teste 6

7º Teste

Teste com Caixa de esferovite > Isolamento refletor > Gelo > Fibras absorventes
(simular carne - 1 kg)

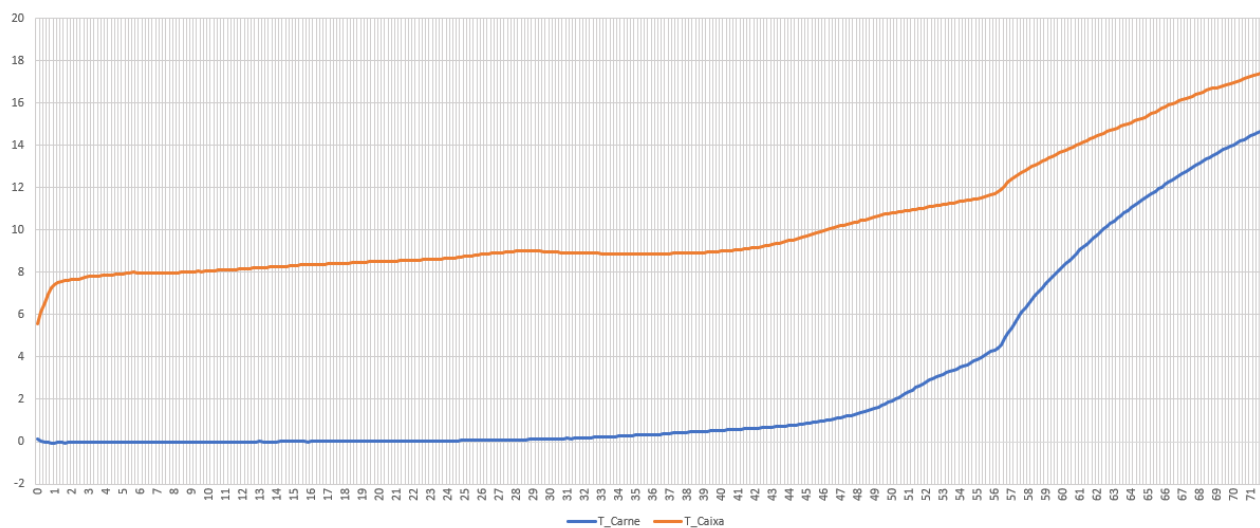


Figura 31 - Gráfico das temperaturas do teste 7

O teste 6 e 7 foram realizados obedecendo às mesmas condições. (Figura 32)



Figura 32 - Testes 6 e 7 carne em contacto com o gelo

Foram Realizados estes testes com a BIOBOX fora da caixa e baixou-se a taxa de atualização da temperatura para um minuto.

Os resultados obtidos foram mais promissores, no entanto, devido ao contato das fibras absorventes (simular carne - 1 kg) com o gelo, verificaram-se indícios de congelamento nas fibras.

8º Teste

Teste com Caixa de esferovite > Isolamento refletor > Gelo > Isolamento refletor > Fibras absorventes (simular carne – 1kg)

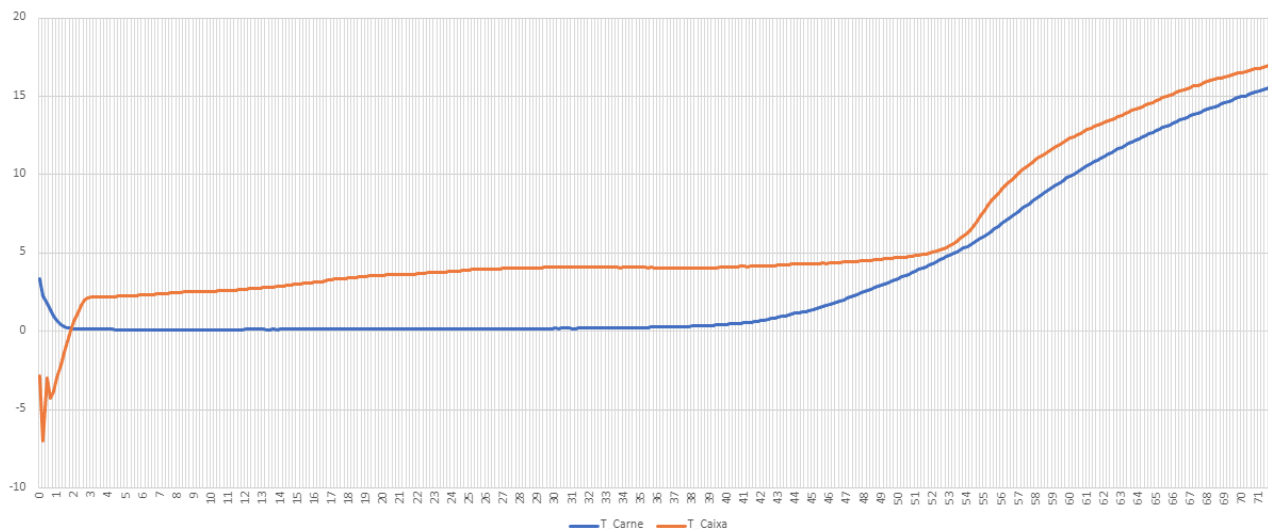


Figura 33 - Gráfico das temperaturas do teste 8

Adicionando assim o isolamento refletor entre as fibras absorventes e o gelo, e sem a existência fugas, obteve-se o resultado do teste 8, resultado este bastante favorável, no entanto, não cumprindo ainda os nossos objetivos. (Figura 33)

Foi também verificado que, em todos os testes, o gelo descongelava gradualmente de cima para baixo. (Figura 34)



Figura 34 - Estado do gelo a meio de um teste

O ponto de rutura dos testes é determinado pela passagem do sensor pela linha de gelo. (Figura 35)

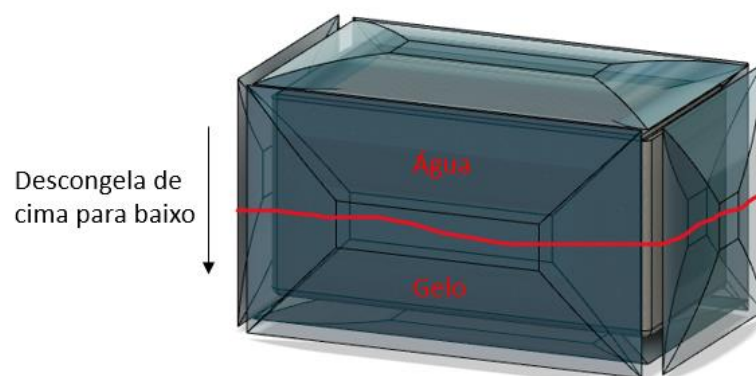


Figura 35 - Desenho 3D que indica o sentido do descongelamento

Por forma a melhorar os resultados obtidos nos próximos testes, aumentar-se-á a quantidade de água nas saquetas e colocar-se-ão o mais acima possível.

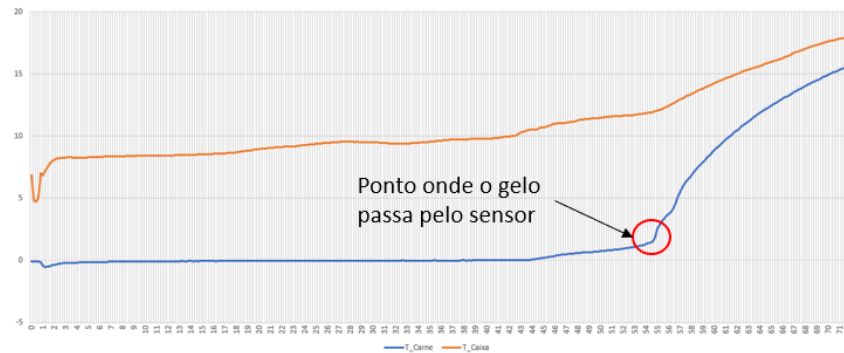


Figura 36 - Ponto de rutura dos testes

4. PROJETO ACCESSBOX

O capítulo quarto apresenta o projeto **ACCESSBOX**, após reprodução da motivação que originou o presente projeto, abordar-se-á o seu estado de arte, progredindo para a enunciação das diferentes fases do projeto e concluindo com a sua prototipagem/montagem.

O **ACCESSBOX** consiste num equipamento que é responsável pelo controlo de acessos de um equipamento, máquina ou porta, sendo o seu controlo operado por chaves RFID. Analogamente ao projeto **BIOBOX**, este também detém uma aplicação web onde o cliente pode visualizar as horas de utilização, horários ou limitar a utilização a determinada pessoa ou grupo de pessoas.

No momento detêm-se duas aplicações deste projeto em curso, sendo a primeira uma porta onde se realiza o controlo de entradas e saídas. A segunda aplicação consiste no controlo de duas máquinas.

4.1. Motivação

Idêntico ao projeto descrito no terceiro capítulo, este segundo projeto também originou de um sentido de necessidade. Inicialmente, verificou-se imprescindível a criação de um controlo de acessos genérico para máquinas industriais. Essa demanda passava por controlar o uso de uma máquina industrial através de um grupo determinado de operadores especializados, durante um tempo previamente determinado. O processo atual de controlo dessa máquina é falho, uma vez que consiste apenas numa folha de papel onde o operário regista o nome e o número de hora.

Posteriormente, pensou-se alargar esta solução para mais equipamentos, portas e aparatos mais pequenos (eletrodomésticos).

Embora o mercado já possua uma grande variedade de equipamentos idênticos, após análise, foi decidido investir no projeto. Dado que as soluções existentes são muito genéricas e por vezes não se enquadram totalmente na aplicação, dado que o que se pretendia era algo mais personalizado à natureza da empresa. Outro motivo prende-se ao

facto de muitas destas soluções limitam-se a exibir dados e não fazem tratamento de informação, pelo que, conforme indicado supra, era pretendida uma experiência de utilização mais personalizada, que ultrapassasse a exibição de dados, que permitindo a escolha de determinados parâmetros, como por exemplo o número de acessos a uma máquina.

Para começar, foi decidido aplicar o primeiro protótipo a uma porta. A porta escolhida foi a entrada no laboratório da FLYROBOTICS. Como primeiro protótipo mostrou-se imensamente útil, dado que permitiu facilitar em grande escala as entradas e saídas do estabelecimento, funcionando igualmente como um leitor de pincar o ponto.

A Segunda aplicação do projeto pretende-se que ocorra tanto numa máquina de lavar roupa como numa máquina de secar roupa, em que, à semelhança, se pretende o controlo de acesso às mesmas e a limitação do número de horas disponíveis.

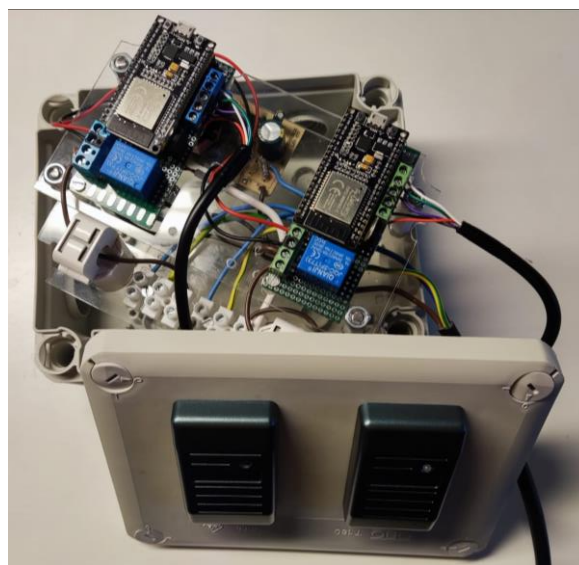


Figura 37 - Projeto ACCESSBOX para as máquinas

4.2. Estado de arte

4.2.1. Tecnologias usadas

O termo “controlo de acesso” é uma referência a prática de permissão de acesso a uma determinada propriedade, prédio, sala ou equipamento, apenas a pessoas

devidamente autorizadas. O controle físico de acessos pode ser obtido através de pessoas (um guarda, segurança ou vigilante), através de meios mecânicos (como fechaduras e chaves) ou através de outros meios tecnológicos (como sistemas baseados em cartões de acesso com RFID).

Acredita-se que o RFID e a tecnologia NFC tenham tido origens idênticas, criadas durante a Segunda Guerra Mundial. Um dos pioneiros e impulsionadores dessas tecnologias foi o revolucionário instrumento musical elétrico desenvolvido por Leon Theremin. O instrumento pode ser tocado sem toque físico graças às ondas geradas pelo instrumento se encontrarem numa frequência estática. (Paragon ID, s.d.)

Nos anos 60 diversas companhias começaram a utilizar de forma comercial sistemas de *Electronic Article Surveillance* (EAS). Os sistemas de EAS consistem num dispositivo magnético embutido nos produtos, denominados como “etiqueta” ou “tag”, que é desativado ou removido quando o item é comprado. A presença de *tags* ativas dispara o alarme se passarem por sensores colocados nas portas dos estabelecimentos. Diferente do RFID, esse tipo de EAS não identifica automaticamente uma *tag* específica, apenas deteta sua presença. Por isso, para esta aplicação, a *tag* tem apenas 1-bit.

Nos anos 80, a pedido do Departamento de Agricultura, o laboratório de Los Alamos também desenvolveu a *tag* de RFID passiva, utilizada para rastrear vacas. A sua maior utilidade consistia em evitar que hormonas e medicamentos fossem fornecidos as vacas doentes, além de servir para controlar a dosagem dada a cada animal.

Mais tarde, as empresas desenvolveram um sistema de baixa frequência (LF), que funciona em 125 kHz, resultando em transponders menores, que eram encapsulados e injetados sob a pele das vacas. Este sistema é empregue em todo o mundo até hoje. (Roberti, 2005)

4.2.1.1. Hardware

O diagrama de blocos infra retrata de forma simplista do funcionamento da ACCESSBOX. (Figura 38)

No bloco inferior temos a alimentação de 12V,

No centro, encontramos o bloco da ACCESSBOX, que contém os conversores responsáveis pela alimentação do relé e do ESP32, contendo também o ESP32, responsável pelo comando de tudo. O relé é o que nos permite poder ligar e desligar os equipamentos que queremos controlar. Por último, temos ainda o cartão micro SD, que é responsável por guardar a informação quando o ESP32 perde a conexão com a internet.

Na parte superior possuímos o RFID responsável pela leitura dos cartões de acesso.

No bloco à direita detemos a comunicação com o servidor e o próprio servidor onde é feito o processamento da informação e amostragem ao cliente.

Por último, à esquerda situa-se a alimentação do equipamento em questão, que poderá ser uma máquina, uma porta, um eletrodoméstico, etc...

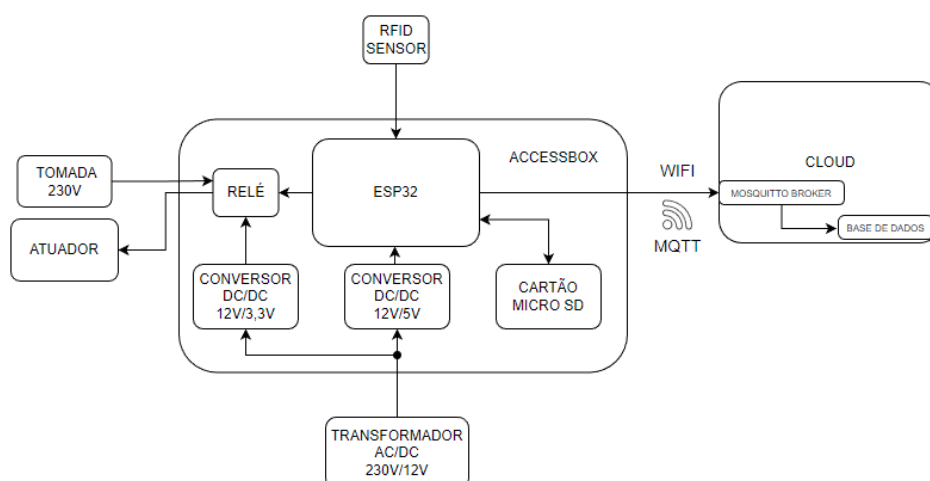


Figura 38 - Esquema genérico da ACCESSBOX

O material utilizado neste projeto está descrito no Anexo B

Escolha do leitor RFID

Relativamente ao equipamento responsável pela leitura dos RFIDs, foi dada preferência a soluções simples e baratas, para este primeiro protótipo. Complementarmente, lograva-se de um bom feedback deste equipamento. Este leitor de RFIDs frui do protocolo Wiegand, a leitura é feita em baixa frequência, que funciona em 125 kHz e é resistente à água com IP65. (Figura 39)



Figura 39 - RFID utilizado na ACCESSBOX

Porque o uso do cartão Micro SD

A utilização de cartões Micro SD foi uma atualização recente para contornar o problema da falta de Internet, uma vez que sem os cartões o sistema estava dependente de Internet para funcionar. Com esta adição, possibilitou-se a independência da Internet, sendo esta apenas necessária para adicionar/apagar cartões a base de dados e já existente nos mesmos. (Figura 40)

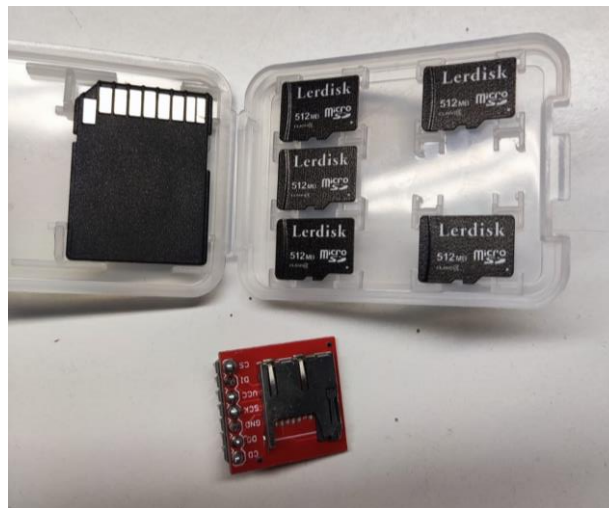


Figura 40 - Leitor de Cartões Micro SD e Cartões Micro SD

Escolha do Relé

Existem dois tipos de relés: relés eletromecânicos, uma tecnologia relativamente antiga que usa uma abordagem de projeto mecânico simples, e relés de estado sólido, muito mais novos e avançados, por conseguinte, mais complexos.

No entanto, atenta-se que nem tudo o que é complexo é necessariamente melhor do que um produto mais simples.

Optou-se pelo o relé mecânico, uma vez que o mesmo garante um isolamento galvânico, protegendo o resto do circuito. Esta referência foi escolhida com base nas especificações de corrente e tensão necessárias. (Figura 41)



Figura 41 - Réle utilizado na ACCESSBOX

Escolha do microcontrolador

À semelhança do projeto da BIOBOX, os padrões de escolha foram análogos. Para microcontrolador optou-se pelo ESP32, ótimo para esta aplicação devido ao seu WiFi integrado, suporte de interface Arduino e processador Dual-Core. (Figura 9)

Servidor

Como servidor elegemos, novamente, um Raspberry Pi 3 B 1.2v dada a sua versatilidade e fácil acesso. (Figura 11) Esta solução seria temporária pois a ideia inicial sempre foi ter um servidor dedicado.

4.2.1.2. Software

Protocolo de Comunicação

O Protocolo MQTT é um protocolo de transporte de mensagens de formato Publish/Subscribe, que possibilita a comunicação entre máquinas (M2M), sendo amplamente utilizado para conectividade de IoT (Internet of Things). É aberto, leve e de fácil implementação. O protocolo foi desenvolvido para minimizar a largura de banda da rede e os requisitos de recursos de dispositivos restritos, proporcionando confiabilidade e maior garantia de entrega. É largamente difundido em todo o mundo em consequência de se tratar de um protocolo simples, de comunicação bilateral e com baixo consumo de dados. A sua utilização é efetuada por empresas, indústrias e sociedade em geral.

