

2015

Instituto Politécnico de Coimbra
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE COIMBRA

Conceção e Desenvolvimento de Aplicação de Manutenção

MESTRADO EM ENGENHARIA ELETROTÉCNICA

AUTOR | Francisco Rodolfo Cardoso Rodrigues

ORIENTADOR |
Prof. Doutor Inácio de Sousa Adelino da Fonseca

Coimbra, junho 2015



Instituto Superior de
Engenharia de Coimbra

MEE Conceção e Desenvolvimento de Aplicação de Manutenção

Conceção e Desenvolvimento de Aplicação de Manutenção

Relatório de Projeto apresentado para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Eletrotécnica na Área de Especialização em Automação e
Comunicações em Sistemas Industriais

Autor

Francisco Rodolfo Cardoso Rodrigues

Orientadores

Professor Doutor Inácio Fonseca

Instituição

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Coimbra, junho 2015

Campeões não são feitos em academias. Campeões são feitos de algo que eles têm profundamente dentro de si - um desejo, um sonho, uma visão.

Agradecimentos

Quero deixar, expresso o meu reconhecimento e agradecimento as pessoas que me apoiaram ao longo do percurso do trabalho desenvolvido:

Quero agradecer ao meu orientador de projeto, Professor Doutor *Inácio Fonseca*, por me ter apoiado em todo o trabalho desenvolvido, e nos momentos mais difíceis, partilhando o seu conhecimento e orientando-me de forma a impor-me desafios, motivando-me para o desenvolvimento de capacidades, competências de trabalho, e determinação para alcançar as metas pretendidas.

Ao Professor Doutor *Torres Farinha* que foi meu Professor na Unidade Curricular de *Manutenção e Controlo de Qualidade* na Licenciatura em Engenharia Eletromecânica, e ao Mestre Engenheiro *Rúben Oliveira* que foi meu colega na Licenciatura, na componente de I&D da área da Manutenção.

Ao Engenheiro *Tiago Figueira*, por todo o apoio que me deu no desenvolvido da *Interface* gráfica do sistema desenvolvido, partilhando o seu saber e experiência.

Ao Engenheiro *Luís Carlos Galo*, por me ter apoiado e incentivado a aprofundar o tema iniciado num trabalho de grupo desenvolvido na Unidade Curricular do Mestrado de *Sistemas de Informação Aplicados*, lecionada pelo Professor Doutor *Inácio Fonseca*.

Por fim, quero agradecer aos meus pilares da minha vida, sem eles nunca conseguia chegar ao fim deste percurso, aos meus pais: ao meu pai *Francisco Rodrigues*, e à minha mãe *Fátima Rodrigues*. Agradeço ainda à minha irmã *Andreia Rodrigues*, ao meu amigo de infância *Diogo Rodrigues*, e ao resto da minha família e amigos pelo apoio dado durante este longo percurso.

Resumo

A manutenção apresenta-se atualmente como um dos fatores primordiais que contribuem para a produtividade das empresas. A sua importância começa a ser cada vez mais reconhecida devido à necessidade de maximizar a disponibilidade dos Ativos Físicos (Instalações e Equipamentos) e, por consequência, de incrementar os níveis de competitividade das empresas através do aumento dos tempos de produção.

A presente monografia centra-se no desenvolvimento de um Sistema de Informação Aplicado à Gestão da Manutenção (IASMM - *Information Applied System Management Maintenance*), que permite realizar o planeamento da manutenção pela predição da condição dos Ativos Físicos, através das suas variáveis de funcionamento (número de horas de trabalho, ciclos de funcionamento, número de rotações) e das variáveis de condição (tensões, correntes, temperaturas, binários), e pela calendarização das tarefas de manutenção, visando maximizar a disponibilidade de funcionamento dos Ativos Físicos.

A leitura das variáveis de funcionamento e de condição é feita com ciclos de amostragem previamente determinados sendo, posteriormente, feita a análise dos dados através de algoritmos específicos de predição visando a calendarização das intervenções de manutenção planeada antes que as variáveis atinjam os valores limite.

A abrangência deste sistema suporta-se em ferramentas e tecnologias, tais como as aplicações lógicas que permitem uma *Interface* gráfica com o utilizador para o acesso à informação relevante sobre os seus Ativos Físicos HMI (*Human Machine Interface*), designadamente as de controlo e supervisão, através de aquisição de dados SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*), incluindo ainda os protocolos de comunicação entre as diversas aplicações lógicas.

A monografia apresenta o sistema de informação, ainda em fase de desenvolvimento, com as diversas valências da Gestão de Manutenção planeada, que apoia a Gestão de *Stocks* de peças-de-reserva, Recursos Humanos, Serviços Externos (sub-contratação) e todas as atividades de manutenção, tendo como suporte um modelo de dados desenvolvido em *SQL Server 2012*, o qual apresenta uma boa versatilidade de manuseamento do *Software* desenvolvido a partir da arquitetura do sistema. Este *Software*, designado por GESP foi desenvolvido com o auxílio do programa *Web ASP.NET MVC (Visual Studio Express 2012)*, em que o modelo MVC possibilita a interligação dos dados com as *Interfaces* gráficas, que facilitam a Gestão de Manutenção. O *Software* permite o acesso ao sistema via web.

Palavras-Chave: Sistema de Gestão de Informação; CMMS; EAM; Web ASP.NET MVC; *SQL Server 2012*; HMI/SCADA; Manutenção planeada.

Abstract

Nowadays maintenance is one of the main factors that contribute to the companies' productivity. Its importance is increasingly recognized because the need of maximize the availability of Physical Assets (facilities and equipment) and, consequently, to increase the levels of competitiveness of companies by increasing the production times.

This monograph focuses on the development of an Information System Applied to Maintenance Management (IASMM - Applied Information System of Maintenance Management) that permits the maintenance planning, both the scheduled and the on-condition with prediction, of the Physical Asset through its operating variables (number of working hours, operating cycles, number of revolutions) and condition variables (voltage, current, temperature, binary), having the objective to optimize the timing of maintenance tasks to maximize the availability of functioning of Physical Assets.

The reading of the operating condition variables is made through predetermined sampling cycles and, subsequently the analysis of data is made through specific prediction algorithms that aim to reach timings for the scheduled maintenance interventions before the variables reach the values limit.

The scope of this system is supported in tools and technologies such as the logical applications that enable a Graphical User Interface (GUI) for access to the relevant information about their Physical Asset HMI (Human Machine Interface), with control and supervision, through the acquisition of data SCADA (Supervisory Control And data Acquisition), also including the communication protocols among the different logical applications.

The monograph presents an information system, still under development, with the several aspects of the planned Maintenance Management, that manages the spare-parts, Human Resources, External Services (Outsourcing) and all maintenance activities, supported by a data model developed in SQL Server 2012, which provides a good versatility for handling software developed from the system architecture. This software, named GESP, was developed based on ASP.NET MVC Web program (Visual Studio Express 2012), in which the MVC model enables the data interconnection with graphical interfaces that facilitate the Maintenance Management. The software allows access to the system via web.

Keywords: System Information Management; CMMS; EAM; MVC ASP.NET Web; SQL Server 2012; HMI / SCADA; Planned maintenance.

Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo	iii
Abstract	v
Índice	vii
Índice de Figuras	xiii
Índice de Tabelas	xvii
Simbologia e Abreviaturas	xix
1 Introdução.....	1
2 Estado da Arte.....	3
2.1 Introdução.....	3
2.2 <i>Maximo</i>	3
2.2.1 Gestão de Trabalhos	3
2.2.2 Gestão de Inventários	3
2.2.3 Gestão de Recursos.....	4
2.2.4 Gestão de Serviços	4
2.2.5 Gestão de Contratos	4
2.2.6 Gestão de Ativos	4
2.2.7 Características do CMMS.....	4
2.2.8 Formas de implementação do sistema IBM Maximo	4
2.2.8.1 IBM Maximo Change Manager.....	5
2.2.8.2 IBM Maximo <i>Mobile</i>	5
2.2.8.3 IBM Maximo Asset Navigator	5
2.2.8.4 IBM Maximo Adapter for Microsoft Project.....	5
2.2.8.5 IBM Maximo Calibration	5
2.2.8.6 IBM Maximo Asset Configuration Manager.....	5
2.2.8.7 IBM Maximo Enterprise Adapters.....	5
2.2.8.8 IBM Maximo e-commerce Adapter	6
2.2.8.9 IBM Maximo Online Commerce System	6
2.2.9 Aquisição do IBM MAXIMO	6
2.3 SAP R/3.....	6
2.3.1 Contabilidade Financeira (FI – <i>Financial Accounting</i>).....	6
2.3.2 Controlo (CO – <i>Controlling</i>).....	7
2.3.3 Gestão de Ativos (AM – <i>Asset Management</i>).....	7
2.3.4 Gestão de Projetos (PS – <i>Project Management Systems</i>).....	7

2.3.5	Fluxo de Trabalho (WF – <i>Workflow</i>).....	7
2.3.6	Soluções Industriais (IS – <i>Industry Solutions</i>).....	7
2.3.7	Recursos Humanos (HR – <i>Human Resources</i>)	7
2.3.8	Manutenção (PM – <i>Plant Maintenance</i>)	7
2.3.9	Gestão da Qualidade (QM – <i>Quality Management</i>).....	7
2.3.10	Planeamento da Produção (PP – <i>Production Planning</i>)	8
2.3.11	Gestão de Materiais (MM – <i>Materials Management</i>)	8
2.3.12	Vendas e Distribuição (SD – <i>Sales and Distribution</i>).....	8
2.3.13	Aquisição do SAP R/3	8
2.4	Primavera	8
2.4.1	Instalações e Equipamentos ou Objetos de Manutenção	9
2.4.2	Materiais	9
2.4.3	Meios	9
2.4.4	Organização	9
2.4.5	Gestão	9
2.4.6	Histórico de Avarias.....	9
2.4.7	<i>Helpdesk</i>	10
2.4.8	Análise de Mercado.....	10
2.5	Aplicação de Manutenção <i>ManWinWin</i>	10
2.5.1	Trabalhos de Manutenção (Ordens de Trabalho)	10
2.5.2	Custos de Manutenção.....	10
2.5.3	Parque de Equipamentos.....	10
2.5.4	Gestão de Armazéns.....	11
2.5.5	Análises & Indicadores	11
2.5.6	Formas de implementação do sistema <i>ManWinWin</i>	11
2.5.6.1	Instalação da aplicação no <i>Hardware</i> do cliente.....	11
2.5.6.2	Implementação do serviço em <i>Cloud</i>	11
2.5.6.3	Implementação do sistema, através do acesso da aplicação via <i>Internet</i>	11
2.6	Conclusões.....	11
3	Modelo de Base de Dados	13
3.1	Introdução.....	13
3.2	Gestão do Sistema de Informação Aplicado	13
	Logística	14
3.2.1.1	Gestão dos contratos	14
3.2.1.2	Certificação.....	15
3.2.1.3	Contatos externos	15
3.2.1.4	Contatos internos	16

3.2.1.5	Documentação	16
3.2.2	Gestão de Tecnologia	16
3.2.2.1	Família da tecnologia	17
3.2.2.2	Especificações.....	17
3.2.2.3	Referências	18
3.2.3	Gestão de <i>Stocks</i>	18
3.2.4	Gestão de Manutenção	20
3.2.4.1	Tarefas	21
3.2.4.2	Eventos.....	22
3.2.4.2.1	Classificação	23
3.2.4.3	Planeamento	23
3.2.4.3.1	Análise histórica	24
3.2.4.3.2	Desencadeamento	24
3.2.4.3.3	Classificação da manutenção	25
3.2.4.3.3.1	Níveis de manutenção AFNOR X60-010 (<i>Association Française de Normalisation</i>)	26
3.2.4.3.3.2	Tipos de manutenção NP EN 13306:2007.....	26
3.2.4.4	Ordens de trabalho.....	28
3.2.5	Gestão de Recursos Humanos	28
3.2.5.1	Utilizadores.....	29
3.2.5.2	Especificações.....	29
3.2.5.2.1	Perfil	29
3.2.5.2.2	Especialidade	29
3.2.5.3	Gestão de pessoal.....	30
3.2.1	Gestão do Sistema	30
3.3	Estratégias e vertentes de gestão de ativos com a implementação do GESP	31
3.4	Conclusões.....	32
4	Arquitetura do Sistema	33
4.1	Introdução.....	33
4.2	Desenvolvimento do Sistema em ASP .NET MVC C#.....	33
4.2.1	Vantagens da Programação da Aplicação em ASP .NET	33
4.3	Níveis da Arquitetura do Sistema.....	34
4.3.1	<i>Interface</i> Gráfica	34
4.3.2	Aplicação Lógica	34
4.3.3	Armazenamento de Dados.....	34
4.4	Arquitetura do Sistema	35
4.4.1	<i>Interfaces</i> Gráficas	35
4.4.1.1	Acesso à administração do sistema.....	36

4.4.1.2	Acesso dos utilizadores ao sistema	36
4.4.1.3	Acesso do HMI/SCADA ao sistema	36
4.4.2	Padrão MVC	38
4.4.2.1	Modelo	38
4.4.2.2	Vista	39
4.4.2.3	Controlo	40
4.5	Caso de estudo	42
4.5.1	Logística	42
4.5.1.1	Contrato de terciarização	42
4.5.1.1.1	Elementos dos contratos	43
4.5.1.1.1.1	Profissionais	43
4.5.1.1.1.2	Ordens de trabalho	43
4.5.1.1.1.3	Documentação	43
4.5.1.1.1.4	Contatos	43
4.5.1.2	Certificação	43
4.5.1.2.1	Profissional	43
4.5.1.2.2	Validade	43
4.5.2	Gestão de Tecnologia	44
4.5.2.1	Decomposição estrutural	44
4.5.2.1.1	Estados	44
4.5.2.1.2	Especificações	45
4.5.2.1.3	Garantia	45
4.5.2.1.4	Condições de operação	45
4.5.2.2	Referências	45
4.5.2.2.1	Modelo	46
4.5.2.2.2	Marca	46
4.5.2.2.3	Fornecedores da marca	46
4.5.2.3	Gestão de <i>Stocks</i>	47
4.5.2.3.1	Cartão de <i>Stock</i>	47
4.5.2.3.2	Encomendas	49
4.5.2.3.3	Reserva	49
4.5.2.3.4	Ordem	49
4.5.2.3.5	Entrega	49
4.5.2.3.6	Estados	49
4.5.3	Gestão de Manutenção	49
4.5.3.1	Tarefas	49
4.5.3.2	Classificação	49
4.4.2.1	Recursos	50
4.5.3.2.1	Profissionais	50

4.5.3.2.2	Componentes	50
4.5.3.3	Eventos.....	50
4.5.3.3.1	Estados.....	51
4.5.3.4	Tarefas	51
4.5.3.5	Ordens de trabalho.....	51
4.5.3.6	Estado da ordem de trabalho	52
4.5.3.7	Planeamento	52
4.5.3.7.1	Análise histórica	52
4.5.3.7.2	Condições de desencadeamento.....	53
4.5.3.7.2.1	Medida.....	53
4.5.3.7.2.2	Regular	53
4.5.3.7.3	Estados.....	54
4.5.4	Gestão de Recursos Humanos	54
4.5.4.1	Gestão de pessoal.....	54
4.5.4.1.1	Trabalhos do pessoal	54
4.5.4.1.2	Férias.....	55
4.6	Conclusões.....	55
5	<i>Interface Gráfica do Sistema GESP</i>	57
5.1	Introdução.....	57
5.2	Funcionamento do GESP.....	57
5.3	Conclusões.....	70
6	Conclusões	73
7	Desenvolvimentos Futuros.....	75
	Anexo I - Diagramas das tabelas da base de dados GESP	79
	Anexo II - Tabelas do caso de estudo do capítulo 4.....	85

Índice de Figuras

Figura 3.1 - Módulos do Sistema de Informação GESP.....	13
Figura 3.2 - Gestão de contratos.....	14
Figura 3.3 - Estado da gestão de contratos.....	15
Figura 3.4 - Estado da decomposição tecnológica.....	16
Figura 3.5 - Descrição da hierarquia dos Ativos Físicos.....	17
Figura 3.6 - Especificações dos Ativos Físicos.....	17
Figura 3.7 - Descrição das referências dos Ativos Físicos.....	18
Figura 3.8 - Diagrama dos estados e processamentos das ordens de encomenda.....	19
Figura 3.9 - Descrição do processo da Gestão de Manutenção.....	20
Figura 3.10 – Novas vertentes para a gestão de ativos.....	21
Figura 3.11 - Descrição das tarefas do módulo da Gestão de Manutenção.....	21
Figura 3.12 - Descrição dos estados dos eventos de manutenção no sistema.....	22
Figura 3.13 - Classificação dos eventos de manutenção.....	23
Figura 3.14 - Descrição do processamento do planeamento de manutenção no sistema.....	24
Figura 3.15 - Desencadeamento de eventos de manutenção.....	25
Figura 3.16 - Descrição dos tipos de manutenção planeada.....	26
Figura 3.17 – Planeamento da manutenção preditiva de um motor elétrico pelas variáveis de funcionamento e condição.....	27
Figura 3.18 - Descrição dos níveis AFNOR X60-010.....	28
Figura 3.19 - Descrição dos perfis e a sua hierarquia no sistema.....	29
Figura 3.20 - Descrição da gestão do pessoal para a manutenção planeada.....	30
Figura 3.21 - Gestão do Sistema.....	31
Figura 4.1 - Níveis da Arquitetura do Sistema.....	34
Figura 4.2 - Padrão da Arquitetura do Sistema MVC.....	35
Figura 4.3 - Interligação do <i>Software Zenon</i> com outros sistemas.....	37
Figura 4.4 – Processo de Controlo e Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA) das variáveis de funcionamento e condição.....	37
Figura 4.5 - Descrição da Interação das Camadas do Padrão MVC.....	38
Figura 4.6 - Modelo do <i>Meter Event Scheduling</i>	39
Figura 4.7 - Excerto de código HTML da Vista de criação do formulário <i>Meter Event Scheduling</i>	39
Figura 4.8 - Excerto de código CSS da Vista dos botões da aplicação.....	40
Figura 4.9 - Excerto do código <i>JavaScript</i> da Vista para ativar o <i>datetime</i> do HTML do formulário <i>Meter Event Scheduling</i>	40
Figura 4.10 - Estabelece a comunicação entre o Modelo e o Controlo.....	41

Figura 4.11 - Realiza um pedido específico dos dados para a criação de um <i>Meter Event Scheduling</i>	41
Figura 4.12 - Submete os dados selecionados no pedido para a criação de um <i>Meter Event Scheduling</i>	42
Figura 4.13 - Motor de indução, do exemplo prático descrito no sistema.	44
Figura 4.14 - Descrição do cartão de <i>Stock</i> do motor de indução.	47
Figura 4.15 - Diagrama de descrição das diferentes categorias do cartão de <i>Stock</i> do motor de indução.	48
Figura 4.16 - Eventos gerados, na linha de produção A, devido à sua paragem.	50
Figura 4.17 - Tarefas de manutenção realizadas, substituição do veio, rolamentos e chaveta do motor de indução da transmissão superior da linha de produção A.	51
Figura 5.1 - Menu principal da aplicação GESP.	57
Figura 5.2 - Submenu do módulo da Logística do menu principal da aplicação GESP.	58
Figura 5.3 - Submenu do módulo da Gestão Tecnológica do menu principal da aplicação GESP.	58
Figura 5.4 - Submenu da família do equipamento do módulo da Gestão de Tecnologia da aplicação GESP.	59
Figura 5.5 - Submenu das especificações do módulo da Gestão de Tecnologia da aplicação GESP.	59
Figura 5.6 - Submenu das referências do módulo da Gestão de Tecnologia da aplicação GESP.	60
Figura 5.7 - Submenu do módulo da Gestão de <i>Stocks</i> do menu principal da aplicação GESP.	60
Figura 5.8 - Submenu do módulo da Gestão de Manutenção do menu principal da aplicação GESP.	61
Figura 5.9 - Submenu dos eventos de manutenção do módulo da Gestão de Manutenção da aplicação GESP.	61
Figura 5.10 - Submenu dos desencadeamentos de eventos de manutenção do módulo da Gestão de Manutenção da aplicação GESP.	62
Figura 5.11 - Submenu das tarefas de manutenção do módulo da Gestão de Manutenção da aplicação GESP.	62
Figura 5.12 - Submenu das ordens de trabalho do módulo da Gestão de Manutenção da aplicação GESP.	63
Figura 5.13 - Submenu do módulo dos Recursos Humanos do menu principal da aplicação GESP.	63
Figura 5.14 - Submenu das descrições dos utilizadores do módulo dos Recursos Humanos da aplicação GESP.	64
Figura 5.15 - Submenu da gestão dos utilizadores do módulo dos Recursos Humanos da aplicação GESP.	64
Figura 5.16 - Submenu do módulo da Gestão do Sistema do menu principal da aplicação GESP.	65
Figura 5.17 - Submenu da gestão do módulo de Gestão do Sistema da aplicação GESP.	65
Figura 5.18 - Vista do índice dos perfis dos utilizadores da aplicação GESP.	66
Figura 5.19 - Vista de criação da decomposição tecnológica na aplicação GESP.	66
Figura 5.20 - Vista de edição do tipo de contactos na aplicação GESP.	67
Figura 5.21 - Vista de detalhe do turno de trabalho na aplicação GESP.	67
Figura 5.22 - Vista de eliminação dos modelos da decomposição tecnológica na aplicação GESP.	68
Figura 5.23 - Não há nenhum desencadeamento de manutenção ativo.	68

Figura 5.24 - Desencadeamento de manutenção medido ativo. 68

Figura 5.25 - Estado do desencadeamento de manutenção medido. 69

Figura 5.26 - Definição de desencadeamento de manutenção medido. 70

Índice de Tabelas

Tabela 4.1 - Descrição dos estados da ordem de trabalho.	52
Tabela 4.2 - Descrição dos estados dos eventos desencadeados de manutenção no Sistema.	54
Tabela 4.3 - Descrição dos turnos de trabalho inseridos no Sistema.....	54
Tabela 4.4 - Descrição dos turnos de trabalho, dos utilizadores inseridos no Sistema.	55
Tabela 4.5 - Descrição dos períodos de férias dos utilizadores inseridos no Sistema.....	55

Simbologia e Abreviaturas

AFNOR – *Association Française de Normalisation*

AM – *Asset Management*

ASP – *Active Server Pages*

CAD – *Computer-Aided Design*

CAFMM – *Computer Aided Facility Management*

CIS – *Sistema de Informação ao Cliente*

CO – *Controlling*

COTEC – *Associação Empresarial para a Inovação*

COM – *Component Object Model*

CMMS – *Computerized Maintenance Management System*

C++ AMP – *C++ Accelerated Massive Parallelism*

EAM – *Enterprise Asset Management*

FI – *Financial Accounting*

FMECA – *Failure Mode Effects and Criticality Analysis*

FTP – *File Transfer Protocol*

GESP – *Software desenvolvido para apoio à gestão de manutenção*

HMI – *Human Machine Interface*

HR – *Human Resources*

HTML – *HyperText Markup Language*

HTTP – *Hypertext Transfer Protocol*

HTTPS – *HyperText Transfer Protocol Secure*

IASMM – *Information Applied System Management Maintenance*

IBM – *International Business Machines*

IEC – *International Electrotechnical Commission*

IIS – *Internet Information Service*

IS – *Industry Solutions*

KPI – *Key Performance Indicators*

LAN – *Local Architecture Network*

MM – *Materials Management*

Modbus – *Protocolo de comunicação utilizado nos PLC's*

MVC – *Model-View-Control*

NNTP – *Network News Transfer Protocol*

N/C – *Indefinido*

.NET – *Software framework developed by Microsoft*

.NET y ActiveX – *Software de acesso às base de dados via .NET*

OPC – *OLE for Process Control*

OPC UA – *OLE for Process Control Unified Architecture*

OT – *Ordens de trabalho*

PLC – *Programmable Logic Controller*

PM – *Plant Maintenance*

PME – *Pequenas e Médias Empresas*

PP – *Production Planning*

PS – *Project Systems*

QM – *Quality Management*

SAP – *Systems, Applications & Products*

SAP AG – *SAP Aktiengesellschaft (sociedade anónima em alemão)*

SAP R/3 – *SAP Processamento de dados tempo real nível 3*

SCADA – *System Control And Data Acquisition*

SD – *Sales and Distribution*

SMTP – *Simple Mail Transfer Protocol*

SNMP – *Simple Network Management Protocol*

SQL – *Structured Query Language*

TPM – *Total Productive Maintenance*

UI – *User Interface*

VB.NET – *Visual Basic .NET*

Web – *World Wide Web*

WF – *Workflow*

WPF – *Windows Presentation Foundation*

XML – *eXtensible Markup Language*

1 Introdução

A Manutenção apresenta-se atualmente como um dos fatores primordiais que contribuem para a produtividade das empresas. A sua importância é reconhecida devido à necessidade de uma maior eficiência na Gestão dos Recursos, por parte das organizações industriais, evitando assim o dispêndio de Recursos Financeiros desnecessários.

A Gestão da Manutenção é uma árdua tarefa que envolve Gestão de Recursos Humanos, Ativos Físicos, incluindo o *Stock* de peças-de-reserva, e ainda, quando aplicável, a gestão de serviços subcontratados. Tudo isto deverá ser realizado em total harmonia com o setor da produção a fim de minimizar as perdas provocadas pela paragem de produção. Além disso, ocorrem falhas não previstas nos Ativos Físicos que levam a intervenções de manutenção não planeadas obrigando, por vezes, a uma recalendarização das intervenções previamente planeadas. Numa empresa pequena, com um reduzido número de Ativos Físicos, este planeamento é feito, na maioria das vezes, em função da experiência de um profissional sem o auxílio de ferramentas adicionais.

No que concerne a grandes organizações, a manutenção não se pode concentrar apenas numa pessoa, existindo departamentos que recolhem dados, geram informação pertinente para a sua gestão, e efetuam o seu controlo. A diferença destes modelos de gestão reside na sua capacidade de partilha de informação com os diferentes departamentos da organização, incluindo o uso de sistemas sofisticados de apoio, tais como ferramentas de predição, inteligência artificial, entre outras, aplicadas em vários processos e procedimentos de forma a apoiar o gestor da manutenção.

