Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



Módulo de Controlo e Manutenção de Equipamentos Ligeiros de Obra

José Pedro Sucena Gonçalves

Dissertação realizada no âmbito do
Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Major em Automação

Orientador: Prof. Dr. Rui Esteves Araújo
Co-orientador: Engenheiro Paulo Magalhães

30 de Julho de 2019

© José Pedro Sucena Gonçalves, 2019

Resumo

A indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial é uma expressão que representa inovações tecnológicas na área de automação, controlo e tecnologias de informação. Através de sistemas cyber-físicos, Internet das Coisas e computação na nuvem, os processos de produção têm vindo a tornar-se cada vez mais eficientes, autónomos e customizáveis.

A aplicação de indústrias 4.0 tem-se vindo a provar cada vez mais viável no que toca a projetos de construção, de modo a que sejam desenvolvidas soluções mais inteligentes num ponto de vista de eficiência e consumo de recursos, sendo que os principais objetivos das tecnologias 4.0 passam por melhorar a eficiência e aumentar a produção.

A nível de segurança, esta nova revolução industrial abre portas a novas estratégias de modo a que um projeto seja mais facilmente controlável e menos propenso a erro.

Hoje em dia, a indústria de construção apresenta-se tendencialmente contrária a toda e qualquer mudança, encarando a inovação com desconforto e desconfiança. Neste cenário, a construção 4.0 é uma ramificação das indústrias da quarta revolução industrial na área da construção civil. A sua inclusão será feita aos poucos, de acordo com as tecnologias disponíveis no país. O alicerce da aplicação tecnológica digital no setor pode ser visto facilmente em simulação de projetos 3D, rastreabilidade de materiais, automação em processos de obras e também gestão de projetos com *software*.

A construção 4.0 origina um número alargado possibilidades sinergéticas entre diversos ramos de engenharia, como engenharia eletrotécnica, engenharia informática e de software e engenharia civil. Deste modo, criando um aglomerado de competências e conhecimentos, o potencial de desenvolvimento para um projeto de construção sobe significativamente e origina um grau evolutivo para este setor, saindo de um patamar mais tradicional e iniciando uma era digital na indústria da construção.

Abstract

Industry 4.0, commonly referred to as the fourth industrial revolution, represents technological innovations in different areas such as automation, control and information technologies. By including cyber-physical systems, the Internet of things and cloud computing, the production procedures and manufacturing processes have become more and more efficient, autonomous and customizable.

In a security perspective, this new industrial revolution opens doors to a set of new strategies in a way so that a project can become more easily manageable and less prone to error.

The application of 4.0 industries has proven to be more and more viable when it comes to construction projects, so that a "smarter" solution is developed from an efficiency and consumption point of view, knowing that the main objectives of the technologies are to improve efficiency and increase production.

Nowadays construction industries appear to be biased against any change, facing innovation with discomfort a distrust. In this scenario, the 4.0 construction is a branch of the industries of the fourth industrial revolution in the area of civil construction. Its inclusion will be made gradually, according to the technologies available in the country. The foundation of digital technology application in the sector can be easily seen in simulation of 3D projects, traceability of materials, automation in construction processes and also project management with software.

The 4.0 construction originates numerous synergetic possibilities among several branches of engineering as electrotechnical engineering, computer and software engineering and civil engineering. In this way, creating a cluster of competences and knowledge, the development potential for a construction project rises significantly *and raises an evolutionary degree for this sector, coming from a more traditional level and starting a digital era in the construction industry.*

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço ao supervisor e Engenheiro Paulo Magalhães, responsável pelo acompanhamento na instituição onde se realizou esta tese de mestrado, pela sua disponibilidade, paciência e empenho ao longo destes meses.

Agradeço vivamente ao Prof. Dr. Rui Esteves Araújo, orientador desta tese de mestrado, pela sua simpatia e disponibilidade durante a realização deste projeto.

Gratifico aos Engenheiros Mário Babo, Jorge Dias pela simpatia e disponibilidade no decorrer desta dissertação.

Ao João Cruz, à Mariana Monteiro, ao Pedro Meireles e ao Pedro Martins um agradecimento especial pela amizade e companheirismo, imprescindíveis durante estes anos de mestrado.

Por fim, mas nunca em último, agradeço à minha família por toda a preocupação e apoio incondicional.

Índice

Resumo ..... **iii**

Abstract ..... **v**

Agradecimentos ..... **vii**

Índice ..... **ix**

Lista de figuras ..... **xi**

Abreviaturas ..... **xiv**

Capítulo 1 ..... **1**

Introdução 1

1.1 Contexto 1

1.2 Caracterização do Problema 4

1.3 Objetivo e Solução 4

1.4 Planeamento de Tarefas 5

Capítulo 2 ..... **8**

Estado da Arte 8

2.1 Indústria da Construção na Atualidade 8

2.2 A Internet das coisas (IoT) e a Indústria de Construção 9

2.2.1 A Internet das Coisas 9

2.2.2 Como a Internet das Coisas é utilizada na Indústria de Construção 9

2.2.3 Tecnologia Vestível 10

2.2.4 Seguimento de equipamentos 10

2.2.5 Modelagem de Informações de Construção 11

2.2.6 O que se pode esperar para o futuro da Internet das Coisas 11

2.3 Implementação do software 12

2.4 Princípios Base do Software 13

Capítulo 3 ..... **15**

Hardware 15

3.1 Informação e Origem 15

3.1.1 SC iOn Tag 16

3.1.2 SC1004 iOn Track 17

3.2 Ilustração Exemplificativa de um projeto e utilização de Hardware 20

Capítulo 4 ..... **25**

Base de Dados 25

4.1 Utilização de uma Base de Dados 25

4.2 Ferramenta phpMyAdmin 25

Capítulo 5 27
Coequipment 27
5.1 Contexto 27
5.2 Entrada e Página inicial 27
5.3 Projetos 31
5.4 Equipamentos 34
5.5 Manutenção de Equipamentos 37
5.6 Localização e Alertas 41
5.7 Manutenção do Utilizador 48
Capítulo 6 56
Conclusão e Análise de Resultados 56
6.1 Análise Global 56
6.2 Análise de Dados e Funcionalidades Específicas 57
Trabalho Futuro 58
Capítulo 7 59
Referências 59

Lista de figuras

Figura 1.1 – CranSyst como um sistema integrado de projetos de construção.....2

Figura 1.2 – CranSyst como um sistema integrado de projetos de construção.....3

Figura 1.3 - Diagrama de Gantt representativo da planificação desta dissertação 7

Figura 2.1 - Representação Front-end e Back-end do Coequipment..... 13

Figura 3.1 - *iOn Tag* e *iOn Track* 15

Figura 3.2 - Imagem exemplo de iOn Tags e iOn Tracks num projeto de construção 20

Figura 3.3 - Exemplo de um grupo de *iOn Tags* conectados a um *iOn Track*..... 20

Figura 3.4 - Integração na Cloud telemática e posteriormente no Coequipment 21

Figura 4.1 - Base de dados na ferramenta de administração phpMyAdmin..... 26

Figura 4.2 - Base de dados situado na parte *Back-end*..... 26

Figura 5.1 - Página de entrada no Coequipment 28

Figura 5.2 - Inserção de informação errada na página de entrada..... 28

Figura 5.3 - Página principal do Coequipment..... 29

Figura 5.4 – Mais opções na principal principal do Coequipment 30

Figura 5.5 - Opções de projetos..... 31

Figura 5.6 - Página de registo de novos projetos 31

Figura 5.7 - Página de consulta de projetos 32

Figura 5.8 - Página de consulta de projetos 33

Figura 5.9 - Página de edição/consulta de projetos..... 33

Figura 5.10 - Opções de equipamentos 34

Figura 5.11 - Página de registo de novos equipamentos..... 35

Figura 5.12 - Página de registo de novos equipamentos..... 35

Figura 5.13 - Página de consulta de equipamentos..... 36

Figura 5.14 - Página de consulta de equipamentos..... 37

Figura 5.15 - Opções de equipamentos 37

Figura 5.16 - Página de registo de manutenção de equipamentos..... 38

Figura 5.17 - Informação a inserir na manutenção de equipamentos 39
Figura 5.18 - Centro de manutenção 39
Figura 5.19 - Página de edição/consulta de manutenção de equipamentos 40
Figura 5.20 - Página de consulta de manutenções 40
Figura 5.21 - Página de histórico de manutenções 41
Figura 5.22 - Página de escolha para localização 42
Figura 5.23 - Página de localização de uma única *tag* 42
Figura 5.24 – Histórico de localização da *tag* escolhida 43
Figura 5.25 - Página de localização de um projeto 44
Figura 5.26 - Página de localização de todos os projetos 44
Figura 5.27 - Alerta de uma *tag* fora do perímetro do projeto correspondente 45
Figura 5.28 - Centro de alertas 45
Figura 5.29 - Página de edição/consulta de alertas 46
Figura 5.30 - Página de consulta de alerta não vistos 47
Figura 5.31 - Página de histórico de alertas 47
Figura 5.32 - Opções de manutenção de utilizador 48
Figura 5.33 - Página de adição/eliminação de informação selecionável 49
Figura 5.34 - Página de adição/eliminação de informação selecionável 49
Figura 5.35 - Página de registo de uma nova conta 50
Figura 5.36 - Email já existente no registo de conta 51
Figura 5.37 - Confirmação da palavra passe errada no registo de conta 51
Figura 5.38 - Não inserção de palavra passe no registo de conta 52
Figura 5.39 - Página de alteração de palavra passe 52
Figura 5.40 - Email não existente na alteração de palavra passe 53
Figura 5.41 - Palavra passe atual incorreta na sua alteração 53
Figura 5.42 - Confirmação da palavra passe errada na sua alteração 54
Figura 5.43 - Página de recuperação de palavra passe 54

xiii

Abreviaturas

API	*Application Programming Interface*
BIM	*Building Information Modelling*
CS	*CraneSyst*
DEC	Departamento de Engenharia Civil
ERP	*Enterprise Resource Planning*
GPRS	*General Packet Radio Service*
IoT	*Internet of Things*
KPI	*Key Performance Indicator*
RFID	*Radio Frequency Identification*
SaaS	*Software as a Service*

Capítulo 1

Introdução

1.1 Contexto

O setor da construção, de extrema importância para a economia do país e particularmente afetado pela última crise económica e financeira, encontra-se atualmente numa fase de recuperação e reestruturação. A recomposição competitiva do setor passará pela incorporação de inovações, constituindo a via digital que a revolução industrial 4.0 corporiza, uma fonte de inovação central, com ressonâncias significativas em toda a cadeia de valor e nos modelos de negócio atuais. Um número significativo de empresas deste sector ainda se encontrar a operar com modelos de controlo e gestão rígidos e obsoletos, propensos ao erro, à dispersão de recursos e ao desperdício de materiais e equipamentos. Outras, optaram pela inovação dos seus modelos, recorrendo e bem, na maior parte dos casos, à aquisição de softwares de orçamentação e planeamento e sua posterior integração com o ERP respetivo. Ambas, porém, debatem-se diariamente com uma diversidade de obstáculos e em particular:

- A dispersão nacional e internacional das suas delegações e dos seus estaleiros de obra;
- Sistemas de gestão administrativa, documental e de compras demorados ou pouco expeditos;
- Sistemas de controlo de produção e custos não padronizados;
- Ausência de dados de gestão credíveis e atualizados, que possibilitem em tempo real a deteção de erros e desvios alocados em cada centro de custos.



Figura 1.1 - CranSyst como um sistema integrado de projetos de construção

O CS, figuras 1.1 e 1.2, é um sistema integrado de gestão operacional de projetos/empresas formado por vários módulos que permite ao utilizador, em tempo real e de uma forma integrada, monitorizar os custos e o progresso das empreitadas, possibilitando uma eficaz gestão financeira dos projetos em curso, de modo independentemente do seu estado e da sua localização.

O CS irá permitir a customização padronizada ao funcionamento e necessidades de cada empresa (ou projeto), possibilitando a integração:

- a montante com softwares de orçamentação e planeamento (Candy CCS, Presto)
- a jusante com ERP's ou outros softwares já implementados (SAP, PRIMAVERA, SAGE)

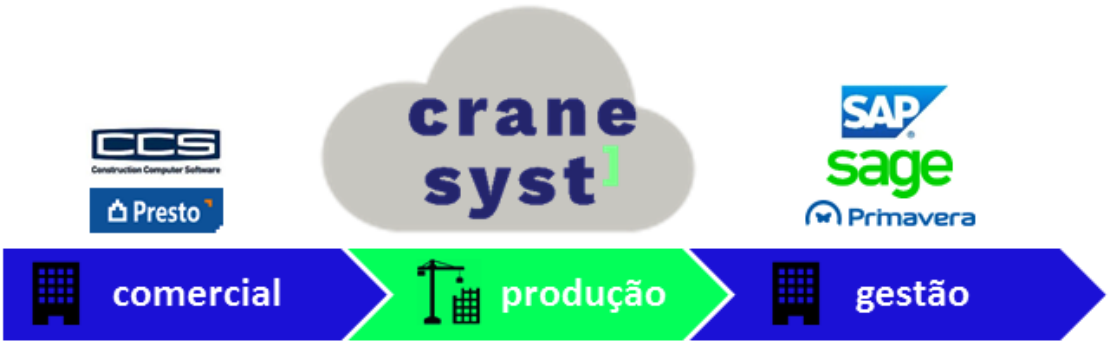


Figura 1.2 - CranSyst como um sistema integrado de projetos de construção

Esta aplicação dispõe de módulos desenvolvidos que abrangem atualmente as seguintes áreas:

- Gestão Contratual
- Controlo Orçamental, e de Custos
- Controlo Produção
- Gestão Administrativa e Compras
- Gestão Comercial / Clientes
- Gestão Documental

A acessibilidade dos utilizadores a cada um dos módulos e conteúdos é definida previamente pela empresa/projeto através de uma pirâmide de responsabilidades.

A solução completa do CS integra software com hardware. O hardware é aplicado nas máquinas e equipamentos de obra. Com isto, as informações de tempo de funcionamento, consumo e manutenção de cada um dos equipamentos em utilização é introduzida automaticamente na aplicação.

O Coequipment é uma aplicação destinada ao controlo e manutenção de equipamentos ligeiros de obra. Este *software* irá permitir o controlo em tempo real dos equipamentos, será possível a localização dos mesmos, lançamento de planos de manutenção de máquinas, registo de novos projetos e suas caraterísticas como perímetro de obra, localização, data de início e fim.

O desenvolvimento do Coequipment será um dos vários módulos que o sistema de gestão operacional de projetos de construção integra. O âmbito desta dissertação passará por programar e potencializar o Coequipment para mais tarde poder ser integrado no CS.

1.2 Caracterização do Problema

A utilização de modelos de controlo e gestão antiquados forçam uma queda na eficiência e consequentemente um aumento de custo relativamente aos projetos no setor da construção. Estudos recentes revelaram também que as derrapagens no orçamento ou nas previsões de faturação de uma empreitada atingem na maior parte dos casos os 10%.

Acontece também que em alguns locais onde são utilizados equipamentos ligeiros de obra para projetos de construção, estes mesmos equipamentos por vezes desaparecem, tornando impossível a sua localização. Dado que, sem a ajuda de um software com capacidade de localizar estes equipamentos seria trabalhoso, e por vezes dispendioso , arranjar uma forma de os localizar.

Em alguns casos os equipamentos são movidos para outros locais dentro da zona de construção, onde o equipamento pode ser dado como perdido por falta de conhecimento da movimentação do equipamento na zona onde supostamente estaria. Mesmo neste caso a falta de um software de localização pode dar origem a perda de tempo ao localizar o equipamento.

Para além dos problemas apresentados anteriormente, a dispersão de recursos, desperdício de materiais e equipamentos cria também uma forte necessidade de desenvolvimento de um software com as capacidades expostas.

1.3 Objetivo e Solução

Pretende-se com este projeto desenvolver um módulo de controlo e manutenção de equipamentos ligeiros de obra que futuramente poderá vir a ser integrado no produto da empresa com o nome CS.

O CS é um software para controlo operacional e de produção, inteiramente dedicado ao setor da construção e seus respectivos ramos.

Com a intenção de potenciar poupança recursos como tempo e capital, a integração de um desenvolvimento industrial 4.0 fará com que a resolução deste tipo de problema seja mais rapidamente cumprida e, coincidentemente, de uma forma mais eficiente.

O objectivo deste projecto é desenvolver uma plataforma que futuramente poderá ser usada para fazer a gestão da informação dos equipamentos ligeiros de obra, e, sempre que possível, admitir no software o controlo e localização dos mesmos. Este software irá ser desenvolvido com a ajuda das ferramentas inframencionadas.

Ao desenvolver um Software "inteligente", com uma base de dados mais organizada e, por conseguinte, simplificada relativamente à sua consulta, elimina, em grande parte, a probabilidade de erro no armazenamento de informação. Esta solução irá possibilitar a poupança de recursos devido à menor probabilidade de erro.

1.4 Planeamento de Tarefas

Inicialmente, antes de se começar a desenvolver qualquer parte do software, houve uma clara necessidade de estudar um pouco sobre o *hardware* a ser utilizado posteriormente, assim como os fundamentos de programação que iriam ser necessitados.

De seguida, foi dado início à estrutura e desenho da aplicação, em HTML. Nesta parte foi aproveitada a ajuda do *Bootstrap*, de modo a que não fosse necessário criar tudo do zero no ponto de vista de *Front-end* desta aplicação.

A criação da base de dados foi o passo seguinte, onde foi escrito e desenvolvido em MySQL. Os dados foram guardados na ferramenta de administração phpMyAdmin. Nesta fase já se tornou necessário saber a informação a pedir ao utilizador para fazer o registo na base de dados.

Posteriormente, foram ajustados os *layouts* das páginas de registo de novos equipamentos, painéis informativos e possibilidades de gerar alertas em casa de se aproximar a manutenção de uma dada máquina, ou ainda no caso de um equipamento se distanciar mais do que o permitido do centro do seu respetivo projeto. Nesta fase é também cumprida a integração da localização das *tags* com a API.

Na finalização das etapas anteriormente referidas é dado início aos testes de software e integração de *hardware* com *software*. Nesta fase de testes é importante garantir o bom funcionamento do sistema de localização, correção de erros no código e sendo também conveniente simular alguns casos e situações que possam confundir o sistema, como por exemplo, comandos opostos em simultâneo ou até incoerências na base de dados.

Previamente, pensou-se que o mais adequado seria cumprir o plano como inframencionado no diagrama de *Gantt*. Mas, o desenvolvimento e a construção da aplicação foi cumprida um pouco mais rápido do que o esperado. Isto originou, felizmente, um período de tempo confortável para correção de erros e poder repensar um pouco na estrutura do software.

É de notar que as tarefas não são cumpridas em separado, ou seja, por vezes, é necessário fazer alterações em etapas anteriores no desenrolar da construção do software. Isto obriga-nos desde o início a estruturarmos de uma forma exata a arquitetura do sistema. Deste modo, o sistema não fica comprometido à medida que se vão acrescentando funcionalidades na aplicação, não colocando em risco o trabalho anteriormente feito.