Como broker, optou-se pelo Mosquitto Broker, que é de fácil integração com o HomeAssistant. Este software tem um papel fundamental no processo de publicação/assinatura, nomeadamente o de servidor intermediário. Possui também a atribuição de filtragem de todas as mensagens, recebendo-as, enfileirando-as e distribuindo-as para cada assinante, que irá receber somente as mensagens de seu interesse. (kalatec, s.d.)(Figura 12)

De modo a resolver possíveis problemas de conexão (vulgo, perdas de internet), optou-se pela biblioteca TinyMQTT, com o intuito de criar um Broker diretamente no ESP32. Deste modo, o ESP detém a capacidade de receber informação vinda dos Módulos Shelly.

Após receber informação dos módulos referidos, o ESP redireciona essa informação para o Servidor principal no Raspberry PI.

Formato do pacote dados

O formato JSON é utilizado com o objetivo de estruturar dados em formato de texto e permitir a troca de dados entre aplicações de forma simples, leve e rápida.

Para enviar toda a informação para o HomeAssistant foram utilizados três pacotes JSON, dois para os sensores de temperatura/humidade e outro para o GPS. (Figura 13)

Base de dados

Como base de dados recorreu-se ao SQLite3, uma biblioteca C, leve, baseada em disco. A mesma não requer um processo de servidor separado e permite aceder ao banco de dados valendo-se de uma variante não padrão da linguagem de consulta SQL.

Front End

Como camada de apresentação para este projeto optou-se pelo Django, um framework web Python de alto nível que ajuda no desenvolvimento rápido e design limpo e pragmático. Construído por projetistas experientes, permite resolver grande parte do incómodo do desenvolvimento da Web, para que seja possível a concentração na escrita do programa. É gratuito e de código aberto. (Django Software Foundation, s.d.)

4.2.1.3. Design

Para a projeção deste primeiro protótipo voltou a utilizar-se o Fusion 360 como no projeto BIOBOX, um programa de interface muito simples criado pela Autodesk e destinado à modelagem 3D, CAD, CAM e PCB 3D para projetos mecânicos e equipamentos industriais. (Figura 42)

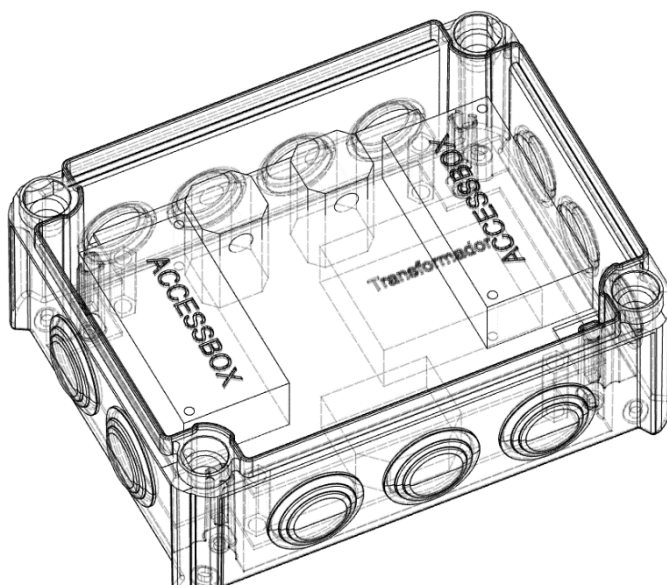


Figura 42 - Projeção do protótipo da ACCESSBOX em Fusion em modo wireframe

Para tornar esta projeção real utilizou-se uma impressora 3D uma Ender-3 V2, uma impressora como uma relação preço-qualidade ótima. (Figura 16)

4.2.2. Projeção Futura de Aplicações

O projeto ACCESSBOX tem bastante potencial tanto na área industrial como na área particular.

O futuro será passar ao próximo nível do produto já apresentado com algumas modificações tanto em hardware como de software.

Em termos de hardware, considera-se que a evolução passaria por conter PCBs feitas à medida com os devidos componentes, cingindo-se ao estritamente necessário, por forma a alcançar o menor tamanho possível. Analogamente, teria uma parte de melhor acesso para fazer as ligações. No futuro também se pretende a possibilidade de substituir o relé para abranger um maior número de máquinas com o menor custo possível.

O futuro do software consistirá em possuir uma aplicação mobile ou aplicação web de gestão de toda a utilização dos equipamentos e permitir a possibilidade de alterar os acesos em tempo real, tendo assim um maior poder de controlo.

4.3. Fases de desenvolvimento

Ao desenvolver este projeto houve um esforço para que o ESP32 fosse alimentado de forma independente da parte de comando, para que não existissem problemas de picos de corrente e outras interferências quando o relé é acionado

De modo a efetuar a redução dos 230V para 12V, foi utilizado um transformador de 2A, uma vez que após pesquisa se verificou que construir um transformador não seria o mais adequado e rentável, considerando o reduzido preço da oferta disponível no mercado.

A maioria do tempo despendido centrou-se no desenvolvimento do software, no qual a integração do Django com o SQLite significou a maior fatia. Neste seguimento, empregou-se igualmente algum tempo na programação do ESP32 para inserir os cartões micro SD.

A programação do ESP32 dividiu-se em três grandes partes, RFID, MQTT e MicroSD.

A integração com o RFID foi bastante simples, visto que já existem bibliotecas disponíveis, pelo que nesta parte da programação não existiram grandes dificuldades. A integração com o MQTT e MicroSD resultaram nas partes mais complicadas e trabalhosas.

No caso do MQTT, a maior dificuldade verificada prendeu-se com a receção dos códigos RFIDs. Quando o ESP recebe informação do MQTT, os dados chegam do Servidor como um conjunto de bytes. A dificuldade desta parte resulta em conseguir que esses bytes sejam lidos como um código inteiro.

Porém, para o ESP receber e processar a informação, é necessário que esta seja enviada do servidor já com alguma formatação. Sempre que o Servidor envia um novo conjunto de ID's, os dois primeiros dígitos detetados pelo ESP são referentes ao controlo da mensagem. O primeiro dígito (0) indica ao código que um novo conjunto de códigos irá chegar e o segundo dígito (i) indica o número de ID's presentes na mensagem.

De modo a guardar e processar a mensagem, foi criada uma variável char, que recebe cada byte do código presente na mensagem rececionada do MQTT. Após receber e guardar todos os códigos, estes são comparados com o código lido pelo RFID.

Para finalizar, a terceira parte do código consistiu na integração com o MicroSD, cuja maior dificuldade sentida nesta parte consistiu em guardar os códigos recebidos e formatados pela receção dos dados MQTT

Existiram algumas dificuldades nesta parte, no entanto, o princípio de funcionamento é muito semelhante ao código presente na função de receção de dados do MQTT; assim que os dados chegam ao ESP e são formatados pela função de receção, estes são guardados num ficheiro .txt que é lido todas as vezes que existirem falhas na ligação de Internet. Sempre que o ESP não tem conexão com o servidor e existir um sinal vindo do RFID com um código, o ESP acede à base de dados presente no MicroSD. Esses

dados são compostos pelos ID's guardados antes da queda de conexão, sendo que os referidos ID's estão separados por um caractere que será detetado pelo código responsável pela comparação, sabendo assim que já passou por um código.

Com o desenvolvimento do projeto surgiram as duas aplicações já referidas (controlo de acessos e aplicação em máquinas de lavar e secar), ambas com o funcionamento muito idêntico, possuindo uma placa onde é feito todo o controlo de acessos e o envio de informação para o servidor. A única diferença entre estas aplicações consiste em que, na aplicação nas máquinas, se adicionou uma pinça amperimétrica que realiza a leitura do consumo e avisa quando elas findam o consumo de corrente.

4.4. Montagem dos componentes

A **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, encontrada infra, faz referência ao esquema de ligações entre componentes feita no projeto ACCESSBOX.

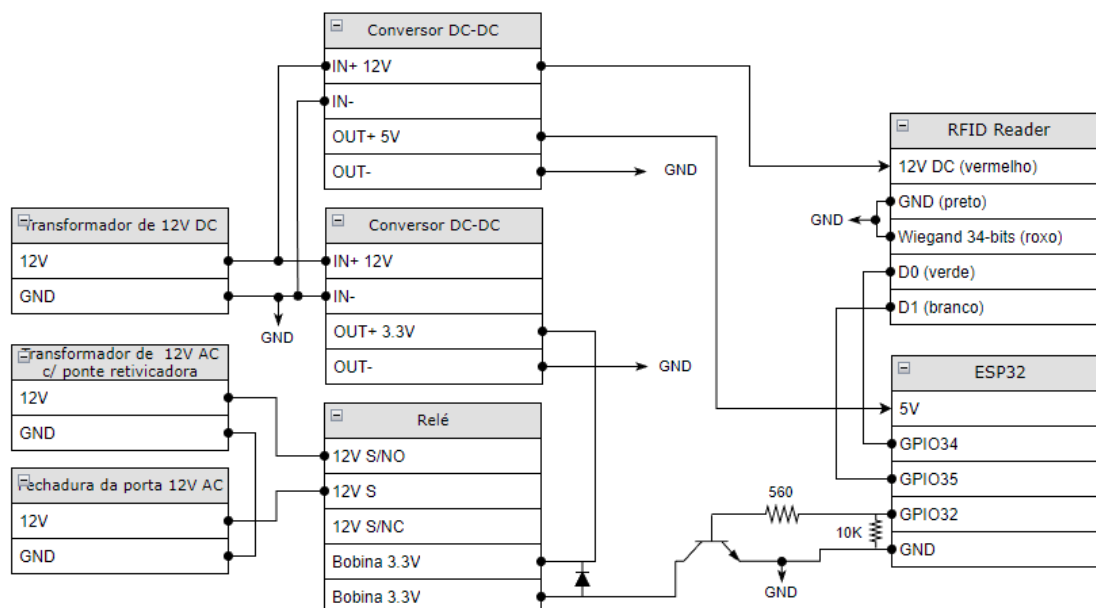


Figura 43 - Esquema de nível 2 da ACCESSBOX

Seguindo a mesma base do projeto anterior, o presente projeto iniciou-se com a delineação de um esquema com o objetivo de definir todas as portas e ligações do protótipo. Prosseguiu-se com a realização do código, fase um pouco mais morosa, considerando os desafios anteriormente elencados.

À medida que se foi adicionando o código, foram igualmente adicionados os componentes numa breadboard, até por fim concluir todos os objetivos pretendidos com o equipamento. Posteriormente adicionou-se o leitor de cartão micro SD, para que o aparelho não fosse permanentemente dependente de internet.

Quando tudo foi colocado em atividade, foi criada uma placa, usando uma PCB perfurada, possibilitando fácil acesso. (Figura 44)

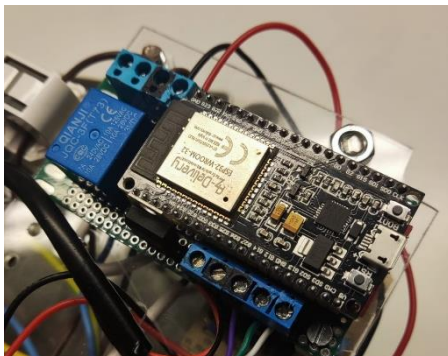


Figura 44 - Placa da ACCESSBOX das máquinas

Aplicação na porta

No caso da aplicação da porta não foi criada qualquer caixa, colocando-a diretamente no ATI. (Figura 45)

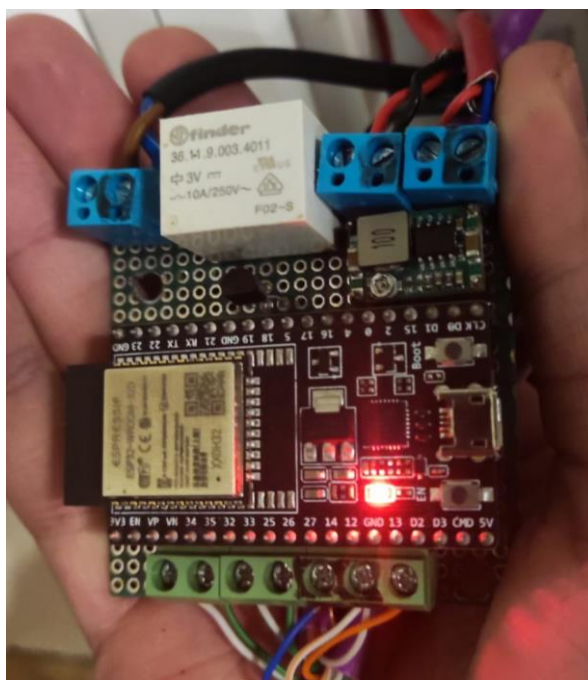


Figura 45 - Placa da ACCESSBOX da porta

Aplicação nas Máquinas

Na segunda aplicação das máquinas adicionou-se um equipamento da Shelly, modelo Shelly EM (Figura 46), que contém até duas pinças amperimétricas de 50A, responsáveis pela medição das correntes em cada máquina. (Figura 47)



Figura 46 - Modelo Shelly EM



Figura 47 - Pinças amperimétricas de 50A

Esta adição tem como objetivo saber os consumos das máquinas, mas mais importante, saber quando elas acabam cada ciclo de funcionamento. (Figura 48)

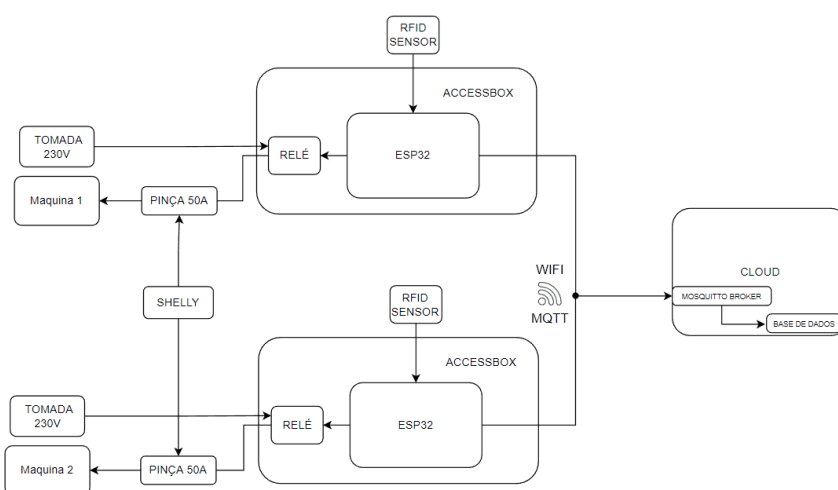


Figura 48 - Esquema de nível 1 de uma aplicação em máquinas

Considerando tratar-se de um protótipo, desenvolveu-se uma estrutura que possibilitasse a remoção por forma a permitir a alteração a qualquer momento. (Figura 49)



Figura 49 - 3D da ACCESSBOX

A caixa desta segunda aplicação consiste num equipamento da marca OBO Bettermann, modelo T160 com 176mm de comprimento, 135mm de altura e 67mm de fundura. (Figura 50)



Figura 50 - Caixa T160 da OBO

Desta maneira, existiu uma tentativa de se efetivar um equipamento que pudesse controlar grande parte das máquinas, mas que, simultaneamente, não fosse invasivo para com a máquina. (Figura 51)



Figura 51 - Aplicação do projeto ACCESSBOX em máquinas terminado

5. ASV

No presente capítulo procede-se à descrição e desenvolvimento do projeto ASV realizado no estágio.

O projeto ASV consiste num veículo de superfície autónomo capaz de realizar ao longo do tempo várias medições em diferentes locais, mapeando assim uma determinada área.

Este capítulo será iniciado com a abordagem da motivação por detrás da realização deste projeto. De igual modo, será abordado o estado de arte que passará por referenciar as tecnologias utilizadas, bem como as suas aplicações, passando pela enunciação das diferentes fases do projeto, concluindo com a sua prototipagem/montagem.

Considerando as diferentes complexidades de cada um dos projetos, importa referir que o projeto ASV será alvo de uma análise mais detalhada, dada a sua já referida complexidade superior em relação aos demais projetos, bem como à maior quantidade de tempo despendida com o mesmo durante a duração do estágio.



Figura 52 - Primeiro teste feito no rio

5.1. Motivação

Após uma sucinta pesquisa na área de parâmetros de poluição de rios, barragens e albufeiras, encontraram-se diversos problemas sem respostas concisas, o que se traduziu numa oportunidade de marcar a diferença.

Existe uma fraca monitorização e medição nesta área, o que leva à falta de dados espaciais, temporais e informação relativamente aos parâmetros químicos em cursos de água naturais. Atualmente, na esmagadora maioria dos casos, as mediações são feitas através de dois processos:

- (1) operador que se desloca para observações pontuais ou retirar amostras de água que são posteriormente analisadas em laboratório;
- (2) sensores fixos instalados em localizações específicas;

O transtorno do segundo ponto gera-se devido ao facto das redes fixas de sensores apenas medirem no local onde estão instaladas, sendo necessário um grande número de nós para cobrir áreas representativas. Por conseguinte, muita informação que pode ser relevante é perdida em espaços onde não são feitas quaisquer observações;

Plataformas de superfície permitem não só monitorizar parâmetros na água, mas também parâmetros da qualidade do ar, dado que monitorizar parâmetros do ar com plataformas terrestres possui uma dificuldade acrescida devido ao tipo de terreno e a utilização de drones ainda se encontra muito limitada pela autonomia. Embora neste caso a mediação seja limitada à zona aquática, a área coberta é muito mais vasta.

Para zonas de maior profundidade, apenas medir os parâmetros à superfície da água pode não ser o suficiente. Deste modo, considera-se que utilizar um guincho nas plataformas de superfície tem a vantagem de deter um menor custo, dado que a componente mecânica é mais simples. Adicionalmente, garantem comunicação bem como localização com sistemas GNSS e/ou RTK, visto que abaixo da superfície da água estes sistemas de comunicação e localização não funcionam - efeito da atenuação das ondas em meio aquático.

Condições atmosféricas bem como outros fatores externos causam constantes alterações no ambiente que necessitam de ser acompanhadas. Um maior volume de dados

permite analisar evoluções ao longo do tempo, extrair tendências ou servir de alarmística para permitirem intervenções mais rápidas ou outras tomadas de decisão.

5.2. Estado de arte

5.2.1. Tecnologias usadas

Veículos de superfície não tripulados (USVs) consistem em embarcações marítimas capazes de operação não tripulada. Gozam de graus variados de autonomia, desde veículos controlados remotamente até a um nível de autonomia que permite tomar as suas decisões durante a missão com o mínimo de intervenção humana. Estes últimos podem dar-se pela nomenclatura de veículos autônomos de superfície (ASVs). Como esses veículos marítimos não tripulados podem ser operados remotamente por pilotos, a partir de locais seguros, são adequados para operações em áreas perigosas, nomeadamente em ambientes hostis, áreas poluídas ou locais contaminados por energia nuclear.