A presente monografia apresenta um sistema de informação para apoio à Gestão de Manutenção, que engloba a Gestão de *Stocks* de peças-de-reserva, Recursos Humanos, serviços externos (subcontratação) e da própria atividade de manutenção, fazendo a calendarização das suas intervenções, caracterizadas segundo os níveis da norma AFNOR X60-010 e de acordo com a terminologia da norma NP EN 13306:2007. A *Interface* gráfica do sistema é concebida a partir da ferramenta Web ASP.NET MVC com ligação a um modelo de base de dados SQL.

A abrangência do sistema deve-se ao facto de possibilitar, através de uma *Interface* do sistema de informação, com um sistema HMI(*Human Machine Interface*)/SCADA, ao utilizador o acesso a informação relevante sobre os Ativos Físicos, sendo realizado o seu controlo e supervisão através da aquisição das variáveis de funcionamento (número de horas de trabalho, ciclos de funcionamento, número de rotações) e das variáveis de condição (tensões, correntes, temperaturas, binários, etc.) permitindo que a aplicação faça a análise dos dados através de algoritmos específicos de predição visando a calendarização das intervenções de manutenção planeada.

O Sistema de Gestão de Manutenção, ainda em desenvolvimento, possui diversas valências no âmbito da melhoria da Gestão da Manutenção Planeada, tais como: algoritmo de manutenção planeada, de acordo com a disponibilidade dos recursos para a realização das tarefas de manutenção planeadas; e coordenação com a produção. Caso os recursos sejam insuficientes para a realização das intervenções de manutenção planeada, cada tarefa a executar passará a ser classificada como a realização de uma manutenção planeada com restrições de recursos. Estas mais-valias permitem que o departamento de Gestão de Manutenção possa decidir qual o momento exato em que deverá ocorrer a intervenção de manutenção e identificar quem está encarregue de realizar cada tarefa através da emissão de Ordens de Trabalho.

A presente monografia desenvolve-se ao longo de sete capítulos, nomeadamente:

- No primeiro capítulo introdutório ao trabalho é feito um enquadramento geral do trabalho desenvolvido apresentando: o âmbito; os objetivos; e a organização do documento;

- No segundo capítulo, é realizada uma análise de mercado, apresentando os sistemas de informação aplicados a Gestão de Ativos existentes no mercado atual;
- No capítulo três é apresentado o modelo da base de dados do sistema de informação desenvolvido para a Gestão da Manutenção.
- No quarto capítulo, é descrita a composição arquitetura do sistema, e apresentado a aplicação de um caso de estudo na implementação do sistema.
- No quinto capítulo apresenta as conclusões;
- No sexto capítulo realiza a descrição dos desenvolvimentos futuros;
- Na restante monografia, é constituída pelas referências bibliográficas e os vários anexos mencionados ao longo dos capítulos apresentados.

2 Estado da Arte

2.1 Introdução

Pretende-se com este capítulo fazer uma análise do Estado da Arte dos Sistemas de Informação em Manutenção existentes no mercado para, mais à frente, fazer a sua comparação com o sistema de informação desenvolvido, que foi designado por GESP.

Existem dois tipos de sistemas de informação na área da Manutenção: os Sistemas de Informação de Gestão de Manutenção (CMMS - *Computerized Maintenance Management Systems*) [1], que fazem o suporte a uma gestão centrada na manutenção dos Ativos Físicos, e os Sistemas de Gestão de Ativos Empresariais (EAM - *Enterprise Asset Management*) [2], que fazem uma abordagem mais abrangente dos ciclos de vida dos Ativos Físicos. Os pontos seguintes apresentam a análise detalhada dos principais sistemas existentes no mercado.

2.2 Maximo

O *Maximo* [3] é um CMMS desenvolvido pela IBM [4], que permite fazer a Gestão de Ativos, tais como, equipamentos de produção; infraestruturas, e transportes.

A aplicação é baseada numa plataforma em que os utilizadores partilham a informação nas suas várias vertentes, por exemplo, inventários, Recursos Materiais e Humanos.

O *Software* tem como objetivo a otimização das operações, para garantir o bom funcionamento dos Ativos Físicos, obter o máximo desempenho e maximizar o retorno do investimento.

O *Maximo* é baseado em seis módulos, tendo uma arquitetura orientada a serviços:

- Gestão de Trabalhos;
- Gestão de Inventários;
- Gestão de Recursos;
- Gestão de Ativos;
- Gestão de Contratos;
- Gestão de Serviços.

2.2.1 Gestão de Trabalhos

Consiste em fazer a Gestão de Manutenção planeada e não planeada, em que o sistema permite, a cada utilizador registado no sistema, mediante as suas permissões:

- Pedir e gerar OT;
- Realizar relatórios finais;
- Fazer o planeamento do trabalho;
- Realizar a “*Check-list*” dos trabalhos elaborados;
- Calendarizar a manutenção Preventiva.

2.2.2 Gestão de Inventários

Os inventários são os ativos patrimoniais da organização, ou seja, a Gestão dos Inventários consiste em gerir os seus ciclos de funcionamento para a realização da atividade organizacional, mantendo e realizando a manutenção dos recursos da organização (peças-de-reserva, intervenções a realizar, e ferramentas.):

- São registados todos os movimentos dos materiais, permitindo, em tempo real, obter informação atualizada de todos os ativos patrimoniais para serem realizadas as verificações;

- E feita a elaboração dos relatórios, da Gestão de *Stocks* permitindo uma eficácia na aquisição das peças-de-reserva, evitando a aquisição excessiva das mesmas, reduzindo assim os custos de uma forma eficiente.

2.2.3 Gestão de Recursos

Os recursos são os bens necessários para a realização da atividade empresarial. A Gestão dos Recursos implica, entre outras atividades, fazer uma análise de mercado prudente para a aquisição de equipamentos e peças-de-reserva; o sistema permite, mediante as permissões do utilizador:

- Fazer listagem de fornecedores para cada equipamento e as peças-de-reserva com respetivos preços, otimizando as aquisições de uma forma mais rápida e eficiente, reduzindo os custos de abastecimento;
- Elaborar ordens de compra;
- Elaborar requisições de compra.

2.2.4 Gestão de Serviços

A manutenção dos ativos consiste em gerir a atividade dos serviços realizados, ou seja os lançamentos, o acompanhamento e atualização das Ordens de Trabalho (OT), para além dos pedidos de intervenção, ajudando a melhorar a eficiência dos técnicos.

2.2.5 Gestão de Contratos

Os contratos são os serviços prestados por terceiros à organização; o sistema permite gerir os contratos com fornecedores; as aquisições e garantias; as compras-diretas e ou *Leasing* / aluguer; e controlar os trabalhos realizados diretos das empresas subcontratadas, de modo a aumentar a produtividade da organização e baixar os custos com prestações de serviços (subcontratados).

2.2.6 Gestão de Ativos

- Gestão dos Ativos é feita através dos dados inseridos e da sua localização no sistema, ao longo do ciclo de vida desse ativo, permitindo elaborar um plano de manutenção mais eficiente, o que ajuda a organização e a aumentar a produtividade, reduzindo o tempo de inatividade não planeado, e a prolongar a vida útil dos ativos, contribuindo para a redução de custos e melhoria da qualidade do serviço;
- Inserção das falhas ocorridas no sistema - através da sua listagem, permite melhorar o planeamento da manutenção, elaborando um diagnóstico futuro, diminuindo o tempo para deteção de falhas futuras e reduzindo o tempo de manutenção.

2.2.7 Características do CMMS

O CMMS IBM Maximo, com a informação inserida nos seus módulos, permite elaborar diversos indicadores (KPI – *Key Performance Indicators*) e relatórios [5]. A análise dos KPI, de uma forma estruturada, apoia a tomada de decisão por parte da administração e do gestor de manutenção.

2.2.8 Formas de implementação do sistema IBM Maximo

A IBM, desenvolveu o CMMS de acordo com as necessidades que identificou no mercado oferecendo diversos tipos de funcionalidades, que se descrevem a seguir e que serão discriminadas nos pontos seguintes:

- *Change Manager*;
- *Mobile*;
- *Asset Navigator*;
- *Adapter for Microsoft Project*;
- *Calibration*;

- *Asset Configuration Manager*;
- *Enterprise Adapters*;
- *E-commerce Adapter*;
- *Online Commerce System*.

2.2.8.1 IBM Maximo Change Manager

A Gestão dos Recursos é feita de acordo com a política da administração, de forma a gerir e planear o processo para ajudar a aumentar a velocidade, eficiência e consistência de mudanças, para minimizar o risco do negócio, definir as tarefas, os horários de laboração, o lançamento dos recursos cabimentados, realizar as atividades e configurar os ativos no ambiente de produção.

2.2.8.2 IBM Maximo Mobile

Faz a ligação remotamente a dados, em modo *Off-line* e *On-line*, melhorando a produtividade do trabalho de uma forma precisa e com qualidade em qualquer local ou ambiente, em que os trabalhadores exteriores podem completar o seu trabalho mais rapidamente, eliminando as atividades não-produtivas e reduzir a introdução de informação desnecessária, devido ao acesso imediato à informação no local. Permite ainda alguma correção necessária dos dados introduzidos no sistema, melhorando assim o suporte de apoio aos trabalhadores no exterior, bem como uma rápida requisição dos ativos necessários.

2.2.8.3 IBM Maximo Asset Navigator

O acesso ao sistema é instantâneo, permitindo aceder aos diagramas, desenhos e documentos, relacionados com as partes detalhadas e ilustrações dos equipamentos inseridos na aplicação. A forma como o sistema é implementado oferece uma *Interface* de fácil manuseamento para a localização de ativos e partes, facilitando o trabalho do técnico.

2.2.8.4 IBM Maximo Adapter for Microsoft Project

O *Maximo Adapter*, permite uma ligação bidirecional entre o *Maximo Asset Management* e o *Microsoft Project*®, fornecendo assim o acesso completo para trabalho e informação de recursos do *Maximo Asset Management* para quem utiliza o *Microsoft Project* para programação e planeamento da manutenção. Permite visualizar o planeamento e otimizar o trabalho e os recursos do *Maximo Asset Management*, juntamente com os cronogramas do *Microsoft Project*, permitindo a gestão de projetos complexos em toda a organização. O adaptador atualiza automaticamente o trabalho, a informação (recursos e horários) no *Maximo Asset Management*.

2.2.8.5 IBM Maximo Calibration

É utilizada para gerir as calibrações de testes e aparelhos de instrumentação de medição e ativos, apresentando a documentação completa de conformidade das políticas de gestão da organização, os dados de validação e de rastreabilidade dos ativos calibrados, bem como as normas que são utilizadas para a calibração.

2.2.8.6 IBM Maximo Asset Configuration Manager

A gestão é feita de uma forma avançada, designadamente quando se trata de gerir ativos complexos em ambientes altamente regulados, tais como as indústrias de aviação, defesa, nuclear e ferroviárias, permitindo alterar e manter estados de configuração de ativos necessários, gerindo a vida útil dos componentes e fazendo o *Status* operacional.

2.2.8.7 IBM Maximo Enterprise Adapters

Faz a integração do *Maximo Asset Management* com *Oracle* [6], *SAP* e todos os seus sistemas corporativos, tais como *Computer Aided Facility Management* (CAFM), Sistema de Informação ao Cliente (CIS), *Computer-Aided Design* (CAD) e portais da Web; permite a troca de dados em tempo

real entre sistemas; oferece uma biblioteca de integrações predefinida que suporta vários cenários de integração típicos.

2.2.8.8 IBM Maximo e-commerce Adapter

É utilizado para a análise de mercado dos ativos, permitindo fazer a aquisição dos mesmos, navegando nos diversos catálogos de fornecedores, fazendo os pedidos em vários mercados ou diretamente com os fornecedores, verificando o *Status* de pedidos e faturas de fornecedores eletronicamente, obtendo informação sobre o produto em tempo real, da sua disponibilidade e os preços, de modo a aumentar a produtividade.

2.2.8.9 IBM Maximo Online Commerce System

Realiza pesquisas em tempo real do mercado atual, navegando nos catálogos dos fornecedores, realizando atualizações eletrônicas, agilizando o processo de aquisição de peças e serviços da organização, permitindo o acesso a informação dos fornecedores, parceiros e outros mercados eletrônicos.

2.2.9 Aquisição do IBM MAXIMO

O CMMS IBM MAXIMO é inserido em mercados muito vastos, da Indústria Têxtil, Alimentar, ao Transporte e Logística, e com uma forte expansão no setor Aeroespacial, oferecendo diversos sistemas de implementação de acordo com as necessidades e funcionalidades do cliente.

O preço da aplicação tem um custo, por utilizador, de 1545€, em que o preço base de uma rede do sistema tem que ter um mínimo de cinco utilizadores, ou seja, o sistema para ser implementado na sua configuração mínima tem um custo de 7725€, sendo a formação do sistema paga à parte.

2.3 SAP R/3

O SAP R/3 [7] é um EAM (*Enterprise Asset Management*), desenvolvido pela SAP AG, sendo um sistema muito horizontal, ou seja, é um *Software* integrado, modular, porém não especializado na vertente EAM.

O SAP R/3 é composto por 12 módulos:

- Contabilidade Financeira (FI – *Financial Accounting*);
- Controlo (CO – *Controlling*);
- Gestão de Ativos – (AM – *Asset Management*);
- Gestão de Projetos – (PS – *Project Management Systems*);
- Recursos Humanos – (HR – *Human Resources*);
- Manutenção – (PM – *Plant Maintenance*);
- Gestão de Materiais – (MM – *Materials Management*);
- Gestão da Qualidade – (QM – *Quality Management*);
- Planeamento de Produção – (PP – *Production Planning*);
- Vendas e Distribuição – (SD – *Sales and Distribution*);
- Fluxo de Trabalho – (WF – *Workflow*);
- Soluções Industriais – (IS – *Industry Solutions*).

2.3.1 Contabilidade Financeira (FI – *Financial Accounting*)

A organização tem a informação armazenada no sistema, referente às contas e aos documentos, sendo possível o acesso à documentação e à informação precisa de forma completa, permitindo que a atualização da informação seja feita pelos utilizadores responsáveis pelo controlo e planeamento da empresa:

- Contabilidade Geral;

- Contas a Pagar / Cobrar;
- Tesouraria;
- Consolidações;
- Sistema de Informação de Finanças.

2.3.2 Controlo (CO – Controlling)

É gerido o planeamento e Controlo de custos da contabilidade de classes de custos, a gestão do centro de custos, a contabilidade dos projetos e cálculo dos resultados dos processos internos da organização.

2.3.3 Gestão de Ativos (AM – Asset Management)

A Gestão dos Ativos consiste em gerir o ativo patrimonial das organizações, sendo gerida de uma forma em que permite avaliar a evolução da depreciação do mesmo, gerindo a gestão técnica de ativos fixos, a sua Manutenção Preventiva e Corretiva, controlando os investimentos dos mesmos, e gerindo a contabilidade dos mesmos (amortizações).

2.3.4 Gestão de Projetos (PS – Project Management Systems)

A Gestão dos Projetos da organização é feita de acordo com a gestão de fundos e recursos, fazendo o controlo de qualidade através do sistema de informação da direção do projeto.

2.3.5 Fluxo de Trabalho (WF – Workflow)

É a ferramenta de suporte a todos os módulos do sistema que automatiza o processo empresarial com base em procedimentos e regras pré-definidas.

2.3.6 Soluções Industriais (IS – Industry Solutions)

As Soluções Industriais do SAP consistem em selecionar funcionalidades específicas, incorporando as melhores práticas empresariais, gerindo todos os setores organizacionais. São utilizadas para os diversos nichos Industriais da atualidade, desde a extração de Matéria-Prima (petróleo e gás) à Indústria Química (Farmacêutica).

2.3.7 Recursos Humanos (HR – Human Resources)

A Gestão dos Recursos Humanos consiste em gerir toda a informação introduzida no sistema e gerida pelo departamento de Recursos Humanos. Tendo em conta os utilizadores e as permissões que os mesmos têm sobre o sistema é feito: o processamento de vencimentos; a gestão dos tempos de laboração; a gestão dos gastos (despesas de viagens e deslocações); o recrutamento de pessoal; os financiamentos externos (empréstimos); a gestão de processos; a organização (empresarial) e suportes de gestão de pessoal (chefia).

2.3.8 Manutenção (PM – Plant Maintenance)

É feita a gestão dos serviços executados pelos técnicos da manutenção através da análise da informação do sistema (indicadores, gráficos de *Gantt*); a manutenção é planeada de acordo com a disponibilidade dos recursos.

2.3.9 Gestão da Qualidade (QM – Quality Management)

É realizada a planificação e gestão das certificações através das auditorias internas, para inspecionar a qualidade dos ativos adquiridos e mercadorias vendidas (compras, vendas, fabricação e *Stocks*).

2.3.10 Planeamento da Produção (PP – *Production Planning*)

O Planeamento da Produção realiza a gestão da atividade produtiva da organização, em que o planeamento é realizado, com a introdução no sistema de:

- Listas de materiais;
- Horas de produção;
- Centros de trabalho;
- Planificação de vendas e expedições;
- Controlo de fabricação;
- Cálculo de custos de produção;
- Sistema de informação para fabricação.

2.3.11 Gestão de Materiais (MM – *Materials Management*)

A Gestão de Materiais, consiste na gestão das peças-de-reserva da organização. Com este módulo relacionam-se as ordens de compra, a valorização, os serviços necessários (transportes, taxas), as faturas, os fornecedores e a informação sobre a aquisição das peças-de-reserva.

2.3.12 Vendas e Distribuição (SD – *Sales and Distribution*)

A Gestão de Vendas e Distribuição, consiste na atividade organizacional da venda ou prestação de serviços ao exterior, nomeadamente nas seguintes vertentes:

- *Marketing*;
- Pedidos de compra;
- Compras;
- Entregas;
- Faturação;
- Sistema de informação de vendas.

2.3.13 Aquisição do SAP R/3

O EAM da SAP AG é inserido em mercados muito vastos, tais como, por exemplo: Indústria Alimentar; Têxtil; Cimenteira; Aeronáutica, etc. A aplicação é desenvolvida na linguagem ABAP/4, C, C++, HTML (*Internet*), funcionando em múltiplos idiomas e moedas; tem a desvantagem de ter poucos *Drivers* para outras plataformas.

2.4 Primavera

O Primavera [8] é um CMMS desenvolvido pela Primavera *Business Software Solutions, S.A*, em linguagem SQL. Em 2006, recebeu um prémio PME Inovação atribuído pela COTEC, *Associação Empresarial para a Inovação*.

A aplicação Primavera é constituída por sete módulos:

- Instalações e Equipamentos ou Objetos de Manutenção;
- Materiais;
- Meios;
- Organização;
- Gestão;
- Histórico e Avarias;
- *Helpdesk*.

2.4.1 Instalações e Equipamentos ou Objetos de Manutenção

A informação é estruturada de forma a estabelecer a calendarização e o planeamento das intervenções periódicas previstas dos equipamentos considerados (Objetos de Manutenção). Os equipamentos podem ser identificados de acordo com a sua função (Entidade) ou localização geográfica (Localização).

A codificação dos equipamentos pode ser feita de duas formas:

- O agrupamento numa estrutura hierárquica, muito típica do *Windows*;
- Às localizações ou entidades podem estar associadas a unidades de medida, tais como contadores e parâmetros, que servem de suporte para a calendarização, de modo a fazer uma manutenção planeada da forma mais correta.

2.4.2 Materiais

A realização do inventário das peças-de-reserva, consumíveis e ferramentas é necessária para a realização da manutenção, na qual os utilizadores fazem as requisições de materiais ao armazém diretamente nas OT ou através da lista de manutenção planeada, armazenando e consultando a informação sobre os fornecedores (preços e características dos materiais).

2.4.3 Meios

A manutenção dos ativos é realizada de acordo com o cálculo da mão-de-obra necessária e disponível para cada intervenção, sendo a mesma calendarizada da seguinte forma: verificando-se a ocupação do pessoal por oficina para a realizar, permite calcular as despesas associadas a cada intervenção, consultando a disponibilidade de fornecedores em termos de mão-de-obra, material, equipamento ou serviços, gerindo assim o pessoal, quer interno quer externo, fazendo um controlo/registo no relógio de ponto, o que permite uma contabilização do tempo despendido em cada OT por cada técnico, de modo a prever o custo com o pessoal em situações futuras.

2.4.4 Organização

A estruturação do Planeamento de Manutenção é definida de acordo com a ordem e prioridade das ações a efetuar, sejam as intervenções Corretivas ou Preventivas, registando e analisando a estatística das avarias ocorridas, fazendo um orçamento automático tendo em conta a listagem da OT em questão.

A programação é feita com base na caracterização completa da intervenção, detalhando todos os passos da mesma (*Check-list*), gerindo os recursos necessários a utilizar conforme a previsão, tais como peças-de-reserva, consumíveis; ferramentas; serviços; e Recursos Humanos, segundo a metodologia horas-homem/especialidades.

2.4.5 Gestão

A Gestão consiste em todo o tipo de inspeções, rotinas de lubrificação e planos de calibração para cada um dos equipamentos individuais, acompanhando de uma forma constante o estado de cada intervenção ou conjunto de intervenções (OT), apresentando a informação relativa a cada processo de uma forma intuitiva, permitindo ao gestor perceber facilmente o estado de cada ação, contabilizando os trabalhos a faturar, referentes aos serviços efetuados nas obras definidas, e disponibilizando diferentes mapas operacionais de contabilização dos custos com as intervenções.

2.4.6 Histórico de Avarias

Através da informação relevante inserida no sistema, inerente às obras fechadas ou em curso, às intervenções realizadas, aos meios utilizados, ao tempo de execução e ao respetivo custo, é possível gerar relatórios com exportação direta para *Excel* e *Word*. Permite fazer uma análise histórica segundo a perspetiva financeira, administrativa ou técnica, permitindo realizar uma análise estatística

de todas as intervenções realizadas, tipificando-as de acordo com os códigos de referência. Permite visualizar, num regime temporal, as intervenções realizadas sobre as diversas Entidades, quer por localização quer por referência de código, calculando e discriminando os custos da manutenção para o período pretendido.

2.4.7 Helpdesk

É uma plataforma *WebCentral* que permite o acesso ao sistema via *Internet*, de acordo com as permissões de cada utilizador. Nela podem ser inseridos os pedidos de intervenção, acompanhar e gerir o estado dos pedidos efetuados, inserir informação no sistema essencial para o planeamento das intervenções de manutenção, efetuar as requisições, os pedidos de compra ou de codificação de materiais, realizar a troca de todo o tipo de informação relacionada com o processo de manutenção e verificar a lista de ações previstas, sem necessidade de aceder diretamente ao *PRIMAVERA Maintenance*.

2.4.8 Análise de Mercado

O CMMS Primavera é desenvolvido pela Primavera *Business Software Solutions*, S.A.; está inserido em mercados muito vastos, desde a saúde, construção, Indústria (Hotelaria, Têxtil, e Alimentar), ao Transporte e Logística, e com uma forte expansão no setor Aeroespacial.

2.5 Aplicação de Manutenção *ManWinWin*

O *ManWinWin* [9] é uma aplicação modular, desenvolvida na mais recente tecnologia *.NET*, com um novo motor de pesquisa, de modo a facilitar a pesquisa de informação e garantir, com uma maior segurança a utilização do *Software* por cada utilizador, para além de ter a possibilidade de correr em diferentes idiomas sem sair da aplicação, tendo assim uma parametrização mais inteligente e flexível de acordo com as necessidades de cada organização, permitindo imprimir e exportar todo o tipo de dados.

2.5.1 Trabalhos de Manutenção (Ordens de Trabalho)

A aplicação permite fazer o planeamento e Gestão da Manutenção programando os trabalhos preventivos com base nos ciclos de manutenção, permitindo gerir os trabalhos de toda a equipa de manutenção e obter melhorias significativas na gestão dos tempos de manutenção e nos cálculos de indisponibilidade, sendo baseado no planeamento e registo de Recursos Humanos, Materiais e serviços de terceiros para os trabalhos de manutenção, sendo visualizado graficamente, num calendário similar ao *Outlook* com possibilidade de *Drag and Drop*, sendo possível comparar em tempo real os custos planeados *Versus* reais, de modo a ter um melhor controlo de todos os trabalhos de manutenção.

2.5.2 Custos de Manutenção

A aplicação utiliza um módulo de custos completamente novo e reformulado em relação a anteriores versões, possibilitando criar documentos de custo associados a todo o tipo de equipamentos, trabalhos de manutenção ou a qualquer sistema de manutenção, onde é possível gerir os documentos contabilísticos que digam respeito a trabalhos de manutenção, sendo assim organizados os custos de manutenção por rubricas e centros de custo de modo a facilitar a gestão entre o departamento manutenção e a contabilidade da empresa, permitindo melhorar a integração dos custos de manutenção com o departamento financeiro da empresa.

2.5.3 Parque de Equipamentos

Permite fazer a Gestão de Manutenção de Equipamentos próprios e ou de clientes, codificando de uma forma dinâmica e possibilitando gerir os equipamentos de manutenção por códigos alternativos, podendo efetuar projeções de funcionamento para cada equipamento de acordo com o histórico de

funcionamento e gerir os planos de manutenção e trabalhos associados a cada equipamento, melhorando o registo de Recursos Humanos, Materiais e serviços de terceiros aplicados a cada equipamento.

2.5.4 Gestão de Armazéns

A gestão de armazém é feita por um ficheiro mestre de artigos para codificação única de artigos, que recodifica automaticamente os artigos do armazém, fazendo o alerta do *Stock* mínimo e sugestão de reposição, sendo feita uma gestão simplificada de múltiplos armazéns por artigo e a transferência e as devoluções de artigos, e inventários parciais ou completos por armazém que são apontados diretamente ou com movimentação de *Stock* em trabalhos ou Objetos de Manutenção com detalhe de movimentos por artigo.