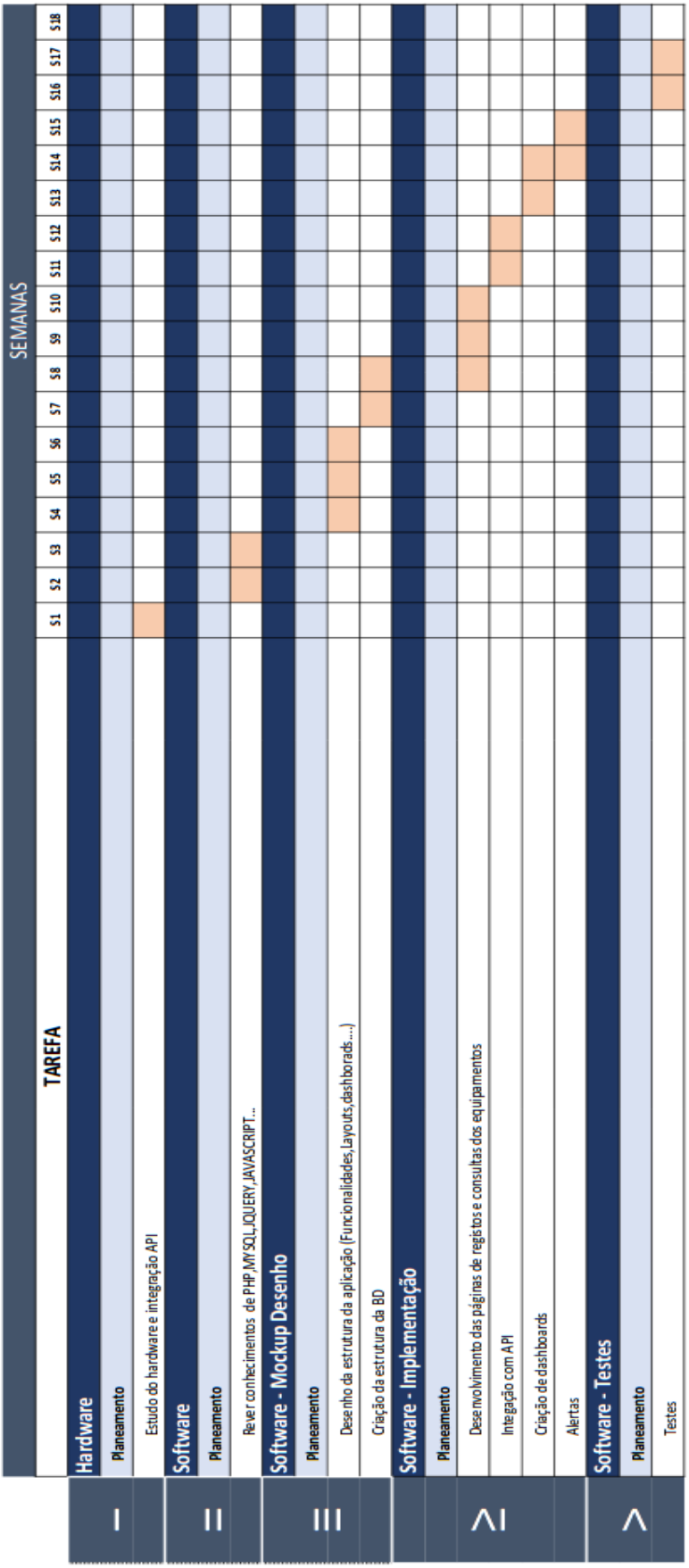


Figura 1.3 - Diagrama de Gantt representativo da planificação desta dissertação

Capítulo 2

Estado da Arte

2.1 Indústria da Construção na Atualidade

"In terms of digital uptake, the construction industry is the lowest ranked economic sector in Europe." [1]

Hoje em dia a indústria da construção é o setor económico com a classificação mais baixa em termos de aceitação digital na Europa. Este setor é íntegro na economia Europeia e a digitalização da indústria da construção é um fator facilitador para a transformação e, por conseguinte, e evolução da economia. Assim, para esta se manter competitiva num mercado cada vez mais globalizado a economia da Europa deverá transformar-se digitalmente.

A importância do setor da construção é também um resultado da sua posição na interseção de vários setores económicos, que compõem a cadeia de valor: fabrico de produtos e maquinaria, serviços profissionais, infraestruturas, imobiliário e habitação. A importância deste sector é também refletida na sua habilidade em responder aos desafios principais da União Europeia: empregos, economia digital, eficiência energética, economia circular, alterações climáticas, alterações demográficas, saúde e segurança, educação, formação e novas regras de proteção de dados pessoais.

As tecnologias digitais não só melhoram a produtividade e reduzem o atraso em projetos, como também melhoram a qualidade e segurança de edifícios, condições de trabalho e proteção ambiental. Isto mostra que a digitalização é mais um meio de chegar às prioridades da União Europeia do que propriamente um objetivo por si só. A nível de negócio a digitalização é uma ótima opção assim como para fornecimento de infraestruturas a um ritmo mais rápido, oferecendo novos serviços, nos quais melhoram a nossa qualidade de vida, enquanto nos permite proteger o ambiente e melhorar a nossa comunidade de maneira a beneficiar todos os cidadãos.

A indústria está à beira de uma transformação que irá mudar o seu status para sempre, através de uma adoção proactiva de novas abordagens digitais que atendem à necessidade dos

clientes. Muita informação, propriedade de dados e acesso, Modelação de Informação de Edifícios (BIM), armazenamento na *Cloud*, pré-fabrico, robôs, impressão 3D, inteligência artificial, novas tecnologias de reconhecimento de voz, novos modelos de negócio, assim como edifícios inteligentes e cidades inteligentes já se encontram em uso e alteram significativamente a maneira como este setor opera.

"Construction industry has a historical record of productivity problems. Most of the projects run overtime as well as over budget. Thus, this sector is relatively slower than others at adapting to modern changes. And yes, it costs companies at least 100's of thousand if not in millions. Research says large projects are taking up to 20% longer to finish than scheduled and running up to 80% over budget." [4]

2.2 A Internet das coisas (IoT) e a Indústria de Construção

2.2.1 A Internet das Coisas

O processo de tornar máquinas, objetos e dispositivos "espertos" que estão ligados à internet, é de uma forma simplista a Internet das Coisas. O número de possibilidades de uso é quase ilimitado, tanto em telemóveis, lâmpadas, alarmes, termostatos entre outros demonstra que o mundo tecnológico está realmente a crescer.

A Internet das Coisas está cada vez mais acessível à medida que a Internet está bastante mais disponível na sociedade. Hoje em dia, muitos dispositivos eletrónicos estão conectados à Internet à medida que o custo de ligação à mesma tem vindo a ficar cada vez mais barato. Com estas alterações o mundo tem vindo a alterar-se num ponto de vista tecnológico à medida que estas tecnologias se destacam e alargam os horizontes da nossa sociedade, economia, local de trabalho, casa e qualquer outro lugar onde um cidadão tenha acesso a dispositivos com esta capacidade.

2.2.2 Como a Internet das Coisas é utilizada na Indústria de Construção

A Internet das Coisas, ou Telemática, permite que se mantenha informação apreciativa o mais atualizada possível sobre um automóvel, como por exemplo, velocidade em marcha lenta, pressão de pneus e localização GPS. A Internet das Coisas ajuda também na performance de projetos, dando uma visão mais alargada aos seus trabalhadores, ajuda na resolução de

problemas ou pode até dar instruções em tempo real em determinadas tarefas a engenheiros e trabalhadores em locais de construção.

Qualquer equipamento ligado à Internet pode receber remotamente comandos. Quando as condições são demasiado poluentes, tóxicas ou nocivas para o ser humano isto torna-se uma grande vantagem. A utilização de operações remotas previne também a necessidade de pessoas trabalharem diretamente com máquinas perigosas, dado que acidentes e lesões são minimamente comuns em locais de construção e obra.

2.2.3 Tecnologia Vestível

Alguns sensores que podem ser colocados no uniforme dos trabalhadores poderão monitorizar os seus corpos e o ambiente em redor de modo a tornar o local mais agradável e seguro.

Podemos encontrar o exemplo de uns óculos inteligentes que dão informação e instruções sem que seja necessário interromper o trabalho, pois estes não requerem o uso das mãos. Esta estratégia permite poupar muito tempo como melhora a eficiência do local de trabalho.

Podem ser utilizados em locais de trabalho visores de tecnologia aumentada, de modo a informar os trabalhadores sobre uma possível mudança ambiental ou uma situação perigosa.

Estas tecnologias e dispositivos vestíveis tomam um lugar muito importante na indústria de construção. Qualquer item que pode ser utilizado no corpo que transmite informação ao utilizador através de conectividade poderá ser designado por um item de tecnologia vestível.

Este caso não está proposto para utilização num futuro próximo relativamente a este projeto, mas ainda assim, representa uma estratégia muito útil para locais de construção e poderá ser aplicada numa perspetiva a longo prazo.

2.2.4 Seguimento de equipamentos

O tempo perdido numa empresa de construção representa perda de fundos económico-financeiros, isto pode ser evitado com a instalação de sensores nos equipamentos, ferramentas e trabalhadores. Com isto, é possível poupar tempo e custo de um trabalho ao melhorar a eficiência em tempo real.

A Internet das Coisas é muito benéfica para a indústria de construção, pois envia ao minuto informação lida nos sensores dos equipamentos, ferramentas, trabalhadores, etc.

Também é utilizada tecnologia RFID, uma *tag* que envia dados através de ondas rádio. É cada vez mais utilizado, devido à sua eficiência e custo reduzido.

A tecnologia RFID pode detetar quando algo tem um inventário reduzido e notifica um empregado da necessidade de encomendar e repor itens, de modo a reduzir o tempo de inatividade, no caso de haver necessidade de espera por materiais para completar uma tarefa.

O RFID é também útil quando se perde alguma peça no local de trabalho. Esta tecnologia tem a possibilidade de localização, basta fazer *check-in* e *check-out* em equipamentos e peças. Assim, será fácil saber quem possui o equipamento e há quanto tempo o está a utilizar.

2.2.5 Modelagem de Informações de Construção

A BIM é mais uma característica da Internet das Coisas que se está a desenvolver em larga escala e é cada vez mais usada no processo de construção de edifícios.

BIM dá a possibilidade de criar a modelagem 3D de um edifício, mas incorpora todos os sistemas e estruturas do edifício de uma forma responsiva, isto é, quando ocorre uma alteração no design, qualquer outra parte que seja impactada por essa alteração será também alterada.

Umas das grandes desvantagens no planeamento de edifícios antes do aparecimento do BIM era a dificuldade em fazer alterações caso fosse necessário, visto que eram planeamentos escritos e não computorizados.

Esta tecnologia consegue reduzir erros no processo, desde que muitos problemas podem ser detetados antes do projeto ser posto em prática, sendo uma ótima maneira de poupar recursos e tempo, o que torna o projeto mais económico e eficiente.

2.2.6 O que se pode esperar para o futuro da Internet das Coisas

Com o aumento da necessidade e capacidade da Internet das Coisas, corresponde um aumento de fundos para o seu desenvolvimento, como para outras novas tecnologias de design e desenvolvimento.

Há cada vez uma necessidade maior de tornar edifícios inteligentes, desenhados para utilizar processos automatizados e com a capacidade de controlar automaticamente, por exemplo, a temperatura e luz. Estes edifícios são conhecidos para reduzirem o impacto ambiental e reduzir o gasto de energia. Eles têm a capacidade de ajudar na rotina de manutenção, identificando potenciais problemas no sistema.

Há novas tecnologias a serem desenvolvidas de modo a agilizar os processos de construção e a segurança dos trabalhadores.

Enquanto a Internet das Coisas entrou um pouco devagar no setor da construção, as empresas estão cada vez mais cientes que, para permanecerem competitivas no mercado será necessário adotar tecnologias novas e inovadoras nos seus planos de negócio.

"It's estimated that there are currently 27 billion IoT connected devices globally, a number that is expected to increase to 125 billion by 2030." [5]

2.3 Implementação do software

O software irá ser implementado em sistema operativo Linux, com um servidor WEB (Apache). Grande parte do código será escrito em PHP, os ficheiros terão terminação PHP (exemplo.php), embora sejam utilizadas outras linguagens de programação nestes mesmos ficheiros: HTML, MySQL, jquery e JavaScript.

É de notar que existe um ficheiro em python. Ainda assim, a percentagem escrita nesta linguagem é residual face a todo o código. Este ficheiro é instalado unicamente para localização de hardware.

É utilizada a linguagem HTML na parte de estruturação *Front-end* do software com a ajuda do *Bootstrap*, um *framework* muito utilizado na construção *Front-end* de sites e aplicações.

A base de dados é manipulada com MySQL e jquery (retirar informação da base para ficheiros PHP). A gestão e troca de informação será feita em PHP (cálculos entre variáveis). Após retirar informação da base de dados com jquery e SQL, é também utilizado PHP para imprimir, por exemplo, valores retirados da base de dados na parte de *Front-end* do software.

A parte de JavaScript é vantajosa nos casos em que é necessário utilizar ou criar funções que serão corridas na parte de HTML, como por exemplo botões ou mesmo confirmar se um login está correto sem ser obrigatório refrescar a página.

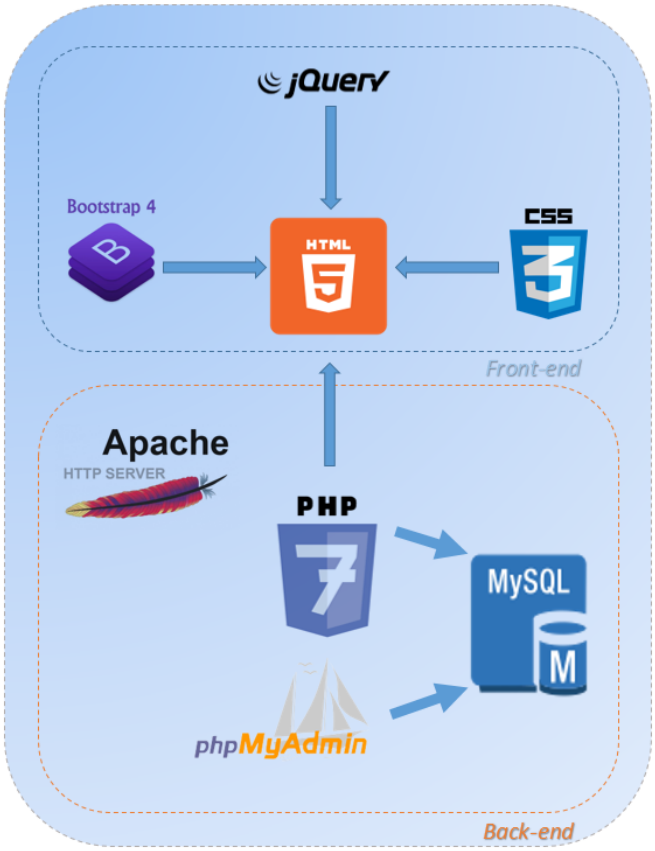


Figura 2.1 - Representação Front-end e Back-end do Coequipment

2.4 Princípios Base do Software

O Coequipment é um site para fins de controlo e manutenção de equipamentos ligeiros de obra. Contém um menu com várias opções, um *dashboard* principal, consulta/edição e registo de equipamentos, localização e um menu de manutenção, no qual será possível adicionar uma data de manutenção a um determinado equipamento, acrescentar opções na página de registo de equipamentos, registar um novo utilizador e mudar a password.

A aplicação terá várias funcionalidades básicas: formulários de registo e edição da informação dos equipamentos, consulta dos mesmos, *dashboards* de alertas, notificações e estado, terá níveis de permissão diferentes e integração com API do fabricante do hardware a usar.

Ao registar um equipamento no Software, e consequentemente na base de dados, é pedido o número de identificação do equipamento (*Tag* Id), a categoria, o nome da máquina, o modelo, fabricante, proprietário, data e tempo de aluguer, projeto, localização (sempre que possível), informação sobre as manutenções necessárias do equipamento, serviços ou certificados, manuais e *logs*.

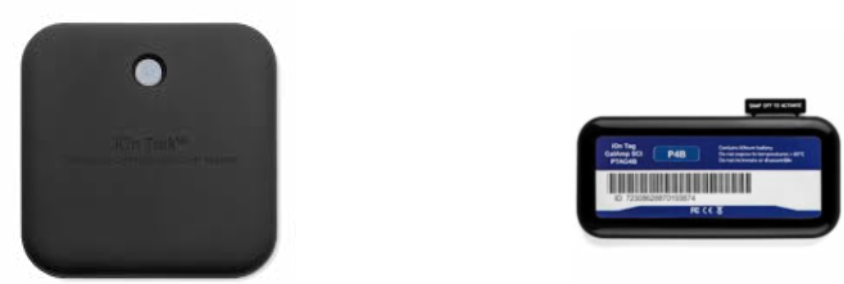
Nos equipamentos em que haja possibilidade, será colocada uma *tag* (iOn Tag) para permitir a sua localização. No caso de existir esta possibilidade, na página da localização é possível visualizar onde se situa este equipamento, basta indicar o projeto e o respetivo nome da máquina ou apenas o número da *tag*.

Capítulo 3

Hardware

3.1 Informação e Origem

A empresa CalAmp, sediada em Irvine, Califórnia, fornece aplicações de software em IoT, serviços na Cloud, informação inteligente, produtos e serviços de telemática ligados à rede. Esta empresa combina produtos de tecnologia na Cloud e telemática com aplicações SaaS para colher e avaliar informação em tempo real. Micro serviços para tarefas específicas são desempenhadas através de aplicações de empresas ou até serviços independentes. A CalAmp desenvolve dispositivos telemáticos móveis, iOn Tags e fixos, iOn Tracks sem fios que suportam aplicações de software CalAmp e de terceiros. A parte de hardware é destinada unicamente à localização de Tags, visto que a grande maioria deste projeto se baseia em desenvolvimento de Software.



iOn Track	iOn Tag

Figura 3.1 - *iOn Tag* e *iOn Track*

Poderá exitir mais de uma *tag* para cada *track*, sendo que a *tag* será colocada nos equipamentos e a *track* num local estático da obra. A *tag* localiza o seu respetivo equipamento, a *track* envia a localização do equipamento para o Coequipment.

3.1.1 SC iOn Tag

"The SC iOn Tag logs and broadcasts shipment and asset information including proximity location and sensor values. The SC iOn Tags transmit via proprietary Bluetooth LE protocol through CalAmp enabled telematics devices. It is ideal for managing quality and compliance across all modes - over the road, in flight or at sea."

Uma *Tag* inteligente à prova de água que tem a capacidade de transmitir informação para além da localização, como humidade, inclinação, choque/quedas, vibrações e ainda temperatura.

3.1.1.1 Especificações Técnicas

Comunicação

Bluetooth - BT Rádio para a entrada SC iOn Track
Distância máxima - 80 m

Ambiente

Temperatura - -20 °C até 55 °C (em operação)
-30 °C até 60 °C (em armazenamento)

Resistente a choque e vibrações

À prova de água

Design

Dimensões - 34 x 66 x 7 mm

Sensores

Proximidade - localização até 80m

Temperatura - erro de +/- 0.5 °C

Humidade - erro até 4% rH, de 20% a 80% rH

Ângulo de inclinação

Energia

Bateria - Pilha de Lítio primária

Parâmetros de Operação - Output máximo de 100 mW EIRP

Tempo de vida dependente da taxa de envio de dados

Certificados

AA Compliant, FCC, CE, NIST, PTCRB, Applicable carriers

3.1.2 SC1004 iOn Track

"*The SC1004 is a battery-operated or externally powered tracking device engineered for capturing in-transit temperature and location. It is an ideal solution for tracking shipments over the road, in flight and at sea when global coverage is needed to maintain supply chain integrity, security and regulatory compliance.***"** [2]

Este *Track*, também à prova de água, está em funcionamento 24/7 e com ligação a redes 2G, 3G ou Wi-Fi.

3.1.2.1 Especificações Técnicas

Rede

GSM/GPRS - Móvel 3G para todo o mundo

- 850/900/1800/1900/2100 MHz

- 2G no caso de não existir 3G

- Comunicações bidirecionais

- Taxa de transmissão de dados configurável - entre 1 min e 24 h

Wi-Fi - 2.4 GHz B/G/N

Precisão

Wi-Fi - 100 m

Rede móvel - 500 m

GPS - 3 a 5 m

Ambiente

Temperatura - -20 °C até 55 °C (em operação)
-30 °C até 60 °C (em armazenamento)

Resistente a choque e vibrações

À prova de água

Design

Dimensões - 98 x 98 x 12 mm

175 g

Sensores

Movimento

Temperatura - Erro de +/- 0.5 °C

Pressão - Deteção a +/- 0.1 PSI

Choque - Acelerómetro dedicado de 3 eixos

- Impacto

- Queda

- Ângulo de inclinação

Energia

Bateria recarregável li íon - 3.7 V 4000 mAh (14.8Wh, 5.0 A rate)

Parâmetros de Operação - Pressionar para ligar

- Carregamento Wireless Qi (8 h)

- Carregamento em utilização (12 h)

Certificados

FCC, CE, NIST, PTCRB, Applicable carriers

3.2 Ilustração Exemplificativa de um projeto e utilização de Hardware

Deste modo conseguimos ver um exemplo de uso dos *iOn Track* e *iOn Tags* numa zona de construção. Estas imagens exemplificam a colocação destes dispositivos de modo a que estejam devidamente divididos pela obra e seja facilitado o controlo e localização dos equipamentos.

