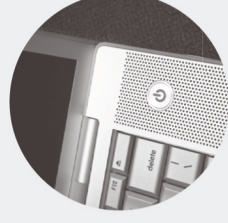
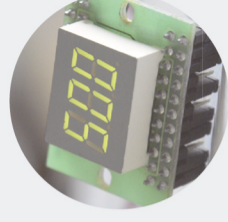
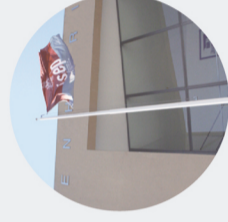




## Plataforma de Gestão de Manutenção Preditiva

**NUNO MIGUEL CARDOSO DA ROCHA**

julho de 2019



## Plataforma de Gestão de Manutenção Preditiva

NUNO MIGUEL CARDOSO DA ROCHA  
Julho de 2019



# PLATAFORMA DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO PREDITIVA

Nuno Miguel Cardoso da Rocha

Departamento de Engenharia Eletrotécnica  
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores  
Área de Especialização em Sistemas e Planeamento Industrial



Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de  
Tese/Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Candidato: Nuno Miguel Cardoso Rocha, Nº 1140371, 1140371@isep.ipp.pt

Orientação científica: Professor Carlos Campos, crc@isep.ipp.pt

Empresa: Continental Mabor – Indústria de pneus S.A.

Supervisão: Jorge Rafael Manso, jorge.rafael.manso@conti.de



Departamento de Engenharia Eletrotécnica  
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores  
Área de Especialização em Sistemas e Planeamento Industrial

**2019**







## *Agradecimentos*

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao meu orientador no ISEP, Eng.º Carlos Campos, por toda ajuda e disponibilidade ao longo deste trabalho. Foi sempre incansável, mostrando-se sempre pronto a esclarecer as mais variadas dúvidas e a dar sempre sugestões daquilo que achava melhor para o trabalho.

Agradecer claro ao meu orientador na empresa, Eng.º Rafael Manso, por confiar sempre em mim e no meu trabalho, bem como por toda ajuda e disponibilidade ao longo de todo trabalho. Foi incansável todo o apoio dado, mesmo com uma agenda extremamente preenchida, conseguia sempre arranjar um tempo para esclarecer todas as dúvidas que tinha.

Agradecer também ao Edgar Silva, Horácio Costa e Fernando Ferreira, do Departamento de Engenharia 1, por toda a paciência e disponibilidade, estou certo de que o apoio deles tornou este trabalho mais completo. Ainda neste departamento agradecer ao Eng.º Bruno Nunes, Eng.ª Catarina Gomes e Eng.º Paulo Rodrigues, por toda a ajuda e por me receberem extremamente bem no departamento.

Deixar também um agradecimento ao Eng.º Paulo Ferreira do Departamento de Engenharia 4, bem como Eng.º José Conde e Eng. Hugo Carvalho do Departamento de Engenharia 5, pela disponibilidade e por acreditarem no meu trabalho.

Agradecer também ao Eng. Alexandre Abreu do Departamento de Tecnologias de Informação, por toda a ajuda e disponibilidade.

Agradecer ainda à minha família por todo apoio ao longo deste percurso.

Finalizo com um agradecimento especial à minha namorada, por todo o apoio, companheirismo e motivação.

Muito obrigado a todos uma vez mais, foi um trabalho de equipa, sem estas pessoas nada seria possível.



## *Resumo*

No mundo industrial, a manutenção tem tido um papel cada vez mais importante, pois uma falha numa máquina pode acarretar custos elevados, apostando as empresas em sistemas que facilitem a gestão de manutenção. Existem vários tipos de manutenção, estando a manutenção preditiva a tomar um peso muito importante no meio industrial. O seu principal objetivo é prevenir a ocorrência de avarias, tendo por base o estado atual das máquinas.

No Departamento de Engenharia 1 da Continental, a manutenção preditiva tem por base dados recolhidos em rondas anteriores realizadas às máquinas. Estas rondas são realizadas por um técnico, que faz medições como temperatura, pressão, horas de funcionamento, entre outras. As medições eram anotadas em folhas de papel, sendo posteriormente guardadas em ficheiros Excel. Este mecanismo revelava-se pouco prático e eficaz, pois devido à grande quantidade de dados era difícil fazer-se uma análise ao estado das máquinas, bem como visualizar o histórico de medições das mesmas. Outro ponto tido em atenção neste departamento relacionou-se com as lubrificações, pois dispunham de um ficheiro Excel para a calendarização de lubrificações (periódicas), mas também um outro ficheiro onde eram registados todos os consumos de óleos efetuados, fossem eles por manutenção ou fuga. Sendo a quantidade de lubrificações às máquinas muito elevada, tornava-se difícil a análise do histórico de consumos, bem como a gestão das lubrificações periódicas.

Para resolver os problemas descritos, desenvolveu-se uma plataforma *web* que aglomera todos os dados recolhidos nas rondas realizadas, como calendarização de lubrificações e dados relativos aos consumos de óleo efetuados. A plataforma foi desenvolvida com recurso a linguagens de programação PHP, JavaScript, HTML e CSS, bem como a utilização de uma base de dados SQL.

O sistema desenvolvido permite assim efetuar os registos das medições de rondas preditivas de forma fácil e intuitiva, podendo as mesmas serem diretamente registadas na

plataforma, ou seja, não necessitando o técnico de registar os dados em folhas de papel. A análise do estado atual das máquinas e calendarização de rondas tornou-se também mais facilitada através do *dashboard*, contendo as informações mais relevantes. Outro ponto melhorado relaciona-se com a visualização do histórico dos equipamentos, que através dos mais variados filtros, possibilita uma análise mais pormenorizada.

A calendarização de lubrificações ficou agora mais organizada, permitindo ao técnico obter informações das tarefas a realizar semanalmente, mensalmente ou anualmente. Por outro lado, todas as lubrificações realizadas passam a ser registadas na plataforma, permitindo visualizar as máquinas de maiores consumos, bem como alguns dados estatísticos relativamente aos mesmos.

Por forma a testar e validar a plataforma desenvolvida, esta foi colocada durante um mês em funcionamento, onde se foi fazendo uma análise cuidada do funcionamento da mesma. Durante este período todos os utilizadores registados foram envolvidos e trabalharam com a nova plataforma. Recolheram-se assim informações úteis, que permitiram melhorar alguns pontos de funcionamento. No final realizou-se um inquérito de satisfação a estes utilizadores, onde foram avaliados diversos pontos gerais, mas também pontos específicos relacionados com as várias funcionalidades da plataforma. De forma geral, desse inquérito pode-se concluir que a nova plataforma veio contribuir para um melhor funcionamento do processo de gestão de manutenção preditiva da Continental Mabor.

## *Palavras-Chave*

Plataforma *web*, Manutenção preditiva, PHP, SQL, Avarias

## *Abstract*

In the industrial world, maintenance has played an increasingly important role, since a machine failure can entail high costs, due to this companies bet in systems that facilitate the maintenance management. There are several types of maintenance, with predictive maintenance taking a very important role in the industrial sector. Its main objective is to prevent the occurrence of malfunctions, based on the current state of the machines.

In the Engineering Department 1 of Continental, the predictive maintenance is based on data collected in previous rounds performed on the machines. These rounds are performed by a technician, who measures parameters such as temperature, pressure, hours of operation, among others. Measurements were recorded on paper sheets and later stored in Excel files. This mechanism proved to be impractical and inefficient, due to the large amount of data, it was difficult to make an analysis of the machines state, as well as to visualize the measurement history of the machines. Another point to improve in this department is related to the lubrications, they had an Excel file for scheduling lubrications, but also another Excel file where all consumed oils were recorded, whether they were maintenance or leakage. Since the amount of lubrication of the machines was very high, it was difficult to analyse the consumption history as well as the management of periodic lubrications.

In order to solve the described problems, a web platform that agglomerates the data of the predictive rounds, such as lubrication scheduling, oil consumed data, among other elements, was developed. The platform was created using PHP, JavaScript, HTML and CSS programming languages, as well as SQL database. In order to solve the problems mentioned above, a web platform was developed that agglomerates the data of the predictive rounds, scheduling of lubrications, as well as the data of the oil consumptions that were made.

The developed system allows the user to register the measurements of predictive rounds in an easy and intuitive way, and they can be directly registered in the platform, that means the technician does not need to register the data on paper sheets. The analysis of the machines current state and rounds timing was also improved through the dashboard, which contains the most relevant information. Another improved point relates to the visualization of the equipment history through various filters that allow a more detailed analysis.

Lubrication scheduling has now become more organized, allowing the technician to get information on the tasks to be performed on a weekly, monthly or yearly basis. On the other hand, all the lubrications carried out are now registered on the platform, allowing the visualization of the most consuming machines, as well as some statistics regarding them.

In order to test and validate the platform developed, it was placed during a month in operation, where a careful analysis of the operation was done. During this period all registered users were involved in and worked with the new platform and useful information was gathered, which allowed the improvement of some operation points. At the end, a user satisfaction survey was conducted, where several general points were evaluated, but also specific points related to the various functionalities of the platform.

In general, from this survey we can conclude that the new platform has contributed to a better functioning of Continental's predictive maintenance management process.

## *Keywords*

Web Platform, Predictive maintenance, PHP, SQL, Breakdown

# Índice

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>I</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>III</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>V</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>XVII</b>
<b>ACRÓNIMOS</b> .....	<b>XIX</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	2
1.1.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	4
1.2 OBJETIVOS.....	7
1.3 CALENDARIZAÇÃO .....	9
1.4 ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO .....	9
<b>2. MANUTENÇÃO INDUSTRIAL</b> .....	<b>11</b>
2.1 DEFINIÇÃO DE MANUTENÇÃO.....	11
2.2 ESTRATÉGIAS E TIPOS DE MANUTENÇÃO.....	12
2.2.1 MANUTENÇÃO NÃO PLANEADA OU CORRETIVA.....	13
2.2.2 MANUTENÇÃO PLANEADA - PREVENTIVA.....	14
2.2.3 MANUTENÇÃO PLANEADA - DE MELHORIA OU ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO.....	15
2.3 SISTEMAS INFORMÁTICOS PARA A GESTÃO DE MANUTENÇÃO .....	15
<b>3. MODELAÇÃO DO SISTEMA</b> .....	<b>17</b>
3.1 ATORES.....	17
3.2 CASOS DE USO .....	19
3.3 CENÁRIOS.....	21
3.4 BASE DE DADOS.....	29
3.4.1 ESTRUTURA DA BASE DE DADOS.....	30
<b>4. IMPLEMENTAÇÃO</b> .....	<b>37</b>
4.1 TECNOLOGIAS UTILIZADAS .....	37
4.2 FUNÇÕES PRINCIPAIS .....	39

4.3	INICIAR E TERMINAR SESSÃO .....	47
4.4	DEFINIÇÕES DA PLATAFORMA .....	49
4.5	MÓDULOS DA PLATAFORMA .....	53
4.5.1	RONDAS PREDITIVAS .....	53
4.5.1.1	REGISTO DE OPERAÇÕES E RONDAS.....	54
4.5.1.2	REGISTAR DADOS DE RONDA .....	58
4.5.1.3	VISUALIZAÇÃO DE DADOS.....	64
4.5.2	PLANO DE LUBRIFICAÇÃO .....	65
4.5.2.1	CRIAR NOVA TAREFA DE LUBRIFICAÇÃO .....	66
4.5.2.2	REGISTAR LUBRIFICAÇÃO REALIZADA .....	67
4.5.2.3	VISUALIZAÇÃO DAS PRÓXIMAS LUBRIFICAÇÕES.....	68
4.5.3	CONSUMOS DE ÓLEOS.....	69
<b>5.</b>	<b>DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS .....</b>	<b>79</b>
5.1	INICIAR SESSÃO .....	80
5.2	DASHBOARD .....	81
5.3	DEFINIÇÕES DA PLATAFORMA .....	81
5.4	RONDAS PREDITIVAS .....	85
5.4.1	OPERAÇÕES/RONDAS.....	85
5.4.2	REGISTAR DADOS DE RONDA .....	94
5.4.3	VISUALIZAÇÃO HISTORIAL DE RONDAS .....	96
5.4.4	IMPRESSÕES .....	98
5.5	PLANO DE LUBRIFICAÇÃO .....	100
5.5.1	REGISTAR NOVA TAREFA DE LUBRIFICAÇÃO.....	100
5.5.2	VISUALIZAR, EDITAR E ELIMINAR TAREFAS DE LUBRIFICAÇÃO .....	101
5.5.3	REGISTAR LUBRIFICAÇÃO .....	102
5.5.4	VISUALIZAR PRÓXIMAS LUBRIFICAÇÕES .....	102
5.6	CONSUMO DE ÓLEOS .....	104
5.6.1	REGISTAR, EDITAR E ELIMINAR LUBRIFICANTE.....	104
5.6.2	REGISTAR, EDITAR E LOCAL DE LUBRIFICAÇÃO .....	105
5.6.3	REGISTAR CONSUMO DE ÓLEO .....	107
5.6.4	VISUALIZAÇÃO, EDIÇÃO E ELIMINAÇÃO DE REGISTOS DE CONSUMOS .....	108
<b>6.</b>	<b>TESTES E VALIDAÇÃO DA PLATAFORMA.....</b>	<b>113</b>
6.1	MELHORIAS REALIZADAS NO PERÍODO DE TESTES.....	113
6.2	INQUÉRITO DE SATISFAÇÃO.....	115
6.2.1	AValiação COM BASE NA EXPERIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO .....	116
6.2.2	ANÁLISE DOS DIFERENTES MÓDULOS .....	117

6.2.3ANÁLISE GERAL .....	120
<b>7. CONCLUSÕES .....</b>	<b>123</b>
<b>REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS .....</b>	<b>127</b>



## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> Ficheiro Excel para registo/visualização de dados de rondas preditivas	5
<b>Figura 2</b> Exemplo de gráfico para uma operação	6
<b>Figura 3</b> Ficheiro Excel para o Plano de Lubrificação	6
<b>Figura 4</b> Ficheiro Excel para Consumo de Óleos	7
<b>Figura 5</b> Estratégias de manutenção [6]	13
<b>Figura 6</b> Diagrama de Casos de Uso	19
<b>Figura 7</b> Tabelas da Base de Dados	30
<b>Figura 8</b> Relações entre equipamentos e máquinas	32
<b>Figura 9</b> Relacionamento de tabelas para o módulos Rondas Preditivas	33
<b>Figura 10</b> Relacionamento de Tabelas para o módulo Plano de Lubrificação	34
<b>Figura 11</b> Relacionamento de tabelas para o módulo Consumo de Óleo	35
<b>Figura 12</b> Início de sessão na plataforma	48
<b>Figura 13</b> <i>Dashboard</i> da plataforma	49
<b>Figura 14</b> Estrutura das Definições da Plataforma	49
<b>Figura 15</b> Criar Nova Conta de Utilizador	50
<b>Figura 16</b> Criar uma máquina dentro de um grupo	51
<b>Figura 17</b> Criar grupo de máquinas	52
<b>Figura 18</b> Componentes da Plataforma	53
<b>Figura 19</b> Componentes do módulo Rondas Preditivas	53
<b>Figura 20</b> Funcionalidades da componente Operações/Rondas	54
<b>Figura 21</b> Criar ronda preditiva	55
<b>Figura 22</b> Registar nova operação	57
<b>Figura 23</b> Ficheiro de leitura de dados da BD	59

<b>Figura 24</b> Guardar as medições de uma ronda na base de dados	61
<b>Figura 25</b> <i>Status</i> de uma operação preditiva	62
<b>Figura 26</b> <i>Status</i> de uma operação de Exaustão	62
<b>Figura 27</b> Exemplo de tabela de dados	64
<b>Figura 28</b> Exemplo de Gráfico de dados	65
<b>Figura 29</b> Funcionalidades do Plano de Lubrificação	65
<b>Figura 30</b> Criar Nova tarefa de lubrificação	66
<b>Figura 31</b> Registrar lubrificação realizada	67
<b>Figura 32</b> Funcionalidades do módulo Consumo de Óleos	69
<b>Figura 33</b> Registrar novo lubrificante	70
<b>Figura 34</b> Registrar novo local de lubrificação	72
<b>Figura 35</b> Registo de consumo de óleo	74
<b>Figura 36</b> Exemplo de tabela detalhada	75
<b>Figura 37</b> Exemplo tabela geral de consumos	76
<b>Figura 38</b> Exemplo gráfico geral de consumos	77
<b>Figura 39</b> Página inicial da plataforma	79
<b>Figura 40</b> Iniciar Sessão	80
<b>Figura 41</b> Alterar Password	80
<b>Figura 42</b> <i>Dashboard</i>	81
<b>Figura 43</b> Criar conta de utilizador	82
<b>Figura 44</b> Tabela de utilizadores registados	83
<b>Figura 45</b> Alterar dados de utilizador	83
<b>Figura 46</b> Criar máquina dentro de um grupo	84
<b>Figura 47</b> Registrar novo grupo de máquinas	84
<b>Figura 48</b> Visualizar/Eliminar máquinas	85

<b>Figura 49</b> Registrar, alterar e eliminar ronda	86
<b>Figura 50</b> Alterar periodicidade da ronda	86
<b>Figura 51</b> Registrar nova operação numa ronda	87
<b>Figura 52</b> Copiar operações	88
<b>Figura 53</b> Adicionar novo equipamento à máquina	88
<b>Figura 54</b> Atualizar e eliminar imagem do equipamento	88
<b>Figura 55</b> Atualizar a imagem do equipamento	89
<b>Figura 56</b> Atribuir imagem a equipamento registado	90
<b>Figura 57</b> Valor Absoluto	90
<b>Figura 58</b> Intervalo	91
<b>Figura 59</b> Registrar nova operação de Exaustão	92
<b>Figura 60</b> Visualizar Operações	93
<b>Figura 61</b> Tabela de operações registadas	93
<b>Figura 62</b> Alterar operação de uma ronda	94
<b>Figura 63</b> Selecionar ronda e máquina para o registo de dados	94
<b>Figura 64</b> Caracterização da Ronda	95
<b>Figura 65</b> Tabela de registo de medições	95
<b>Figura 66</b> Página de confirmação de registo	96
<b>Figura 67</b> Formulário de visualização de dados	96
<b>Figura 68</b> Visualização de dados sob a forma de tabela	97
<b>Figura 69</b> Editar registo	97
<b>Figura 70</b> Visualização de dados sob a forma de gráfico	98
<b>Figura 71</b> Formulário para impressão de fichas de rondas	99
<b>Figura 72</b> Formulário de impressão do relatório mensal do teste dos moinhos	99
<b>Figura 73</b> Formulário de registo de nova tarefa de lubrificação	100

<b>Figura 74</b>	Formulário de visualização edição e eliminação de tarefas de lubrificação	101
<b>Figura 75</b>	Visualização de tarefas de lubrificação	101
<b>Figura 76</b>	Edição de tarefa de lubrificação	102
<b>Figura 77</b>	Registar Lubrificação	102
<b>Figura 78</b>	Visualizar próximas lubrificações	103
<b>Figura 79</b>	Tabela com as próximas lubrificações	103
<b>Figura 80</b>	Registar novo lubrificante	104
<b>Figura 81</b>	Tabela de Lubrificante	104
<b>Figura 82</b>	Editar Lubrificante	105
<b>Figura 83</b>	Registar novo local de lubrificação	106
<b>Figura 84</b>	Visualização de locais de lubrificação	106
<b>Figura 85</b>	Editar local de lubrificação	107
<b>Figura 86</b>	Registar consumo de óleo	107
<b>Figura 87</b>	Formulário para visualização da tabela detalhada de consumos	108
<b>Figura 88</b>	Tabela Detalhada de Consumos	109
<b>Figura 89</b>	Alterar registo de consumo	109
<b>Figura 90</b>	Visualização geral de consumos	110
<b>Figura 91</b>	Visualização de consumos sob a forma de tabela	110
<b>Figura 92</b>	Visualização de consumos sob a forma de gráfico	111
<b>Figura 93</b>	Exemplo de questão do inquérito	116
<b>Figura 95</b>	Facilidade de utilização	116
<b>Figura 96</b>	Tempos de resposta adequados	116
<b>Figura 97</b>	Facilidade em encontrar as informações pretendidas	117
<b>Figura 98</b>	Satisfação global das definições da plataforma	118
<b>Figura 99</b>	Satisfação global das rondas preditivas	118

<b>Figura 100</b> Avaliação Global do Plano de Lubrificação	119
<b>Figura 101</b> Avaliação global do módulo consumo de óleos	120
<b>Figura 102</b> Avaliação das funcionalidades	121
<b>Figura 103</b> Avaliação utilização de papel	121
<b>Figura 104</b> Avaliação da organização da calendarização de trabalhos	121
<b>Figura 105</b> Avaliação do melhoramento da análise do histórico de máquinas	122



## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1</b> Calendarização do trabalho	9
<b>Tabela 2</b> Tabela de casos de uso	20
<b>Tabela 3</b> Visualizar <i>dashboard</i>	21
<b>Tabela 4</b> Iniciar sessão na plataforma	21
<b>Tabela 5</b> Criar, alterar e eliminar conta de utilizador	22
<b>Tabela 6</b> Criar e eliminar máquina	22
<b>Tabela 7</b> Criar, alterar e eliminar ronda	23
<b>Tabela 8</b> Nova operação numa ronda	23
<b>Tabela 9</b> Nova operação para a ronda de exaustão	23
<b>Tabela 10</b> visualizar as operações registadas	24
<b>Tabela 11</b> Registrar medições de uma ronda	24
<b>Tabela 12</b> Imprimir folhas de registos manuscritos	24
<b>Tabela 13</b> Visualizar, editar ou eliminar registos de rondas efetuados	25
<b>Tabela 14</b> Criar nova tarefa de lubrificação	25
<b>Tabela 15</b> Visualizar, alterar ou eliminar tarefas de lubrificação	26
<b>Tabela 16</b> Registrar lubrificação realizada	26
<b>Tabela 17</b> Visualizar próximas lubrificações	26
<b>Tabela 18</b> Registrar novos lubrificantes/locais de lubrificação	27
<b>Tabela 19</b> Visualizar, alterar e eliminar locais de lubrificação	27
<b>Tabela 20</b> Registrar consumo de óleo	28
<b>Tabela 21</b> Visualização de registos de consumos de óleo	28
<b>Tabela 22</b> Alterar e eliminar registos de consumos de óleo	29
<b>Tabela 23</b> Relação entre colunas para a ligação de equipamentos a máquinas	33

<b>Tabela 24</b> Relação entre colunas para o módulo Rondas Preditivas	34
<b>Tabela 25</b> Relação entre colunas para o módulo Plano de Lubrificação	35
<b>Tabela 26</b> Relação entre colunas para o módulo Plano de Lubrificação	35

## *Acrónimos*

- AJAX - Asynchronous Javascript and XML
- BD - Base de Datos
- CMMS - Computerized Maintenance Management System
- HTML - HyperText Markup Language
- HTTP - Hypertext Transfer Protocol
- ID - Identity
- PHP - Hypertext Preprocessor
- SAP - Systems, applications and Products
- SQL - Structured Query Language
- SUV - Sport Utility Vehicle



# 1. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento tecnológico na indústria, surgiram máquinas e equipamentos mais complexos, tornando-se a manutenção um fator cada vez mais importante neste setor. A manutenção industrial começou assim a ganhar importância no século XIX, com o grande avanço tecnológico da época, nomeadamente com as invenções da máquina a vapor e, mais tarde, com uso da eletricidade. Sendo as máquinas cada vez mais complexas, surgiu também a necessidade de pessoal qualificado para a realização da manutenção [1].

Na primeira metade do século XX surgiram as primeiras linhas de produção em grande escala, surgindo assim também as primeiras equipas de manutenção corretiva. O principal objetivo destas equipas era a resolução de falhas nas máquinas, retomando a produção o mais rapidamente possível, por forma a minimizar os danos produtivos [2]. Surgiram também os primeiros passos na manutenção preventiva, impulsionados pela indústria aeronáutica. Nesta indústria uma pequena falha poderia causar inúmeras perdas, entre elas a vida humana. Como tal, a manutenção preventiva surge com a missão de antecipar as falhas, executando-se tarefas que previnam que as mesmas aconteçam [1].

Atualmente, a produtividade e a redução de custos têm ainda um peso mais elevado, pois a concorrência de mercado tem aumentado a um ritmo estonteante. Assim, para as empresas sobreviver as estas mudanças, são obrigadas a uma produção em grande escala, produzindo produtos a preços mais acessíveis para o consumidor. Como tal, uma pequena falha no equipamento pode acarretar prejuízos de grande dimensão. Com isto surgem novas metodologias, quer de manutenção, quer de controlo de qualidade. Aliado a isto, surge ainda a manutenção preditiva ou condicionada, que monitoriza as máquinas, normalmente através de sensores, analisando-se deste modo o estado atual das mesmas [1].

Com o aumento da complexidade da manutenção e na forma como é realizada a sua gestão, surgem aplicações informáticas com o intuito de facilitar o armazenamento e tratamento de dados, permitindo uma melhor organização dos trabalhos de manutenção, bem como analisar rapidamente o estado atual e passado de uma máquina. Assim, surgem no mercado inúmeras soluções, algumas de cariz mais genérico e outras mais personalizadas.

Como a realização de manutenção difere de indústria para indústria, as empresas começam a desenvolver também os seus próprios mecanismos de manutenção, dada a necessidade de obter resposta às suas necessidades específicas. Os *softwares* de gestão de manutenção mais genéricos, por vezes, não são capazes de dar respostas aos problemas das empresas. Como tal, é cada vez mais recorrente o desenvolvimento de sistemas de gestão de manutenção personalizados, respondendo de forma mais direta às necessidades das empresas.

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A Continental Mabor, nascida em dezembro de 1989, é uma empresa ligada à indústria de pneus localizada em Lousado, no conselho de Vila Nova de Famalicão. O nome da mesma provem da união de duas empresas de manufatura de borracha, a Mabor, uma empresa nacional, e a Continental AG, de dimensão mundial.

Em 1990, após um programa de reestruturação, as antigas instalações da Mabor foram transformadas na mais moderna das então, 21 unidades da Continental que, partindo de uma produção média diária de 5000 pneus em 1990, quadruplicou para 21000 pneus diários em 1996.

A produção atual da empresa é muito variada, incluindo pneus destinados a SUV (*Sport Utility Vehicles*), pneus de alta performance, pneus agrícolas e industriais, pneus ContiSeal (que minimizam as consequências de um furo) e pneus ContiSilent (que reduzem o ruído). Atualmente produz em média 56000 pneus por dia, sendo 98% da produção destina-se a exportação. A Continental Mabor conta atualmente com mais de 2100 colaboradores.

O processo de fabrico de um pneu compreende várias etapas que transformam as matérias primas no produto final. As fases do processo de fabrico de um pneu são a misturação, extrusão, calandragem, corte, construção, pintura/lubrificação, vulcanização e inspeção final.

O Departamento de Engenharia 1 da Continental Mabor, entre outras funções, é responsável pela manutenção de todas as máquinas relativas ao processo de misturação. Na misturação realiza-se a seleção de matérias-primas para efetuar-se a mistura que dará origem aos mais variados compostos de borracha, sendo os mesmo utilizados nos mais variados processos de construção do pneu.

A manutenção realizada nesta unidade, divide-se em Manutenção Planeada (Preventiva e Preditiva) e Manutenção Não Planeada ou Curativa.

Dentro da Manutenção Planeada tem-se, então, a Manutenção Preventiva, que realiza intervenções em máquinas independentemente do seu estado, sendo o objetivo a redução de paragens das mesmas devido a problemas de funcionamento. A Manutenção Preditiva tem por base o estado atual das máquinas, tendo em consideração testes e monitorizações periódicas ou em tempo real, dos vários componentes de uma máquina. O objetivo da Manutenção Preditiva é antecipar a ocorrência de uma avaria, evitando a paragem da máquina.

Na Manutenção Preditiva, o Departamento de Engenharia 1 efetua rondas periódicas (semanais, quinzenais, mensais e trimestrais) onde realiza medições de parâmetros como temperaturas, pressões, horas de funcionamento, contaminações de óleos, entre outras. Todas as medições realizadas têm valores de referência associados, que permitem aferir se a máquina se encontra ou não em correto funcionamento.

Devido à complexidade relacionada com a manutenção, havia a necessidade de uma plataforma que otimizasse a gestão dos processos de manutenção, neste caso a manutenção preditiva.

### 1.1.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

No Departamento de Engenharia 1 da Continental Mabor realiza-se manutenção preditiva regularmente com o intuito de minimizar eventuais paragens das máquinas. Para este tipo de manutenção torna-se necessária a realização de rondas às máquinas, medindo-se diversos parâmetros, tais como temperaturas, pressões, velocidades, contaminações de óleo, entre outros. Como tal, este departamento tem um conjunto de rondas a realizar, as quais possuem uma periodicidade pré-definida.

As rondas existentes atualmente são as seguintes:

- Ronda Geral (semanal), onde são realizadas medições de temperaturas e pressões nos vários pontos das máquinas, bem como verificações de fugas de óleo e horas de funcionamento;
- Exaustão (semanal), realizando-se medições de pressões e velocidades nos sistemas de exaustão;
- Contaminação de Óleos das Unidades Hidráulicas (semanal), onde é analisada a contaminação de partículas sólidas no óleo de acordo com a norma ISO 4406-1999;
- Teste de paragem de segurança dos moinhos (mensal), medindo-se a distância de paragem dos moinhos em caso de acionamento de emergência, de forma a garantir a paragem dentro dos limites estipulados

Para a realização de uma ronda, um técnico possui um conjunto de documentos impressos com as várias operações a realizar (ANEXO A), contendo espaços em branco para a anotação das medições. Cada máquina representa uma folha e, portanto, o técnico em certas rondas leva consigo mais de 15 folhas. Assim, verifica-se que este método provoca um consumo de papel elevado, bem como revela-se pouco viável e organizado.

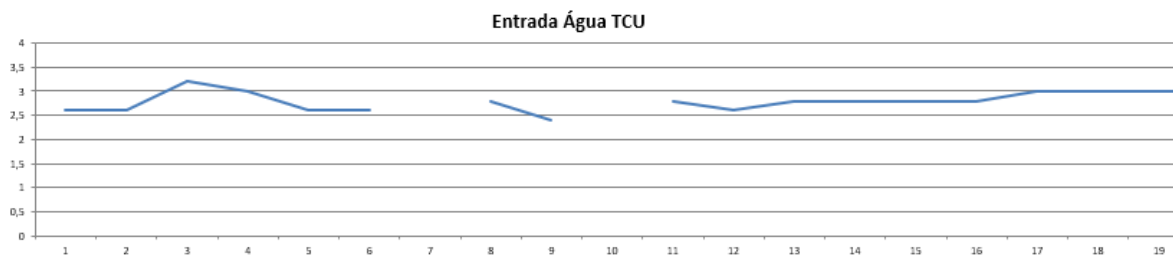
Além disso, terminado o percurso de uma ronda, o técnico terá de inserir todos os valores medidos num ficheiro Excel, tal como o representado na Figura 1. Este ficheiro contém mais de 40 folhas separadas Excel, mostrando-se pouco prático para inserção e análise de dados.

Local	Registo	Unidade	Limite / Intervalo	Zona	21jan	11jan	17jan	24jan	31jan	6fev	14fev	20fev	27fev	8mar	15mar	22mar	4abr	10abr	17abr	24abr	31mai	9mai	15mai	22mai	11j
TCU Corpo 320	Pressão	bar	(1; 3,4)	Entrada Água TCU	2,6	2,6	2,8	2,8	3	3	3	3	2,6	2,2	2,2	2,4	3,2	2,8	2,4	2,5	3,2	3,2	3,2	3,2	3
	Temperatura	°C	+/- 5 °C	Circuito 1 - Corpo	-6	-1	1	0	1	-2	1	0	2	1	3	3	3	3	0	0	-1	1	0	0	4
	Temperatura	°C	+/- 5 °C	Circuito 2 - Rotores	-2	1	1	1	0	0	1	2	-1	3	0	2	3	2	0	2	-1	2	0	1	4
	Temperatura	°C	+/- 5 °C	Circuito 3 - Porta descarga	-20	1	0	-14	-4	-3	-1	-1	2	-2	2	-1	-1	1	0	1	-1	-15	0	1	4
	Temperatura	°C	+/- 5 °C	Circuito 4 - Martelo	-22	0	2	-16	-2	-3	-2	0	2	0	1	-1	0	-1	0	-1	-1	-15	-1	1	4
TCU Corpo 520	Temperatura	°C	+/- 5 °C	Entrada Água TCU	3	3	3	3	2,8	2,8	2,8	2,8	2,4	2,6	2,6	2,6	2,8	2,8	2,6	2,8	2,8	2,6	2,6	2,6	2
	Temperatura	°C	+/- 5 °C	Circuito 1 - Corpo	-5	20	3	-3	-1	4	4	1	0	2	2	2	2	1	0	0	1	-1	10	10	1
	Temperatura	°C	+/- 5 °C	Circuito 2 - Rotores	-5	20	3	4	5	4	11	0	5	4	5	3	2	-1	-3	-1	-3	-3	4	3	8
	Temperatura	°C	+/- 5 °C	Circuito 3 - Porta de Descarga	0	0	0	-1	0	-1	0	2	-1	-3	-1	-1	-1	-1	-1	2	-2	-1	-1	-1	0
	Pressão	bar	(1; 3,4)	Entrada Água Extrusora	2,6	2,8	2,6	2,6	2,8	2,8	2,8	2,8	2,4	2,2	2,2	2,2	2,2	2,6	2,6	2,4	2,5	2,2	2,2	2,2	2,2
TCU Extrusoras e Calandra	Temperatura	°C	+/- 5 °C	Circuito 1 - Calandra Rolo Inferior	0	8	2	-2	10	1	4	-1	3	4	5	-3	2	1	-2	-2	4	3	10	-3	2
	Temperatura	°C	+/- 5 °C	Circuito 2 - Calandra Rolo Superior	0	5	-2	-1	2	0	-1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	-1
	Temperatura	°C	+/- 5 °C	Circuito 3 - Extrusora Sem-fim	0	1	-1	-1	0	0	0	1	0	0	-1	0	1	0	0	0	-1	0	1	1	0
	Temperatura	°C	+/- 5 °C	Circuito 4 - Extrusora Corpo	0	16	2	-1	3	1	12	1	5	4	9	-1	0	1	0	1	-2	1	-1	1	1
	Temperatura	°C	<70	Motor	35	40	37	34	40	34	39	38	38	37	39	36	36	36	39	31	35	33	34	37	38
Temperatura	°C	<55	Caixa Redutora	35	42	42	42	43	42	43	42	42	42	43	43	43	41	43	41	42	41	42	43	42	
Temperatura	°C	<60	Óleo Unidade Hidráulica	35	46	40	43	47	46	43	41	44	44	42	48	44	47	44	45	42	43	47	45	2	
OK/NOK	N/A	1-OK / 0-NOK	Fuga Óleo Unidade Hidráulica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Misturador 320	Pressão	bar	180-210	Ligar e desligar bombas Hidráulicas					210-230			210-230						210-230					210-230		
	Pressão	bar	90-90	Pressão acoto acumuladores hidráulicos					90-90			90-90						90-90					90		
	Pressão	bar	50	Porta alimentação hidráulico					100			100						100					140		
	Pressão	bar	140	Porta descarga hidráulico					140			140						150					80		
	Pressão	bar	50-100	Manqueta fecho-abertura hidráulico					50-120			50-80						40-80					40-90		
Pressão	bar	70	Anéis hidráulico					70			70						70					70			

Figura 1 Ficheiro Excel para registo/visualização de dados de rondas preditivas

A visualização dos dados pode passar por duas formas distintas, isto é, sob a forma de tabela, como é possível observar na Figura 1, ou sob a forma de gráfico, Figura 2. Contendo o ficheiro Excel os dados de todas as rondas ao longo de um ano e não sendo possível filtrar os dados por datas, torna-se difícil a tarefa de análise.

Os gráficos apresentados, Figura 2, possuem todos os dados de uma determinada operação ao longo de um ano, não permitindo, por exemplo, a visualização de histórico para um período superior a um ano. Além disso, a sua disposição no ficheiro Excel revela-se um pouco confusa e disfuncional.