Os USVs são comumente utilizados em operações militares para detetar e neutralizar minas submarinas. Com o decorrer do tempo, verificou-se também a sua utilidade para realizar uma primeira abordagem a embarcações suspeitas, através de vídeo e áudio-vigilância, traduzindo-se num risco mínimo humano. (Figura 53)



Figura 53 - Embarcações ASV Multifunção - Modelo C-Sweep

Os USVs controlados remotamente já demonstraram seu potencial para uso comercial, apresentando-se como uma solução económica e rentável para a inspeção de base de pontes com sistemas de sonar. (Figura 54)

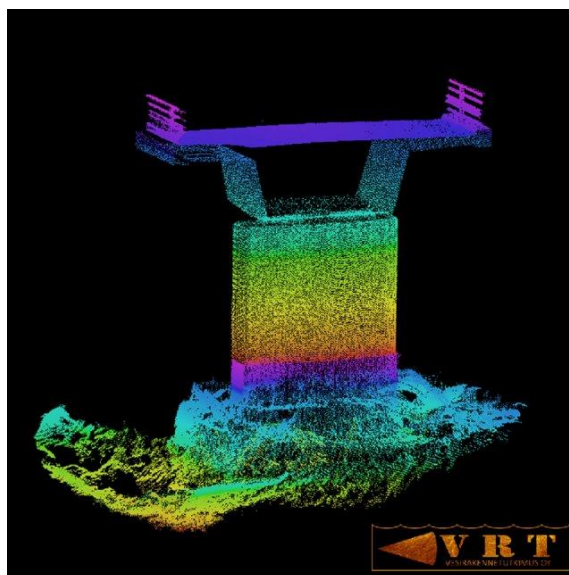


Figura 54 - Inspeção da base da ponte com sonar feito por USVs

Uma vez que os USVs são capazes de transmissões de rádio e acústicas, podem ser empregues como plataformas de comunicação para sistemas de rede entre ambientes aéreos, marítimos e subaquáticos, bem como para auxiliar a navegação submarina.

Além do mais, os USVs podem ser projetados para operar no mar por meses, em alguns casos até anos. Com base nesses fatores, os navios de apoio às operações marítimas podem ser necessários apenas para lançamento e recuperação destes veículos, sendo o restante das missões executadas e monitorizadas a partir de uma estação de controlo terrestre, cuja comunicação é efetuada via satélite. Partindo deste conceito, o custo de operações de longo prazo pode verificar uma redução significativa.

Um bom exemplo da utilidade dos USVs é o trabalho em equipa, em enxame. Uma equipe de USVs pode ser equipada com sistemas de sonar, com o intuito de procurar e prevenir possíveis ameaças submarinas em áreas estratégicas. Essa multiplicação de força é também imensamente benéfica para pesquisas oceânicas em larga escala, nomeadamente para levantamentos ambientais e coleta de dados hidrográficos.

Regra geral, os USVs/ASVs são maiores que os veículos subaquáticos autónomos (AUVs), permitindo maiores cargas úteis e capacidade da bateria. Ao permanecer na superfície, podem aproveitar a energia solar ou eólica para melhorar ou suprir completamente as suas necessidades de energia ao longo do tempo. (Maritime Technology and Research, 2019)

5.2.1.1. Hardware

Na realização deste projeto decidiu-se que a divisão em sistemas seria a melhor abordagem, onde poderíamos avançar de forma independente em cada sistema, procedendo-se à sua junção aos poucos, para por fim obter a solução ideal.

O Projeto foi dividido nos seguintes blocos: (Figura 55)

Sistema de Autonomia/Alimentação (SA) – Este sistema é responsável pelo recarregamento das baterias com energia solar e pela gestão da alimentação de todos os outros sistemas.

Sistema de Propulsão (SP) – Responsável pelo movimento do ASV

Sistema de Controlo (SC) – O sistema de controlo recebe toda a informação e envia para os respetivos sistemas.

Sistema de Comunicações (SI) – É o sistema que responsável pela interação com a parte humana, recebe comandos e envia informação.

Sistema de Monitorização da água (SM) – Todos os sensores de análise de águas são ligados neste sistema.

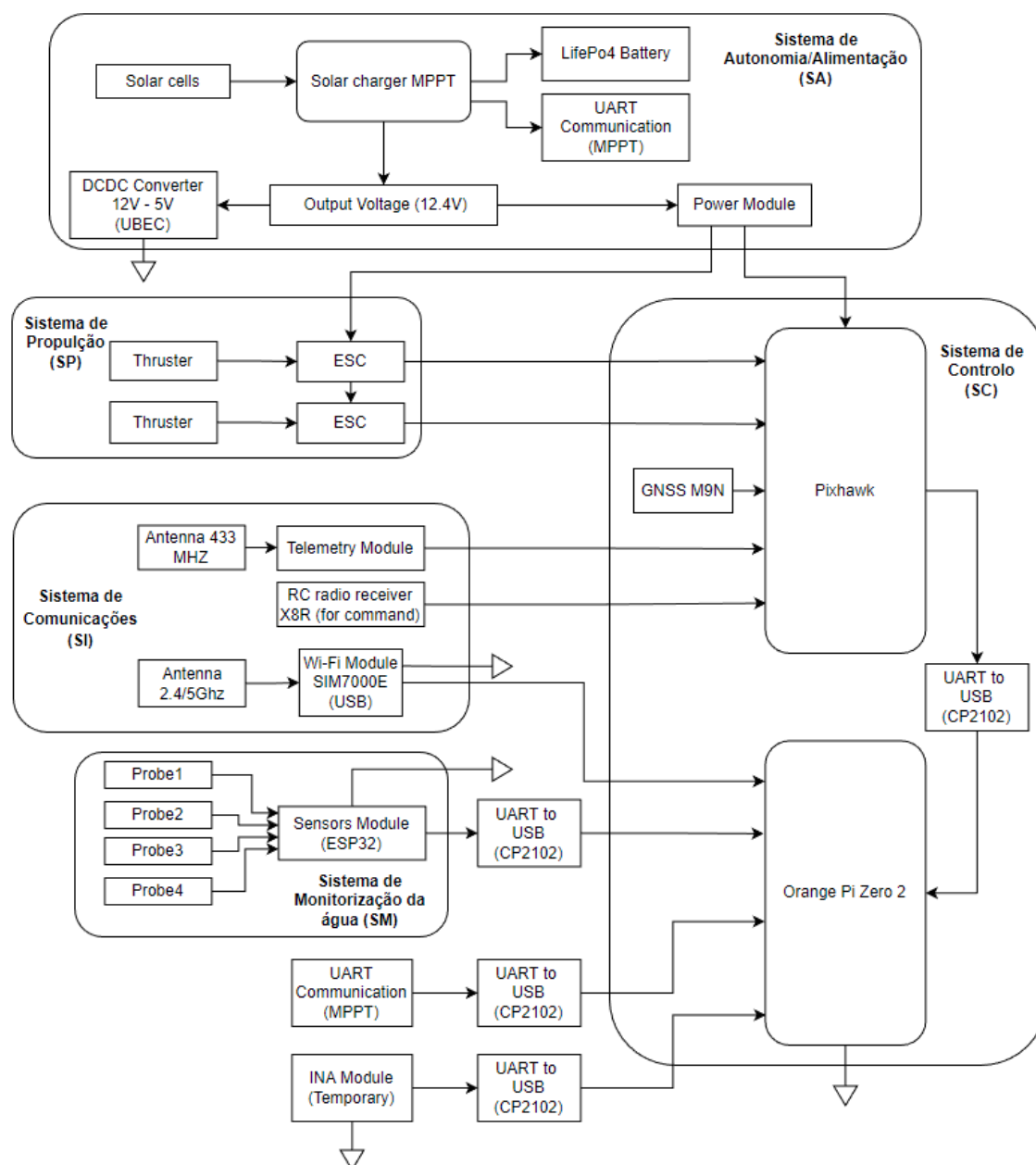


Figura 55 - Esquema de nível 1 interno do ASV

O material utilizado neste projeto está descrito no Anexo B.

Sistema de Autonomia/Alimentação (SA)

Para projetar este sistema começamos por fazer um modelo energético para termos uma base, um ponto de partida, por onde pudéssemos começar a ter uma ideia de números, ter uma ideia do consumo das baterias assim com do número de células.

Este Modelo esta representado no Anexo C

Escolha das células

A escolha das células fotovoltaicas demonstrou-se um desafio devido à grande variedade de ofertas no mercado. Foi assim realizado um estudo de mercado focado em algumas células que davam a impressão de ir de encontro ao pretendido e expectável. Nesse estudo de mercado, foi tido em conta a área [m²], considerado o reduzido espaço detido, a densidade de potência [W/m²], por forma a obter uma ideia mais concisa da relação entre a potência e o espaço, o preço por watt, com o objetivo de conseguir uma boa qualidade-preço e, por fim, foi considerado também o design. (Figura 56)



Figura 56 - Células fotovoltaicas escolhidas

Após a análise efetuada, optou-se por células redondas com:

Dimensões (diâmetro): 800mm

Potência máxima: 2W

Corrente de trabalho: 70mA

Tensão de funcionamento: 6V

Tensão de circuito aberto: 6.6V

Corrente de curto-circuito: 350A

Eficiência de conversão: 18(%)

O restante estudo esta no Anexo D

Escolha do MPPT

A escolha do MPPT não se verificou morosa, uma vez que já se detinham boas referências dos produtos da Victron Energy. Deste modo, a solução mais adequada ao pretendido, fornecida pela Victron Eenergy, consiste no modelo BlueSolar MPPT 75/15, com poder para carregar baterias de 12V e 24V a 15A e com uma saída de tensão 75V e de corrente de 15A dos painéis solares (PV).

Este modelo conta com uma localização do ponto de potência máxima (MPPT) ultrarrápida, uma vantagem mais notória quando o céu está parcialmente nublado e a intensidade luminosa varia constantemente. Possibilita, igualmente, a opção por um controlo e monitorização remota; a função inteligente (BatteryLife) de saída da carga evita os danos causados pelo esgotamento das baterias, permitindo configurar a tensão em que o MPPT desliga uma carga, evitando assim um consumo excessivo a partir das baterias, preservando a mesma e prolongando a sua vida útil. (Victron Energy, s.d.) (Figura 57)



Figura 57 - MPPT da Victron Eenergy modelo BlueSolar MPPT 75/15

Escolha da Bateria

As baterias são o componente mais importante do projeto, pelo que devido a isso, a procura e escolha do produto mais adequando às necessidades e expectativas que o projeto exigia, traduziu-se numa tarefa com um dispêndio de tempo muito elevado, mesmo embora já se detivessem boas referências de algumas marcas, como por exemplo a NIDO ROBOTICS. Optou-se por procurar uma alternativa mais em conta para este primeiro protótipo do projeto, pelo que estudo do mercado teve assim como critérios a Energia/Peso [Wh/g], Energia/Volume [Wh/cm³] e Preço por Watt.Hora [€/Wh]. Após análise, foi elegida uma bateria da Miady, LiFePO₄ de 12,8 V e 7,2 Ah com BMS incorporado, sendo uma bateria que proporciona uma autonomia de cerca de 1h em terreno para os testes atuais. (Figura 58)



Figura 58 - Bateria da Miady

O restante estudo encontra-se no Anexo E

Sistema de Propulsão (SP)

Escolha dos Motores

Optou-se por propulsores integrados, dado os mesmos facilitarem a construção mecânica, dispondo também maior resistência a água. Foi também considerado o feedback positivo em resultados deste tipo de propulsores obtidos em projetos anteriores. (Figura 59)



Figura 59 - Thrusters usados no ASV

Sistema de Controlo (SC)

Escolha da unidade de processamento

O Orange Pi é uma excelente alternativa ao Raspberry Pi, sendo um pouco mais barato e possuindo uma maior disponibilidade no mercado, motivo principal pelo qual o mesmo foi eleito. Tem um processador ARM que tem um bom equilíbrio entre potência/eficiência energética, é dotado de um conjunto de periféricos uteis com portas USB, ETHERNET, WI-FI integrado. (Figura 60)

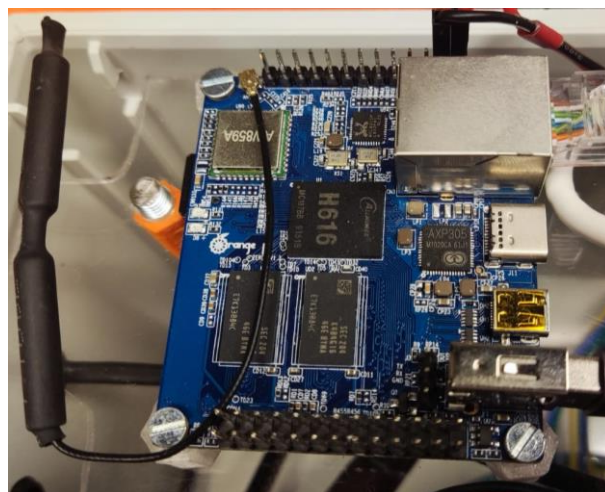


Figura 60 - Orange Pi Zero 2 utilizado no projeto ASV

Sistema de Comunicações (SI)

Escolha do Módulo GSM

O módulo GSM escolhido foi o SIM7000E, trata-se de um modelo que tem modo de economia de energia, já suporta o 4G e suporta também NB-IOT, o que o distingue como a escolha eleita tanto para este projeto como para futuros. (simcom, s.d.)(Figura 10)

Sistema de Monitorização da água (SM)

Escolha das Sondas

A opção pelos seguintes indicadores teve génese na sua elevada importância tanto em águas para consumo próprio como para agricultura e solos

Esta escolha traduziu-se num longo tempo de pesquisa, devido à discrepância de preços no mercado. A principal questão colocada no seio desta escolha consistiu em ponderar até que ponto é que compensava a qualidade-preço. Após solicitar vários orçamentos, optou-se pela aquisição da gama Gravity da Dfrobot.

A Serie Gravity é open source, modular, plug and play, possuindo uma boa qualidade e robustez, ideal para desenvolver projetos.

Escolhemos os seguintes sensores:

Sensor Analógico de Oxigênio Dissolvido (DFrobot, s.d.) (Figura 61)

Características:

- Sonda galvânica, sem necessidade de tempo de polarização
- A solução de enchimento e a tampa da membrana são substituíveis, com baixo custo de manutenção
- Fonte de alimentação de ampla faixa de 3,3 ~ 5,5V, compatível com a maioria dos microcontroladores Arduino
- Saída analógica 0~3.0V, compatível com todos os microcontroladores com função ADC.

Especificações:

- Faixa de Detecção: 0~20mg/L
- Tempo de resposta: até 98% de resposta total, em 90 segundos (25 °C)
- Faixa de pressão: 0~50PSI
- Vida útil do eletrodo: 1 ano (uso normal)
- Período de manutenção: Período de substituição da tampa da membrana: 1~2 meses (em água barrenta); 4~5 meses (em água limpa) Período de substituição da solução de enchimento: Uma vez por mês
- Comprimento do cabo: 2 metros
- Conector da Sonda: BNC

Placa conversora de sinal:

- Tensão operacional: 3,3 ~ 5,5 V
- Sinal de saída: 0~3,0V
- Conector do cabo: BNC
- Conector de Sinal: Interface Analógica de Gravidade (PH2.0-3P)
- Dimensão: 42 mm * 32 mm



Figura 61 - Sensor Analógico de Oxigênio Dissolvido

Sensor Analógico TDS (DFRobot, s.d.) (Figura 62)**Características:**

- Entrada de tensão ampla: 3,3 ~ 5,5 V.
- Saída de boa compatibilidade: saída de sinal analógico de 0 ~ 2,3 V, compatível com controlador de 5 V ou 3,3 V.
- Fonte de excitação CA: evita efetivamente a polarização da sonda.
- Sonda à prova d'água.

- Fácil de usar: compatível com Arduino, conexão simples, plug and play sem solda.

Especificações:

- Número de agulhas: 2.
- Comprimento Total: 83cm.
- Interface de conexão: XH2.54-2P.
- Cor preta.

Placa conversora de sinal:

- Tensão de entrada: 3,3 ~ 5,5V.
- Tensão de saída: 0 ~ 2,3V.
- Corrente de trabalho: 3 ~ 6mA.
- Faixa de medição TDS: 0 ~ 1000ppm.
- Precisão de medição TDS: $\pm 10\%$ FS (25 °C).
- Tamanho do módulo: 42 * 32mm.
- Interface do Módulo: PH2.0-3P.
- Interface do elétrodo: XH2.54-2P.

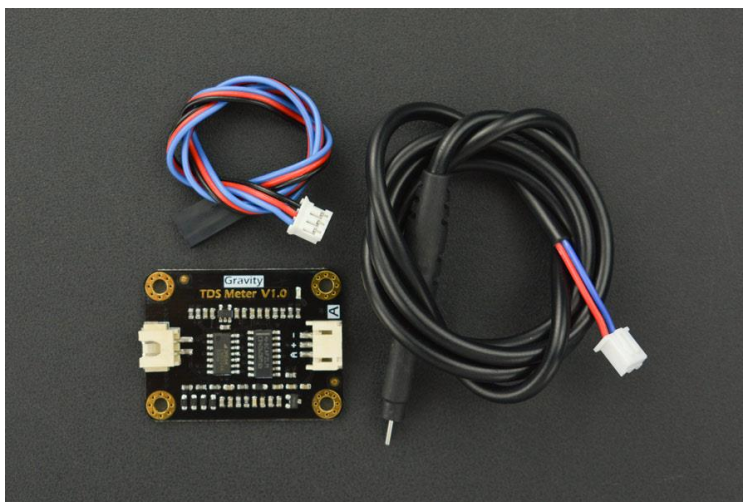


Figura 62 - Sensor Analógico TDS

Sensor Analógico de pH (DFRobot, s.d.) (Figura 63)

Características:

- Entrada de tensão ampla de 3,3 ~ 5,5 V.
- Sinal de saída filtrado por hardware, baixo jitter.
- Conector de gravidade e conector BNC, plug-and-play, sem necessidade de solda.
- A biblioteca de software suporta calibração de dois pontos e identifica automaticamente a solução tampão padrão.

- Tamanho e conector uniformes, convenientes para o projeto de estruturas mecânicas.
- Sonda Industrial - Suporta Medição 7*24.
- Transmissor atualizado - mais preciso e estável.

Especificações:

- Tipo de Sonda: Grau Industrial.
- Faixa de Detecção: 0~14.
- Faixa de temperatura: 0~60°C.
- Precisão: $\pm 0,1\text{pH}$ (25 °C) .
- Tempo de resposta: <1min.
- Vida útil da sonda: 7*24 horas >0,5 anos (dependendo da qualidade da água).
- Comprimento do cabo: 500 cm.

Placa conversora de sinal:

- Tensão de alimentação: 3,3~5,5V.
- Tensão de saída: 0~3,0V.
- Conector da Sonda: BNC.
- Conector de Sinal: PH2.0-3P.
- Precisão de medição: $\pm 0,1$ a 25 °C.
- Dimensão: 42 mm * 32 mm/1,66 * 1,26 pol.



Figura 63 - Sensor Analógico de pH

Sensor Analógico de Condutividade Elétrica (DFRobot, s.d.) (Figura 64)

Características:

- Mais fácil de medir os dados de temperatura compensada.
- Plug-and-play, sem necessidade de solda.

Aplicações:

- Hidroponia.
- Aquicultura.
- Detecção de água ambiental.