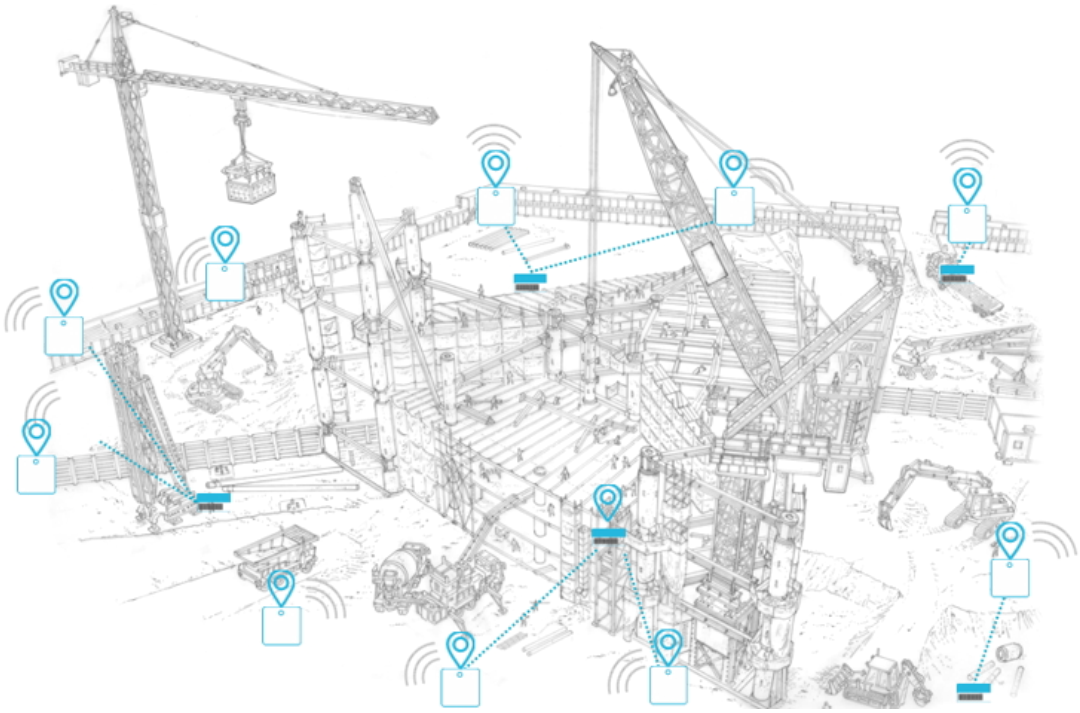


Figura 3.2 - Imagem exemplo de iOn Tags e iOn Tracks num projeto de construção

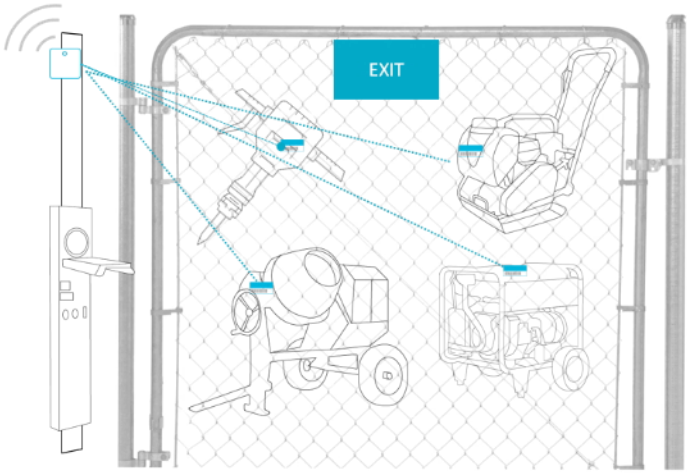


Figura 3.3 - Exemplo de um grupo de *iOn Tags* conectados a um *iOn Track*

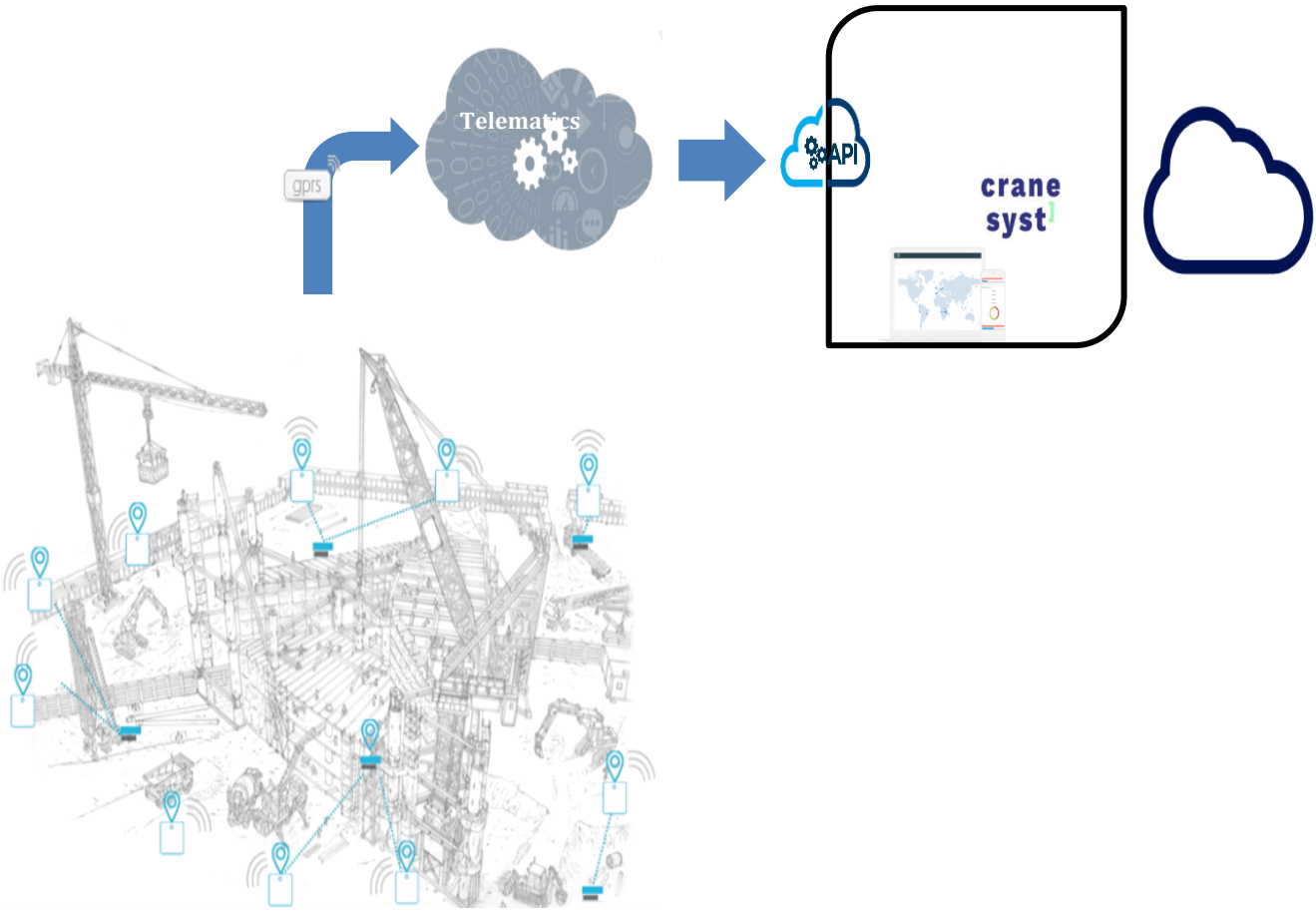


Figura 3.4 - Integração na Cloud telemática e posteriormente no Coequipment

Cada iOn Tag, colocada num designado equipamento irá enviar o sinal para um iOn Track, que por sua vez recebe informação de várias iOn Tags. De seguida, a respetiva iOn Track integra a localização dos equipamentos numa Cloud que pode ser acedida no Coequipment.

Relativamente aos equipamentos onde se incluirão as *Tags*, o funcionamento do envio da informação da localização, temperatura e humidade para a plataforma será feito da seguinte maneira:

- Serão colocadas iOn Tracks na obra, que farão a comunicação por *Bluetooth* com todos os equipamentos que tenham tag´s instaladas para obter a informação pretendida.
- Ao obter essa informação a Track, que contém um cartão SIM, enviará por GPRS a informação para a *cloud telematics* do fabricante.

- A integração permitirá a troca de informação dos equipamentos entre a plataforma e a *cloud telematics* do fabricante será feita através de uma *API (Application Programming Interface)**
- Para este projecto, a integração será através de *JSON* (JavaScript Object Notation)**, formato de dados fornecido pelo fabricante para permitir o controlo dos equipamentos, possibilitando o acesso à leitura e escrita dos dispositivos.
- Para permitir este acesso, utiliza-se duas linguagens de programação, *Python* e *PHP*.
- A linguagem *Python* é usada para efectuar as chamadas à API, desde os pedidos de autenticação, leitura e escrita.
- O PHP é usado para executar o *script Python* e para retornar a informação proveniente das chamadas à API.

De seguida são ilustrados alguns excertos de código destas chamadas:

Pedido de autenticação (*Python*)

```
globalHeaders = {'Services-App': ‘dddd’}
userName        = ‘xxxxx’
password        = 'xxx'

# Urls a chamar
urlAuth  = 'https://json.xxxxx '
urlDevDet  = 'https://json.xxxx’

# Criação da Sessão
sessionObj = requests.Session ()
sessionObj.headers.update (globalHeaders)
# Parametros de auteticação
params  = {'useAuthToken':'true', 'Username':userName, 'Password':password}

# Efectuar o pedido
r = sessionObj.post (urlAuth, params = params)

# Verificação se o pedido foi efectuado com êxito
if r.status_code != 200:
print ('Unable to authenticate user.')
r.raise_for_status ()
```

Leitura da localização, temperatura e bateria do dispositivo (*Python*)

```
#
reqJson = {
'device':"72308628870251012",
'read':1,
'deviceSettings':{
        'deviceId':'null',
        'deviceModel':'null'
        },
        'deviceLog':{
        'latitude':'null',
        'longitude':'null',
        'lastReport':'null',
        'streetAddress':'null'
        },
        'deviceReport':
        {
        'temperature':'null',
        'batteryVoltage':'null',
        },

        'slaveList':{
         'tagNumber':'null'
        },
        'tagLog':{
        'reportingDeviceId':'null'
        },
        'tagTemp':{
        'time':'null',
        'temperature':'null'

        }
}

# Efectuar a leitura
r = sessionObj.post (urlDevDet, json = reqJson)

# Verificar se está a funcionar
if r.status_code != 200:
print ('An error occurred while reading device configuration.')
r.raise_for_status ()
else:
# Resultado efectuado com sucesso
parsedJson = r.json ()
```

Correr script Python e retonar informação (*PHP*):

```
$command = escapeshellcmd('python equipment/setdevice.py');
$output = shell_exec($command);
echo $output;
```

Exemplo de uma informação retornada ao executar o código PHP

{u'slaveList': [], u'deviceLog': {u'latitude': 41.160117, u'streetAddress': u'||Rua de 5 de Outubro|Porto|Porto|4050||Portugal', u'lastReport': 1558523779063.0, u'longitude': -8.6311459999999993}, u'deviceReport': {u'batteryVoltage': 48.0, u'temperature': 24.699999999999999}, u'tagLog': [], u'tagTemp': [], u'device': u'723086288702510l2', u'deviceSettings': {u'deviceId': u'723086288702510l2', u'deviceModel': u'SC-1000'}}

Entre os principais benefícios das *APIs* estão a agilidade e eficácia nas integrações, permitindo que a troca de informações tenha lugar de forma mais segura e facilitada, tanto para quem disponibiliza os dados quanto para quem utiliza. Isto acontece porque as *APIs* otimizam a gestão interna, oferecem ferramentas práticas e base de dados sólidas, facilitando e melhorando a forma de controlo e as estratégias da empresa.

O mundo corporativo está, a cada dia que passa, mais integrado com a utilização das *APIs*, principalmente pelos resultados significativos que podem ser verificados com o uso desta tecnologia. Num mundo tão competitivo, ter uma API pode ser o ponto de diferenciação que faz uma empresa ficar à frente de outras no mercado, pois, por meio dessa funcionalidade, inúmeras oportunidades surgem.

Esta permite a integração de sistemas, apresentando vantagens como a proteção e segurança dos dados, otimização da performance da plataforma, automatização dos processos, facilidade na troca de informação entre sistemas com diferentes linguagens de programação e a própria monetização da API (cobrando, por exemplo, para que os utilizadores possam aceder a um determinado tipo de informação).

Esta interface agrega um conjunto de padrões, de rotinas e de funções de programação definidos por intermédio de um *software* que possibilita o uso das funcionalidades das aplicações para uso dos serviços, sem necessidade do seu envolvimento em processos demasiado complexos de implementação.

Capítulo 4

Base de Dados

4.1 Utilização de uma Base de Dados

Uma base de dados é um repositório ou uma ferramenta de recolha de informação relacionado com um determinado assunto como pessoas, equipamentos, produtos, entre muitos outros. Muitas bases de dados começam por ser uma folha de cálculo ou programas de processamento de texto. A base de dados estrutura a informação de uma determinada maneira de modo a permitir a sua consulta, edição e atualização por meios informáticos.

Normalmente, as bases de dados estão organizadas em tabelas. Estas contêm um número de campos definido a gosto do fundador da mesma. A organização de uma base de dados é um ponto chave para a facilidade de acesso à informação lá guardada.

4.2 Ferramenta phpMyAdmin

Toda a informação que será necessário guardar no desenvolvimento da aplicação referente ao âmbito desta dissertação será guardada numa base de dados. A gravação desta informação é feita numa ferramenta de administração, *phpMyAdmin*, onde se encontram todos os dados requisitados pelo Coequipment.

Esta ferramenta de administração é muito utilizada por programadores web. Com ela é possível criar e eliminar bases de dados, criar e eliminar tabelas, inserir, editar e remover campos com código SQL. Foi desenvolvida há, aproximadamente, 20 anos por Tobias Ratschiller e escrita em PHP e JavaScript, sendo hoje em dia uma das ferramentas mais reconhecidas para serviços de hospedagem na web.

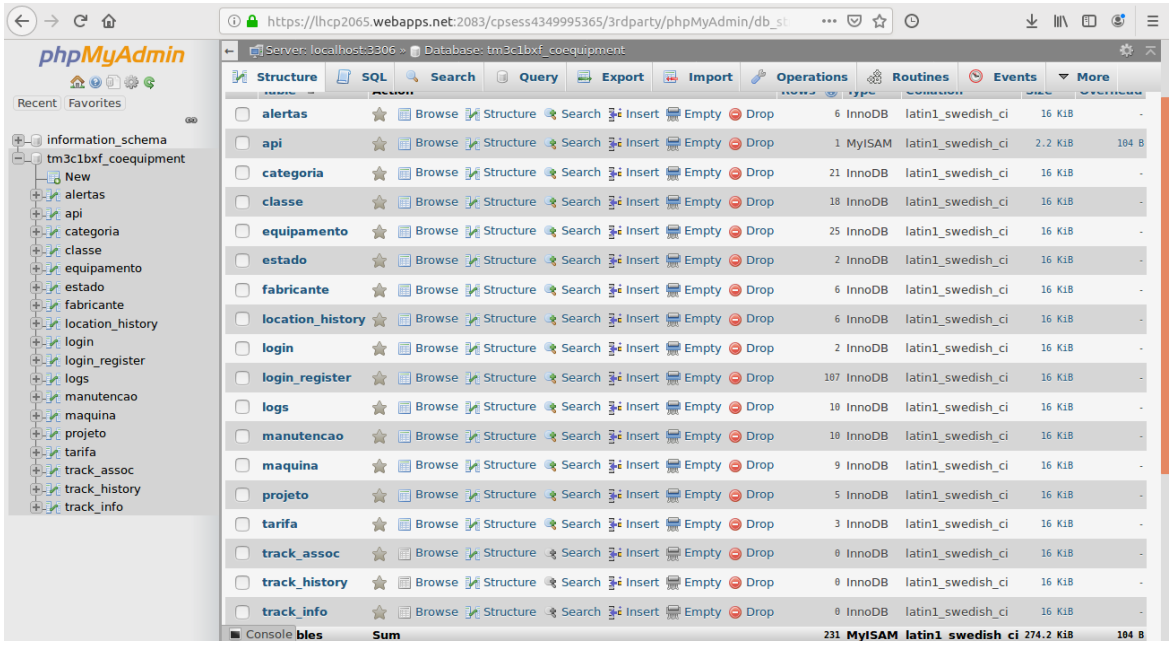


Figura 4.1 - Base de dados na ferramenta de administração phpMyAdmin

Cada linha na figura x representa uma tabela da base de dados referente ao Coequipment. Todas as rotinas de confirmação em páginas de entrada (login), dados de seleção, estados dos equipamentos, histórico de localização de máquinas, entre muitos outros estão guardadas aqui.

O Coequipment consegue retirar informação através de código em PHP e SQL, representando a parte *Back-end* da programação da aplicação.

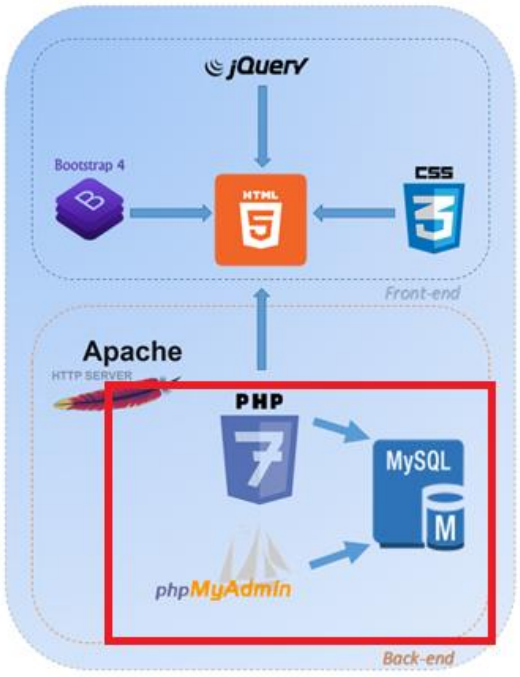


Figura 4.2 - Base de dados situado na parte *Back-end*

Capítulo 5

Coequipment

5.1 Contexto

O Coequipment é o site desenvolvido e dedicado ao controlo e manutenção de equipamentos ligeiros de obra, onde se executa a estrutura da base de dados e da informação necessária para tornar um projeto de construção mais simples e inteligente, com objetivo de se integrar no *CraneSyst*.

A nível funcional foram estabelecidos alguns objetivos para esta aplicação, como o acesso rápido e facilitado às funcionalidades da aplicação, um design simplista de modo a não comprometer a simplicidade do software e as diferentes permissões consoante o utilizador que utiliza a aplicação.

Uma grande vantagem do Coequipment é a simplicidade de acesso a todas as competências que esta aplicação oferece. Assim sendo, o *front-end* deste site está desenhado de forma a que seja facilitado o acesso a qualquer funcionalidade.

Mais tarde, esta aplicação irá ter diferentes níveis de permissão, dependendo do utilizador em causa. Assim, algumas das funcionalidades serão exclusivas apenas do administrador, como eliminar informação dos equipamentos ou projetos. Numa fase um pouco mais avançada, na existência de vários projetos e muita informação, cada utilizador irá ter acesso apenas à informação correspondente ao seu projeto.

5.2 Entrada e Página inicial

Como é normal, é impossível visualizar o conteúdo da aplicação sem passar pela página de entrada (login), onde há a confirmação dos dados a introduzir, nome utilizador e senha de acesso.

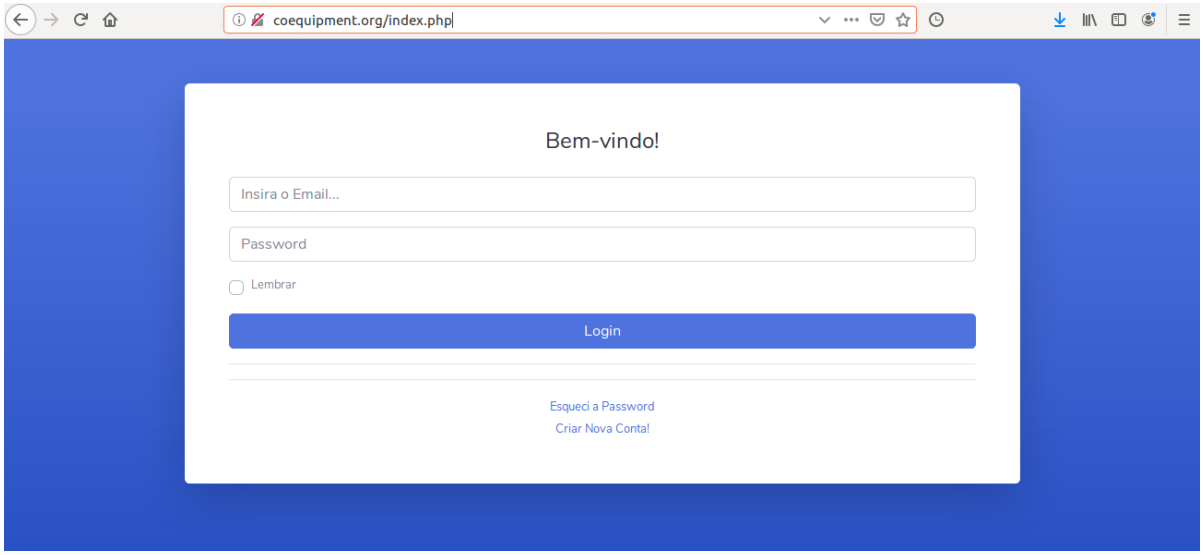


Figura 5.1 - Página de entrada no Coequipment

No caso em que o nome de utilizador exista e corresponda com a password guardada na base de dados o utilizador é reencaminhado para a página principal da aplicação. Caso contrário aparecerá um alerta a pedir a verificação dos dados, dado que o e-mail ou a password não estão corretos.