2.5.5 Análises & Indicadores

Permite criar e guardar as análises de acordo com as necessidades de cada organização e/ou utilizador, calculando os indicadores técnicos, económicos e organizacionais de manutenção de acordo com as normas internacionais, analisando de uma forma automática por equipamento, sistema, centro de custo, ao longo dos meses do ano corrente, último ano ou últimos cinco anos. Desta forma permite criar indicadores de manutenção ilimitados a partir de parâmetros automáticos ou manuais.

2.5.6 Formas de implementação do sistema *ManWinWin*

A *Navaltik Management* [9], desenvolveu o CMMS que oferece aos seus clientes, que de acordo com as necessidades, as diversas aplicações da *ManWinWin*.

- Instalação no *Hardware* do cliente;
- Implementação do serviço em *Cloud*;
- Acesso da aplicação via *Internet*.

2.5.6.1 Instalação da aplicação no *Hardware* do cliente

A aplicação é instalada nos computadores do cliente ou num servidor de aplicações e a base de dados em *SQL Server*, sendo uma solução que é indicada para aplicar num funcionamento em rede com diversos utilizadores a partilhar informação em tempo real. O cliente pode optar por adquirir uma licença anual (*Use-It*) ou definitiva (*Keep-It*).

2.5.6.2 Implementação do serviço em *Cloud*

É um serviço integrado seguindo a mais recente tecnologia de *Cloud Computing* que utiliza a *Internet* e uma central de servidores remotos (*Data Center*) para disponibilizar aplicações.

2.5.6.3 Implementação do sistema, através do acesso da aplicação via *Internet*

O utilizador tem um acesso remoto à aplicação e à informação de forma segura, ficando a mesma alojada em servidores remotos. Esta solução permite a eliminação dos custos com *Hardware* e manutenção, típicos do licenciamento tradicional.

2.6 Conclusões

O presente capítulo fez a apresentação e abordagem transversal aos diversos sistemas de informação existentes no mercado. Face a algumas limitações encontradas nos mesmos foi desenvolvido um sistema de informação que permita validar o sistema de monitorização de condição e predição desenvolvido, que se designou por GESP. O *Software* é realizado num conceito novo na área da manutenção, IASMM, o qual é inspirado nos CMMS, também designados por CMMIS (*Computerized Maintenance Management Information System*) e nos EAM comercializados no mercado. O IASMM consiste num sistema de informação aplicado à Gestão da Manutenção dos

Ativos Físicos que contém a informação necessária aos aspetos a ter em consideração para a calendarização da manutenção (disponibilidade de recursos e as suas condicionantes). Este faz o planeamento da manutenção, baseado na calendarização das tarefas e na monitorização e controlo das variáveis de funcionamento e condição, com o auxílio da ferramenta HMI/SCADA da *Zenon*, mostrando-se uma solução adequada quando comparada com as soluções existentes no mercado.

3 Modelo de Base de Dados

3.1 Introdução

Pretende-se com este capítulo, apresentar a organização e a forma como está normalizado o Modelo de Base de Dados da aplicação GESP.

O Modelo de Base de Dados foi desenvolvido em SQL [10] na versão *SQL Server 2012 (Structured Query Language)* [11], que consiste numa linguagem estruturada que realiza a pesquisa declarativa padrão para base de dados relacional, onde é feita uma estruturação de um conjunto de tabelas, com um conjunto de operações de álgebra linear dos estados e das alterações aos mesmos. As restrições de integridade podem ser de quatro tipos: domínio, atributo, variável relacional e restrições de base de dados.

O ciclo de aprendizagem relativamente a outros tipos de linguagem é reduzido, devido a ser uma linguagem declarativa.

Embora haja muitas variantes e extensões produzidas pelos diferentes fabricantes de sistemas de bases de dados, usualmente estas podem migrar de plataforma para plataforma sem mudanças estruturais relevantes.

O código da *Interface* depende do dispositivo de ligação à base de dados, tal como é o caso do motor de base de dados *Oracle*; outros fabricantes incluem *Java* na base de dados. O *PostgreSQL* permite que as funções sejam escritas em *Perl*, *Tcl*, ou *C*, entre outras linguagens.

3.2 Gestão do Sistema de Informação Aplicado

Gestão da Informação é um fator bastante importante em qualquer organização permitindo, entre outras coisas, a recolha de dados referentes aos recursos disponíveis e às metas pretendidas pela mesma.

A Gestão da Informação encontra-se organizada em cinco módulos, descritos na Figura 3.1, nomeadamente Logística, Gestão de Tecnologia, Gestão de Manutenção, Gestão de Recursos Humanos e Gestão do Sistema. A informação relativa às tabelas e aos diagramas da base de dados encontra-se armazenada no Anexo I, sendo estas as ferramentas fundamentais para uma gestão eficaz em qualquer entidade ou instituição.

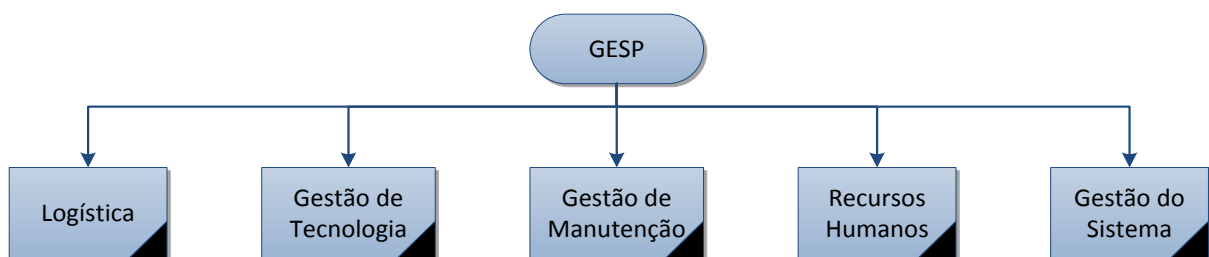


Figura 3.1 - Módulos do Sistema de Informação GESP.

Logística

3.2.1.1 Gestão dos contratos

O controlo dos contratos, representado na Figura 3.2 ilustra a sua diversidade, desde o contrato em regime de *Leasing*, ao do pessoal que trabalha na entidade, às entidades contratadas para a realização da manutenção dos equipamentos, em regime de prestação de serviços (subcontratação de outras empresas). No que se refere ao planeamento da manutenção, este poderá ser realizado tanto pelo gestor de manutenção da aplicação, como pela empresa subcontratada para a realização da manutenção.

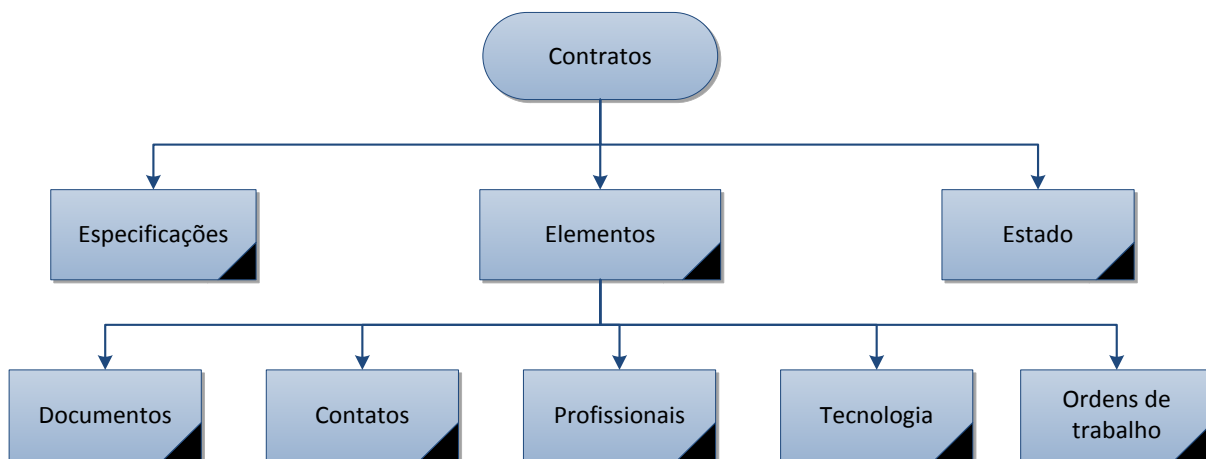


Figura 3.2 - Gestão de contratos.

O estado dos contratos descrito na Figura 3.3 faz a seguinte análise:

“Acordado” - antes do contrato ser assinado, os contraentes tem de chegar a um acordo;

“Desacordado” - ambas as partes não chegaram a acordo para assinar o contrato;

“Assinado” - as partes contratuais chegaram a um consenso, assinaram o contrato.

O cumprimento ou não das cláusulas do contrato pode levar a dois estados:

“Processado” - se forem cumpridas as cláusulas do contrato;

“Terminado” - se não forem cumpridas as cláusulas do contrato.

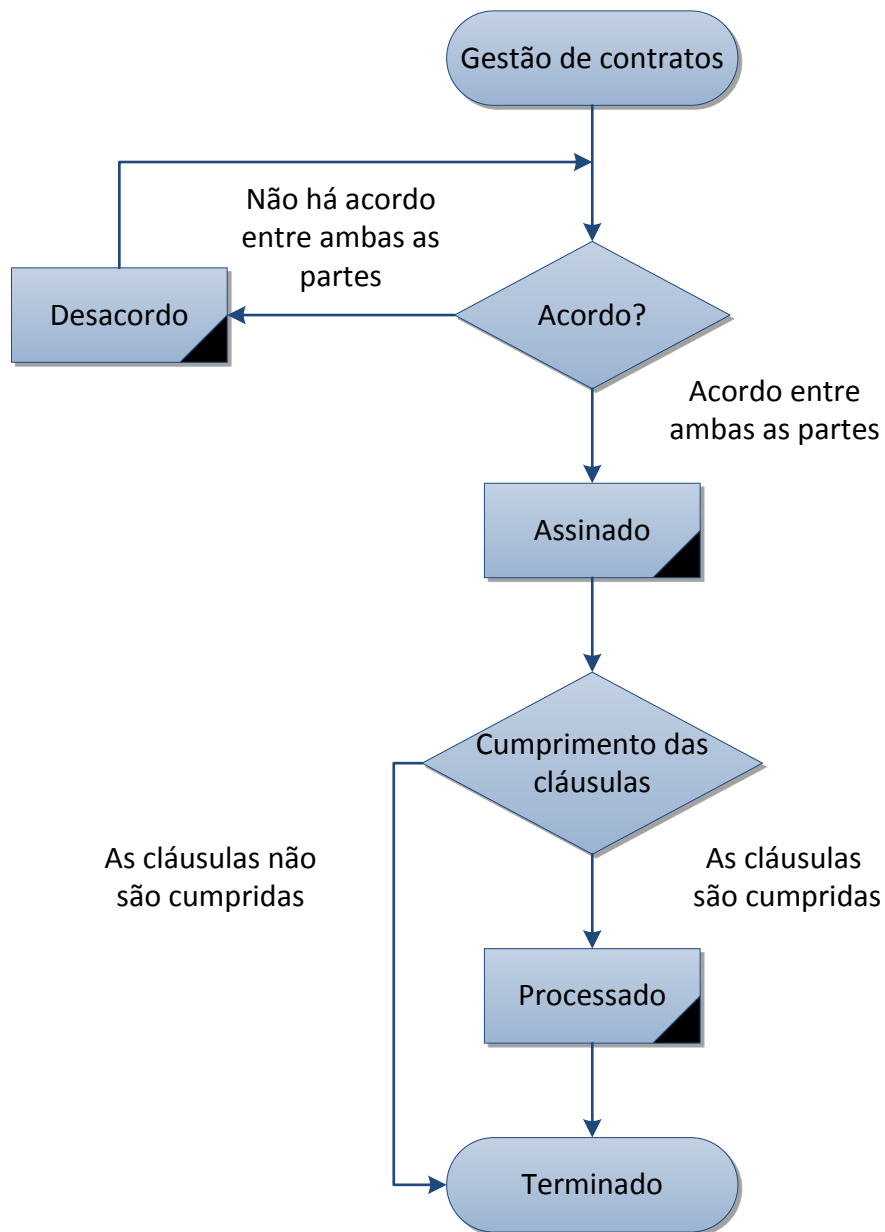


Figura 3.3 - Estado da gestão de contratos.

3.2.1.2 Certificação

A certificação profissional consiste no armazenamento da informação referente ao pessoal que trabalha na empresa. Esta função é importante devido à necessidade existente de controlar e armazenar a informação respeitante à carteira ou cédula profissional, entre outras informações, dos trabalhadores que se encontram em atividade na organização.

3.2.1.3 Contatos externos

Os contatos externos referem-se a terceiros subcontratados ou a elementos diretamente relacionados com o funcionamento da empresa.

Os contatos externos são classificados por:

- Fornecedor - Fornecedor da empresa;
- Cliente - Cliente da empresa;

- Instituição - Instituição que está relacionada com a empresa devido ao estabelecimento de algum contato;
- Outro - Outro tipo de categoria de contato que não esteja discriminado.

3.2.1.4 Contatos internos

Os contatos dos utilizadores são uma informação necessária, tanto internamente como externamente, sendo uma forma do pessoal estar contactável para servir a organização.

3.2.1.5 Documentação

A organização da documentação é de extrema importância para o funcionamento da empresa, sendo esta mais uma das funções desta aplicação.

3.2.2 Gestão de Tecnologia

O estado da decomposição tecnológica descrito na Figura 3.4 classifica-se em três estados:

- “Em uso” - Quando se encontra a laborar sem nenhuma anomalia;
- “Avariada” - Caso ocorra uma anomalia, em que o departamento de Gestão de Manutenção, após analisar a possível reparação, e caso se justifique, agiliza os recursos necessários para a sua execução;
- “Abatida” - Quando não se justifica a sua reparação.

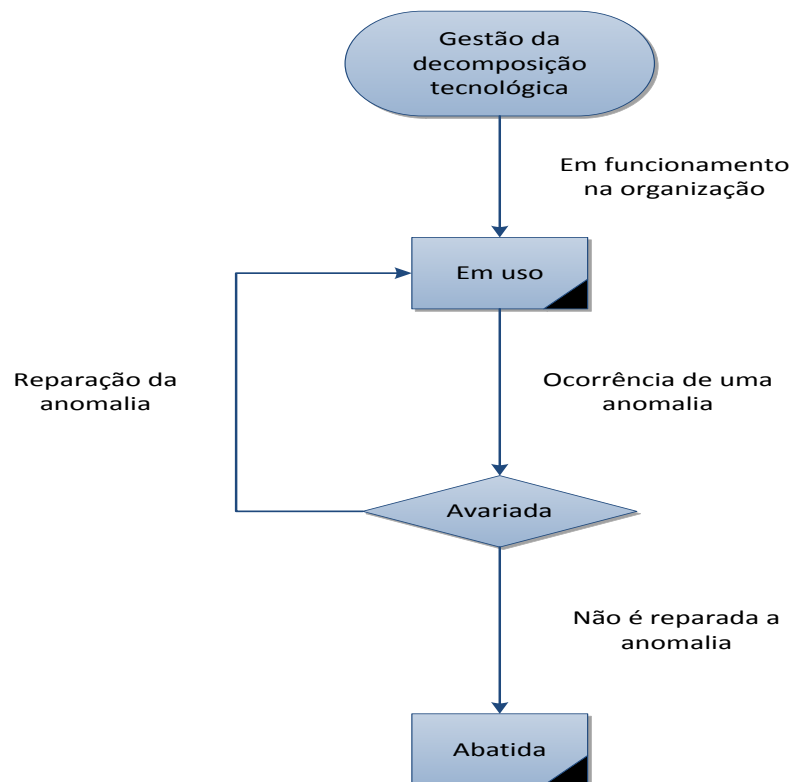


Figura 3.4 - Estado da decomposição tecnológica.

3.2.2.1 Família da tecnologia

Uma boa estruturação (Figura 3.5), de forma hierárquica de todos os equipamentos, permite uma boa organização e o desencadear da manutenção a realizar. A decomposição identifica a informação relevante.

O termo Equipamento Parente define equipamentos pertencentes à mesma família.

O Equipamento Integrante diz respeito ao equipamento contido em determinada decomposição tecnológica.

O Equipamento Alternativo refere-se a outro equipamento equivalente que poderá ser utilizado para a mesma funcionalidade, caso o primeiro não esteja operacional.

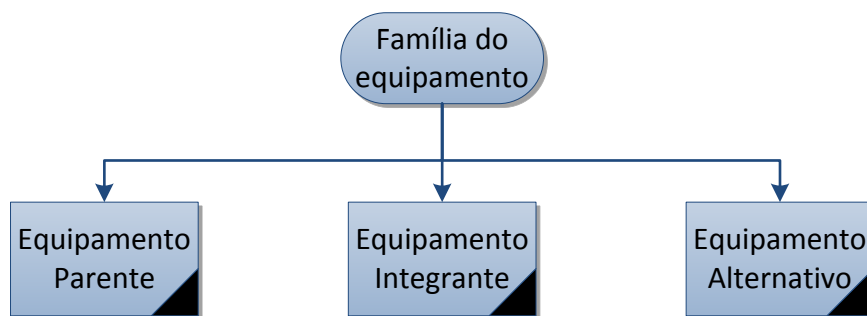


Figura 3.5 - Descrição da hierarquia dos Ativos Físicos.

3.2.2.2 Especificações

As especificações dos equipamentos (Figura 3.6) permitem conhecer as condições de operação aconselhadas pelos fabricantes, por vezes por mau funcionamento, pelo facto das condições de operação não serem tidas em conta, a organização perde o direito à garantia. Para além disso, as condições de operação têm de ser respeitadas, por forma a prolongar o ciclo de vida do equipamento.

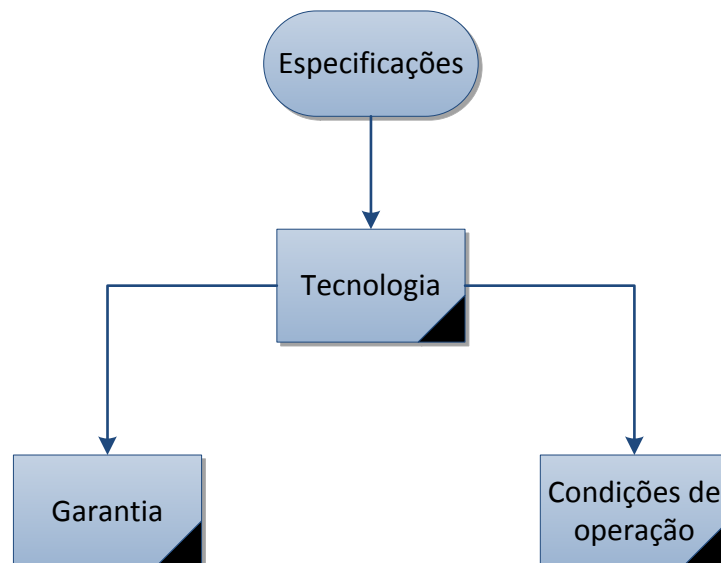


Figura 3.6 - Especificações dos Ativos Físicos.

3.2.2.3 Referências

As referências dos equipamentos (Figura 3.7) são uma informação bastante importante, tanto para a gestão de encomendas, como para a análise de mercado e aquisição de equipamentos a preços mais satisfatórios.

A identificação dos modelos e marcas dos equipamentos existentes, em que existem vários modelos para o mesmo efeito, até mesmo dentro da mesma marca, permitem ao gestor de manutenção tomar a decisão mais acertada, caso queira adquirir um novo equipamento.

As marcas dos equipamentos ao estarem identificadas, permitem uma mais fácil consulta dos fornecedores, sendo uma forma vantajosa de comparar os preços dos diversos fornecedores.

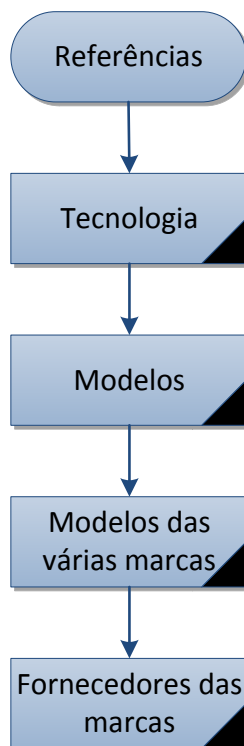


Figura 3.7 - Descrição das referências dos Ativos Físicos.

3.2.3 Gestão de Stocks

Uma boa Gestão de *Stocks* de peças-de-reserva (Figura 3.8) permite prever os Recursos Materiais necessários para um determinado período de tempo, garantindo assim o armazenamento necessário para os períodos pré-definidos de manutenção periódica. Ao longo da análise histórica, o gestor de manutenção pode prever as quantidades necessárias dos componentes, para que em caso de falha possa proceder à sua substituição.

A Gestão de *Stocks* consiste em possuir em armazém os recursos necessários para realizar a manutenção e garantir a manutibilidade esperada. Caso não haja o *Stock* necessário, é feita uma “Requisição” ao aprovisionamento, sendo a requisição da encomenda “Solicitada”, e ficando a aguardar aprovação pelo gestor respetivo. Este “Confirma” e cabimenta a ordem de encomenda, a qual se encontra, nesta altura, a ser processada (“A encomendar”). Posteriormente, é “Encomendada” e processada pelo fornecedor. Por fim, a organização aguarda que a encomenda seja entregue. Nesse momento, quando a encomenda se encontra “Entregue”, o responsável do armazém de *Stock* repõe o item que está em falta no armazém.

O cartão de *Stock* contém toda a informação relativa aos componentes e materiais disponíveis, apresentando a sua definição e classificação. As classificações são criadas pelo utilizador e consistem em atribuir uma categoria dentro de uma classificação e uma descrição.

A ordem dos *Stocks* refere-se à necessidade de realizar a requisição de algum equipamento/componente. Para tal é ordenado o pedido e desencadeada a sua reserva, ficando a aguardar-se pela sua entrega.

A reserva dos *Stocks* consiste em garantir as quantidades de equipamentos/componentes necessários para a execução dos eventos de manutenção.

Aquando da entrega das mercadorias à organização é criado um registo de entrega. Nesta, o preço médio e real de compra será calculado no cartão de *Stock*. A quantidade de peças disponíveis será também devidamente atualizada.

Os estados das entregas e os períodos dos estados são uma informação indispensável para a previsão e prevenção dos componentes/equipamentos necessários para um determinado evento de manutenção a realizar.

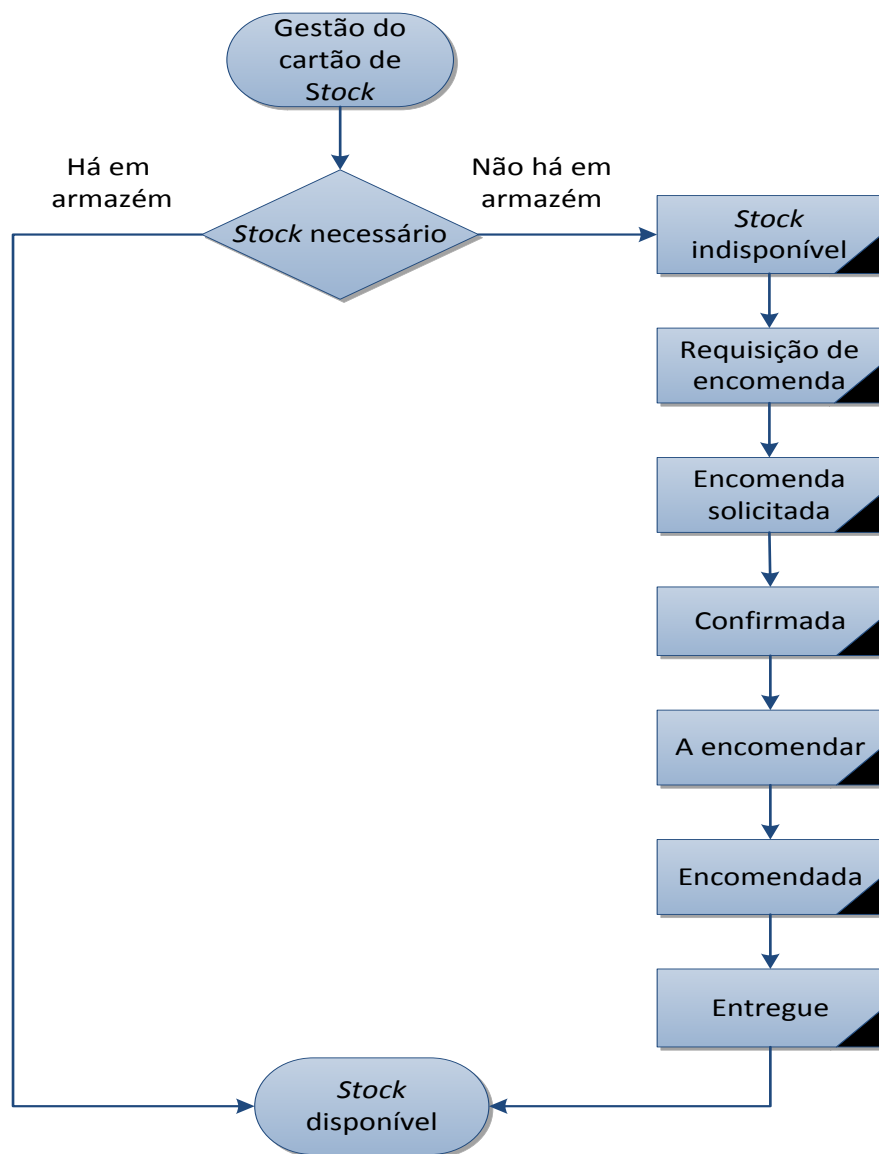


Figura 3.8 - Diagrama dos estados e processamentos das ordens de encomenda.

3.2.4 Gestão de Manutenção

A gestão de manutenção (Figura 3.9) é um conceito abrangente que inclui a programação das intervenções a realizar nos equipamentos da organização, e os serviços prestados por terceiros, baseados nos contratos feitos com empresas externas.