Especificações:

- Tensão de alimentação: 3,3-5,0V.
- Sinal de saída: 0-3V.
- Tipo de Sonda: Grau Industrial.
- Constante da Célula: K=1.
- Detetor de temperatura: termômetro de resistência de platina PT1000.
- Alcance Máximo: 1-2200 μ s/cm.
- Faixa Prática: 100-2000 μ s/cm.
- Temperatura de operação: 0-50 °C (sem congelamento).
- Resistente à pressão: 0,5MPa.
- Nível à prova d'água: IP68.
- Comprimento do cabo: 5m



Figura 64 - Sensor Analógico de Condutividade Elétrica

Para juntar todos estes sinais analógicos utilizámos um Módulo ADC I2C ADS1115 de 16 bits (DFRobot, s.d.) (Figura 65)

Características:

- Suporta tensão de alimentação ampla de 3,3 a 5,0 V.
- Sinal de nível digital I2C de 3,3V, otimizado para Raspberry Pi.
- Interface Gravity I2C, plug and play.
- Interruptor de seleção de endereço I2C integrado, suporta cascata de dois módulos ADC.

- Cabeçalhos de 3 pinos codificados por cores, plug and play com sensores analógicos de gravidade.

Especificações:

- Tensão de alimentação (VCC): 3,3~5,0V.
- Faixa de Detecção de Sinal Analógico: 0~VCC.
- Número de canais analógicos: 4.
- Bits ADC: 16 bits.
- Corrente operacional: 2~3mA (Não inclui módulo sensor).
- Tipo de Interface: Gravity I2C.
- Nível de interface: alto 3,3 V, baixo 0 V.
- Tamanho do produto: 32 mm * 32 mm (1,26 pol. * 1,26 pol.).

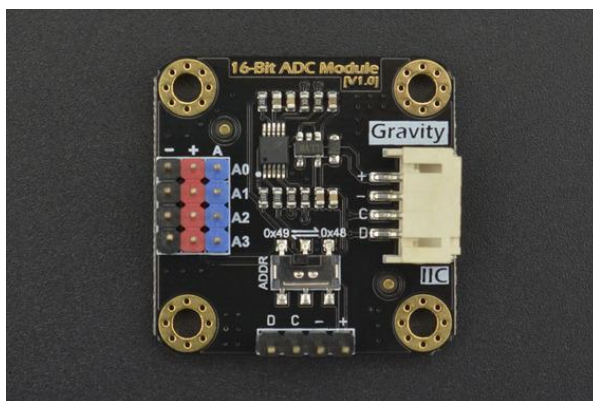


Figura 65 - Módulo ADC I2C ADS1115 de 16 bits

5.2.2. Projeção Futura de Aplicações

Este projeto tem como principal objetivo a utilização de plataformas móveis (ASV) equipadas com sensores que permitem mapear vastas áreas de espaço, oferecendo um volume de informação representativo no espaço, bem como no tempo. Estas plataformas podem mapear com padrões de trajetórias fixas ou adaptar o movimento com base nas medições ou previsões, dirigindo-se para localizações que possam fornecer dados mais ricos em informação. As mesmas podem também ser combinadas com sensores fixos instalados em posições estratégicas que necessitem uma constante monitorização.

O futuro deste projeto passará pela adição de um guincho que possa levar as sondas a uma maior profundidade e, simultaneamente, possa fazer de âncora para que quando estiver parado num local com corrente ou ventos fortes não se afaste do ponto original, poupando assim energia a voltar ao trajeto. Pretendia-se, no futuro, adicionar um

sonar para tornar possível a realização de um mapeamento do fundo das águas, e assim ter uma melhor noção de como atuar. Pensa-se-se igualmente adicionar uma câmara para que seja possível adquirir uma noção mais aprofundada quando for necessário fazer uso de um modo manual; igualmente, seria muito útil contra intrusos.

5.3. Fases de desenvolvimento e montagem

O projeto está dividido em diversas partes, cada uma foi projetada separadamente e adicionada posteriormente ao produto final.

5.3.1. Estrutura externa

A escolha da tipologia do barco demonstrou-se um grande desafio, resultante de problemas que foram surgindo à medida que se iam pensando em soluções.

Inicialmente, pretendia-se algo que pouco dispendioso e de fácil criação, para que fosse possível criar uma grande frota a custos reduzidos, resultando assim na ponderação de soluções em PVC. (Figura 66 à Figura 70)

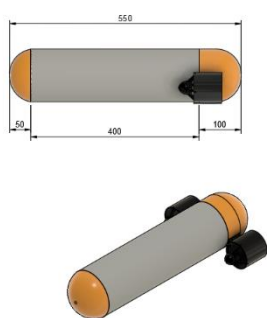


Figura 66 - 3D do Protótipo I

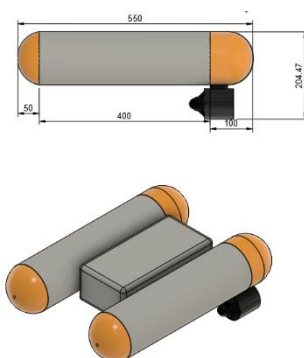
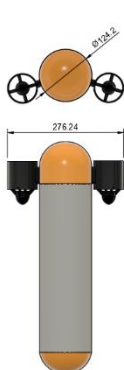
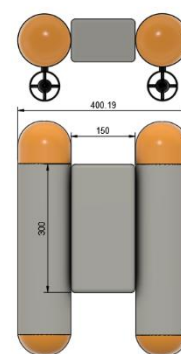


Figura 67 - 3D do Protótipo II



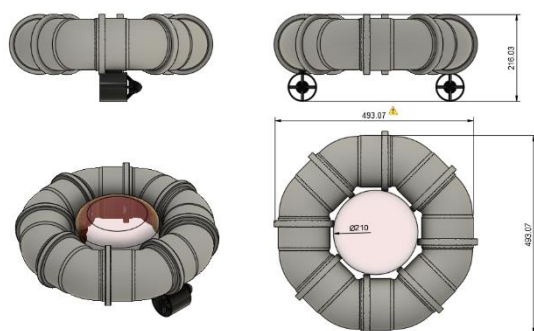


Figura 68 - 3D do Protótipo L45

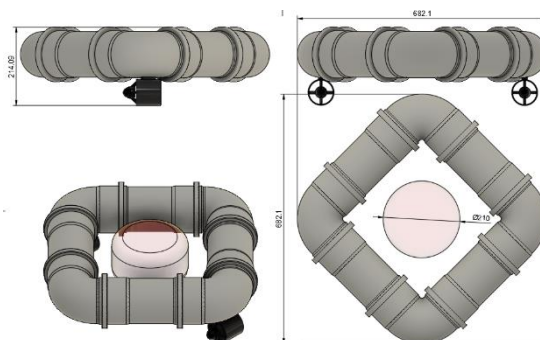


Figura 69 - 3D do Protótipo L90

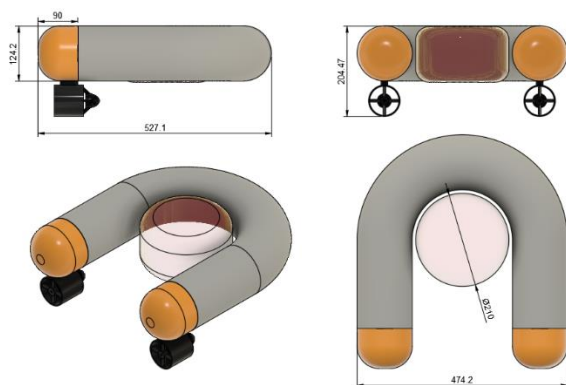


Figura 70 - 3D do Protótipo U

A solução em formato de torpedo consistiu na que mais ia de encontro ao pretendido, dado ter a possibilidade tanto de funcionar de maneira semelhante a um “sempre em pé” como em forma de donut, feita com joelhos de PVC de 45°, que resultaria numa área para colocar células fotovoltaicas superior.

Optou-se pela eleição da solução dos joelhos de PVC de 45°, devido a o seu fator de autossuficiência, com as células fotovoltaicas.

Iniciou-se a realização do mesmo através da projeção de várias soluções em 3d, prosseguindo pela tentativa de reprodução das mesmas em PVC. (Figura 71 e Figura 72)

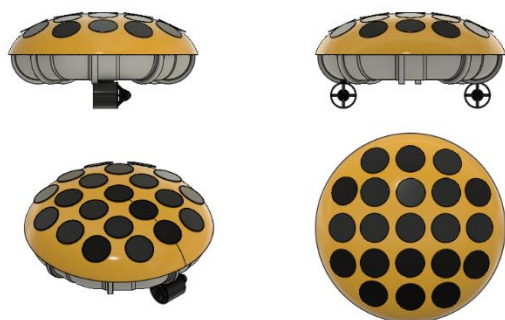


Figura 71 - 3D do protótipo escolhido já com o domo e as células



Figura 72 - Primeiro protótipo realizado do ASV

Com esta mesma solução existiu a tentativa de realizar alguns testes de hidrodinâmica, por forma a verificar a possibilidade da mesma se tornar viável. (Figura 73)

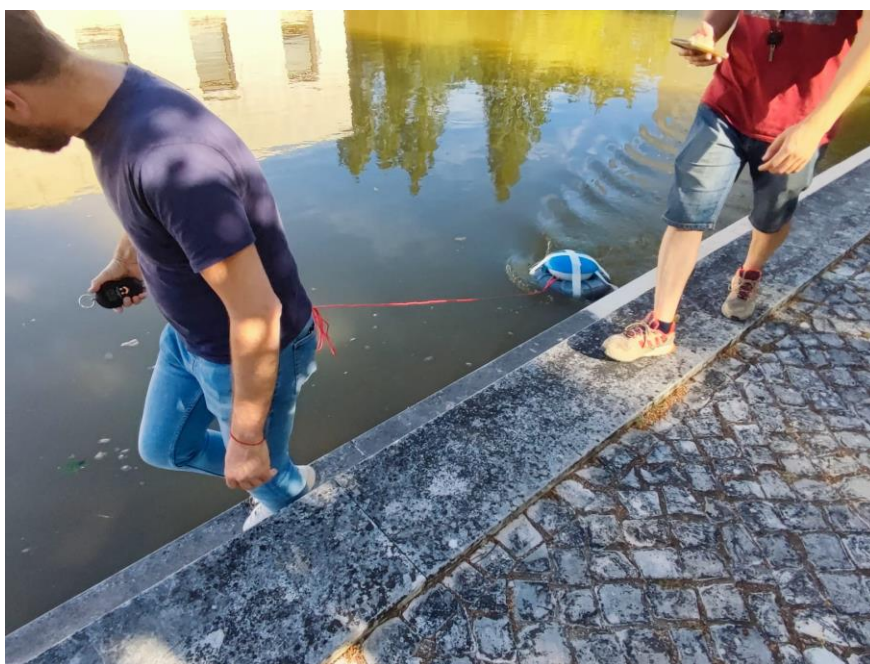


Figura 73 - Testes realizados no lago do IPT

Chegou-se à conclusão de que poderia efetivamente traduzir-se em uma solução viável.

Passando a próxima fase, ascendeu outro problema: considerando o elevado volume de componentes eletrónicos necessários, a área e espaço do mesmo era limitado, sendo este limite 23cm x 23cm x 15cm. Ponderou-se realizar uns acrescentos nos joelhos

45°, no entanto, rapidamente se verificou que além de se tornar muito mais trabalhoso, ocorria um maior risco de fugas.

Ao fim de alguns estudos. Chegou-se à conclusão que a melhor solução seria adquirir uma boia salva-vidas já com as dimensões desejadas. (Figura 74 e Figura 75)

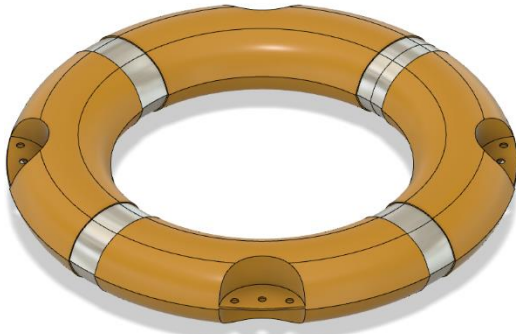


Figura 74 - 3D da boia salva-vidas



Figura 75 - boia salva-vidas

Esta boia possuía as medidas ideais para uma caixa que conseguia atingir as medidas de 30cm x 30cm por 17cm, o que nos proporcionava espaço de sobra para adicionar baterias maiores e mais componentes no futuro. (Figura 76)

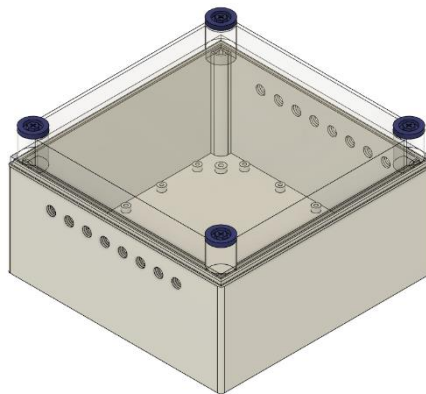


Figura 76 - 3D da caixa do ASV

78)



79 e Figura 80)



Figura 79 - Suporte dos sensores



Figura 80 - Suporte dos sensores montado

Por fim, a estrutura obtida para o suporte para as células, feito de uma parabólica com 1m de diâmetro, que se liga a estrutura base por meio de parafusos. (Figura 81)



Figura 81 - Parabólica já pintada e furada pronta a levar as células

5.3.2. Estrutura interna

A disposição da eletrônica da caixa também foi alvo de muita discussão e ponderação até ser obtido o resultado final pretendido.

Tentou criar-se uma estrutura que pudesse sair da caixa, por forma a que possibilitasse a realização de alterações sem grandes obstáculos. Adicionalmente, foi tido o cuidado, na solução de dois andares, de deixar a eletrônica ruidosa como ECSs o mais longe possível dos sistemas mais delicados, como o de monitorização. (Figura 82 à Figura 84)

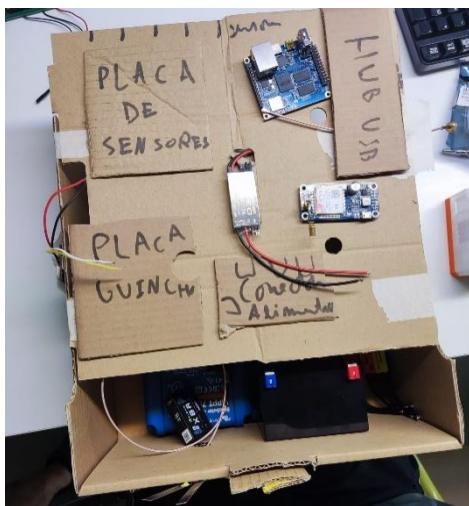


Figura 82 - Primeira disposição dos componentes

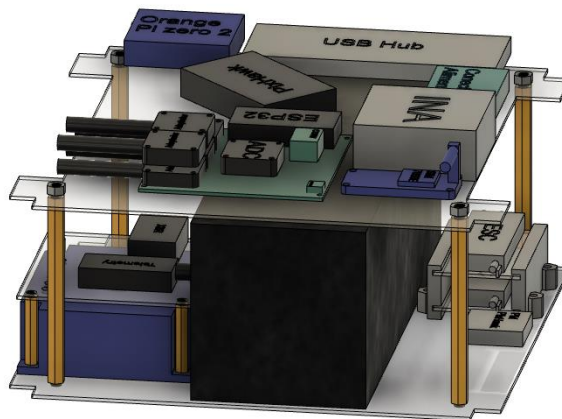


Figura 83 - 3D da solução para a eletrônica

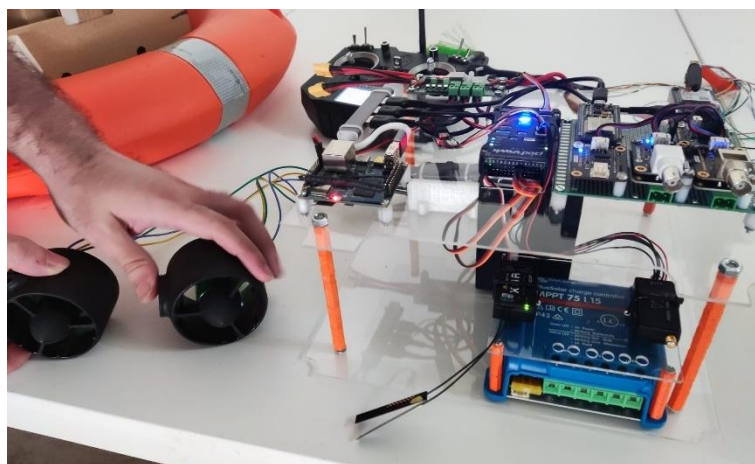


Figura 84 - eletrônica já montada

5.3.2.1. Sistema de Autonomia/Alimentação (SA)

O sistema apresentado na Figura 85 é responsável pelo recarregamento das baterias com energia solar e pela gestão da alimentação de todos os outros sistemas.

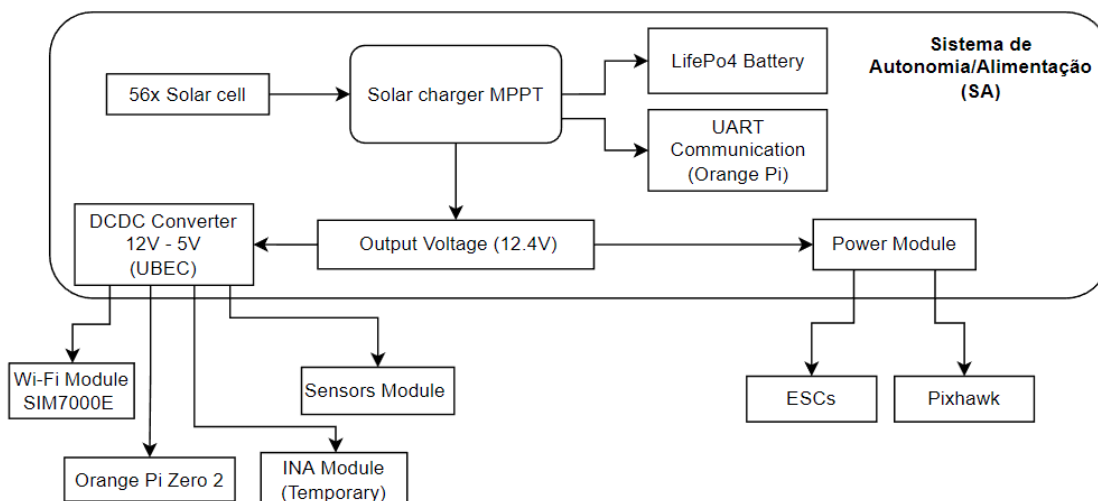


Figura 85 - Sistema de Autonomia/Alimentação (SA)

Este sistema não foi desenvolvido todo de uma só vez; à medida que o projeto foi avançando, foram adicionados componentes, conforme se verificou necessário.

Ainda em fase de teste, utilizou-se apenas uma fonte de alimentação a 12.4V para alimentar os circuitos iniciais detidos, não tendo sido possível realizar, por completo, até ao fim do estágio, o circuito responsável por recarregar as baterias com energia solar.

A introdução da bateria foi das últimas coisas efetuadas, de modo a garantir-se que tudo se encontrava em condições.

Circuito das células fotovoltaicas

O projeto das células foi a última tarefa realizada no âmbito do estágio, não tendo sido possível o seu término na totalidade.