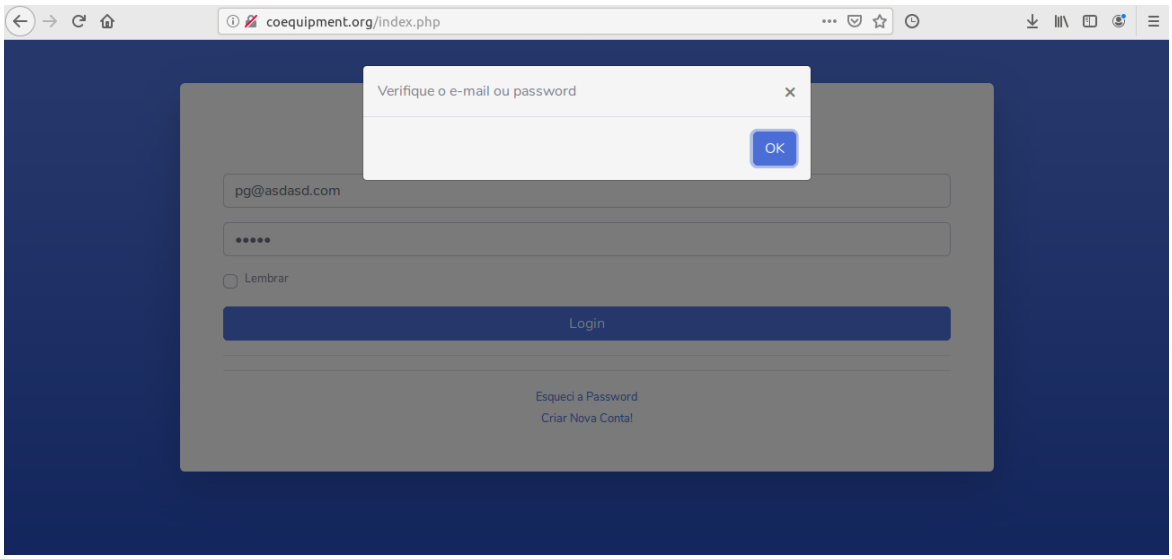


Figura 5.2 - Inserção de informação errada na página de entrada

Após completar a informação na página de login será possível aceder às funcionalidades e informação da aplicação que se encontram no cabeçalho da página principal.

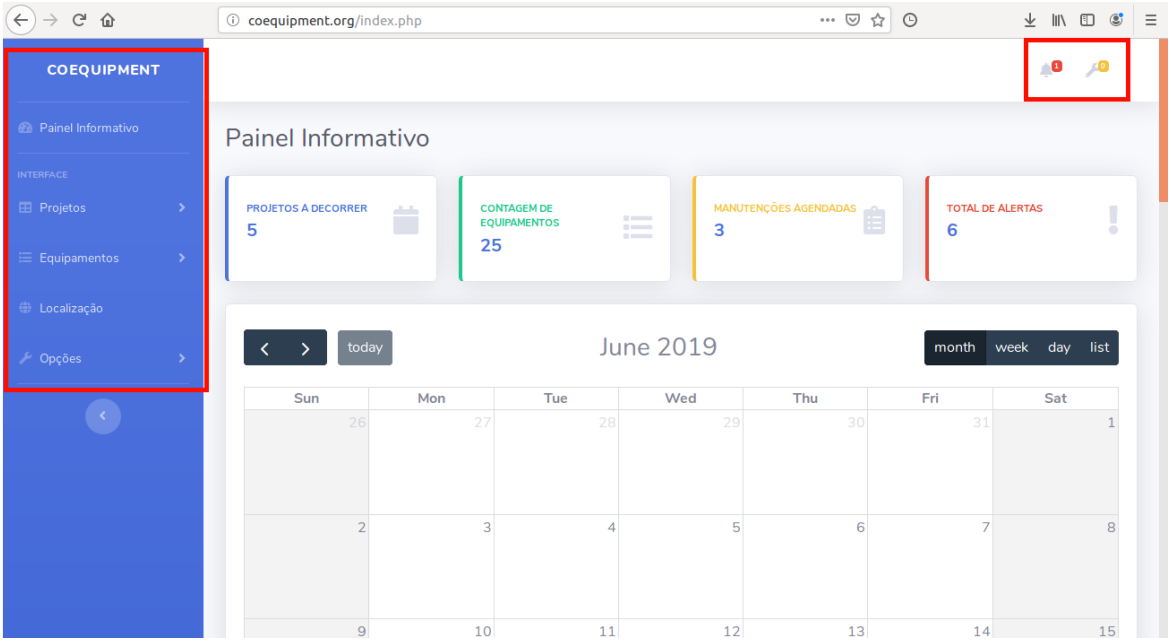


Figura 5.3 - Página principal do Coequipment

Na página principal, o utilizador encontra a informação mais geral do sistema. É possível saber quantos projetos estão a decorrer no momento, quantos equipamentos estão registados no Coequipment, quantas manutenção serão iniciadas num futuro próximo e quantos alertas foram gerados até agora.

Um pouco mais abaixo está disponível um calendário que contém a informação de três eventos distintos, sendo estes manutenções, alertas e datas de mobilização e desmobilização de equipamentos em projetos. A vermelho estão marcadas as datas que representam os alertas, a amarelo as manutenções e a azul as datas de mobilização e desmobilização. Embora haja neste calendário três tipo de eventos, apenas um é editável, que será neste caso as datas de manutenção. Ao arrastar uma data marcada a amarelo (*drag&drop*) e largá-la noutra data, esta alteração será feita automaticamente na base de dados. Sendo assim, se o usuário refrescar a página estará marcada a amarelo a data alterada e não a primeira.

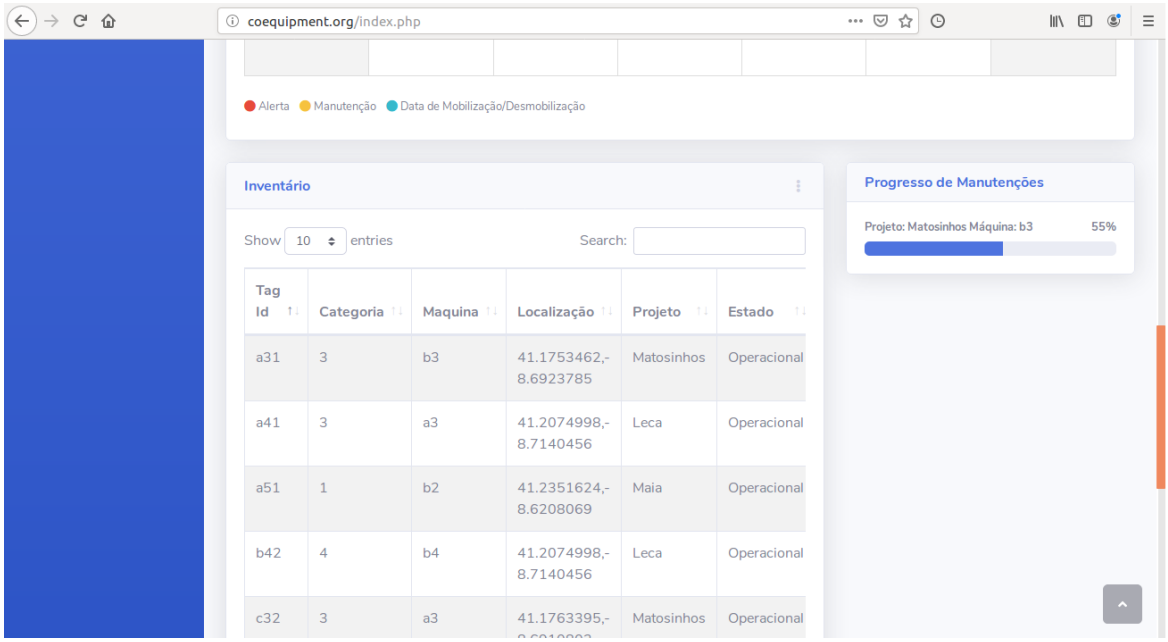


Figura 5.4 - Mais opções na principal principal do Coequipment

Encontram-se marcadas a vermelho as zonas onde se pode aceder a várias funcionalidades e informações.

No lado esquerdo temos a opção de voltar à página principal, o que neste caso não faria sentido, opções de consulta e edição de equipamentos e projetos, consulta de localização, opções de consulta e edição de manutenção.

No lado direito em cima, podemos consultar e até editar informação correspondente a alertas e manutenções agendadas anteriormente.

5.3 Projetos

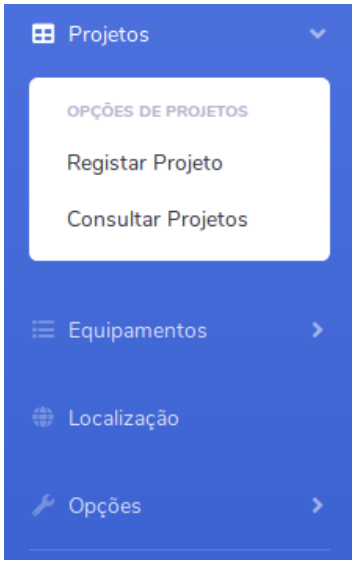


Figura 5.5 - Opções de projetos

Nas opções de projeto podemos consultar ou fazer novos registos.

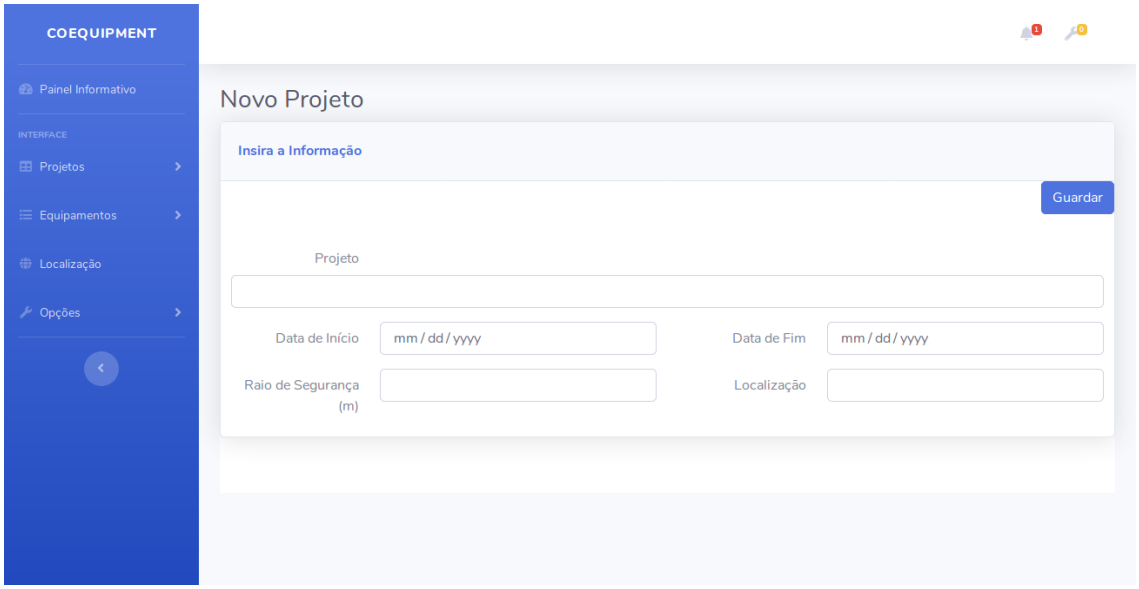


Figura 5.6 - Página de registo de novos projetos

Nesta página, é possível adicionar um novo projeto na base de dados com várias informações, sendo elas, o nome do projeto, a data de início e fim, a localização do projeto e o raio de segurança. O raio (em metros) é uma informação importante, dado que na página dedicada à localização deste mesmo projeto irá haver um círculo no qual as *tags* não poderão sair, caso contrário será gerado um alerta.

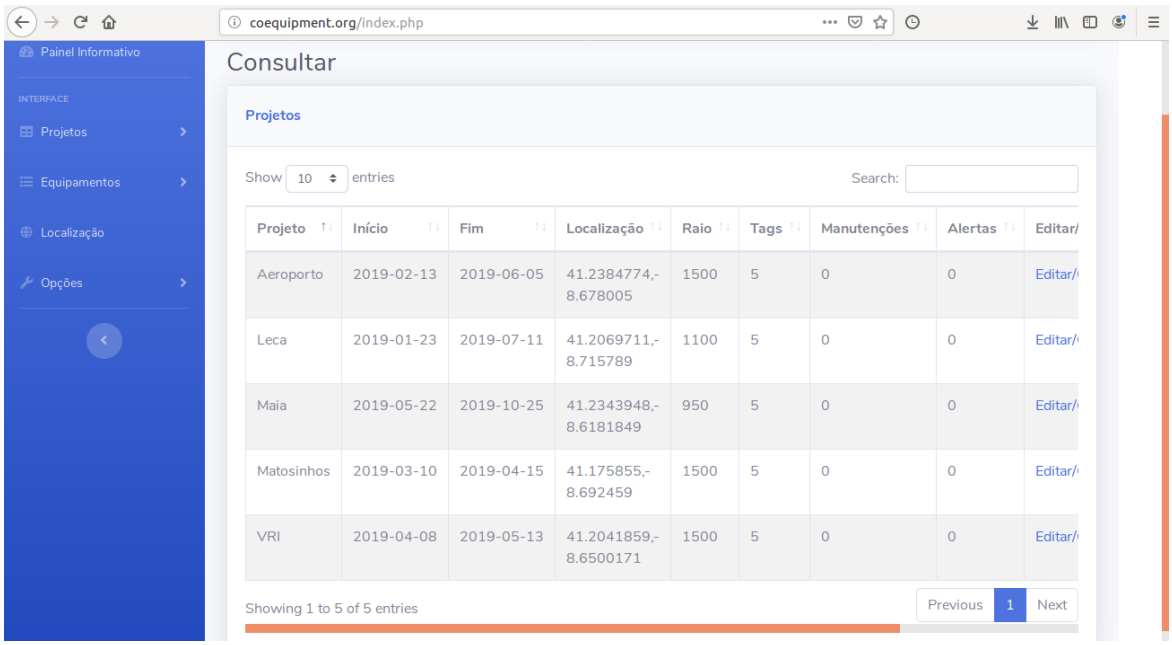


Figura 5.7 - Página de consulta de projetos

Na página de consulta é possível visualizar as informações de cada projeto. É de notar que a tabela indica informações adicionais às de registo, tais como: número de equipamentos com *Tag*, número de manutenções agendadas e alertas relativamente a cada projeto.

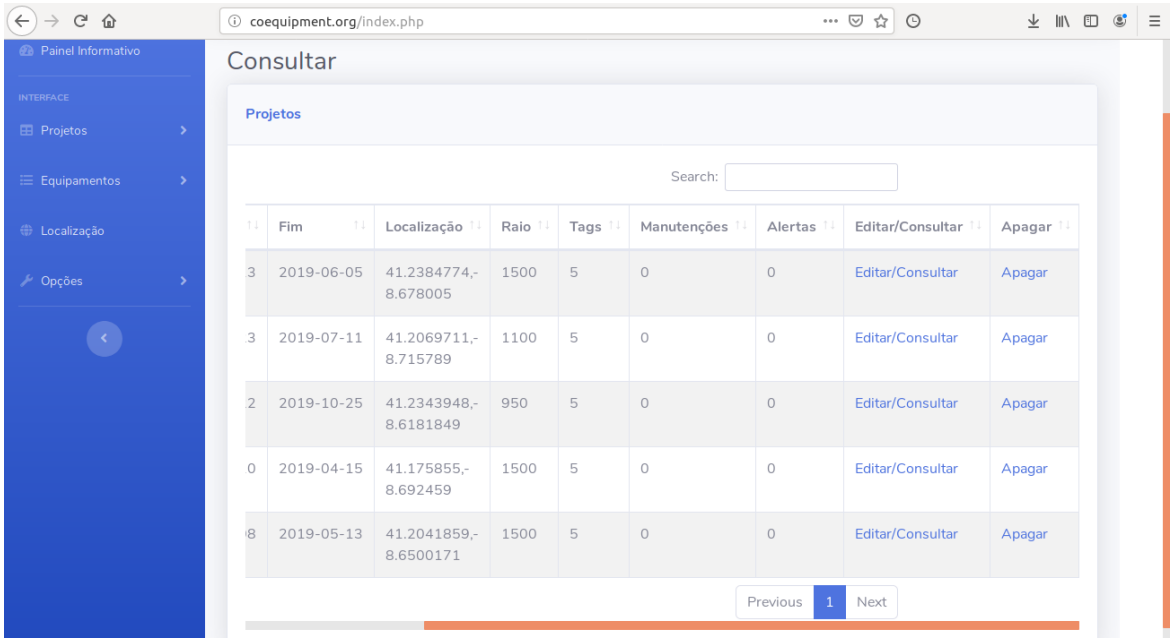


Figura 5.8 - Página de consulta de projetos

É possível editar ou apagar a informação exibida nesta tabela através dos botões "Editar/Consultar" e "Apagar".

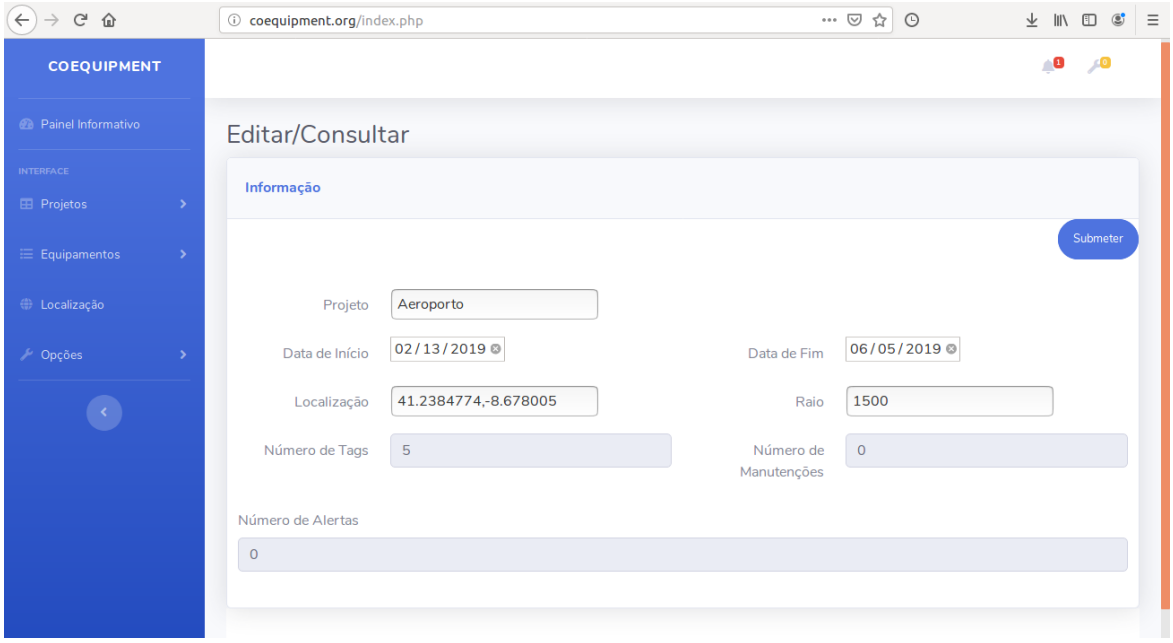


Figura 5.9 - Página de edição/consulta de projetos

Na página de edição de projetos existem dados que não serão possíveis alterar. Estes dados variam consoante o tempo e, deste modo, são resultado de acontecimentos externos, não

fazendo sentido a sua alteração. Esta medida fará desaparecer a origem de erros e leitura de informação não verdadeira.

5.4 Equipamentos

No cabeçalho, ao escolher a opção “Equipamentos”, podemos fazer um novo registo ou ir para a página de consulta, tal como na opção “Projetos”.

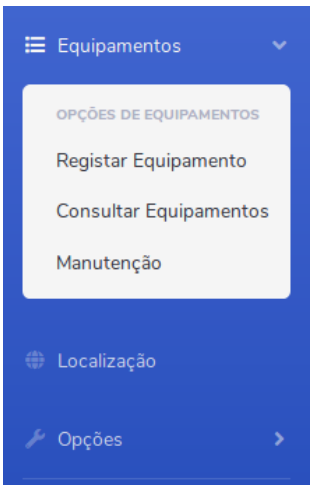


Figura 5.10 - Opções de equipamentos

Embora as páginas sejam idênticas face às páginas correspondentes aos projetos, esta opção exige mais informação face à anterior.