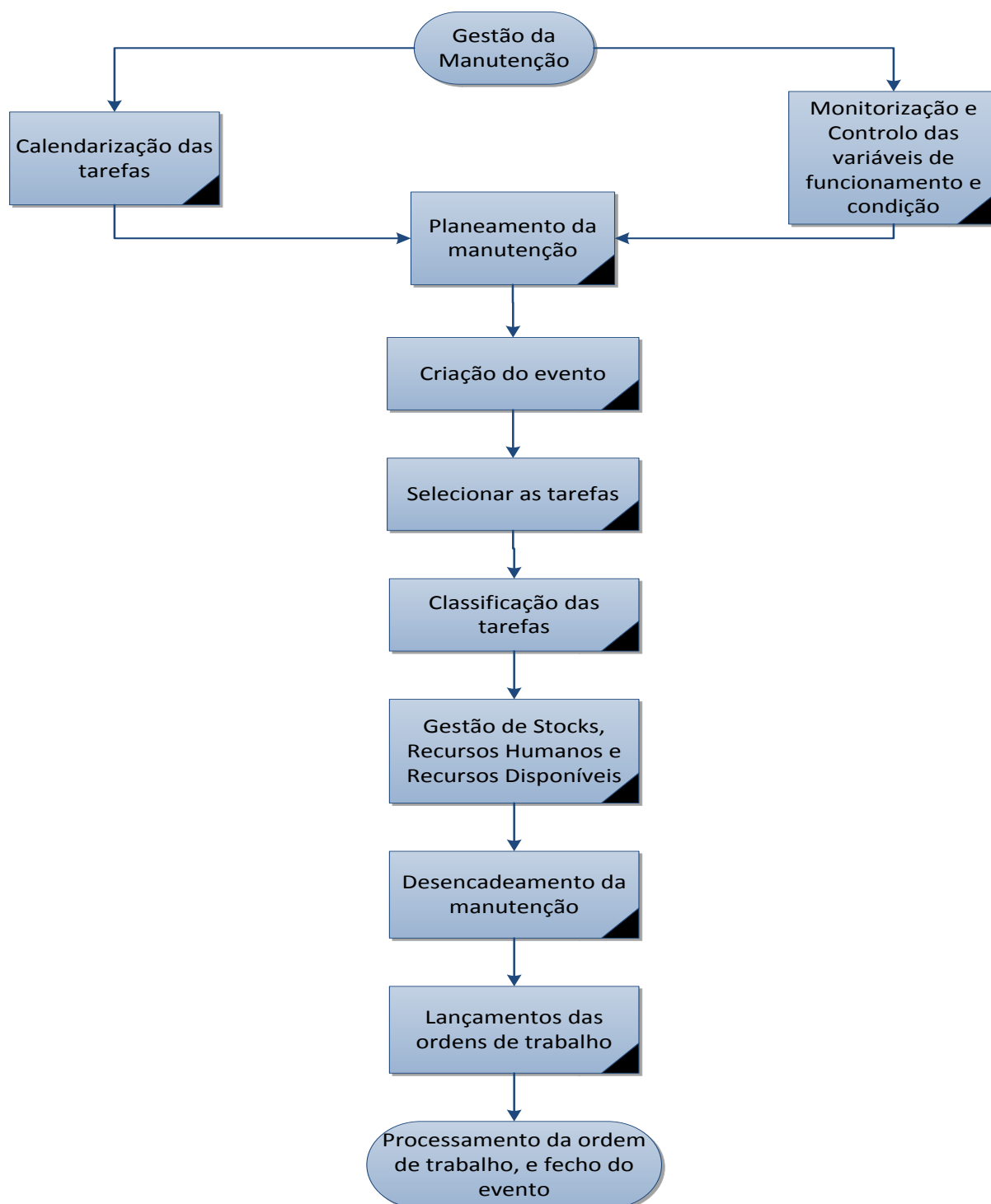


Figura 3.9 - Descrição do processo da Gestão de Manutenção.

Desta forma, os responsáveis da manutenção podem reajustar não só as suas intervenções, adequar os seus contratos de manutenção, bem como as ações de melhoria resultantes, por exemplo, de análises FMECA ou outras. Adicionalmente podem ser implementadas novas vertentes de Gestão de Manutenção [12], tais como os 5S, TPM e a *Lean Maintenance* (Figura 3.10).

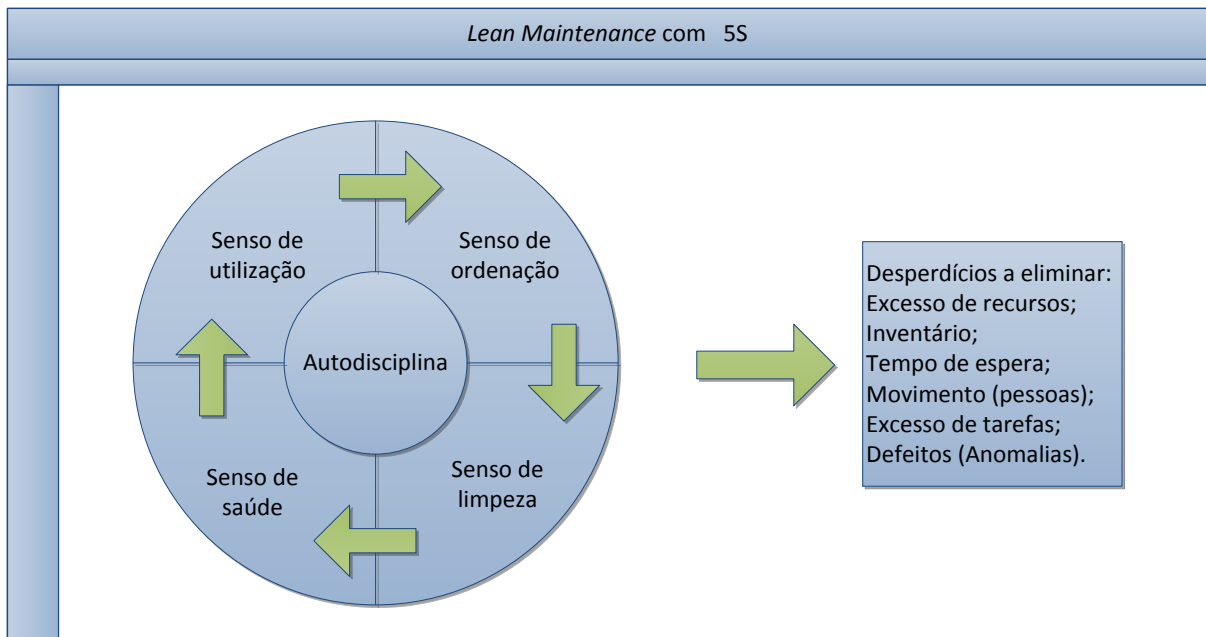


Figura 3.10 – Novas vertentes para a gestão de ativos

3.2.4.1 Tarefas

As tarefas de manutenção (Figura 3.11) são intervenções que são elaboradas nos eventos de manutenção, em que as mesmas têm de ter em conta a sua classificação, bem como os Recursos Materiais e Humanos necessários para a sua realização.

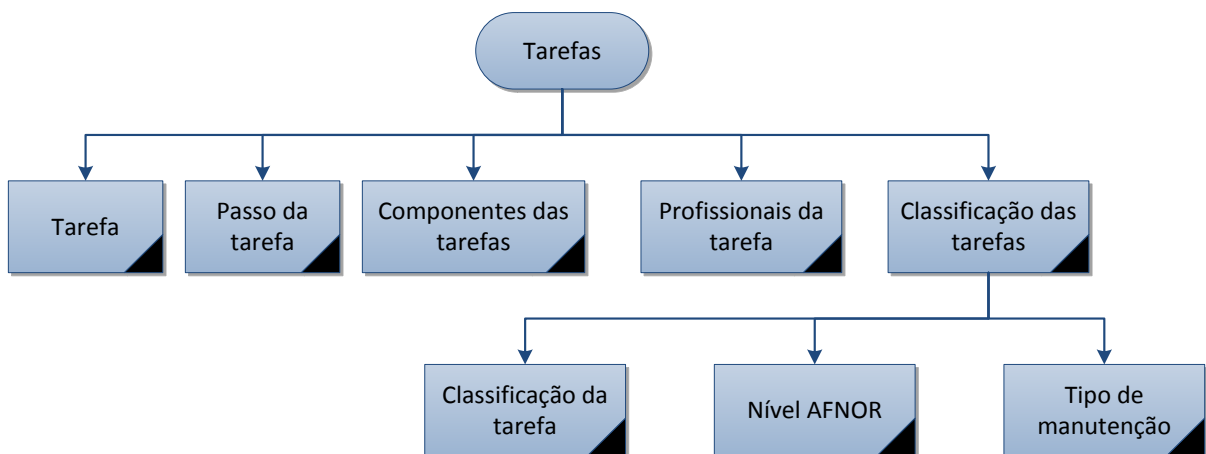


Figura 3.11 - Descrição das tarefas do módulo da Gestão de Manutenção.

3.2.4.2 Eventos

Os eventos dizem respeito a tarefas específicas de manutenção, que fluem através do sistema (Figura 3.12) e contêm a informação armazenada. Após a introdução do evento, a OT é gerada de acordo com este e a intervenção a executar no equipamento é realizada.

O evento é “Criado” quando há a introdução de alguma ocorrência no sistema da organização. Os responsáveis pela Gestão da Manutenção tomam o conhecimento da ocorrência, sendo o mesmo “Confirmado” após o diagnóstico e a sugestão das tarefas de manutenção. O evento é “Programado” caso a organização não esteja “À espera de peças” (quando as peças não estão em *Stock*, o sistema espera que elas cheguem) ou “À espera de pessoas” (as pessoas não estão disponíveis). Quando isso acontece, o evento é agendado para uma data pré-definida. Em seguida, o evento é “Processado” caso não esteja “À espera de dependências”, ou seja, caso não existam problemas durante a execução do trabalho. Por fim o evento é “Fechado”, caso os eventos “Filhos” se encontrem encerrados e o trabalho do evento “Pai” tenha sido concluído.

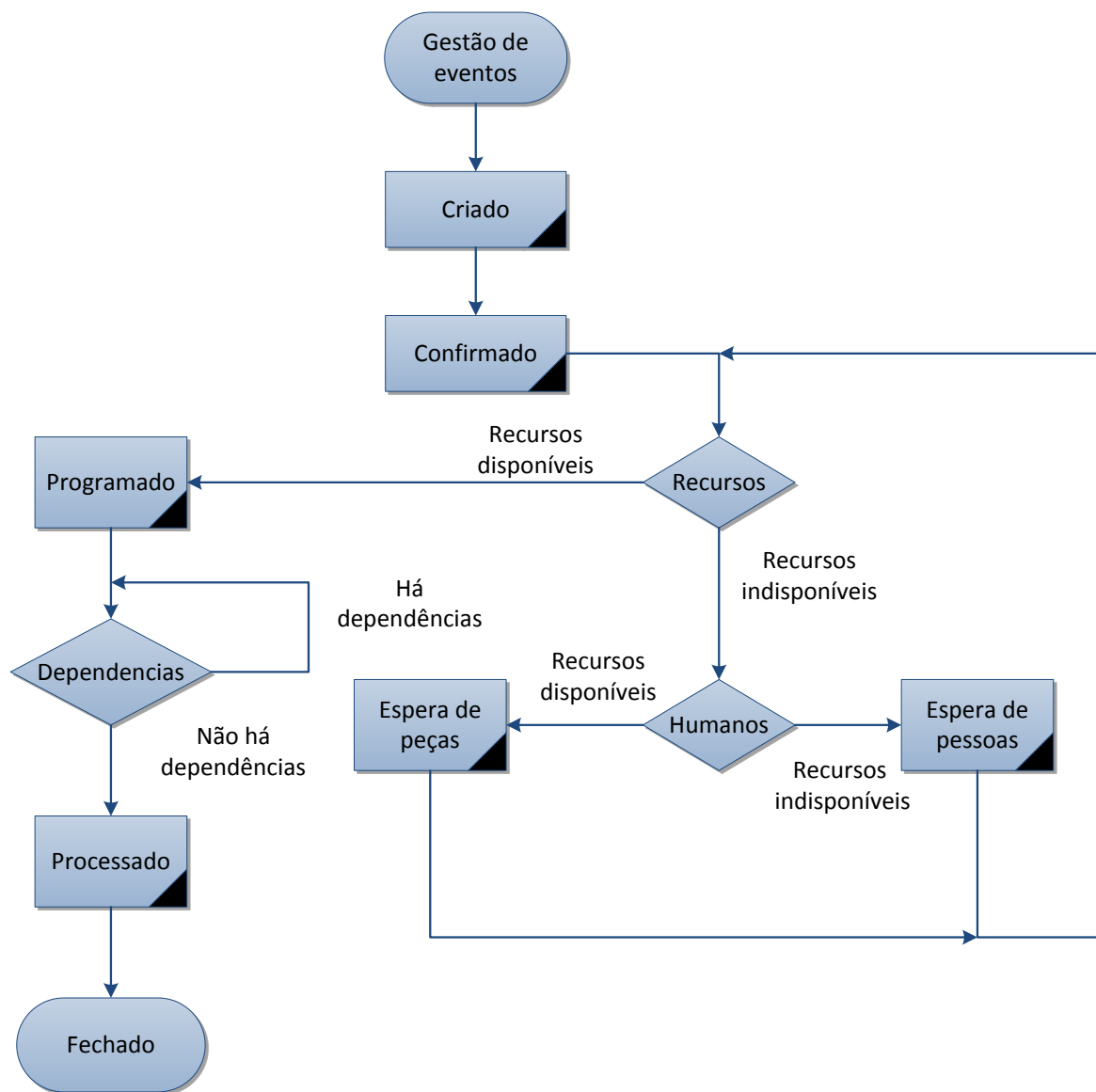


Figura 3.12 - Descrição dos estados dos eventos de manutenção no sistema.

3.2.4.2.1 Classificação

Os tipos dos eventos que classificam (Figura 3.13) os eventos de manutenção consistem em “Pedidos de intervenção”. Quando é realizado um pedido de intervenção (“Pedidos de intervenção agendados”), este é lançado pelos responsáveis da Gestão de Manutenção devido à elaboração de um plano de manutenção preventivo, correspondente à decomposição tecnológica em causa. As “Ordens de trabalho” são pedidos de execução de tarefas para determinada decomposição tecnológica.

A família dos eventos consiste na hierarquização e organização das famílias dos eventos que incluem na sua hierarquia o evento “Pai”, “Filho” e “Neto”.

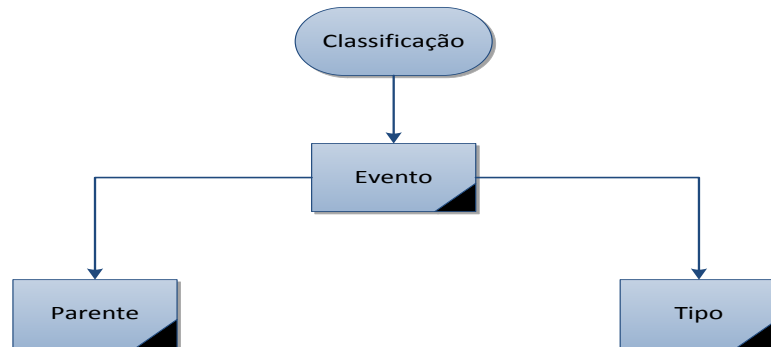


Figura 3.13 - Classificação dos eventos de manutenção.

3.2.4.3 Planeamento

Na aplicação, o planeamento de Manutenção (Figura 3.14) é realizado de duas formas:

- Inserção das tarefas de manutenção, contidas no planeamento do fabricante;
- Análise histórica das anomalias existentes, realizadas pelo departamento de manutenção.

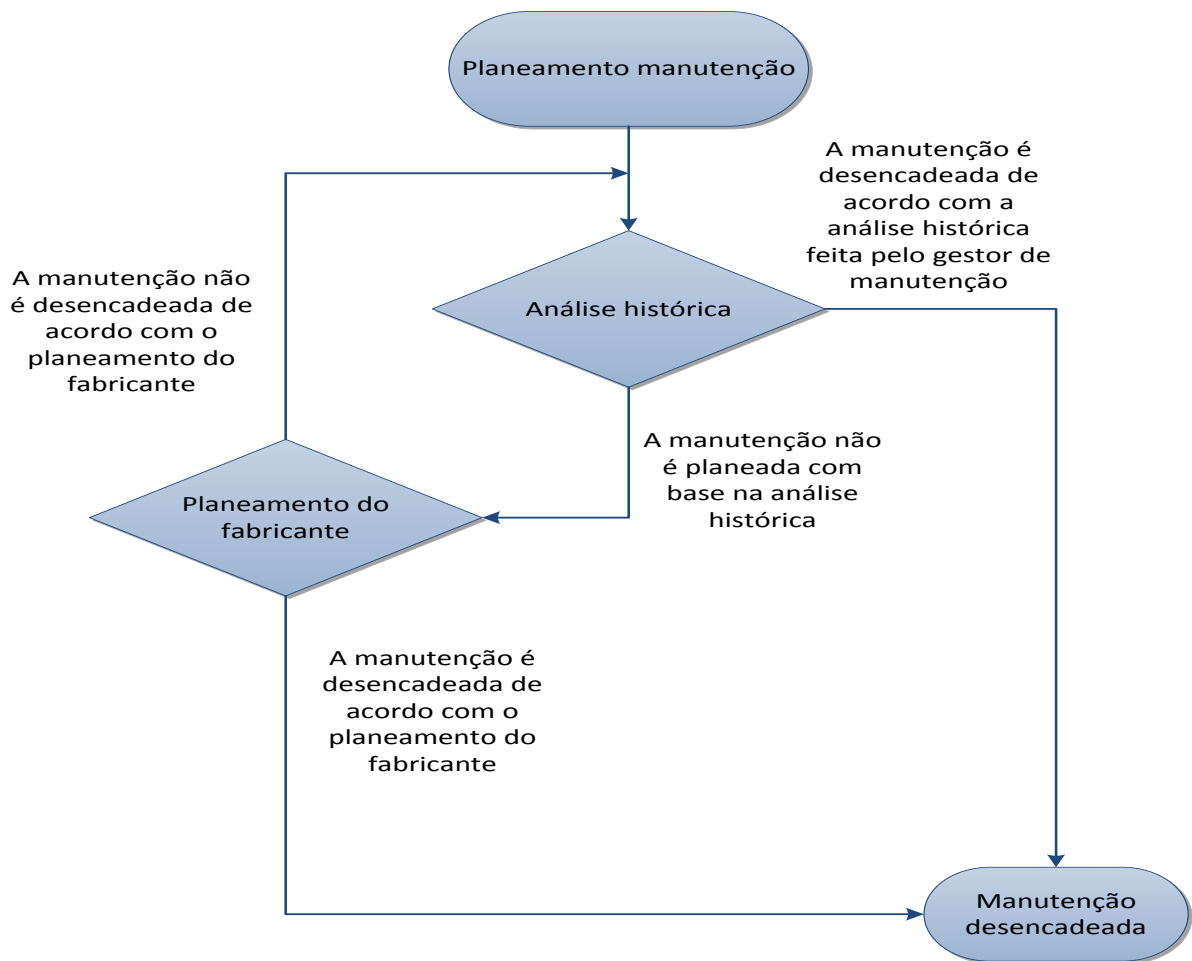


Figura 3.14 - Descrição do processamento do planeamento de manutenção no sistema.

3.2.4.3.1 Análise histórica

O histórico da decomposição tecnológica consiste em possuir a informação das intervenções que foram elaboradas, mencionado a descrição das mesmas, e em que espaço temporal foram elaboradas. Esta informação é bastante importante para o departamento de Gestão da Manutenção.

3.2.4.3.2 Desencadeamento

O desencadeamento (Figura 3.15) é um mecanismo que gera os eventos de manutenção (Manutenção Planeada). Depois do evento ser gerado, é colocado em fila de espera a aguardar confirmação.

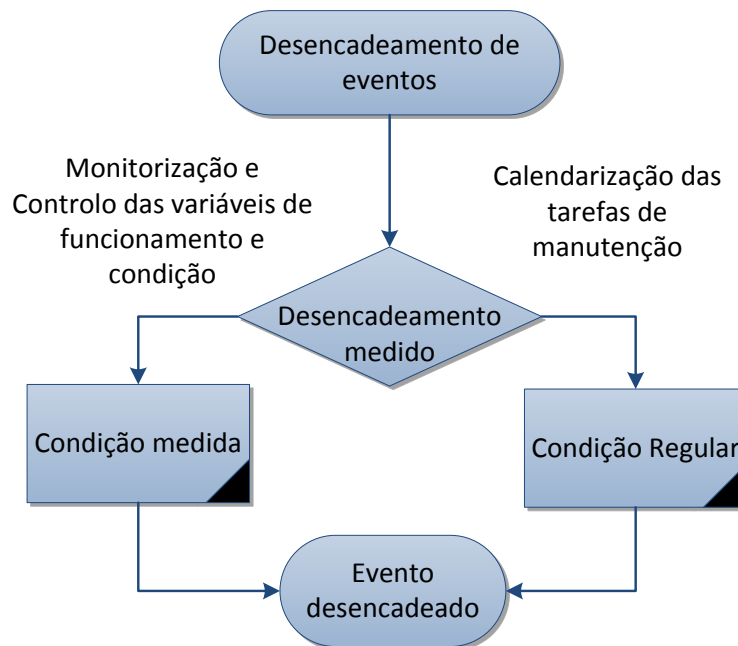


Figura 3.15 - Desencadeamento de eventos de manutenção.

O **desencadeamento regular** lança o evento numa base regular, ou seja, pela calendarização das tarefas de manutenção. O período denota o momento em que o trabalho deve ser feito. Com a combinação do "tempo de antecipação" do desencadeado é possível programar o trabalho, antes de ser efetivamente realizado.

O **desencadeamento medido** lança o evento quando o valor excede o limite pré-definido no sistema. Através da interligação do sistema com ferramentas de monitorização (HMI/SCADA) são desencadeados alarmes que dão origem a intervenções de condição/preditiva. O sistema atualiza automaticamente e lê os valores medidos das variáveis. As amostragens das variáveis podem ser realizadas quer através de ciclos periódicos quer aperiódicos.

O **Evento desencadeado** é um evento Preventivo que não é introduzido por um utilizador no sistema. Ele é gerado automaticamente.

O **Evento preventivo** é introduzido pelo utilizador no sistema. Pode ser uma verificação regular ou superior a algum valor limite, como o número de horas de trabalho.

O desencadeamento é "Introduzido" na aplicação pelo gestor de manutenção. Este encontra-se "Ativo" quando não atinge a condição de validade. Quando uma condição de validade é dada, o desencadeamento é definido como "Desativado".

3.2.4.3.3 Classificação da manutenção

A classificação da manutenção é um ponto bastante importante, na medida em que descreve o índice de importância das tarefas realizadas nos eventos de manutenção.

Assim, permite realizar uma gestão otimizada de recursos, caso os mesmos sejam escassos para as ocorrências dos eventos.

A elaboração das tarefas de manutenção, devido ou não à escassez dos recursos, é escalonada mediante o seu índice de periodicidade, sendo os eventos classificados através dos níveis de manutenção AFNOR X60-010 (*Association Française de Normalisation*) e pelo tipo de manutenção NP EN 13306:2007 (Manutenção Planeada) a realizar.

3.2.4.3.3.1 Níveis de manutenção AFNOR X60-010 (Association Française de Normalisation)

1º Nível - Ajustagens simples previstas pelo fabricante, sem desmontagem do equipamento ou substituição de elementos acessíveis;

2º Nível - Reparações realizadas a partir da substituição de elementos *Standards* previstos para este efeito ou reparações menores de Manutenção Preventiva (rondas);

3º Nível - Identificação e diagnóstico das avarias, reparação por meio de substituição de componentes funcionais e reparações mecânicas menores;

4º Nível - Trabalhos importantes de Manutenção Curativa, Corretiva ou Preventiva;

5º Nível - Trabalhos de renovação, de construção ou reparações importantes numa oficina central ou por subcontratação. Equipa completa de manutenção polivalente.

3.2.4.3.3.2 Tipos de manutenção NP EN 13306:2007

A norma NP EN 13306:2007 define a terminologia da manutenção, destacando-se a manutenção sistemática, como uma manutenção preventiva que é efetuada de acordo com critérios prescritos com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou a degradação do funcionamento de um bem; por sua vez a manutenção preditiva é baseada numa manutenção de condição que funciona com a vigilância do funcionamento de um bem e ou de parâmetros significativos desse funcionamento. No caso do exemplo apresentado abaixo referente a motores elétricos, uma das principais causas de avaria são a degradação dos materiais e dos sistemas de isolamento do motor - a vida útil do isolamento do enrolamento é afetado por diversos fatores (humidade; vibrações; condições ambientais onde o motor trabalha.). A Figura 3.16 apresenta os diversos tipos de manutenção.

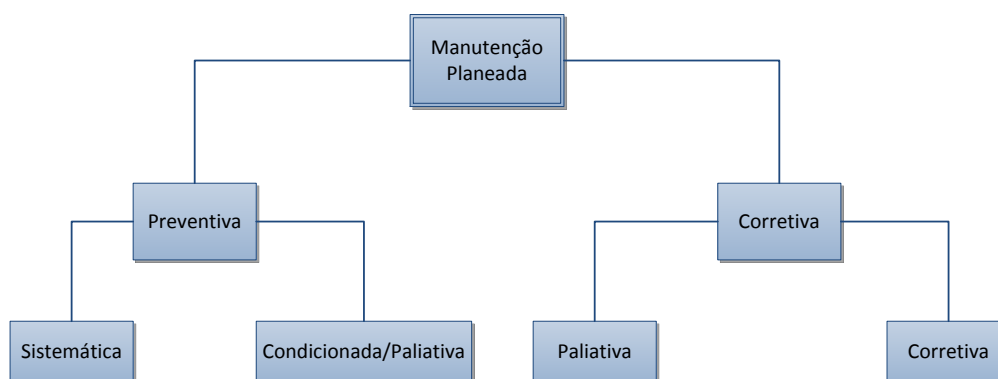


Figura 3.16 - Descrição dos tipos de manutenção planeada.

A **Manutenção Preventiva** consiste na prevenção de falhas que possam originar a paragem ou um baixo rendimento dos equipamentos em operação. Esta prevenção é feita com base em estudos estatísticos, estado do equipamento, condições de funcionamento, dados fornecidos pelo fabricante (condições ótimas de funcionamento, pontos e periodicidade de lubrificação, limpeza, ajuste, etc.), entre outros.