Foi possível colocar 56 células divididas em series de 8 num total de 7 paralelos, que com a intensidade máxima podem chegar aos 56V a 0,5A - o equivalente a ter uma potência de 28W

Para impermeabilizar as células foi utilizada resina epóxi, criando-se também capas para a parte de baixo. (Figura 86 e Figura 87)



Figura 86 - Proteção inferior



Figura 87 - Aspeto final das células no domo

Placa do UBEC

Esta placa é responsável pela alimentação de todos os circuitos de 5V, tendo também duas saídas de 12V para possíveis adições no futuro. (Figura 88)

No momento alimenta:

- Modulo SIM700E
- Orange PI Zero 2
- Placa dos sensores
- Placa INA (Temporário)

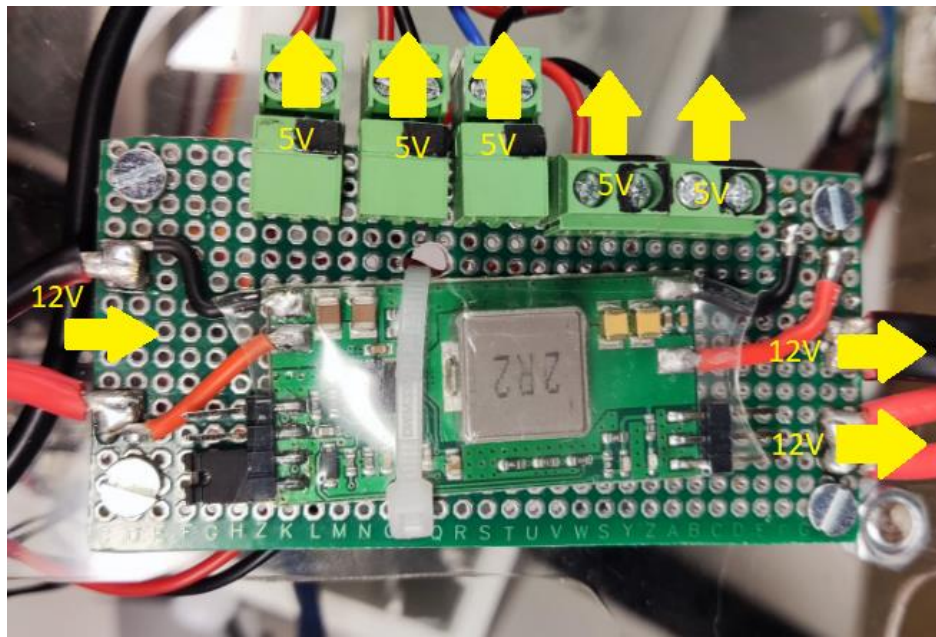


Figura 88 - Placa UBEC com as respectivas entradas e saídas

5.3.2.2. Sistema de Propulsão (SP)

O sistema de propulsão é o sistema responsável pela locomoção da plataforma, é feita por dois thrusters, controlados por dois ESCs de 40A, que por sua vez são controlados pela Pixhawk e alimentados pelo Power Module. (Figura 89)

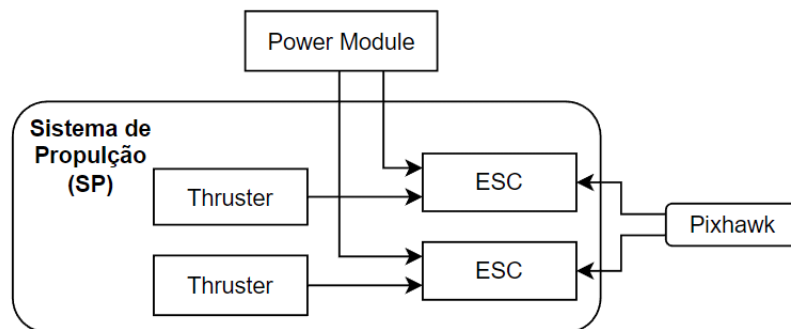


Figura 89 - Sistema de Propulsão (SP)

ESCs são controladores que permitem alterar a velocidade e sentido de rotação através de sinal PWM, o que garante uma interface direta com o modo de PWM gerado pela Pixhawk. Por forma a rentabilizar o espaço ocupado pelos mesmos, foi criada uma estrutura em plástico impresso. (Figura 90)

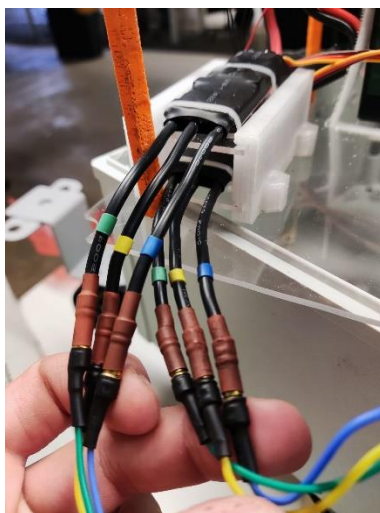


Figura 90 - ESCs usados no ASV

5.3.2.3. Sistema de Controlo (SC)

Toda a informação passa pelo sistema de controlo, que funciona como o cérebro do barco, sendo dotado da capacidade de receber e enviar dados, pretendendo-se que num futuro próximo detenha também a autonomia para tomar decisões. (Figura 91)

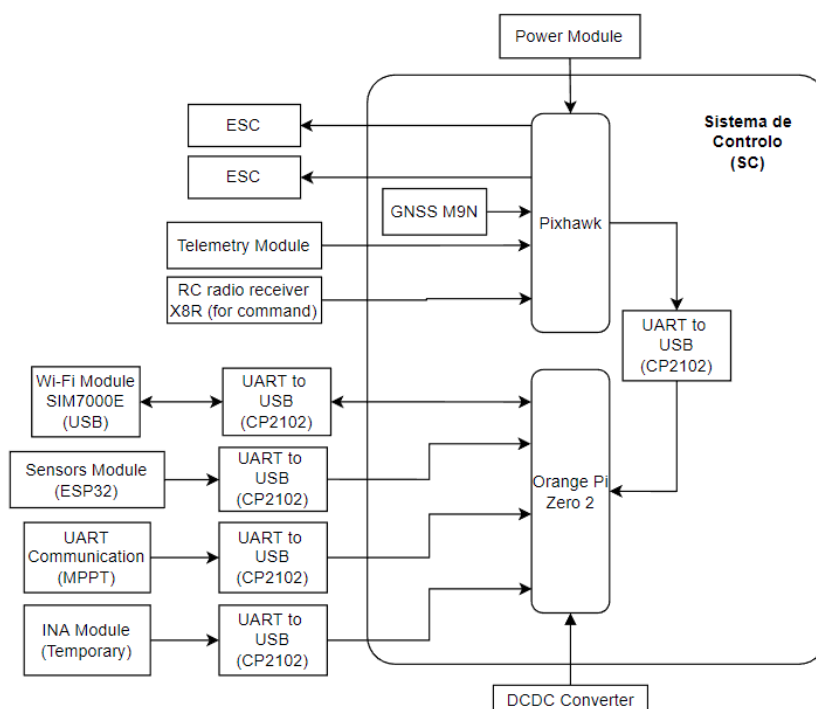


Figura 91 - Sistema de Controlo (SC)

A Pixhawk é o piloto autónomo que controla os ASV no espaço, com o auxílio do GPS, que envia a informação tanto do local atual como de alguns consumos e recebe a informação do Orange PI, para alterar as trajetórias. (Figura 92 e Figura 93)

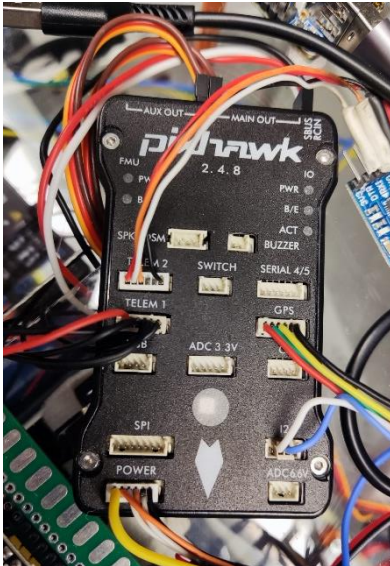


Figura 92 - Pixhawk usada no ASV



Figura 93 - GPS M9N usado no ASV

5.3.2.4. Sistema de Comunicações (SI)

O sistema de Comunicação é o que permite que o ASV em questão tenha acesso ao mundo exterior, utilizando o módulo de telemetria para comunicar com um eventual computador no local por forma a que seja possível a análise de dados no local. O recetor radio RX8 é o responsável pelo controlo manual do ASV e o módulo SIM7000E é o responsável pela ligação a internet. (Figura 94)

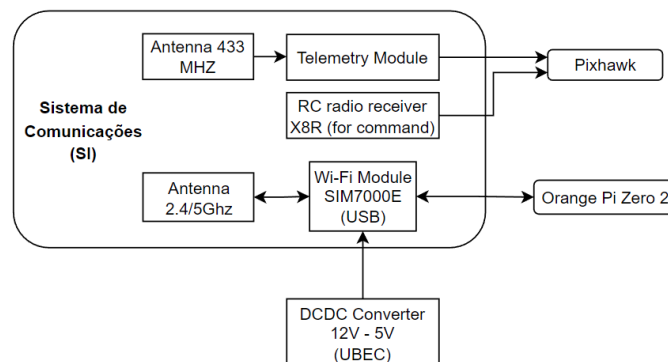


Figura 94 - Sistema de Comunicações (SI)

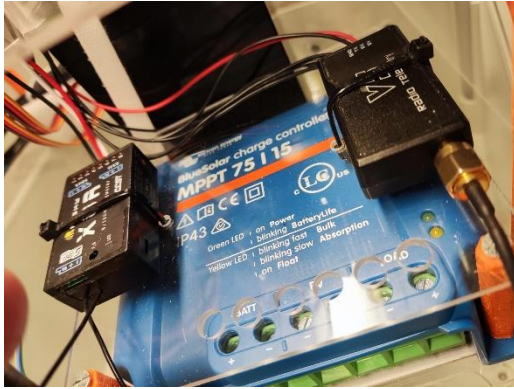


Figura 95 - Módulo de telemetria e X8R usados no ASV



Figura 96 - Comando X7 usado no ASV

5.3.2.5. Sistema de Monitorização da água (SM)

A monitorização da qualidade das águas é feita por este sistema, que se verifica ser bastante delicado, dado que qualquer interferência pode adulterar os resultados obtidos. (Figura 97)

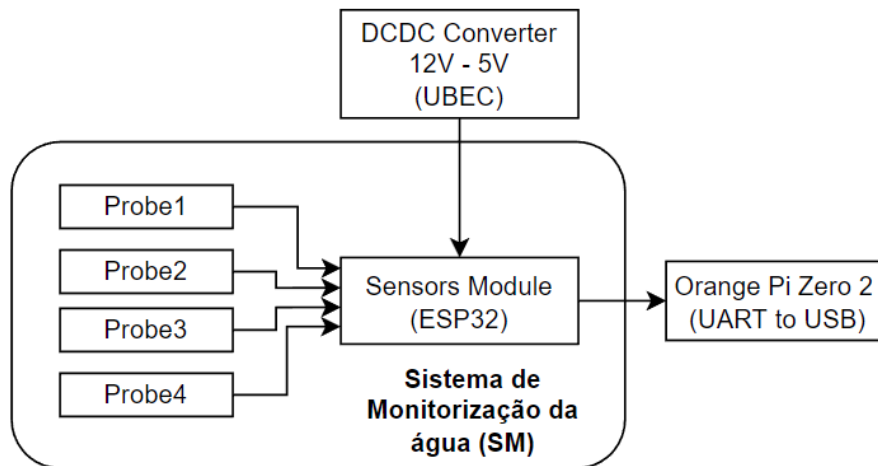


Figura 97 - Sistema de Monitorização da água (SM)

Para a criação deste sistema, iniciou-se realizando um código apenas de testes, para calibrar os sensores. Assim que foram conseguidos os sensores a funcionar numa breadboard com o ESP32, decidiu-se passar para a fase de desenvolvimento da placa em si. (Figura 98 e Figura 99)

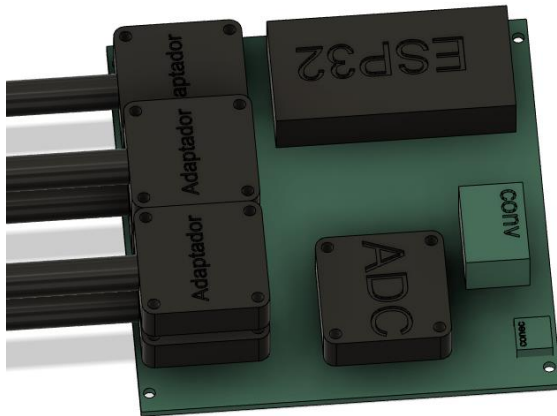


Figura 98 – 3D da placa dos sensores

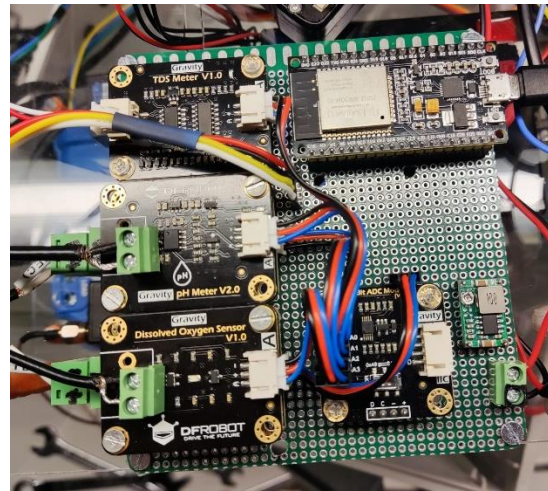


Figura 99 - Placa dos sensores suada no ASV

5.3.2.6. Placa de INA226 (Temporário)

A placa em questão trata-se de uma solução temporária, com o intuito de medir os consumos de determinados componentes do ASV. (Figura 100) Os consumos a serem medidos no momento, são:

- Eletrónica total
- Pixhawk
- Orange PI
- Placa dos sensores

Uma lista dos vários testes do consumo energético esta no Anexo F

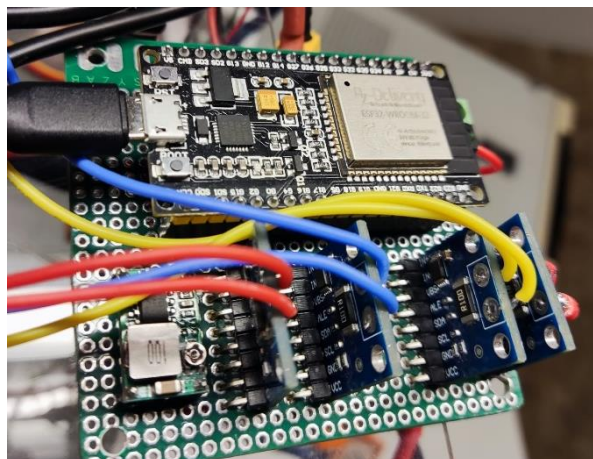


Figura 100 - Placa dos INAs usado temporariamente no ASV

6. CONCLUSÃO

O estágio na Granchinho.Lda demonstrou-se preponderante para a aquisição de conhecimento, tanto a nível prático quanto teórico, no qual foram obtidas *skills* como o trabalho em equipa, e capacidade de pensamento fora da caixa a fim de solucionar dificuldades.

É de referir a importância que todos os projetos tiveram na componente de aprendizagem, pois permitiram uma compreensão e adaptação de conceitos que não eram detidos, tal como permitiu que fosse obtido um entendimento mais aproximado do mundo do trabalho de pesquisa. Tornou-se oportuno para colocar em prática o conhecimento adquirido nas unidades curriculares de Eletrónica, Eletrónica Digital, de Desenho Assistido por Computador e de Sistemas Digitais, Técnicas de Programação, Microcontroladores.

Os objetivos foram cumpridos, sendo que o principal seria obter avanços nos projetos supra identificados.

Na primeira etapa, foram realizadas as tarefas correspondentes à área de gestão da tecnologia de informação, efetuadas tanto na BIOLOGIC como na FLYROBOTICS. Estas tarefas consistiram na implementação de softwares, atualização do sistema CCTV, auxílio na organização para a implementação de um software de organização, montagem de desktops e instalação de software. Os objetivos propostos, embora desafiantes, foram atingidos.

O maior problema foi na atualização do sistema CCTV devido à não memorização de algumas passwords, impossibilitando a atualização de alguns sistemas. Na implementação de um software de organização, verificou-se alguma dificuldade em perceber o que era solicitado, originando a realização de mais do que uma versão da base de dados, no entanto, mesmo após estes constrangimentos, a tarefa foi concluída com sucesso. Na montagem de desktops, alguns componentes que foram encomendados não correspondiam ao pretendido, pelo que foi necessário efetuar a troca. No fim de resolvida esta questão, tudo ficou bem e a funcionar.

Na segunda etapa, iniciou-se o protótipo BIOBOX, que consiste num equipamento relativamente pequeno, cujo objetivo principal prendia-se com a pretensão de que o mesmo tivesse a capacidade de ler a temperatura, humidade e posição (GPS) em tempo real, garantindo assim o melhor rastreamento do produto adquirido. Adicionalmente, e

como já referido, pretende-se uma aplicação *web* onde o cliente possa ter acesso à informação relativa à sua encomenda.

Enfrentaram-se alguns percalços na utilização da biblioteca `SparkFun_u-blox_GNSS_Arduino_Library.h`, considerando que algumas bibliotecas utilizadas anteriormente se encontravam com erros, o que se demonstrou um desafio na chegada ao resultado final. No entanto, é de relevar que relativamente ao *hardware* correu tudo conforme previsto.

Apesar da BIOBOX ser ainda um projeto embrionário, que possui várias arestas por limar, considera-se que a mesma detém um grande potencial para impulsionar a empresa, a qualidade dos seus produtos, e por conseguinte, a satisfação do cliente.

Na terceira etapa, realizou-se o projeto ACCESSBOX, consistindo num dispositivo responsável pelo controlo de acessos de um equipamento, máquina ou porta, sendo o seu controlo operado por chaves RFID. Analogamente ao projeto BIOBOX, este também pretende possuir um site onde o cliente possa visualizar as horas de utilização, horários ou limitar a utilização a determinada pessoa ou grupo de pessoas.

Até ao presente momento, foram realizadas duas aplicações deste projeto, consistindo a primeira na aplicação numa porta, onde é realizado o controlo de entradas e saídas. A segunda aplicação consiste no controlo de duas máquinas, uma de lavar e outra de secar roupa.

Novamente, o hardware não apresentou grandes dificuldades na sua realização. A integração com o RFID foi bastante simples, visto que já existem bibliotecas disponíveis, pelo que nesta parte da programação não existiram também grandes desafios. A maior dificuldade sentida prendeu-se com a integração com o MicroSD, consistindo na conservação dos códigos recebidos e formatados pela receção dos dados MQTT. Numa versão anterior não existia este passo, pelo que sempre que o ESP se desconectava da internet não era possível abrir a porta.

O projeto ACCESSBOX trata-se de um projeto já com algumas soluções em conta no mercado, no entanto, as soluções existentes são muito genéricas, por vezes não se enquadrando totalmente na aplicação, dado que, neste caso em concreto, se pretendia algo mais personalizado à natureza da empresa. Outro motivo é resultante do report das mesmas, ou seja, muitas destas soluções limitam-se a exibir dados e não fazem tratamento de informação.

Considera-se um projeto com futuro na empresa.