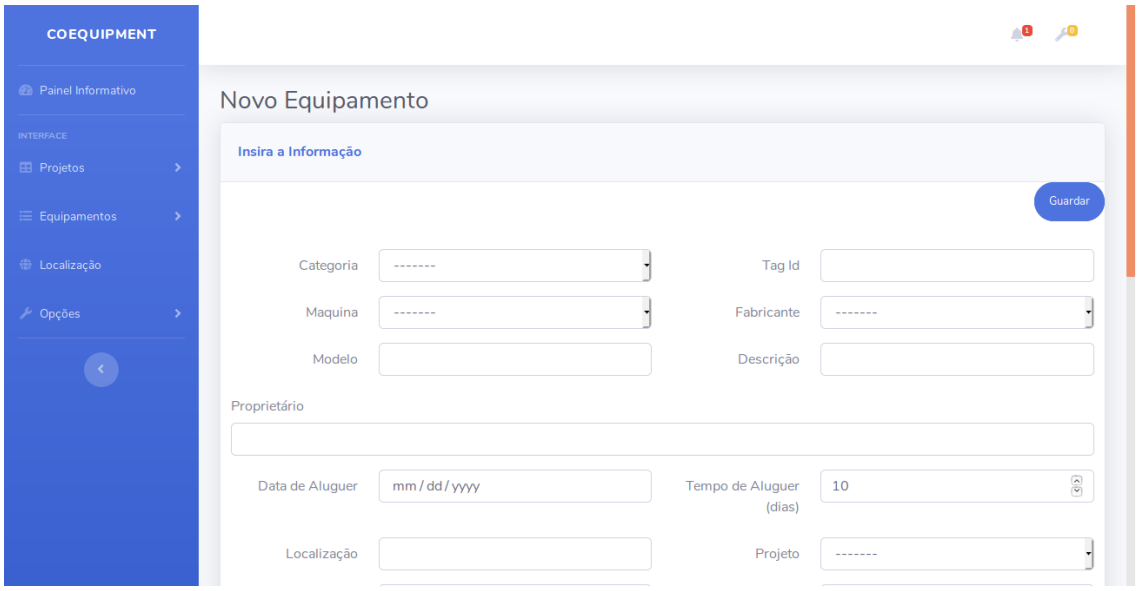


Figura 5.11 - Página de registo de novos equipamentos

Na página de registo de equipamentos existe uma opção extra em que é possível submeter um ficheiro com o nome correspondente ao equipamento e que será guardado numa pasta possibilitando a sua consulta posterior.

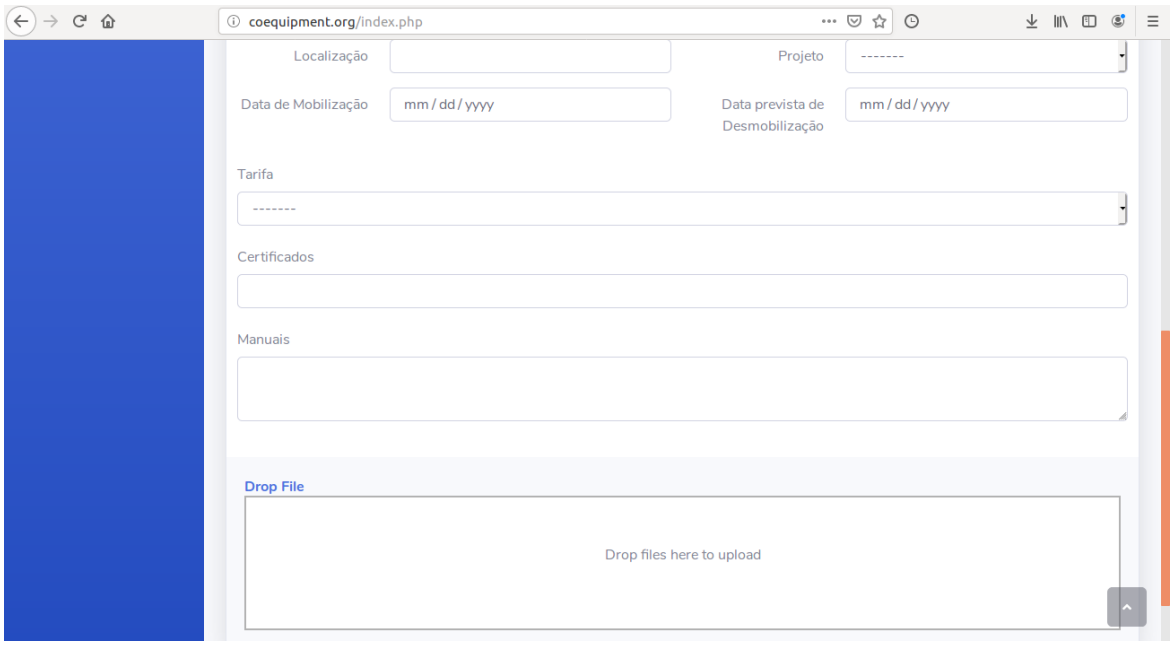


Figura 5.12 - Página de registo de novos equipamentos

Como é natural e vantajoso num ponto de vista de simplicidade e semelhança com páginas anteriores expostas, na página inicial de consulta é possível ver apenas os detalhes e as informações mais importantes dos respetivos equipamentos. Para uma análise com um pouco mais detalhe o botão "Editar/Consultar" permite visualizar a página especializada no equipamento selecionado, onde está pronta para consulta toda a informação.

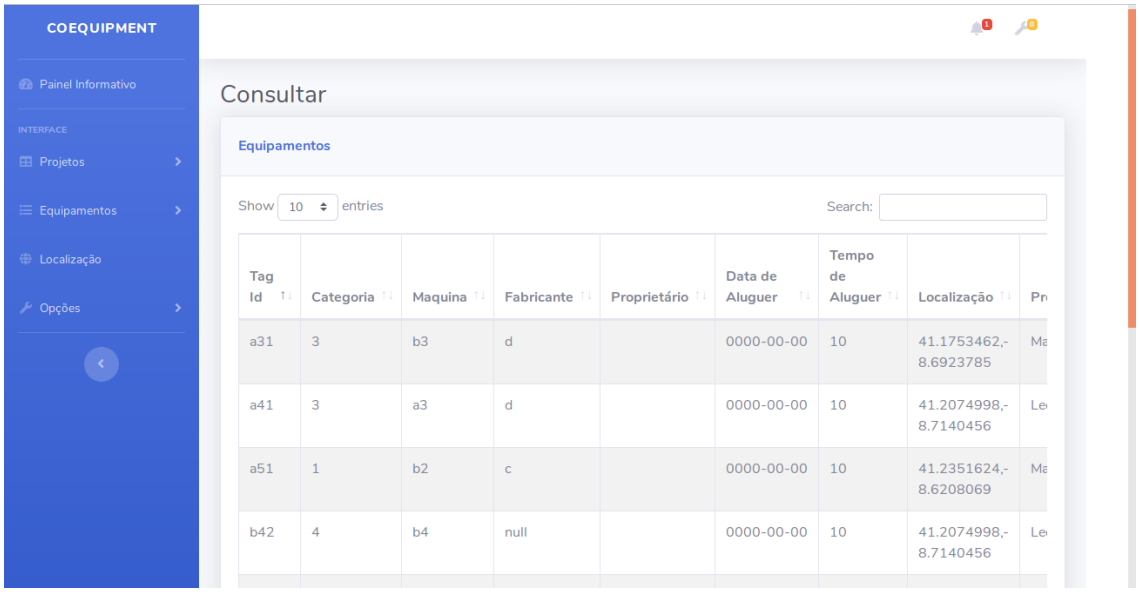


Figura 5.13 - Página de consulta de equipamentos

Na página de consulta dos equipamentos, a seguinte tabela apresenta a *Tag* correspondente ao equipamento, a sua categoria, o nome da máquina, o seu fabricante, o nome do proprietário, data e tempo de aluguer, a localização, o projeto respetivo, datas de mobilização e desmobilização do equipamento e o tipo de tarifa que poderá ser horária, diária ou até mensal. Por fim aparecerá também o estado do equipamento, onde se representa o equipamento face a possíveis manutenções, existindo dois estados possíveis, "Operacional" e "Em manutenção".

Ao clicar no botão "Apagar" o equipamento é eliminado da base de dados, a página de consulta é refrescada e o elemento eliminado, como será esperado, não irá aparecer na tabela.

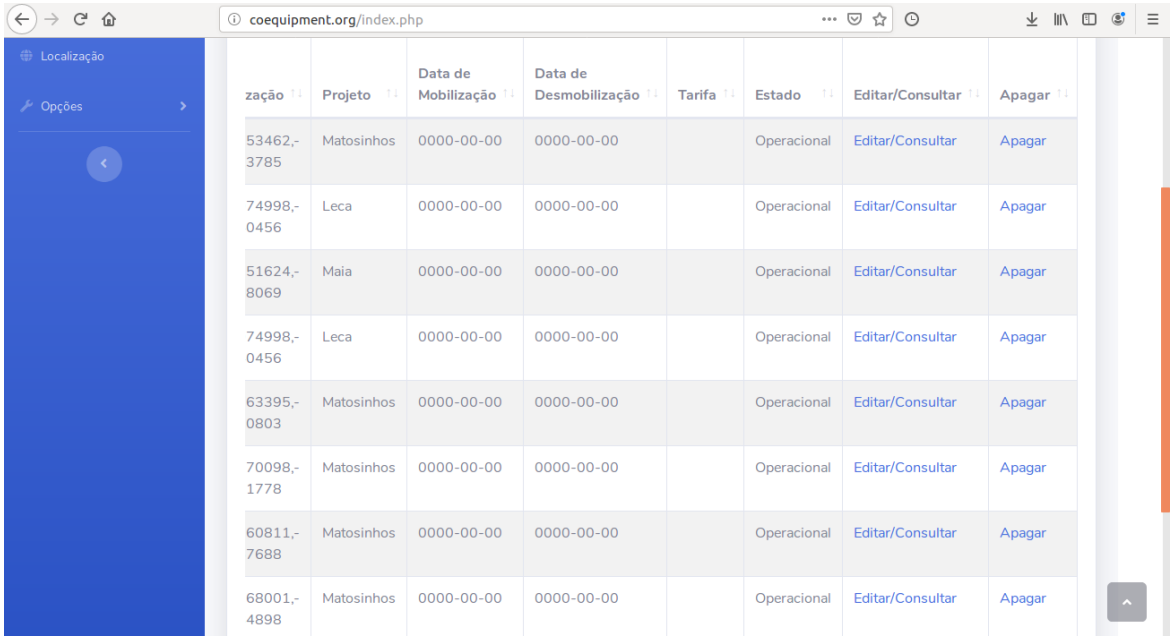


Figura 5.14 - Página de consulta de equipamentos

5.5 Manutenção de Equipamentos

A partir do cabeçalho é também permissível aceder a páginas de manutenção, tanto de equipamentos como do Coequipment e da sua respetiva base de dados.

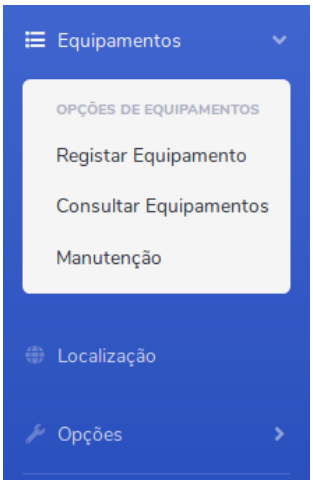


Figura 5.15 - Opções de equipamentos

Selecionando a opção “Plano de Manutenção” o Coequipment destaca um calendário, sublinhado com uma cor genérica por baixo das datas, de modo a avisar o utilizador que no período indicado, um determinado equipamento estará indisponível devido a manutenção.

O calendário permite fazer um clique numa determinada data, onde aparecerá uma ficha para completar a informação sobre a nova ordem de manutenção. Nesta ficha é formalizado o pedido de uma tarefa de manutenção, ou seja, genericamente a intervenção que será efetuada no equipamento, o projeto a que corresponde a máquina, a máquina respetiva, as datas de início e fim da manutenção e por fim, um relatório que poderá ser útil para registar qualquer eventualidade, precaução a tomar ou simplesmente um pequeno texto de modo a informar o utilizador de algo menos esperado.

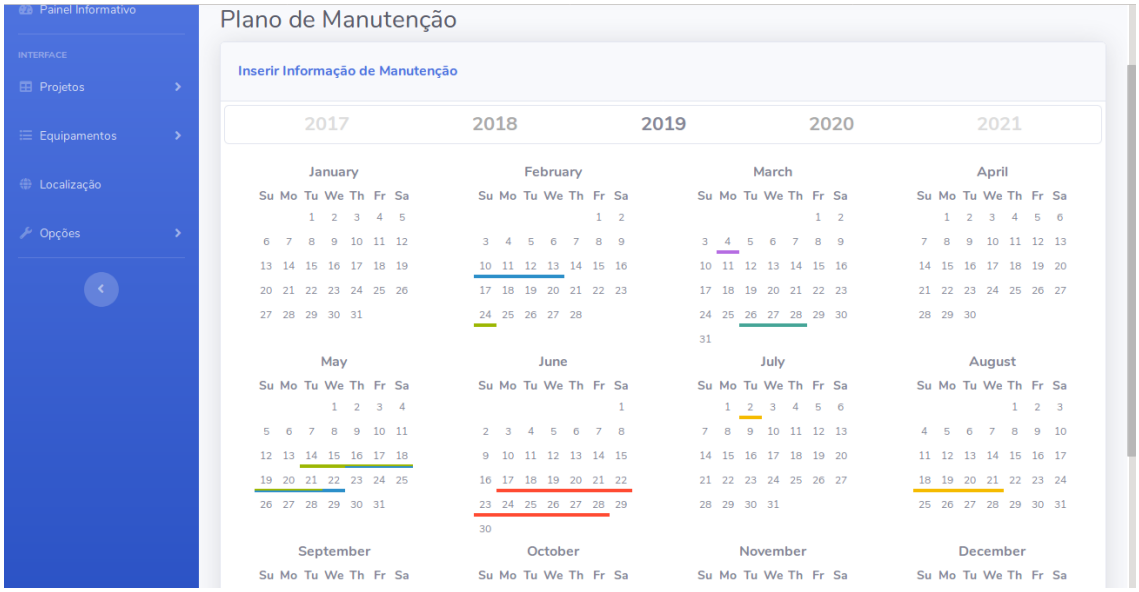


Figura 5.16 - Página de registo de manutenção de equipamentos

Como se pode visualizar, quando há sobreposição nas datas de múltiplas manutenções, o traço a sublinhar a data contém mais do que uma cor, cada uma representando uma e uma só manutenção.

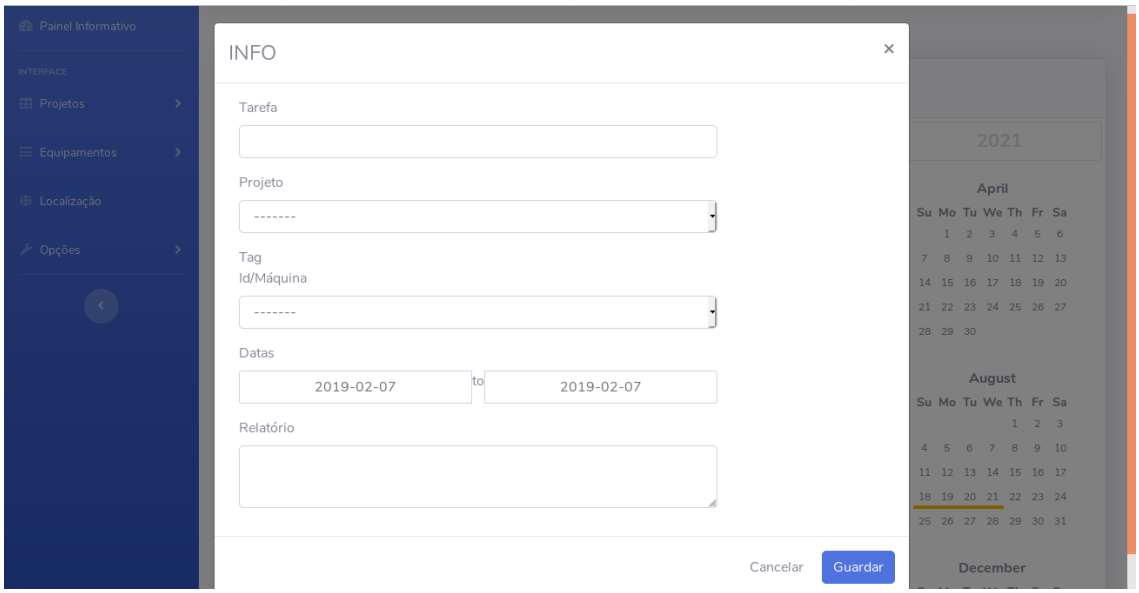


Figura 5.17 - Informação a inserir na manutenção de equipamentos

As datas podem ser alteradas na página principal "Painel Informativo". No calendário estão representadas datas em três cores, das quais as amarelas representam as manutenções. Ao arrastar uma destas barras para outra data de início ou fim relativamente a uma certa manutenção, esta mudança será automaticamente guardada na base de dados.

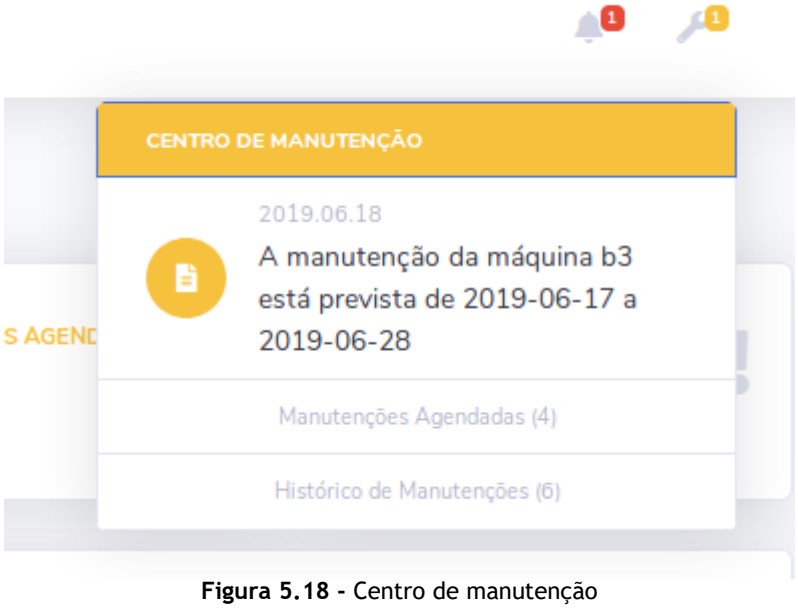


Figura 5.18 - Centro de manutenção

No "Centro de Manutenção" o utilizador é avisado quando uma manutenção é iniciada, desaparecendo posteriormente deste menu após a sua visualização. Ao clicar no aviso o utilizador é reencaminhado para uma página com mais detalhe sobre a manutenção.

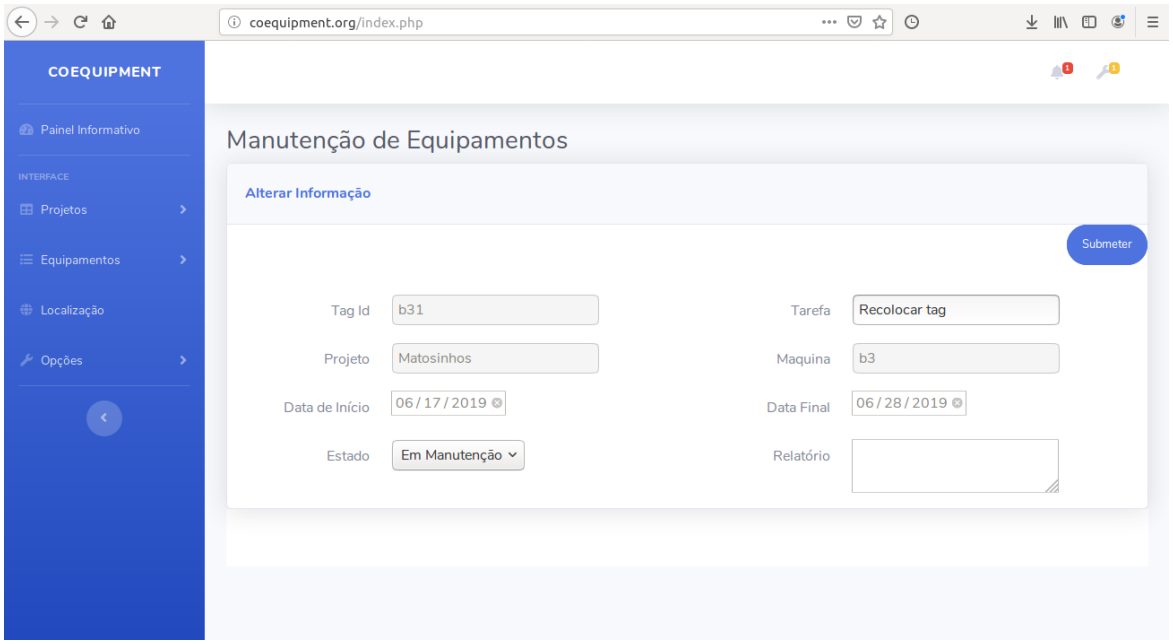


Figura 5.19 - Página de edição/consulta de manutenção de equipamentos

Após o clique, o utilizador terá permissão para ver toda a informação referente à manutenção do equipamento em causa. Nesta página apenas três campos são editáveis, a Tarefa, o Estado e o Relatório.