A **Manutenção Preventiva Sistemática** é efetuada segundo uma periodicidade T , obtida a partir dos dados do construtor do equipamento (1ª fase), ou dos resultados operacionais das visitas preventivas ou ensaios realizados (2ª fase), tendo por objetivo manter o sistema num estado de funcionamento equivalente ao inicial.

A **Manutenção Preventiva Condicionada e Manutenção Preditiva** são executadas de acordo com o estado de “saúde” do Ativo Físico, incluindo avaria, se for esta a condição previamente planeada. De um forma geral, associam-se a variáveis de funcionamento e condição, medidas numa dada

unidade que, quando atingem determinado limite, dando origem a uma intervenção, tal como ilustra no exemplo ilustrado na Figura 3.17.

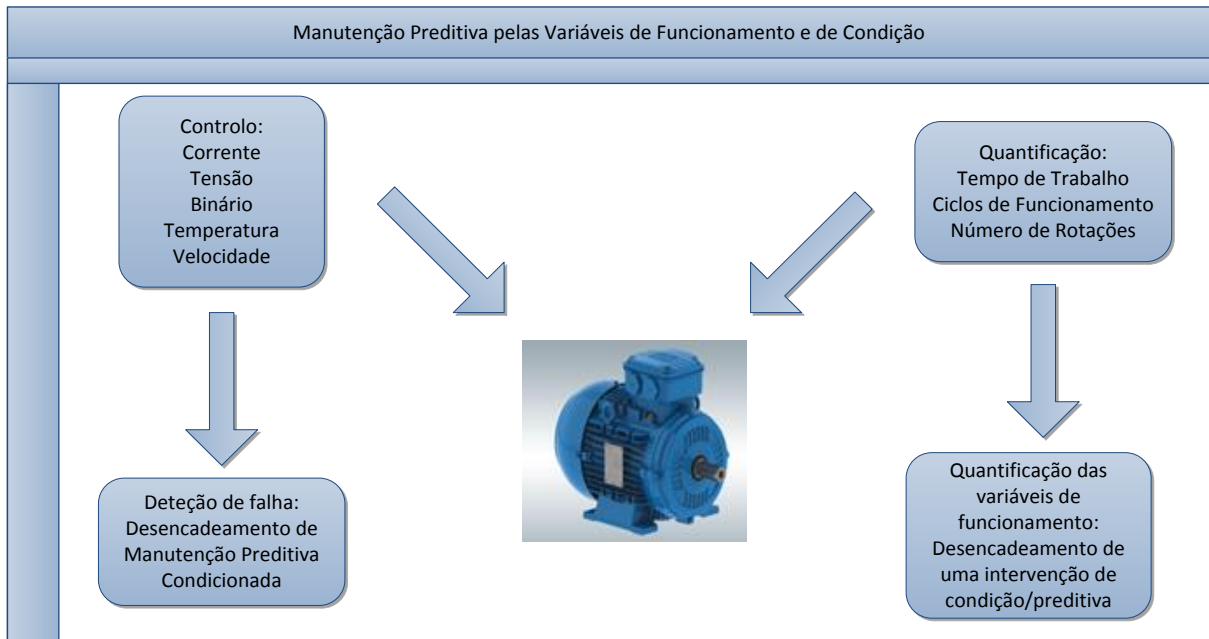


Figura 3.17 – Planeamento da manutenção preditiva de um motor elétrico pelas variáveis de funcionamento e condição.

Podendo ser elaborada no momento exato em que existe evidência experimental de avaria iminente. Esse momento é detetado através de análises estatísticas e análises de sintomas. Entende-se por controlo preditivo de manutenção, a determinação do ponto ótimo para executar a manutenção planeada num equipamento, ou seja, o ponto a partir do qual a probabilidade do equipamento falhar assume valores indesejáveis.

A **Manutenção Corretiva** é a forma mais óbvia e mais primária de manutenção, podendo sintetizar-se pelo ciclo "avaria-repara", ou seja, a reparação dos equipamentos é realizada depois de ocorrer a avaria. É a forma mais cara de manutenção, quando encarada do ponto de vista total do sistema.

Permissões dos utilizadores nos níveis AFNOR X60-010:

Mediante a classificação dos eventos de manutenção (Figura 3.18), os eventos de manutenção apenas poderão ser elaborados por utilizadores habilitados para os desempenhar.

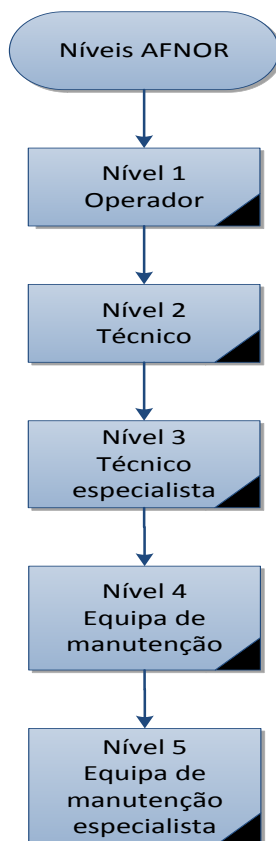


Figura 3.18 - Descrição dos níveis AFNOR X60-010.

A **Manutenção Corretiva Paliativa (1º e 2º níveis de AFNOR)** diz respeito a reparações efetuadas de caráter provisório e é executada após a ocorrência de avarias. Neste caso o objetivo imediato é a reposição do funcionamento das instalações ou equipamentos, ficando a resolução final da avaria adiada para um futuro, em que o funcionamento das instalações/equipamentos não seja já tão crítico (por exemplo, no final do horário de laboração ou fim-de-semana).

Na **Manutenção Curativa (3º e 4º níveis de AFNOR)** a preparação da reparação é efetuada após ser feita a análise da avaria. Sempre que a urgência o permita, é efetuada a análise das causas da avaria, sendo feita a elaboração das tarefas de manutenção e uma eventual correção, de modo a eliminar a causa da anomalia, minimizando as suas consequências. Assim, são inseridos os dados relativos à intervenção na aplicação (histórico), permitindo, desta forma, que o departamento de manutenção faça evoluir o planeamento de manutenção da decomposição tecnológica em causa.

3.2.4.4 Ordens de trabalho

A ordem de trabalho consiste na requisição de um determinado evento de manutenção a executar. Esta é “Emitida” na organização e assim que um elemento da organização tome conhecimento, a OT é “Aceite”, sendo “Retornada” após ter sido elaborado o trabalho respeitante à ordem a cumprir.

3.2.5 Gestão de Recursos Humanos

A Gestão dos Recursos Humanos consiste na organização do pessoal que está incorporado na instituição, onde a aplicação vai funcionar.

3.2.5.1 Utilizadores

Os utilizadores são as pessoas que têm acesso à aplicação (Figura 3.19). Os mesmos são classificados segundo a sua área de especialização e segundo o seu perfil, que permite definir a sua permissão e o seu grau hierárquico dentro da organização.

3.2.5.2 Especificações

3.2.5.2.1 Perfil

Administrador: Acesso livre a toda a aplicação.

Gestor de manutenção: Coordena o trabalho de manutenção. Tem acesso a toda a área de Gestão de Manutenção.

Gestor de logística: Tem acesso a todos os aspetos logísticos, podendo aprovar todas as ordens de Logística.

Subcontratado: O seu nível de acesso é configurado pelo administrador.

Técnico de manutenção: O seu nível de acesso é configurado pelo administrador.

Armazém: O seu nível de acesso é configurado pelo administrador.

Operador: O seu nível de acesso é configurado pelo administrador.

Secretaria: O seu nível de acesso é configurado pelo administrador.

Contabilidade: O seu nível de acesso é configurado pelo administrador.

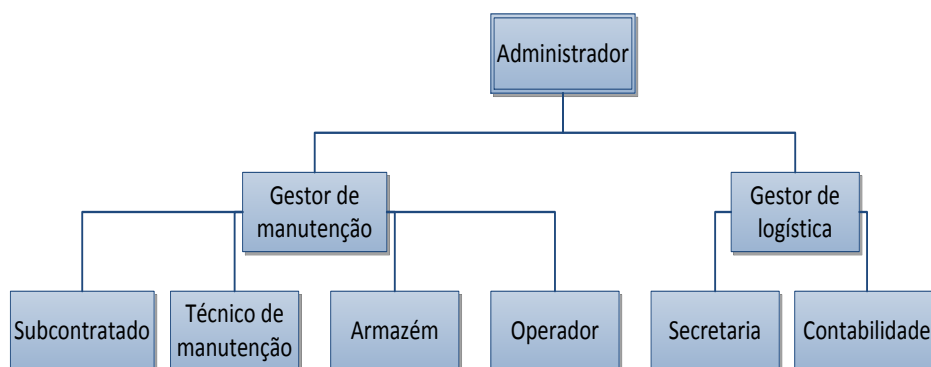


Figura 3.19 - Descrição dos perfis e a sua hierarquia no sistema.

3.2.5.2.2 Especialidade

A especialidade do utilizador consiste na área em que ele está inserido na organização.

Eletrotecnia: Especialidade na área da Eletrotecnia.

Mecânica: Especialidade na área da Mecânica.

Eletromecânica: Especialidade na área da Eletromecânica.

Informática: Especialidade na área da Informática.

Recursos humanos: Especialidade na área de secretariado.

Fábrica: Especialidade do setor fabril.

3.2.5.3 Gestão de pessoal

A gestão do pessoal (Figura 3.20) consiste no escalonamento dos elementos pertencentes à organização, com vista à realização dos eventos de manutenção programados, em que os mesmos são realizados mediante os recursos disponíveis (Recursos Humanos/Materiais).

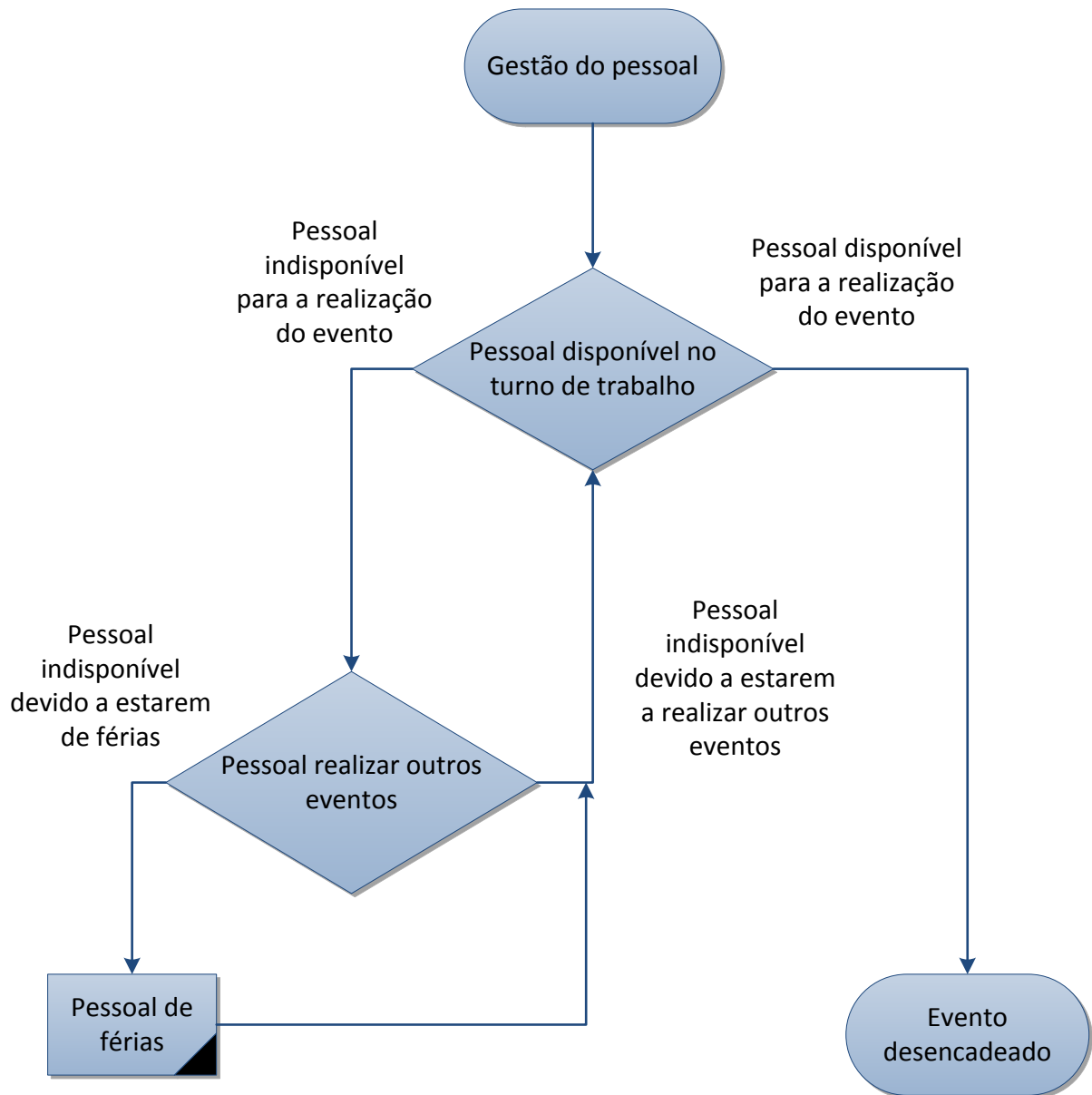


Figura 3.20 - Descrição da gestão do pessoal para a manutenção planeada.

3.2.1 Gestão do Sistema

A Gestão do Sistema apresentada na Figura 3.21 consiste em gerir a informação relativa aos registos, e às entradas, e às permissões dos utilizadores no sistema, em que essa gestão é realizada pelo administrador da aplicação, o qual selecciona o perfil na aplicação para a conta que o administrador define para o utilizador em causa.

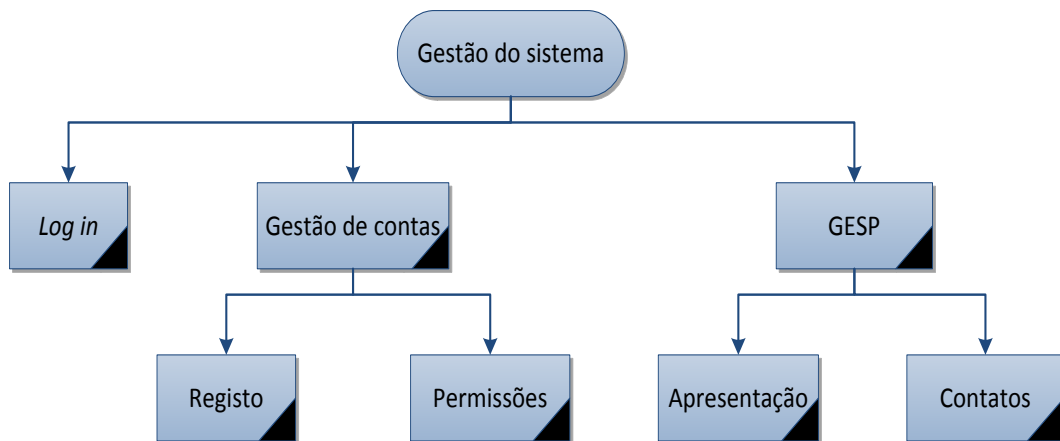


Figura 3.21 - Gestão do Sistema.

3.3 Estratégias e vertentes de gestão de ativos com a implementação do GESP

A Gestão de Informação Aplicada à área da manutenção é fulcral para o bom desempenho da entidade na área em que labora, tanto para aumentar a sua produtividade como no dispêndio desnecessário de recursos, ou seja, fazer uma melhor gestão de forma a minimizar os tempos “mortos” no desempenho das tarefas. No caso da manutenção planeada e a forma como a informação é processada varia com a política que cada organização adota para a realização da mesma.

Criado o evento é realizada a seleção de tarefas a executar, não só com base nas especificações provenientes da decomposição estrutural dos Ativos Físicos como na análise do seu histórico e ou da sua família, da qual podem resultar tarefas adicionais.

Cada tarefa é posteriormente classificada segundo os níveis da norma AFNOR X60-010 e classificadas pelo tipo de operação efetuada segundo a norma NP EN 13306:2007, para que seja possível gerir da forma mais eficiente possível os Recursos Humanos disponíveis para o período em que decorrerá a intervenção de manutenção. O sistema está preparado para indicar não só os Recursos Humanos internos à organização como também os serviços subcontratados, tal como previsto ou pedido como alternativa. Um fator importante para a calendarização dos eventos é a disponibilidade em *Stock* de peças-de-reserva que necessitem ser substituídas.

Depois de toda a informação recolhida caberá ao gestor da manutenção decidir o momento exato em que deverá ocorrer a intervenção de manutenção e identificar quem está encarregue de realizar cada tarefa através da emissão de OT.

Quando há disponibilidade de recursos, para a realização das tarefas de manutenção planeadas, as tarefas são cumpridas, e a produção é garantida no prazo previsto de laboração dos trabalhos realizados. Caso os recursos sejam insuficientes para a realização das tarefas de manutenção planeada, cada tarefa a executar passará a ser classificada como a realização de uma intervenção preventiva indexada aos recursos disponíveis.

Os índices de periodicidade podem estar relacionados com dois aspetos importantes, a manutenção realizada, para garantir a segurança da integridade física dos trabalhadores ou para garantir a laboração da atividade, ou então as duas juntas: garantir a segurança dos operadores e a disponibilidade dos Ativos Físicos.

No caso da Gestão de Ativos utilizados na construção civil, o planeamento da manutenção tem de ser feito de forma a garantir os prazos estabelecidos pela organização para a elaboração da obra em causa. Por vezes, devido a fatores imprevistos no planeamento da elaboração dos trabalhos a

realizar, os prazos de execução de determinadas tarefas são automaticamente diminuídos para assegurar o cumprimento das *Deadlines*, implicando assim uma readequação de Recursos Humanos e Materiais para a realização das referidas tarefas. As variáveis de controlo podem ser estabelecidas pelos fabricantes dos Ativos Físicos, ou podem ser ajustadas, devido à informação fornecida e introduzida no sistema de informação da organização. Foi a pensar nestes casos, e em tantos outros similares, que o sistema de informação aplicado desenvolvido foi concebido de forma a poder ser aplicável a diversos ramos de atividade, tendo como foco principal a Gestão de Manutenção dos Ativos Físicos e dos recursos disponíveis.

3.4 Conclusões

O modelo de base de dados desenvolvimento no *Software* foi estruturado de forma a não obter redundância da informação, visando a sua normalização para melhorar a sua otimização, no que diz respeito a: ocupação de dados; organização da informação; e velocidade de acesso aos dados.

A velocidade de acesso é incrementada significativamente em função da diminuição drástica do tempo do processamento e da manipulação dos dados, tornando-se bastante mais clara e eficaz, minimizando o erro. Para a obtenção do modelo de dados construído e para ter uma eficiente organização da informação, foi realizado um estudo exaustivo dos possíveis estados relativos a aspetos que condicionam ou não a realização da manutenção, estados estes que são: decomposição estrutural dos Ativos Físicos; gestão de *Stocks*; eventos de manutenção; desencadeamento dos eventos de manutenção; Ordens de Trabalho; e contratos de terciarização. O cruzamento de informação relativa aos estados que classificam a informação permitem organizar os dados do sistema de uma forma consistente.

4 Arquitetura do Sistema

4.1 Introdução

Neste capítulo faz-se uma abordagem à arquitetura do sistema desenvolvido, começando por descrever a tecnologia utilizada para a sua implementação, e as vantagens inerentes à mesma. Seguidamente abordam-se os vários níveis usados, fazendo uma explicação pormenorizada de toda a sua constituição, desde a gestão, à forma como é permitido o acesso. Por fim, é apresentada a forma como o sistema é manuseado com um caso de estudo.

4.2 Desenvolvimento do Sistema em ASP .NET MVC C#

O Desenvolvimento da *Interface* Gráfica da plataforma ASP .NET [13] no padrão MVC (*Model-View-Control*) [14] para a construção de aplicações Web, baseia-se num conjunto abrangente de ferramentas e serviços que auxiliam na criação de uma ampla variedade de aplicativos para plataformas *Microsoft*. Desta forma, pode assim conetar com os projetos onde as aplicações vão laborar, independentemente da ferramenta de desenvolvimento, incluindo o *Eclipse* e o *Xcode*. O desenvolvimento de aplicações .NET, como o C++ AMP, é essencial para simplificar a programação, ou para testar e simplificar a visualização do aplicativo HTML/JavaScript conetado por nuvem, que é executado em muitos dispositivos e que abrange uma grande parte dos programadores de aplicações no mundo, utilizadores esses que usam o *Visual Studio* como seu principal ambiente de desenvolvimento.

4.2.1 Vantagens da Programação da Aplicação em ASP .NET

A aplicação GESP é desenvolvida em ASP .NET [15] que é uma plataforma da *Microsoft* para o desenvolvimento de aplicações Web. É um componente do *IIS* que permite, através de uma linguagem de programação integrada na *.NET Framework* [16], criar páginas dinâmicas.

O ASP .NET é baseado no Framework .NET, do qual herda as características da aplicação .NET. A plataforma oferece como vantagens ao desenvolvimento de aplicações as seguintes:

- O código ser escrito em várias linguagens, no caso em apreço o GESP é desenvolvido em C# .NET [17], podendo ser desenvolvido em *Visual Basic .NET* [18];
- O desenvolvimento da aplicação em *Visual Studio .NET* [19] facilita o trabalho de programação, com os componentes visuais para criação de formulários de páginas Web. Apesar de ser possível desenvolver aplicações ASP .NET utilizando somente um editor de texto e o compilador .NET;
- É possível reutilizar o código de qualquer outro projeto escrito para a plataforma .NET, mesmo que a linguagem seja diferente;
- Apesar do código da aplicação não ser escrito em VB .NET, esta ferramenta permite chamar componentes escritos em C# ou *Web Services* escritos em C++ [20];
- As aplicações ASP .NET são compiladas antes da execução, originando um sensível ganho de desempenho;
- Permite executar as aplicações de ASP .NET noutras plataformas (*Linux* [21]), através do módulo que possibilita que o servidor *Apache HTTP Server* trabalhe em conjunto com o *Framework .NET* e correr as aplicações ASP .NET na plataforma *Windows*, o projeto *mod_aspdotnet*.

4.3 Níveis da Arquitetura do Sistema

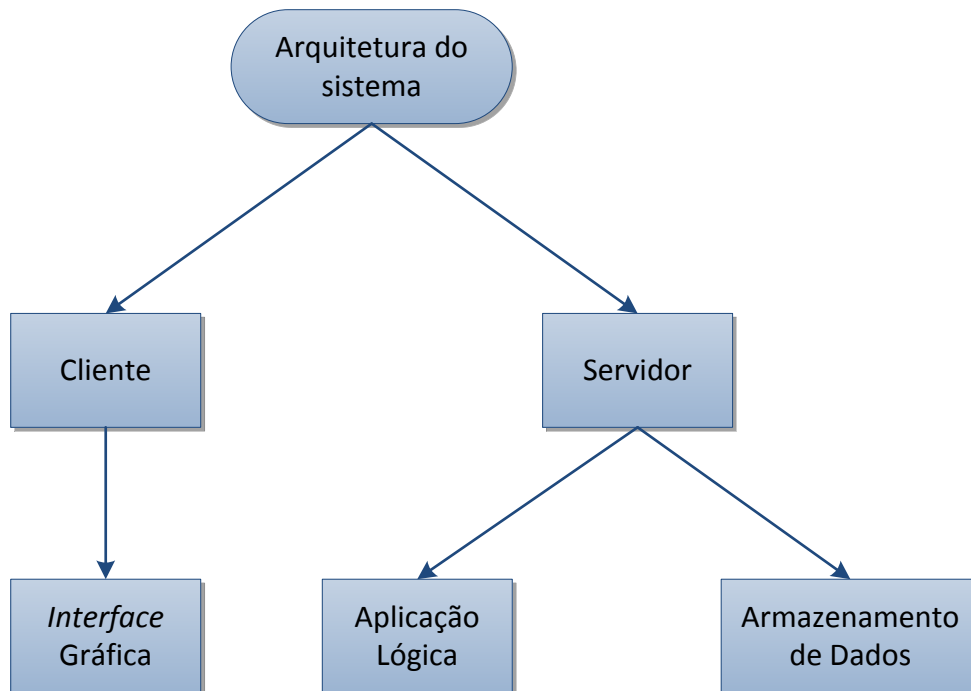


Figura 4.1 - Níveis da Arquitetura do Sistema.

A arquitetura do sistema divide-se em três camadas: *Interface* do Utilizador, *Aplicação Lógica* e o *Armazenamento de dados*. De acordo com a Figura 4.1, a arquitetura, está dividida em duas partes: *Cliente* e *Servidor*.

4.3.1 Interface Gráfica

A *Interface Gráfica* é o local onde os utilizadores da aplicação têm acesso ao sistema, incluindo os elementos no cliente tais como: HTML, XML, ASP. Permite aos utilizadores a receção de dados e a apresentação dos mesmos.

4.3.2 Aplicação Lógica

É o cerne da aplicação, responsável pela inteligência do sistema. Realiza a modelação dos dados e o comportamento por trás do processo de negócio, preocupando-se apenas com o armazenamento, a manipulação e a gestão de dados.

4.3.3 Armazenamento de Dados

O armazenamento de dados consiste na recolha de todos os dados da aplicação, baseando-se numa base de dados relacional. Fisicamente trata-se de um servidor SQL, que pode ser executado num servidor separado da máquina, o qual suporta a aplicação GESP.

4.4 Arquitetura do Sistema

A Figura 4.2 ilustra o padrão da arquitetura do sistema desenvolvido, explicando de uma forma sucinta a interação dos diversos tipos de utilizadores do sistema com a aplicação, e a forma como as diversas camadas da aplicação se comportam com as diversas interações, sendo definidas as componentes de Software, as suas propriedades internas e externas, e o seu relacionamento com o HMI/SCADA.