**Figura 2** Exemplo de gráfico para uma operação

No início de cada semana um técnico imprime, através de um outro ficheiro Excel (Figura 3), um plano de lubrificações a realizar nessa semana. Ao serem realizadas as lubrificações, o técnico atualiza no ficheiro as datas de execução das mesmas, sendo calculadas as datas das próximas com base numa periodicidade fixa pré-definida. Este ficheiro revela-se, uma vez mais, ineficaz devido à grande quantidade de tarefas de lubrificação, tendo o técnico de procurar, numa lista enorme, a tarefa que deseja atualizar.

13/jun			
Lista semanal			
Maquina	Tarefa realizada	Data da lubrificação	Dias até proxima lubrificação
Strainer#2	Lubrificar correntes.	out'18	30
Strainer#2	Lubrificar chumaceiras.	jul'18	180
Strainer#2	Substituir filtros de oleo das unidades de circulaçao das caixas reductoras dos moin	jan'18	365
Strainer#2	Substituir filtros de oleo da unidade de circulaçao da caixa reductora da extrusora.	jan'18	365
Strainer#2	Verificar niveis de oleo motoredutores.	jan'18	365
Mixer#0	Substituir filtros de oleo das unidades de circulaçao das caixas reductoras dos moin	jan'18	365
Mixer#0	Substituir filtros de oleo da unidade de circulaçao da caixa reductora do misturador.	jan'18	365
Mixer#0	Substituir filtros da unidade de lubrificação dos rolamentos dos rotors.	jan'18	365
Mixer#0	Lubrificar correntes.	out'18	30
Mixer#0	Lubrificar chumaceiras.	jul'18	180
Mixer#0	Lubrificar rotulas dos cilindros do martelo.	jul'18	180
Mixer#0	Lubrificar acoplamentos e juntas universias dos moinhos.	jul'18	180
Mixer#0	Verificar niveis de oleo nos acoplamentos dos misturadores,	fev'18	365
Mixer#0	Verificar niveis de oleo motoredutores.	jan'18	365
Mixer#1	Subst. filtros de oleo da unidade de circulaçao da caixa reductora do moinho descal	set'17	365

**Figura 3** Ficheiro Excel para o Plano de Lubrificação

Para analisar os consumos de óleos das máquinas, por manutenção ou fuga, existe um outro ficheiro Excel (Figura 4), permitindo o registo dos consumos, mas também uma análise do histórico dos mesmos. Este ficheiro revela-se pouco eficaz devido à enorme quantidade de dados, bem como à quantidade de folhas do mesmo. Como o ficheiro de

consumos de óleos apenas contempla os dados relativos a um determinado ano, não é possível a visualização de dados num período superior, caso se deseje.

data		Máquina	Equipamento	Local	Lubrificante		Qtd (lts)	tipo	Motivo	Resolvido		Colaborador		
mês	dia				sem	designação				Cod SAP	tipo	descrição	SIM	NÃO
Setembro	19	38	Mix#09	Calandra	Hidraulico	HVLP 46	7355662	20	Fuga	Valvulas	X	X	1967	FERNANDO MARTINS FERREIRA
Setembro	19	38	Mix#09	Batchoff	Correntes	HP 220	7355321	20	Manut	Lubrificação	X		1967	FERNANDO MARTINS FERREIRA
Setembro	21	38	Mix#04	Misturador 320	Rolamentos	HP 220	7355321	50	Fuga	Fuga retentores		X	1967	FERNANDO MARTINS FERREIRA
Setembro	21	38	Mix#04	Batchoff	Correntes	HP 220	7355321	20	Manut	Lubrificação	X		1967	FERNANDO MARTINS FERREIRA
Setembro	24	39	Mix#05	Misturador 320	Hidraulico	HVLP 46	7355662	1027,5	Manut	Substituição	X		1967	FERNANDO MARTINS FERREIRA
Setembro	24	39	Mix#05	Extrusora	Caixa Redutora	HP 320	7355623	40	Fuga	Retentores		X	1967	FERNANDO MARTINS FERREIRA
Setembro	24	39	Mix#05	Extrusora	Caixa Redutora	HP 220	7355321	60	Fuga	Retentores (sincronismo)		X	1967	FERNANDO MARTINS FERREIRA
Setembro	24	39	Mix#04	Batchoff	Correntes	HP 220	7355321	20	Manut	Lubrificação	X		1967	FERNANDO MARTINS FERREIRA
Setembro	25	39	Mix#01	Misturador 270	Caixa Redutora	HVLP 46	7355662	411	Fuga	Acomuladores		X	1967	FERNANDO MARTINS FERREIRA
Setembro	26	39	Mix#07	Misturador 520	Hidraulico	HVLP 46	7355662	1027,5	Manut	Substituição	X		1967	FERNANDO MARTINS FERREIRA
Setembro	28	39	Mix#09	Calandra	Hidraulico	HVLP 46	7355662	5	Fuga			X	4496	ARTUR ALEXANDRE VELOSO JORGE
Setembro	28	39	Mix#00	Misturador 270	Hidraulico	HVLP 46	7355662	22	Fuga			X	5143	XAVIER SILVA
Setembro	30	40	Mix#09	Calandra	Hidraulico	HVLP 46	7355662	5	Fuga	Não detetada	X		3387	JOÃO JORGE COSTA FARIA
Outubro	1	40	Mix#01	Misturador 270	Rolamentos	HP 220	7355321	25	Fuga	Retentor	X		1967	FERNANDO MARTINS FERREIRA
Outubro	1	40	Mix#01	Misturador 270	Hidraulico	HVLP 46	7355662	205	Fuga	Valvulas	X		1967	FERNANDO MARTINS FERREIRA
Outubro	1	40	Mix#01	Batchoff	Correntes	HP 220	7355321	20	Manut	Lubrificação	X		1967	FERNANDO MARTINS FERREIRA
Outubro	2	40	Mix#07	Calandra	Hidraulico	HVLP 46	7355662	7	Fuga	gap calandra esq.		X	5143	XAVIER SILVA
Outubro	2	40	Mix#07	Calandra	Hidraulico	HVLP 46	7355662	15	Fuga	gap calandra dir.		X	5143	XAVIER SILVA
Outubro	2	40	Mix#09	Calandra	Hidraulico	HVLP 46	7355662	10	Fuga	gap calandra dir.		X	1967	FERNANDO MARTINS FERREIRA
Setembro	28	39	Mix#11	Misturador 550	Caixa Redutora	HP 320	7355623	1880	Manut	Substituição Oleo sintetico	X		1967	FERNANDO MARTINS FERREIRA
Setembro	28	39	Mix#11	Misturador 1000	Caixa Redutora	HP 320	7355623	1560	Manut	Substituição Oleo sintetico	X		1967	FERNANDO MARTINS FERREIRA
Outubro	3	40	Mix#10	Misturador 320	Caixa Redutora	HP 320	7355623	1250	Manut	Substituição Oleo sintetico	X		1967	FERNANDO MARTINS FERREIRA
Outubro	3	40	Mix#10	Misturador 550	Caixa Redutora	HP 320	7355623	625	Manut	Substituição Oleo sintetico	X		1967	FERNANDO MARTINS FERREIRA
Outubro	5	40	Mix#05	Misturador 320	Hidraulico	HVLP 46	7355662	50	Fuga	Nivel Minimo	X		5143	XAVIER SILVA
Outubro	6	40	Mix#01	Misturador 270	Hidraulico	HVLP 46	7355662	205	Fuga	??????		X	1967	FERNANDO MARTINS FERREIRA
Outubro	6	40	Mix#09	Misturador 550	Hidraulico	HVLP 46	7355662	205	Fuga	Bloco do Martelo	X		1967	FERNANDO MARTINS FERREIRA
Outubro	8	41	Mix#10	Batchoff	Correntes	HP 220	7355321	5	Manut	Lubrificação	X		1967	FERNANDO MARTINS FERREIRA
Outubro	8	41	Mix#11	Batchoff	Correntes	HVLP 46	7355662	20	Manut	lubrificação	X		1941	EDUARDO MAIA OLIVEIRA
Outubro	8	41	Mix#00	Misturador 270	Hidraulico	HVLP 46	7355662	205	Fuga			X	3441	HORÁCIO FERREIRA COSTA

Figura 4 Ficheiro Excel para Consumo de Óleos

Assim, verifica-se a existência de alguns problemas na gestão de dados da manutenção preditiva. Perante isto, sentiu-se a necessidade de possuir uma plataforma que contemplasse todas as informações das rondas preditivas, o plano de lubrificação e os consumos de óleo, permitindo assim inserção e a visualização de dados de forma fácil e intuitiva e também, a redução da quantidade de papel utilizado, organizando melhor as tarefas de manutenção.

## 1.2 OBJETIVOS

O principal objetivo do presente projeto consiste em desenvolver uma plataforma *web* para melhorar o processo de gestão da manutenção preditiva no Departamento de Engenharia 1 da Continental Mabor. A plataforma deve ser composta por três módulos principais:

- Rondas Preditivas, permitindo o registo das medições das diversas rondas, visualizar o estado atual e passado de cada máquina, visualizar as próximas rondas a serem realizadas e imprimir relatórios;

- Plano de Lubrificação, consistindo numa calendarização (semanal, mensal ou anual) das tarefas de lubrificação a realizar nas máquinas;

- Consumo de Óleo, que através dos registos das lubrificações às máquinas, permite a visualização (em tabelas ou gráficos) do historial de consumos de óleo e a realização de cálculos estatísticos.

Devido à complexidade inerente aos objetivos do projeto, subdividiu-se o mesmo em tarefas mais simples para uma melhor organização do trabalho:

- Estudar e analisar as metodologias e ferramentas atualmente utilizadas na empresa no âmbito da manutenção preditiva;
- Diagnosticar e identificar os problemas com as atuais ferramentas utilizadas;
- Estudar as principais estratégias de manutenção;
- Modelar e implementar:
  - Um sistema capaz de armazenar todas as informações recolhidas nas rondas preditivas, de forma eficiente e flexível, permitindo aferir de forma rápida e direta se uma máquina está ou tem indícios de problemas, permitindo também verificar o historial da mesma. O sistema deve ainda permitir imprimir relatórios das máquinas, bem como fichas de preenchimento manuscrito das rondas;
  - Um sistema capaz armazenar todas as tarefas de lubrificação, bem como as suas periodicidades, criando um plano de lubrificação (semanal, mensal ou anual);
  - Um sistema de armazenamento dos registos de consumos de óleo das máquinas, tratando os mesmo e permitindo visualizar históricos de consumos. O sistema deve ainda ser capaz de calcular estatísticas relativas às quantidades e aos tipos de consumos (manutenção ou fuga).
- Auxiliar a empresa na implementação da plataforma, bem como adaptar a mesma às necessidades dos utilizadores;
- Tornar a plataforma flexível e intuitiva, de modo a permitir uma utilização fácil, bem como a futura aplicação nos vários departamentos de engenharia da empresa Continental Mabor.

## 1.3 CALENDARIZAÇÃO

De forma a organizar-se melhor o trabalho, subdividiu-se o mesmo por fases ao longo do tempo de realização. Na Tabela 1 encontra-se representada a calendarização das várias fases de realização do trabalho.

**Tabela 1** Calendarização do trabalho

Mês	out/18				nov/18				dez/18				jan/19				fev/19				mar/19				abr/19				mai/19				jun/19				jul/19			
Semana	1ª	2ª	3ª	5ª	1ª	2ª	3ª	5ª	1ª	2ª	3ª	5ª	1ª	2ª	3ª	5ª	1ª	2ª	3ª	5ª	1ª	2ª	3ª	5ª	1ª	2ª	3ª	5ª	1ª	2ª	3ª	5ª	1ª	2ª	3ª	5ª	1ª	2ª	3ª	5ª
Análise do problema																																								
Estruturação do problema																																								
Estudo da Manutenção Industrial																																								
Modelação da Plataforma																																								
Desenvolvimento da Base de Dados																																								
Desenvolvimento da Definições da Plataforma																																								
Desenvolvimento do módulo Rondas Preditiva																																								
Desenvolvimento do módulo Plano de Lubrificação																																								
Desenvolvimento do módulo Consumo de Óleos																																								
Desenvolvimento dashboard																																								
Período de testes e ajustamentos																																								
Realização do Inquérito																																								
Realização do relatório																																								

## 1.4 ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

No Capítulo 1 é realizada a introdução ao trabalho realizado, bem como contextualizado e descrito o problema. Ainda neste capítulo é apresentada a organização temporal para a realização das diferentes tarefas.

Sendo o trabalho aplicado na área de manutenção industrial, mais precisamente na manutenção preditiva, no Capítulo 2 é apresentado o conceito de manutenção, bem como as estratégias e tipos de manutenção industrial existentes. No final demonstra-se o que podem os softwares informáticos trazer à manutenção industrial.

No Capítulo 3 é apresentada a modelação realizada antes da implementação do trabalho, ou seja, os atores, casos de uso e cenários possíveis. Seguidamente é apresentada a base de dados desenvolvida, ou seja, as tabelas e suas relações.

No Capítulo 4 começa-se por fazer uma breve explicação das principais tecnologias utilizadas. Por fim demonstra-se como foram implementadas algumas das funcionalidades mais importantes da plataforma.

Por forma a demonstrar todas as funcionalidades, no Capítulo 5 é apresentado de forma detalhada o funcionamento da plataforma desenvolvida. Já no penúltimo capítulo (6) são apresentados os melhoramentos realizados no período de testes, bem como a validação do trabalho através do inquérito de satisfação realizado. No último capítulo (7) são apresentadas as principais conclusões e melhoramentos futuros.

## 2. MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

No mundo industrial são cada vez mais os avanços tecnológicos, que possibilitam a produção de maiores quantidades de produtos em períodos cada vez mais pequenos. Atualmente, são muitas as grandes empresas industriais que, através de turnos de trabalho, intensificam os níveis de produção, sendo para isso fundamental a disponibilidade dos equipamentos. Com isto, cada falha ocorrida numa máquina/equipamento acarreta às empresas prejuízos cada vez maiores, apostando as mesmas em mais operações de manutenção. Assim, a manutenção industrial tende a maximizar a vida útil das máquinas, através de intervenções que prolonguem o bom funcionamento dos vários componentes e previnam paragens por avaria [3].

### 2.1 DEFINIÇÃO DE MANUTENÇÃO

São vários os autores que definem o conceito de manutenção, seguem algumas das definições mais consonantes:

Monchy [4] realiza uma analogia da manutenção com a medicina, referindo que “a manutenção é a medicina das máquinas”. Assim, e fazendo-se comparação entre a vida humana e uma máquina, é possível dividir-se a vida humana em três fases principais: recém-nascido e criança, em que as doenças vão diminuindo com o avançar da idade; adolescências e idade adulta, onde as doenças vão-se manifestando de forma aleatória; terceira idade, onde há uma tendência para o aumento de doenças. Analogamente, verifica-se o mesmo com as máquinas, ou seja, as avarias vão decrescendo após o arranque, ocorrem avarias aleatórias até uma determinada idade e aumentarão a partir daí. O autor refere ainda que o principal objetivo da manutenção é assegurar todas as atividades de maior necessidade, tendo em linha de conta os seus custos, garantindo equilíbrio entre as duas.

Pinto [5] considera a manutenção como um conjunto de ações que se efetuam ao longo da vida de uma máquina, mantendo e repondo a operacionalidade da mesma. Assim, a manutenção deve ser capaz de garantir a qualidade, disponibilidade e segurança dos equipamentos de forma económica e rentável.

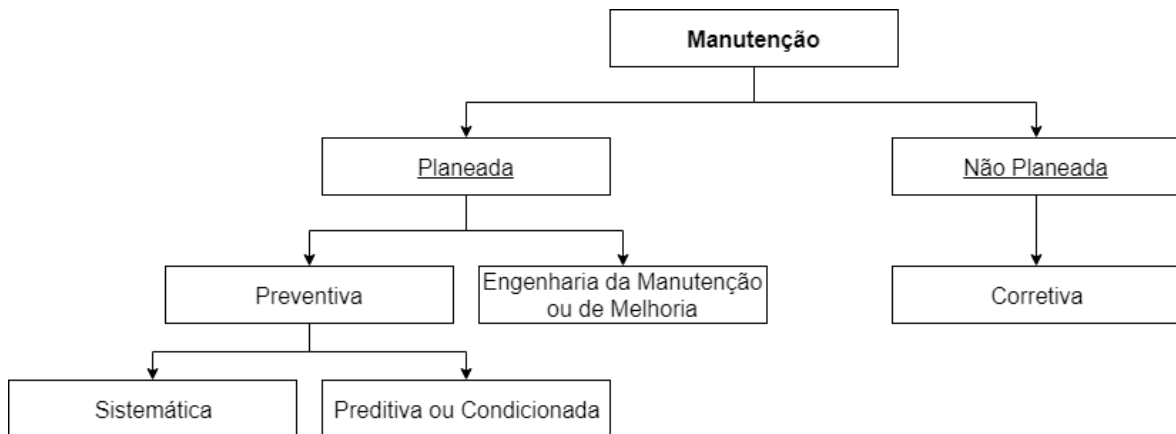
A norma NP EN 13306:2007 [6] [7], refere que a manutenção é um conjunto de tarefas técnicas, administrativas e de gestão, ao longo da vida de um equipamento. Estas tarefas devem ser capazes de garantir que os equipamentos desempenhem as devidas funções. Nesta norma é ainda possível encontrar-se a definição de disponibilidade e avarias, sendo dois conceitos que estão diretamente relacionados com a manutenção. Considera-se como disponibilidade de um equipamento a capacidade de uma máquina em fornecer os recursos necessários exigidos num determinado período. Já uma avaria é considerada uma falha que prejudica diretamente o desempenho da máquina, afetando a disponibilidade da mesma.

## 2.2 ESTRATÉGIAS E TIPOS DE MANUTENÇÃO

Na manutenção são várias as estratégias utilizadas nos dias de hoje, havendo múltiplas definições estabelecidas por variados autores. Embora existam inúmeras estratégias consideradas por vários autores, estas resumem-se fundamentalmente a duas políticas, nomeadamente, manutenção planeada e manutenção não planeada. Estas duas políticas podem ainda ser subdivididas, como será abordado mais à frente. Assim, as estratégias de manutenção devem ter por base a maximização da disponibilidade dos equipamentos, de forma a reduzir tempos por avaria, e, deste modo, aumentar a produtividade e minimizar custos [8].

Para estabelecer-se estratégias de manutenção, deve-se ter por base diversos aspetos diretamente ligados ao meio produtivo, como idade e tipos de máquinas, normas de segurança, necessidades de produção, recursos disponíveis, entre outros. Estes aspetos conduzirão à definição de políticas, que levam a investimentos e revisões da estrutura de manutenção.

São vários os modelos de manutenção desenvolvidos, tendo os mesmos vários aspetos em comum. Na Figura 5 é possível observar-se o modelo que será utilizado para explicação dos vários tipos de manutenção [5].



**Figura 5** Estratégias de manutenção [5]

Tendo como base a Figura 5, a manutenção divide-se em dois grupos principais: manutenção planeada e manutenção não planeada ou corretiva. Na primeira, os trabalhos de manutenção são programados previamente, tentando evitar paragens de produção. Na segunda são realizados trabalhos de manutenção de forma imprevisível, ou seja, quando surgem falhas ou avarias imprevistas nas máquinas. A manutenção planeada é ainda dividida em manutenção preventiva e de melhoria, sendo a primeira subdividida em condicionada ou preditiva e sistemática [5] [7].

### 2.2.1 MANUTENÇÃO NÃO PLANEADA OU CORRETIVA

A manutenção corretiva é caracterizada pela correção de uma falha que ocorrera de forma aleatória. Assim, este tipo de manutenção tem como objetivo repor o funcionamento de um determinado equipamento, para que o mesmo desempenhe novamente a função requerida [6]. Todas as indústrias desejam minimizar ao máximo a realização deste tipo de manutenção, pois é a que apresenta custos mais elevados, quer pelo facto de poder levar a perdas de produção, quer pelos custos dos materiais [9].

## 2.2.2 MANUTENÇÃO PLANEADA - PREVENTIVA

A manutenção preventiva tem como principal objetivo evitar avarias ou falhas dos equipamentos, ou seja, minimizar a realização da manutenção não planeada. Este tipo de manutenção tem por base metodologias previsionais, de fiabilidade e económicas, por forma a avaliar a necessidade de manutenção. Assim, a manutenção preventiva é um conjunto de trabalhos realizados nas máquinas, através de uma programação de tarefas a realizar em função do tempo [5] [9].

- **Manutenção Sistemática**

A manutenção preventiva sistemática consiste na realização de trabalhos em intervalos pré-definidos, podendo estes serem de tempo ou número de unidades de funcionamento, não havendo relação com o estado atual do equipamento. Para se efetuarem os cálculos dos intervalos entre manutenções, tem-se em consideração dados referentes à fiabilidade disponibilizados pelos fornecedores dos equipamentos, bem com análise do histórico dos mesmos [5] [9].

Assim, este tipo de manutenção tende a aumentar a disponibilidade das máquinas e reduzir custos com manutenção corretiva. Não obstante, a periodicidade com que se realizam os trabalhos pode ser demasiado reduzida, havendo uma utilização dos componentes que não será a mais rentável [5] [7].

São exemplos de manutenção preventiva sistemática os seguintes trabalhos [7]:

- Lubrificações periódicas;
- Substituição de componentes;
- Calibrações;
- Revisões periódicas.

- **Manutenção Condicionada ou Preditiva**

A manutenção preditiva consiste na realização de trabalhos nos equipamentos, tendo em consideração o estado dos mesmos. O estudo do estado de funcionamento de um equipamento fornece informações que permitem avaliar a necessidade de intervenção [5].

Assim, a manutenção condicionada faz uma recolha exaustiva de variáveis que indicam o desempenho dos vários componentes das máquinas, permitindo que os mesmos sejam utilizados mais eficientemente e, ao mesmo tempo, possibilitando a previsão de falhas. A previsão de falhas tem por base a análise de tendências dos dados monitorizados e a comparação com valores padrões de funcionamento [5] [7].

São exemplos de monitorizações preditivas as seguintes técnicas [5] [7]:

- Termografia;
- Análise de vibrações;
- Radiografia;
- Energia acústica (ultrassom);
- Propriedades químicas;
- Espectrometria.

### 2.2.3 MANUTENÇÃO PLANEADA - DE MELHORIA OU ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

A manutenção de melhoria consiste em otimizar os equipamentos, corrigindo erros ou realizando melhoramentos que maximizam o desempenho. O objetivo é reduzir ao máximo os trabalhos de manutenção e aumentar a fiabilidade das máquinas [10]. Assim, este tipo de manutenção tende a eliminar reparações contínuas, problemas crónicos e maus desempenhos [5].

## 2.3 SISTEMAS INFORMÁTICOS PARA A GESTÃO DE MANUTENÇÃO

Atualmente, a manutenção é encarada pelas empresas do ramo industrial como algo de extrema importância. Com a evolução tecnológica crescente, aumenta também a complexidade dos equipamentos. Assim, a gestão da manutenção é um aspeto crítico, que obriga cada vez mais a adoção de sistemas informáticos, permitindo melhorar e facilitar a análise de dados.

Os CMMS (*Computerized Maintenance Management System*) têm sido uma solução inovadora para a resolução de problemas dos gestores de manutenção. Um CMMS permite assim otimizar os processos de manutenção, permitindo o acesso à informação desejada de modo mais eficiente e prático [11] [12].

Com o aumento da automação industrial e da produção em grande escala, aumentaram também as necessidades de manutenção preventiva e preditiva. A realização destes tipos de manutenção pretende reduzir ao máximo os efeitos da manutenção corretiva que, através das características do mercado atual, tem um peso negativo ainda maior. Com isto, surgiram no mercado inúmeras aplicações de gestão de manutenção com diferentes funcionalidades e inúmeras vantagens, seguem algumas das mais importantes [13] [12] [11]:

- Automatização de tarefas;
- Controlo detalhado de custos;
- Fornecimento de dados para apoio a decisões;
- Programação de trabalhos e visualização de recursos disponíveis;
- Acesso a informações atualizadas e de histórico de manutenções;
- Informação centralizada numa única plataforma;
- Acesso à informação de forma rápida;
- Elaboração de relatórios e gráficos;
- Análise mais facilitada das causas das falhas nas máquinas.

Embora estes sistemas informáticos sejam muito importantes na atualidade, eles disponibilizam em geral mais recursos que aqueles que são necessários pelas empresas. Assim, só uma pequena parte das funcionalidades é utilizada, pagando-se, em certos casos, uma série de funcionalidades não utilizadas. Isto tem levado a que as empresas contratem entidades criadoras de *softwares*, para desenvolverem ferramentas personalizadas às suas necessidades.

# 3. MODELAÇÃO DO SISTEMA

Antes da implementação prática do trabalho, houve a necessidade de modelar e estruturar a plataforma. Sendo uma aplicação multiutilizador, começou-se por definir os atores da mesma, bem como as permissões de cada um, tal como se irá descrever com mais detalhe na secção 3.1.

Delineados os atores, procedeu-se ao desenho dos casos de uso (secção 3.2), ou seja, como cada um dos atores intervém no sistema de forma diferente, foi necessário fazer o seu relacionamento com as respetivas funcionalidades da plataforma.

Na secção 3.3 apresentam-se as funcionalidades do sistema, bem como os passos de execução das mesmas.

Na secção 3.4 apresenta-se a estruturação da base de dados, ou seja, as tabelas que a compõem, bem como as relações entre as mesmas.

## 3.1 ATORES

A plataforma desenvolvida permite ser utilizada por diferentes atores, sendo as permissões para cada um deles variáveis. Segue-se a listagem de atores do sistema:

- Visitante

Este é o ator com menos permissões, podendo apenas aceder ao *dashboard* da plataforma. Com isto, este utilizador apenas pode verificar o estado atual de cada uma das máquinas, calendarização das próximas rondas e lubrificações. Para o visitante aceder à plataforma, o gestor da plataforma terá de criar uma conta, dando-lhe as respetivas credenciais de início de sessão.

- Analista

Este ator tem as permissões do visitante, sendo acrescida a visualização de dados de máquinas que se encontrem com problemas.

- Qualidade/Produção

Este ator, além da permissão de acesso ao *dashboard* pode aceder a todo o histórico das rondas de manutenção preditiva, visualização da calendarização de lubrificações, bem como acesso a dados relativos aos consumos de óleos das máquinas.

- Técnico

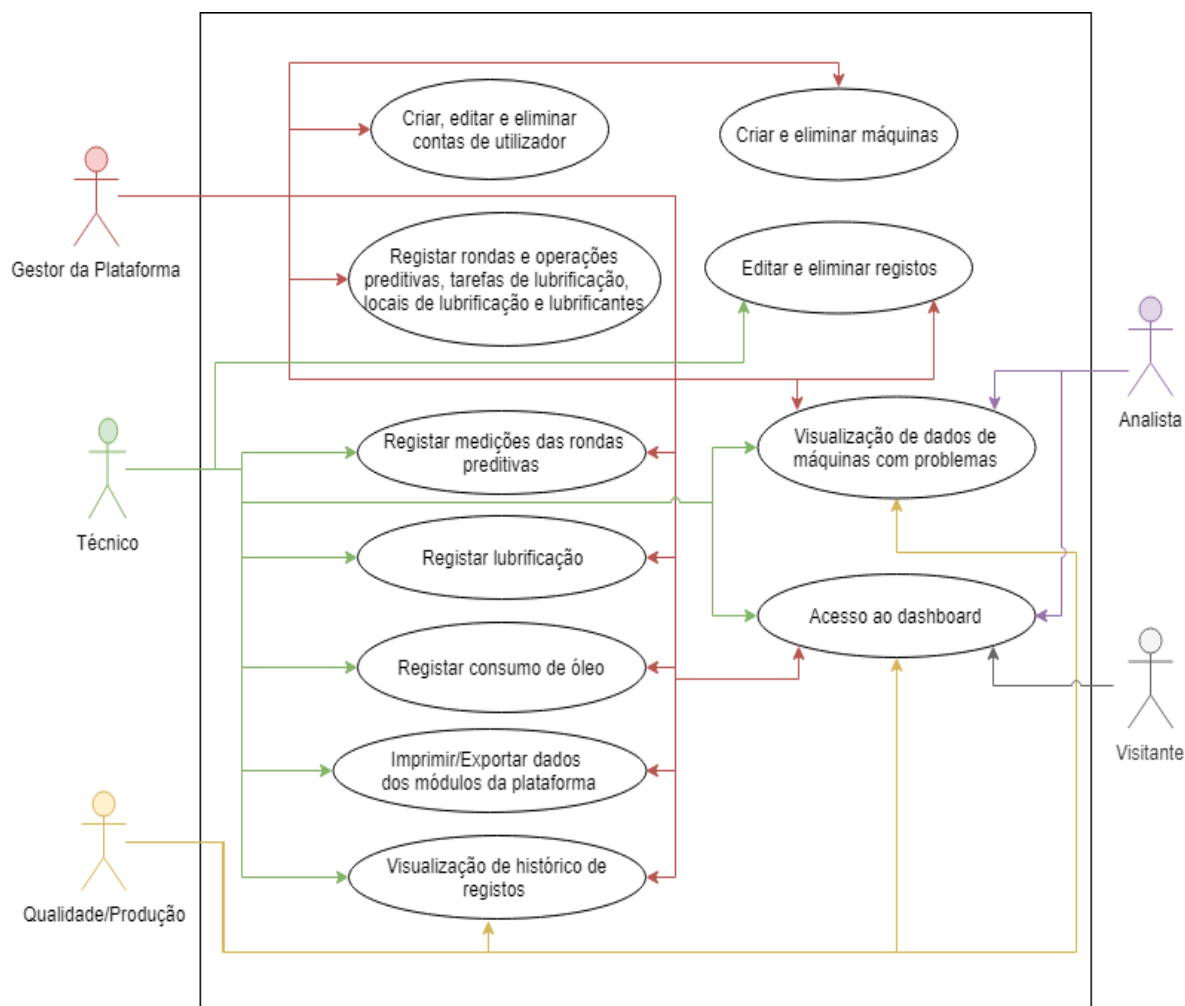
Este ator, além das permissões dos perfis dos utilizadores anteriores pode realizar o registo das medições das rondas, lubrificações e consumo de óleos, bem como a alteração e eliminação dos mesmos.

- Gestor da plataforma

Este é o ator com as permissões totais, ou seja, pode realizar todas funcionalidades anteriores, e ainda criar contas de utilizadores, fazer o registo de novas rondas, máquinas, operações preditivas, tarefas e locais de lubrificação, lubrificantes, bem como a possibilidade de alterar ou eliminar cada um deles.

## 3.2 CASOS DE USO

Na Figura 6 encontra-se representado o diagrama de casos de uso, onde é possível observar de que forma cada ator pode intervir na plataforma.



**Figura 6** Diagrama de Casos de Uso

Como se pode observar na Figura 6, apresentam-se os 5 atores que podem intervir no sistema, na zona central estão representadas as funcionalidades do sistema. Pode-se ainda observar a interação de cada ator no sistema concebido.

Na Tabela 2, encontram-se definidos, de forma mais detalhada, os casos de uso, assim como a relação entre cada ator e as respetivas funcionalidades.

**Tabela 2** Tabela de casos de uso

<b>Casos de Uso</b>	<b>Visitante</b>	<b>Analista</b>	<b>Qualidade e Produção</b>	<b>Técnico</b>	<b>Gestor da Plataforma</b>
Visualizar <i>Dashboard</i>	✓	✓	✓	✓	✓
Visualizar dados de máquinas com problemas	-	✓	✓	✓	✓
Efetuar o registo das medições de rondas preditivas	-	-	-	✓	✓
Visualizar histórico das rondas	-	-	✓	✓	✓
Registo de lubrificações	-	-	-	✓	✓
Visualizar futuras lubrificações	-	-	✓	✓	✓
Registo de consumo de óleos das máquinas	-	-	-	✓	✓
Verificar historial de consumos de óleo das máquinas	-	-	✓	✓	✓
Imprimir/Exportar dados dos módulos da plataforma	-	-	-	✓	✓
Alterar e eliminar registos dos módulos da plataforma	-	-	-	-	✓
Criar, editar e eliminar contas de utilizador	-	-	-	-	✓
Criar e eliminar máquinas	-	-	-	-	✓
Criar, editar e eliminar rondas e operações preditivas, tarefas de lubrificação, lubrificantes e locais de lubrificação	-	-	-	-	✓

Como se pode observar pela tabela, existem funcionalidades que são comuns a todos os atores e outras que são restritas a atores específicos, como é o caso do gestor da plataforma.

### 3.3 CENÁRIOS

Nesta secção são apresentados os vários cenários possíveis da plataforma. Assim, demonstram-se as funcionalidades do sistema, bem como os passos de execução das mesmas. Os cenários encontram-se agrupados por funcionalidades e módulos, para uma análise mais fácil dos mesmos.