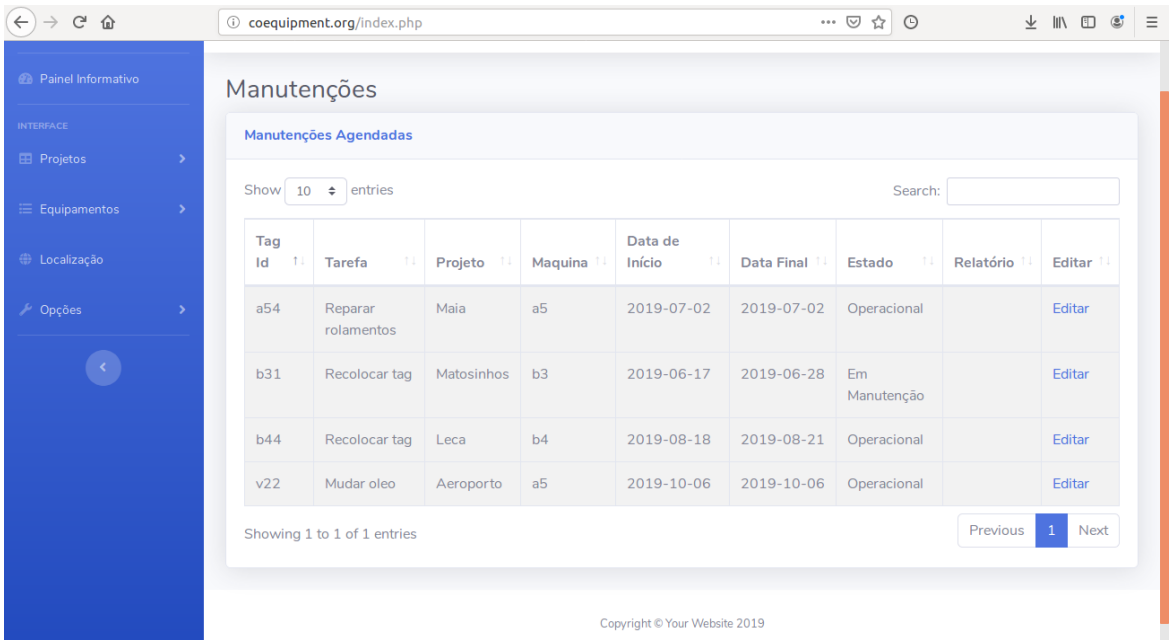


Figura 5.20 - Página de consulta de manutenções

No menu indicado acima, “Centro de Manutenção” ao fazer um clique em “Histórico de Manutenções”, o utilizador tem a permissão de visualizar todas as manutenções feitas até ao momento.

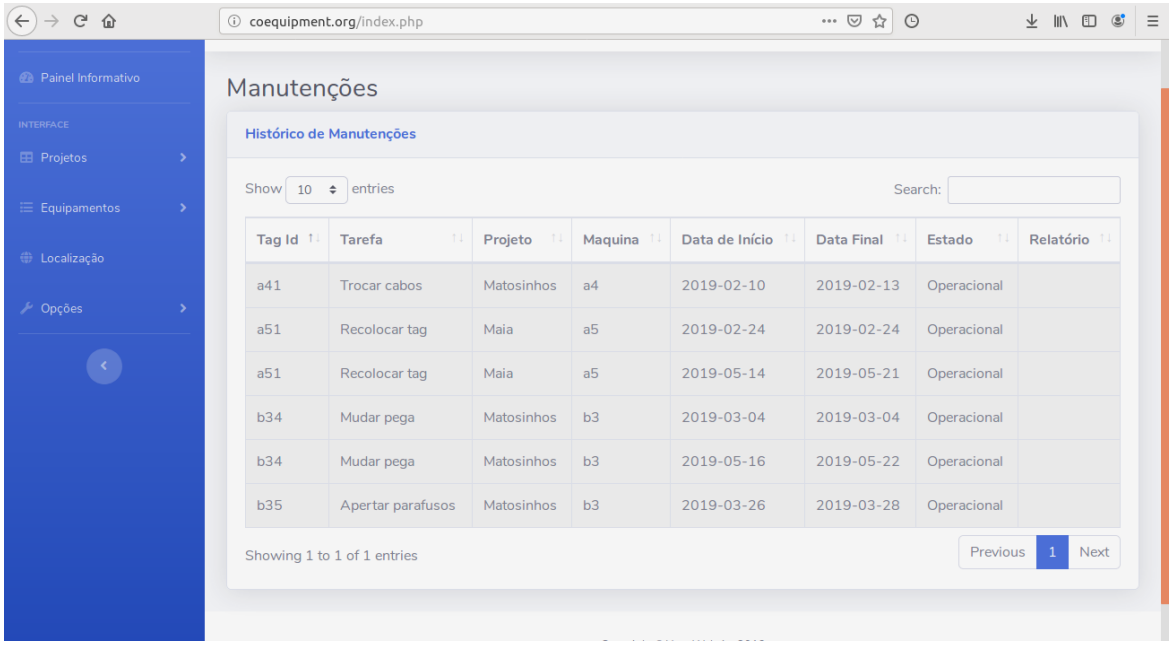


Figura 5.21 - Página de histórico de manutenções

5.6 Localização e Alertas

No menu de localização há vários meios de selecionar o que se pretende localizar. É possível localizar um equipamento de duas formas: escolhendo diretamente o nome da *Tag* que o representa ou no caso de não ser possível identificar a *Tag*, selecionando o projeto correspondente. Neste último caso, ao escolher um projeto, a lista de equipamentos será automaticamente reduzida e estarão apenas disponíveis equipamentos desse mesmo projeto para serem selecionados.

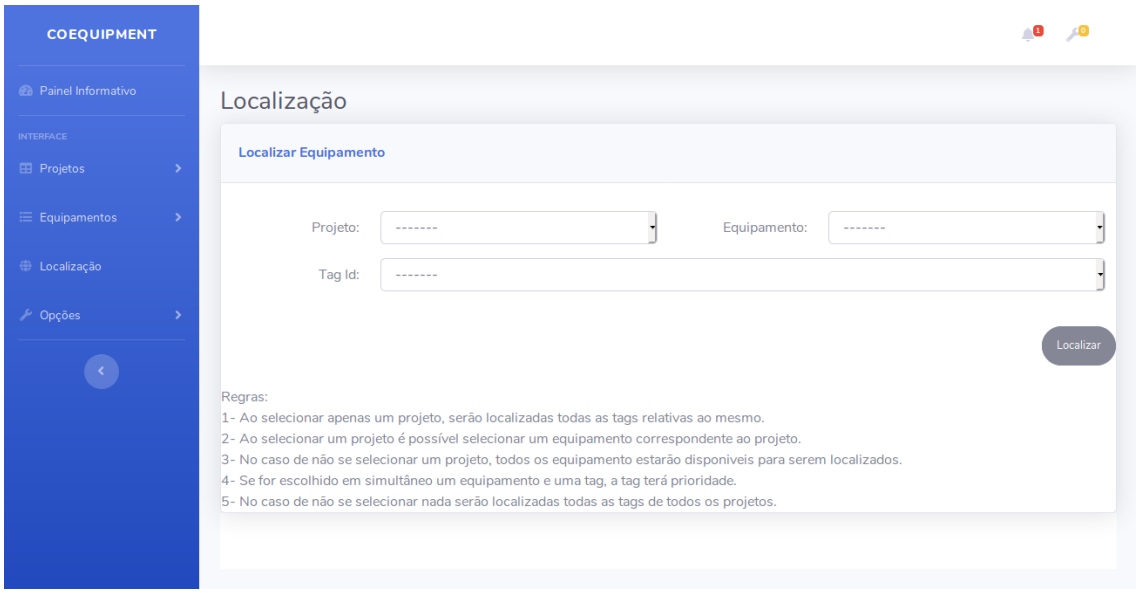


Figura 5.22 - Página de escolha para localização

Ao selecionar um equipamento específico irá aparecer um mapa com no mínimo dois marcadores: um representando a localização do equipamento e o outro o centro do seu projeto. A razão de aparecer mais do que dois marcadores, reside no histórico de localizações da máquina correspondente. Ao passar o cursor por cima de cada marcador pode-se ver a informação sobre a data correspondente ao equipamento estar naquele local.

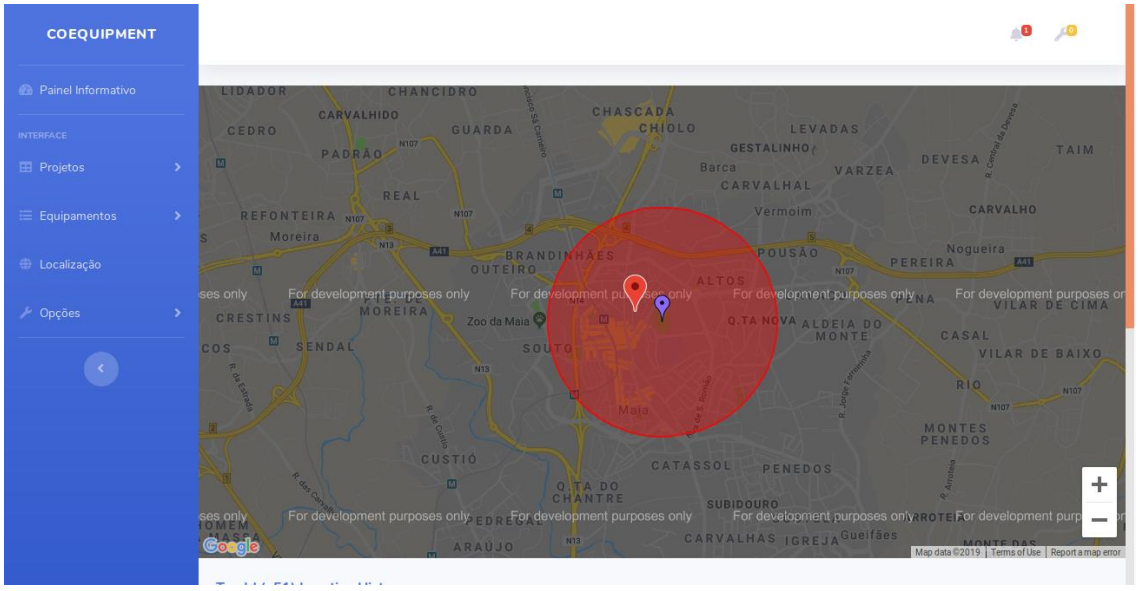


Figura 5.23 - Página de localização de uma única *tag*

O círculo vermelho no mapa representa o raio de ação do projeto em metros. Os equipamentos a ele agregados não poderão sair deste perímetro. Nos casos em que uma *Tag* sai do perímetro é gerado um alerta na aplicação de modo a avisar o utilizador.

Na localização de uma *tag* em específico, é possível encontrar uma tabela mais abaixo com o histórico de localização da mesma.

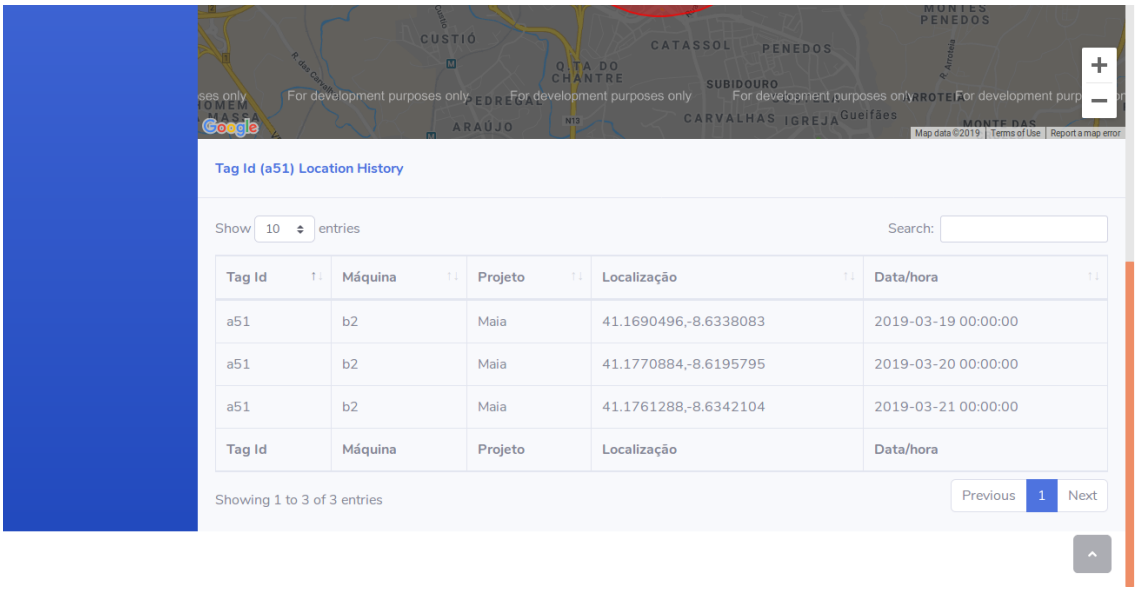


Figura 5.24 - Histórico de localização da *tag* escolhida

Ao carregar no botão "Localizar" com apenas o projeto selecionado, aparecerá um mapa com os marcadores de todas as *tags* ativas. Para facilitar a percetibilidade das *tags* neste mapa é descartado o histórico de localizações e aparecem apenas as localizações instantâneas das *tags*.

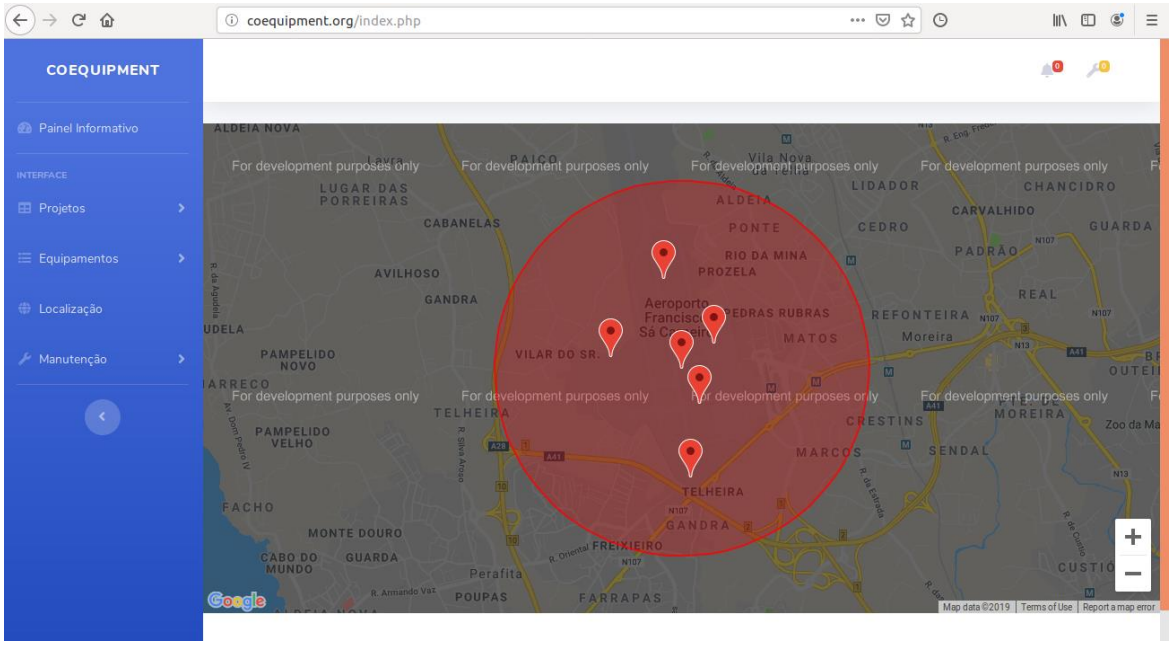


Figura 5.25 - Página de localização de um projeto

Em todas as páginas de localização há um marcador que representa o centro do projeto, é a partir deste que é feito o cálculo do raio e desenhado o círculo.

Existe ainda a hipótese de carregar no botão “Localizar” sem selecionar qualquer campo. Neste caso, serão localizados todos os projetos e as suas respetivas *tags*. Como no exemplo anterior, ao demonstrar a localização de várias *tags* não são consideradas as localizações que não sejam atuais.

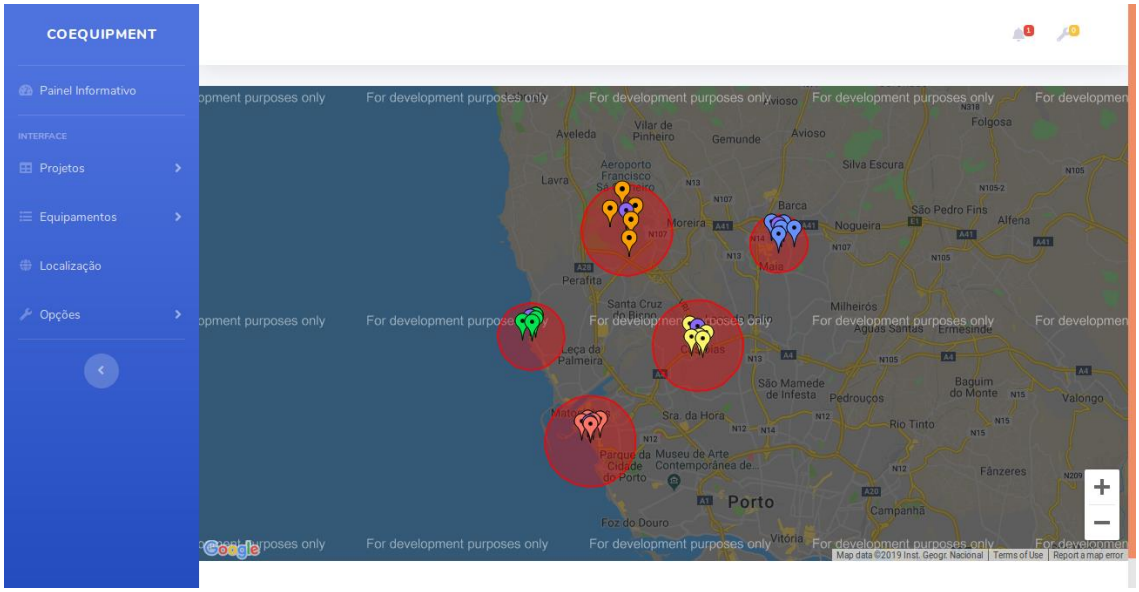


Figura 5.26 - Página de localização de todos os projetos

Um ponto importante no que toca a localizar equipamentos passa por notificar os casos nos quais uma determinada *tag* é localizada fora do perímetro do seu projeto. Quando isto acontece é libertado um alerta diretamente na página de localização.



Figura 5.27 - Alerta de uma *tag* fora do perímetro do projeto correspondente

Esta notificação não será a única alteração que ocorre no Coequipment, no cabeçalho irá também aparecer um aviso de alerta que será representado por um pequeno sino a cinza e um bloco a vermelho, informando o utilizador do número de alertas não consultados.

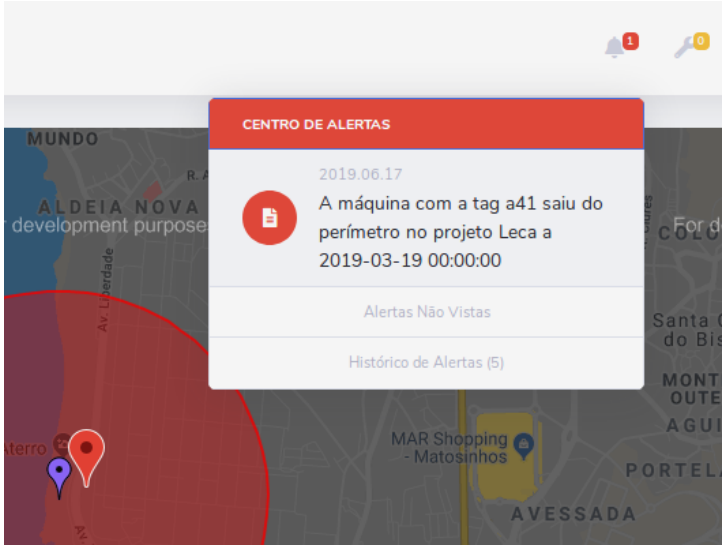


Figura 5.28 - Centro de alertas

Será possível fazer um clique no alerta e escrever um pequeno relatório indicando a causa do desvio do equipamento e se foi ou não encontrado na eventualidade da razão do desvio for desconhecida.