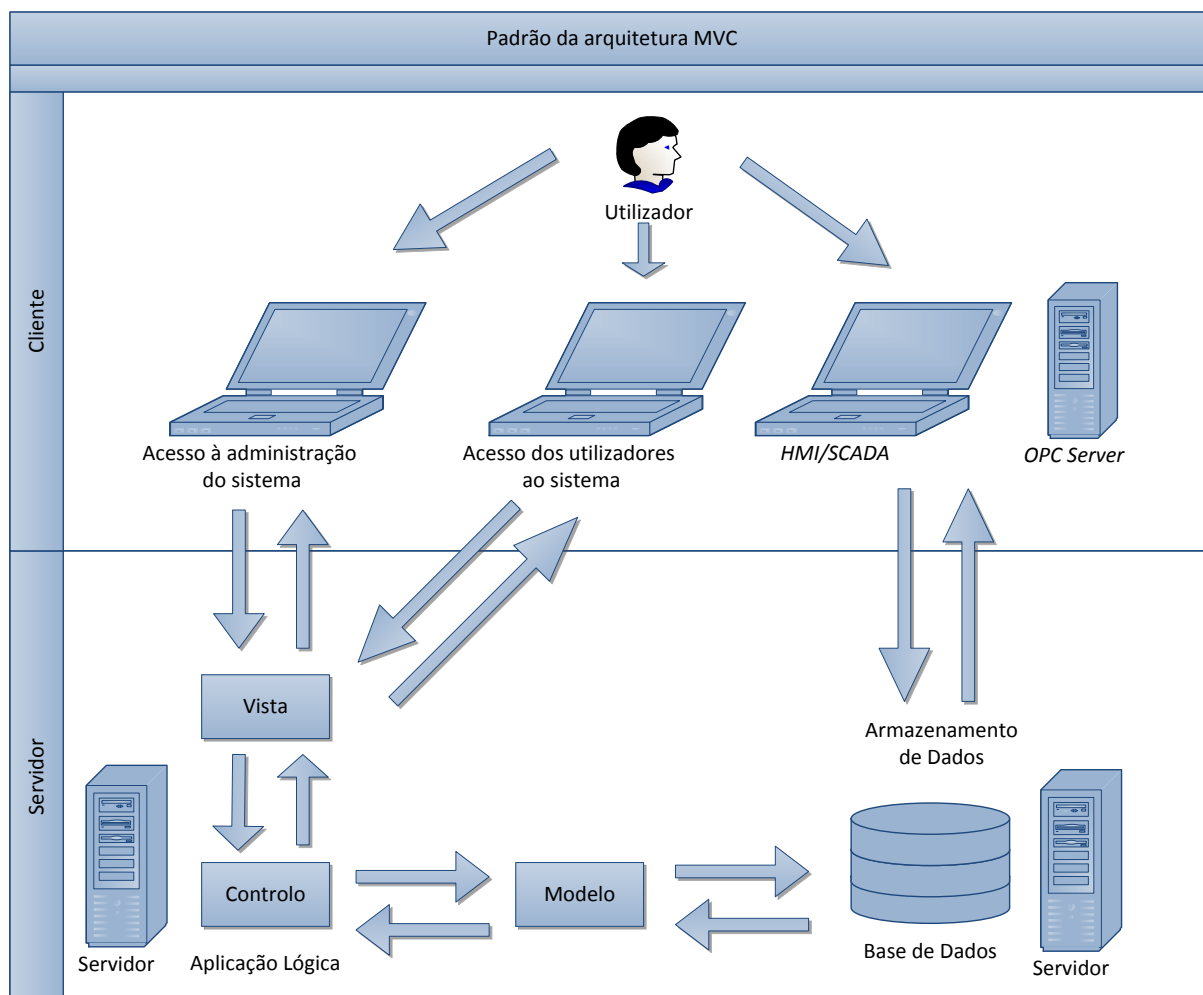


Figura 4.2 - Padrão da Arquitetura do Sistema MVC.

4.4.1 Interfaces Gráficas

A *Interface Gráfica* é o que permite a interação dos utilizadores com os sistemas. No caso apresentado, é pretendida a interação do utilizador com o sistema. Há dois tipos de utilizador no sistema, ou seja, o utilizador que faz a administração do sistema, e o utilizador que acede ao sistema, de acordo com as permissões que a administração fornece a esse utilizador. A *Interface Gráfica HMI* permite estabelecer a ligação entre o utilizador e a decomposição tecnológica monitorizada. O sistema necessita dessa monitorização para realizar os desencadeamentos de manutenção, com o controlo das variáveis.

4.4.1.1 Acesso à administração do sistema

O acesso à administração do sistema consiste no acesso aos formulários da aplicação, permitindo dar acesso aos clientes da aplicação. No caso em concreto, esse acesso só é permitido pelo administrador do sistema, em que o mesmo define o perfil de cada utilizador.

4.4.1.2 Acesso dos utilizadores ao sistema

O acesso dos utilizadores ao sistema permite definir a permissão, que cada utilizador possui para aceder à aplicação, de acordo com o perfil definido pela administração do sistema.

4.4.1.3 Acesso do HMI/SCADA ao sistema

Para a realização dos desencadeamentos de manutenção medido, através das variáveis de funcionamento e de condição, é necessário interligar a aplicação GESP com um *Software* HMI/SCADA, que segue a norma IEC 61131-3, permitindo assim associar ao sistema os níveis da pirâmide de automação:

- Nível de campo (utilizado próximo a um PLC);
- Nível HMI/SCADA (informações de acesso);
- Análise de dados (apresentação de resultados de algoritmos de acordo com as informações de acesso retiradas do nível de campo).

Para realizar a *Interface* entre a aplicação e o Ativo Físico, verificou-se que uma opção viável para a sua realização passa pela utilização do *Software* SCADA *Zenon* da COPA-DATA [22]. Desta forma possui-se um sistema bastante versátil, dada a possibilidade de se poder conetar através de todos os padrões. Caso o *Hardware* seja um controlador ou um computador de controlo, os dados são movidos e utilizados de maneira rápida e segura. *Software* HMI/SCADA *Zenon* torna o OPC / OPC UA e todos os outros padrões atuais disponíveis em qualquer momento. Ao mesmo tempo, o *Software* SCADA *Zenon* oferece também mais de 300 *Interfaces* de alto desempenho, permitindo a conexão e o processamento, a compressão e monitorização de dados, tais como o controlo de qualidade e a transmissão eficiente dos mesmos.

O HMI/SCADA *da Zenon* como ilustra a Figura 4.3 permite a interligação com *Interfaces* abertas, COM, XML, WPF, .NET e *ActiveX*, possibilitando a combinação de dados provenientes das mais diversas fontes. Para além destas *Interfaces*, devido ao seu funcionamento possuir um Servidor *Microsoft* integrado, que funciona como núcleo de dados, permite a sua interligação com a aplicação GESP.

Devido ao facto do HMI/SCADA *da Zenon* possuir um *Gateway* de processo, este permite realizar a interligação entre os sistemas externos e o *Software*, possibilitando a abordagem através de outros sistemas, tais como PLC, e facilitando assim a comunicação através dos protocolos de comunicação *Modbus* ou com *Software* de gestão de rede, via SNMP.

Apresenta ainda uma comunicação direta e de integração flexível, permitindo às organizações obter as metas pretendidas e, no caso em concreto, desencadear a manutenção com a máxima precisão da monitorização das variáveis de funcionamento e de condição.

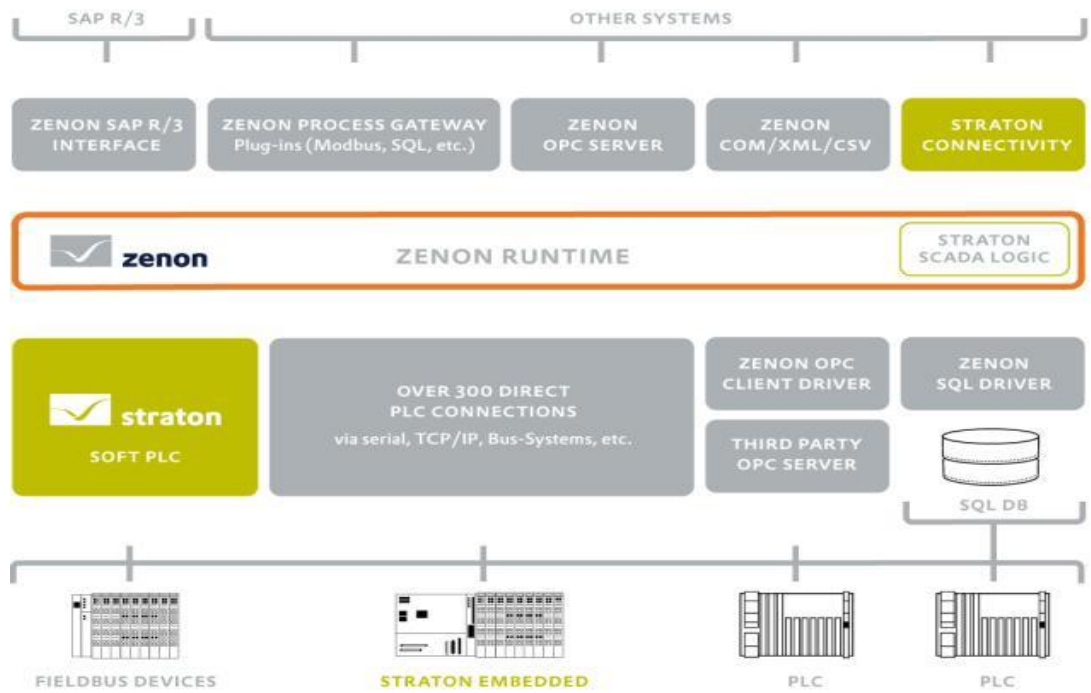


Figura 4.3 - Interligação do Software Zenon com outros sistemas.

Através da informação fornecida aos sistemas SCADA é possível monitorizar os valores pré-definidos, bem como outras tarefas de controlo. O sistema SCADA permite assim realizar a monitorização, o controlo, e a elaboração dos relatórios em tempo real, bem como o tratamento dos dados históricos. Este tipo de sistemas correspondem a aplicações HMI (*Human Machine Interface*), que tendem a crescer devido à incessante procura, permitindo garantir processos mais flexíveis, e reduzindo o tempo de trabalho dos utilizadores. Os valores das variáveis de funcionamento e de condição correspondem aos dados fornecidos pelas aplicações SCADA aos diversos sistemas/aplicações de manutenção que os tratam através de algoritmos específicos (Figura 4.4).

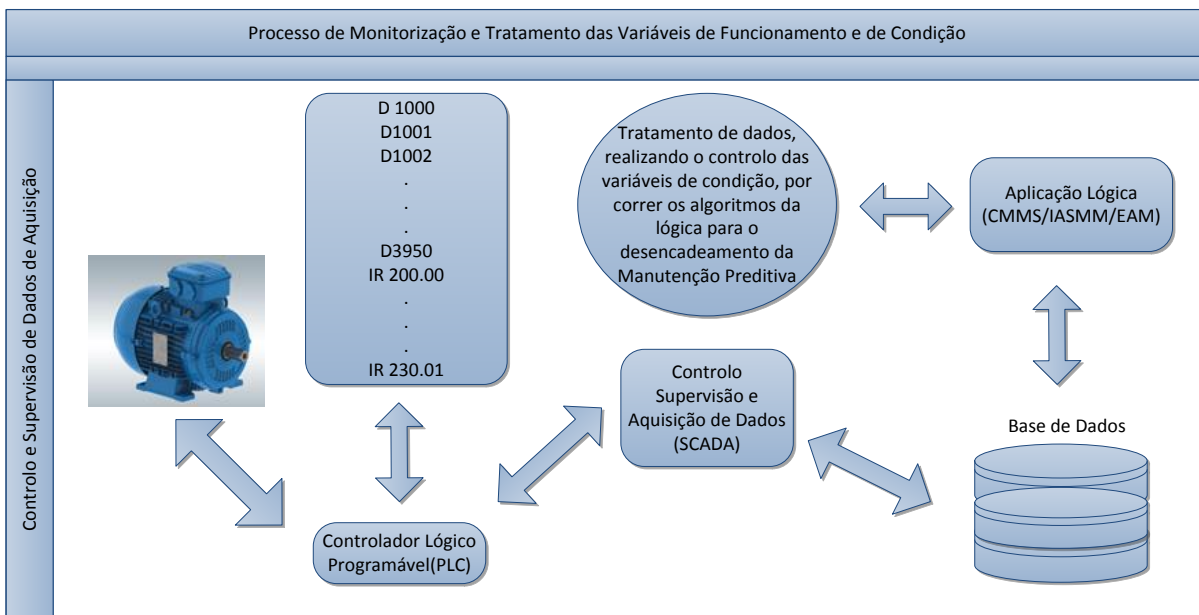


Figura 4.4 – Processo de Controlo e Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA) das variáveis de funcionamento e condição.

4.4.2 Padrão MVC

O padrão MVC (Figura 4.5) é o padrão de arquitetura utilizado para o desenvolvimento da UI (*User Interface*), que consiste na divisão do sistema em três partes interligadas, de modo a contribuir assim para que o código usado num determinado domínio seja isolado do utilizado na construção de *Interfaces* gráficas. Deste modo, esta separação de responsabilidades contribui para simplificar o desenvolvimento (simplifica a modularização), bem como a realização de testes dos vários componentes e para melhorar a manutenção da aplicação à custa de um pequeno aumento de complexidade. Sendo assim, trata-se de um padrão que relaciona três elementos: o Modelo (*Model*), o Controlo (*Control*) e a Vista (*View*) [23].

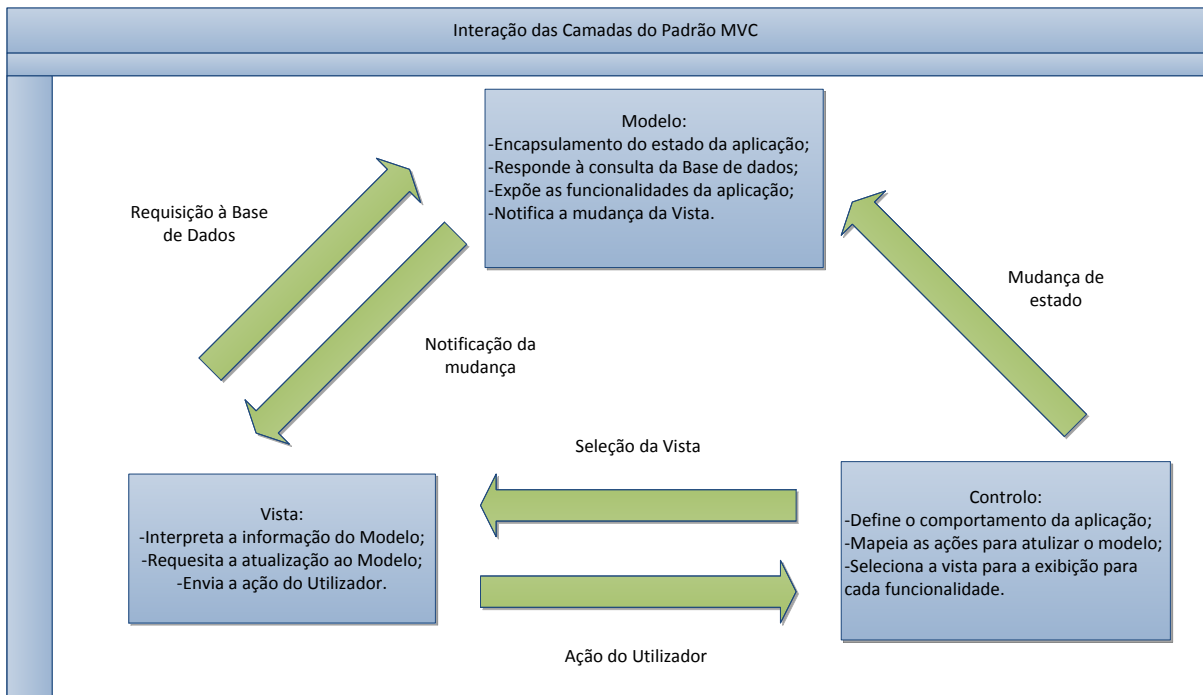


Figura 4.5 - Descrição da Interação das Camadas do Padrão MVC.

4.4.2.1 Modelo

O Modelo (Figura 4.6) realiza a manipulação da informação de uma forma mais detalhada, de acordo com a representação, permitindo que as vistas sejam atualizadas e que os controlos alterem o conjunto de comandos disponíveis. Ou seja, é feita integração de dados com uma representação lógica das outras camadas (Vista e Controlo). É realizado o controlo lógico dos dados da aplicação (regras de negócio), podendo o mesmo recuperar e armazenar dados a partir de uma base de dados.

```

namespace cmms.Models
{
    using System;
    using System.Collections.Generic;

    public partial class meter_event_scheduling
    {
        public meter_event_scheduling()
        {
            this.date_state_meter_event_scheduling = new HashSet<date_state_meter_event_scheduling>();
        }

        public int id { get; set; }
        public string name { get; set; }
        public int id_decomposition_tecnology { get; set; }
        public string description { get; set; }
        public int id_task { get; set; }
        public Nullable<decimal> meter_value { get; set; }
        public decimal value_scheduling { get; set; }
        public int id_unit_value { get; set; }
        public System.DateTime start_date { get; set; }
        public Nullable<System.DateTime> end_date { get; set; }
        public Nullable<bool> active { get; set; }

        public virtual ICollection<date_state_meter_event_scheduling> date_state_meter_event_scheduling { get; set; }
        public virtual task task { get; set; }
        public virtual technology_decomposition technology_decomposition { get; set; }
        public virtual unit unit { get; set; }
    }
}

```

Figura 4.6 - Modelo do *Meter Event Scheduling*.

4.4.2.2 Vista

A Vista é a camada que permite solicitar do modelo a representação dos dados de forma visual, utilizando uma combinação de HTML (Figura 4.7), CSS (Figura 4.8) e *JavaScript* (Figura 4.9). Ou seja, solicita a visualização da informação da camada do Modelo para gerar a representação dos dados. O controlo da exibição dos dados da aplicação é também realizado pela Vista.

```

<div class="editor-label">
    <h3>@Html.LabelFor(model => model.active, "Active")</h3>
</div>
<div class="editor-field">
    @Html.EditorFor(model => model.active)
    @Html.ValidationMessageFor(model => model.active)
</div>

<p>
    <input type="submit" value="Create" />
</p>
</fieldset>

<div>
    @Html.ActionLink("Back to List", "Index")
</div>

```

Figura 4.7 - Excerto de código HTML da Vista de criação do formulário *Meter Event Scheduling*.

```

input[type="submit"],
input[type="button"],
button {
    background-color: #d3dce0;
    border: 1px solid #787878;
    cursor: pointer;
    font-size: 1.2em;
    font-weight: 600;
    padding: 7px;
    margin-right: 8px;
    width: auto;
}

td input[type="submit"],
td input[type="button"],
td button {
    font-size: 1em;
    padding: 4px;
    margin-right: 4px;
}

```

Figura 4.8 - Excerto de código CSS da Vista dos botões da aplicação.

```

@section Scripts {
    @Scripts.Render("~/bundles/jqueryval")
    @Scripts.Render("~/scripts/jquery.datetimepicker.js")
    <script>
        $(function () {
            $('#start_date').datetimepicker({});
            $('#end_date').datetimepicker({});
        });
    </script>
    <!-- end -->
}

```

Figura 4.9 - Excerto do código *JavaScript* da Vista para ativar o *datetime* do HTML do formulário *Meter Event Scheduling*.

4.4.2.3 Controlo

O Controlo é a camada intermediária, que é responsável por controlar o fluxo de informação da aplicação entre as restantes camadas (Modelo e Vista). É responsável pela obtenção dos dados, interagindo com o Modelo (Figura 4.10) e disponibilizando os dados (do modelo) para a Vista. Ou seja, o Controlo pode enviar comandos (executa as regras de negócio) para o Modelo, por forma a atualizar o seu estado, e pode enviar comandos para a sua Vista, de forma a alterar a apresentação do Modelo.

```
using System.Web.Mvc;
using cmms.Models;

namespace cmms.Controllers
{
    public class MeterEventSchedulingController : Controller
    {
        private CMMSEntities db = new CMMSEntities();
    }
}
```

Figura 4.10 - Estabelece a comunicação entre o Modelo e o Controlo.

Para a criação de um *Meter Event Scheduling* em que a Vista apresentada ao utilizador é derivada de um ficheiro HTML da aplicação, o controlo recebe um entrada GET ou POST mediante o que o utilizador decidir processar, invocando objetos do domínio para tratar a lógica de negócio, e por fim invoca uma vista para apresentar a saída (Mediante o processamento do utilizador). Através do protocolo HTTP (*Hyper Transfer Protocol*), ou seja, um protocolo de pedido-resposta entre um cliente e um servidor, o cliente (*Browser*) ao carregar no botão criar, envia uma solicitação HTTP para o servidor (Figura 4.11); em seguida, o servidor devolve uma resposta para o cliente (Figura 4.12). A resposta contém informações sobre o *Status* do pedido e também pode conter o conteúdo solicitado.

```
//
// GET: /MeterEventScheduling/Create

public ActionResult Create()
{
    ViewBag.id_task = new SelectList(db.tasks, "id", "task_name");
    ViewBag.id_decomposition_tecology = new SelectList(db.technology_decomposition, "id", "name");
    ViewBag.id_unit_value = new SelectList(db.units, "id", "code");
    return View();
}
```

Figura 4.11 - Realiza um pedido específico dos dados para a criação de um *Meter Event Scheduling*.

```
//  
// POST: /MeterEventScheduling/Create  
  
[HttpPost]  
[ValidateAntiForgeryToken]  
public ActionResult Create(meter_event_scheduling meter_event_scheduling)  
{  
    if (ModelState.IsValid)  
    {  
        db.meter_event_scheduling.Add(meter_event_scheduling);  
        db.SaveChanges();  
        return RedirectToAction("Index");  
    }  
  
    ViewBag.id_task = new SelectList(db.tasks, "id", "task_name", meter_event_scheduling.id_task);  
    ViewBag.id_decomposition_tecnology = new SelectList(db.technology_decomposition, "id", "name",  
                                                         meter_event_scheduling.id_decomposition_tecnology);  
    ViewBag.id_unit_value = new SelectList(db.units, "id", "code", meter_event_scheduling.id_unit_value);  
    return View(meter_event_scheduling);  
}
```

Figura 4.12 - Submete os dados selecionados no pedido para a criação de um *Meter Event Scheduling*.

4.5 Caso de estudo

Com o caso de estudo pretende dar-se a conhecer o funcionamento da aplicação, permitindo visualizar o processo de gestão do sistema de informação desenvolvido e apresentar as vantagens e a forma como pode ser otimizada com a sua implementação.

4.5.1 Logística

4.5.1.1 Contrato de terciarização

Documenta-se de seguida com base na descrição apresentada, um contrato com um fornecedor externo, para a realização da manutenção de 20 robôs das linhas de produção, devido ao facto da organização não ter mão-de-obra especializada para a realizar.

Com base na forma como o sistema está arquitetado, os subcontratados têm a possibilidade de aceder à aplicação, a qual permite aos mesmos fazerem os registos das tarefas realizadas, desde os eventos de manutenção, aos Recursos Materiais utilizados para a realização da manutenção.

É possível um supervisionamento e controlo dos gestores da organização, dos trabalhos que são elaborados nas subcontratações. Usualmente, os CMMS só têm o registo dos equipamentos, pois a manutenção é subcontratada a empresas externas, sendo um aspeto desvantajoso, devido a não possibilitar o controlo. Por outro lado, permite a Gestão da Manutenção e das tarefas elaboradas pelos subcontratados de acordo com o planeamento da empresa.

Descrição: Manutenção anual dos 20 robôs das linhas de produção.

Data de início: 01/08/2014

Data de término: 08/08/2014

Notas: A manutenção é registada e supervisionado pelo departamento de gestão de manutenção.

4.5.1.1.1 Elementos dos contratos

4.5.1.1.1.1 Profissionais

Contrato: Manutenção anual dos 20 robôs das linhas de produção

Contato: António Marques

4.5.1.1.1.2 Ordens de trabalho

Contrato: Manutenção anual dos 20 robôs das linhas de produção

Ordem de trabalho: Manutenção dos robôs das linhas de produção

4.5.1.1.1.3 Documentação

Contrato: Manutenção anual dos 20 robôs das linhas de produção

Documento: contrato_robts_manutencao

4.5.1.1.1.4 Contatos

Contrato: Manutenção anual dos 20 robôs das linhas de produção

Contato: Kubica Portugal LDA

4.5.1.2 Certificação

As certificações são necessárias para a creditação dos Recursos Humanos que integram a equipa de manutenção - a certificação em causa é de um utilizador da aplicação, certificado pela WEG para realizar qualquer intervenção de manutenção dos equipamentos da WEG, a qual tem uma validade que, após expirar, tem de ser feita a revalidação da mesma. O utilizador pode ser convidado a frequentar palestras e ações de formação para a atualização.

A creditação permite ao utilizador realizar a manutenção, com “autorização” do fabricante, sem perder a garantia do equipamento em causa. Alguns equipamentos são selados pelos fabricantes, caso as organizações retirem o selo para efetuar qualquer intervenção do equipamento sem estarem habilitados correm o risco de perder a garantia do mesmo.

4.5.1.2.1 Profissional

Nome: Certificação de habilitação de técnico da WEG

Prescrição: certificacao_weg_utilizador

Utilizador: Ricardo Amaral

Contato: WEG Deutschland LDA

Documento: descricao_certificacao_weg

Nota: O técnico é credenciado para elaborar a manutenção dos equipamentos da WEG

4.5.1.2.2 Validade

Certificação profissional: Certificação de habilitação de técnico da WEG

Data de início:01/02/2012

Data de término:01/02/2017

Periodo:5 anos

4.5.2 Gestão de Tecnologia

4.5.2.1 Decomposição estrutural

A decomposição tecnológica respetiva aos Ativos Físicos, sujeitos a intervenções de manutenção. O sistema identifica o Ativo Físico, classificando e organizando de acordo com a sua família. No caso em concreto, é um motor de indução (Figura 4.13), que pertence à transmissão superior da linha de produção A. Estamos, aqui, perante um equipamento integrante da linha de produção A. Caso ocorra alguma avaria, o Equipamento Alternativo pode ser um motor de indução com as mesmas características ou um equipamento “Pai” para garantir a produtividade da empresa. Neste caso em concreto, uma anomalia no motor iria originar a paragem de linha de produção A. A solução do gestor seria escoar a produção para a linha de produção D. Admitindo que esta linha de produção estava parada para substituição, ou o fluxo de produção fosse reduzido em relação à linha de produção A.