- **Dashboard**

**Tabela 3** Visualizar *dashboard*

<b>Descrição</b>	Iniciar Sessão
	Selecionar o logótipo da Continental no canto superior esquerdo de cada página da plataforma

- **Definições da Plataforma**

**Tabela 4** Iniciar sessão na plataforma

<b>Descrição</b>	Carregar no botão “Iniciar Sessão”
	Preencher os campos “Número de Colaborador” e “Password”
	Carregar no botão “Iniciar Sessão”

**Tabela 5** Criar, alterar e eliminar conta de utilizador

<b>Descrição</b>	Carregar no botão “Definições da Plataforma” na barra de navegação
	Carregar no botão “Utilizadores” na barra de navegação
	<b>Criar conta de utilizador</b>
	Preencher o formulário com os dados do novo utilizador
	Carregar no botão “Criar Conta”
	<b>Alterar conta de utilizador</b>
	Carregar no botão “Alterar” no utilizador que se pretende modificar os dados
	Preencher o formulário com os novos dados
	Carregar no botão “Guardar”
	<b>Eliminar conta de utilizador</b>
	Carregar no botão “Eliminar” no utilizador que se pretende eliminar

**Tabela 6** Criar e eliminar máquina

<b>Descrição</b>	Carregar no botão “Definições da Plataforma” na barra de navegação
	Carregar no botão “Máquinas”
	Carregar no botão “Nova Máquina”
	<b>Criar grupo de máquinas</b>
	Preencher o formulário “Novo Grupo de Máquinas”
	Carregar no botão “Criar Grupo”
	<b>Criar nova máquina para um grupo</b>
	Preencher o formulário “Nova Máquina”
	Carregar no botão “Criar Máquina”

- Rondas Preditivas

**Tabela 7** Criar, alterar e eliminar ronda

<b>Descrição</b>	Carregar no botão “Rondas Preditivas” na barra de navegação
	Carregar no botão “Rondas”
	<b>Criar nova ronda</b>
	Preencher o formulário com os dados da nova ronda
	Carregar no botão “Guardar”
	<b>Alterar ronda</b>
	Carregar no botão “Alterar” na ronda que se pretende alterar
	Preencher o formulário com os novos dados
	Carregar no botão “Guardar”
	<b>Eliminar ronda</b>
	Carregar no botão “Eliminar” na ronda que se pretende eliminar

**Tabela 8** Nova operação numa ronda

<b>Descrição</b>	Carregar no botão “Rondas Preditivas” na barra de navegação
	Carregar no botão “Nova Operação”
	Preencher o formulário com os dados da nova operação (tipo de ronda, máquina, nome e imagem do equipamento, operação, unidades, limites de referência, aviso de alarme)
	Carregar no botão “Guardar”

**Tabela 9** Nova operação para a ronda de exaustão

<b>Descrição</b>	Carregar no botão “Rondas Preditivas” na barra de navegação
	Carregar no botão “Nova Operação Exaustão”
	Preencher o formulário com os dados da nova operação (máquina, equipamento, operação, unidades, diâmetro conduta, velocidade de referência, e caudal de referência, aviso de alarme, aviso de erro)
	Carregar no botão “Guardar”

**Tabela 10** visualizar as operações registadas

<b>Descrição</b>	Carregar no botão “Rondas Preditivas” na barra de navegação
	Carregar no botão “Visualizar Operações”
	Preencher o formulário para filtrar o que se pretende visualizar (tipo de ronda, máquina, equipamento, operação)
	Carregar no botão “Visualizar”
	<b>Alterar ronda</b>
	Carregar no botão “Alterar” na operação que se pretende alterar
	Preencher o formulário com os novos dados
	Carregar no botão “Guardar”
	<b>Eliminar Operação</b>
	Carregar no botão “Eliminar” na operação que se pretende eliminar

**Tabela 11** Registrar medições de uma ronda

<b>Descrição</b>	Carregar no botão “Rondas Preditivas” na barra de navegação
	Carregar no botão “Registrar Ronda”
	Selecionar o tipo de ronda e máquina
	Carregar no botão “Avançar”
	Preencher o formulário com os dados da ronda
	Carregar no botão “Guardar”

**Tabela 12** Imprimir folhas de registos manuscritos

<b>Descrição</b>	Carregar no botão “Rondas Preditivas” na barra de navegação
	Carregar no botão “Impressões”
	Preencher o formulário para filtrar a impressão (período de pesquisa, ronda e máquina)
	Carregar no botão “Avançar”
	Selecionar a impressora e imprimir

**Tabela 13** Visualizar, editar ou eliminar registos de rondas efetuados

<b>Descrição</b>	Carregar no botão “Rondas Preditivas” na barra de navegação
	Carregar no botão “Visualizar Dados”
	Preencher o formulário para filtrar o que se pretende visualizar (tipo de visualização, tipo de ronda, máquina, equipamento, operação, período de pesquisa)
	Selecionar o tipo de visualização, tipo de ronda, máquina, equipamento, operação e período de pesquisa.
	Carregar no botão “Avançar”
	<b>Alterar registo</b>
	Carregar no botão “Alterar” no registo que se pretende alterar
	Preencher o formulário com os novos dados
	Carregar no botão “Guardar”
	<b>Eliminar Registo</b>
	Carregar no botão “Eliminar” no registo que se pretende eliminar

- **Plano de Lubrificação**

**Tabela 14** Criar nova tarefa de lubrificação

<b>Descrição</b>	Carregar no botão “Plano de Lubrificação” na barra de navegação
	Carregar no botão “Inserir/Visualizar Tarefas” na barra de navegação
	Carregar no botão “Inserir Lubrificação”
	Preencher o formulário com os dados da lubrificação (máquina, tarefa e periodicidade)
	Carregar no botão “Guardar”

**Tabela 15** Visualizar, alterar ou eliminar tarefas de lubrificação

<b>Descrição</b>	Carregar no botão “Plano de Lubrificação” na barra de navegação
	Carregar no botão “Inserir/Visualizar Tarefas” na barra de navegação
	Carregar no botão “Visualizar/Editar”
	Preencher o formulário para filtrar informação (máquina e tarefa)
	Carregar no botão “Visualizar”
	<b>Alterar Tarefa</b>
	Carregar no botão “Alterar” na tarefa que se pretende alterar
	Preencher o formulário com os novos dados
	Carregar no botão “Guardar”
	<b>Eliminar Tarefa</b>
	Carregar no botão “Eliminar” na tarefa que se pretende eliminar

**Tabela 16** Registrar lubrificação realizada

<b>Descrição</b>	Carregar no botão “Plano de Lubrificação” na barra de navegação
	Carregar no botão “Registrar Lubrificação”
	Preencher o formulário da lubrificação (máquina, tarefa e data)
	Carregar no botão “Guardar”

**Tabela 17** Visualizar próximas lubrificações

<b>Descrição</b>	Carregar no botão “Plano de Lubrificação” na barra de navegação
	Carregar no botão “Próximas Lubrificações”
	Preencher o formulário para filtrar informação (período de tempo, máquina e tarefa)
	Carregar no botão “Visualizar”

- **Consumo de óleos**

**Tabela 18** Registrar novos lubrificantes/locais de lubrificação

<b>Descrição</b>	Carregar no botão “Consumos de Óleo” na barra de navegação
	Carregar no botão “Novo Lubrificante/Local de Lubrificação”
	<b>Novo lubrificante</b>
	Carregar no botão “Novo lubrificante”
	Preencher o formulário com os dados do novo lubrificante (nome e código SAP ( <i>Systems, applications and Products</i> ))
	Carregar no botão “Guardar”
	<b>Novo local de lubrificação</b>
	Carregar no botão “Novo Local de Lubrificação”
	Preencher o formulário com os dados do novo local (máquina, equipamento, local, óleo e capacidade)
	Carregar no botão “Guardar”

**Tabela 19** Visualizar, alterar e eliminar locais de lubrificação

<b>Descrição</b>	Carregar no botão “Consumos de Óleo” na barra de navegação
	Carregar no botão “Novo Lubrificante/Local de Lubrificação”
	Carregar no botão “Novo Local de Lubrificação”
	Preencher o formulário para filtrar informação (máquina, equipamento e local)
	<b>Alterar Local</b>
	Carregar no botão “Alterar” no local que se pretende alterar
	Preencher o formulário com os novos dados
	Carregar no botão “Guardar”
	<b>Eliminar Tarefa</b>
	Carregar no botão “Eliminar” no local que se pretende eliminar

**Tabela 20** Registrar consumo de óleo

<b>Descrição</b>	Carregar no botão “Consumos de óleo” na barra de navegação
	Carregar no botão “Registrar Consumo”
	Preencher o formulário do consumo de óleo (data, máquina, equipamento, local, lubrificante, quantidade, tipo de consumo, designação, resolução do problema e colaborador que realizou a tarefa)
	Carregar no botão “Guardar”

**Tabela 21** Visualização de registos de consumos de óleo

<b>Descrição</b>	Carregar no botão “Consumos de Óleo” na barra de navegação
	Carregar no botão “Visualizar Consumos”
	<b>Tabela Detalhada (com todas os dados do registo)</b>
	Carregar no botão “Tabela Detalhada”
	Preencher o formulário para filtrar a informação (máquina, equipamento, local, óleo, período de tempo)
	Carregar no botão “Visualizar”
	<b>Dados Gerais de Consumos (informações com base na quantidade e tipo de consumo)</b>
	Carregar no botão “Visualização Geral de Consumos”
	Preencher o formulário para filtrar a informação (ano, óleo, tipo de visualização, escala de tempo, período de visualização)
	Carregar no botão “Visualizar”

**Tabela 22** Alterar e eliminar registos de consumos de óleo

<b>Descrição</b>	Carregar no botão “Consumos de Óleo” na barra de navegação
	Carregar no botão “Visualizar Consumos”
	Carregar no botão “Tabela Detalhada”
	Preencher o formulário para filtrar a informação (máquina, equipamento, local, óleo, período de tempo)
	Carregar no botão “Visualizar”
	<b>Alterar Registo de Consumo</b>
	Carregar no botão “Alterar” no registo que se pretende alterar
	Preencher o formulário com os novos dados
	Carregar no botão “Guardar”
	<b>Eliminar Registo de Consumo</b>
	Carregar no botão “Eliminar” no registo que se pretende eliminar

### 3.4 BASE DE DADOS

Tratando-se de uma plataforma de recolha e tratamento de dados, tornou-se essencial o desenvolvimento de uma base de dados.

A base de dados desenvolvida tem como objetivo o armazenamento de dados relativos aos utilizadores, máquinas, bem como dados relativos aos três módulos da plataforma, ou seja, Rondas Preditivas, Plano de Lubrificação e Consumo de Óleos.

Ao longo deste capítulo será descrito como se encontra organizada a base de dados, bem como as relações entre tabelas.

### 3.4.1 ESTRUTURA DA BASE DE DADOS

A base de dados desenvolvida é, então, constituída por um conjunto de 16 tabelas, como é possível observar na Figura 7.

utilizadores	maquinas	equipamentos_maquina	oleos_sap																																																																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Column Name</th> <th>Condensed Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>id</td><td>int</td></tr> <tr><td>email</td><td>varchar(40)</td></tr> <tr><td>nome</td><td>varchar(100)</td></tr> <tr><td>pass</td><td>varchar(500)</td></tr> <tr><td>utilizador</td><td>varchar(20)</td></tr> <tr><td>nr_colaborador</td><td>int</td></tr> </tbody> </table>	Column Name	Condensed Type	id	int	email	varchar(40)	nome	varchar(100)	pass	varchar(500)	utilizador	varchar(20)	nr_colaborador	int	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Column Name</th> <th>Condensed Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>codigo</td><td>varchar(10)</td></tr> <tr><td>nome</td><td>varchar(20)</td></tr> <tr><td>nr</td><td>int</td></tr> <tr><td>grupo</td><td>varchar(20)</td></tr> <tr><td>abreviatura</td><td>varchar(3)</td></tr> </tbody> </table>	Column Name	Condensed Type	codigo	varchar(10)	nome	varchar(20)	nr	int	grupo	varchar(20)	abreviatura	varchar(3)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Column Name</th> <th>Condensed Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>id</td><td>int</td></tr> <tr><td>maquina</td><td>varchar(10)</td></tr> <tr><td>equipamento</td><td>int</td></tr> </tbody> </table>	Column Name	Condensed Type	id	int	maquina	varchar(10)	equipamento	int	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Column Name</th> <th>Condensed Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ref_oleo</td><td>varchar(30)</td></tr> <tr><td>sap</td><td>int</td></tr> <tr><td>id</td><td>int</td></tr> </tbody> </table>	Column Name	Condensed Type	ref_oleo	varchar(30)	sap	int	id	int																																																																																																				
Column Name	Condensed Type																																																																																																																																																
id	int																																																																																																																																																
email	varchar(40)																																																																																																																																																
nome	varchar(100)																																																																																																																																																
pass	varchar(500)																																																																																																																																																
utilizador	varchar(20)																																																																																																																																																
nr_colaborador	int																																																																																																																																																
Column Name	Condensed Type																																																																																																																																																
codigo	varchar(10)																																																																																																																																																
nome	varchar(20)																																																																																																																																																
nr	int																																																																																																																																																
grupo	varchar(20)																																																																																																																																																
abreviatura	varchar(3)																																																																																																																																																
Column Name	Condensed Type																																																																																																																																																
id	int																																																																																																																																																
maquina	varchar(10)																																																																																																																																																
equipamento	int																																																																																																																																																
Column Name	Condensed Type																																																																																																																																																
ref_oleo	varchar(30)																																																																																																																																																
sap	int																																																																																																																																																
id	int																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>tipo_ronda</th> <th>Column Name</th> <th>Condensed Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>tronda</td><td>varchar(20)</td></tr> <tr><td>period</td><td>int</td></tr> <tr><td>ult_ronda</td><td>varchar(10)</td></tr> <tr><td>prox_ronda</td><td>varchar(10)</td></tr> </tbody> </table>	tipo_ronda	Column Name	Condensed Type	tronda	varchar(20)	period	int	ult_ronda	varchar(10)	prox_ronda	varchar(10)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>eq_imagem</th> <th>Column Name</th> <th>Condensed Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>id</td><td>int</td></tr> <tr><td>imagem</td><td>nvarchar(MAX)</td></tr> <tr><td>tronda</td><td>varchar(20)</td></tr> <tr><td>id_eq_maq</td><td>int</td></tr> <tr><td>img_grupo</td><td>varchar(1)</td></tr> <tr><td>grupo</td><td>varchar(20)</td></tr> <tr><td>equipamento</td><td>int</td></tr> </tbody> </table>	eq_imagem	Column Name	Condensed Type	id	int	imagem	nvarchar(MAX)	tronda	varchar(20)	id_eq_maq	int	img_grupo	varchar(1)	grupo	varchar(20)	equipamento	int	<table border="1"> <thead> <tr> <th>equipamentos</th> <th>Column Name</th> <th>Condensed Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>id</td><td>int</td></tr> <tr><td>equipamento</td><td>varchar(30)</td></tr> </tbody> </table>	equipamentos	Column Name	Condensed Type	id	int	equipamento	varchar(30)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>oleos_local</th> <th>Column Name</th> <th>Condensed Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>id</td><td>int</td></tr> <tr><td>maquina</td><td>varchar(10)</td></tr> <tr><td>equipamento</td><td>varchar(30)</td></tr> <tr><td>local</td><td>varchar(30)</td></tr> <tr><td>oleo</td><td>varchar(30)</td></tr> <tr><td>capacidade</td><td>int</td></tr> <tr><td>id_eq_maq</td><td>int</td></tr> </tbody> </table>	oleos_local	Column Name	Condensed Type	id	int	maquina	varchar(10)	equipamento	varchar(30)	local	varchar(30)	oleo	varchar(30)	capacidade	int	id_eq_maq	int																																																																																										
tipo_ronda	Column Name	Condensed Type																																																																																																																																															
tronda	varchar(20)																																																																																																																																																
period	int																																																																																																																																																
ult_ronda	varchar(10)																																																																																																																																																
prox_ronda	varchar(10)																																																																																																																																																
eq_imagem	Column Name	Condensed Type																																																																																																																																															
id	int																																																																																																																																																
imagem	nvarchar(MAX)																																																																																																																																																
tronda	varchar(20)																																																																																																																																																
id_eq_maq	int																																																																																																																																																
img_grupo	varchar(1)																																																																																																																																																
grupo	varchar(20)																																																																																																																																																
equipamento	int																																																																																																																																																
equipamentos	Column Name	Condensed Type																																																																																																																																															
id	int																																																																																																																																																
equipamento	varchar(30)																																																																																																																																																
oleos_local	Column Name	Condensed Type																																																																																																																																															
id	int																																																																																																																																																
maquina	varchar(10)																																																																																																																																																
equipamento	varchar(30)																																																																																																																																																
local	varchar(30)																																																																																																																																																
oleo	varchar(30)																																																																																																																																																
capacidade	int																																																																																																																																																
id_eq_maq	int																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>reg_op_exaustao</th> <th>Column Name</th> <th>Condensed Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>id</td><td>int</td></tr> <tr><td>maquina</td><td>varchar(10)</td></tr> <tr><td>equipamento</td><td>varchar(30)</td></tr> <tr><td>operacao</td><td>varchar(50)</td></tr> <tr><td>unidades</td><td>varchar(20)</td></tr> <tr><td>dconduta</td><td>float</td></tr> <tr><td>velocidade</td><td>float</td></tr> <tr><td>data_criacao</td><td>datetime</td></tr> <tr><td>data_atualizacao</td><td>datetime</td></tr> <tr><td>created_by</td><td>int</td></tr> <tr><td>modified_by</td><td>int</td></tr> <tr><td>id_em</td><td>int</td></tr> <tr><td>alerta</td><td>float</td></tr> <tr><td>erro</td><td>float</td></tr> </tbody> </table>	reg_op_exaustao	Column Name	Condensed Type	id	int	maquina	varchar(10)	equipamento	varchar(30)	operacao	varchar(50)	unidades	varchar(20)	dconduta	float	velocidade	float	data_criacao	datetime	data_atualizacao	datetime	created_by	int	modified_by	int	id_em	int	alerta	float	erro	float	<table border="1"> <thead> <tr> <th>reg_ronda</th> <th>Column Name</th> <th>Condensed Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>id</td><td>int</td></tr> <tr><td>data</td><td>date</td></tr> <tr><td>tronda</td><td>varchar(20)</td></tr> <tr><td>operacional</td><td>varchar(30)</td></tr> <tr><td>observacoes</td><td>varchar(255)</td></tr> <tr><td>status</td><td>varchar(10)</td></tr> <tr><td>data_criacao</td><td>datetime</td></tr> <tr><td>data_atualizacao</td><td>datetime</td></tr> <tr><td>created_by</td><td>int</td></tr> <tr><td>modified_by</td><td>int</td></tr> <tr><td>maquina</td><td>varchar(10)</td></tr> <tr><td>t_registro</td><td>varchar(2)</td></tr> <tr><td>executante</td><td>varchar(30)</td></tr> <tr><td>sap</td><td>int</td></tr> </tbody> </table>	reg_ronda	Column Name	Condensed Type	id	int	data	date	tronda	varchar(20)	operacional	varchar(30)	observacoes	varchar(255)	status	varchar(10)	data_criacao	datetime	data_atualizacao	datetime	created_by	int	modified_by	int	maquina	varchar(10)	t_registro	varchar(2)	executante	varchar(30)	sap	int	<table border="1"> <thead> <tr> <th>reg_operacoes</th> <th>Column Name</th> <th>Condensed Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>codigo</td><td>varchar(20)</td></tr> <tr><td>maquina</td><td>varchar(10)</td></tr> <tr><td>equipamento</td><td>varchar(30)</td></tr> <tr><td>operacao</td><td>varchar(100)</td></tr> <tr><td>tronda</td><td>varchar(20)</td></tr> <tr><td>unidades</td><td>varchar(20)</td></tr> <tr><td>climite</td><td>varchar(3)</td></tr> <tr><td>limite</td><td>float</td></tr> <tr><td>intinf</td><td>float</td></tr> <tr><td>intsup</td><td>float</td></tr> <tr><td>id</td><td>int</td></tr> <tr><td>alerta</td><td>float</td></tr> <tr><td>data_criacao</td><td>datetime</td></tr> <tr><td>data_atualizacao</td><td>datetime</td></tr> <tr><td>created_by</td><td>int</td></tr> <tr><td>modified_by</td><td>int</td></tr> <tr><td>id_em</td><td>int</td></tr> </tbody> </table>	reg_operacoes	Column Name	Condensed Type	codigo	varchar(20)	maquina	varchar(10)	equipamento	varchar(30)	operacao	varchar(100)	tronda	varchar(20)	unidades	varchar(20)	climite	varchar(3)	limite	float	intinf	float	intsup	float	id	int	alerta	float	data_criacao	datetime	data_atualizacao	datetime	created_by	int	modified_by	int	id_em	int	<table border="1"> <thead> <tr> <th>reg_cons_oleo</th> <th>Column Name</th> <th>Condensed Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>id</td><td>int</td></tr> <tr><td>id_local</td><td>int</td></tr> <tr><td>data</td><td>date</td></tr> <tr><td>maquina</td><td>varchar(10)</td></tr> <tr><td>equipamento</td><td>varchar(30)</td></tr> <tr><td>local</td><td>varchar(30)</td></tr> <tr><td>ref_oleo</td><td>varchar(30)</td></tr> <tr><td>quantidade</td><td>float</td></tr> <tr><td>tipo_cons</td><td>varchar(20)</td></tr> <tr><td>descricao</td><td>varchar(50)</td></tr> <tr><td>resolvido</td><td>varchar(20)</td></tr> <tr><td>nr_colaborador</td><td>int</td></tr> <tr><td>colaborador</td><td>varchar(50)</td></tr> <tr><td>semana</td><td>int</td></tr> <tr><td>mes</td><td>int</td></tr> <tr><td>data_resol</td><td>date</td></tr> <tr><td>data_criacao</td><td>datetime</td></tr> <tr><td>data_atualizacao</td><td>datetime</td></tr> <tr><td>created_by</td><td>int</td></tr> <tr><td>modified_by</td><td>int</td></tr> </tbody> </table>	reg_cons_oleo	Column Name	Condensed Type	id	int	id_local	int	data	date	maquina	varchar(10)	equipamento	varchar(30)	local	varchar(30)	ref_oleo	varchar(30)	quantidade	float	tipo_cons	varchar(20)	descricao	varchar(50)	resolvido	varchar(20)	nr_colaborador	int	colaborador	varchar(50)	semana	int	mes	int	data_resol	date	data_criacao	datetime	data_atualizacao	datetime	created_by	int	modified_by	int
reg_op_exaustao	Column Name	Condensed Type																																																																																																																																															
id	int																																																																																																																																																
maquina	varchar(10)																																																																																																																																																
equipamento	varchar(30)																																																																																																																																																
operacao	varchar(50)																																																																																																																																																
unidades	varchar(20)																																																																																																																																																
dconduta	float																																																																																																																																																
velocidade	float																																																																																																																																																
data_criacao	datetime																																																																																																																																																
data_atualizacao	datetime																																																																																																																																																
created_by	int																																																																																																																																																
modified_by	int																																																																																																																																																
id_em	int																																																																																																																																																
alerta	float																																																																																																																																																
erro	float																																																																																																																																																
reg_ronda	Column Name	Condensed Type																																																																																																																																															
id	int																																																																																																																																																
data	date																																																																																																																																																
tronda	varchar(20)																																																																																																																																																
operacional	varchar(30)																																																																																																																																																
observacoes	varchar(255)																																																																																																																																																
status	varchar(10)																																																																																																																																																
data_criacao	datetime																																																																																																																																																
data_atualizacao	datetime																																																																																																																																																
created_by	int																																																																																																																																																
modified_by	int																																																																																																																																																
maquina	varchar(10)																																																																																																																																																
t_registro	varchar(2)																																																																																																																																																
executante	varchar(30)																																																																																																																																																
sap	int																																																																																																																																																
reg_operacoes	Column Name	Condensed Type																																																																																																																																															
codigo	varchar(20)																																																																																																																																																
maquina	varchar(10)																																																																																																																																																
equipamento	varchar(30)																																																																																																																																																
operacao	varchar(100)																																																																																																																																																
tronda	varchar(20)																																																																																																																																																
unidades	varchar(20)																																																																																																																																																
climite	varchar(3)																																																																																																																																																
limite	float																																																																																																																																																
intinf	float																																																																																																																																																
intsup	float																																																																																																																																																
id	int																																																																																																																																																
alerta	float																																																																																																																																																
data_criacao	datetime																																																																																																																																																
data_atualizacao	datetime																																																																																																																																																
created_by	int																																																																																																																																																
modified_by	int																																																																																																																																																
id_em	int																																																																																																																																																
reg_cons_oleo	Column Name	Condensed Type																																																																																																																																															
id	int																																																																																																																																																
id_local	int																																																																																																																																																
data	date																																																																																																																																																
maquina	varchar(10)																																																																																																																																																
equipamento	varchar(30)																																																																																																																																																
local	varchar(30)																																																																																																																																																
ref_oleo	varchar(30)																																																																																																																																																
quantidade	float																																																																																																																																																
tipo_cons	varchar(20)																																																																																																																																																
descricao	varchar(50)																																																																																																																																																
resolvido	varchar(20)																																																																																																																																																
nr_colaborador	int																																																																																																																																																
colaborador	varchar(50)																																																																																																																																																
semana	int																																																																																																																																																
mes	int																																																																																																																																																
data_resol	date																																																																																																																																																
data_criacao	datetime																																																																																																																																																
data_atualizacao	datetime																																																																																																																																																
created_by	int																																																																																																																																																
modified_by	int																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>reg_dados_ronda</th> <th>Column Name</th> <th>Condensed Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>id</td><td>int</td></tr> <tr><td>id_ronda</td><td>int</td></tr> <tr><td>id_operacao</td><td>varchar(20)</td></tr> <tr><td>leitura</td><td>varchar(10)</td></tr> </tbody> </table>	reg_dados_ronda	Column Name	Condensed Type	id	int	id_ronda	int	id_operacao	varchar(20)	leitura	varchar(10)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>lubrificacao</th> <th>Column Name</th> <th>Condensed Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>id</td><td>int</td></tr> <tr><td>maquina</td><td>varchar(10)</td></tr> <tr><td>tarefa</td><td>varchar(100)</td></tr> <tr><td>periodicidade</td><td>int</td></tr> <tr><td>ult_ronda</td><td>varchar(11)</td></tr> <tr><td>prox_ronda</td><td>varchar(11)</td></tr> <tr><td>prox_ronda_d</td><td>date</td></tr> <tr><td>data_criacao</td><td>datetime</td></tr> <tr><td>data_atualizacao</td><td>datetime</td></tr> <tr><td>created_by</td><td>int</td></tr> <tr><td>modified_by</td><td>int</td></tr> </tbody> </table>	lubrificacao	Column Name	Condensed Type	id	int	maquina	varchar(10)	tarefa	varchar(100)	periodicidade	int	ult_ronda	varchar(11)	prox_ronda	varchar(11)	prox_ronda_d	date	data_criacao	datetime	data_atualizacao	datetime	created_by	int	modified_by	int	<table border="1"> <thead> <tr> <th>reg_dados_exaustao</th> <th>Column Name</th> <th>Condensed Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>id</td><td>int</td></tr> <tr><td>id_op</td><td>int</td></tr> <tr><td>data</td><td>date</td></tr> <tr><td>operacional</td><td>varchar(30)</td></tr> <tr><td>observacoes</td><td>varchar(255)</td></tr> <tr><td>status</td><td>varchar(10)</td></tr> <tr><td>pd</td><td>float</td></tr> <tr><td>v</td><td>float</td></tr> <tr><td>q</td><td>float</td></tr> <tr><td>data_criacao</td><td>datetime</td></tr> <tr><td>data_atualizacao</td><td>datetime</td></tr> <tr><td>created_by</td><td>int</td></tr> <tr><td>modified_by</td><td>int</td></tr> <tr><td>t_registro</td><td>varchar(2)</td></tr> <tr><td>executante</td><td>varchar(30)</td></tr> <tr><td>maquina</td><td>varchar(10)</td></tr> <tr><td>sap</td><td>int</td></tr> </tbody> </table>	reg_dados_exaustao	Column Name	Condensed Type	id	int	id_op	int	data	date	operacional	varchar(30)	observacoes	varchar(255)	status	varchar(10)	pd	float	v	float	q	float	data_criacao	datetime	data_atualizacao	datetime	created_by	int	modified_by	int	t_registro	varchar(2)	executante	varchar(30)	maquina	varchar(10)	sap	int																																																																						
reg_dados_ronda	Column Name	Condensed Type																																																																																																																																															
id	int																																																																																																																																																
id_ronda	int																																																																																																																																																
id_operacao	varchar(20)																																																																																																																																																
leitura	varchar(10)																																																																																																																																																
lubrificacao	Column Name	Condensed Type																																																																																																																																															
id	int																																																																																																																																																
maquina	varchar(10)																																																																																																																																																
tarefa	varchar(100)																																																																																																																																																
periodicidade	int																																																																																																																																																
ult_ronda	varchar(11)																																																																																																																																																
prox_ronda	varchar(11)																																																																																																																																																
prox_ronda_d	date																																																																																																																																																
data_criacao	datetime																																																																																																																																																
data_atualizacao	datetime																																																																																																																																																
created_by	int																																																																																																																																																
modified_by	int																																																																																																																																																
reg_dados_exaustao	Column Name	Condensed Type																																																																																																																																															
id	int																																																																																																																																																
id_op	int																																																																																																																																																
data	date																																																																																																																																																
operacional	varchar(30)																																																																																																																																																
observacoes	varchar(255)																																																																																																																																																
status	varchar(10)																																																																																																																																																
pd	float																																																																																																																																																
v	float																																																																																																																																																
q	float																																																																																																																																																
data_criacao	datetime																																																																																																																																																
data_atualizacao	datetime																																																																																																																																																
created_by	int																																																																																																																																																
modified_by	int																																																																																																																																																
t_registro	varchar(2)																																																																																																																																																
executante	varchar(30)																																																																																																																																																
maquina	varchar(10)																																																																																																																																																
sap	int																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>reg_problemas</th> <th>Column Name</th> <th>Condensed Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>id_ronda</td><td>int</td></tr> <tr><td>codigo_op</td><td>varchar(20)</td></tr> <tr><td>id_n</td><td>int</td></tr> <tr><td>t_problem</td><td>varchar(10)</td></tr> </tbody> </table>	reg_problemas	Column Name	Condensed Type	id_ronda	int	codigo_op	varchar(20)	id_n	int	t_problem	varchar(10)																																																																																																																																						
reg_problemas	Column Name	Condensed Type																																																																																																																																															
id_ronda	int																																																																																																																																																
codigo_op	varchar(20)																																																																																																																																																
id_n	int																																																																																																																																																
t_problem	varchar(10)																																																																																																																																																

Figura 7 Tabelas da Base de Dados

Algumas das tabelas são transversais a toda a plataforma, outras são específicas para cada um dos seus módulos. As tabelas transversais à plataforma são as seguintes:

- Tabela `utilizadores`, responsável por armazenar os dados de todos os utilizados registados na plataforma, bem como as suas permissões na mesma;
- Tabela `maquinas`, contém os dados relativos às máquinas registadas na plataforma, tais como, nome, código, grupo, entre outros;
- Tabela `equipamentos`, armazena os equipamentos constituintes das máquinas;
- Tabela `equipamentos_maquina`, responsável pela relação entre equipamentos e máquina, ou seja, contém os vários equipamentos constituintes de uma máquina.

As tabelas específicas são divididas em três grupos, ou seja, tabelas relativas às Rondas Preditivas, Plano de Lubrificação e Consumo de Óleos.

As tabelas específicas do módulo Rondas Preditivas são as seguintes:

- Tabela `tipo_ronda`, responsável pelo armazenamento de dados relativos às várias rondas preditivas, ou seja, nome e periodicidade. Além disso, esta tabela contém sempre a data da última ronda realizada, bem como a data da seguinte.
- Tabela `eq_imagem`, responsável pelo armazenamento de imagens relativas aos equipamentos.
- Tabela `reg_operacoes`, contém todos os dados relativos a uma operação preditiva, tais como, nome, unidades, limites, ronda, entre outros.
- Tabela `reg_op_exaustao`, contém os dados relativos a uma operação preditiva da ronda Exaustão. Sendo a ronda Exaustão com características diferentes de todas as outras, criou-se esta tabela, contendo dados como o nome da operação, diâmetro da conduta, velocidade de referência, limites, entre outros.
- Tabela `reg_ronda`, é responsável pelo armazenamento de informação genérica de uma ronda realizada. Contém dados como a data, tipo de ronda, operacionalidade da máquina, observações, entre outros.
- Tabela `reg_dados_ronda`, responsável pelo armazenamento das medições, correspondentes a cada operação, efetuadas em cada ronda.

- Tabela `reg_dados_exaustao`, responsável pelo armazenamento de dados relativos a uma ronda de exaustão, tais como, a pressão medida, a velocidade e caudal calculados, entre outros.
- Tabela `reg_problemas`, que armazena todos os registos efetuados que se encontrem fora dos limites, de erro ou alarme. Esta tabela contém dados relativos à ronda, operação em causa, bem como o tipo de problema.

Para o Plano de Lubrificação foi criada a seguinte tabela:

- Tabela `lubrificacao`, contendo dados relativos às várias tarefas de lubrificação, ou seja, máquina, tarefa, periodicidade, data da próxima lubrificação, entre outros.

Para o Consumo de Óleos estão associadas as seguintes tabelas:

- Tabela `oleos_sap`, contendo os vários lubrificantes registados, bem como o seu código SAP;
- Tabela `oleos_local`, contendo informações relativas aos locais de lubrificação registados;
- Tabela `reg_cons_oleos`, responsável pelo armazenamento de todos os registos de consumo de óleo efetuados, contendo dados relativos ao colaborador que realizou a tarefa, local, tipo de consumo, entre outros.

Como já referido, as tabelas seguem um conjunto de relações, na Figura 8, é possível observar-se as relações associadas à tabela `equipamentos_maquina`.



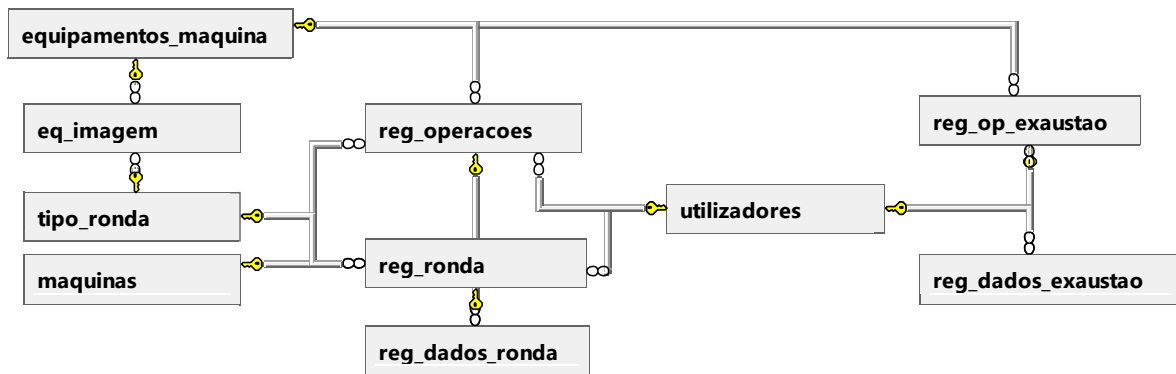
**Figura 8** Relações entre equipamentos e máquinas

As colunas associadas encontram-se representadas na Tabela 23.

**Tabela 23** Relação entre colunas para a ligação de equipamentos a máquinas

Tabela Primária		Tabela Relacionada	
Nome Tabela	Coluna	Nome Tabela	Coluna
maquinas	codigo	equipamentos_maquina	maquina
equipamentos	id	equipamentos_maquina	equipamento

Na Figura 9, é possível observar-se as relações entre tabelas associadas ao módulo Rondas Preditivas.



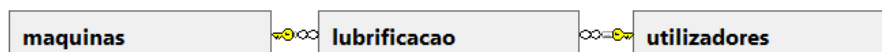
**Figura 9** Relacionamento de tabelas para o módulos Rondas Preditivas

As colunas associadas encontram-se representadas na Tabela 24.

**Tabela 24** Relação entre colunas para o módulo Rondas Preditivas

Tabela Primária		Tabela Relacionada	
Nome Tabela	Coluna(s)	Nome Tabela	Coluna(s)
equipamentos_maquina	id	eq_imagem	id_eq_maq
equipamentos_maquina	id	reg_operacoes	id_em
equipamentos_maquina	id	reg_op_exaustao	id_em
tipo_ronda	tronda	eq_imagem	tronda
tipo_ronda	tronda	reg_operacoes	tronda
tipo_ronda	tronda	reg_ronda	tronda
maquinas	codigo	reg_ronda	maquina
reg_ronda	id	reg_dados_ronda	id_ronda
utilizadores	id	reg_operacoes	created_by, modified_by
utilizadores	id	reg_op_exaustao	created_by, modified_by
utilizadores	id	reg_ronda	created_by, modified_by
utilizadores	id	reg_dados_exaustao	created_by, modified_by

Na Figura 10, é possível observar-se as relações entre tabelas associadas ao módulo Plano de Lubrificação.



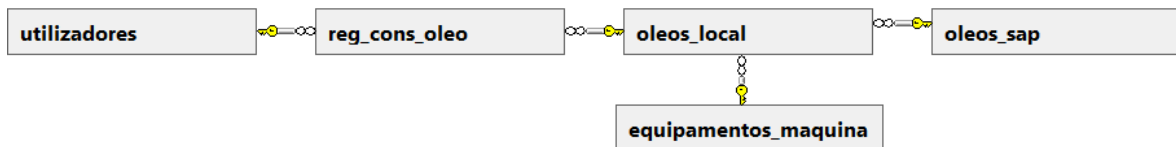
**Figura 10** Relacionamento de Tabelas para o módulo Plano de Lubrificação

As colunas associadas encontram-se representadas na Tabela 25.

**Tabela 25** Relação entre colunas para o módulo Plano de Lubrificação

Tabela Primária		Tabela Relacionada	
Nome Tabela	Coluna	Nome Tabela	Coluna
maquinas	codigo	lubrificacao	maquina
utilizadores	id	lubrificacao	created_by, modified_by

Na Figura 11, é possível observar-se as relações entre tabelas associadas ao módulo Plano de Lubrificação.



**Figura 11** Relacionamento de tabelas para o módulo Consumo de Óleo

As colunas associadas encontram-se representadas na Tabela 26.

**Tabela 26** Relação entre colunas para o módulo Plano de Lubrificação

Tabela Primária		Tabela Relacionada	
Nome Tabela	Coluna	Nome Tabela	Coluna
utilizadores	id	reg_cons_oleo	created_by, modified_by
oleos_local	id	reg_cons_oleo	id_local
equipamentos_maquina	id	oleos_local	id_eq_maq
oleos_sap	ref_oleo	oleos_local	oleo

Definidos os atores, casos de uso, cenários e a estruturação da base de dados, encontraram-se reunidas a condições para a implementação da plataforma (Capítulo 4), permitindo um desenvolvimento mais facilitado e organizado.



# 4. IMPLEMENTAÇÃO

Para a implementação deste trabalho utilizaram-se diversas tecnologias, cada uma delas com a sua função no desenvolvimento da plataforma. Na secção 4.1 é feita uma breve abordagem às tecnologias de maior relevo utilizadas no desenvolvimento deste trabalho.

A implementação contemplou o desenvolvimento de funções transversais a toda a plataforma, ou seja, funções integradas em diversas funcionalidades. Algumas das funções mais importantes encontram-se descritas na secção 4.3, apresentando-se o princípio de funcionamento de cada uma.