Por último, na quarta etapa deste relatório o projeto ASV, a mesma consistiu na criação de um veículo de superfície autónomo, capaz de realizar ao longo do tempo, várias medições em diferentes locais, mapeando assim uma determinada área. No entanto, o mesmo apresentava diversos problemas tanto a nível de hardware como a nível de

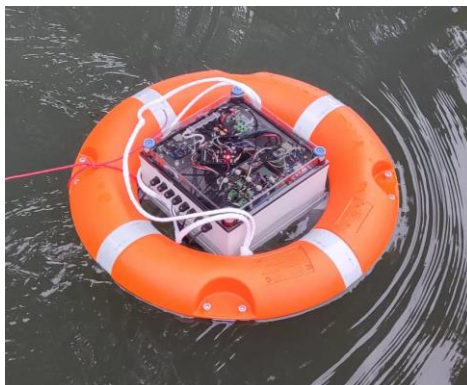


Figura 101 - Teste no terreno do sistema de propulsão

software, que com a devida pesquisa foram ultrapassados. É um protótipo inacabado devido ao término do estágio, uma vez que apenas alguns dos sistemas foram testados em terreno, como por exemplo o sistema de propulsão. (Figura 101)

Embora se trate de um projeto em andamento, considera-se que demonstra desde logo um grande potencial, dado dizer respeito a uma área inexplorada, que pode ter um grande impacto na conservação do meio ambiente, permitindo um futuro mais próspero para todos os seres vivos.

Este estágio demonstrou as dificuldades do mundo do trabalho, pois é necessário ter um conhecimento e um jogo de cintura alargado. O conhecimento tem de ir desde a eletrónica de bancada, passando pela programação de *software* e chegando assim à criação dos componentes mecânicos. As principais dificuldades deste estágio foram a pressão proveniente da necessidade de cumprir de prazos, e a curta janela de estágio, dado que o tempo diminuto não permitiu a realização de todos os testes pretendidos e propostos. Por fim, o desenvolvimento deste estágio proporcionou um crescimento profissional, possibilitando um contacto com um ambiente de pesquisa e desenvolvimento. No trabalho realizado foi possível verificar a complexidade da área de programação e do desenho 3D, os cuidados a ter para que uma peça seja bem idealizada, tendo em conta a sua fiabilidade e robustez.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Inovação. (s.d.). *Agência Nacional de Inovação*. Obtido de rankings e indicadores: <https://www.ani.pt/pt/avalia%C3%A7ao-e-monitorizacao/monitoriza%C3%A7%C3%A3o/rankings-e-indicadores/>
- Bonfim, L. R. (2012). *A ORIGEM DOS NÚMEROS*. doi:ISSN2177-7691
- Cimfor. (s.d.). *coimfor*. Obtido de GESTÃO COMERCIAL INTEGRADA: <http://www.coimfor.pt/>
- DFrobot. (s.d.). *DFrobot*. Obtido de Gravidade: Sensor Analógico de Oxigênio Dissolvido / Kit Medidor Para Arduino: <https://www.dfrobot.com/product-1628.html>
- DFrobot. (s.d.). *DFrobot*. Obtido de Gravidade: Sensor/Medidor Analógico TDS para Arduino: <https://www.dfrobot.com/product-1662.html>
- DFrobot. (s.d.). *DFrobot*. Obtido de Gravidade: Sensor de pH analógico / Meter Pro Kit V2: <https://www.dfrobot.com/product-2069.html>
- DFrobot. (s.d.). *DFrobot*. Obtido de Gravity: Analog Electrical Conductivity Sensor PRO (K=1): <https://www.dfrobot.com/product-2565.html>
- DFrobot. (s.d.). *DFrobot*. Obtido de Gravidade: Módulo ADC I2C ADS1115 de 16 bits (compatível com Arduino e Raspberry Pi): <https://www.dfrobot.com/product-1730.html>
- Django Software Foundation. (s.d.). *Djangoproject*. Obtido de Django: <https://www.djangoproject.com/>
- Espressif Systems. (s.d.). *esp32_datasheet*. Obtido de https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf
- Giorgi, M. d. (2011). *As Semelhanças, Diferenças e Contribuições de Piaget e Vygtsky para Formação Docente*. O Portal dos Psicólogos. Obtido de <https://www.psicologia.pt/artigos/textos/TL0220.pdf>
- Gouveia, R. (s.d.). *Toda Materia*. Obtido de Sistema de Numeração Decimal: <https://www.todamateria.com.br/sistema-de-numeracao-decimal/>
- kalatec. (s.d.). *kalatec*. Obtido de Protocolo MQTT: <https://blog.kalatec.com.br/protocolo-mqtt/>

- Mahfoud, I. d. (2007). *Interação e construção: o sujeito e o conhecimento no construtivismo*. Ciências & Cognição. Obtido de <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v12/m347195.pdf>
- Maritime Technology and Research. (2019). *A review of unmanned surface vehicle development*. Tailândia.
- Mendes, C. S. (s.d.). *Jean Piaget*. Obtido de Infoescola: <https://www.infoescola.com/biografias/jean-piaget/>
- Paragon ID. (s.d.). *Paragon ID*. Obtido de The History of Radio Frequency Identification Technology: <https://www.paragon-id.com/en/inspiration/history-radio-frequency-identification-technology>
- Roberti, M. (16 de 01 de 2005). *RFIDjournal*. Obtido de RFID HISTORY: <https://www.rfidjournal.com/the-history-of-rfid-technology>
- Sercalia. (s.d.). *Sercalia*. Obtido de CADEIA DE FRIO: <https://www.sercalia.com/pt/cadeia-de-frio/>
- simcom. (s.d.). *simcom*. Obtido de SIM7000E-N: <https://www.simcom.com/product/SIM7000E-N.html>
- simcom. (s.d.). *simcom*. Obtido de SIM868: <https://www.simcom.com/product/SIM868.html>
- Victron Energy. (s.d.). *victronenergy*. Obtido de BlueSolar MPPT 75/10, 75/15, 100/15 e 100/20: <https://www.victronenergy.pt/solar-charge-controllers/mppt7510#pd-nav-image>

REFERÊNCIAS DE FIGURAS

- [1] - Figura 1 - <https://nbold.co/office-365-tools-which-ones-to-use/>
- [2] - Figura 2 - <https://blog.swann.com/dvr-vs-nvr-whats-the-difference/>
- [3] - Figura 12 - <https://www.innorobix.com/message-queuing-telemetry-transport-mqtt/>
- [4] - Figura 50 - <https://www.obo.pt/produtos/instalacoes-industriais/sistemas-de-ligacao-e-de-colocacao/caixas-de-derivacao/serie-t/caixa-de-derivacao-t-160-bucim-conico.html>
- [5] - Figura 53 - <https://www.environmental-expert.com/products/l3-model-c-sweep-multi-role-asv-vessels-687594>
- [6] - Figura 53 - <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/MTR/article/download/140730/115387/439432>
- [7] - Figura 54 - <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/MTR/article/download/140730/115387/439432>
- [8] - Figura 61 - <https://www.dfrobot.com/product-1628.html>
- [9] - Figura 62 - <https://www.dfrobot.com/product-1662.html>
- [10] - Figura 63 - <https://www.dfrobot.com/product-2069.html>
- [11] - Figura 64 - <https://www.dfrobot.com/product-2565.html>
- [12] - Figura 65 - <https://www.dfrobot.com/product-1730.html>



ANEXOS

A3

VEGETAIS	OVINO	OVINO BIO	FRESCO	VÁCUO	FATIADOS	PESO FIXO 1	C	O	0	F	V	1	X1	X1	1	O	1	O1	15	6				
					PESO FIXO 2	C	O	0	F	V	1	X1	X1	2	O	2	O2	15	4					
					PESO FIXO 1	C	O	0	F	V	2	X2	X2	1	O	3	O3	15	6					
					PESO FIXO 2	C	O	0	F	V	2	X2	X2	2	O	4	O4	15	4					
				SKIN	FATIADOS	PESO FIXO 1	C	O	0	F	V	1	X1	X1	1	O	5	O5	15	6				
					PESO FIXO 1	C	O	0	F	S	2	X1	X1	1	O	6	O6	15	6					
					PESO FIXO 1	C	O	0	C	V	1	X1	X1	1	O	7	O7	365	10					
					PESO FIXO 2	C	O	0	C	V	1	X1	X1	2	O	8	O8	365	4					
			CONG	VÁCUO	PESO FIXO 1	C	O	0	C	V	2	X2	X2	1	O	9	O9	365	10					
					PESO FIXO 2	C	O	0	C	V	2	X2	X2	2	O	10	O10	365	4					
					FATIADOS	PESO FIXO 1	C	O	0	C	S	1	X1	X1	1	O	11	O11	365	10				
					PICADOS	PESO FIXO 1	C	O	0	C	S	2	X1	X1	1	O	12	O12	365	10				
			FRESCO	VÁCUO	PEÇAS	PESO VAR	C	O	0	F	V	0	X0	X0	O	41	O41	15	-					
					PEÇAS	PESO VAR	C	O	0	C	V	0	X0	X0	O	42	O42	365	-					
			OVINO	BORREGO BIO	FRESCO	GRANEL	PEÇAS	PESO VAR	C	O	1	F	G	0	X0	X0	O	13	O13	8	-			
							FATIADOS	PESO VAR	C	O	1	F	G	1	X1	X1	O	14	O14	8	-			
		PEÇAS					PESO VAR	C	O	1	F	V	0	X0	X0	O	15	O15	15	-				
							PESO VAR	C	O	1	F	V	1	X1	X1	O	16	O16	15	-				
		VÁCUO				FATIADOS	PESO FIXO 1	C	O	1	F	V	1	X1	X1	1	O	17	O17	15	6			
						PESO FIXO 2	C	O	1	F	V	1	X1	X1	2	O	18	O18	15	4				
						SKIN	FATIADOS	PESO FIXO 1	C	O	1	F	S	1	X1	X1	1	O	19	O19	15	6		
							PEÇAS	PESO VAR	C	O	1	C	G	0	X0	X0	O	20	O20	365	-			
		CONG				GRANEL	FATIADOS	PESO VAR	C	O	1	C	G	1	X1	X1	O	21	O21	365	-			
							PEÇAS	PESO VAR	C	O	1	C	V	0	X0	X0	O	22	O22	365	-			
							PESO VAR	C	O	1	C	V	1	X1	X1	O	23	O23	365	-				
							FATIADOS	PESO FIXO 1	C	O	1	C	V	1	X1	X1	1	O	24	O24	365	10		
						SKIN	PESO FIXO 2	C	O	1	C	V	1	X1	X1	2	O	25	O25	365	4			
							FATIADOS	PESO FIXO 1	C	O	1	C	S	1	X1	X1	1	O	26	O26	365	10		
	FRESCO						GRANEL	PEÇAS	PESO VAR	C	O	2	F	G	0	X0	X0	O	27	O27	8	-		
								FATIADOS	PESO VAR	C	O	2	F	G	1	X1	X1	O	28	O28	8	-		
		PEÇAS			PESO VAR	C		O	2	F	V	0	X0	X0	O	29	O29	15	-					
		PESO VAR			C	O		2	F	V	1	X1	X1	O	30	O30	15	-						
		VÁCUO			FATIADOS	PESO FIXO 1	C	O	2	F	V	1	X1	X1	1	O	31	O31	15	6				
					PESO FIXO 2	C	O	2	F	V	1	X1	X1	2	O	32	O32	15	4					
					SKIN	FATIADOS	PESO FIXO 1	C	O	2	F	S	1	X1	X1	1	O	33	O33	15	6			
						PEÇAS	PESO VAR	C	O	2	C	G	0	X0	X0	O	34	O34	365	-				
		CONG			GRANEL	FATIADOS	PESO VAR	C	O	2	C	G	1	X1	X1	O	35	O35	365	-				
						PEÇAS	PESO VAR	C	O	2	C	V	0	X0	X0	O	36	O36	365	-				
						PESO VAR	C	O	2	C	V	1	X1	X1	O	37	O37	365	-					
						FATIADOS	PESO FIXO 1	C	O	2	C	V	1	X1	X1	1	O	38	O38	365	10			
					SKIN	PESO FIXO 2	C	O	2	C	V	1	X1	X1	2	O	39	O39	365	4				
						FATIADOS	PESO FIXO 1	C	O	2	C	S	1	X1	X1	1	O	40	O40	365	10			
						OVELHA/CARNEIRO BIO	FRESCO	MOLHO	PEÇAS	PESO FIXO 1	V	L	0	F	M	0	X0	X0	1	V	1	V1	15	6
									CONG	MOLHO	PEÇAS	PESO FIXO 1	V	L	0	C	M	0	X0	X0	1	V	2	V2
	VÁCUO	FATIADOS			PESO FIXO 1				C	O	2	C	V	1	X1	X1	1	O	41	O41	365	-		
		PESO FIXO 2			C				O	2	C	V	1	X1	X1	2	O	42	O42	365	-			
		CONG	GRANEL	PEÇAS	PESO VAR			C	O	2	F	G	0	X0	X0	O	43	O43	8	-				
				FATIADOS	PESO VAR			C	O	2	F	G	1	X1	X1	O	44	O44	8	-				
	PEÇAS			PESO VAR	C			O	2	F	V	0	X0	X0	O	45	O45	15	-					
	PESO VAR			C	O			2	F	V	1	X1	X1	O	46	O46	15	-						
	VÁCUO		FATIADOS	PESO FIXO 1	C		O	2	C	V	1	X1	X1	1	O	47	O47	365	10					
PESO FIXO 2			C	O	2		C	V	1	X1	X1	2	O	48	O48	365	4							
SKIN			FATIADOS	PESO FIXO 1	C		O	2	C	S	1	X1	X1	1	O	49	O49	365	10					
			PEÇAS	PESO VAR	C		O	2	C	S	1	X1	X1	1	O	50	O50	365	10					

ANEXO B – LISTA DE MATERIAL

Projeto - BIOBOX

Quantidade	Designação
1	Esp32 ou equivalente
1	SIM7000E
1	Cartão SIM
1	Conversor DC/DC
1	Bateria de 7,4V
2	Sensores SHT3x
1	Raspberry Pi 3 B

Projeto - ACCESSBOX

Quantidade	Designação
1	Esp32 ou equivalente
1	Leitor RFID
2	Conversor DC/DC
1	Relé
2	Resistências
1	Díodo
1	Transistor PNP
1	Leitor de Cartões Micro SD
1	Cartão Micro SD
1	Raspberry Pi ou equivalente

Projeto – ASV

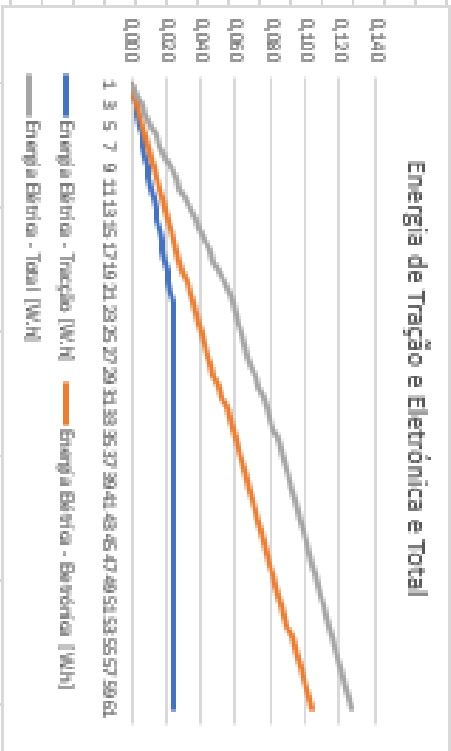
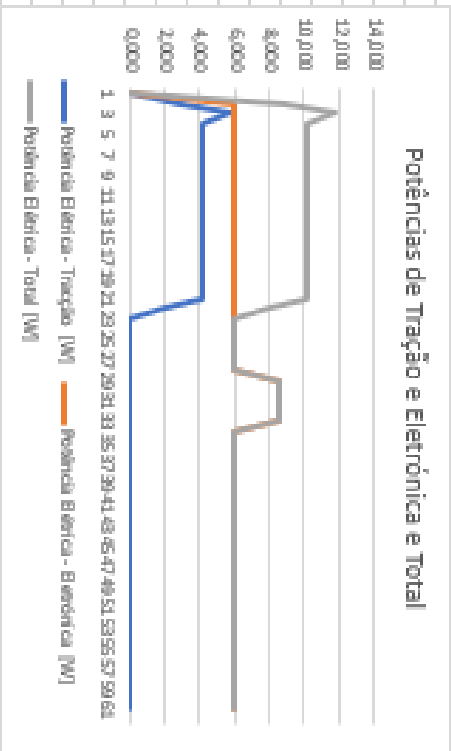
Devido a este projeto ter mais componentes decidiu-se dividir a lista para ficar mais perceptível.

Quantidade	Sistema	Designação
56	Sistema de Autonomia/Alimentação (SA)	Células fotovoltaicas de 2W
1		MPPT da Victron Energy
1		LifePO4 12.8V 6Ah
1		Pixhawk Power Module
1		UBEC
2	Sistema de Propulsão (SP)	ESC de 40A
2		Thruster
1	Sistema de Controlo (SC)	Pixhawk
1		Modulo GPS M9N
1		Orange PI
1	Sistema de Comunicações (SI)	Modulo GSM SIM7000E
1		Modulo de Telemetria
1		Recetor de Radio X8R
1	Sistema de Monitorização da água (SM)	Conversor de 5V para 3.3V
1		ESP32
1		Modulo ADC
1		Sensor de PH
1		Sensor de TDS
1		Sensor de Condutividade Elétrica
1		Sensor de Oxigénio Dissolvido
1		Sensor de Temperatura
4	Outros Componentes	INA226 (Temporário)
1		Estrutura em aço inoxidável
1		Boia Salva-vidas
1		Parabólica com 80cm de diâmetro
1		Caixa de 300mmx300mmx170mm

ANEXO C – MODELO ENERGÉTICO

Tempo [s]	Aceração [m/s²]	Velocidade [m/s]	Distância [m]	Força Radiante Total [N]	F _{ma} [N]	Força de Tração [N]	Potência Mecânica [W]	Potência Elétrica - Tração [W]	Energia Elétrica - Tração [W.h]	Potência Elétrica - Eletrônica [W]	Energia Elétrica - Eletrônica [W.h]	Potência Elétrica - Total [W]	Energia Elétrica - Total [W.h]
0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000
1	0,25	0,25	0,25	5,000	2,006	7,006	1,752	2,881	0,001	6	0,002	8,881	0,002
2	0,25	0,5	0,75	5,000	2,006	7,006	3,503	5,762	0,002	6	0,003	11,762	0,006
3	0	0,5	1,25	5,000	0,000	5,000	2,500	4,112	0,004	6	0,005	10,112	0,009
4	0	0,5	1,75	5,000	0,000	5,000	2,500	4,112	0,005	6	0,007	10,112	0,011
5	0	0,5	2,25	5,000	0,000	5,000	2,500	4,112	0,006	6	0,008	10,112	0,014
6	0	0,5	2,75	5,000	0,000	5,000	2,500	4,112	0,007	6	0,010	10,112	0,017
7	0	0,5	3,25	5,000	0,000	5,000	2,500	4,112	0,008	6	0,012	10,112	0,020
8	0	0,5	3,75	5,000	0,000	5,000	2,500	4,112	0,009	6	0,013	10,112	0,023
9	0	0,5	4,25	5,000	0,000	5,000	2,500	4,112	0,010	6	0,015	10,112	0,025
10	0	0,5	4,75	5,000	0,000	5,000	2,500	4,112	0,012	6	0,017	10,112	0,028
11	0	0,5	5,25	5,000	0,000	5,000	2,500	4,112	0,013	6	0,018	10,112	0,031
12	0	0,5	5,75	5,000	0,000	5,000	2,500	4,112	0,014	6	0,020	10,112	0,034
13	0	0,5	6,25	5,000	0,000	5,000	2,500	4,112	0,015	6	0,022	10,112	0,037
14	0	0,5	6,75	5,000	0,000	5,000	2,500	4,112	0,016	6	0,023	10,112	0,039
15	0	0,5	7,25	5,000	0,000	5,000	2,500	4,112	0,017	6	0,025	10,112	0,042
16	0	0,5	7,75	5,000	0,000	5,000	2,500	4,112	0,018	6	0,027	10,112	0,045
17	0	0,5	8,25	5,000	0,000	5,000	2,500	4,112	0,020	6	0,028	10,112	0,048
18	0	0,5	8,75	5,000	0,000	5,000	2,500	4,112	0,021	6	0,030	10,112	0,051
19	0	0,5	9,25	5,000	0,000	5,000	2,500	4,112	0,022	6	0,032	10,112	0,053
20	0	0,5	9,75	5,000	0,000	5,000	2,500	4,112	0,023	6	0,033	10,112	0,056
21	-0,25	0,25	10	5,000	0,000	5,000	1,250	2,056	0,024	6	0,035	8,056	0,059
22	-0,25	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,037	6,000	0,060
23	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,038	6,000	0,062
24	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,040	6,000	0,064
25	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,042	6,000	0,065
26	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,043	6,000	0,067
27	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,045	6,000	0,069
28	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	8,5	0,047	8,500	0,071
29	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	8,5	0,050	8,500	0,073
30	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	8,5	0,052	8,500	0,076
31	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	8,5	0,054	8,500	0,078
32	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	8,5	0,057	8,500	0,080
33	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,058	6,000	0,082
34	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,060	6,000	0,084
35	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,062	6,000	0,085
36	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,063	6,000	0,087
37	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,065	6,000	0,089
38	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,067	6,000	0,090
39	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,068	6,000	0,092
40	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,070	6,000	0,094
41	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,072	6,000	0,095
42	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,073	6,000	0,097
43	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,075	6,000	0,099
44	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,077	6,000	0,100
45	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,078	6,000	0,102
46	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,080	6,000	0,104
47	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,082	6,000	0,105
48	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,083	6,000	0,107
49	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,085	6,000	0,109
50	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,087	6,000	0,110
51	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,088	6,000	0,112
52	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,090	6,000	0,114
53	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,092	6,000	0,115
54	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,093	6,000	0,117
55	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,095	6,000	0,119
56	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,097	6,000	0,120
57	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,098	6,000	0,122
58	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,100	6,000	0,124
59	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,102	6,000	0,125
60	0	0	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	6	0,103	6,000	0,127