Figura 4.13 - Motor de indução, do exemplo prático descrito no sistema.

Nome: Motor de indução

Modelo: W21IE2360.2571AB5

Identificação: W222245685475

Equipamento parente: Transmissão superior da linha de produção A

Equipamento integrante: Linha de produção A

Equipamento alternativo: Linha de produção D

Preço: 255€

4.5.2.1.1 Estados

Os estados descrevem o ciclo, o período temporal e outra informação relevante acerca dos Ativos Físicos que se encontram na organização. No caso em concreto verifica-se que o motor de indução da transmissão superior da linha de produção A entrou em funcionamento no dia 13/02/2013 e que passados 13 meses e um dia ocorreu uma avaria, a qual foi reparada e o motor entrou em funcionamento no dia seguinte.

É uma informação bastante importante que permite aos gestores de manutenção fazer uma análise do ciclo de funcionamento e da vida dos Ativos Físicos.

Decomposição tecnológica: Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A

Data do estado: 13/02/2013

Estado da decomposição tecnológica: Em Uso

Descrição do estado: O motor foi colocado em uso, devido à implementação da linha de produção A na organização

Decomposição tecnológica: Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A

Data do estado: 14/03/2014

Estado da decomposição tecnológica: Avariado

Descrição do estado: Foi detetada uma avaria no motor, devido a ter originado a paragem da linha de produção A

Decomposição tecnológica: Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A

Data do estado: 15/03/2014

Estado da decomposição tecnológica: Em Uso

Descrição do estado: O motor encontra-se em funcionamento, após a sua reparação

4.5.2.1.2 Especificações

As especificações consistem na informação de descrição das condições de operação e dos termos legais a respeitar e dos direitos da organização relativos à garantia, do motor de indução da transmissão superior da linha de produção A.

4.5.2.1.3 Garantia

Decomposição tecnológica: Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A

Data de início: 12/03/2014

Data de término: 12/03/2016

Descrição: O termo de garantia está disponível no manual geral de instalação, operação e Manutenção de motores Eléctricos da WEG

Documento: manual_geral_WEG

4.5.2.1.4 Condições de operação

Decomposição tecnológica: Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A

Descrição: As condições de operação estão disponíveis no capítulo 7 do manual geral da WEG

Comentário: Respeitar as recomendações do fabricante, para garantir o bom funcionamento do motor

Documento: manual_geral_WEG

Notas: Condições de operação, a respeitar do fabricante, para garantir o bom funcionamento do motor

4.5.2.2 Referências

As referências da decomposição tecnológica contêm a informação relativa ao modelo e à marca, assim como alguma informação relevante do motor de indução. O modelo é o *W21 Alumínio Multimounting* da marca WEG, e é fornecido pela WEG Portugal.

Para além de ter esta informação, o sistema permite armazenar os vários modelos da WEG e ou os fornecedores da WEG. Por vezes é necessário, na fase de aquisição dos Ativos Físicos, recorrer-se a

modelos com a mesma especificidade ou modelos diferentes de uma marca concorrente. Tudo isto para que haja uma otimização dos Recursos Financeiros necessários.

4.5.2.2.1 Modelo

Modelo: W21 Alumínio Multimounting

Código: W21IE2360.2571AB5

Nome: W21 Alumínio Multimounting

Descrição: São motores de alta confiabilidade em todo o mundo. Os motores são usados nas aplicações industriais mais variadas e imagináveis

Marca: WEG

4.5.2.2.2 Marca

Marca: WEG Motores

Código: WEG

Nome: WEG Motores LDA

Descrição: WEG é um fabricante de máquinas elétricas de referência a nível mundial

4.5.2.2.3 Fornecedores da marca

Marca: WEG

Fornecedor: WEG Portugal LDA

4.5.2.3 Gestão de Stocks

A Gestão de *Stocks* (Figura 4.15) contém a informação das peças-de-reserva dos Ativos Físicos da organização, onde é possível fazer uma gestão destes em reserva para a realização da manutenção. No caso concreto, a organização tem a informação de todas as peças-de-reserva do motor de indução armazenada. Tem, apenas, em armazém as peças que se justificam, devido ao facto de serem as que são mais utilizadas ou frequentes para a troca, ou devido aos prazos de entrega dos fornecedores serem mais alargados. Caso os prazos dos fornecedores sejam curtos não há a necessidade da organização ter um empate de capital em armazém que não se justifique, pois não há uma suscetibilidade da substituição das peças-de-reserva em causa.

4.5.2.3.1 Cartão de Stock

O Cartão de *Stock* das peças-de-reserva, do motor de indução da transmissão superior da linha de produção A, descrito na Figura 4.14, encontra-se armazenada no Anexo II.

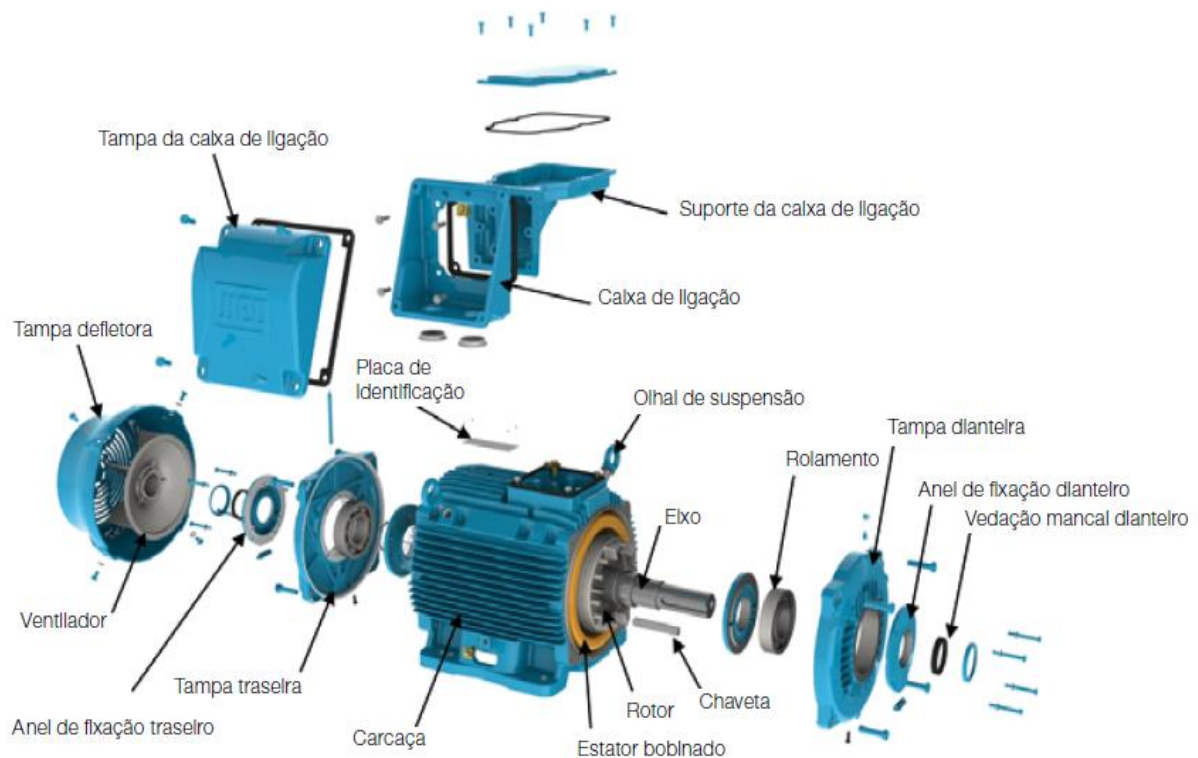


Figura 4.14 - Descrição do cartão de *Stock* do motor de indução.

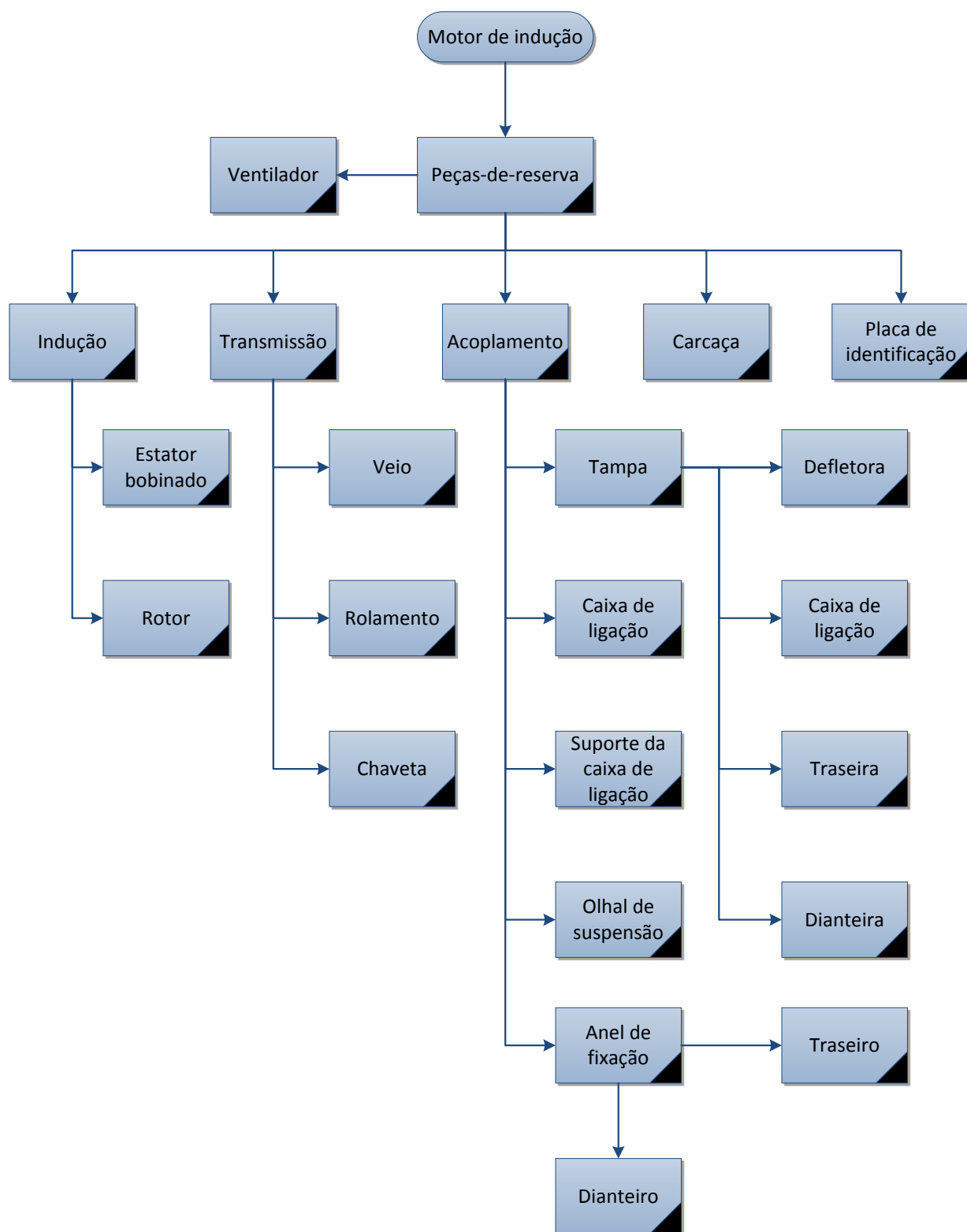


Figura 4.15 - Diagrama de descrição das diferentes categorias do cartão de *Stock* do motor de indução.

4.5.2.3.2 Encomendas

A gestão das encomendas consiste no processo de aquisição dos Recursos Materiais necessários para a realização das tarefas de manutenção ou para salvaguardar a contagem mínima de reserva, caso seja necessário. No caso em concreto, para o planeamento das tarefas de manutenção, da reparação do motor de indução, foi necessário reservar um Eixo, devido a não estar disponível pelo gestor de manutenção. A ordem foi cabimentada pelo responsável da logística, sendo processada. A entrega foi efetuada pelo fornecedor, e o gestor de *Stock* deu entrada do eixo em armazém, estando o mesmo disponível para ser aplicado na reparação.

4.5.2.3.3 Reserva

Utilizador: Ricardo Amaral

Cartão *Stock*: Eixo

Montante: 1

4.5.2.3.4 Ordem

Utilizador: Rui Ferreira

Cartão *Stock*: Eixo

Montante: 1

4.5.2.3.5 Entrega

Utilizador: Augusto Henriques

Parte: Eixo

Montante: 1

Preço total: 90€

Fornecedor: WEG Portugal LDA

Notas: N/C

4.5.2.3.6 Estados

Para a realização da reparação do motor de indução houve a necessidade de processar a encomenda do eixo do motor, devido a não haver em *Stock*. A OT foi desencadeada no dia 14/03/2014, e como o fornecedor tem um prazo de entrega de 24 horas, o eixo, no dia seguinte já estava disponível na organização para se poder realizar a reparação. A informação relativa ao estado da encomenda está armazenada no Anexo II.II.

4.5.3 Gestão de Manutenção

4.5.3.1 Tarefas

As tarefas de manutenção encontram-se armazenadas no Anexo II.III, e os seus respetivos passos de cada tarefa no Anexo II.IV, estando descritas as recomendações e os procedimentos recomendados pelo fabricante da WEG do motor de indução a reparar.

4.5.3.2 Classificação

As tarefas de manutenção planeada a realizar são classificadas de acordo com o tipo de manutenção, e com o seu nível AFNOR X60-010, a sua classificação encontra-se armazenada no Anexo II.V. A limpeza da área envolvente da linha de produção A é uma intervenção Preventiva, de nível um segundo a norma AFNOR X60-010, que pode ser realizada por um operador. A montagem e desmontagem do motor elétrico, no caso em concreto, é uma intervenção do tipo Corretiva, da reparação do motor, sendo caracterizada pelo nível três daquela norma AFNOR, sendo realizada pelo técnico especializado, e certificado pela marca, para a realização da manutenção dos equipamentos

da WEG, inerentes a esta reparação. Foi realizada uma inspeção-geral ao motor, devido a ter sido realizada a substituição de algumas partes do motor, tendo ainda sido realizada uma intervenção Preventiva. Classificou-se a inspeção-geral para evitar alguma avaria, e prevenir uma nova ocorrência da falha ocorrida, sendo efetuada num determinado período de tempo uma intervenção Preventiva de nível três daquela norma AFNOR, por um técnico especializado.

4.4.2.1 Recursos

4.5.3.2.1 Profissionais

O profissional que realiza os passos das tarefas de manutenção planeada que se encontram armazenados no Anexo II.VI é o Ricardo Amaral, que é o técnico certificado para as realizar. Cada tarefa de manutenção pode ser descrita por ter mais do que um passo; contudo, no caso em concreto, os vários passos da tarefa são descritos num único passo, atendendo a que é o mesmo técnico a realizar todos os passos das tarefas, o que facilita o armazenamento dos dados.

4.5.3.2.2 Componentes

A realização da reparação do motor de indução teve de ser programada, estando a disponibilização dos componentes para a realização da intervenção descritas no Anexo II.VII, com as suas respetivas quantidades necessárias, podendo ser consultadas no cartão de *Stock* do motor de indução.

4.5.3.3 Eventos

Os eventos de manutenção encontram-se descritos no Anexo II.VIII. Ao serem introduzidos no sistema, a intervenção de manutenção é desencadeada da forma ilustrada na Figura 4.16.

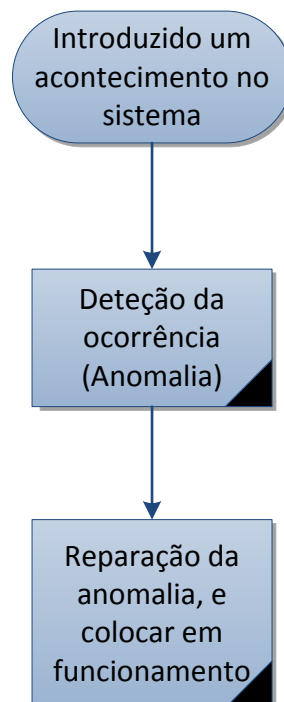


Figura 4.16 - Eventos gerados, na linha de produção A, devido à sua paragem.

4.5.3.3.1 Estados

A descrição do estado do evento “Pai” da ocorrência da paragem da linha de produção A encontra-se no Anexo II.IX.

4.5.3.4 Tarefas

As tarefas realizadas no evento “Filho” para fecharem o evento “Pai” estão ilustradas na Figura 4.17.

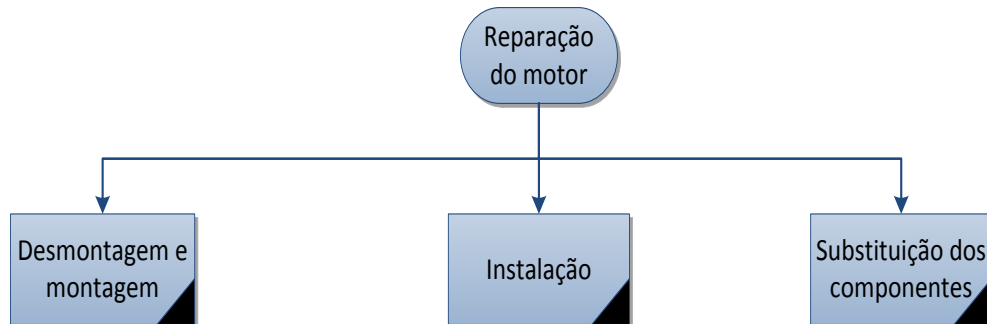


Figura 4.17 - Tarefas de manutenção realizadas, substituição do veio, rolamentos e chaveta do motor de indução da transmissão superior da linha de produção A.

4.5.3.5 Ordens de trabalho

Após a ocorrência da paragem da linha de produção A, foi detetada a anomalia, e desencadeada uma OT para o departamento de manutenção executar.

Evento: Substituição do veio, rolamentos e chaveta do motor de indução da transmissão superior da linha de produção A

Nome: Reparação do motor de indução da transmissão superior da linha de produção A

Data aceite: 14/03/2014

Data retornada: 15/03/2014

Notas: N/C

4.5.3.6 Estado da ordem de trabalho

O estado da ordem de trabalho, da reparação, do motor de indução, está descrito na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Descrição dos estados da ordem de trabalho.

Ordem de trabalho	Data de estado	Estado da ordem de trabalho	Descrição do estado
Reparação do motor de indução da transmissão superior da linha de produção A	14/03/2014	Emitida	Lançamento da reparação do motor de indução da transmissão superior da linha de produção A
Reparação do motor de indução da transmissão superior da linha de produção A	15/03/2014	Aceite	A reparação foi aceite pelo técnico da equipa de manutenção
Reparação do motor de indução da transmissão superior da linha de produção A	15/03/2014	Retornada	A reparação foi elaborada

4.5.3.7 Planeamento

O planeamento de manutenção pode ser realizado com as instruções do fabricante, ou com a análise histórica, do ativo em causa. A informação ao ser armazenada no sistema permite aos responsáveis da Gestão da Manutenção melhorarem ou aferirem os períodos ótimos para a realização de determinadas tarefas, em que é desencadeada a Manutenção Preventiva, para evitar que ocorram anomalias futuras.

4.5.3.7.1 Análise histórica

Com base da análise histórica, devido à ocorrência da paragem da linha de produção A, o gestor de manutenção desencadeou uma inspeção periódica ao motor, com os respetivos procedimentos do fabricante, sendo realizada a cada 20 horas de trabalho do motor. No caso em concreto, o fabricante não descreve o período temporal em que é realizada a inspeção, ou seja, o período ótimo de inspeção vai ter de ser ajustado pelo gestor, através da análise histórica. Se nos períodos que se realizam as inspeções não se deteta nenhuma anomalia ou alguma tolerância de desaperto dos componentes, o período pode ser longo; e nesse caso, o período de verificação tem de ser ajustado.

Decomposição tecnológica: Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A

Evento: Substituição do veio, rolamentos e chaveta do motor de indução da transmissão superior da linha de produção A

Categoria: Substituição de componentes

Descrição: Devido à falta de parametrização das verificações preventivas, originou a que não fosse possível prever a ocorrência da anomalia

Comentário: Para evitar estas anomalias, será desencadeado, uma tarefa de verificação de manutenção, em cada 20 horas de funcionamento dos motores das transmissões das linhas de produção da fábrica

Data de início: 14/03/2014

Tempo de início:15:30

Data de fim:15/03/2014

Tempo de término:11:30

Preço: 161€

4.5.3.7.2 Condições de desencadeamento

Os eventos de manutenção podem ser desencadeados, de duas maneiras, ou por a calendarização - é a condição de desencadeamento regular - ou por a contagem das variáveis de funcionamento (ciclos de funcionamento, horas de trabalho, quilómetros) - é a condição de desencadeamento indexada ao funcionamento. Mediante o evento a realizar e a sua necessidade, ou se utiliza uma ou outra.

4.5.3.7.2.1 Medida

Os desencadeamentos de manutenção do controlo de variáveis de funcionamento podem ser lançados caso haja uma interface HMI/SCADA que comunique com o sistema desenvolvido, em que os parâmetros em causa do desencadeamento são pré-definidos pelo utilizador do sistema de informação na aplicação. A forma como a leitura e os desencadeamentos têm de ser feitos tem de ser de acordo com a programação da *Interface* HMI/SCADA, a qual inter-relaciona os valores pré-definidos na aplicação, e comunica com o sistema o desencadeamento da intervenção de manutenção.

Nome: Inspeção periódica dos motores elétricos

Decomposição tecnológica: Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A

Tarefa: Inspeção-geral do motor

Descrição: Não se verificou grandes anomalias, o tempo de verificação, está otimizado.

Valor do desencadeamento: 20

Parâmetro: Tempo Medido

Unidade: Horas

Data de início: 20/04/2014

Data de término: 20/04/2014

4.5.3.7.2.2 Regular

Nome: Limpeza da área envolvente da linha de produção A

Decomposição tecnológica: Linha de produção A

Tarefa: Limpeza

Diagnósticos: Operação foi executada

Período base: 14/05/2014 17:30h

Incremento: 24h

Data de início: 20/04/2014

Data de término: 20/04/2014

4.5.3.7.3 Estados

O estado da OT, da reparação, do motor de indução, está descrito na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Descrição dos estados dos eventos desencadeados de manutenção no Sistema.

Desencadeamento	Data de estado	Estado do desencadeamento	Descrição do estado
Limpeza envolvente da linha de produção A	20/04/2014	Introduzido	N/C
Limpeza envolvente da linha de produção A	20/04/2014	Ativo	N/C
Limpeza envolvente da linha de produção A	20/04/2014	Desativo	N/C

4.5.4 Gestão de Recursos Humanos

A Gestão de Recursos Humanos é o módulo da aplicação que permite realizar a gestão dos utilizadores do sistema, e do pessoal inerente à realização da atividade manutenção, tanto na realização da gestão, como da execução das tarefas a realizar, sendo ou não pessoas internas ou externas à organização em causa. Os utilizadores da aplicação encontram-se descritos no Anexo II.X.

4.5.4.1 Gestão de pessoal

A gestão do pessoal é feita de acordo com as atividades que cada elemento desempenha na organização, onde os turnos de trabalho e o período dos mesmos, incluindo férias, são atribuídos.

4.5.4.1.1 Trabalhos do pessoal

Os turnos de trabalho da organização em causa encontram-se descritos na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Descrição dos turnos de trabalho inseridos no Sistema.

Código	Tempo de início do primeiro período	Tempo de fim do primeiro período	Tempo de início do segundo período	Tempo de fim do segundo período	Descrição
Turno_1	8:30h	12:30h	14:00h	18:00h	Turno diário
Turno_2	14:00h	17:00h	18:30h	22:00h	Turno da tarde
Turno_3	22:00h	00:00h	01:30h	06:30h	Turno noturno

Os períodos em que os utilizadores se encontram em cada turno estão descritos na Tabela 4.4.

Tabela 4.4 - Descrição dos turnos de trabalho, dos utilizadores inseridos no Sistema.

Utilizador	Turno de trabalho	Data de início	Data de fim	Período
Francisco Rodrigues	Turno_1	01/01/2014	01/12/2014	1 ano
Nuno Monteiro	Turno_1	01/01/2014	01/12/2014	1 ano
Rui Ferreira	Turno_1	01/01/2014	01/12/2014	1 ano
Ricardo Amaral	Turno_1	01/01/2014	01/12/2014	1 ano
André Soares	Turno_2	01/01/2014	01/12/2014	1 ano

4.5.4.1.2 Férias

Os períodos de férias de cada utilizador encontram-se descritos na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 - Descrição dos períodos de férias dos utilizadores inseridos no Sistema.

Utilizador	Data de início	Data de término	Período
Francisco Rodrigues	20/12/2013	10/01/2014	30 dias
Nuno Monteiro	20/12/2013	10/01/2014	30 dias
Rui Ferreira	20/12/2013	10/01/2014	30 dias
Ricardo Amaral	01/08/2015	01/09/2015	31 dias
André Soares	01/09/2015	01/10/2015	31 dias

4.6 Conclusões

A arquitetura do sistema construído está suportada numa base de dados desenvolvida em *SQL Server 2012*, onde o acesso dos utilizadores é feito através da *Interface* gráfica via WEB, a qual é desenvolvida na plataforma ASP.NET e programada em MVC C#. O acesso dos utilizadores à aplicação é realizado através de permissões que são atribuídas a cada conta de utilizador no sistema, as quais são geridas pelo administrador da aplicação, de acordo com as necessidades de acesso dos utilizadores. A comunicação do *Software* com os dados dos Ativos Físicos é feita através de uma *Interface* gráfica com o utilizador HMI (Human Machine Interface), designadamente o controlo e supervisão, através da aquisição de dados SCADA (Supervisory Control And Data Aquisition), incluindo ainda os protocolos de comunicação entre as diversas aplicações lógicas. Com o caso de estudo apresentado para avaliar o funcionamento do sistema pode avaliar-se o funcionamento da aplicação, permitindo visualizar o processo de gestão do sistema desenvolvido. No âmbito da Gestão de Manutenção pode verificar-se a implementação de diversas valências, designadamente no planeamento da manutenção, em que o modelo organizacional da informação frisa pormenores importantes para a melhoria desta atividade, designadamente na gestão dos recursos. A forma como

os formulários são implementados simplifica e torna apelativa a forma como os dados são introduzidos no sistema, reduzindo o tempo de latência de quem necessita utilizar o sistema.