As secções seguintes descrevem a implementação das funcionalidades da plataforma. Estas secções demonstram acima de tudo como é realizado o fluxo de dados e como os mesmos são tratados nas várias funcionalidades da plataforma.

## 4.1 TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Nesta secção são apresentadas as principais tecnologias utilizadas para a implementação da plataforma. Para cada uma delas é apresentada uma breve descrição, bem como o porquê de serem utilizadas no desenvolvimento do trabalho.

- **Base de Dados SQL**

Para o armazenamento de dados deste trabalho utilizou-se uma base de dados SQL (*Structured Query Language*), utilizando-se o SQL Server da Microsoft. O SQL é uma linguagem padrão de gestão de base de dados relacionais, tendo como objetivo facilitar a comunicação com as mesmas. O SQL Server é um dos sistemas mais utilizados atualmente, por ser um *software* simples e económico, possuindo versões gratuitas e pagas [14].

- **PHP**

A linguagem PHP (*Hypertext Preprocessor*) é uma linguagem de *script*, sendo uma das mais utilizadas no desenvolvimento *web*. O código desta linguagem é interpretado no lado do servidor, contrariamente ao que acontece no HTML (*HyperText Markup Language*) ou JavaScript. Assim, o cliente apenas recebe os resultados da execução do código [15].

Para este trabalho utiliza-se o PHP por ser uma linguagem extremamente versátil, permitindo a recolha e tratamento de dados de formulários, gerar páginas dinâmicas, suporte à maioria dos servidores *web*, possibilidade de utilização dentro do HTML, suporte à maioria das bases de dados e protocolos de comunicação, entre outras funcionalidades [15].

- **HTML**

A linguagem HTML (*Hypertext Markup Language*) tem como finalidade a construção de páginas *web*, sendo a mesma interpretada pelo navegador. O HTML permite que os navegadores *web* exibam a página na formatação correta [16].

- **JavaScript**

JavaScript é uma linguagem de programação *web* orientada aos objetos, permitindo o desenvolvimento de páginas interativas. Neste trabalho o JavaScript é utilizado para dinamizar a plataforma e torná-la também intuitiva. Utilizam-se funções que controlam a visualização de informação, geram gráficos e fazem exportação de dados [17].

- **Google Charts**

Neste trabalho utiliza-se o Google Charts para apresentação de gráficos na plataforma. Este serviço da Google permite criar gráficos através de informações disponibilizadas pelo utilizador. O utilizador fornece os dados e especificações do gráfico que pretende, através de JavaScript. Por sua vez, o Google Charts devolve o gráfico com os dados. A grande vantagem é o facto de ser gratuito, ao contrário da maioria dos serviços deste tipo. Além disso, possui uma enorme variedade de gráficos e diversas funcionalidades, permitindo o desenvolvimento de gráficos interativos [18].

- **CSS**

O CSS (*Cascading Style Sheet*) é uma linguagem de programação utilizada para definir características estilísticas do HTML. Assim, o HTML é responsável pela estrutura da página e o CSS pela sua apresentação [19].

## 4.2 FUNÇÕES PRINCIPAIS

Nesta secção são apresentadas as principais funções utilizadas na implementação da plataforma. Estas funções são utilizadas nas mais diversas funcionalidades da plataforma, sendo cruciais no funcionamento da mesma.

- **Acesso à Base de Dados**

Para aceder à base de dados, criou-se o ficheiro `acessodb.php`. Este é utilizado por todas as páginas da plataforma, que necessitem de acesso às várias tabelas da base de dados. O ficheiro utiliza a função `sqlsrv_connect()`, que tem como parâmetros de entrada o nome do servidor, o nome de utilizador, a *password* e o nome da base de dados, tal como pode ser observado no extrato de código seguinte:

```
...
$serverName = 'localhost\SQLEXPRESS';

$connectionInfo =
array("Database"=>"ENGL_WebMaintenance",
"UID"=>"sa", "PWD"=>"XXXXXX",
"CharacterSet"=>"UTF-8");

$conn = sqlsrv_connect($serverName,
$connectionInfo);

if(!$conn){

echo "FALHA CONEXÃO À BASE DE DADOS";
die(print_r(sqlsrv_errors(), true));
}
...
```

- **Funções para habilitar/desabilitar Funcionalidades das páginas**

Por forma a tornar a plataforma mais dinâmica e de fácil utilização, houve a necessidade da utilização de funções que permitissem habilitar ou desabilitar determinadas funcionalidades da plataforma. Assim, através destas funções é possível ocultar funcionalidades para perfis de utilizador diferentes. Outra finalidade destas funções é ocultar/mostrar determinadas opções através da seleção de um *button*, *radio button* ou *checkbox*.

Para filtrar informação através do perfil de utilizador, utiliza-se a função *JavaScript hide\_btn()*. Esta função começa por analisar o tipo de conta com sessão iniciada. Através do método `document.getElementById('elementID').style.display` é possível ocultar/mostrar o conteúdo identificado com o ID (*Identity*). Esta função é executada sempre que a página é carregada.

```
function hide_btn()
{
var x="<?php echo $_SESSION['conta'] ?>";
if(x=="1")
{
document.getElementById("op").style.display='block';
...
}
if(x=="2")
{
document.getElementById("vis_op").
style.display='block';
...
}
...
}
window.onload = hide_btn;
```

Além disso, foram desenvolvidas funções de *enable* e *disable*, permitindo que *radio buttons*, por exemplo, chamem as mesmas através da opção *onclick*:

```
<input type="radio" name="resolvido"
onclick="fenable('data_resolucao') "> Sim
```

As funções para habilitar/desabilitar são as seguintes:

```
function fenable(i) //Função Habilitar
{
document.getElementById(i).style.display='block';
}
function fdisable(i) //Função Desabilitar
{
document.getElementById(i).style.display='none';
}
```

- **Menus Dinâmicos**

Para tornar a página mais interativa e dinâmica, utilizam-se *frameworks* AJAX (*Asynchronous Javascript and XML*) para os formulários com menus de opções (*select* HTML), sendo o conteúdo dos mesmos apresentados em cascata. Assim, o conteúdo será filtrado pelo que foi selecionado no menu anterior, excetuando-se o primeiro por não ter antecessor.

Para a realização dos menus dinâmicos, utilizaram-se funções jQuery e AJAX. Segue um exemplo de utilização das funções utilizadas:

```
$(document).ready(function() {
    $('#.action').change(function() {
        if($(this).val() != '')
        {
            var action = $(this).attr("id");
            var query = $(this).val();
            var result = '';
            if(action == "maquina5")
            {
                result = 'tarefa5';
            }

            $.ajax({
                url:"AJAX_lubrificacao.php", //ficheiro PHP
                //que extrai da BD as tarefas da máquina
                //selecionada
                method:"POST",
                data:{action:action, query:query},
                success:function(data) {
                    $('#'+result).html(data);
                }
            })
        }
    });
});
```

Para tal, utiliza-se a função jQuery `ready()`, que disponibiliza a função quando a página está pronta a executar código JavaScript. Utiliza-se também a função `change()`, que deteta se um elemento do menu foi alterado. De seguida, utiliza-se AJAX para que seja interpretado o *script* PHP, filtrando os dados pretendidos na BD (Base de Dados). A variável `result` contém o ID do menu destino, sendo os dados enviados para o mesmo.

- **Imprimir**

Nas páginas de apresentação de dados é possível a impressão dos mesmos. Para tal, todas estas páginas têm um botão “Imprimir”, abrindo uma página onde é possível selecionar a impressora, número de cópias, entre outras opções. Esta funcionalidade foi desenvolvida com recurso à função JavaScript `window.print()`.

```
function imprimir()
{
window.print();
}
```

- **Exportar para Excel**

Na plataforma são apresentadas diversas tabelas HTML. Para a exportação de dados das tabelas para Excel, utilizou-se o *plugin* jQuery `table2excel`. Como tal, tornou-se necessária a inclusão da biblioteca jQuery, bem como o *plugin* `table2excel`:

```
<script
src="//ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.11.
1/jquery.min.js"></s
src="src/jquery.table2excel.js"></script>
```

Para a exportação utiliza-se sempre um botão “Exportar para Excel”:

```
<input type='button' id='btnExport'
value='Exportar para Excel' />
```

Selecionado o botão, chama-se uma função que executa o *plugin*. Esta função determina o formato do ficheiro através do `fileext`, bem como nome do ficheiro e da *worksheet* através dos parâmetros `filename` e `name`, respetivamente.

```

$(function ()
{
    $("#btnExport").click(function ()
    {
        // verificação de botão
        $("#tabela").table2excel //exporta dados
da tabela com id `tabela`
        ({
            ...
            name:"Folha 1",
            filename: "Operacoes.xls"
            fileext:".xls"
            ...
        });
    });
});

```

- **Eliminação de registos da base de dados**

A plataforma contém um conjunto de registos que são armazenados na base de dados. Todos os módulos da plataforma têm associados tabelas na base de dados, contendo registos de máquinas, rondas preditivas, lubrificações, consumos de óleo, entre outros. Nas várias páginas de visualização de dados é possível eliminar-se cada um dos registos, selecionando o botão “Eliminar”. Selecionado este botão irá ser executada a função JavaScript `confirmação()`, questionando o utilizador se deseja realmente eliminar o registo. Confirmada a eliminação, será redirecionado para a página `eliminar.php`. Esta página recebe através do método GET do protocolo HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) a variável `file`, contendo o nome da página que deve ser feito o redirecionamento após a eliminação do registo. Recebe ainda uma outra variável, cujo nome indicará a tabela da base de dados e o seu valor corresponderá ao ID do registo a eliminar.

```

function confirmacao(id, id2)
{
    var resposta = confirm("Tem a certeza que
deseja eliminar o registo?");

    if (resposta == true) {
        var a="eliminar.php?" + id;
        var c= a.concat("&file=" + id2);
        window.location.href = c;
    }
}

```

A página `eliminar.php`, recebe então as duas variáveis pelo método GET, executando de seguida o comando SQL `DELETE`. Segue um exemplo de eliminação de um registo da tabela `reg_cons_oleo`:

```

...
if($_GET['id_reg_oleo'])
{
    $id=$_GET['id_reg_oleo'];
    $file=$_GET['file'];
    sqlsrv_query($conn,"DELETE FROM reg_cons_oleo
WHERE id='$id'");
}
...

```

- **Atualização de registos da base de dados**

Além da possibilidade de eliminação, todos os registos presentes nas páginas de visualização de dados apresentam um botão “Alterar”, permitindo a edição dos mesmos. Selecionado este botão, o utilizador será redirecionado para a página `alterar.php`. Esta página recebe a variável `file` através do método GET do protocolo HTTP, contendo o nome da página para a qual deve ser feito o redirecionamento após a atualização na base de dados. Recebe ainda uma outra variável, cujo nome indicará a tabela da base de dados, mas também definirá como será construído o formulário para alteração de dados. O valor desta segunda variável contém o ID da tabela na base de dados, que será utilizado para

apresentar os dados atuais no formulário de edição, bem como para a realização do comando SQL UPDATE.

No extrato seguinte é apresentado um exemplo de código de um botão “Alterar”, neste caso para alteração de uma operação preditiva:

```
print "<td><a
href='alterar.php?codigo=$row[codigo]&file=operac
oes.php'>Alterar</a></td>";
```

Depois de submetido o formulário de edição, os novos dados são enviados novamente para a página `alterar.php` pelo método POST do protocolo HTTP. Verificam-se os dados que foram alterados, seguindo-se a atualização na base de dados. Segue-se um exemplo de atualização do parâmetro `limite` da tabela `reg_operacoes`:

```
$limite = $_POST['limite'];
if($limite)
{
$sql3 = "UPDATE $tabela SET limite=(?) WHERE
$id='$codigo'";
$params3 = array($limite);
$stmt3 = sqlsrv_query($conn, $sql3, $params3);
}
```

- **Desenho de Gráficos**

Utiliza-se a visualização de dados sob a forma de gráfico no módulo Rondas Preditivas, bem como no módulo Consumo de Óleos. Os gráficos são desenvolvidos com o recurso ao Google Charts.

Para a construção dos gráficos inicialmente começa-se por aceder à base de dados e guardar os dados num vetor local, como é possível observar no seguinte extrato de código:

```
$value[$p]=array($data_g[$h], $leitural[$h]);
```

De seguida utiliza-se a função `google.charts.load()`, para definir o tipo de gráfico. Nesta plataforma apenas são utilizados dois tipos de gráficos, nomeadamente dispersão e

barras. Definido o tipo de gráfico, declaram-se as variáveis através da função `addColumn()`:

```
...
google.charts.load('current',{ 'packages': ['corechart'] });

data.addColumn('string', 'data');
...
```

Os dados são obtidos através do vetor `$value[]`, utilizando-se a função `addRows()` para que os mesmos sejam apresentados no gráfico.

```
data.addRows
(
    <?php print json_encode($value);?>
);
```

Nos gráficos é ainda possível verificar se um determinado registo está ou não dentro dos *set-points*, sendo adicionadas *baselines*. As *baselines* representam os limites da operação preditiva:

```
...
baseline: <?php print json_encode($limite_sup);
?>, baselineColor: 'red'
...
```

## 4.3 INICIAR E TERMINAR SESSÃO

Nesta secção é apresentada a implementação dos principais mecanismos de início e fim de sessão na plataforma, bem como as variáveis de sessão definidas neste processo.

- **Iniciar Sessão**

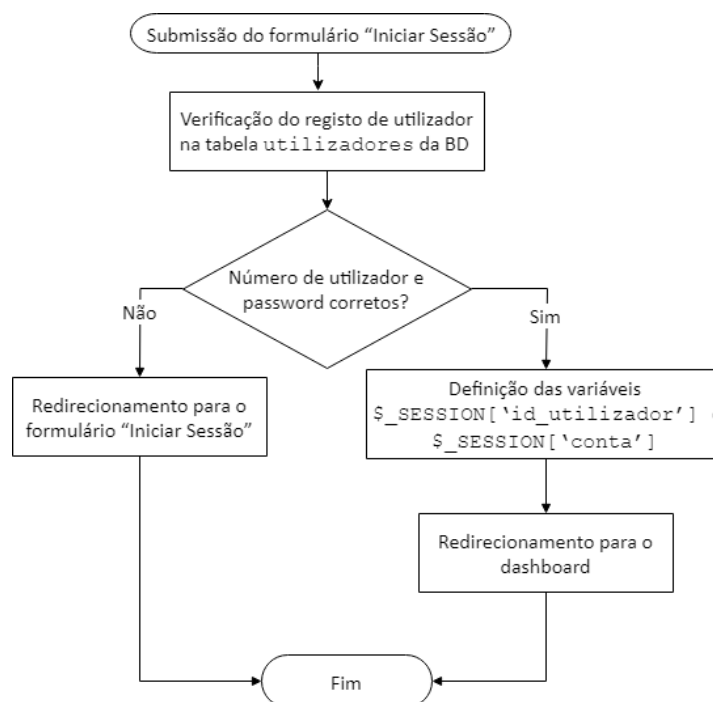
Para iniciar sessão, desenvolveu-se um formulário onde o utilizador deverá introduzir o número de colaborador e a *password*. Após a submissão dos dados, os mesmos serão enviados através do método POST do protocolo HTTP para uma página PHP. Primeiramente,

executa-se uma *query* à base de dados para filtrar a informação relativa ao ID de utilizador, ou seja, tipo de utilizador e password.

```
$sql11 = "SELECT id, utilizador, pass FROM
utilizadores WHERE nr_colaborador
='$nr_colaborador'";
```

Como a palavra-passe da base de dados encontra-se encriptada, torna-se necessário utilizar a função PHP `password_verify()`. Verificando-se que a palavra-passe introduzida corresponde à versão encriptada na base de dados, definem-se as variáveis de sessão, caracterizando o utilizador.

Na Figura 12 apresenta-se um fluxograma onde é possível observar como é realizado o processo de autenticação.



**Figura 12** Início de sessão na plataforma

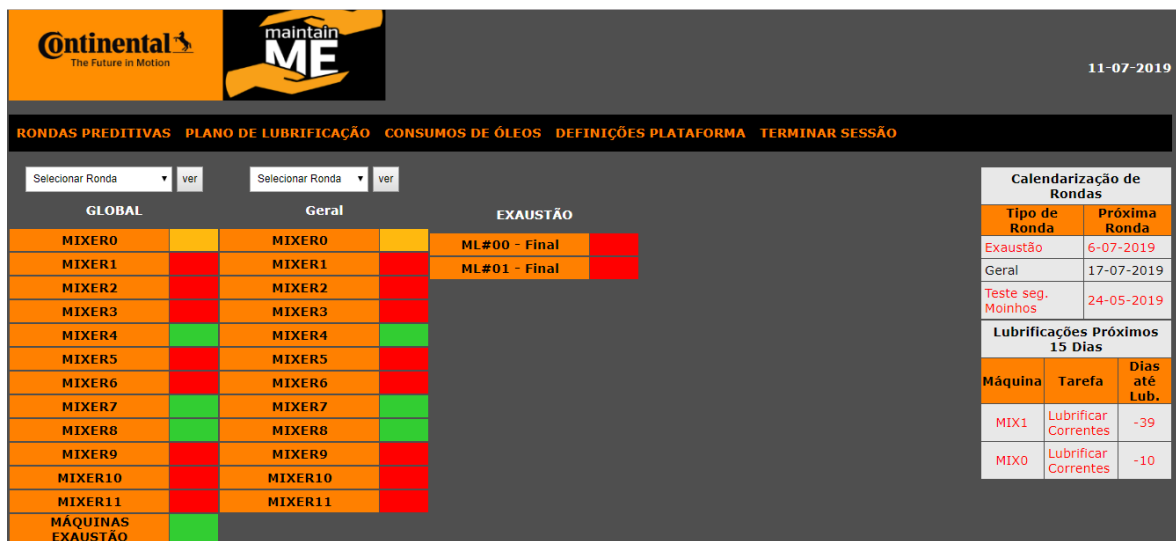
- **Terminar Sessão**

A plataforma contém um conjunto de variáveis de sessão, entre elas a `$_SESSION['conta']` e `$_SESSION['id_utilizador']`, que identificam o perfil e o ID de utilizador com sessão iniciada. Todas as páginas da plataforma possuem uma barra

de navegação, contendo a opção “Terminar Sessão”. Selecionada esta opção, a sessão será terminada, limpando as variáveis de sessão através da função `session_destroy()`, ou seja, todas as variáveis de sessão ficarão sem conteúdo e anuladas.

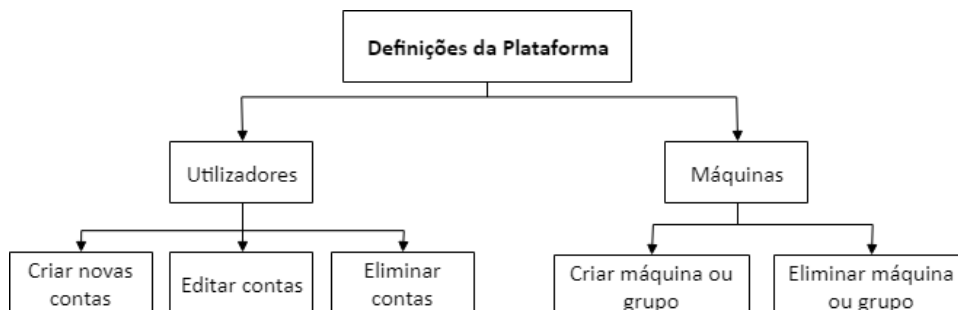
## 4.4 DEFINIÇÕES DA PLATAFORMA

Após o início de sessão, o utilizador é redirecionado para o *dashboard* (Figura 13).



**Figura 13** Dashboard da plataforma

Na barra de navegação os gestores poderão aceder às definições da plataforma. Na Figura 14 é possível observar-se e perceber que funcionalidades os atores do perfil gestor podem utilizar.



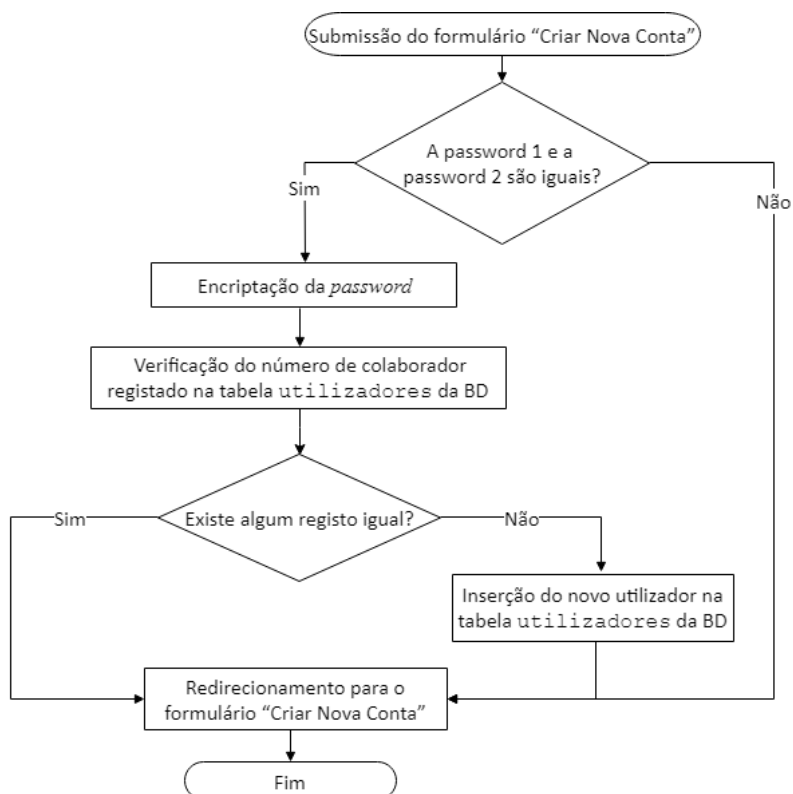
**Figura 14** Estrutura das Definições da Plataforma

- **Registo de Utilizadores**

Para registar um novo utilizador desenvolveu-se um formulário, onde os gestores da plataforma podem inserir o número de colaborador, nome, *email* (opcional), *password*, a repetição da *password* e o perfil de utilizador. Os dados deste formulário são enviados, através do método POST, para a página `POST_login.php`. Inicialmente verificam-se as duas *passwords*, se forem iguais encripta-se a mesma através da função `password_hash()`. Antes de se registar o utilizador na tabela de utilizadores, verifica-se a existência de registo com o número de utilizador introduzido no formulário. Não existindo registo guardam-se os dados de utilizador na BD:

```
$sql = "INSERT INTO utilizadores (email, nome, pass, utilizador, nr_colaborador) VALUES (?, ?, ?, ?, ?)";  
$params = array($email, $nome, $hash, $utilizador, $nr_colaborador);
```

Na Figura 15 é possível verificar o processo de registo de um novo utilizador.

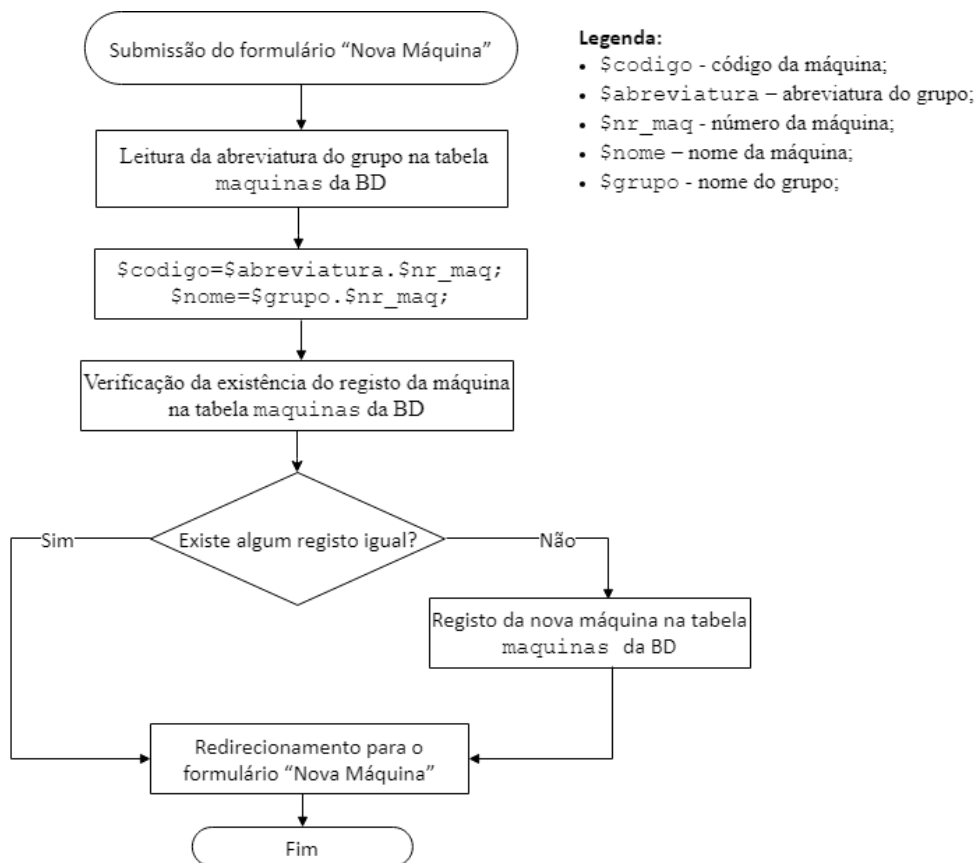


**Figura 15** Criar Nova Conta de Utilizador

- **Registo de Máquinas**

Para registar uma nova máquina num determinado grupo, desenvolveu-se o formulário “Nova Máquina”, onde os gestores da plataforma podem seleccionar o nome do grupo e o número da máquina. Os dados do formulário são enviados através do método POST para a página `new_maq.php`. Inicialmente, extrai-se da base de dados a abreviatura do grupo, utilizada para a construção do código e nome da máquina. Antes de registar os dados na tabela `maquinas`, verifica-se se a máquina já se encontra criada. Em caso negativo, realiza-se uma *query* à BD para inserção dos dados.

Através do fluxograma da Figura 16 pode-se analisar o processo de tratamento de dados do formulário e inserção de um novo registo de máquina.



**Figura 16** Criar uma máquina dentro de um grupo

Para registar um grupo de máquinas desenvolveu-se o formulário “Novo Grupo de Máquinas”, onde os gestores da plataforma podem inserir o nome do grupo, a abreviatura,

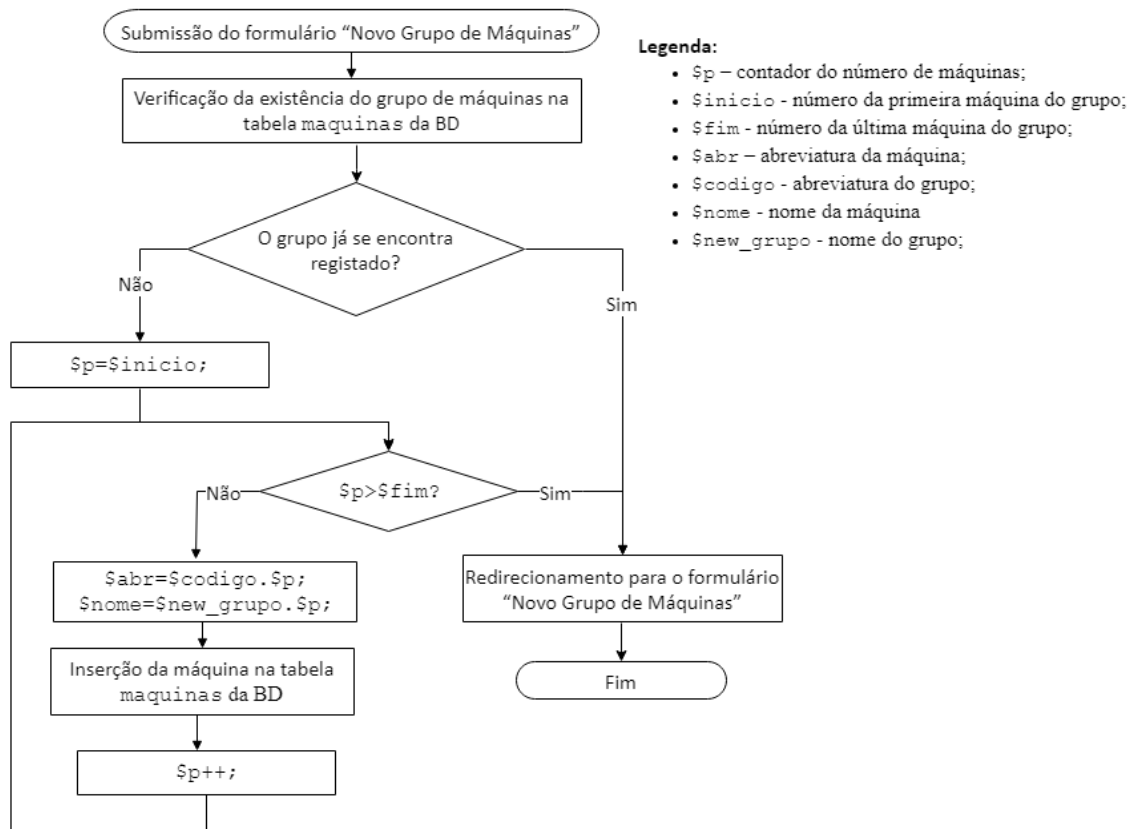
o número da primeira e última máquina. Os dados são enviados, através do método POST, para a página `new_maq.php`. Caso não exista o grupo, inicia-se o registo de um novo:

```

for ($p = $inicio; $p <= $fim; $p++) {
    $sql = "INSERT INTO maquinas (codigo, nome,
    grupo, abreviatura) VALUES (?, ?, ?, ?)";
    $params = array($abr, $nome, $new_grupo,
    $codigo);
    $stmt = sqlsrv_query($conn, $sql, $params);
    ...
}

```

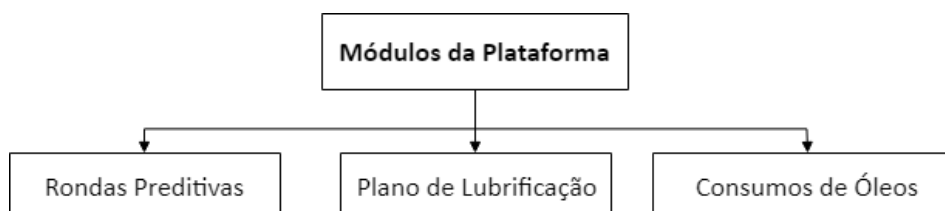
Na Figura 17 pode-se analisar o processo de registo de um novo grupo.



**Figura 17** Criar grupo de máquinas

## 4.5 MÓDULOS DA PLATAFORMA

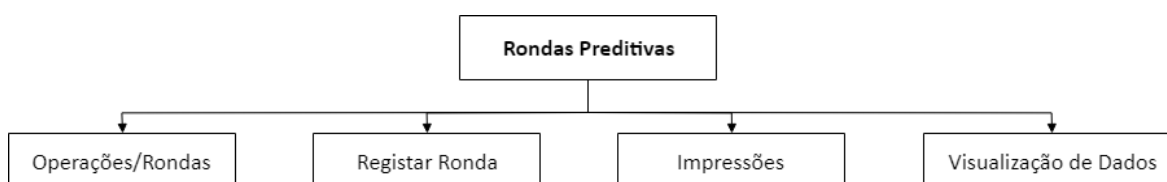
Como tem sido referido ao longo deste documento, a plataforma é constituída por 3 módulos principais, como se ilustra na Figura 18. Nesta secção será demonstrado como foi realizada a implementação de cada um deles, bem como se interligam com a base de dados.



**Figura 18** Componentes da Plataforma

### 4.5.1 RONDAS PREDITIVAS

O módulo Rondas Preditivas tem como objetivo principal registar as medições rondas preditivas, verificando se os valores medidos estão ou não dentro dos limites definidos. Todos os registos realizados ao longo do tempo encontram-se na base de dados, permitindo analisar o histórico das máquinas, nas várias rondas. Este módulo é então composto por várias componentes, representadas na Figura 19.



**Figura 19** Componentes do módulo Rondas Preditivas

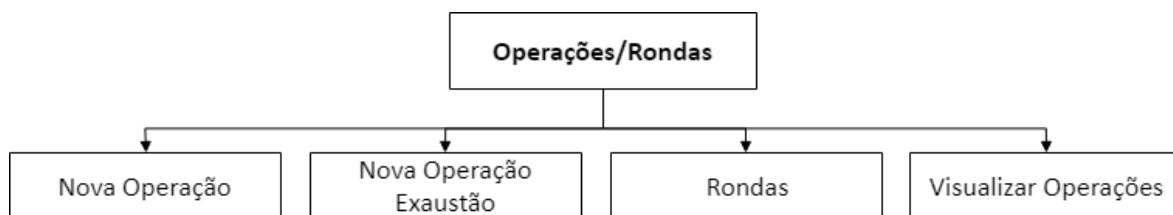
Com se pode ver na Figura 19 o módulo Rondas Preditivas é composto pelas seguintes funcionalidades:

- Operações/rondas, possibilitando o registo, alteração e eliminação de rondas e operações preditivas;
- Registar ronda, onde é possível registar as medições realizadas numa ronda;
- Impressões, permitindo imprimir relatórios e fichas de preenchimento das rondas;

- Visualização de dados, possibilitando a visualização do histórico de dados das rondas, bem como a edição e eliminação de registos.

#### 4.5.1.1 REGISTO DE OPERAÇÕES E RONDAS

Na componente “Operações/Rondas” é possível registar uma nova ronda ou operação, bem como visualizar, editar e eliminar cada uma delas. Na Figura 20 é possível observar as funcionalidades associadas.



**Figura 20** Funcionalidades da componente Operações/Rondas

Como se pode ver na Figura 20 a componente “Operações/Rondas” é composta pelas seguintes funcionalidades:

- Nova Operação, possibilitando o registo de uma nova operação preditiva dentro de uma ronda, exceto Exaustão;
- Nova Operação Exaustão, possibilitando o registo de uma nova operação preditiva dentro da ronda de Exaustão;
- Rondas, permitindo registar, editar e eliminar uma ronda preditiva;
- Visualizar Operações, possibilitando visualizar as operações registadas, bem como editá-las e eliminá-las.

- **Registo de Nova Ronda**

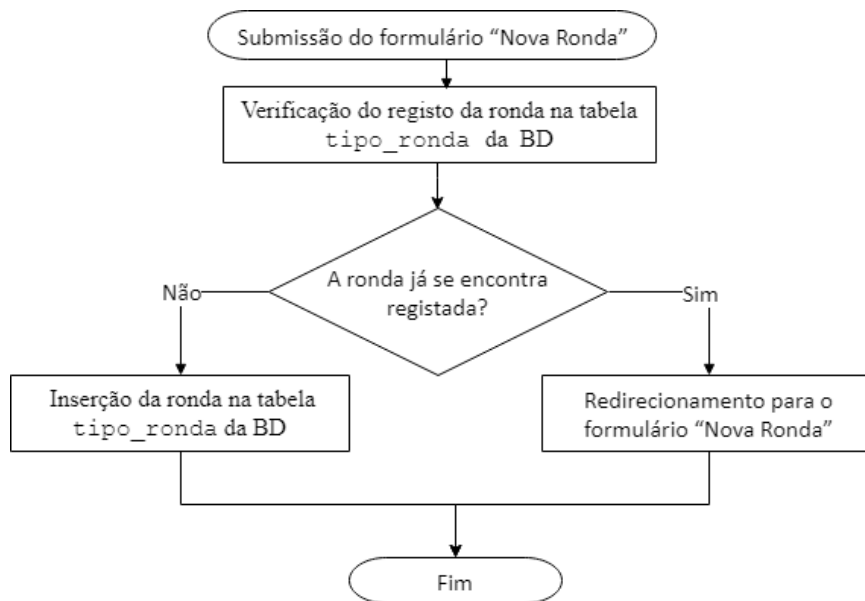
Para registar uma nova ronda, foi desenvolvido um formulário constituído por um campo correspondente ao nome da ronda e também à sua periodicidade. Este formulário é apresentado quando selecionado o botão “Rondas”, abrindo uma nova secção. Após a submissão do formulário, os dados são enviados para o ficheiro `POST_operacoes.php`, sendo posteriormente guardados na tabela `tipo_ronda` da base de dados.

```

$sql = "INSERT INTO tipo_ronda (tronda, period)
VALUES (?, ?)";
$params = array($ronda, $period);
$stmt = sqlsrv_query( $conn, $sql, $params);

```

Na Figura 21 exemplifica-se o tratamento dos dados do formulário “Nova Ronda”. Verifica-se que antes do registo de uma ronda, confere-se a existência da mesma na base de dados. Caso não se encontre na base de dados, efetua-se então o registo.