Consumo [w.h/min]	Consumo [w.h/dia]	Espaco Percorrido [m/dia]	Capacidade e bateria [A.h]	Tensão da Bateria [V]	Capacidade e bateria [w.h]	Autonomia [dias]	Autonomia [h]	Potencia Célula pV [w]	Energia diária por célula pV (6 horas sol) [w.h]	Nº células para consumo diário	Nº células para carregar bateria em 1 dia
0,127	182,885	14400	6	12,8	76,8	0,41984	10,0784	2	12	15,2405	6,4



ANEXO D – ANÁLISE DE PREÇOS DAS CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

	P [W]	Comp [m]	larg [m]	Área [m²]	Densidade Potencia [W/m²]	Ne unidades	Potência Total [W]	Preço	Preço por Watt	
Células rígidas	0,3	0,065	0,048	0,00312	96,15	6	1,8	12,99 €	7,22 €/W	26242206 57=8-48 20331=0- 10584th=1
	0,65	0,06	0,08	0,0048	135,42	4	2,6	12,99 €	5,00 €/W	
	0,7	0,07	0,07	0,0049	142,86	1	0,7	12,08 €	17,26 €/W	26242206 57=8-10 20331=0- 8
	0,15	0,053	0,03	0,00159	94,34	8	1,2	12,08 €	10,07 €/W	26242206 57=8-10 20331=0- 8
	2,5	0,13	0,15	0,0195	128,21	2	5	15,99 €	3,20 €/W	7895=1 20331=10 10333=10 10333=10 10333=10 7%7C568
	0,14	0,039	0,022	0,000858	163,17	50	7	13,09 €	1,87 €/W	ONDIV 10333=10 10333=10 10333=10 10333=10 7%7C568
	1,3	0,12	0,09	0,0108	120,37	1	1,3	4,85 €	3,73 €/W	10333=10 10333=10 7%7C568
	3	0,145	0,145	0,021025	142,69	1	3	11,56 €	3,85 €/W	7%7C568
	0,3	0,19	0,035	0,00665	45,11	1	0,3	6,00 €	20,00 €/W	0-14001 =1
	0,52			0,006082	85,50	1	0,52	2,47 €	4,75 €/W	10333=10 7%7C568 0001=104 b7g 30234032
Células rígidas/Redondo	0,07									
	2			0,005024	398,09	1	2	6,12 €	3,06 €/W	02%21ec
	0,08			0,00101736	78,63	10	0,8	7,12 €	8,90 €/W	https://pt.
	0,1			0,00158963	62,91	10	1	7,04 €	7,04 €/W	https://pt.
	0,3			0,002826	106,16	2	0,6	2,79 €	4,65 €/W	https://pt.
Painel Flexível	2 (contas dá 0,5)			0,005024	398,09	20	40	28,52 €	0,71 €/W	https://pt.
	100	0,995	0,5	0,4975	201,01	1	100	118,00 €	1,18 €/W	857=8-13 20331=10 30234032
	50	0,28	0,38	0,1064	469,92	1	50	27,05 €	0,54 €/W	30234032 8th=1
	28	0,84	0,28	0,2352	119,05		28	83,96 €	3,00 €/W	
Vamos mandar vir										
Bom										

ANEXO D – ANÁLISE DE PREÇOS DAS BATERIAS

	Marca	Tensão [V]	Corrente máxima de Descarga Contínua [A]	Capacidade da bateria [Ah]	Configuração da bateria	Dimensões (C) [mm]	Dimensões (L) [mm]	Dimensões (A) [mm]	Peso [g]	Conector de alimentação	Potência máxima [W]
LiPo+BMS	DXF	14,8	10	10	4S1P	170	48	42	720	XT90	148
LiFePO4+BMS	RELION	12,8	10	10	BMS incluído	262	36	77	1800	Wire Leads	128
LiFePO4+BMS	Miady	12,8	8	7,2	BMS incluído	90	70	105	900	F2 Type	102,4
LiFePO4+BMS	Green Cell	12,8	10	10	BMS incluído	151	65	95	940	F2 Type	128
LiFePO4+BMS	RoyPow	12,8	12	12	BMS incluído	150	100	100	1500	F2 Type	153,6
LiFePO4+BMS	Vnbw	12,8	6	6	BMS incluído	150	90	70	800	F2 Type	76,8
LiFePO4+BMS	Green Cell	12,8	20	20	BMS incluído	181	76	170	2300		256
LiFePO4+BMS	Green Cell	12,8	80	38	BMS incluído	175	120	223	6300		1024
LiFePO4+BMS	Lachy	12,8	80	18	BMS incluído	196	91	195	2358		1024
LiFePO4+BMS	ECO-WORTH	12,8		50	BMS incluído	223	135	178	4900	M6	0
Gel Ciclo Profundo	Offgridtec	12,8		17	lacho que não	181	76	167	5400		0
LiFePO4+BMS	RoyPow	12,8	30	30	BMS incluído	195	130	165	3680		384
LiFePO4+BMS	RoyPow	12,8	20	18	BMS incluído	177	73	170	2404		256
LiFePO4+BMS	ENEGON	12,8		6	BMS incluído	122	102	83	760	F2 Type	0
LiFePO4	Liitokala	3,2	35	6,5	sem BMS	128	32	70	500	N/A	112
LiFePO4	Jungla	3,2	300	60	sem BMS	115	36	155	1200	N/A	960
LiFePO4+BMS	Small Den	12,8	40	21	BMS incluído	140	110	72	1900	XT60	512
LiFePO4+BMS	Small Den	12,8	40	40	BMS incluído	225	140	72	3600	XT60	512

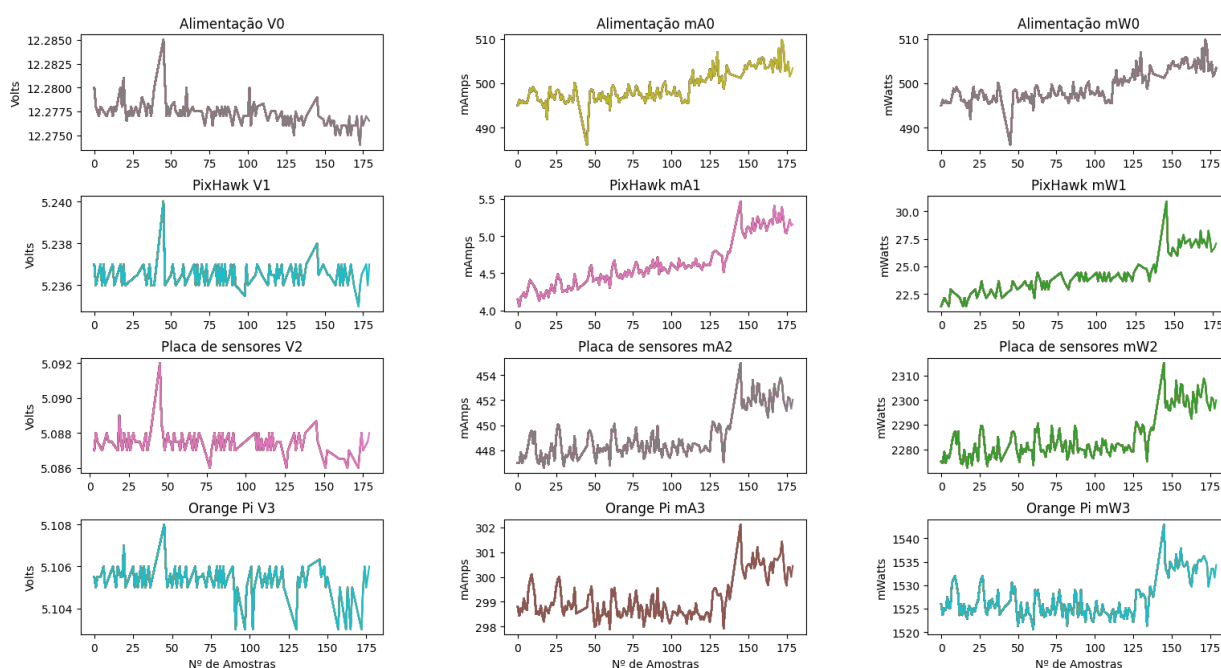
Energia da bateria [Wh]	Tempo de descarga [h]	Volume [cm³]	Preço Bateria [€]	Portes [€]	Total [€]	Tempo de entrega [dias]	Energia/Pas o [Wh/g]	Energia/Vol ume [Wh/cm³]	Preço por Watt.Hora [€/Wh]	Link da bateria	Link do BMS
148	1	34272	101,62 €		101,62 €		0,206	0,00432	0,687	https://www.pt.aliexpress.com/	https://pt.aliexpress.com/
128	1	72626,4	105,44 €		105,44 €		0,071	0,00176	0,824	https://www.aliexpress.com/	https://www.aliexpress.com/
92,16	0,9	66150	31,66 €	0,00 €	31,66 €	5	0,102	0,00139	0,344	https://www.aliexpress.com/	https://www.aliexpress.com/
128	1	93242,5	78,83 €		78,83 €		0,136	0,00137	0,616	https://www.aliexpress.com/	https://www.aliexpress.com/
153,6	1	150000	67,22 €		67,22 €		0,102	0,00102	0,438	https://www.aliexpress.com/	https://www.aliexpress.com/
76,8	1	94500	33,04 €		33,04 €		0,096	0,00081	0,430	https://www.aliexpress.com/	https://www.aliexpress.com/
256	1	233852	129,95 €		129,95 €		0,111	0,00109	0,508	https://www.aliexpress.com/	https://www.aliexpress.com/
486,4	0,475	468300	319,95 €		319,95 €		0,077	0,00104	0,658	https://www.aliexpress.com/	https://www.aliexpress.com/
230,4	0,225	347802	81,11 €		81,11 €		0,098	0,00066	0,352	https://www.aliexpress.com/	https://www.aliexpress.com/
640		535869	299,99 €		299,99 €		0,131	0,00119	0,469	https://www.aliexpress.com/	https://www.aliexpress.com/
217,6		229725,2	39,90 €	0,00 €	39,90 €	5	0,040	0,00095	0,183	https://www.aliexpress.com/	https://www.aliexpress.com/
384	1	418275	168,99 €		168,99 €		0,104	0,00092	0,440	https://www.aliexpress.com/	https://www.aliexpress.com/
230,4	0,9	219657	119,99 €		119,99 €		0,096	0,00105	0,521	https://www.aliexpress.com/	https://www.aliexpress.com/
76,8		103285,2	41,99 €		41,99 €		0,101	0,00074	0,547	https://www.aliexpress.com/	https://www.aliexpress.com/
20,8	0,1857143	28672	19,00 €		19,00 €		0,042	0,00073	0,913	https://www.aliexpress.com/	https://www.aliexpress.com/
192	0,2	64170	29,00 €		29,00 €	<90	0,160	0,00299	0,151	https://www.aliexpress.com/	https://www.aliexpress.com/
268,8	0,525	110880	65,59 €	52,85 €	118,44 €	<90	0,141	0,00242	0,441	https://www.aliexpress.com/	https://www.aliexpress.com/
512	1	226800	113,90 €	38,32 €	152,22 €	<90	0,142	0,00226	0,297	https://www.aliexpress.com/	https://www.aliexpress.com/

ANEXO F – TESTES DO CONSUMO ENERGÉTICO

Teste 1

Tudo ligado, motores parados (y- Valores, x- N° de Amostras ao longo do tempo de teste)

Estado	ON	OFF
OPI	x	
Pixhawk	x	
Placa de Sensores	x	
Motores		x
Outros Sensores (Gps, etc...) x		



O valor das tensões de todos os dispositivos manteve-se constante, havendo apenas um aumento de dentro das amostras 25 e 50, esse aumento foi aproximadamente de 0,008mV para a Alimentação, 0,004mV para a PixHawk, 0,004mV para a placa de sensores e de 0,002 para o Orange Pi, existe uma outra variação, no Orange Pi existe uma redução de 0,003 nas amostras 80 a 100, $\approx$ 130 e entre 150 e 175.

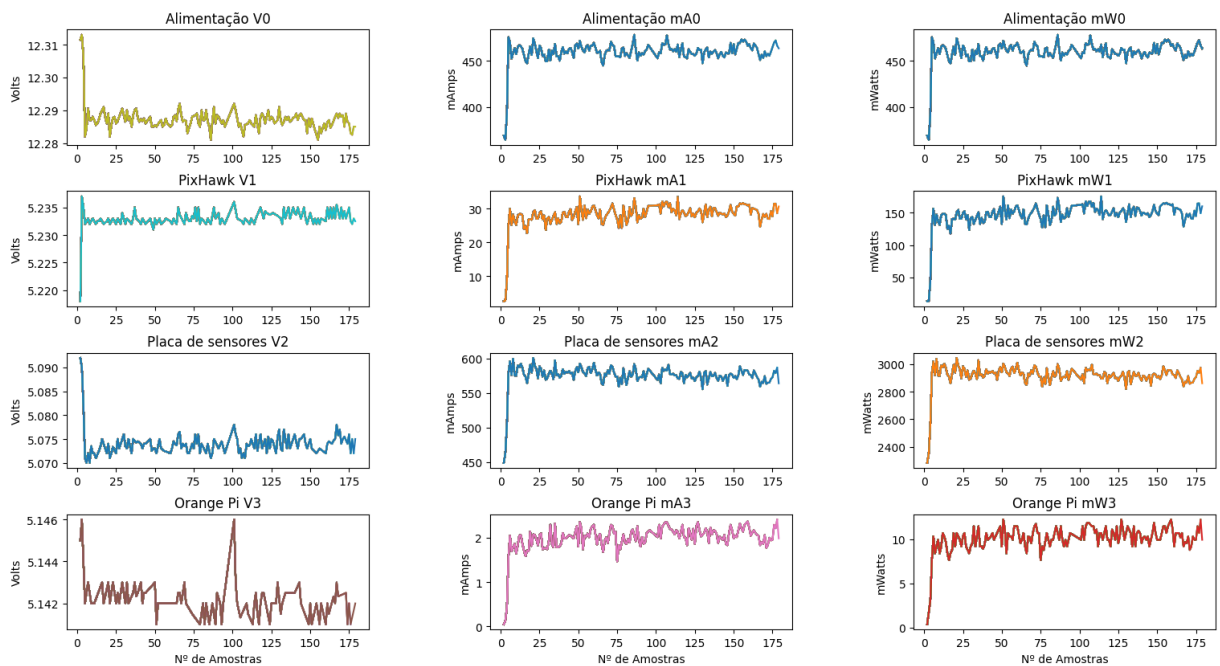
Na corrente verificou-se um aumento constante ao longo do tempo na Alimentação e na PixHawk, porem existe um aumento de $\approx 0,10\text{mA}$ na PixHawk, de $0,004\text{mA}$ na placa de Sensores e de $0,003\text{mA}$ a partir da amostra 125, esse aumento existe tem todos os dispositivos

Existem também um aumento semelhante na potência.

Teste 2

Tudo ligado, motores parados, opi desligado (y- Valores, x- N° de Amostras ao longo do tempo de teste)

Estado	ON	OFF
OPI		x
Pixhawk	x	
Placa de Sensores	x	
Motores		x
Outros Sensores (Gps, etc...) x		



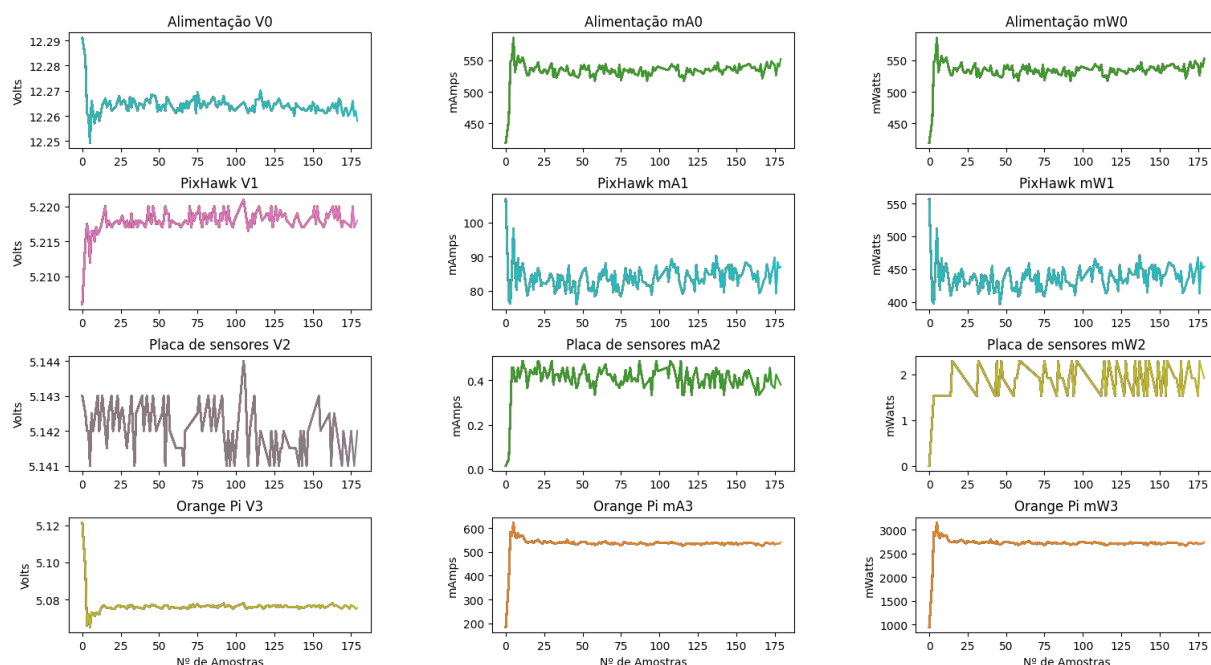
Neste teste os resultados mantiveram-se estáveis nos seus valores tanto na tensão, corrente e potência, as variações iniciais correspondem ao start do circuito.