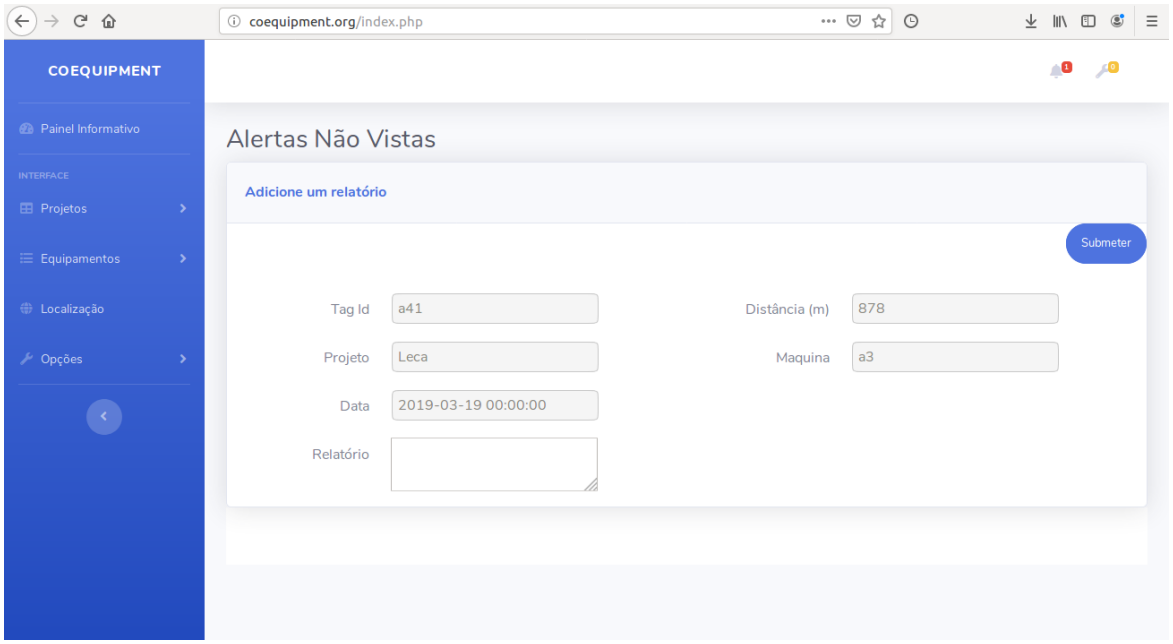


Figura 5.29 - Página de edição/consulta de alertas

No menu “Centro de Alertas” existem mais duas opções importantes: “Alertas Não Vistos” e “Histórico de Alertas”. Em cada um destas opções está disponível uma tabela, na qual só a primeira é editável.

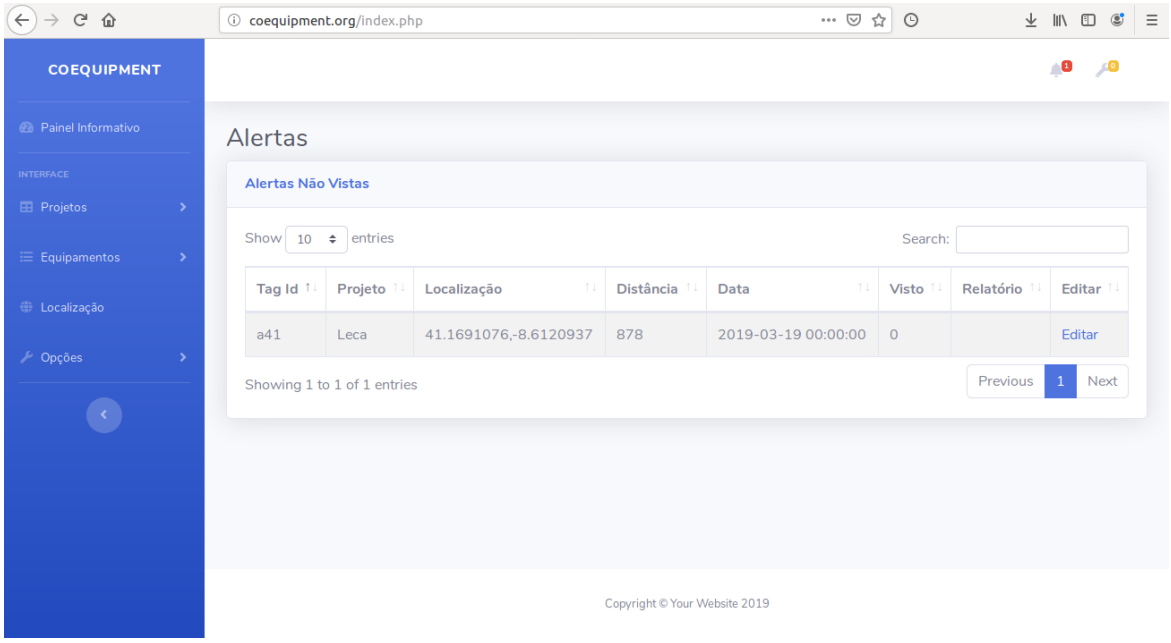


Figura 5.30 - Página de consulta de alerta não vistos

Nesta página há uma variável "Visto" que só poderá ter um 0 ou 1, o que intuitivamente representará se o alerta foi visto caso esta mesma variável seja 1, ou 0 no caso contrário.

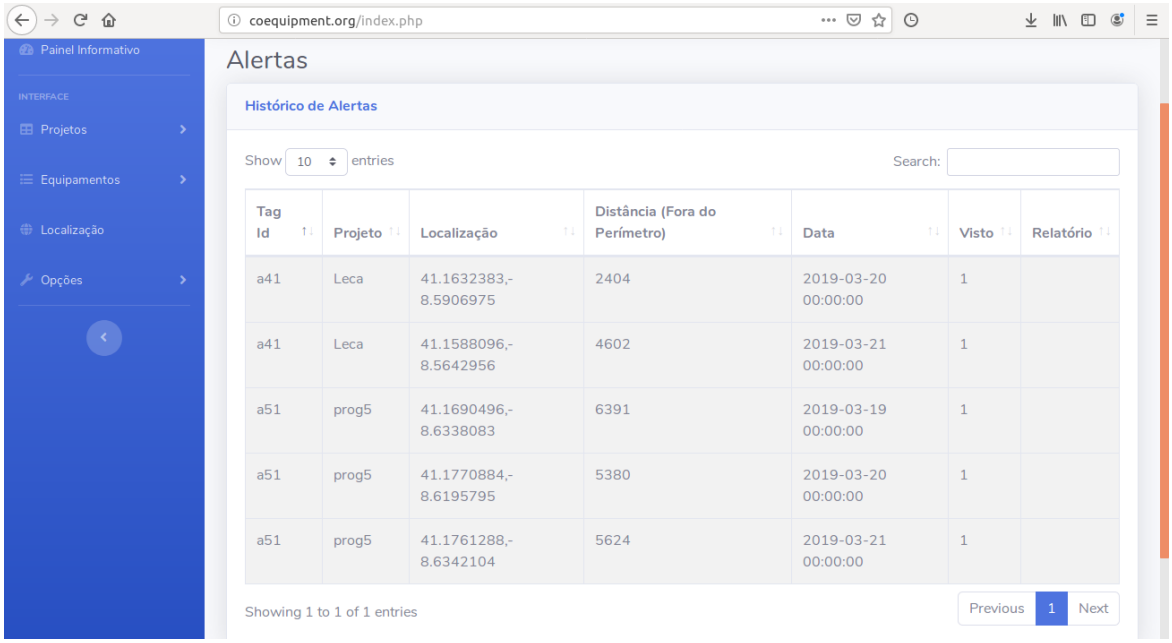


Figura 5.31 - Página de histórico de alertas

O histórico de alertas contém informação de todos os alertas vistos e não vistos até ao momento. Na ocorrência de um novo alerta é criado um novo registo automático na base de dados correspondente aos alertas não vistos e ao histórico, daí a razão de se encontrar informação idêntica ou repetida nas duas tabelas.

5.7 Manutenção do Utilizador

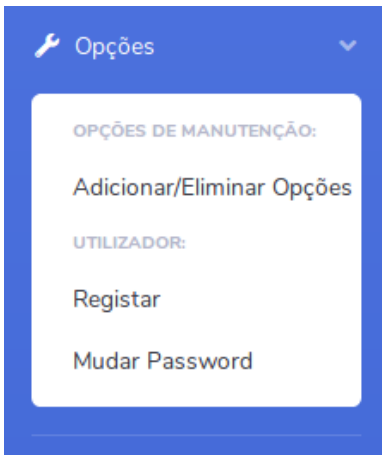


Figura 5.32 - Opções de manutenção de utilizador

Pressionando o botão "Adicionar/Eliminar Opções" é disponibilizada a opção de acrescentar ou eliminar informação da base de dados. Esta página é dedicada a informação selecionável nos registos, ou seja, na página de registo de equipamentos vários campos não são preenchíveis com escrita, mas apenas com informação guardada na base de dados. Desta forma, constatou-se a necessidade da existência de uma página com esta funcionalidade, de modo a evitar informação errada ou não existente, resultante da falta de opções na página de registo.

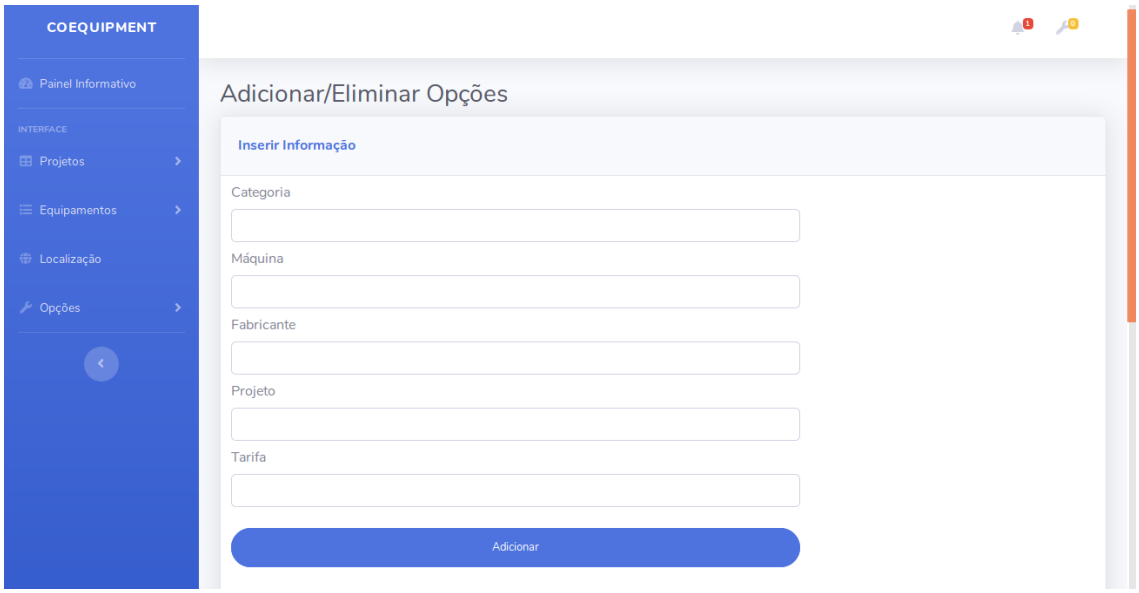


Figura 5.33 - Página de adição/eliminação de informação selecionável

Na mesma página, como seria de esperar, existem dois botões "Adicionar" e "Eliminar". Acima do botão "Adicionar" as opções a introduzir e consequentemente a adicionar são de escrita, pois não existem na base de dados. As opções correspondentes ao botão "Eliminar" são apenas de seleção.

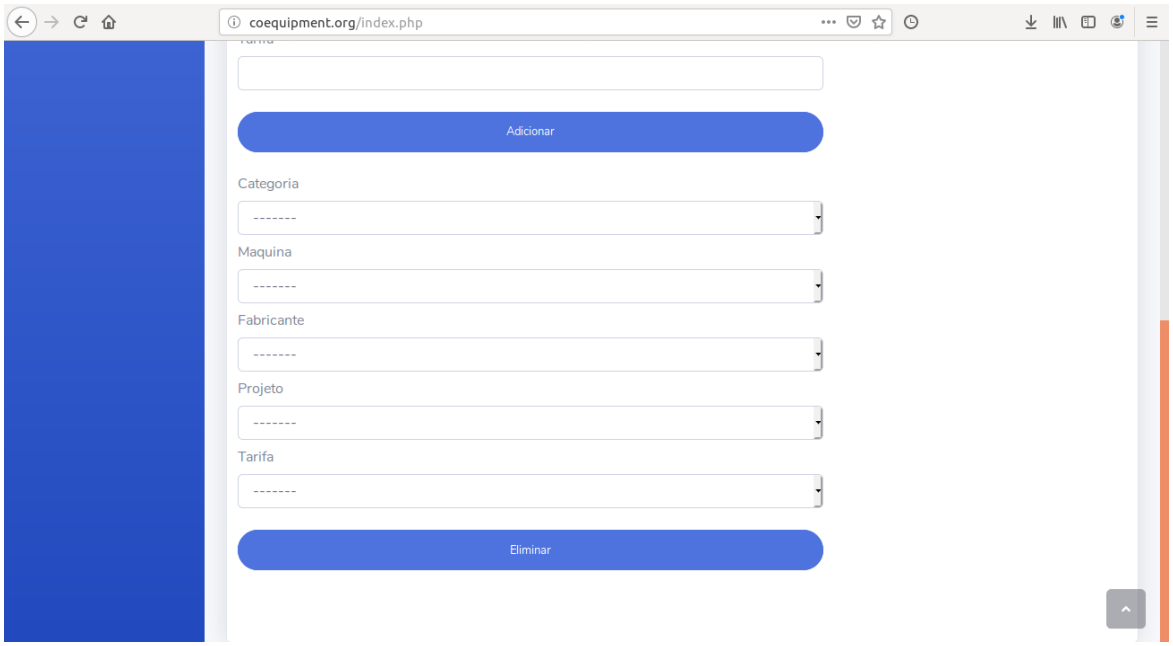


Figura 5.34 - Página de adição/eliminação de informação selecionável

Esta funcionalidade torna-se útil quando o utilizador necessita de registar um novo equipamento, por exemplo, e as respetivas opções de seleção não contêm a informação que o mesmo pretende especificar para preencher corretamente a ficha de registo. Pode ocorrer uma circunstância idêntica na ficha de manutenção de equipamentos, onde a mesma solicita por informação seletiva.

No menu “Opções”, indicado acima, é possível criar uma nova conta. Esta página existem cinco campos de preenchimento obrigatório como o primeiro e último nome, e-mail, palavra-passe e a sua repetição para confirmação.

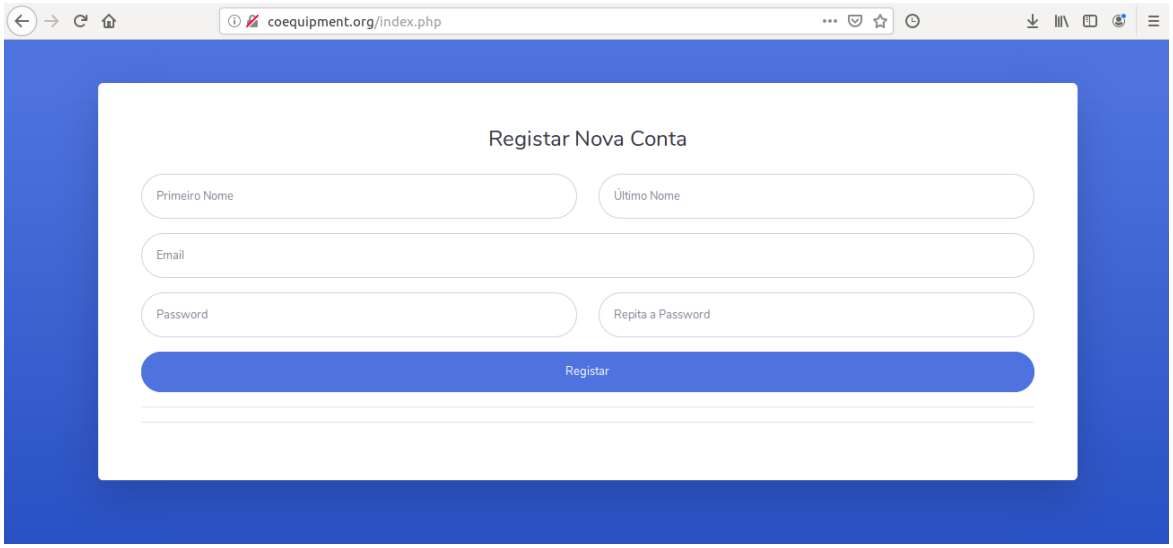


Figura 5.35 - Página de registo de uma nova conta

Cada e-mail só poderá estar associado a uma só conta, sendo assim, o Coequipment está programado para confirmar a não existência na base de dados do e-mail inserido, caso contrário aparecerá um alerta e não será possível criar uma nova conta sem alterar o e-mail.

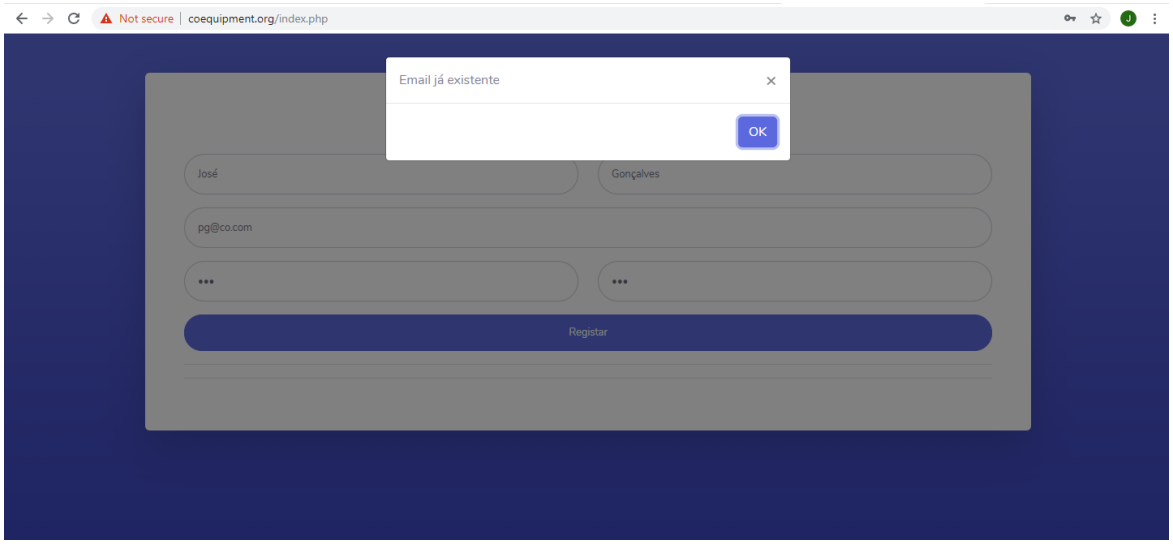


Figura 5.36 - Email já existente no registo de conta

Pode ocorrer ainda o erro de submeter duas palavras passe diferentes, neste caso, para poupança de tempo, a aplicação lança também um alerta antes de refrescar a página com o intuito de avisar o usuário do equívoco.

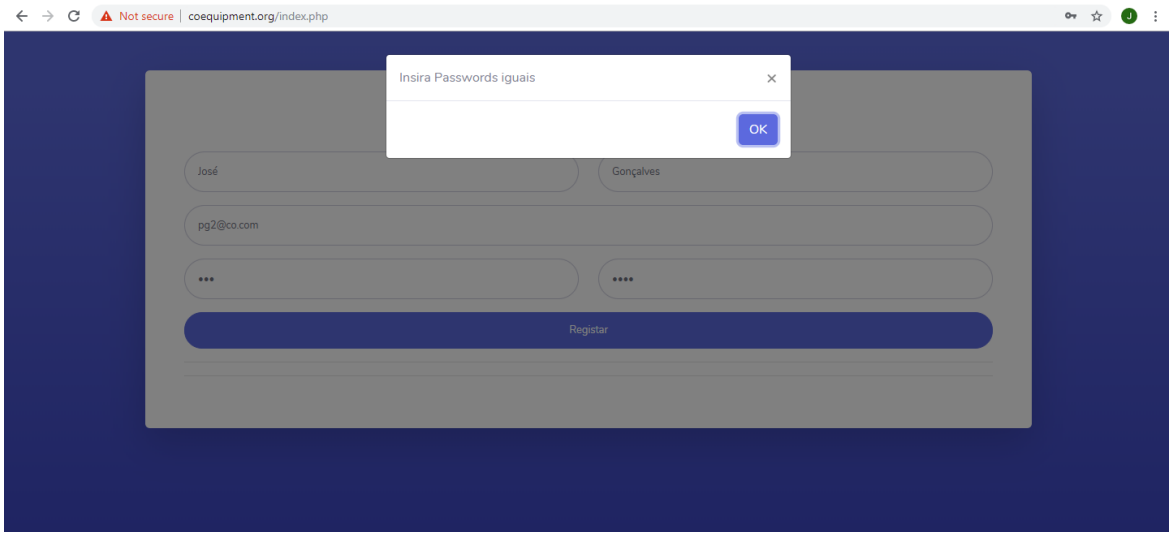


Figura 5.37 - Confirmação da palavra passe errada no registo de conta

Como é habitual, não é possível abrir uma conta nova sem escolher uma palavra passe. Se o utilizador não escrever uma palavra passe, um aviso é gerado antes de ser feita a gravação da conta na base de dados.