**Figura 21** Criar ronda preditiva

- **Registo de Nova Operação**

Para registar uma operação preditiva desenvolveu-se um formulário, que é apresentado após seleção do botão “Nova Operação”. Este é composto pelo campo tipo de ronda, máquina ou grupo (registar uma operação para um grupo de máquinas), equipamento, operação, unidades, valor absoluto e intervalo. Os dois últimos campos representam os limites para os valores medidos, ou seja, o valor absoluto representa um limite do tipo: menor que, maior que ou igual a. Enquanto que o intervalo define um limite superior e inferior. Ainda nestes dois campos é possível definir o valor de aviso de alerta (alarme de aproximação do limite).

Após a submissão do formulário os dados são enviados para a página `POST_operacoes.php`, sendo guardados na tabela `reg_operacoes`. Antes de guardada, na respetiva tabela, verifica-se se foi selecionada uma máquina ou um grupo. Para ambos filtra-se da tabela `maquinas` o código da máquina e a respetiva abreviatura do grupo. De seguida verifica-se se o equipamento associado à operação é novo. Se sim, o mesmo é guardado na tabela `equipamentos`, bem como registada a sua relação com a máquina (tabela `equipamentos_maquina`).

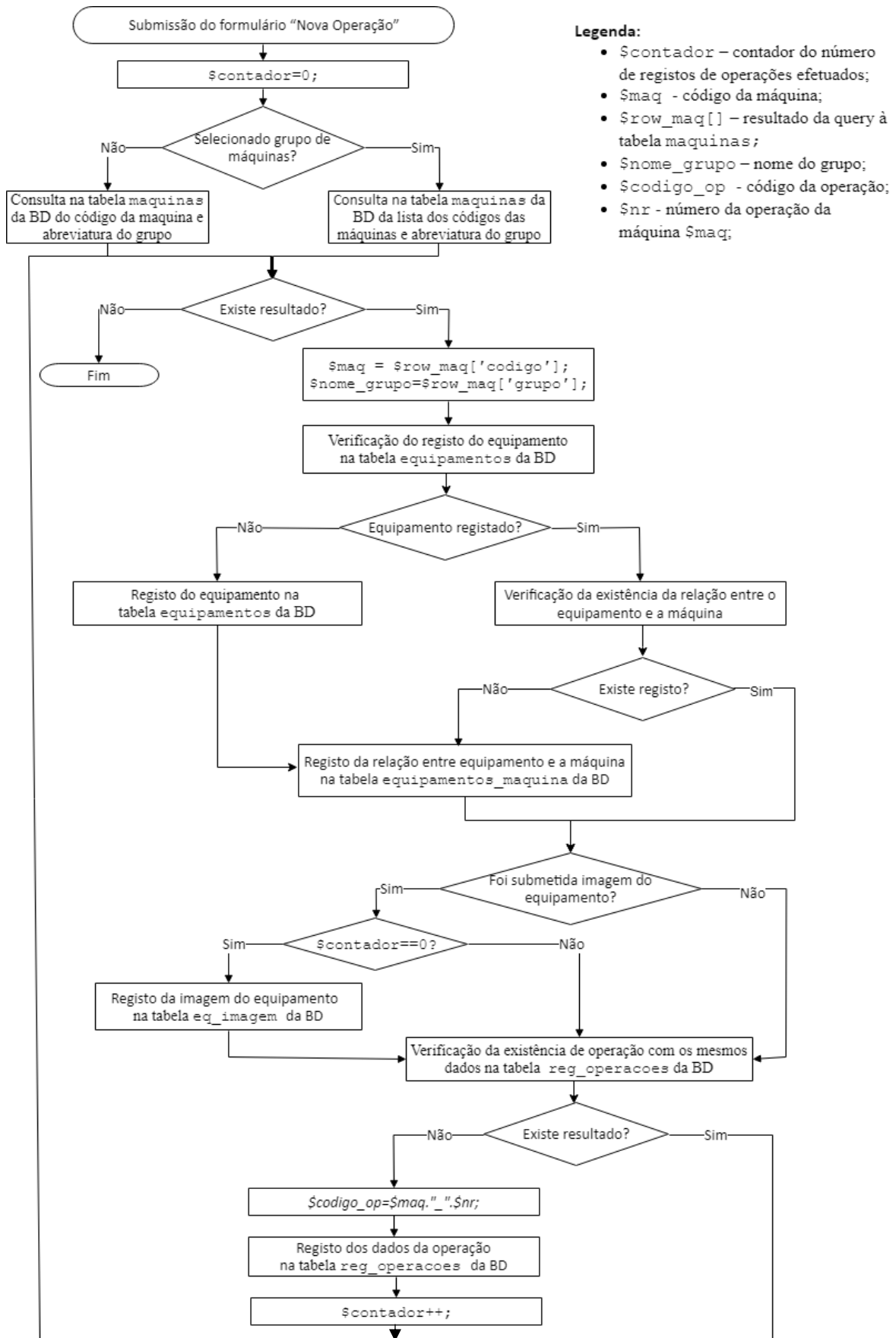
Ao registar-se um equipamento novo é possível inserir uma imagem do mesmo, sendo a esta apresentada no formulário de registo das medições de rondas, bem como na visualização de dados. Associada a imagem ao equipamento, a mesma será guardada na tabela `eq_imagem`, sendo posteriormente convertida em formato Base64:

```
$image_base64 =  
base64_encode(file_get_contents($_FILES['file']['  
tmp_name'] ) );  
  
$image =  
'data:image/'. $imageFileType. ';base64, ' . $image_base64;
```

No final são registados na tabela `reg_operacoes` todos os dados relativos à operação:

```
$sql = "INSERT INTO reg_operacoes (codigo,  
maquina, equipamento, operacao, tronda, unidades,  
climite, limite, intinf, intsup, alerta, id_em,  
created_by) VALUES (?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?,  
?, ?, ?)";
```

Caso a operação esteja associada a um grupo de máquinas, realiza-se um ciclo de inserção para cada uma das máquinas do grupo. Na Figura 22 é possível verificar-se como é realizado o tratamento de dados submetidos a partir do formulário, bem como a relação dos mesmos com as tabelas da base de dados.



**Figura 22** Registrar nova operação

- **Registo de Nova Operação Exaustão**

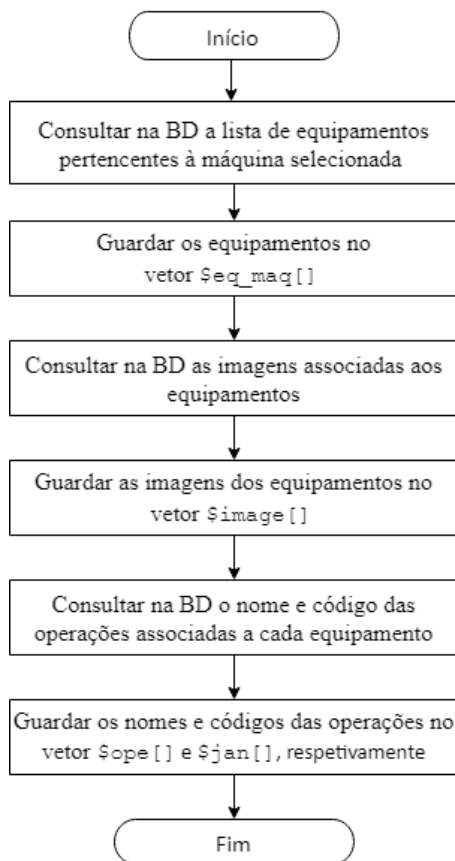
Para registar uma operação de exaustão deve ser selecionado o botão “Nova Operação de Exaustão”, abrindo uma nova secção. Esta contém um formulário constituído pelo nome da máquina, equipamento, operação, diâmetro da conduta, velocidade de referência, aviso de alerta e aviso de erro. Pelo facto de na ronda de Exaustão serem efetuados cálculos e ter inerente a si características diferentes das restantes rondas, as operações são guardadas na tabela `reg_op_exaustão`. O restante tratamento de dados é em tudo semelhante às restantes rondas:

```
$sql = "INSERT INTO reg_op_exaustao (maquina,
equipamento, operacao, unidades, dconduta,
velocidade, id_em, alerta, erro, created_by)
VALUES (?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?)";
```

#### 4.5.1.2 REGISTAR DADOS DE RONDA

Para se registar as medições realizadas numa ronda preditiva, desenvolveu-se o formulário “Registar dados de Ronda”, na página `maquinas.php`, onde apenas os técnicos e gestores da plataforma podem aceder a esta funcionalidade.

Antes do utilizador poder aceder ao formulário de registo das medições, o mesmo terá de indicar qual a ronda e máquina. Estas duas variáveis serão guardadas em variáveis de sessão (`$_SESSION['maquina']` e `$_SESSION['tronda']`), que serão utilizadas por uma outra página PHP (`dados.php`) para obter a lista de operações referentes à ronda e máquina. Na Figura 23 encontram-se representadas, de forma genérica, as tarefas executadas pela página `dados.php`. Devido à complexidade das tarefas executadas, no ANEXO B é apresentado, de forma mais detalhada, como é realizada a obtenção da lista de operações, equipamentos e imagens, que será posteriormente apresentada no formulário de registo das medições das rondas.



**Legenda:**

- \$eq\_maq[] - vetor que armazena os equipamentos da máquina;
- \$image[] - vetor que armazena as imagens dos equipamentos;
- \$ope[] - vetor que armazena os nomes das operações preditivas;
- \$jan[] - vetor que armazena os códigos das operações preditivas;

**Figura 23** Ficheiro de leitura de dados da BD

As operações são organizadas por equipamentos, começando-se, portanto, extrair das tabelas `reg_operacoes` e `reg_op_exaustao` os equipamentos pertencentes à ronda e máquina selecionada. O vetor `$eq_maq[]` contém assim os vários equipamentos associados.

```

while ($row1 = sqlsrv_fetch_array( $stmt11,
SQLSRV_FETCH_ASSOC))//resultado da query
{
    $eq_maq[$aux]=$row1['equipamento'];
...
}
  
```

Além disso é também verificada a existência de imagens para cada um dos equipamentos, sendo guardados no vetor `$image[]`.

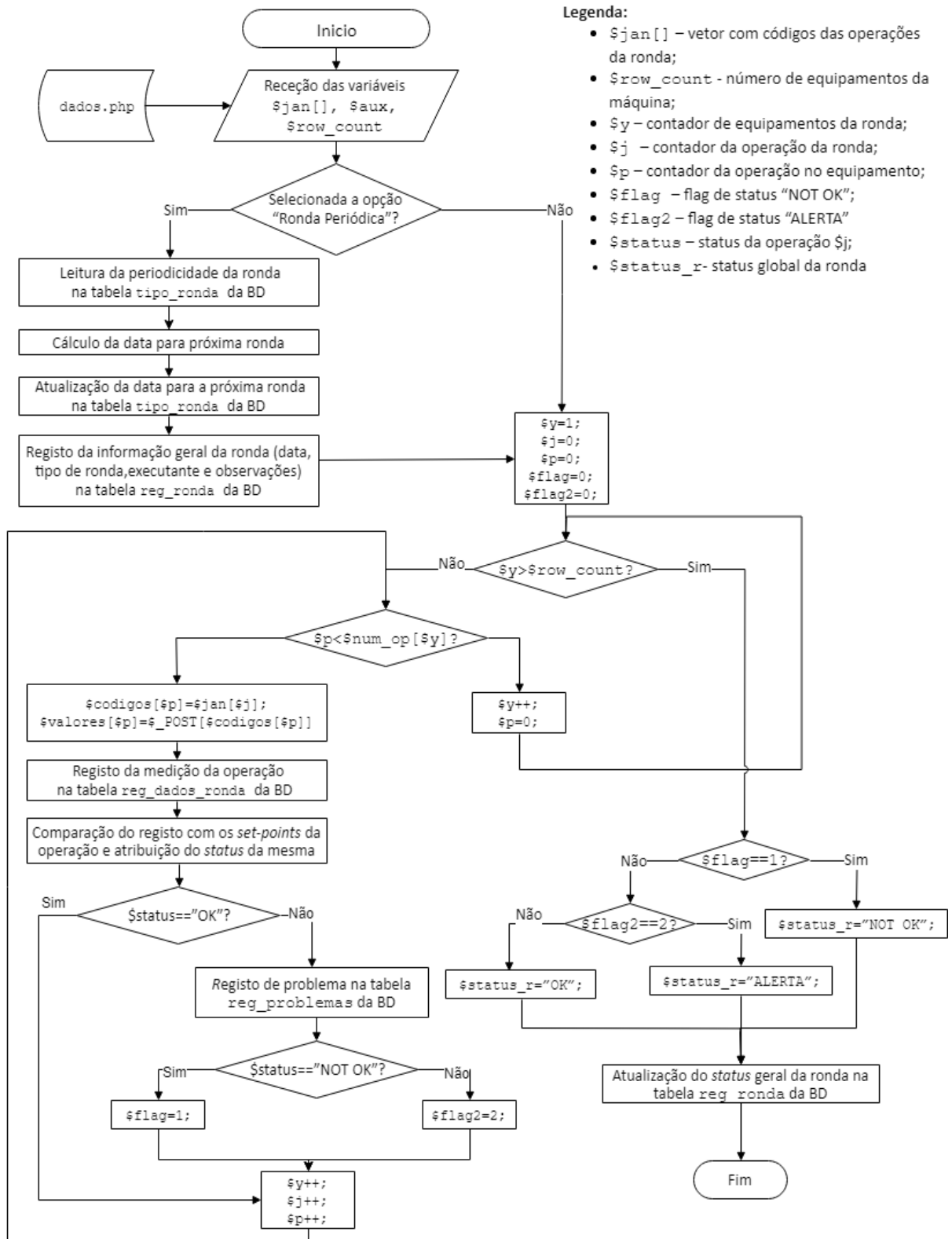
Para a obtenção da lista de operações realiza-se, para cada equipamento, uma *query* à base de dados de forma a extrair-se o código e o nome de cada uma.

```
$sql1 = "SELECT codigo, operacao FROM  
reg_operacoes WHERE maquina ='$maquina' AND  
equipamento='$eq_maq[$p]' AND tronda='$tronda3'  
ORDER BY id";
```

Os códigos e os nomes das operações são guardados posteriormente nos vetores `$jan[]` e `$ope[]`, respetivamente.

Obtida a lista de operações, equipamentos e imagens, desenvolve-se o formulário de registo das medições da ronda. Este formulário é constituído pelos campos data, ronda (periódica ou extra), operacionalidade, executante, ordem SAP, observações e pelos campos correspondentes às operações preditivas.

Submetido o formulário, os dados são enviados para o ficheiro `POST_maquinas.php`, sendo analisados e tratados para, posteriormente, serem guardados na base de dados (Figura 24).

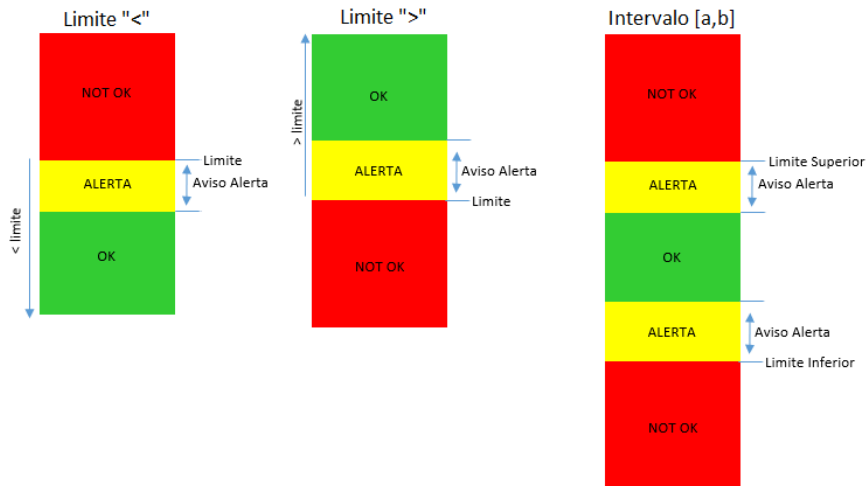


**Figura 24** Guardar as medições de uma ronda na base de dados

Tal como é possível observar na Figura 24, inicialmente começa-se por verificar se a ronda é periódica. Se sim, então é atualizada a data da próxima ronda. De seguida, são guardados

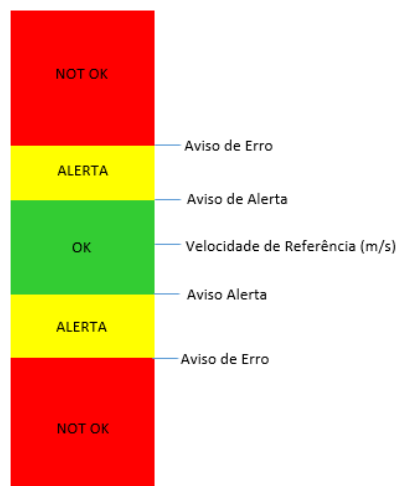
na tabela `reg_ronda` a data, ronda, operacionalidade, executante, ordem SAP e observações.

Neste processo são ainda analisadas cada uma das medições, verificando-se se as mesmas estão ou não dentro dos limites. Na Figura 25 verifica-se como é realizada a atribuição dos diferentes *status* possíveis, para operações limitadas em valor absoluto e em intervalo.



**Figura 25** Status de uma operação preditiva

Na ronda Exaustão compara-se o valor de velocidade calculado com a velocidade de referência, tal como é possível observar na Figura 26.



**Figura 26** Status de uma operação de Exaustão

Se os dados estiverem fora dos limites definidos, então essa informação será registada na tabela `reg_problemas`. Se alguma das medições for classificada como “NOT OK” ou “ALERTA”, são atualizadas as variáveis de *status* (`$flag` e `$flag2`). Todas as medições são ainda registadas na tabela `reg_dados_ronda` ou `reg_dados_exaustão`.

Na ronda Exaustão, os dados recebidos do formulário correspondem a medidas de pressão, sendo necessária a conversão dos mesmos em velocidade. Como tal, torna-se necessário efetuar o cálculo da velocidade, através da medida de pressão, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$v = \sqrt{\frac{2Pd}{\rho}}$$

Na fórmula anterior o  $v$  representa a velocidade, o  $Pd$  a pressão medida e  $\rho$  a densidade do ar a 20°C, ou seja, 1.205 Kg/m<sup>3</sup>. Efetuados os cálculos de velocidade é possível aferir se as medidas realizadas estão dentro dos padrões de aceitação, fazendo-se uma comparação com a velocidade de referência(m/s) guardada. Antes de guardar na base de dados os valores de pressão e velocidade, calcula-se ainda o caudal (m<sup>3</sup>/h), utilizando-se a seguinte fórmula:

$$Q = S.v.3600$$

Sendo,

$$S = \pi.(d/2)^2$$

Nas fórmulas anteriores o  $Q$  representa caudal, o  $S$  a secção da conduta e  $d$  o diâmetro da conduta. Assim, nesta ronda são registados por operação 3 valores (pressão, velocidade e caudal), sendo por isso os valores registados na tabela `reg_dados_exaustao`.

No final, para todas as rondas, verifica-se o valor das variáveis de *status*. Mediante os seus valores a máquina será classificada com “OK”, “ALERTA” ou “NOT OK”.

#### 4.5.1.3 VISUALIZAÇÃO DE DADOS

Para a visualização do histórico de registos, desenvolveu-se o formulário “Visualização de Dados”, na página `controlo.php`. Este formulário permite ao utilizador filtrar a informação a visualizar, podendo seleccionar o tipo de visualização (tabela ou gráfico), tipo de ronda, máquina, equipamento, operação e período de tempo. Além destas opções, é ainda possível fazer-se a comparação entre duas leituras, permitindo obter os registos de duas operações distintas. Após a submissão do formulário, os dados são enviados para a página `POST_controlo.php`. Esta página analisará os dados submetidos e gerará uma *query* SQL à tabela `reg_ronda` e `reg_dados_ronda` da base de dados, obtendo deste modo os dados para visualização.

Para a construção de tabelas e gráficos, tal como acontece na construção do formulário de registo de ronda, recorre-se à página `dados.php` (ANEXO B) para a obtenção do nome e imagem dos equipamentos e, também, o nome das operações em análise.

Para perceber se o valor de uma determinada operação está dentro dos limites definidos, na visualização de dados sob a forma de tabela, os dados são representados a vermelho se estiverem fora do limite e a amarelo, se estiverem a aproximar-se do mesmo, tal como se observa na Figura 27.

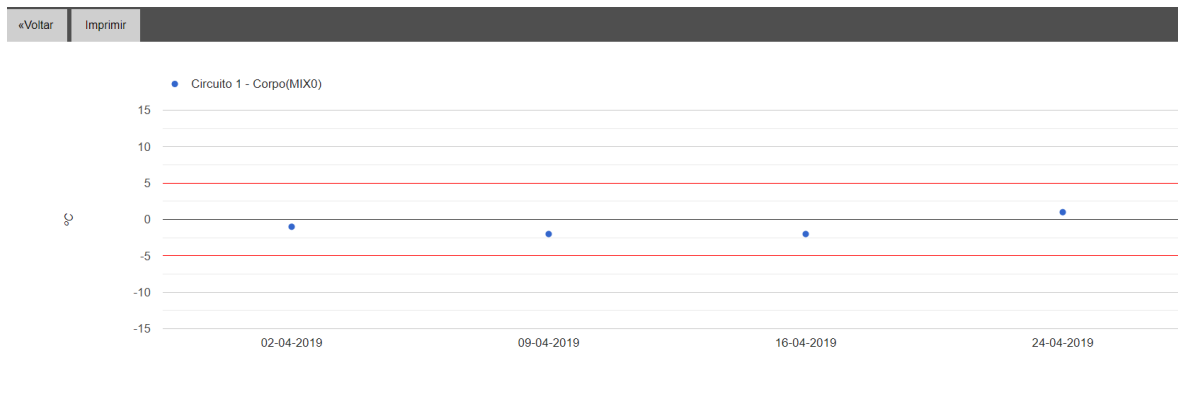
TCU Corpo							
Status Ronda	Data	Executante	SAP	Obs.	Entrada de água TCU(bar)		
NOT OK	08/05/2019				10	Alterar	Eliminar
OK	09/05/2019				3	Alterar	Eliminar
OK	09/07/2019				3.3	Alterar	Eliminar

**Figura 27** Exemplo de tabela de dados

Para tal, antes de apresentar-se o valor de cada operação na tabela, verifica-se se a mesma se encontra registada na tabela `reg_problemas`:

```
$sql20 = "SELECT id_ronda, codigo_op, t_problema
FROM reg_problemas WHERE
id_ronda='".$id_ronda[$h]."' AND
codigo_op='".$jan[$l]."'";
```

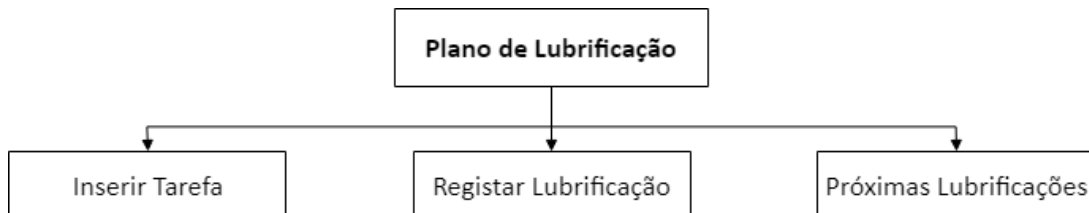
Na apresentação dos dados sob a forma de gráfico (Figura 28), tal como o referido, são apresentadas *baselines* vermelhas, representando os limites de valores validos.



**Figura 28** Exemplo de Gráfico de dados

#### 4.5.2 PLANO DE LUBRIFICAÇÃO

O segundo módulo da plataforma é o Plano de Lubrificação, sendo responsável pela calendarização das várias lubrificações. Na Figura 29 é possível observar-se as funcionalidades deste módulo.



**Figura 29** Funcionalidades do Plano de Lubrificação

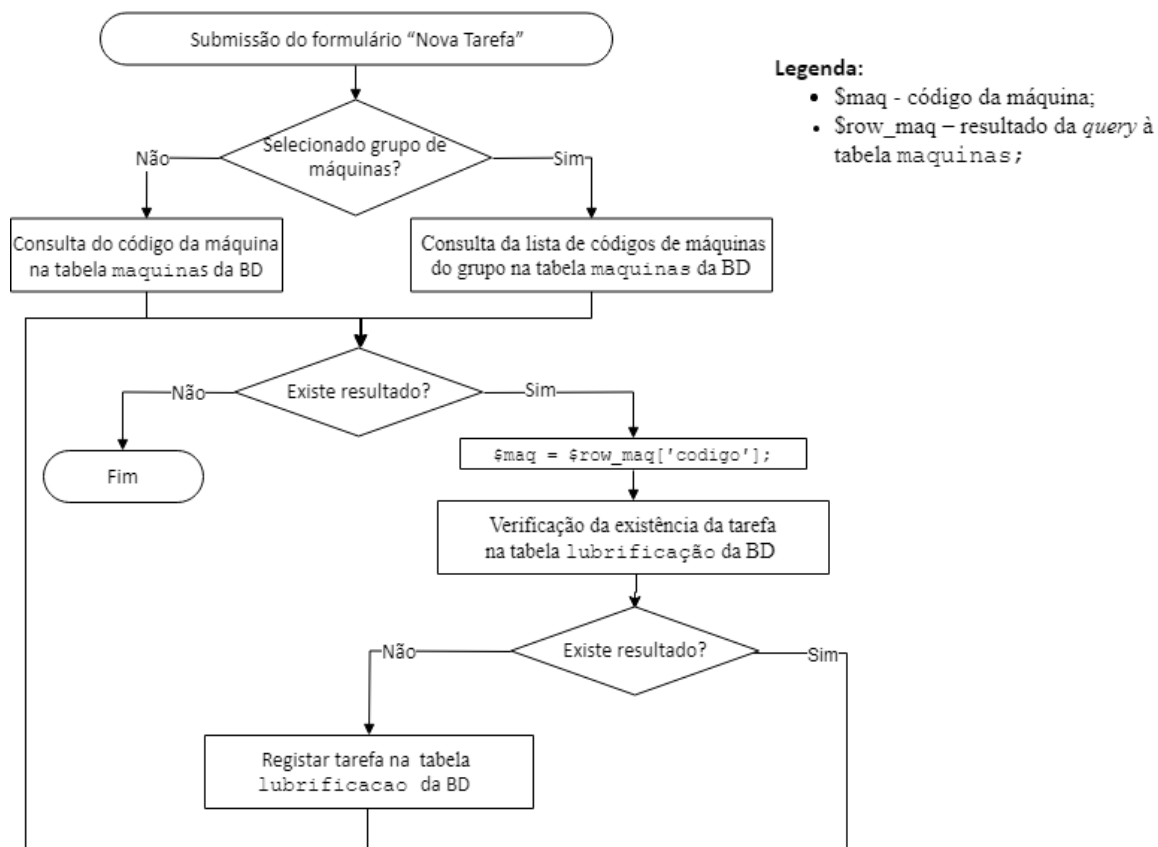
Como se pode observar, este módulo é composto pelas seguintes funcionalidades:

- Inserir Tarefa, onde é possível registar, editar e eliminar tarefas de lubrificação;
- Registar Lubrificação, permitindo registar uma tarefa de lubrificação realizada;
- Próximas Lubrificações, permitindo visualizar-se as próximas lubrificações que devem ser realizadas.

#### 4.5.2.1 CRIAR NOVA TAREFA DE LUBRIFICAÇÃO

Para registar uma tarefa de lubrificação desenvolveu-se um formulário na página `lubrificacao.php`. Este formulário permite a inserção da máquina ou grupo, nome da tarefa e a sua periodicidade.

Após a submissão do formulário, os dados são enviados pelo método POST para a página `POST_lubrificacao.php`. Esta página é responsável pelo tratamento de dados e pelo seu registo na tabela `lubrificacao` da base de dados, tal como é observado na Figura 30.



**Figura 30** Criar Nova tarefa de lubrificação

Inicialmente, verifica-se se foi selecionado uma máquina ou um grupo. Se selecionado um grupo de máquinas, realiza-se uma *query* à base de dados para extrair a lista de máquinas correspondentes ao grupo. Antes de se registar a tarefa na tabela `lubrificacao`, verifica-se a existência da mesma na base de dados. Caso não exista, regista-se a mesma na respetiva tabela.

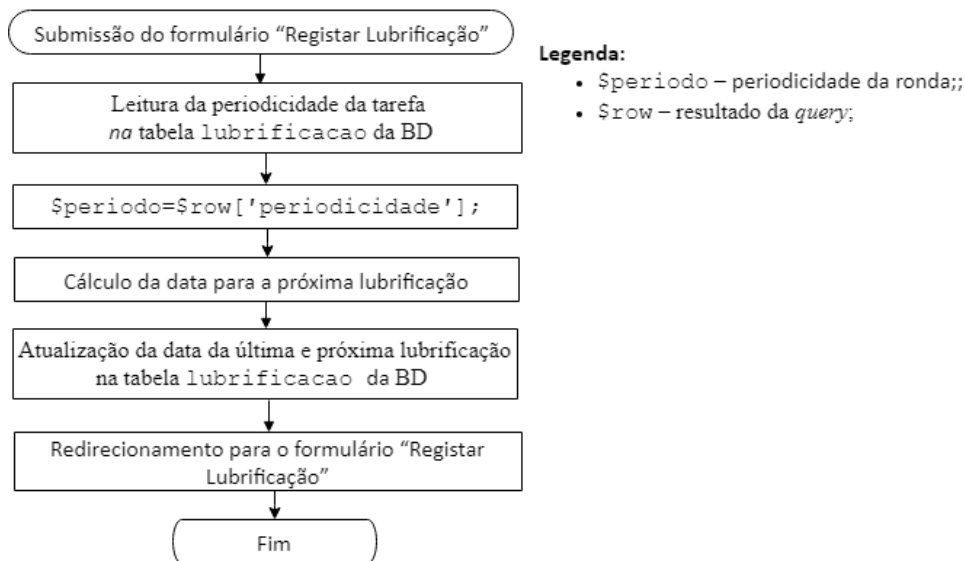
```

$sql = "INSERT INTO lubrificacao (maquina,
tarefa, periodicidade, created_by) VALUES (?, ?,
?, ?)";
$params = array($maq, $tarefa, $period,
$_SESSION['id_utilizador']);

```

#### 4.5.2.2 REGISTAR LUBRIFICAÇÃO REALIZADA

Para registar uma tarefa de lubrificação realizada, desenvolveu-se o formulário “Registar Lubrificação”. Este permite seleccionar a máquina, a tarefa e a data de realização. Após a submissão, os dados serão enviados para a página `POST_lubrizacao.php`, onde será calculada a data da próxima lubrificação e realizada a atualização na base de dados. O tratamento de dados e a interligação com a base de dados pode ser observada na Figura 31.



**Figura 31** Registar lubrificação realizada

Primeiramente realiza-se uma *query* à tabela `lubrificacao` para obtenção da periodicidade da tarefa, sendo de seguida calculada a data da próxima lubrificação.

```

$periodo=$row33['periodicidade'];//periodicidade
registada na BD
$n = strtotime ( '+'.$periodo.' day' , strtotime
( $data ) ) ;
$n = date ( 'Y-m-j' , $n );

```

No final, atualiza-se a data da última e próxima lubrificação na base de dados:

```

...
$sql3 = "UPDATE lubrificacao SET ult_ronda=(?)
WHERE maquina='$maquina2' AND tarefa='$tarefa2'
";
$params3 = array($data);
...
$sql3 = "UPDATE lubrificacao SET prox_ronda_d=(?)
WHERE maquina='$maquina2' AND tarefa='$tarefa2'";
$params3 = array($n);
...

```

#### 4.5.2.3 VISUALIZAÇÃO DAS PRÓXIMAS LUBRIFICAÇÕES

Para a visualização das próximas lubrificações, foi desenvolvido o formulário “Visualizar Próximas Lubrificações” na página `lubrificacao.php`. Para filtrar a informação, o formulário permite selecionar o período de tempo (semanal, quinzenal, mensal ou todos), a máquina (opcional) e a tarefa (opcional). Após a submissão do formulário, os dados são enviados para a página `POST_lubrificacao.php`. Mediante os dados submetidos será gerada uma *query* à tabela `lubrificacao` da base dados, sendo a informação transposta para uma tabela HTML. Nesta tabela é possível observar-se as datas e dias até à lubrificação das tarefas filtradas. Para calcular os dias até à lubrificação efetua-se a diferença (função `date_diff()`) entre a data atual e a da próxima lubrificação:

```

$databse = date_create($row['prox_ronda']);
$datadehoje = date_create($hoje);
$resultado = date_diff($databse, $datadehoje);

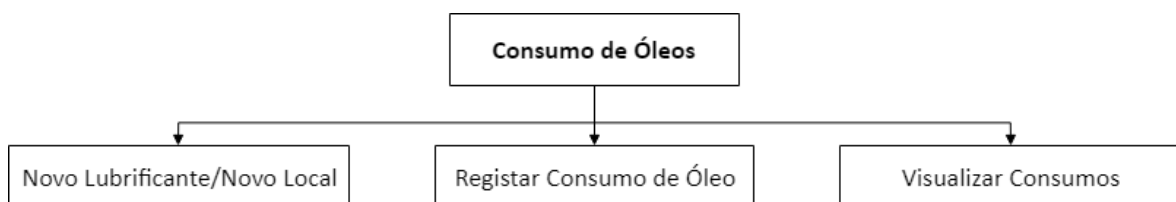
```

Quando a data da próxima lubrificação de uma determinada tarefa foi ultrapassada, os dados da mesma são destacados a vermelho, caso contrário, por defeito, encontram-se a verde:

```
if(strtotime($hoje) >
strtotime($row['prox_ronda']))
{
print "<td style=color:#ff0000; align=center>-
".date_interval_format($resultado, '%a')."</td>";
}else
{
print "<td style=color:#228B22;
align=center>".date_interval_format($resultado,
'%a')."</td>";
}
```

#### 4.5.3 CONSUMOS DE ÓLEOS

O terceiro módulo da plataforma é o Consumo de Óleos, sendo responsável pelo armazenamento e tratamento dos dados dos consumos de óleo. Através deste módulo é possível visualizar-se quais as máquinas com consumos mais elevados, sejam eles por manutenção ou fuga. Além disso, são calculadas algumas estatísticas relativas a estes consumos. Na Figura 32 é possível observar-se as componentes deste módulo, sendo abordadas ao detalhe ao longo deste capítulo.



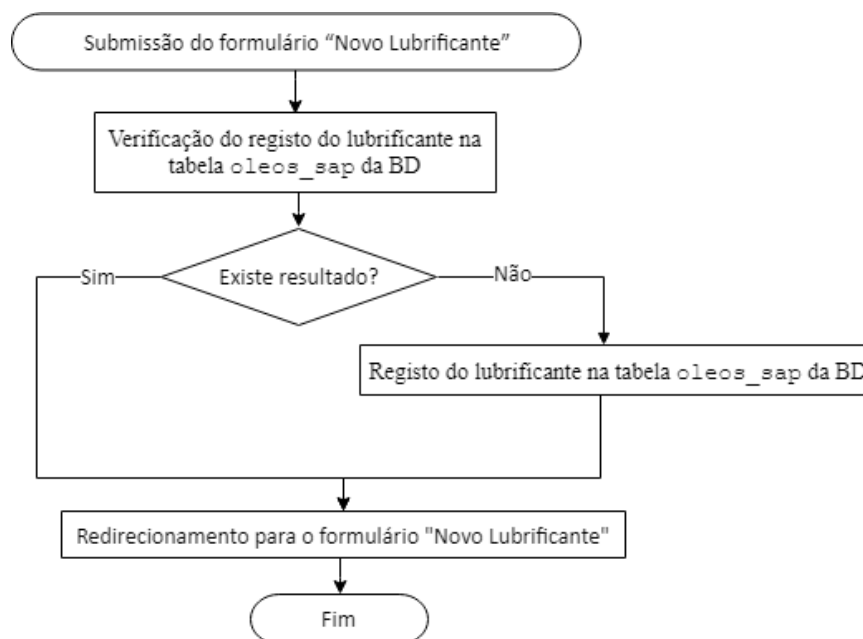
**Figura 32** Funcionalidades do módulo Consumo de Óleos

Como se pode observar, este módulo é constituído pelas seguintes funcionalidades:

- Novo Lubrificante/Novo Local, permitindo o registo, edição e eliminação de lubrificantes e locais de lubrificação;
- Registrar Consumos de Óleo, permitindo efetuar-se o registo de um consumo;
- Visualizar Consumos, onde é possível visualizar-se o historial de consumos das máquinas, bem como analisar-se algumas estatísticas.