As variações na tensão do Orange Pi podem ser devidas ao funcionamento em vazio, visto que este estava desligado.

Teste 3

Tudo ligado, motores parados, placa de sensores desligada (y- Valores, x- N° de Amostras ao longo do tempo de teste)

Estado	ON	OFF
OPI	x	
Pixhawk	x	
Placa de Sensores		x
Motores		x
Outros Sensores (Gps, etc...) x		



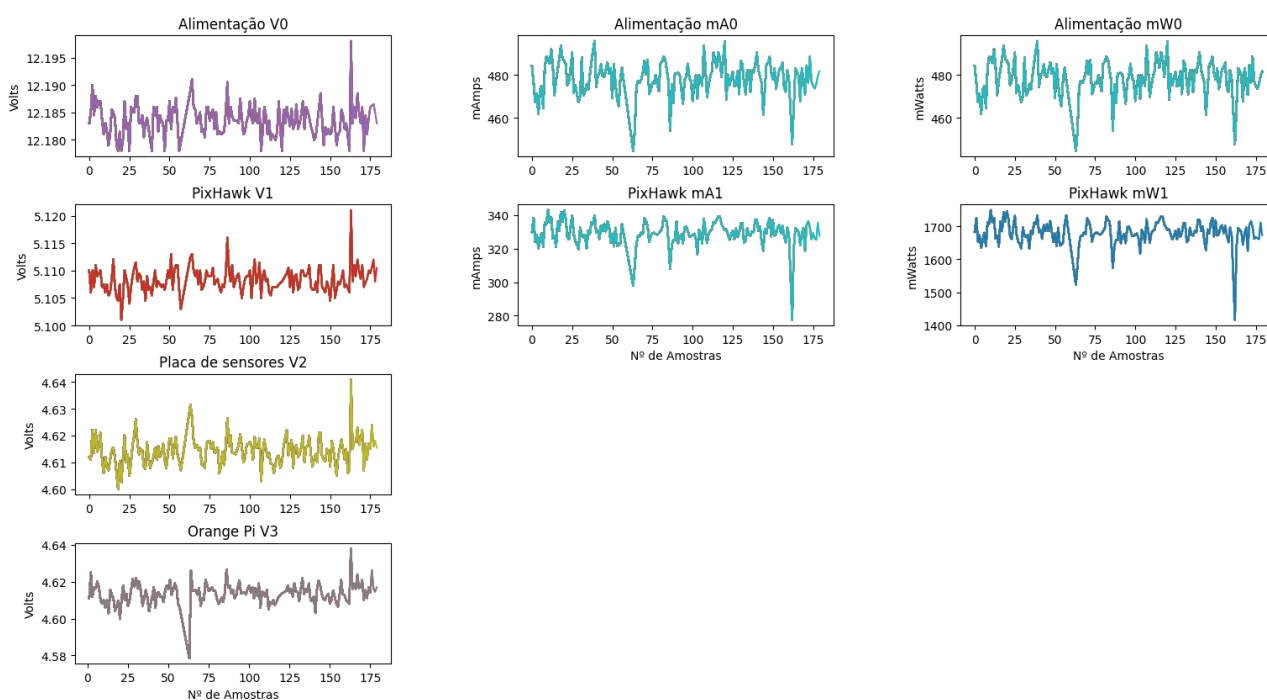
Mais uma vez, neste teste os valores medidos mantiveram-se estáveis com pouca variação nas grandezas medidas.

Verificou-se alterações nos níveis de tensão da placa de sensores, porem estas medições foram medidas em vazio

Teste 4

Tudo ligado, motores parados, Orange Pi e placa de sensores desligados (y- Valores, x- N° de Amostras ao longo do tempo de teste)

Estado	ON	OFF
OPI		X
Pixhawk	X	
Placa de Sensores		X
Motores		X
Outros Sensores (Gps, etc...) x		

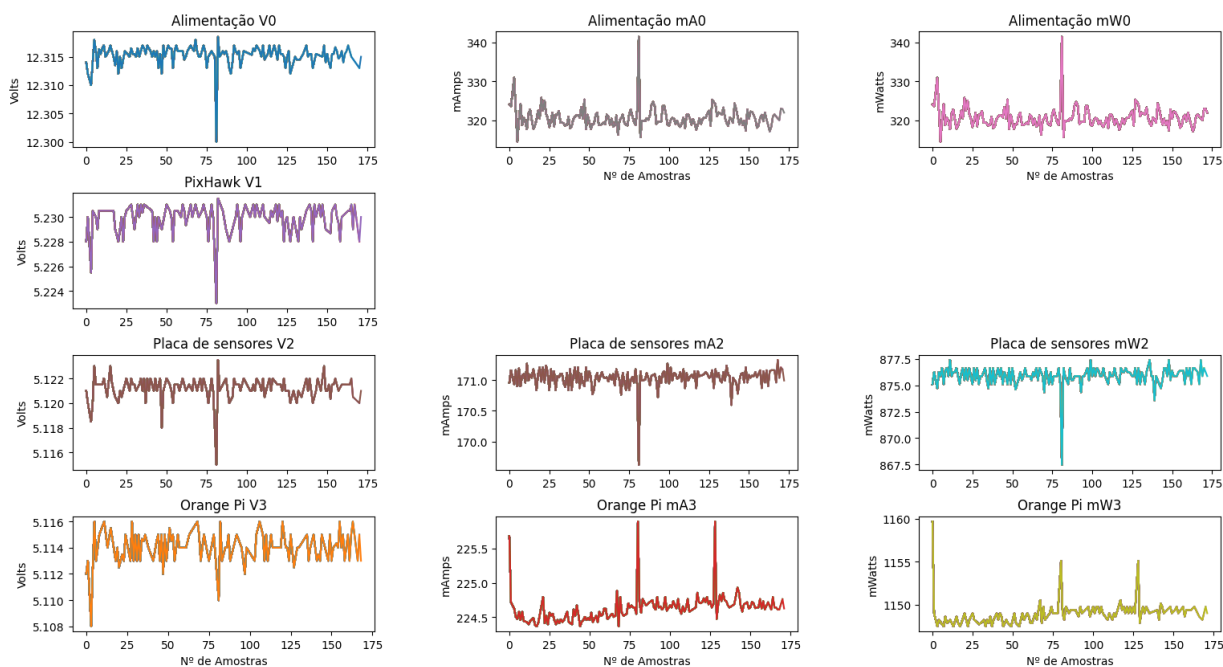


Observaram-se pequenas variações na tensão, corrente e potência em todos os dispositivos medidos, porém estas variações são extremamente pequenas, pelo que todos os valores se encontram dentro dos limites esperados.

Teste 5

Apenas OPI e placa de sensores ligados (y- Valores, x- N° de Amostras ao longo do tempo de teste)

Estado	ON	OFF
OPI	x	
Pixhawk		x
Placa de Sensores	x	
Motores		x
Outros Sensores (Gps, etc...)		x



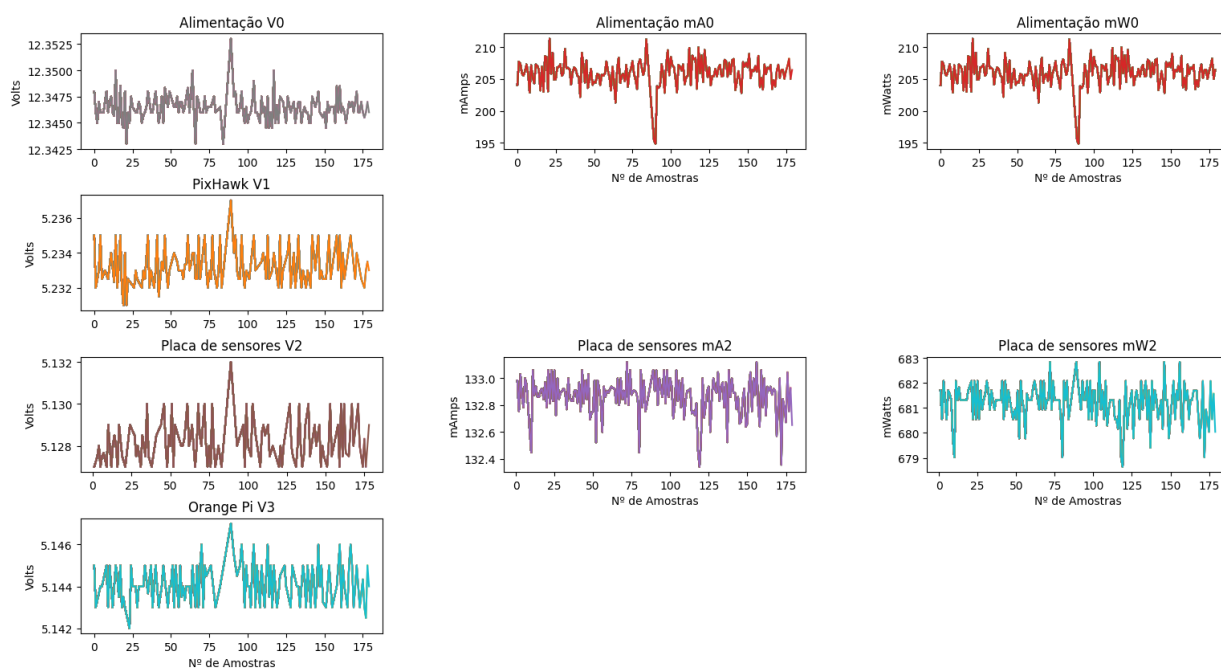
Observaram-se variações na tensão tanto na placa de sensores e no Orange Pi, as duas placas que estavam a ser medidas, a maior variação existe $\approx$ na amostra 80, tanto na tensão, corrente e potência, na tensão na placa de sensores a variação é de 0,006mV, de 171,0 para 170,0mA na corrente e de 875,0 para 867,5 mW na potência.

No Orange Pi existe uma variação semelhante na corrente e potência.

Teste 6

Apenas placa de sensores ligada (y- Valores, x- N° de Amostras ao longo do tempo de teste)

Estado	ON	OFF
OPI		X
Pixhawk		X
Placa de Sensores	X	
Motores		X
Outros Sensores (Gps, etc...)		X

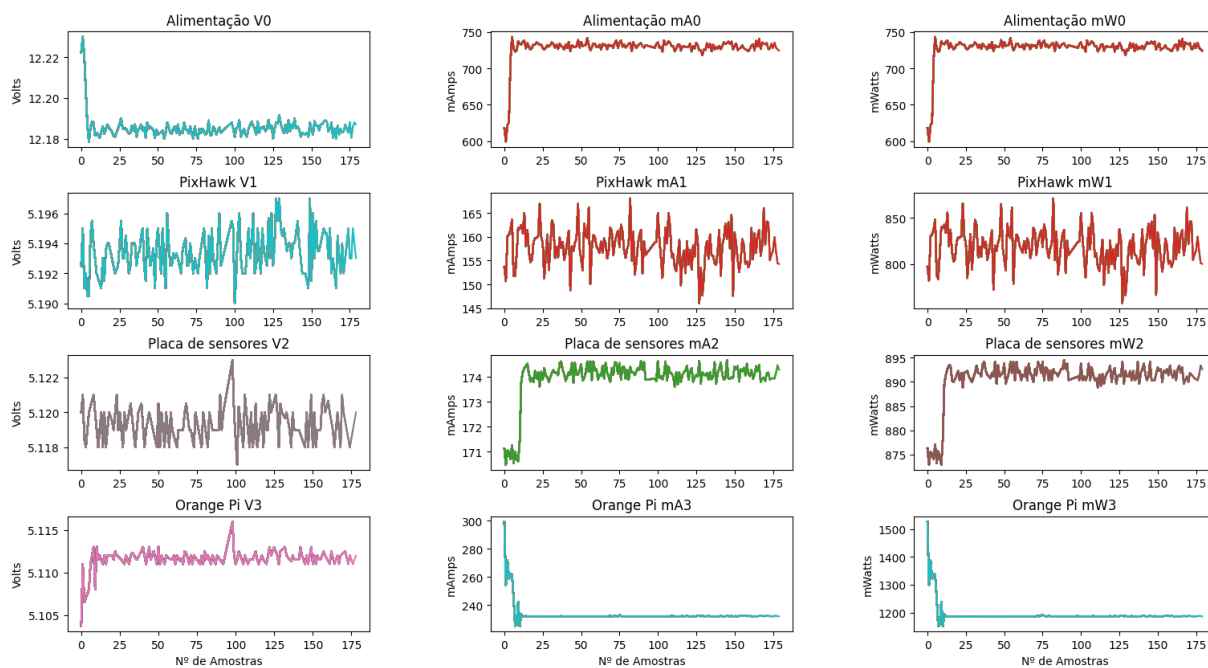


Apesar de existir variações nas grandezas da placa de sensores, estas variações são minúsculas e os valores mantêm-se constante.

Teste 7

Tudo ligado, motores a 10% (y- Valores, x- Nº de Amostras ao longo do tempo de teste)

Estado	ON	OFF
OPI	x	
Pixhawk	x	
Placa de Sensores	x	
Motores	x	
Outros Sensores (Gps, etc...) x		

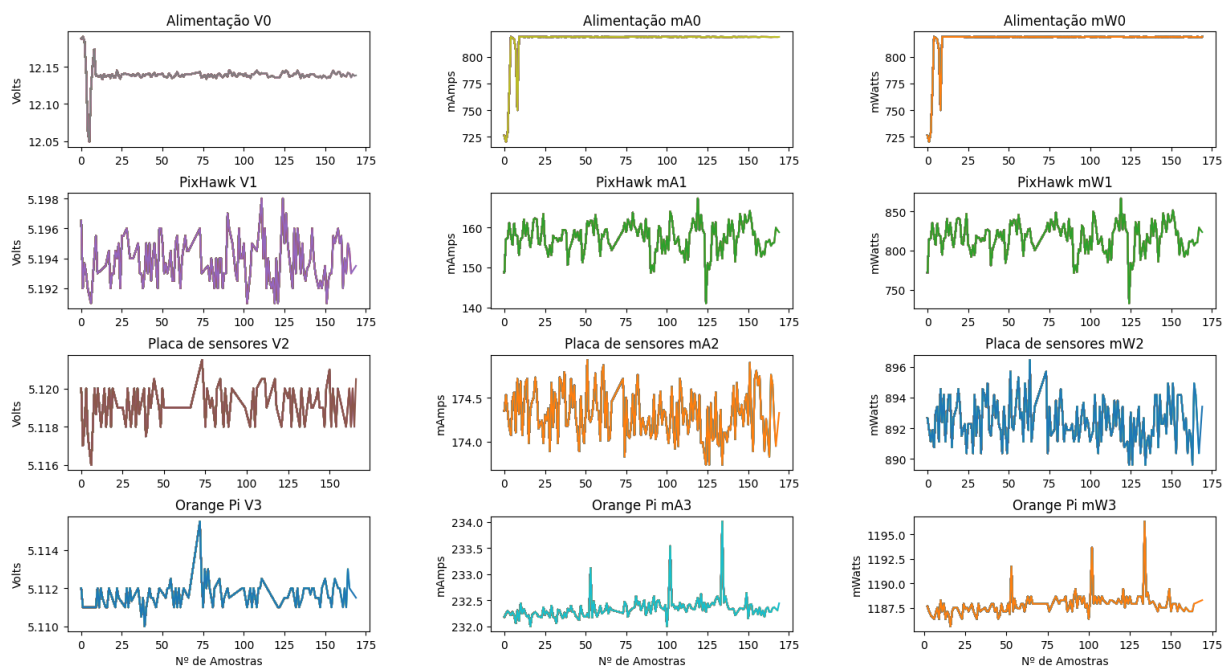


Com os motores a trabalhar nos 10% os valores apresentam-se constantes durante o decorrer do teste.

Teste 8

Tudo ligado, motores a 25% (y- Valores, x- Nº de Amostras ao longo do tempo de teste)

Estado	ON	OFF
OPI	x	
Pixhawk	x	
Placa de Sensores	x	
Motores	x	
Outros Sensores (Gps, etc...) x		

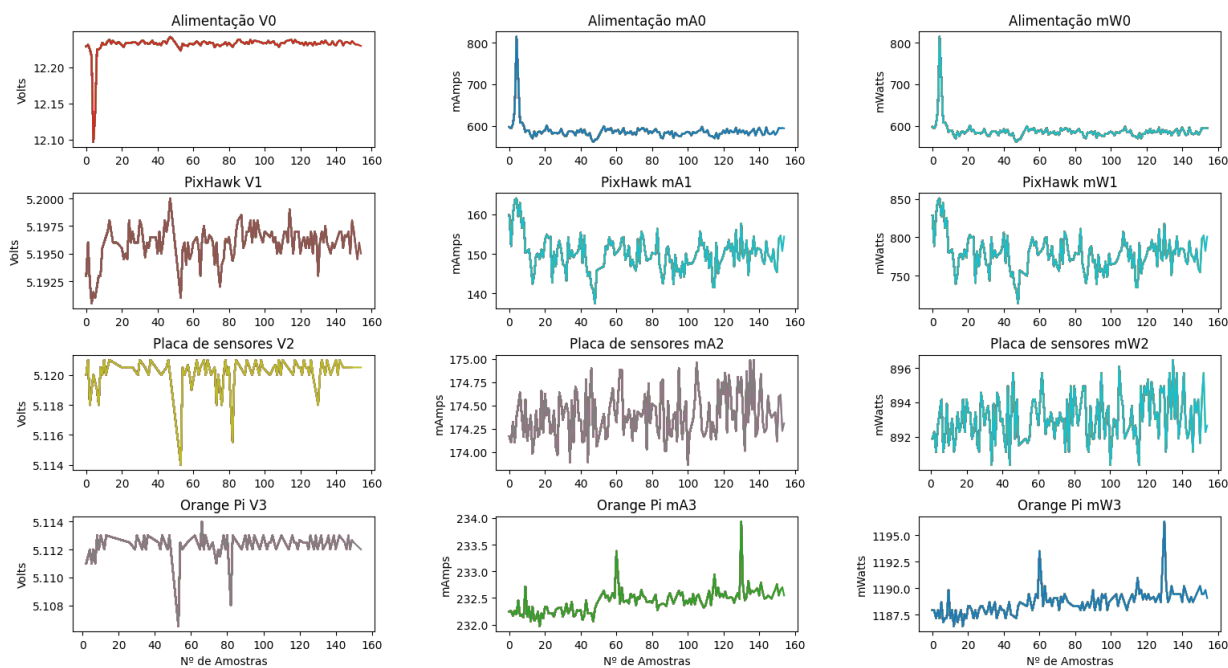


Com os motores a 25% existem variações porem estas são pequenas.

Teste 9

Tudo ligado, motores a 50% (y- Valores, x- Nº de Amostras ao longo do tempo de teste)

Estado	ON	OFF
OPI	x	
Pixhawk	x	
Placa de Sensores	x	
Motores	x	
Outros Sensores (Gps, etc...) x		



No teste final com os motores a 50% as variações existentes são novamente minúsculas, porem existe diferença na potência da alimentação, visto que nos testes 7 e 8 esta situava-se nos 750mW a 800mW, porem neste teste a potência desce para os 600mW, esta variação pode ser devido ao rendimento.