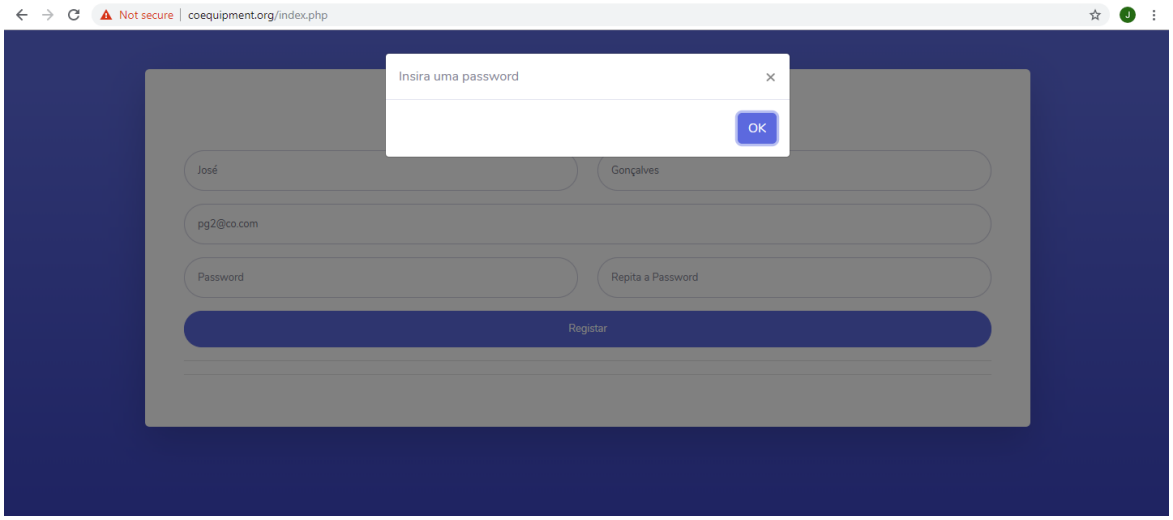


Figura 5.38 - Não inserção de palavra passe no registo de conta

A última opção do menu supramencionado visa em mudar a password da conta correspondente, esta secção irá pedir o e-mail, a palavra passa atual, a nova palavra passe e a sua repetição para confirmação.

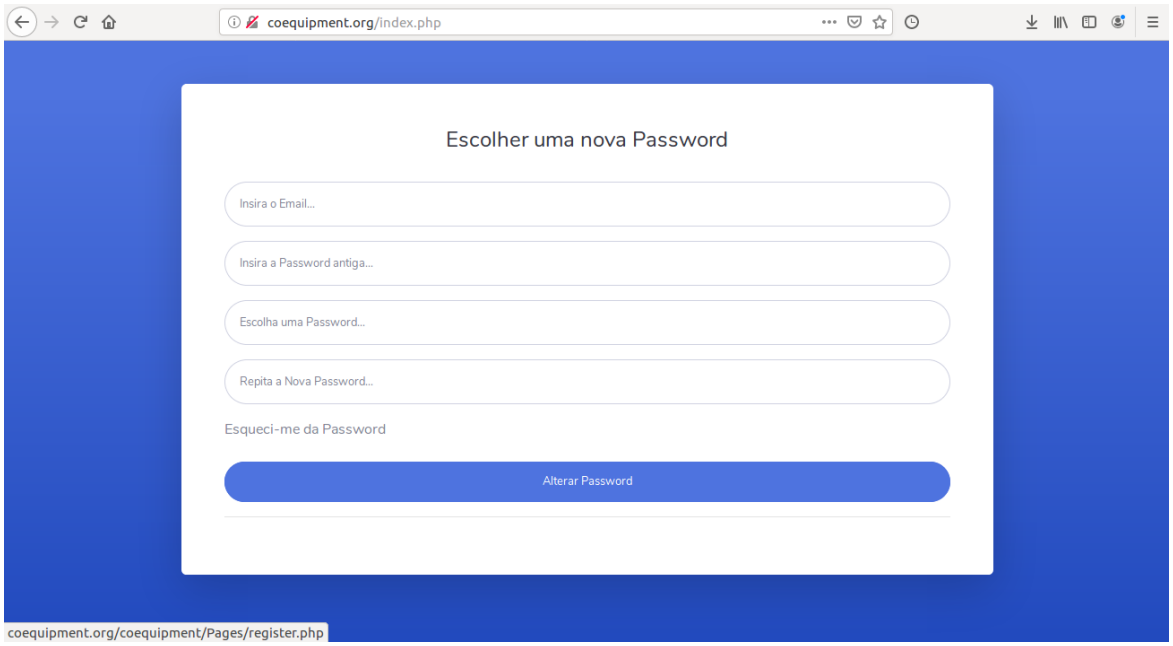


Figura 5.39 - Página de alteração de palavra passe

Como referido anteriormente e em páginas distintas, é confirmado com a base de dados se o e-mail existe e se realmente está declarada uma conta com o mesmo. Caso contrário será lançado um aviso.

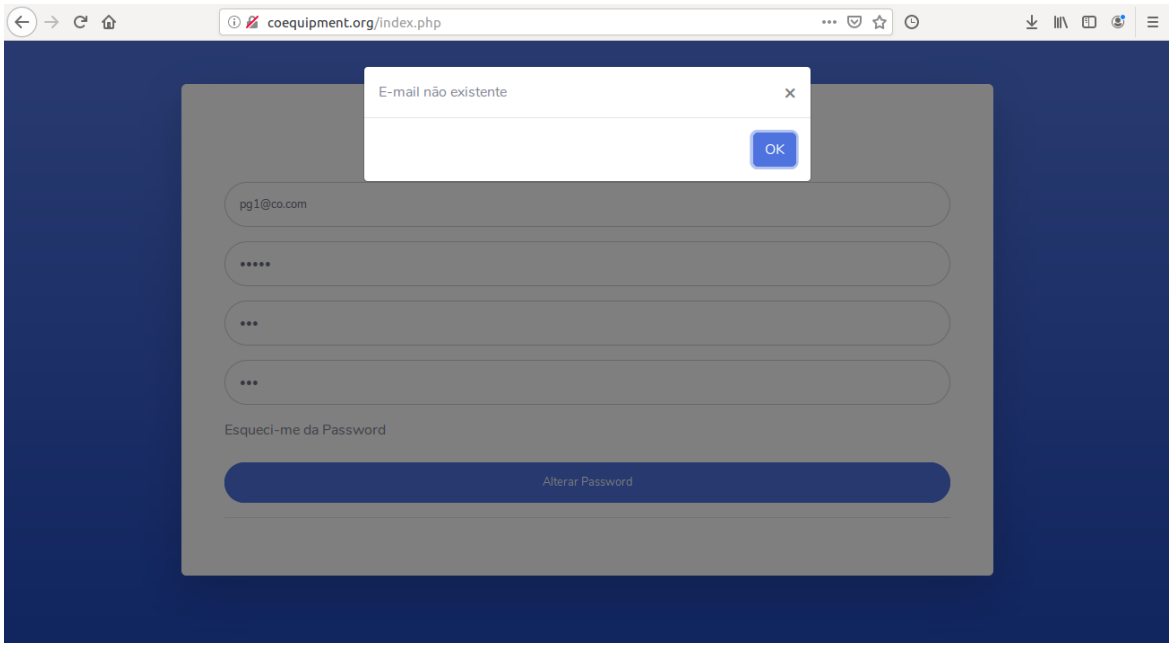


Figura 5.40 - Email não existente na alteração de palavra passe

Na ocorrência do utilizador não inserir corretamente a palavra passe atual será também lançado um alerta. Este aviso é originado através da base dados, quando o e-mail do utilizador não coincide com a password.

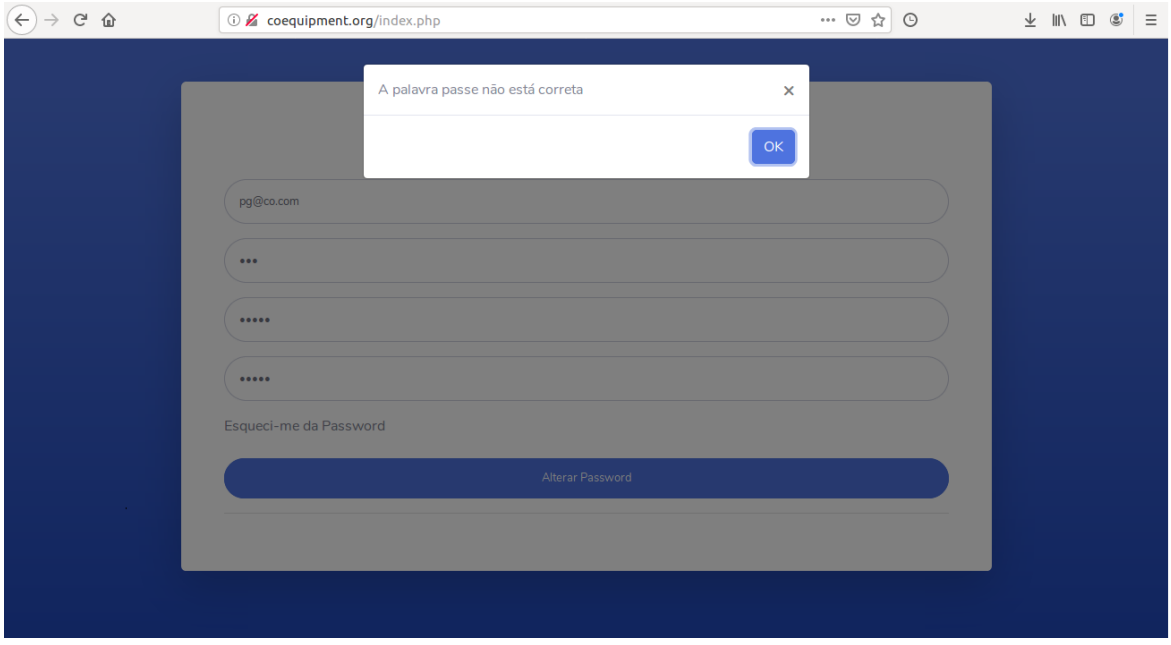


Figura 5.41 - Palavra passe atual incorreta na sua alteração

Por fim, a palavra passe nova é comparada com a sua repetição como é pedido, caso contrário será lançado um alerta.

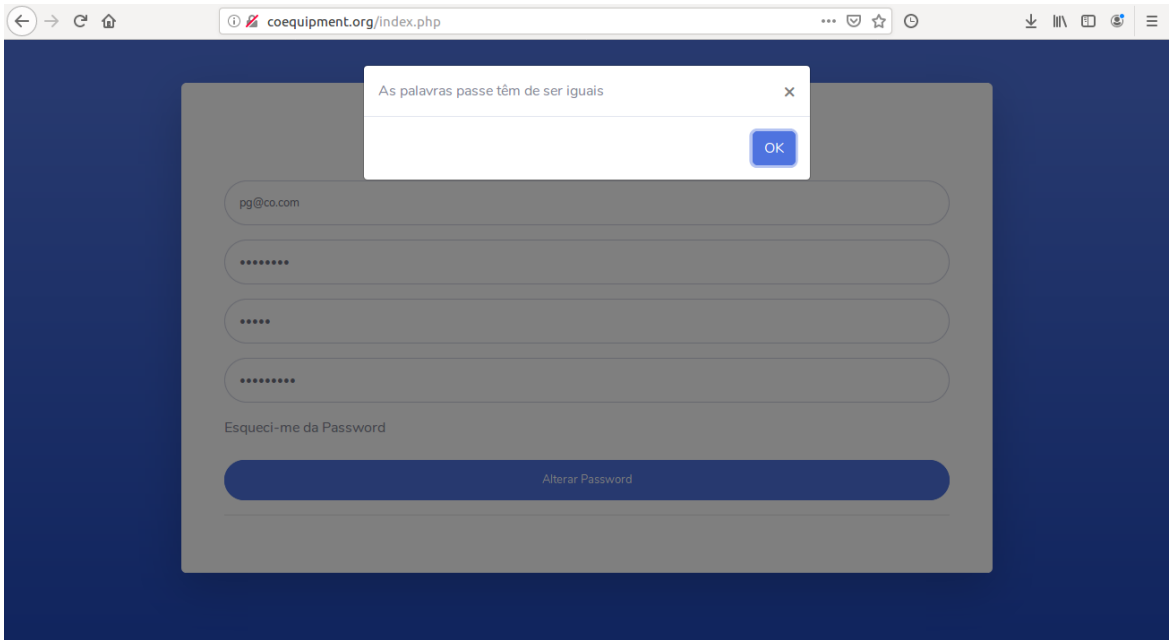


Figura 5.42 - Confirmação da palavra passe errada na sua alteração

Nestes três casos não será possível alterar a password, pois os alertas são gerados antes da informação ser alterada na base de dados.

Ainda há a hipótese de gerar uma palavra passe aleatória no caso do utilizador não se recordar da atual. Esta será gerada e enviada para o e-mail respetivo. Isto será possível ao fazer um clique na opção “Esqueci-me da Password”.

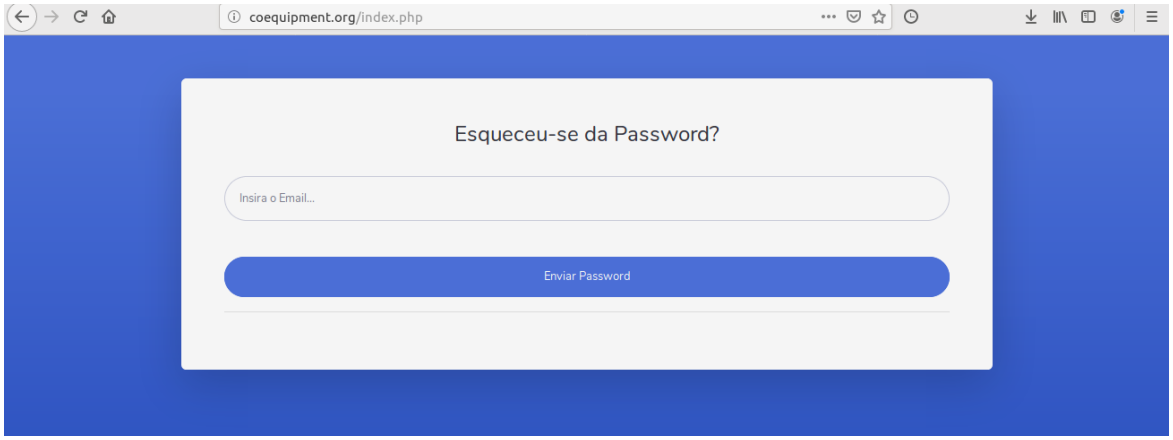


Figura 5.43 - Página de recuperação de palavra passe

Com esta opção o utilizador precisa apenas de entrar no seu correio eletrónico e recolher a nova palavra passe. É de notar que é possível alterar a nova palavra passe para outra ao gosto do usuário com a opção “Mudar Password”, falada anteriormente dado que a palavra passe atual já é conhecida.

Capítulo 6

Conclusão e Análise de Resultados

6.1 Análise Global

A nível de resultados, o trabalho foi bastante satisfatório visto que os objetivos para o desenvolvimento do Coequipment foram cumpridos em grande parte.

Como *KPI* (*Key Performance Indicator*) podemos ver em percentagem os objetivos cumpridos, o que neste caso passou os 90%. Comparando o resultado final com os objetivos iniciais, é de notar que certas funcionalidades do Coequipment não estavam previstas e vieram a ser desenvolvidas à medida que a aplicação foi avançando num ponto de vista de programação. Funcionalidades estas como várias paginas de localização (localização dos projetos na totalidade ou localização por projetos específicos) ou tabelas com a percentagem de conclusão de projetos. Sendo assim, é sempre um pouco difícil apresentar um valor em percentagem muito preciso relativamente a *KPIs*, assim como uma tabela de objetivos formada desde o início do projeto.

O diagrama de *Gantt* apresentado anteriormente não foi seguido como apresentado. Neste a programação e design de cada parcela do Coequipment e base de dados seria, supostamente, cumprido passo a passo. Neste diagrama, a planificação dita um pequeno período de tempo por ordem e para cada parte, mas, visto que há uma grande correlação programática entre todos os blocos da aplicação, estes foram desenvolvidos em simultâneo. Esta alteração facilitou e originou a possibilidade de poupar algum tempo, pois quase todo o código estava em constante alteração, tanto a parte de *Back-end* como de *Front-end*.

Como é habitual não está explícito o código desta aplicação, sendo que este representa um grande volume de código no total de todas linguagens de programação utilizadas nesta dissertação. Caso contrário seria contra produtivo e ocuparia espaço em demasia, dificultando a leitura do documento e acrescentaria pouca informação útil face ao volume de exemplos que seria necessário acrescentar.

Ficou completamente clara a grande vantagem da digitalização no setor da construção, a utilização da IoT e da mudança para uma indústria de construção 4.0. O âmbito desta dissertação não passa por analisar estatisticamente o resultado de o uso do Coequipment neste setor. Em razão que este ainda não teve tempo suficiente para ter sido posto em prática e, por conseguinte, ser analisado.

É importante salientar os benefícios de aplicar conhecimentos de várias áreas da Engenharia, como Engenharia Eletrotécnica, Engenharia de Software e Programação, Engenharia Civil, etc. Uma multidisciplinaridade destas valências da Engenharia promove um potencial bastante acima do projeto de construção onde acontece que a Engenharia Civil é de longe sobre requisitada.

Como estudante devo indicar a grande aprendizagem de temáticas na área da programação, das quais representaram uma grande parte do trabalho desenvolvido. Era-me desconhecido o ambiente empresarial e as diferenças de trabalhar numa empresa face a estudar normalmente na faculdade, o que representou um novo desafio para mim como universitário. Encaro este semestre como uma grande mais-valia num ponto de vista académico e sinto-me grato por fazer parte de um projeto com aplicabilidade em várias valências da Engenharia.

6.2 Análise de Dados e Funcionalidades Específicas

Uma grande maioria dos dados armazenados na base de dados é fictícia, dado o facto de a aplicação não estar ainda em uso num projeto propriamente dito.

Os nomes dos equipamentos, nomes de projetos, manutenção de equipamentos, entre outros, foram dados arbitrários de modo a simular o Coequipment em funcionamento. Temos o caso da localização, onde é posto em prática a localização verdadeira de apenas uma *tag*. A localização dos projetos, e a maioria dos seus respetivos equipamentos não é enviada através de *tags*, foi pesquisado em coordenadas no Google Maps e adicionado a base de dados de modo a simular um dado projeto com múltiplas máquinas localizáveis.

Todas as opções e aplicabilidades do Coequipment foram desenvolvidas com sucesso o que dita o seu bom funcionamento num caso real, visto que não há qualquer diferença no ponto de vista de *Software* entre uma simulação e um caso real tirando o tempo de aquisição de variáveis, dado que o sistema funciona da mesma maneira sendo estas exemplificativas ou reais.

Trabalho Futuro

Futuramente, o Coequipment tem como objetivo de ser integrado no *CraneSyst*, e ser utilizado em projetos de construção autênticos, ajudando a indústria de construção a poupar o máximo de tempo e recursos, melhorando a sua eficiência e segurança para os seus trabalhadores.

Esta aplicação, num futuro breve, visa em desempenhar capacidades ainda não desenvolvidas, como por exemplo, um nível de segurança informática um pouco superior, definir certas opções em que apenas o administrador terá acesso, ou até alguma correção de erros no código que ainda não foram detetados.

Uma das áreas que poderá evoluir bastante nesta aplicação é parte das tarifas, custos de aluguer, projetos e faturação. Isto será, em princípio, desenvolvido após todas as outras capacidades do Coequipment estiverem concluídas, uma vez que, esta parte não é propriamente árdua ou elaborada a nível de código, mas não fará sentido estar a ser implementada antes de tudo estar concluído e testado.

A estrutura do Coequipment futuramente poderá sofrer muitas alterações na parte de *Front-end* e como já foi dito, de *Back-end*. A grande razão disto passa por este site ser desenvolvido no âmbito de uma dissertação de Mestrado, o que, por sua vez, é natural e compreensível existirem erros ou excesso de código para certas funcionalidades, dado que a habilidade e proficiência do autor desta aplicação ainda está em desenvolvimento.

Capítulo 7

Referências

[1] *"DIGITISING THE EU'S CONSTRUCTION INDUSTRY"*. Disponível em http://eurac.tv/9Q2S. Acesso em 3/Maio/2019.

[2] *CalAmp 2018 Annual Report Form (10-K*). Secfilings.nasdaq.com

[3] Regras para a Apresentação de Dissertações de Cursos de Mestrado da FEUP, Faculdade de Engenharia da universidade do Porto, Junho de 1995.

[4] *HOW INTERNET OF THINGS IS RESHAPING THE CONSTRUCTION INDUSTRY IN 2019* Disponível em https://adbits.io/how-internet-of-things-is-reshaping -the-construction-industry-in-2019. Acesso em 12/Março/2019

[5] *HOW THE INTERNET OF THINGS IS REVOLUTIONIZING THE CONSTRUCTION INDUSTRY* Disponível em https://innovationsummit.co.za/how-the-internet-of-things-is-revolutionizing-the-construction-industry. Acesso em 15/Maio/2019

[6] *MOBLEY, Keith R., HIGGINS, Lindley R., WIKOFF, Darrin J., Maintenance Engineering Handbook*, Nova Iorque: McGraw-Hill Professional, 2008

[7] CABRAL, José Paulo Saraiva, *Organização e Gestão da Manutenção*, Lisboa: Lidel, 2006

[8] DHILLON, Balbir S., *Maintainability, Maintenance, and Reliability for Engineers*, Boca Raton: CRC Press, 2006