- **Registrar novo lubrificante**

Para se registar um consumo de óleo torna-se necessário referir o lubrificante utilizado. Como tal, desenvolveu-se um formulário para registar os vários óleos disponíveis, sendo guardados na tabela `oleos_sap` da base de dados. Após a submissão do formulário, os dados (referência do óleo, código SAP) são enviados para a página `POST_oleos.php`, e de seguida para a base de dados. O tratamento dos dados e a interligação com a base de dados encontra-se representada na Figura 33.



**Figura 33** Registrar novo lubrificante

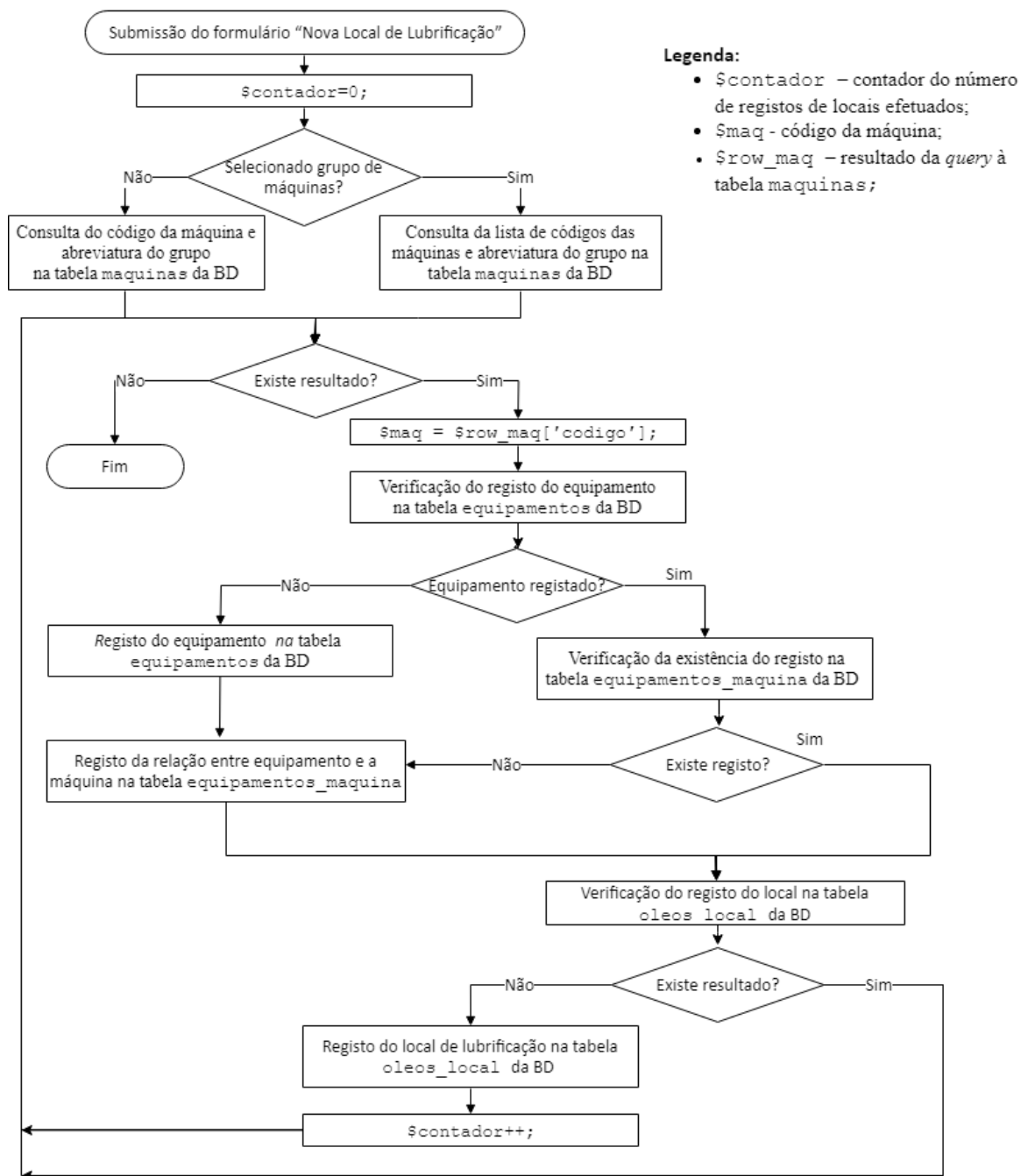
Primeiramente, verifica-se a existência do registo na base de dados, realizando-se uma *query* à mesma. Caso não exista, regista-se a nova referência de óleo na base de dados:

```
$sql = "INSERT INTO oleos_sap (ref_oleo, sap)
VALUES (?, ?)";
$params = array($lubrificante, $sap);
```

- **Criar Novo Local de Lubrificação**

Outro ponto necessário ao registo de um consumo de óleo é a criação prévia do local de lubrificação, ou seja, o nome da máquina, equipamento e local da execução. Além destes, torna-se também necessário enunciar o óleo associado ao local, bem como a capacidade do mesmo. Para a recolha destes dados desenvolveu-se o formulário “Novo Local de Lubrificação”, contendo os campos referidos.

Após a submissão do formulário, os dados são enviados para a página `POST_oleos.php`, sendo tratados e enviados para a tabela `oleos_local` da base de dados, tal como é possível observar na Figura 34.



**Figura 34** Registrar novo local de lubrificação

Inicialmente, verifica-se se o local foi associado a uma máquina ou um grupo. Se associado a um grupo, realiza-se uma *query* à tabela *utilizadores*, extraíndo-se a lista de máquinas pertencentes ao grupo. De seguida, realiza-se uma nova *query*, desta vez à tabela *equipamentos*, verificando-se se o equipamento selecionado já se encontra registado. Caso não se encontre, regista-se o mesmo na tabela *equipamentos*, bem como a sua relação com a máquina, ou seja, na tabela *equipamentos\_maquina*.

```

$sql6 = "INSERT INTO equipamentos (equipamento)
VALUES (?)";
...
$sql4 = "SELECT id FROM equipamentos WHERE
equipamento='$equipamento'";
$stmt4 = sqlsrv_query( $conn, $sql4 );
$row4 = sqlsrv_fetch_array( $stmt4,
SQLSRV_FETCH_ASSOC);

$sql9 = "INSERT INTO equipamentos_maquina
(maquina, equipamento) VALUES (?, ?)";
$params9 = array($maquina, $row4['id']);
...

```

Registado o equipamento e a sua relação com a máquina, realiza-se uma *query* à base de dados para verificação da existência do local. Caso não se encontre registado, insere-se o mesmo na tabela `oleos_local`:

```

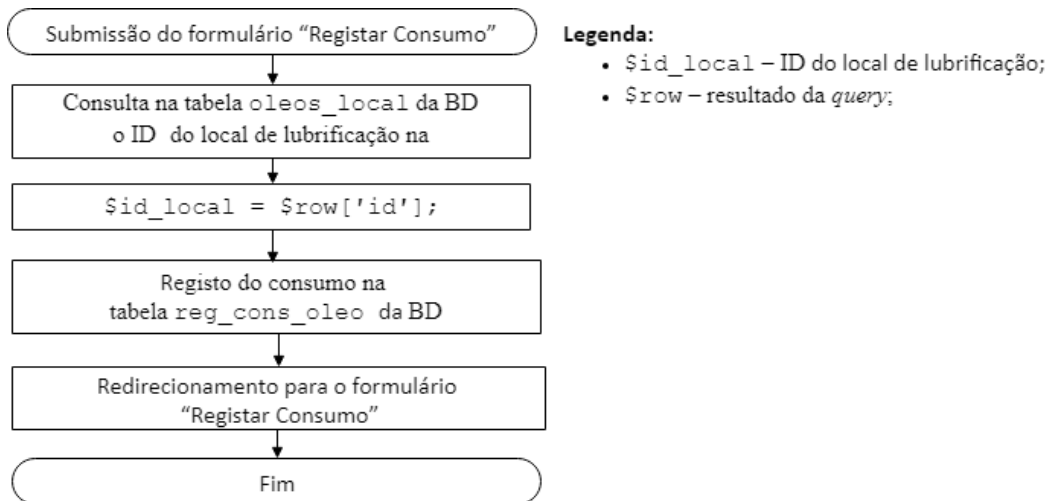
...
$sql = "INSERT INTO oleos_local (maquina,
equipamento, local, oleo, capacidade, id_eq_maq)
VALUES (?, ?, ?, ?, ?, ?)";
$params = array($maquina, $equipamento, $local,
$oleo, $capacidade, $row5['id']);
$stmt = sqlsrv_query( $conn, $sql, $params);
...

```

- **Registar Consumo de Óleo**

Para registar um consumo de óleo, desenvolveu-se o formulário “Registar Consumo”. Este formulário permite selecionar a data, número e nome de colaborador, dados do local, tipo de óleo, tipo de consumo (fuga ou manutenção) e descrição. Após a submissão do mesmo, os dados serão enviados para a página `POST_oleos.php`, sendo guardados na tabela `reg_cons_oleos` da base de dados.

O tratamento de dados e a interligação com a base de dados pode ser observada na Figura 35.



**Figura 35** Registo de consumo de óleo

Começa-se por realizar uma *query* à tabela `oleos_local`, extraíndo-se o ID do local:

```

$sql22 = "SELECT id FROM oleos_local WHERE
maquina='$maquina' AND equipamento='$equipamento'
AND local='$local' AND oleo='$oleo'";
...

```

Seguidamente, registam-se os dados do consumo na tabela `reg_cons_oleo`:

```

$sql = "INSERT INTO reg_cons_oleo (data, maquina,
equipamento, local, ref_oleo, quantidade,
tipo_cons, descricao, resolvido, nr_colaborador,
colaborador, data_resol, semana, mes, id_local,
created_by) VALUES (?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?,
?, ?, ?, ?, ?, ?, ?)";
...

```

- **Visualização de Consumos – Tabela Detalhada**

Para a análise do histórico de consumos foram desenvolvidas duas formas de visualização:

- Tabela detalhada, com todas as informações inseridas no registo;
- Visualização geral de consumos, com informações mais focadas na quantidade, tipo de óleo e de consumo.

Para a visualização da tabela detalhada de consumos desenvolveu-se um formulário, permitindo a filtragem de informação. Este é composto pelos campos óleo, máquina, equipamento, local e período temporal. Após a submissão do formulário, os dados do

mesmo são enviados para página `POST_vis_oleos.php`. Esta página analisará os dados submetidos e gerará uma *query* à tabela `reg_cons_oleo`, extraíndo a informação. Segue-se um exemplo de uma possível *query*:

```
$sql = "SELECT data, maquina, equipamento, local,
ref_oleo, quantidade, tipo_cons, descricao,
resolvido, nr_colaborador, colaborador,
data_resol FROM reg_cons_oleo WHERE data_d
BETWEEN '$data_1' AND '$data_2' ORDER BY data
ASC";
```

Seguidamente é construída uma tabela HTML com os dados recebidos da base de dados, tal como é possível observar na Figura 36.

Data	Máquina	Equipamento	Local	Lubrificante	SAP	Quantidade(L)	Tipo Consumo	Descrição	Resolvido?	Nº Colaborador	Colaborador	Data resol.		
15/05/2019	MIX0	TCU Corpo	Hidraulico	HM26	123695	50	fuga	Retentor	nao	63521	Nuno Rocha		Alterar	Eliminar
20/05/2019	MIX0	TCU Corpo	Hidraulico	HM26	123695	203	manutencao	Manutenção Preventiva	sim	1140371	Nuno Rocha	20/05/2019	Alterar	Eliminar
21/06/2019	MIX0	TCU Corpo	Hidraulico	HM26	123695	222	manutencao	Manutenção Preventiva	nao	1140371	Nuno Rocha		Alterar	Eliminar

**Figura 36** Exemplo de tabela detalhada

- **Visualização de Consumos – Visualização Geral**

Para a visualização geral de consumos desenvolveu-se um novo formulário, permitindo não só filtrar informação como também selecionar o modo de visualização. Através do mesmo é assim possível selecionar o ano e tipo de óleo. Além disso, é possível escolher o tipo de visualização, ou seja, tabela ou gráfico.

Sob a forma de tabela pode-se selecionar a escala de tempo (mensal ou semanal), bem como o período de visualização (anual e trimestral). Se selecionado o período de visualização trimestral é possível escolher o trimestre.

Sob a forma de gráfico deve selecionar-se se o mesmo é em função do tempo ou máquinas. Se selecionado em função do tempo é possível escolher a escala de tempo. Para ambos deve ainda ser escolhido o período de visualização. Após a submissão do formulário, os dados são enviados para a página `POST_vis_oleos.php`, onde serão analisados e tratados.

Selecione a visualização sob a forma de tabela, a primeira coluna representará a máquina, seguindo o volume total da mesma, ou seja, somatório das capacidades dos vários reservatórios da máquina:

```
$sql4="SELECT SUM(capacidade) AS capacidade
FROM oleos_local where maquina='$maquina' AND
oleo='$oleo' GROUP BY maquina"
```

Seguidamente, são apresentadas as quantidades de óleo consumidas em cada mês ou semana, diferenciando-se os consumos por fuga e manutenção. Para tal, realiza-se uma *query* à tabela *reg\_cons\_oleos*, que devolve a somatório das quantidades consumidas em cada mês ou semana, para os dois tipos de consumo (fuga ou manutenção):

```
$sql3="SELECT SUM(quantidade) AS quant_fuga
FROM reg_cons_oleo where tipo_cons='fuga' AND
maquina='$maquina' AND semana BETWEEN
'$sem_inicio[$x]' AND '$sem_fim[$x]' AND
YEAR(data) BETWEEN '$ano' AND '$ano'
GROUP BY maquina" ;
```

No final, é apresentada uma coluna com o total de óleo consumido por máquina. Além disso, as duas últimas colunas da tabela representam o *fill-up factor* e *leakage factor*, respetivamente, sendo calculados através das seguintes fórmulas:

$$fill - up factor(\%) = \frac{Total \text{ óleo consumido pela máquina}}{Capacidade total da máquina} \times 100$$

$$leakage factor(\%) = \frac{Total \text{ óleo consumido por fuga pela máquina}}{Capacidade total da máquina} \times 100$$

Na Figura 37 encontra-se apresentada um exemplo de uma tabela geral de consumos.

Anual	Total		Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho		Julho		Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Dezembro		Total Óleo (L)	Total Fill-up factor	Total Leakage factor
	Máquina	Volume	Fuga	Manut.	Fuga	Manut.	Fuga	Manut.	Fuga	Manut.	Fuga	Manut.	Fuga	Manut.	Fuga	Manut.	Fuga	Manut.	Fuga	Manut.	Fuga	Manut.	Fuga	Manut.					
MIX1	350	116	236								36				236												352	101%	34%
MIX0	600	50	1148	270		223	230				50	203	222														1198	200%	9%
<b>TOTAL</b>	950	166	1384	270		223	230				166	203	222		236												1550	164%	18%

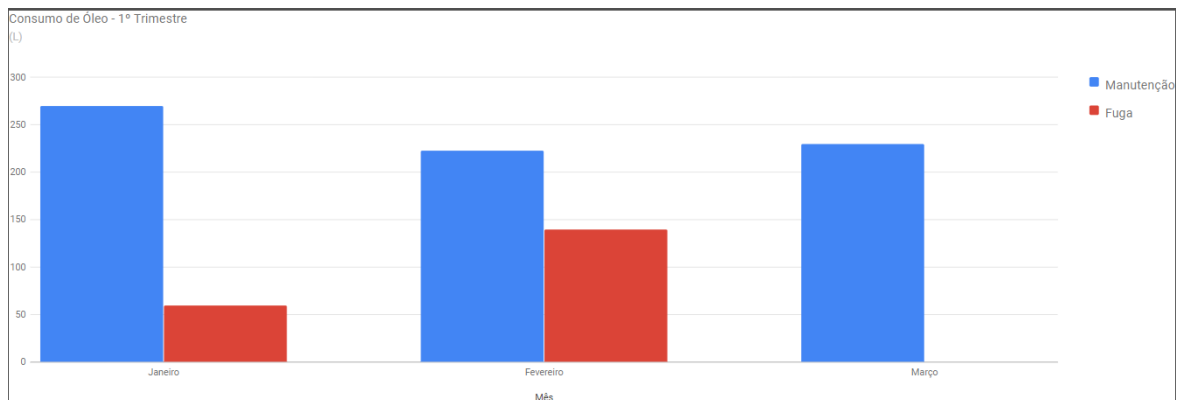
**Figura 37** Exemplo tabela geral de consumos

Selecione a visualização sob a forma de gráfico, inicialmente verifica-se se é em função do tempo ou máquinas. Em função do tempo realiza-se uma *query* à tabela `reg_cons_oleo` para obtenção das quantidades de óleos consumidas em cada semana ou mês. Já em função das máquinas, a *query* tem como finalidade a obtenção das quantidades de óleo consumidas pelas mesmas. Para ambos os casos, as quantidades de óleo por manutenção e fuga são armazenadas nos vetores `$manutencao[]` e `$fuga[]`, respetivamente.

Para o desenho dos gráficos utiliza-se então um vetor com três campos. O primeiro campo representa os valores das abcissas, podendo representar semanas, meses ou máquinas. O segundo e terceiro campo representam as quantidades de óleo consumidas por manutenção e fuga, respetivamente.

```
$value[$k]=array("".$mes[$k]."", $manutencao[$k],  
$fuga[$k]);
```

Na **Figura 38** encontra-se representado um exemplo de um gráfico geral de consumo de óleo.



**Figura 38** Exemplo gráfico geral de consumos



# 5. DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS

Este capítulo surge com o objetivo de demonstrar o trabalho realizado. Na Figura 39 é apresentada a página inicial da plataforma.



**Figura 39** Página inicial da plataforma

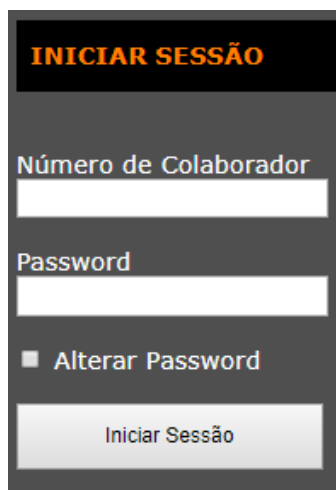
A plataforma é composta por um conjunto de funcionalidades, referenciadas no capítulo anterior. Assim, este capítulo foi dividido em subcapítulos, correspondendo cada um deles às diferentes funcionalidades ou módulos.

Na secção 5.1 é demonstrado como é realizado o início de sessão na plataforma, bem como a alteração da palavra-passe. Na secção 5.2 é apresentado o *dashboard* da plataforma, sendo demonstradas as informações apresentadas no mesmo, bem como as suas funcionalidades. Na secção 5.3 são apresentadas as definições da plataforma, ou seja, utilizadores e máquinas.

Nas restantes secções, 5.4 à 5.6, são demonstradas as funcionalidades dos três módulos da plataforma, ou seja, Rondas Preditivas, Plano de Lubrificação e Consumo de Óleos.

## 5.1 INICIAR SESSÃO


Para iniciar sessão na plataforma o utilizador deve aceder à página principal da plataforma (Figura 40), seleccionando a opção “Iniciar Sessão” na barra de navegação. De seguida, o utilizador será redirecionado para o formulário de *login* (Figura 40), onde poderá digitar as credenciais de acesso.



O formulário de "INICIAR SESSÃO" apresenta um cabeçalho com o título em laranja. Abaixo dele, há um campo de texto rotulado "Número de Colaborador", seguido por um campo de texto rotulado "Password". Abaixo dos campos, há um link com um ícone de quadrado e o texto "Alterar Password". No final, há um botão cinza com o texto "Iniciar Sessão".

**Figura 40** Iniciar Sessão

Para alterar a *password* de acesso, o utilizador deverá seleccionar a opção “Alterar Password”, preenchendo o formulário da Figura 41.



O formulário de "INICIAR SESSÃO" para alterar a password apresenta o mesmo cabeçalho. Abaixo dele, há um campo de texto rotulado "Número de Colaborador", seguido por um campo de texto rotulado "Password Atual", um campo de texto rotulado "Nova Password" e um campo de texto rotulado "Repita a Nova Password". No final, há um botão cinza com o texto "Mudar Password".

**Figura 41** Alterar *Password*

## 5.2 DASHBOARD

Após a submissão do formulário de início de sessão, o utilizador será redirecionado para o *dashboard* (Figura 42) da plataforma. Para aceder ao *dashboard* através de outra página, basta selecionar o logótipo da Continental, no canto superior esquerda de cada página.



Figura 42 Dashboard

No *dashboard* encontram-se informações do estado atual de cada uma das máquinas, podendo-se filtrar o que se deseja visualizar através de duas barras de seleção. Este filtro pode ser feito por ronda ou por *status*. Para visualizar de forma rápida o porquê de uma determinada máquina estar a vermelho ou amarelo, as linhas de *status* possuem um *link* que redireciona diretamente para a página de visualização de dados.

Além disso, pode-se visualizar a calendarização das rondas preditivas, bem como as lubrificações a realizar nos próximos 15 dias. Para ambos, os registos que se encontrarem a vermelho indicam que já ultrapassou a data de realização da ronda ou tarefa de lubrificação, respetivamente.

## 5.3 DEFINIÇÕES DA PLATAFORMA

As Definições da Plataforma são uma componente do sistema que apenas os gestores da plataforma podem ter acesso. Nesta é possível registarem-se utilizadores, bem como editar

e eliminar as suas contas. Além disso, é possível registarem-se novas máquinas ou grupos, bem como eliminar cada um deles. Nesta secção apresenta-se como é possível executar as funcionalidades referidas.

- **Utilizadores**

Para se registar uma nova conta de utilizador, deve aceder-se ao *dashboard* da plataforma, seleccionando as “Definições Plataforma” na barra de navegação, seguido de “Utilizadores”.

Realizados os passos anteriores, o gestor da plataforma, deverá preencher o formulário da Figura 43.



The screenshot shows a web interface for creating a new user account. At the top, there is a navigation bar with the text 'UTILIZADORES MÁQUINAS TERMINAR SESSÃO'. Below this is a breadcrumb trail: 'Página Inicial > Definições Plataforma > Utilizadores'. The main content area is titled 'Criar Nova Conta' and contains several input fields: 'Número de Colaborador' with the value '2233', 'Email' with 'exemplo@gmail.com', 'Nome' with 'Nuno Rocha', 'Password' with three dots, and 'Repita a Password' with three dots. Below the fields are five radio buttons for user roles: 'Administrador', 'Técnico', 'Qualidade/Produção', 'Analista', and 'Visitante'. At the bottom of the form is a button labeled 'Criar Conta'.

**Figura 43** Criar conta de utilizador

Na mesma página do formulário, encontra-se uma tabela com todos os utilizadores registados na plataforma (Figura 44). Cada linha da tabela corresponde a um utilizador diferente, bastando seleccionar o botão “Alterar” e “Eliminar”, para editar ou eliminar, respetivamente.

Página Inicial > Definições Plataforma > Utilizadores

### Criar Nova Conta

Número de Colaborador

Email

Nome

Password

Repita a Password

Administrador
  Técnico
  Qualidade/Produção
  Analista
  Visitante

Nome	Número de Colaborador	Engenharia	Email	Tipo de Utilizador		
Nuno Rocha	1140371	1	1140371@isep.ipp.pt	admin	Alterar	Eliminar
Fernando Silva	3369	1	js@ex.com	quali_prod	Alterar	Eliminar

**Figura 44** Tabela de utilizadores registados

Selecionado o botão “Alterar”, haverá um redirecionamento para a página de edição de dados (Figura 45). Para submeter os dados deve selecionar-se o botão “Guardar”.

Página Inicial > Definições Plataforma > Utilizadores > Alterar Dados de Utilizador

Nome	Número de Colaborador	Email	Tipo de Utilizador
<input type="text" value="Nuno Rocha"/>	<input type="text" value="1140371"/>	<input type="text" value="-"/>	<input type="text" value="admin"/>

**Figura 45** Alterar dados de utilizador

- **Máquinas**

Para criar uma máquina dentro de um grupo, o utilizador deve selecionar as “Definições Plataforma” no *dashboard*, seguido de “Máquinas” e “Nova Máquina”. Seguidos os passos anteriores, deve ser preenchido o formulário designado por “Nova Máquina” (Figura 46), indicando o grupo e número da nova máquina. O número da máquina não poderá ser repetido. Para submeter os dados deve selecionar-se o botão “Criar Nova Máquina”.

**Figura 46** Criar máquina dentro de um grupo

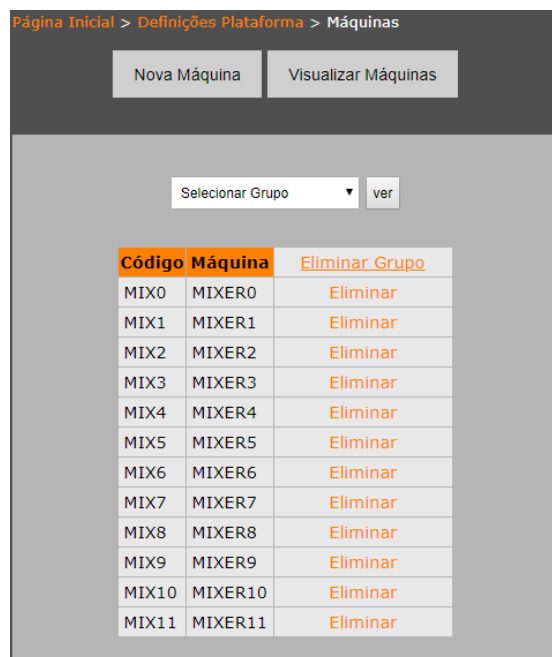
Para registar um novo grupo de máquinas, o utilizador deve preencher o formulário designado por “Novo Grupo de Máquinas” (Figura 47), indicando o nome do grupo, uma abreviatura (com três caracteres no máximo) e o número da primeira e última máquina do grupo. O número da máquina e abreviatura não poderão ser repetidos.

Para submeter os dados, deve seleccionar-se o botão “Criar Novo Grupo”.

**Figura 47** Registrar novo grupo de máquinas

Para visualizar as máquinas registadas na plataforma, o utilizador deve seleccionar as “Definições Plataforma” no *dashboard*, seguido de “Máquinas” e “Visualizar Máquinas”.

Cada máquina apresenta um botão “eliminar”, podendo o utilizador remover a mesma. Para remover um grupo de máquinas, deve ser seleccionado o grupo e de seguida seleccionar-se o botão “Eliminar Grupo” no cabeçalho da tabela (Figura 48).



**Figura 48** Visualizar/Eliminar máquinas

## 5.4 RONDAS PREDITIVAS

Nesta secção demonstra-se como podem ser executadas cada uma das funcionalidades presentes no módulo Rondas Preditivas, ou seja, operações/rondas, registar ronda, impressões e visualização de dados.

### 5.4.1 OPERAÇÕES/RONDAS

A componente Operações/Rondas permite realizarem-se diversas funcionalidades diretamente relacionadas com os registos de rondas e operações preditivas. Nesta secção demonstra-se como é possível executar-se cada uma das funcionalidades desta componente.

- **Registar, alterar e eliminar ronda preditiva**

Para registar uma nova ronda o utilizador deve aceder ao *dashboard* da plataforma, selecionando as “Rondas Preditivas” na barra de navegação, e depois “Operações/Rondas”

e “Nova Ronda”. De seguida, será apresentado o formulário (nome da ronda e periodicidade) representado na Figura 49. Para submeter os dados o utilizador, deve seleccionar o botão “Guardar”.

Ainda na mesma página é apresentada uma tabela com as rondas já registadas, podendo o utilizador editar ou eliminar cada uma delas, seleccionando o botão “Alterar” e “Eliminar”, respetivamente.

Página Inicial > Manutenção Preditiva > Operações/Rondas

**Nova Ronda:**

Insira aqui o nome da ronda:

**Periodicidade de ronda (dias):**

Guardar

Tipo de Ronda	Periodicidade	Última Ronda	Próxima Ronda		
Exaustão	15	21-06-2019	6-07-2019	Alterar	Eliminar
Geral	8	09-07-2019	17-07-2019	Alterar	Eliminar
Teste seg. Moinhos	15	09-05-2019	24-05-2019	Alterar	Eliminar

**Figura 49** Registrar, alterar e eliminar ronda

Selecionado botão “Alterar” o utilizador irá ser redirecionado para uma nova página (Figura 50), onde poderá alterar a periodicidade da ronda.

Página Inicial > Manutenção Preditiva > Operações/Rondas > Nova Ronda > Alterar Dados

Tipo de Ronda	Periodicidade	Última Ronda	Próxima Ronda
Teste seg. Moinhos	<input type="text" value="15"/>	09-05-2019	24-05-2019

Guardar

**Figura 50** Alterar periodicidade da ronda

- **Registrar nova operação numa ronda preditiva**

Para registar uma nova operação numa ronda, o utilizador deve aceder ao *dashboard* da plataforma, seleccionando as “Rondas Preditivas” na barra de navegação, seguido de

“Operações/Rondas” e “Nova Operação”. Após os procedimentos anteriores será apresentado o formulário da Figura 51.

The screenshot shows a web application interface for registering a new operation in a round. The breadcrumb trail at the top reads "Página Inicial > Manutenção Preditiva > Operações/Rondas". Below this, there are four navigation buttons: "Nova Operação", "Nova Operação Exaustão", "Rondas", and "Visualizar Operações". The main form area is divided into several sections:

- Tipo de Ronda:** A dropdown menu with "Geral" selected.
- Máquina:** A dropdown menu labeled "Selecionar Máquina", a button "Selecionar Grupo", and a button "Copiar Operações".
- Equipamento:** A dropdown menu labeled "Selecionar Equipamento", a button "Novo Equipamento", and a button "Atualizar/Eliminar Imagem do Equipamento".
- Operação:** A text input field with the placeholder "Insira aqui a operação".
- Unidades:** A dropdown menu with "bar" selected and a button "Nova Unidade".

At the bottom of the form, there are two radio buttons: "Valor Absoluto" (selected) and "Intervalo". A "Guardar" button is located at the very bottom of the form.

**Figura 51** Registrar nova operação numa ronda

O preenchimento do formulário começa pela seleção da ronda, seguindo-se a seleção da operação a uma máquina ou grupo, selecionando o botão “Selecionar Máquina” ou “Selecionar Grupo”, respetivamente.

Como em diversos casos existem operações comuns entre máquinas, é possível copiar as mesmas de uma máquina para outra, bastando selecionar o botão “Copiar Operações” apresentado na Figura 51. O utilizador será, seguidamente, redirecionado para uma nova página (Figura 52), onde poderá selecionar a ronda e máquina de fonte e de chegada. Para submeter os dados o utilizador deve no final selecionar o botão “Guardar”.

**Figura 52** Copiar operações

Caso não se deseje copiar operações de outra máquina, deve ser selecionado o equipamento através das listagens. Caso deseje acrescentar um novo equipamento à máquina deve selecionar o botão “Novo Equipamento” e indicar o nome do mesmo (Figura 53). Quando regista um novo equipamento, poderá adicionar uma imagem do mesmo, servindo de legenda, por exemplo. Para tal deverá selecionar o botão “Escolher ficheiro” no campo “Imagem ilustrativa do equipamento” (Figura 53), carregando a imagem.

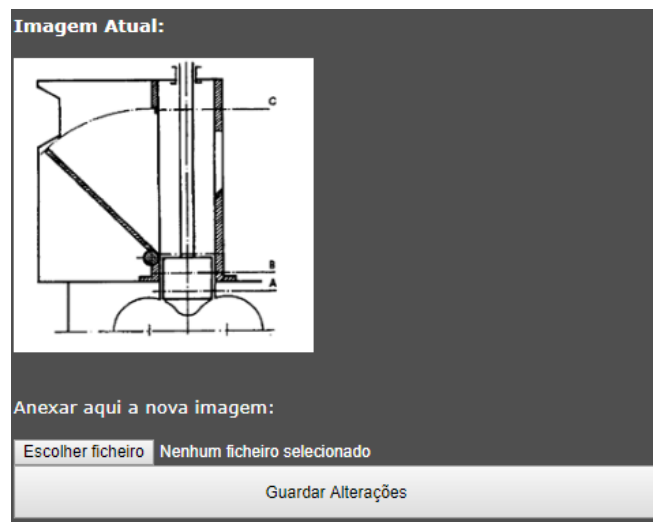
**Figura 53** Adicionar novo equipamento à máquina

Por outro lado, é possível adicionar, atualizar ou eliminar uma imagem de equipamento já registado, bastando selecionar o botão “Atualizar/Eliminar Imagem do Equipamento”. Ao selecionar-se este botão será apresentada a tabela da Figura 54. Nesta secção poderá ser atualizada ou eliminada a imagem de um determinado equipamento, bastando selecionar o botão “Atualizar” e “Eliminar”, respetivamente.

Tipo de Ronda	Máquina/Grupo	Equipamento		
Geral	MIX0	TCU Corpo	Atualizar	Eliminar

**Figura 54** Atualizar e eliminar imagem do equipamento

Quando selecionado o botão “Atualizar” será aberta uma nova página (Figura 55), onde poderá ser visualizada a imagem atual, podendo ser selecionada uma nova.



**Figura 55** Atualizar a imagem do equipamento

É possível ainda associar uma imagem a um equipamento já registado, mas que não contenha nenhuma imagem ilustrativa, bastando selecionar o botão “Atribuir imagem a equipamento registado” (Figura 54), abrindo a página da Figura 56. Nesta página é apresentado um formulário com os campos correspondentes ao tipo de ronda, máquina ou grupo (selecionar a opção “Atribuir imagem a todo o grupo de máquinas”), equipamento e a respetiva imagem. Para submeter os dados, no final deve ser selecionado o botão “Guardar Imagem do Equipamento”.

**Figura 56** Atribuir imagem a equipamento registado

Depois de selecionado o equipamento e a imagem, deverá ser descrita a operação preditiva, preenchendo-se o campo “Operação”, seguindo-se as unidades. Para acrescentar uma nova unidade deverá ser selecionado o botão “Nova Unidade” (Figura 51), escrevendo o nome da mesma.

Para estabelecer os limites correspondentes à operação, poderá ser selecionado o campo “Valor Absoluto” (Figura 18), possibilitando definir se o mesmo é “<”, “>” ou “=” e o respetivo valor absoluto.

**Figura 57** Valor Absoluto

Selecionado o campo “Intervalo” (Figura 58), pode-se definir o limite superior e inferior.

Valor Absoluto  Intervalo

Limite inferior:

Limite superior:

Aviso Alarme (+/-):

**Figura 58** Intervalo

Tanto no valor absoluto como no intervalo, poderá ser definido um aviso de alarme, correspondendo a um estado intermédio (amarelo) que indica que o valor medido está a aproximar-se do limite.

No final, para submeterem-se os dados do formulário, deverá ser selecionado o botão “Guardar”.

- **Registar nova operação na ronda Exaustão**

Para registar uma nova operação na ronda de exaustão, o utilizador deve aceder ao *dashboard* da plataforma, selecionando as “Rondas Preditivas” na barra de navegação, seguido de “Operações/Rondas” e “Nova Operação Exaustão”, preenchendo o formulário apresentado na Figura 59. Neste formulário deve ser selecionado a máquina, equipamento e operação. Na ronda de exaustão são efetuados cálculos, sendo necessário o fornecimento do diâmetro da conduta e também a velocidade de referência.

Página Inicial > Manutenção Preditiva > Operações/Rondas

Nova Operação Nova Operação Exaustão Rondas Visualizar Operações

**Máquina:**  
Selecionar Máquina ▼

**Equipamento:**  
Selecionar Equipamento ▼  
Novo Equipamento Atualizar/Eliminar Imagem do Equipamento

**Operação:**  
Insira aqui a operação  
Diâmetro da Conduta (mm):   
Velocidade de Referência (m/s):   
Aviso Alerta (+/-):   
Aviso Erro (+/-):

Guardar

**Figura 59** Registrar nova operação de Exaustão

Esta ronda tem sempre por base a análise da velocidade de referência, e, portanto, o aviso de erro (vermelho) e o aviso de alerta (amarelo) são relativos à mesma.

Para submeter o formulário deverá ser selecionado o botão “Guardar”.

- **Visualizar, editar e eliminar operações registadas**

Para visualizar as operações registadas, deve aceder-se ao *dashboard* da plataforma, selecionando as “Rondas Preditivas” na barra de navegação, seguido de “Operações/Rondas” e “Visualizar Operações”, preenchendo o formulário apresentado na Figura 60 para filtrar os dados.

Para visualizar a tabela de operações, deve ser selecionado o botão “Visualizar”.

Página Inicial > Manutenção Preditiva > Operações/Rondas

[Nova Operação](#)
[Nova Operação Exaustão](#)
[Rondas](#)
[Visualizar Operações](#)

**Tipo Ronda:**

Selecione Ronda ▼

**Máquina:**

Selecione Máquina ▼

**Equipamento:**

Selecione Equipamento ▼

**Operação:**

Selecione Operação ▼

Visualizar

**Figura 60** Visualizar Operações

Depois de selecionado o botão “Visualizar”, será apresentada uma tabela com o conjunto de operações filtradas (Figura 61). Através desta tabela é possível alterar e eliminar cada uma das operações, bastando selecionar o botão “Alterar” e “Eliminar”, respetivamente. Poderá ainda ser eliminado o conjunto de operações que foram filtradas, selecionando o botão “Eliminar Operações” no cabeçalho da tabela. É também possível exportar os dados da tabela para um ficheiro Excel, selecionando o botão “Exportar para Excel”.

Exportar para Excel

Código	Máquina	Equipamento	Operação	Tipo de Ronda	Unidades	Condição	Limite	Limite Inferior	Limite Superior	Aviso Alerta (-/+)	Alterar	Eliminar Operações
MIX0_0	MIX0	TCU Corpo	Entrada de água TCU	Geral	bar	-		1	3.4	0	Alterar	Eliminar
MIX1_0	MIX1	TCU Corpo	Entrada de água TCU	Geral	bar	-		1	3.4	0	Alterar	Eliminar
MIX10_0	MIX10	TCU Corpo	Entrada de água TCU	Geral	bar	-		1	3.4	0	Alterar	Eliminar
MIX11_0	MIX11	TCU Corpo	Entrada de água TCU	Geral	bar	-		1	3.4	0	Alterar	Eliminar
MIX2_0	MIX2	TCU Corpo	Entrada de água TCU	Geral	bar	-		1	3.4	0	Alterar	Eliminar
MIX3_0	MIX3	TCU Corpo	Entrada de água TCU	Geral	bar	-		1	3.4	0	Alterar	Eliminar
MIX4_0	MIX4	TCU Corpo	Entrada de água TCU	Geral	bar	-		1	3.4	0	Alterar	Eliminar
MIX5_0	MIX5	TCU Corpo	Entrada de água TCU	Geral	bar	-		1	3.4	0	Alterar	Eliminar
MIX6_0	MIX6	TCU Corpo	Entrada de água TCU	Geral	bar	-		1	3.4	0	Alterar	Eliminar
MIX7_0	MIX7	TCU Corpo	Entrada de água TCU	Geral	bar	-		1	3.4	0	Alterar	Eliminar
MIX8_0	MIX8	TCU Corpo	Entrada de água TCU	Geral	bar	-		1	3.4	0	Alterar	Eliminar
MIX9_0	MIX9	TCU Corpo	Entrada de água TCU	Geral	bar	-		1	3.4	0	Alterar	Eliminar

**Figura 61** Tabela de operações registadas

Selecionado o botão “Alterar”, o utilizador será redirecionado para uma nova página (Figura 62), onde poderão ser editados cada um dos campos que caracterizam a operação. Para submeter as alterações deverá ser selecionado o botão “Guardar”.

Página Inicial > Manutenção Preditiva > Operações/Rondas > Visualizar Operações > Alterar Dados

Tipo de Ronda	Máquina	Equipamento	Operação	Unidades	Condição	Limite	Limite Inferior	Limite Superior	Alerta
Geral	MIXO	TCU Corpo	Entrada de água TCU	bar	-	-	1	3.4	0

Guardar

**Figura 62** Alterar operação de uma ronda

## 5.4.2 REGISTRAR DADOS DE RONDA

Para registar as medições realizadas numa ronda, o utilizador deve aceder ao *dashboard* da plataforma, selecionando as “Rondas Preditivas” na barra de navegação, seguido de “Registar Ronda”. Primeiramente deve ser selecionada a ronda e máquina a efetuar o registo, preenchendo-se o formulário da Figura 63.

Página Inicial > Manutenção Preditiva > Registar Ronda

**Registo de Dados das Rondas**

**Tipo Ronda:**

**Máquina:**

Avançar

**Figura 63** Selecionar ronda e máquina para o registo de dados

Seguidamente, deverá ser selecionado o botão “Avançar”, sendo apresentado um novo formulário (Figura 64). Este formulário é composto pelos campos data, tipo de ronda, ou seja, periódica (atualizando a data da próxima ronda) ou extra (não atualizando a data da próxima ronda), operacionalidade, executante, ordem SAP e observações.

**Registo de Dados das Rondas**

**Máquina Seleccionada: MIXERO**

**Tipo de Ronda Seleccionada: Geral**

Data Ronda:

Ronda:  Periódica  Extra

Operacional?

Executante:

Ordem SAP:

Observações:

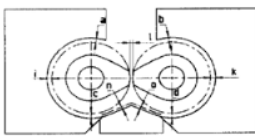
**Tarefas**

**Figura 64** Caraterização da Ronda

Para registar os dados das operações realizadas, deverá seleccionar-se o botão “Tarefas”, sendo apresentada uma tabela com todas as operações da ronda, como é possível observar na Figura 65.

**TCU Corpo**

Messwerte - Mischkammer, Rotoren und Sattel  
 Measurements - mixing chamber, rotors and drop door



n und o = Spiel zwischen Sattel und Verschleissplatte  
 (Satteltor) /  
 n and o = Play between latch and end plate


Entrada de água TCU(bar)	<input type="text"/>
Circuito 1(°C)	<input type="text"/>

**Guardar**

**Figura 65** Tabela de registo de medições

Submetidos os dados, será apresentada a página representada na Figura 66. A página contém a informação de *status*, data, tipo de ronda e operacionalidade, permitindo ainda eliminar o registo através do botão “Eliminar”. Através da mesma é ainda possível visualizar

ao detalhe os dados registados, bem como alterá-los, seleccionando o botão “Visualizar/Alterar Registo”



Página Inicial > Manutenção Preditiva > Registrar Ronda > Visualização de Registo

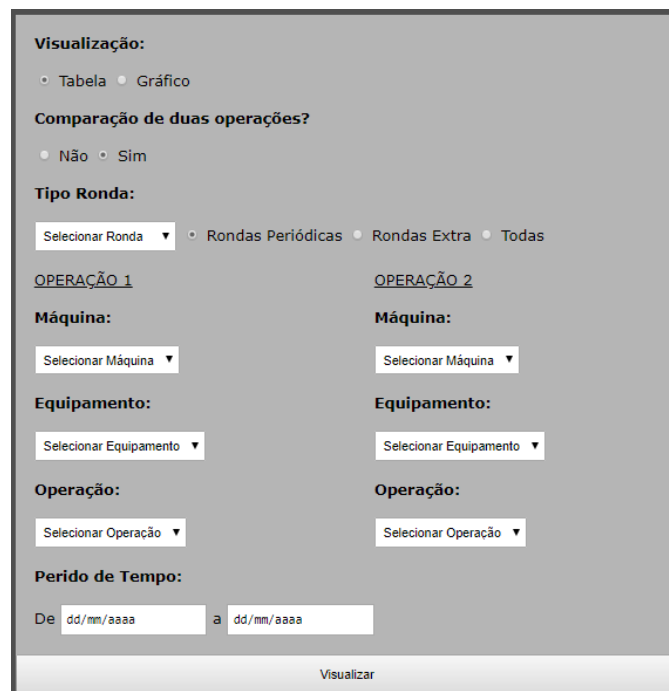
ID	DATA	STATUS	TIPO DE RONDA	OPERACIONAL?	
6	16-05-2019	OK	Geral	sim	Eliminar

-> **INSERIR NOVO REGISTO**  
-> **VISUALIZAR/ALTERAR DO REGISTO**

**Figura 66** Página de confirmação de registo

### 5.4.3 VISUALIZAÇÃO HISTORIAL DE RONDAS

Para registar o histórico de medições realizadas das ronda, o utilizador deve aceder ao *dashboard* da plataforma, seleccionando “Rondas Preditivas” na barra de navegação, seguido de “Visualização de Dados”. Seguidamente, será apresentado o formulário da Figura 67, permitindo a seleção do tipo de visualização (tabela ou gráfico), se deseja variável comparativa ou não, tipo de ronda, máquina, equipamento, operação e o período de tempo.



**Visualização:**  
 Tabela  Gráfico

**Comparação de duas operações?**  
 Não  Sim

**Tipo Ronda:**  
Selecionar Ronda ▼  Rondas Periódicas  Rondas Extra  Todas

**OPERAÇÃO 1** **OPERAÇÃO 2**

**Máquina:** Selecionar Máquina ▼ **Máquina:** Selecionar Máquina ▼

**Equipamento:** Selecionar Equipamento ▼ **Equipamento:** Selecionar Equipamento ▼

**Operação:** Selecionar Operação ▼ **Operação:** Selecionar Operação ▼

**Período de Tempo:**  
De dd/mm/aaaa a dd/mm/aaaa

Visualizar

**Figura 67** Formulário de visualização de dados

A utilização do modo comparativo permite a visualização de duas variáveis distintas, sendo elas da mesma máquina ou não. Para visualizar os dados deve ser selecionado o botão “Visualizar” no final.

Na Figura 68 é possível observar-se um exemplo da apresentação de dados sob a forma de tabela. Esta página permite também a impressão dos dados, selecionando o botão “Imprimir”, bem como a exportação para um ficheiro Excel, selecionando o botão “Exportar para Excel”.

Cada um dos registos apresentado pode ser editado ou eliminado, selecionando o botão “Alterar” ou “Eliminar”, respetivamente.

Página Inicial > Manutenção Preditiva > Visualizar de dados > Dados da Manutenção em Preditiva

«Voltar Imprimir Exportar para Excel

Geral

MIXERO

Messung - Mischkammer, Rotoren und Satel  
Measurements - mixing chamber, rotors and drop door

ii und o = Spiel zwischen Satel und Verschleißplatte (Satelstich)  
ii and o = Play between latch and end plate

TCU Corpo						
Status Ronda	Data	Executante	SAP	Obs.	Entrada de água TCU(bar)	
NOT OK	08/05/2019				10	Alterar Eliminar
OK	09/05/2019				3	Alterar Eliminar
NOT OK	10/05/2019				36	Alterar Eliminar
OK	16/05/2019	Nuno Rocha	123698		3	Alterar Eliminar

**Figura 68** Visualização de dados sob a forma de tabela

Selecionando o botão “Alterar”, será aberta uma nova página (Figura 69), onde poderá fazer-se a edição dos registos dos valores medidos, bem como o campo observações. Para submeter as alterações, deverá selecionar-se o botão “Guardar”.

«Voltar

Entrada de água TCU(bar) Circuito 1(°C)

10

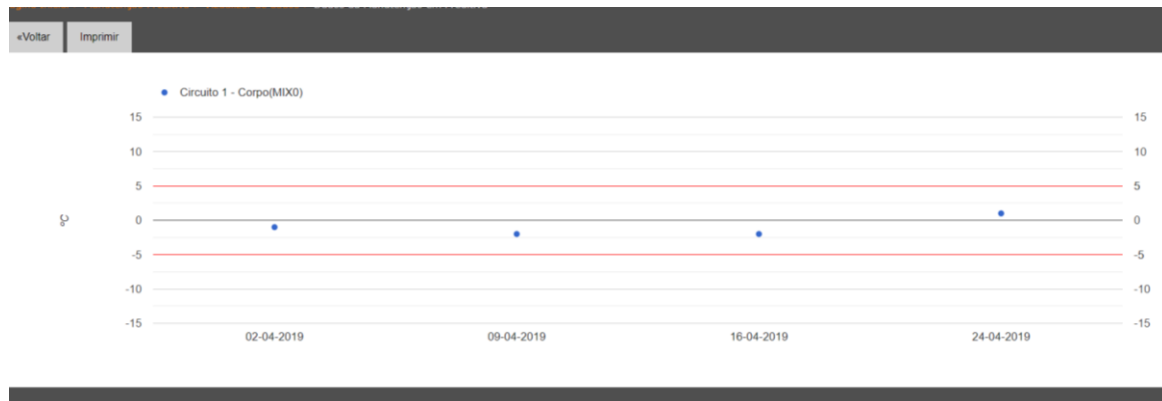
Observações da Ronda:

Guardar

**Figura 69** Editar registo

Na Figura 70 observa-se um exemplo da apresentação de dados sob a forma de gráfico. Esta página permite também a impressão do gráfico, selecionando o botão “Imprimir”.

No gráfico é possível analisar os valores que estão dentro e fora dos limites, através das linhas a vermelho, representando os limites superiores e inferiores.



**Figura 70** Visualização de dados sob a forma de gráfico

#### 5.4.4 IMPRESSÕES

Nesta secção demonstra-se como é possível imprimir as fichas de rondas para preenchimento manuscrito, bem como o relatório mensal do teste de paragem dos moinhos.

- **Fichas de Ronda para Preenchimento Manuscrito**

Para imprimir as fichas de ronda para preenchimento manuscrito, o utilizador deve aceder ao *dashboard* da plataforma, selecionando as “Rondas Preditivas” na barra de navegação, seguido de “Impressões” e “Fichas de Rondas”. Posteriormente, deverá ser preenchido o formulário da Figura 71, selecionando o período de impressão (alterando automaticamente o número de linhas), o tipo de ronda e a máquina (opcional). No final deverá selecionar o botão “Imprimir” e selecionar a impressora. No ANEXO C pode ver-se o *layout* da folha impressa.

**Figura 71** Formulário para impressão de fichas de rondas

- **Relatório Mensal do Teste de Paragem dos Moinhos**

Para imprimir o relatório mensal do teste de paragem dos moinhos, deve-se aceder ao *dashboard* da plataforma, seleccionando as “Rondas Preditivas” na barra de navegação, seguido de “Impressões” e “Teste Mensal de Paragem dos Moinhos”. Seguidamente, deverá ser preenchido o formulário da Figura 72, seleccionando-se o mês e ano de impressão. No final, deverá ser seleccionado o botão “Imprimir” e escolhida a impressora. No ANEXO D pode ver-se o *layout* da folha impressa.

**Figura 72** Formulário de impressão do relatório mensal do teste dos moinhos

## 5.5 PLANO DE LUBRIFICAÇÃO

Nesta secção demonstra-se como podem ser executadas cada uma das funcionalidades presentes no módulo Plano de Lubrificação, ou seja, inserir tarefa, registar lubrificação e próximas lubrificações.

### 5.5.1 REGISTAR NOVA TAREFA DE LUBRIFICAÇÃO

Para registar-se uma nova tarefa de lubrificação, o utilizador deve aceder ao *dashboard* da plataforma, seleccionando o “Plano de Lubrificação” na barra de navegação, seguido de “Inserir/Visualizar Tarefas” e “Inserir Tarefa”. Seguidamente, será apresentado o formulário da Figura 73, onde deverá ser seleccionado a máquina ou grupo, através do botão “Selecionar Máquina” e “Selecionar Grupo”, respetivamente. Posteriormente, deverá descrever-se a tarefa de lubrificação, bem como a sua periodicidade. Para submeter os dados deverá seleccionar-se o botão “Guardar”.



The image shows a web interface for adding a new lubrication task. At the top, there is a breadcrumb trail: "Página Inicial > Plano de Lubrificação > Inserir/Visualizar Tarefas". Below this, there are two buttons: "INSERIR TAREFA" and "VISUALIZAR/EDITAR". The main heading is "INSERIR TAREFA". The form is divided into sections: "Máquina:" with a dropdown menu labeled "Selecionar Máquina" and a button "Selecionar Grupo"; "Tarefa:" with a text input field labeled "Insira aqui a Tarefa"; and "Periodicidade de ronda:" with a text input field. At the bottom right, there is a "Guardar" button.

**Figura 73** Formulário de registo de nova tarefa de lubrificação

## 5.5.2 VISUALIZAR, EDITAR E ELIMINAR TAREFAS DE LUBRIFICAÇÃO

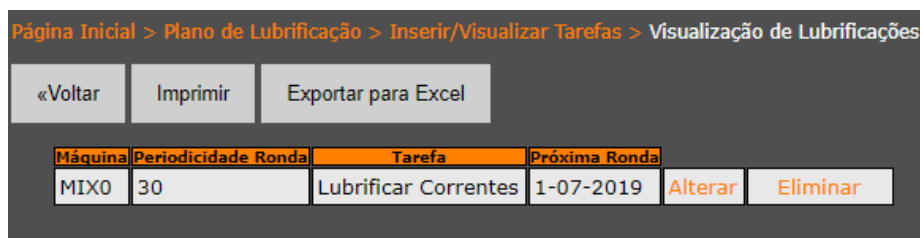
Para registar uma nova tarefa de lubrificação, o utilizador deve aceder ao *dashboard* da plataforma, seleccionando o “Plano de Lubrificação” na barra de navegação, seguido de “Inserir/Visualizar Tarefas” e “Visualizar/Editar”. Posteriormente, será apresentado o formulário da Figura 74, onde poderá filtrar-se a pesquisa por máquina e tarefa. No final, deve ser seleccionado o botão “Visualizar”.



O formulário apresenta uma barra de navegação superior com o caminho: Página Inicial > Plano de Lubrificação > Inserir/Visualizar Tarefas. Abaixo, há dois botões: “INSERIR TAREFA” e “VISUALIZAR/EDITAR”. O título principal do formulário é “VISUALIZAR/EDITAR TAREFAS”. O formulário contém dois campos de seleção: “Máquina:” com o texto “Selecionar Máquina” e “Tarefa:” com o texto “Selecionar Equipamento”. No rodapé do formulário, há um botão “Visualizar”.

**Figura 74** Formulário de visualização edição e eliminação de tarefas de lubrificação

Depois de seleccionado o botão “Visualizar”, será aberta uma nova página (Figura 75), onde poderá visualizar as tarefas filtradas através do formulário. Nesta tabela encontrará as características de cada tarefa de lubrificação (máquina, tarefa, periodicidade e próxima lubrificação). Além disso, poderá imprimir-se ou exportar para Excel o conteúdo da tabela, seleccionando o botão “Imprimir” e “Exportar para Excel”, respetivamente.



A tela de visualização apresenta uma barra de navegação superior com o caminho: Página Inicial > Plano de Lubrificação > Inserir/Visualizar Tarefas > Visualização de Lubrificações. Abaixo, há três botões: “«Voltar”, “Imprimir” e “Exportar para Excel”. A tabela principal contém as seguintes informações:

Máquina	Periodicidade Ronda	Tarefa	Próxima Ronda		
MIXO	30	Lubrificar Correntes	1-07-2019	Alterar	Eliminar

**Figura 75** Visualização de tarefas de lubrificação

Nesta página é ainda possível editar ou eliminar cada tarefa de lubrificação, seleccionando a botão “Alterar” e “Eliminar”, respetivamente. Seleccionando o botão “Alterar” abrirá para uma nova página (Figura 76), onde poderá editar os dados da tarefa de lubrificação.

Máquina	Periodicidade	Tarefa
MIXO	30	Lubrificar Correntes

Guardar

**Figura 76** Edição de tarefa de lubrificação

### 5.5.3 REGISTAR LUBRIFICAÇÃO

Para registar-se uma lubrificação, o utilizador deve aceder ao *dashboard* da plataforma, selecionando o “Plano de Lubrificação” na barra de navegação, seguido de “Registar Lubrificação”. Através do formulário da Figura 77, deverá ser selecionado a máquina, a tarefa e a data de realização da lubrificação.

Página Inicial > Plano de Lubrificação > Registar Lubrificação

**REGISTAR LUBRIFICAÇÃO**

**Máquina:**

Selecionar Tarefa ▼

**Tarefa:**

Selecionar Equipamento ▼

**Data Ronda:**

dd/mm/aaaa

Guardar

**Figura 77** Registar Lubrificação

### 5.5.4 VISUALIZAR PRÓXIMAS LUBRIFICAÇÕES

Para visualizar a calendarização das futuras lubrificações, deve-se aceder ao *dashboard* da plataforma, selecionando o “Plano de Lubrificação” na barra de navegação, seguido de “Próximas Lubrificações”. Para filtrar a visualização, deve ser preenchido o formulário da

Figura 78, preenchendo-se os campos período de impressão (semanal, quinzenal, mensal, anual ou todos), máquina e tarefa.

**Figura 78** Visualizar próximas lubrificações

Selecionando o botão “Visualizar”, será aberta uma nova página (Figura 79), com as tarefas de lubrificação filtradas através do formulário. Nesta tabela encontram-se as datas até à próxima lubrificação de cada tarefa. Além disso, poderá imprimir-se ou exportar-se para Excel o conteúdo da tabela, selecionando o botão “Imprimir” ou “Exportar para Excel”, respetivamente.

Código Máquina	Máquina	Periodicidade Ronda	Tarefa	Próxima Ronda	Dias até Lubrificação
MIX0	MIXER0	30	Lubrificar Correntes	1-07-2019	-10
MIX1	MIXER1	30	Lubrificar Correntes	20-07-2019	9

**Figura 79** Tabela com as próximas lubrificações

## 5.6 CONSUMO DE ÓLEOS

Nesta secção demonstra-se como podem ser executadas cada uma das funcionalidades presentes no módulo Consumo de Óleos, ou seja, novo lubrificante/local de lubrificação, registar consumo de óleo e visualizar consumos.

### 5.6.1 REGISTRAR, EDITAR E ELIMINAR LUBRIFICANTE

Para registar um novo lubrificante, o utilizador deve aceder ao *dashboard* da plataforma, seleccionando as “Consumo de Óleos” na barra de navegação, seguido de “Novo Lubrificante/Local Lubrificação” e “Novo Lubrificante”. Será apresentado o formulário da Figura 80, onde deverá ser descrito o nome do lubrificante, bem como o seu código SAP (opcional).



O formulário contém os seguintes elementos:

- Designação Lubrificante: Campo de texto com o placeholder "Insira aqui o nome do lubr".
- Código SAP: Campo de texto.
- Botão "Guardar".
- Tabela de lubrificantes registados:

Referência de Óleo	Código SAP		
HM26	123695	Alterar	Eliminar
HVLP 56	365897	Alterar	Eliminar

**Figura 80** Registrar novo lubrificante

Após a submissão do formulário, os dados serão apresentados na tabela de lubrificantes, na mesma página (Figura 81). Através desta tabela poderá ser editado ou eliminado cada um dos lubrificantes registados, bastando seleccionar os botões “Alterar” e “Eliminar”, respetivamente.

Referência de Óleo	Código SAP		
HM26	123695	Alterar	Eliminar
HVLP 56	365897	Alterar	Eliminar

**Figura 81** Tabela de Lubrificante

Selecionado o botão “Alterar” abrirá uma nova página (Figura 82), onde poderá editar-se a referência do óleo e o respetivo código SAP.

Referência do Óleo	Código SAP
HM26	123695
Guardar	

**Figura 82** Editar Lubrificante

### 5.6.2 REGISTAR, EDITAR E LOCAL DE LUBRIFICAÇÃO

Para registar um novo local de lubrificação, o utilizador deve aceder ao *dashboard* da plataforma, selecionando as “Consumo de Óleos” na barra de navegação, seguido de “Novo Lubrificante/Local Lubrificação” e “Novo Local”. De seguida, deverá ser preenchido o formulário da Figura 83 com os campos máquina ou grupo, selecionado o botão “Selecionar Máquina” ou “Selecionar Grupo”, respetivamente. O formulário é ainda composto pelos campos equipamento, local, óleo e capacidade.

**NOVO LOCAL DE LUBRIFICAÇÃO**

**Máquina:**

Selecionar Máquina ▼

Selecionar Grupo

**Equipamento:**

Selecionar Equipamento ▼  Novo Equipamento

**Local:**

Selecionar Local ▼  Novo Local

**Óleo:**

HM26 ▼

**Capacidade (L):**

Guardar

**Figura 83** Registrar novo local de lubrificação

Ainda na mesma página, poderá visualizar-se os locais de lubrificação registados, bastando preencher o formulário do lado direito da página (Figura 84). De seguida, será apresentada uma tabela com os dados filtrados, onde poderá editar-se e eliminar-se os locais através dos botões “Alterar” e “Eliminar”, respetivamente. Além disso, é possível eliminar-se todos os dados da tabela, selecionando o botão “Eliminar Locais”.

**LOCAIS REGISTRADOS**

**Maquina:** Selecionar Ronda ▼ **Equipamento:** Selecionar Máquina ▼ **Local:** Selecionar Equipamento ▼

Ver Exportar para Excel

Máquina	Equipamento	Local	Óleo	Capacidade	Eliminar Locais	
MIX0	TCU Corpo	Hidraulico	HM26	600	Alterar	Eliminar
MIX1	Misturador 270	Hidraulico	HVLP 56	350	Alterar	Eliminar

**Figura 84** Visualização de locais de lubrificação

Ao selecionar-se o botão “Alterar” irá ser aberta uma nova página (Figura 85), onde se poderá editar os dados do local.

Máquina	Equipamento	Local	Referência Óleo	Capacidade
MIX0	TCU Corpo	Hidraulico	HM26	600

Guardar

**Figura 85** Editar local de lubrificação

### 5.6.3 REGISTRAR CONSUMO DE ÓLEO

Para registar um consumo de óleo, o utilizador deve aceder ao *dashboard* da plataforma, seleccionando as “Consumo de Óleos” na barra de navegação, seguido de “Registar Consumo”. De seguida, será apresentado o formulário da Figura 86, onde é possível registar-se a data, número e nome do colaborador, máquina, equipamento, local, óleo, tipo de consumo (fuga ou manutenção), quantidade de óleo, descrição, bem como se ficou resolvido em caso de fuga.

Página Inicial > Consumo de Óleos > Registo de Consumo

**REGISTRAR CONSUMO**

**Data Ronda:**

**Número Colaborador:**  **Nome Colaborador:**  OU

**Máquina:**  **Equipamento:**  **Local:**  **Óleo:**

**Tipo Consumo:**  **Quantidade:**

**Descrição:**

**Resolvido?**  Não  Sim

Guardar

**Figura 86** Registar consumo de óleo

#### 5.6.4 VISUALIZAÇÃO, EDIÇÃO E ELIMINAÇÃO DE REGISTOS DE CONSUMOS

Para a visualização do historial de consumo de óleo existem duas formas distintas, ou seja, tabela detalhada e visualização geral de consumos. Nesta secção demonstra-se como é possível apresentarem-se os dois modos de visualização, bem como as funcionalidades dos mesmos.

- **Tabela Detalhada de Consumos**

Para visualizar a tabela detalhada de consumos, deve-se aceder ao *dashboard* da plataforma, seleccionando os “Consumos de Óleo” na barra de navegação, seguido de “Visualizar Consumos” e “Tabela Detalhada”. Será apresentado um formulário (Figura 87), permitindo a filtragem de informação. Este é composto pelos campos óleo, máquina, equipamento, local e período de temporal.

Página Inicial > Consumo de Óleos > Visualizar Consumos

TABELA DETALHADA VISUALIZAÇÃO GERAL DE CONSUMOS

**TABELA DETALHADA DE CONSUMO**

**Óleo:**  
Todos ▼

**Máquina:**  
Todas ▼

**Equipamento:**  
Selecionar Equipamento ▼

**Local:**  
Selecionar Local ▼

**Período de Tempo:**  
De dd/mm/aaaa a dd/mm/aaaa

Visualizar

**Figura 87** Formulário para visualização da tabela detalhada de consumos

Na Figura 88 é possível observar-se um exemplo da apresentação de dados sob a forma de tabela. Os dados apresentados a cor verde destacam a resolução de uma fuga de óleo. Esta página permite também a impressão dos dados, seleccionando o botão “Imprimir”, bem como a exportação para um ficheiro Excel, seleccionando o botão “Exportar para Excel.”

Cada um dos registos apresentado pode ser alterado ou eliminado, seleccionando o botão “Alterar” e ”Eliminar”, respetivamente.

Página Inicial > Consumo de Óleos > Visualizar Consumos > Visualização de Consumos de Óleo

« Voltar   Imprimir   Exportar para Excel

Data	Máquina	Equipamento	Local	Lubrificante	SAP	Quantidade(L)	Tipo Consumo	Descrição	Resolvido?	Nº Colaborador	Colaborador	Data resol.		
13/05/2019	MIX1	Misturador 270	Hidraulico	HVLP 56	365897	80	fuga	Fua	nao	0	Nuno Rocha		Alterar	Eliminar
20/05/2019	MIX0	TCU Corpo	Hidraulico	HM26	123695	203	manutencao	Manutenção Preventiva	sim	1140371	Nuno Rocha	20/05/2019	Alterar	Eliminar

**Figura 88** Tabela Detalhada de Consumos

Seleccionando o botão “Alterar”, será aberta uma nova página (Figura 89), onde poderá fazer-se a alteração dos valores registados.

Página Inicial > Consumo de Óleos > Visualizar Consumos > Alterar Registo de Consumo

Máquina*	Equipamento*	Local*	Ref. Óleo*	Quantidade	Tipo Consumo	Descrição	Número Colaborador	Nome do Colaborador	Resolvido?	Data Resolução
MIX1	Misturador 270	Hidraulico	HVLP 56	80	fuga	Fua	0	Nuno	nao	dd/mm/aaaa

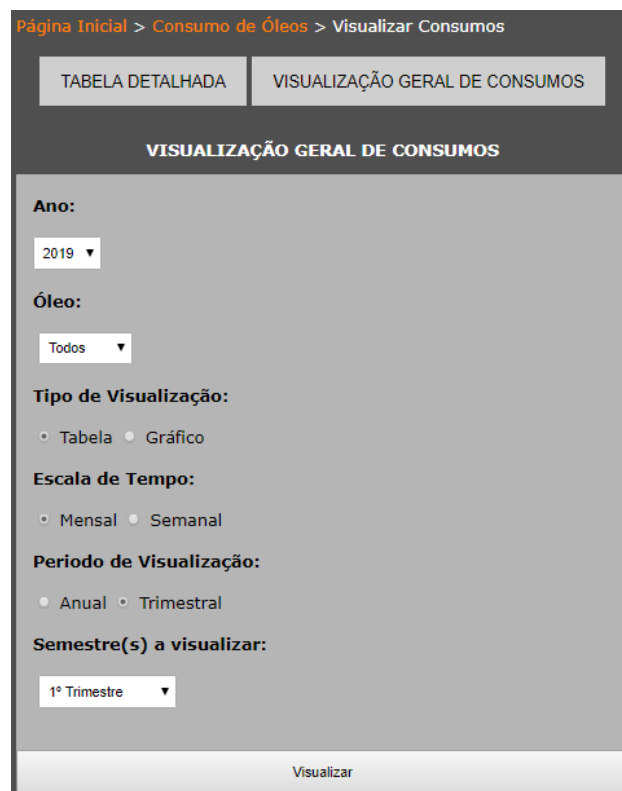
\* Se alterar algum dos elementos marcados terá de preencher os restantes com \*

Guardar

**Figura 89** Alterar registo de consumo

- **Visualização Geral de Consumos**

Para visualizar o historial geral de consumos, o utilizador deve aceder ao *dashboard* da plataforma, seleccionando os “Consumos de Óleo” na barra de navegação, seguido de “Visualizar Consumos” e “Visualização Geral de Consumos”. Será apresentado o formulário da Figura 90, permitindo filtrar a informação a visualizar.



**Figura 90** Visualização geral de consumos

Esta página permite realizar um filtro por ano e tipo de óleo, sob a forma de gráfico ou tabela. Sob a forma de tabela poderá ser selecionada a escala temporal (mensal ou semanal), bem como o período de visualização (anual ou trimestral). Na Figura 91 é possível observar-se um exemplo de visualização sob a forma de tabela. Nas últimas duas colunas da tabela é possível observar-se os valores para o *fill-up factor* e *leakage factor*. É ainda possível a impressão dos dados, selecionando o botão “Imprimir”, bem como a exportação para um ficheiro Excel, selecionando o botão “Exportar para Excel.”

Página Inicial > Consumo de Óleos > Visualizar Consumos > Visualização de Consumos de Óleo

« Voltar   Imprimir   Exportar para Excel

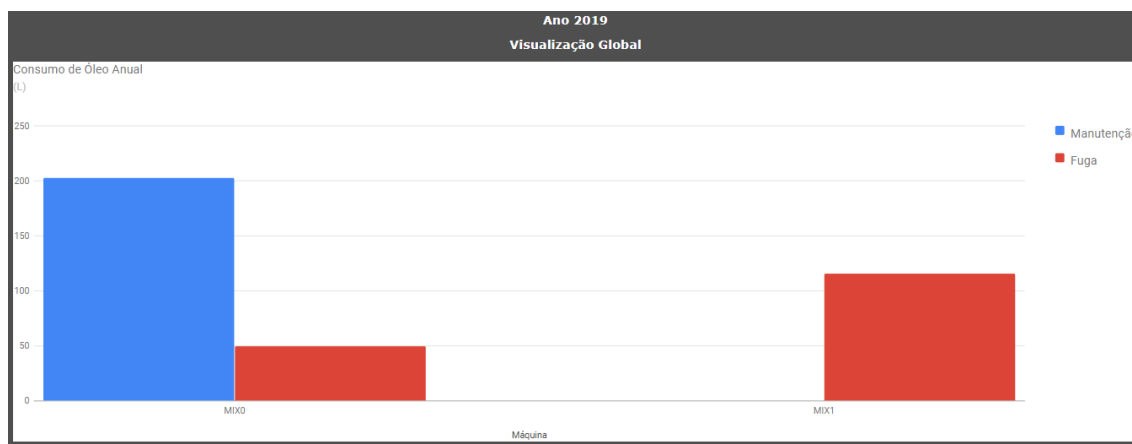
Ano 2019  
Visualização Global

Máquina	Volume	Total	Janeiro	Fevereiro	Marco	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total Óleo (L)	Total Fill-up factor	Total Leakage factor
MIX1	350	80					80								80	23%	23%
MIX0	600	203					203								203	34%	0%
<b>TOTAL</b>	<b>950</b>	<b>80</b>					<b>80</b>	<b>203</b>							<b>283</b>	<b>30%</b>	<b>9%</b>

**Figura 91** Visualização de consumos sob a forma de tabela

Sob a forma de gráfico poderá selecionar-se se o mesmo é em função do tempo ou máquina, a escala temporal (mensal ou semanal), bem como o período de visualização

(anual ou trimestral). Na Figura 92 é possível observar-se um exemplo de visualização sob a forma de gráfico.



**Figura 92** Visualização de consumos sob a forma de gráfico



# 6. TESTES E VALIDAÇÃO DA PLATAFORMA

De modo a testar a plataforma desenvolvida, colocou-se a mesma em funcionamento durante um período experimental de aproximadamente um mês. Neste período foram detetadas algumas lacunas no sistema, efetuando-se os respetivos melhoramentos. Na secção 6.1 são apresentados todos os melhoramentos efetuados durante o período de testes.

Por forma a validar a plataforma desenvolvida, no âmbito deste trabalho, realizou-se um inquérito de utilização, recorrendo a todos os utilizadores da mesma. Na secção 6.2 são apresentados os resultados desse inquérito e analisados em detalhe os dados recolhidos.

## 6.1 MELHORIAS REALIZADAS NO PERÍODO DE TESTES

Para a avaliação da plataforma e análise dos pontos a melhorar, colocou-se a mesma em funcionamento durante um período experimental. Nesse período foram registadas na plataforma todas as máquinas, rondas e operações preditivas. No plano de lubrificação foram também registadas as tarefas de lubrificação. Já no módulo de consumo de óleos, foram registadas as referências de óleo utilizadas, bem como os locais de lubrificação nas respetivas máquinas.

Por forma a validar-se também os registos de medições preditivas, lubrificações realizadas e consumos de óleo, todos os registos do ano 2019 foram inseridos na plataforma. A partir desse momento, todos os registos de rondas preditivas, lubrificações realizadas e consumos de óleo passaram a ser realizados na plataforma. Estando os utilizadores a trabalhar com a plataforma, foram surgindo pontos a melhorar, bem como novas sugestões, o que levou a uma positiva troca de ideias.

No módulo Rondas Preditivas, o registo de novas operações mostrou-se ser um pouco trabalhoso, visto que certas máquinas tinham operações com as mesmas características. Portanto, estava-se a registar repetidamente as mesmas operações, mas para máquinas diferentes. Para melhorar este ponto, surgiu a hipótese de criar uma funcionalidade que permitisse copiar operações de uma máquina para outra, ou até mesmo copiar um grupo completo. Esta funcionalidade foi então incorporada na secção de registo de novas operações preditivas, tal como é possível observar na Figura 52 (secção 5.4.1).

No registo das medições de uma ronda, a data da próxima ronda era sempre atualizada de forma automática, mas em certos momentos o departamento de qualidade e produção, pelas mais diversas razões, pede que se realize uma determinada ronda extra. Sendo estas rondas extras, não fazia sentido a partir da data dessa ronda extra atualizar a data da próxima ronda. Como tal, no formulário de registo de dados de uma ronda, adicionou-se uma opção que permite indicar se a ronda é periódica ou extra (Figura 64 da secção 5.4.2). Assim, se selecionada a última opção (ronda extra) não será realizada a atualização da data da próxima ronda.

No plano de lubrificação, um técnico no início de cada semana imprime o conjunto de lubrificações que tem de realizar. Com isto, quando o técnico imprimia o documento semanal eram impressas as lubrificações a realizar nos próximos 8 dias. Ou seja, ao imprimir numa segunda-feira, irão ser apresentadas tarefas até à segunda-feira da próxima semana. Verificou-se assim que não fazia sentido serem apresentadas tarefas da semana seguinte. Neste sentido, a solução encontrada passou por ao imprimir as lubrificações semanais, independente do dia da semana, são apresentadas apenas as tarefas correspondentes à semana atual, mesmo que impressas a meio da semana.

Ainda no plano de lubrificação, sempre que eram apresentadas as tarefas de lubrificação, eram exibidas as datas das próximas realizações. No ficheiro Excel anteriormente utilizado não eram apresentadas as datas da próxima lubrificação, mas sim em número de dias até à próxima intervenção. O seu valor passava a negativo caso já tivesse sido ultrapassada a data da tarefa de lubrificação. Estando os técnicos adaptados a esta metodologia, adicionou-se uma coluna com a contagem de dias até à próxima intervenção, tal como é possível observar na Figura 79 da secção 5.5.4.

No módulo de consumo de óleos, como referido anteriormente, podem ser registados consumos por fuga ou por manutenção. Em muitos casos existe um consumo de óleo devido a uma fuga, mas o problema não é resolvido no momento. Quando o problema é resolvido, é colocada uma anotação no registo de consumo. No entanto, sentiu-se a necessidade de destacar os registos onde foram resolvidos os problemas de fugas dos restantes. Como tal, na vista detalhada da tabela, sempre que haja um registo com a anotação de resolução de uma fuga concluída, a linha correspondente é destacada a verde, tal como é possível observar na Figura 88 da secção 5.6.4.

Desta forma foi possível, durante o período de testes, corrigir algumas situações que depois contribuíram para uma melhor utilização e funcionamento da plataforma.

## 6.2 INQUÉRITO DE SATISFAÇÃO

Para validar a funcionalidade da plataforma implementada, realizou-se um inquérito aos utilizadores da mesma. A amostra deste inquérito foi constituída pelos 5 utilizadores registados na plataforma, pertencendo ao Departamento de Engenharia 1. O questionário continha questões de cariz mais genérico, mas também questões específicas, como por exemplo questões relativas a cada um dos módulos da plataforma. Havendo utilizadores que trabalham apenas com alguns dos módulos da plataforma, antes de responderem ao questionário na sua totalidade, determinavam-se os módulos que o utilizador usava, sendo feitas questões apenas sobre esses componentes da plataforma. Assim, não eram colocadas questões sobre módulos dos quais o utilizador não tinha experiência.

Foi utilizada uma escala de Likert, numerada de 1 a 5, para registar a resposta a uma determinada afirmação, seguindo-se sempre a mesma metodologia para todas as questões. Sendo que 1 corresponde a uma classificação muito má e 5 a uma classificação muito boa, tal como se exemplifica na Figura 93.

Classifique de forma geral a adequação das funcionalidades aos objectivos do utilizador \*

1 2 3 4 5

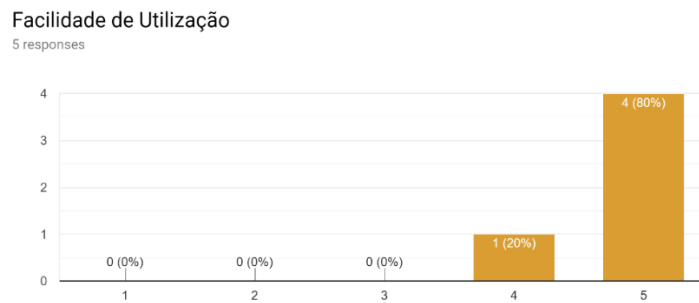
Muito Má      Muito Boa

**Figura 93** Exemplo de questão do inquérito

### 6.2.1 AVALIAÇÃO COM BASE NA EXPERIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO

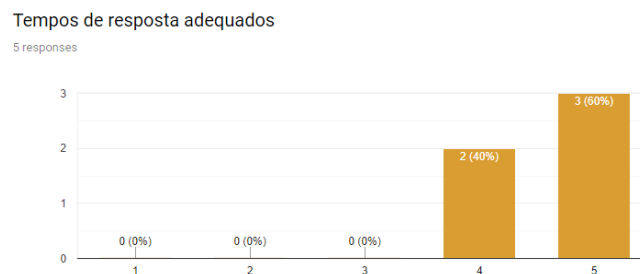
Para avaliar a facilidade de utilização, tempos de resposta e segurança, realizou-se um conjunto de oito questões. A resposta média do conjunto das questões foi de  $4,5 \pm 0,5$ .

Relativamente à facilidade de utilização geral da plataforma (Figura 94), a média de resposta foi de  $4,8 \pm 0,4$ .



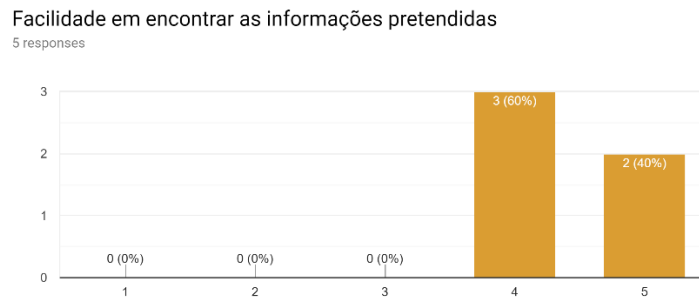
**Figura 94** Facilidade de utilização

A adequação dos tempos de resposta (Figura 95) teve uma média de  $4,6 \pm 0,5$ .



**Figura 95** Tempos de resposta adequados

A classificação média da amostra para a facilidade em encontrar as informações pretendidas foi de  $4,4 \pm 0,5$ .



**Figura 96** Facilidade em encontrar as informações pretendidas

Através destas questões, conclui-se que no geral toda a amostra considerou positiva a experiência de utilização, tanto nos tempos de resposta como na facilidade de aplicação. Tal verifica-se com resultados iguais ou superiores a 4 em todas as respostas.

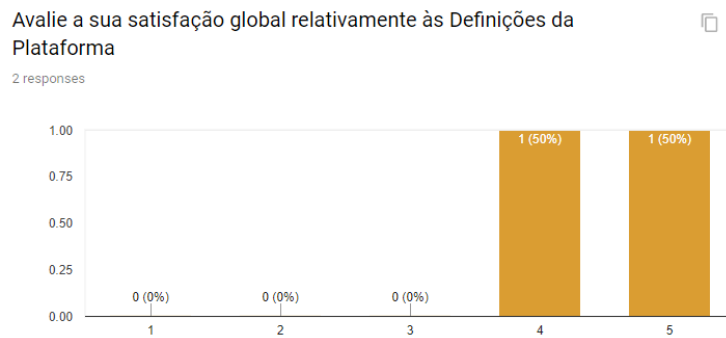
## 6.2.2 ANÁLISE DOS DIFERENTES MÓDULOS

Por forma a obter-se uma avaliação mais detalhada dos utilizadores, realizaram-se questões de cariz mais específico relativamente a cada um dos módulos da plataforma. Assim, foi possível analisar os pontos fortes e fracos do menu de definições da plataforma, rondas preditivas, plano de lubrificação e consumo de óleos.

- **Definições da Plataforma**

Relativamente às definições da plataforma, realizaram-se 6 questões. Os objetivos das mesmas foi verificar se os objetivos foram cumpridos, bem como se este módulo foi ao encontro das expectativas dos utilizadores. Verificou-se que apenas 40% da amostra trabalha com este módulo, sendo a média das respostas de  $4,4 \pm 0,5$ .

A primeira questão sobre este módulo pretendia avaliar de forma global o módulo das definições da plataforma (Figura 97), verificou-se que a resposta média foi  $4,5 \pm 0,7$ .



**Figura 97** Satisfação global das definições da plataforma

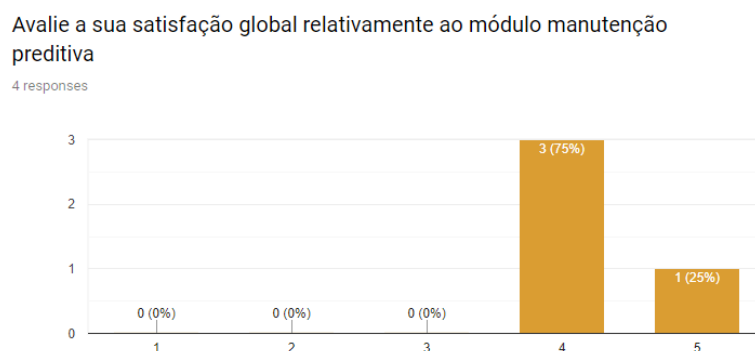
As questões seguintes avaliavam as funcionalidades do módulo. Toda a amostra classificou como 4 a criação de novas contas de utilizador e para a edição e eliminação das mesmas a média foi de  $4,5 \pm 0,7$ . Já relativamente à criação de novas máquinas e visualização e eliminação das mesmas, a classificação média foi  $4,5 \pm 0,5$  para todas.

As respostas dadas demonstraram que os utilizadores avaliaram de forma muito positiva as funcionalidades da plataforma nesta categoria.

- **Rondas Preditivas**

Para a avaliação do módulo de rondas preditivas realizaram-se 13 questões, respondidas por 80% da amostra. A resposta média ao conjunto de todas as questões é de  $4,4 \pm 4,5$ .

A primeira questão pretendia avaliar globalmente o módulo de rondas preditivas (Figura 98), verificando-se uma resposta média de  $4,25 \pm 0,5$ , classificando 75% da amostra como 4.



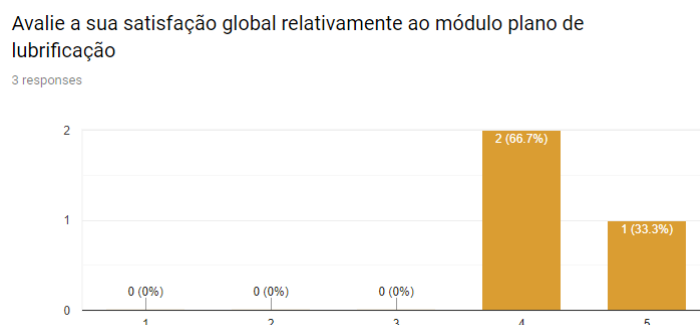
**Figura 98** Satisfação global das rondas preditivas

Relativamente às questões específicas deste módulo, verificou-se que a facilidade no registo de novas rondas foi avaliada em  $4,25 \pm 0,5$ . Já a facilidade no registo de novas operações obteve uma classificação média de  $4,6 \pm 0,5$ , contemplando as operações de exaustão.

Quanto à facilidade no registo das medições de uma ronda e a visualização do histórico obtiveram uma classificação média de  $4,5 \pm 0,6$ . Na visualização de dados, verificou-se que a apresentação de dados sob a forma de tabela obteve uma votação mais favorável ( $4,5 \pm 0,6$ ), relativamente ao uso de gráficos ( $4,25 \pm 0,5$ ).

- **Plano de Lubrificação**

Para a avaliação do módulo Plano de Lubrificação realizaram-se 6 questões, respondidas por 60% da amostra. A resposta média ao conjunto destas questões foi  $4,4 \pm 0,5$ . A questão relativa à satisfação e avaliação global do módulo (Figura 99) obteve uma classificação de  $4,3 \pm 0,6$ .



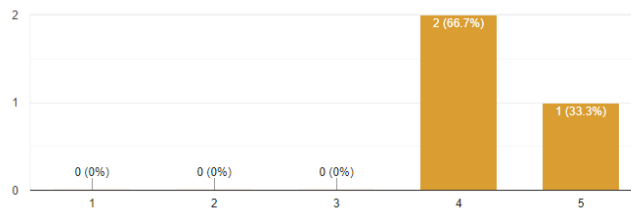
**Figura 99** Avaliação Global do Plano de Lubrificação

Nas questões específicas acerca do módulo verificou-se que o registo de novas tarefas, visualização e edição das mesmas, obtiveram uma classificação média de  $4,3 \pm 0,6$ . Já o registo de lubrificações realizadas, bem como a visualização das próximas lubrificações, obtiveram uma classificação média de  $4,6 \pm 0,6$ .

- **Consumo de Óleos**

Para a avaliação do módulo Consumo de Óleos realizaram-se 6 questões, respondidas por 60% da amostra. A primeira, tal como nos restantes módulos, foi acerca da satisfação global do módulo, obtendo uma classificação média de  $4,3 \pm 0,6$ .

Avalie a sua satisfação global relativamente ao módulo Consumo de Óleos  
3 respostas



**Figura 100** Avaliação global do módulo consumo de óleos

Relativamente ao registo de novos lubrificantes e locais de lubrificação, ambos obtiveram uma classificação média de  $4,3 \pm 0,6$ . Já o registo de um consumo de óleo obteve  $4,7 \pm 0,6$ .

A visualização de dados sob a forma de tabela detalhada, obteve a pontuação máxima por toda a amostra, ou seja, 5. Já a tabelas gerais obtiveram  $4,7 \pm 0,6$  e a visualização por gráficos obtiveram o valor de  $4,3 \pm 0,6$ .

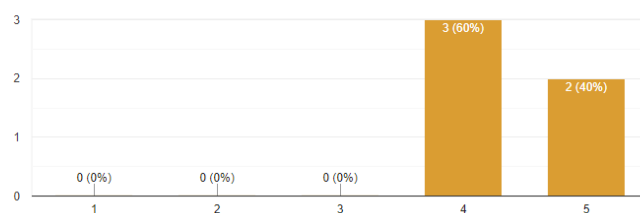
### 6.2.3 ANÁLISE GERAL

Por forma a consolidar a avaliação, realizaram-se um conjunto de 10 questões de cariz geral. O objetivo destas questões foi verificar se os objetivos foram cumpridos, bem com perceber-se se plataforma foi ao encontro do que os utilizadores pretendiam como nova ferramenta de gestão de manutenção.

Questionada sobre a adequação das funcionalidades aos objetivos do utilizador (Figura 101), 60% da amostra avaliou com 4 e os restantes 40% avaliaram com 5, sendo a resposta média igual a  $4,4 \pm 0,5$ .

Classifique de forma geral a adequação das funcionalidades aos objectivos do utilizador

5 responses

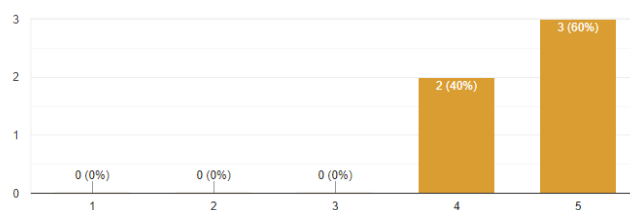


**Figura 101** Avaliação das funcionalidades

Sendo objetivo da plataforma reduzir a utilização de papel, questionou-se à amostra se esta contribuiu de facto para a diminuição da utilização de papel (Figura 102). A resposta média foi  $4,6 \pm 0,5$ , considerando a amostra que se otimizou a utilização de papel.

Classifique de que forma a plataforma permitiu reduzir a utilização de papel

5 responses

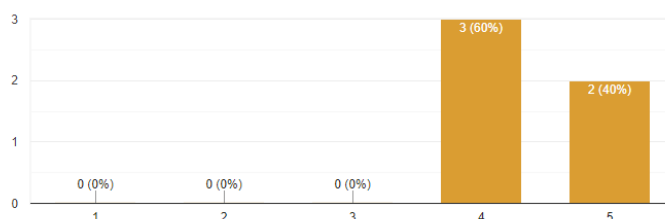


**Figura 102** Avaliação utilização de papel

Outro ponto crítico era a calendarização de trabalhos (Figura 103), considerando a amostra que houve um melhoramento nesse aspeto, com resposta média de  $4,4 \pm 0,5$ .

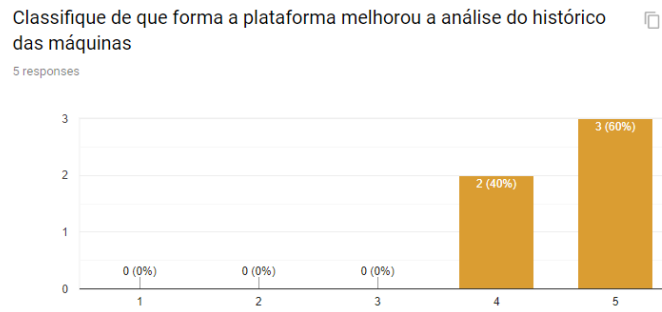
Classifique de que forma a plataforma melhorou a organização da calendarização de trabalhos

5 responses



**Figura 103** Avaliação da organização da calendarização de trabalhos

Também na análise do histórico das máquinas, a amostra considerou que houve um melhoramento nesse aspeto, sendo a votação média de  $4,6 \pm 0,5$ .



**Figura 104** Avaliação do melhoramento da análise do histórico de máquinas

Como conclusão do trabalho de teste e validação da ferramenta, analisando não só as questões mais gerais como também as específicas, verifica-se que de uma forma geral os utilizadores mostraram-se satisfeitos com a plataforma desenvolvida. Assim, e embora a amostra do inquérito ter sido pequena, verifica-se que a plataforma foi ao encontro daquilo que a empresa necessitava, indo sobretudo de encontro às expetativas dos utilizadores.

## 7. CONCLUSÕES

Atualmente, a manutenção é um fator importantíssimo para as empresas, apostando as mesmas cada vez mais em metodologias que evitem paragens de produção e prolonguem a vida útil das máquinas. Com isto, a Manutenção Preditiva tem vindo a tomar um papel cada vez mais importante, como acontece na Departamento de Engenharia 1 da Continental Mabor. Este trabalho contribui assim de forma positiva para que os processos relacionados com este tipo de manutenção fossem melhorados na empresa.

Dado por terminado o trabalho nesta fase, verificou-se que na sua generalidade os grandes objetivos foram cumpridos com sucesso. Assim, conseguiu-se o desenvolvimento de uma plataforma que aglomerasse os módulos Rondas Preditivas, Plano de Lubrificação e Consumo de Óleos.

Para o módulo Rondas Preditivas os principais objetivos eram a organização dos dados e um acesso aos mesmos de forma fácil e intuitiva, verificando-se que os mesmos foram atingidos com sucesso. Assim, a plataforma permite aferir rapidamente se uma determinada máquina está com problemas. Tal é possível através do *dashboad* com as informações de *status*, bem como na visualização de dados, onde são destacadas todas as medidas fora dos limites definidos ou próximos destes valores.

Outro aspeto claramente melhorado relaciona-se com a análise do histórico de máquinas, pois através do formulário de visualização é possível filtrar-se a informação pretendida rapidamente, mesmo com períodos superiores a um ano. Através da possibilidade de exportação para Excel e impressão é possível utilizarem-se todos os dados para efeitos de outras análises.

Embora fosse objetivo acabar-se com o registo das medições nas fichas de preenchimento manuscrito, tal não foi totalmente conseguido para já, mas um grande avanço foi feito nesse sentido. O objetivo era realizar o registo das medições diretamente na plataforma, ou seja, o técnico responsável pela realização das rondas estaria acompanhado, por exemplo, de um tablet, no qual anotava as medições efetuadas. Como não foi possível a obtenção imediata do tablet, os registos ainda são anotados em fichas de preenchimento manuscrito e só depois são registadas na plataforma.

Para o plano de lubrificação, o objetivo era o desenvolvimento de uma solução que facilitasse a visualização da calendarização de tarefas, bem como o registo de execução das mesmas. Como tal, no *dashboard* são apresentadas as lubrificações a realizar nos próximos 15 dias, destacando-se a vermelho as tarefas que já deveriam ter sido realizadas. Além disso, é possível realizar-se uma calendarização semanal, quinzenal, mensal ou anual, permitindo aos técnicos organizarem os seus planos de trabalhos. O registo de execução de lubrificações ficou também mais simplificado, pois no formulário as tarefas são filtradas por máquina, tornando a listagem mais reduzida.

Para o módulo Consumo de Óleos o objetivo era o desenvolvimento de uma solução que organizasse os dados dos consumos, facilitando deste modo o acesso aos mesmos, bem como as operações de registo. O registo de consumos ficou mais simplificado através de um formulário mais intuitivo, que vai filtrando a informação à medida que este vai sendo

preenchido. A visualização de dados ficou também ela mais intuitiva e simplificada, permitindo filtrar as informações pretendidas de forma fácil, quer através de tabela ou gráfico. Na tabela geral visualiza-se facilmente as máquinas com índices mais elevados de consumos por fugas, destacando-se sempre a vermelho as três com consumos mais elevados. Além disso, é possível a visualização de dados com um período superior a um ano.

Na sua generalidade, a plataforma revelou-se uma ferramenta importantíssima em vários aspetos, utilizando-se os dados da manutenção preditiva de uma forma mais eficiente e precisa. Dentro dos aspetos melhorados, destaca-se a organização e centralização de dados. Os dados dos três módulos passaram a estar centralizados numa única plataforma, otimizando-se também o acesso e análise dos mesmos.

Através de um *layout* intuitivo e interativo, tornou-se mais fácil efetuarem-se registos, bem como visualizarem-se os dados pretendidos. Através dos mais variados filtros de pesquisa e do modo de apresentação da informação, nos gráficos e tabelas, tornou-se mais simplificada a análise de tendências e a deteção de problemas nas máquinas.

Verifica-se assim que a plataforma superou os objetivos a que se propôs, sendo o *feedback* da empresa extremamente positivo, como comprovam também os resultados do inquérito de avaliação realizado, com a resposta média a rondar os 4,5. Além disso, este trabalho despertou o interesse de outros departamentos de engenharia, ponderando deste modo virem a utilizar a mesma plataforma.

Contudo, a plataforma possui ainda margem de evolução, havendo aspetos que poderão ser melhorados no futuro. Um dos pontos a melhorar no futuro relaciona-se com a associação de *email* às contas de utilizador, tal ainda não foi possível pois nem todos os utilizadores da plataforma possuem *email* da empresa.

Entre os vários departamentos de engenharia existem diferentes métodos de realização de manutenção. A plataforma atual está delineada para as necessidades do Departamento de Engenharia 1. No entanto, foram sempre tidas em consideração as metodologias dos outros departamentos de engenharia de forma a que futuramente possa ser utilizada por mais repartições da fábrica, existindo apenas a necessidade de implementação de

pequenas funcionalidades. São reconhecidas as potencialidades da plataforma atual, logo essa tarefa está à partida facilitada.

## *Referências Documentais*

- [1] N. A. C. C. d. Faria, “Elaboração e implementação de um plano geral de manutenção preditiva, preventiva e curativa,” Porto, 2013.
- [2] V. M. Pinto, *Gestão da Manutenção*, IAPMEI - Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e ao Investimento, 2004.
- [3] F. M. C. Filipe, “Gestão e organização da manutenção, de equipamento de conservação e manutenção de infra-estruturas ferroviárias,” Porto, 2006.
- [4] J. M. R. Dias, “A GESTÃO DA MANUTENÇÃO EM PORTUGAL,” Lisboa, 2003.
- [5] J. P. O. Pinto, *Manutenção Lean*, Lisboa: Lidel – Edições Técnicas, 2013.
- [6] C. P. Cabrita e A. J. M. Cardoso, “Conceitos e definições de falha e avarias nas normas portuguesas de manutenção NP EN 13306:2007 e NP EN 15341:2009,” p. 6, 2015.
- [7] J. L. G. NINA, “Melhoria da Gestão da Manutenção,” Porto, 2016.
- [8] M. A. d. Oliveira, “Sistema de gestão da manutenção baseada no grau de maturidade da organização no âmbito da manutenção,” Braga, 2017.
- [9] P. J. P. Ferreira, “Estratégias de um procedimento híbrido de manutenção aplicada a uma indústria de trefilaria,” Coimbra, 2018.
- [10] N. J. P. e. Sousa, “Aplicação da Metodologia Lean no Serviço de Manutenção de uma Empresa Alimentar,” Lisboa, 2013.
- [11] J. Laurila, “Developing Computerized Maintenance,” Helsínquia, 2017.
- [12] Y. Lemma, “CMMS Benchmarking Development in Mining Industries,” Luleå, 2012.

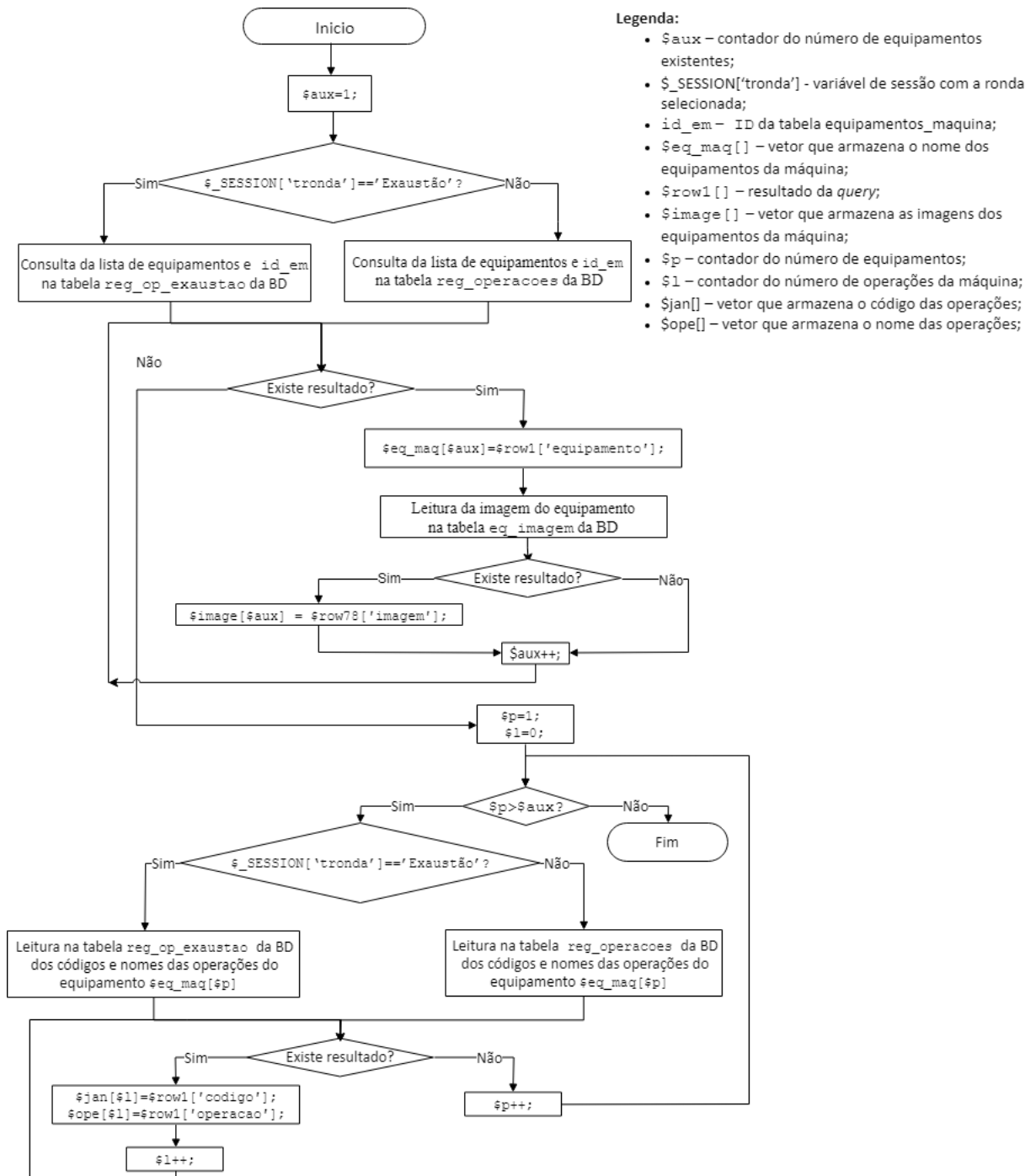
- [13] P. Wilder e M. Cannon, “Advantages of a computerized maintenance management system in managing plant operations,” p. 12, 6 Agosto 2002.
- [14] Microsoft, “Documentação do SQL Server,” 12 Agosto 2018. [Online]. Available: <https://docs.microsoft.com/pt-br/sql/sql-server/sql-server-technical-documentation?toc=..%2Ftoc%2Ftoc.json&view=sql-server-2017>. [Acedido em 25 Novembro 2018].
- [15] PHP, [Online]. Available: <https://php.net/>. [Acedido em 25 Novembro 2018].
- [16] Mozilla, “HTML,” [Online]. Available: <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/HTML>. [Acedido em 25 Novembro 2018].
- [17] Mozilla, “JavaScript,” [Online]. Available: <https://developer.mozilla.org/pt-PT/docs/Web/JavaScript>. [Acedido em 25 Novembro 2018].
- [18] Google, “Google Charts,” [Online]. Available: <https://developers.google.com/chart/?hl=pt-US>. [Acedido em 12 Dezembro 2018].
- [19] Mozilla, “CSS: Folhas de Estilo em Cascata,” [Online]. Available: <https://developer.mozilla.org/pt-PT/docs/Web/CSS>. [Acedido em 25 Novembro 2018].

# Anexo A. Fichas

Misturador 4									
Local	Zona	Registo	Unidade	Limite / Intervalo					Instrução de trabalho - Máq. Funcionamento
TCU Corpo	Entrada Água TCU	Pressão	bar	(1 ; 3,4)					Pressão de entrada da água na TCU
	Circuito 1 - Corpo	Temperatura	°C	+/- 5 °C					Diferença entre o Setpoint e o valor actual em °C
	Circuito 2 - Porta descarga / Martelo	Temperatura	°C	+/- 5 °C					Diferença entre o Setpoint e o valor actual em °C
	Circuito 3 - Rótores	Temperatura	°C	+/- 5 °C					Diferença entre o Setpoint e o valor actual em °C
TCU Extrusora	Entrada Água TCU	Pressão	bar	(1 ; 3,4)					Pressão de entrada da água na TCU
	Circuito 1	Temperatura	°C	+/- 5 °C					Diferença entre o Setpoint e o valor actual em °C
	Circuito 2	Temperatura	°C	+/- 5 °C					Diferença entre o Setpoint e o valor actual em °C
	Circuito 3	Temperatura	°C	+/- 5 °C					Diferença entre o Setpoint e o valor actual em °C
TCU Moinho	Entrada Água TCU	Pressão	bar	(1 ; 3,4)					Pressão de entrada da água na TCU
	Circuito 1	Temperatura	°C	+/- 5 °C					Diferença entre o Setpoint e o valor actual em °C
	Circuito 2	Temperatura	°C	+/- 5 °C					Diferença entre o Setpoint e o valor actual em °C
Misturador	Motor	Temperatura	°C	< 70					Medir Temperatura
	Caixa Redutora	Temperatura	°C	< 55					Medir Temperatura
	Óleo Unidade Hidráulica	Temperatura	°C	< 60					Registar valor da sonda de temperatura
	Fuga Óleo Unidade Hidráulica	OK / NOK	N.A.	1 - OK / 0 - NOK					Verificar Fugas Visíveis na Unidade Hidráulica
	Rótor Frente Lado Motor	Temperatura	°C	< 65					Medir temperatura no rolamento
	Rótor Frente Lado oposto	Temperatura	°C	< 65					Medir temperatura no rolamento
	Rótor Trás Lado Motor	Temperatura	°C	< 65					Medir temperatura no rolamento
	Rótor Trás Lado oposto	Temperatura	°C	< 65					Medir temperatura no rolamento
	Anel 1 Water Right	Temperatura	°C	< 75					Registar valor da sonda de temperatura
	Anel 2 Water Left	Temperatura	°C	< 75					Registar valor da sonda de temperatura
	Anel 3 Motor Right	Temperatura	°C	< 75					Registar valor da sonda de temperatura
Anel 4 Motor Left	Temperatura	°C	< 75					Registar valor da sonda de temperatura	



## Anexo B. Ficheiro de leitura de equipamentos, imagens e operações da base de dados





# Anexo C. Ficha de registo das ronda



## Registo Ronda Geral

### MIXERO

#### TCU Corpo

Data	Entrada de água TCU(bar)	Circuito 1(°C)	Circuito 2(°C)
—/—			
—/—			
—/—			
—/—			
—/—			

#### Misturador 270

Data	Motor(°C)	Caixa Redutora(°C)	Óleo Unidade Hdraulica(°C)
—/—			
—/—			
—/—			
—/—			
—/—			

#### Moinho Descarga

Data	Motor Rolo Frente(°C)	Motor Rolo Trás(°C)	Caixa Redutora Rolo Frente(°C)
—/—			
—/—			
—/—			
—/—			
—/—			



## Anexo D. Relatório mensal do teste de paragem dos moinhos



Continental Mabor  
Indústria de Pneus, S.A.  
7/2019

### MANUTENÇÃO PREVENTIVA

<b>Teste Mensal de Paragem de Emergência dos Moinhos</b>				
<b>Designação da Máquina</b>	<b>Distância máxima permitida paragem (m/m)</b>	<b>Distância Atual de Paragem</b>	<b>Estado dos Sistemas de Segurança</b>	<b>DATA</b>
MIX0 - Moinho BUZULUK	120	110	OK	15-07-2019
MIX1 - Moinho BUZULUK	120	130	NOT OK	15-07-2019
MIX11 - Moinho BUZULUK	120	77	OK	02-07-2019
MIX2 - Moinho BUZULUK	120	90	OK	15-07-2019
MIX3 - Moinho BUZULUK	120	85	OK	15-07-2019
MIX4 - Moinho BUZULUK	120	66	OK	15-07-2019
MIX5 - Moinho BUZULUK	120	96	OK	01-07-2019
MIX6 - Moinho BUZULUK	120	88	OK	14-07-2019
MIX7 - Moinho BUZULUK	120	54	OK	15-07-2019
MIX8 - Moinho BUZULUK	120	55	OK	15-07-2019
MIX9 - Moinho BUZULUK	120	66	OK	11-07-2019

NOTA: TODOS OS MOINHOS E CALANDRAS DEVEM SER TESTADOS UMA VEZ POR MÊS PELO DE-1-A. VERIFICAR OS CORDÕES DE SEGURANÇA E MICROSWITCHES; CORRIGIR SE NECESSÁRIO.

TÉCNICO: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ CH. DEP: \_\_\_\_\_