5 Interface Gráfica do Sistema GESP

5.1 Introdução

O presente capítulo aborda o manuseamento da *Interface* gráfica para o utilizador usar a aplicação, apresentando de uma forma detalhada todos os menus do sistema modular, e a forma de fazer a manipulação da informação: consultar; editar e eliminar; para além do processo de ativar/desativar os mecanismos automáticos dos desencadeamentos da manutenção.

5.2 Funcionamento do GESP

A aplicação GESP foi arquitetada para ter uma *Interface* amigável ao utilizador, de acordo com a estrutura ilustrada na Figura 5.1. O menu principal da aplicação é constituído por quatro botões, que permitem o acesso aos quatro grandes grupos que estão relacionados entre si para fazer a Gestão da Manutenção.

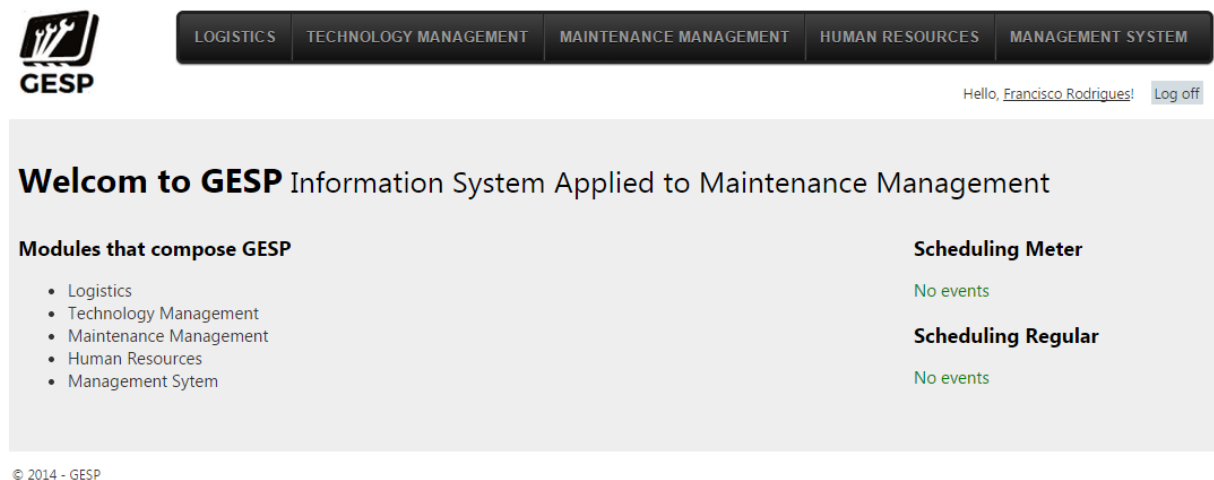


Figura 5.1 - Menu principal da aplicação GESP.

A logística é um submenu do menu principal da aplicação, que é constituído por quatro botões principais, em que dois dão acesso a dois submenus, como se verifica na Figura 5.2. A Logística contém a informação referente aos recursos necessários e os relacionamentos externos e internos da organização, para a realização da manutenção.

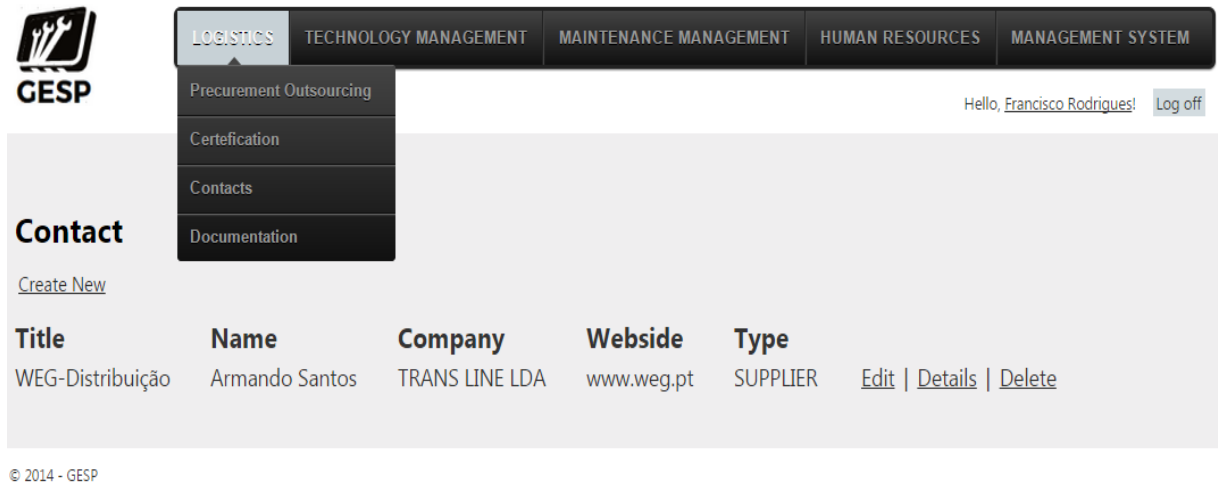


Figura 5.2 - Submenu do módulo da Logística do menu principal da aplicação GESP.

A Gestão da Tecnologia é um submenu do menu principal da aplicação, constituído por quatro botões em que outros quatro botões dão acesso a dois submenus, tal como se ilustra na Figura 5.3. Este submenu contém os dados dos Ativos Físicos sujeitos a intervenções de manutenção.

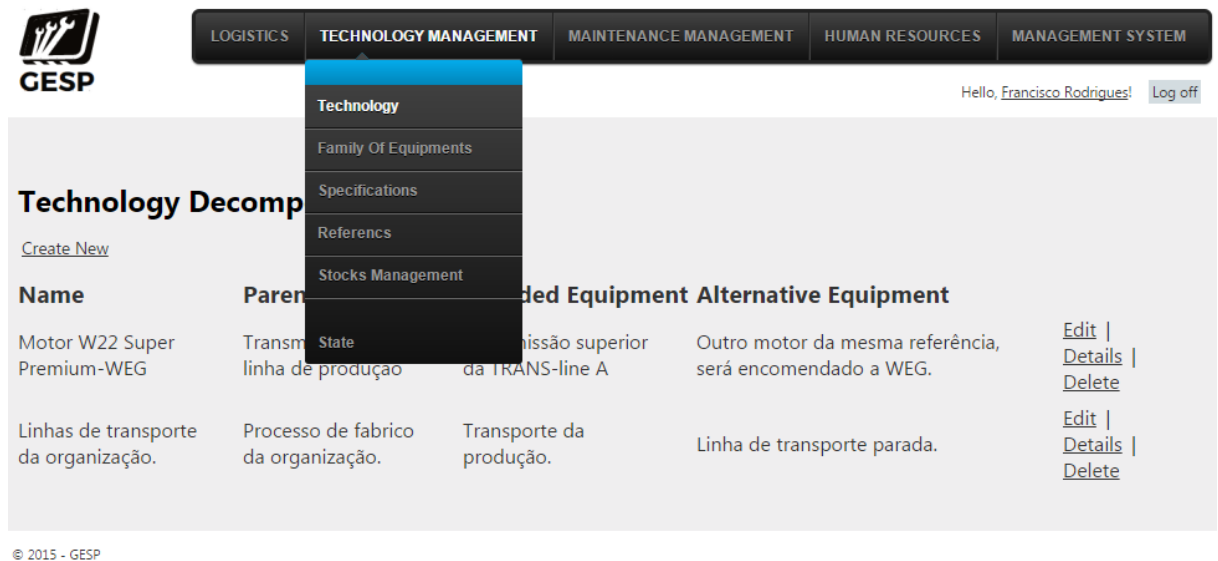


Figura 5.3 - Submenu do módulo da Gestão Tecnológica do menu principal da aplicação GESP.

A família do equipamento é um submenu do menu principal da Gestão de Tecnologia da aplicação, que contém a informação que classifica a família do Ativo Físico, de acordo com a estrutura da Figura 5.4.

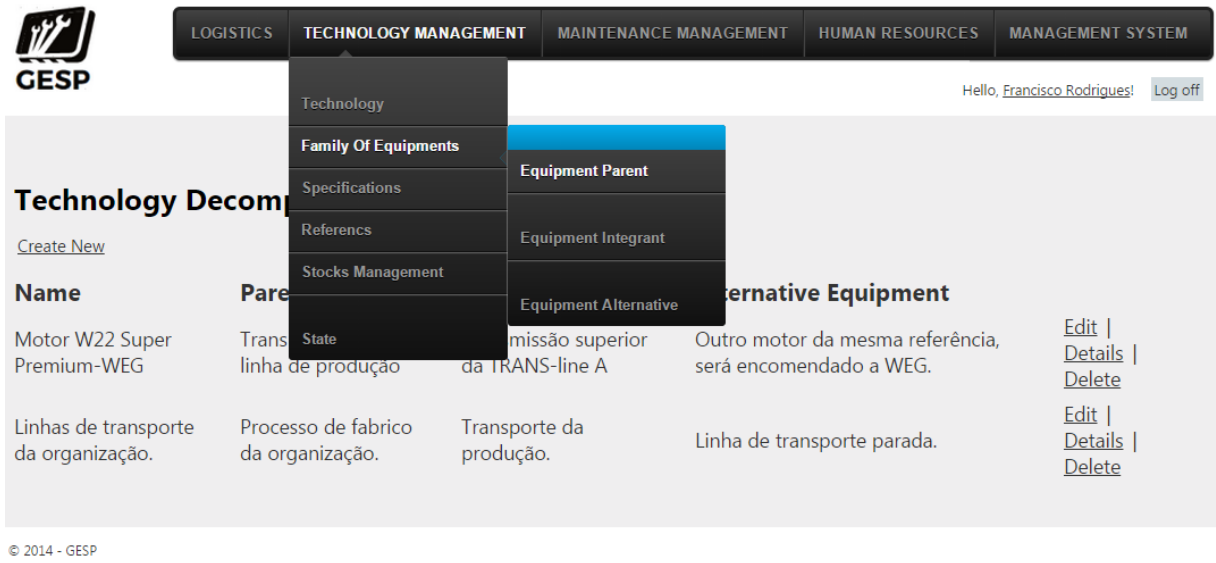


Figura 5.4 - Submenu da família do equipamento do módulo da Gestão de Tecnologia da aplicação GESP.

As especificações são acedidas através de um submenu do menu principal da Gestão de Tecnologia da aplicação, que contém a informação que classifica as especificações do Ativo Físico a cumprir, seguindo a estrutura da Figura 5.5.

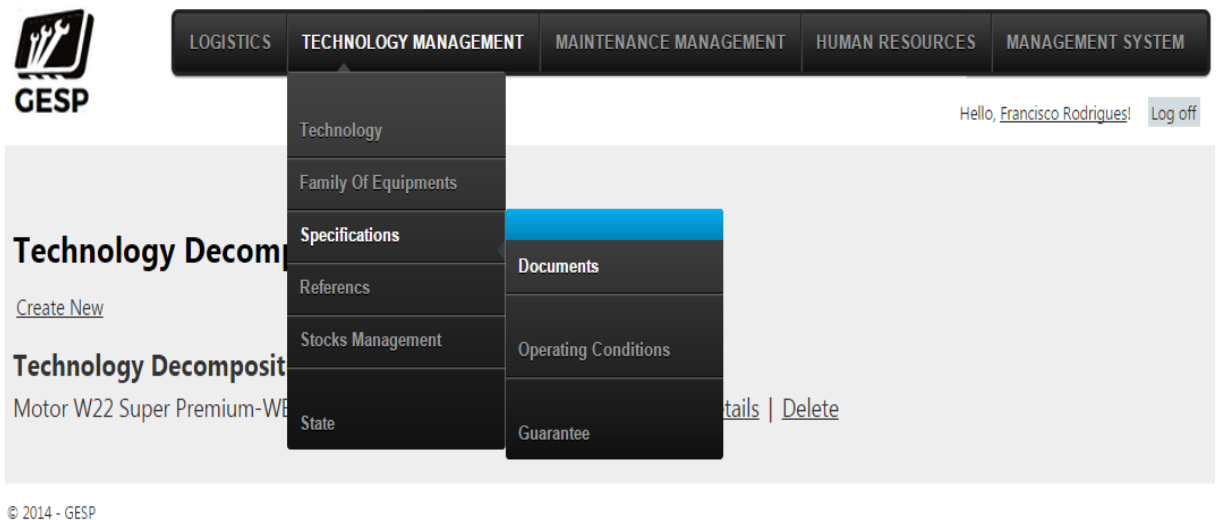


Figura 5.5 - Submenu das especificações do módulo da Gestão de Tecnologia da aplicação GESP.

As referências correspondem a um submenu do menu principal da Gestão de Tecnologia da aplicação, que contém a informação referente ao Ativo Físico, de acordo com a estrutura da Figura 5.6.



Figura 5.6 - Submenu das referências do módulo da Gestão de Tecnologia da aplicação GESP.

A Gestão de *Stocks* é acedida através de um submenu do menu principal da Gestão de Tecnologia da aplicação, que contém a informação necessária para fazer a Gestão de *Stocks* dos Ativos Físicos, de acordo com a estrutura da Figura 5.7.

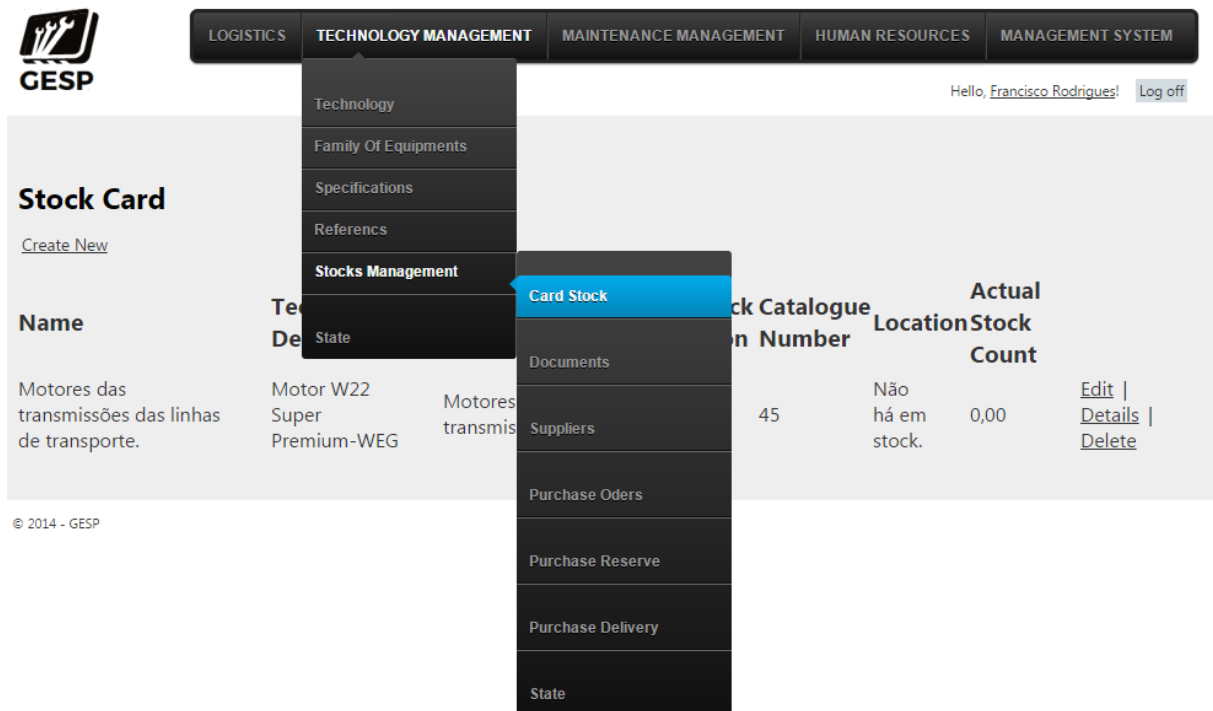


Figura 5.7 - Submenu do módulo da Gestão de *Stocks* do menu principal da aplicação GESP.

A Gestão de Manutenção é acedida através de um submenu do menu principal da aplicação, que é constituído por quatro submenus, segundo a estrutura ilustrada na Figura 5.8. Este submenu contém a informação relevante acerca da Gestão de Manutenção dos Ativos Físicos onde a aplicação vai ser implementada.

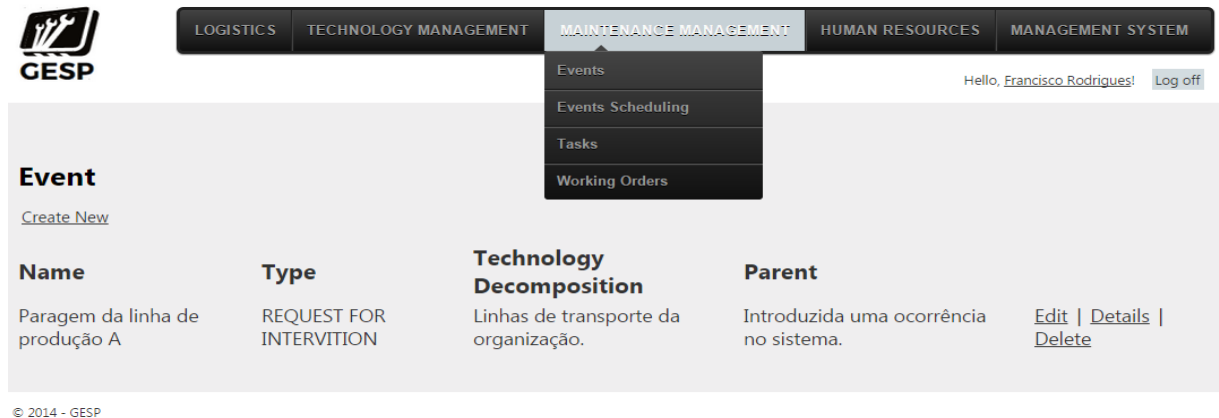


Figura 5.8 - Submenu do módulo da Gestão de Manutenção do menu principal da aplicação GESP.

Os eventos correspondem a um submenu da Gestão de Manutenção da aplicação, que segue a estruturação ilustrada na Figura 5.9, e que contém informação sobre a sua descrição, classificação e análise dos mesmos.

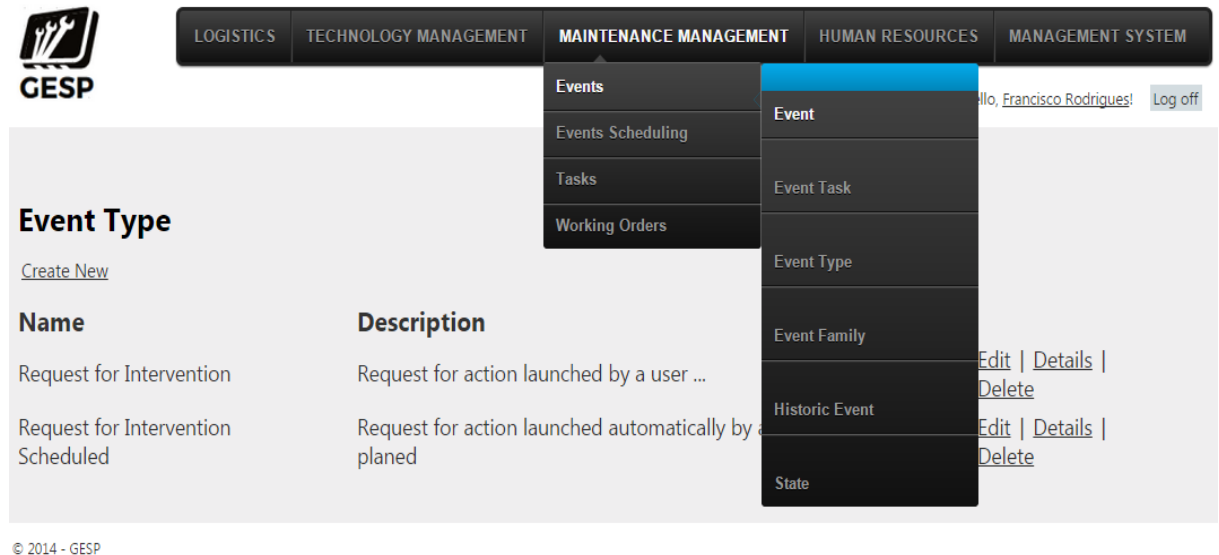


Figura 5.9 - Submenu dos eventos de manutenção do módulo da Gestão de Manutenção da aplicação GESP.

O desencadeamento de eventos corresponde a um submenu da Gestão de Manutenção da aplicação, que segue a estruturação ilustrada na Figura 5.10, e que contém informação do desencadeamento dos eventos de manutenção planeada por variáveis de controlo.

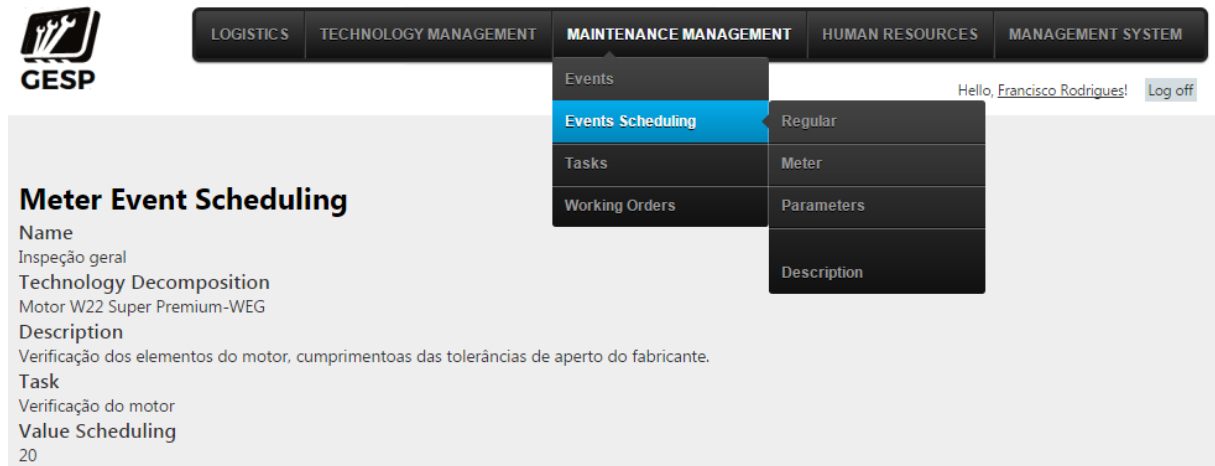


Figura 5.10 - Submenu dos desencadeamentos de eventos de manutenção do módulo da Gestão de Manutenção da aplicação GESP.

As tarefas correspondem a um submenu da Gestão de Manutenção da aplicação, que segue a estruturação da Figura 5.11, e que contém informação das tarefas de manutenção realizadas na organização.

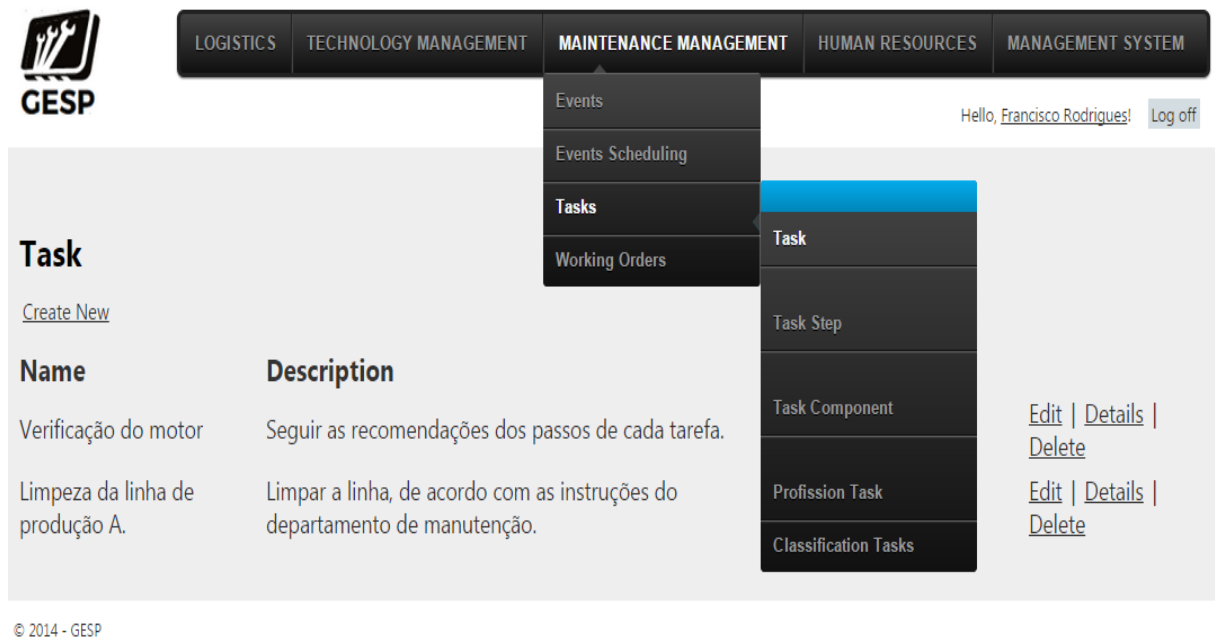


Figura 5.11 - Submenu das tarefas de manutenção do módulo da Gestão de Manutenção da aplicação GESP.

As Ordens de Trabalho correspondem a um submenu da Gestão de Manutenção da aplicação, que segue a estruturação ilustrada na Figura 5.12, e que contém os dados dos trabalhos de manutenção realizados na organização.

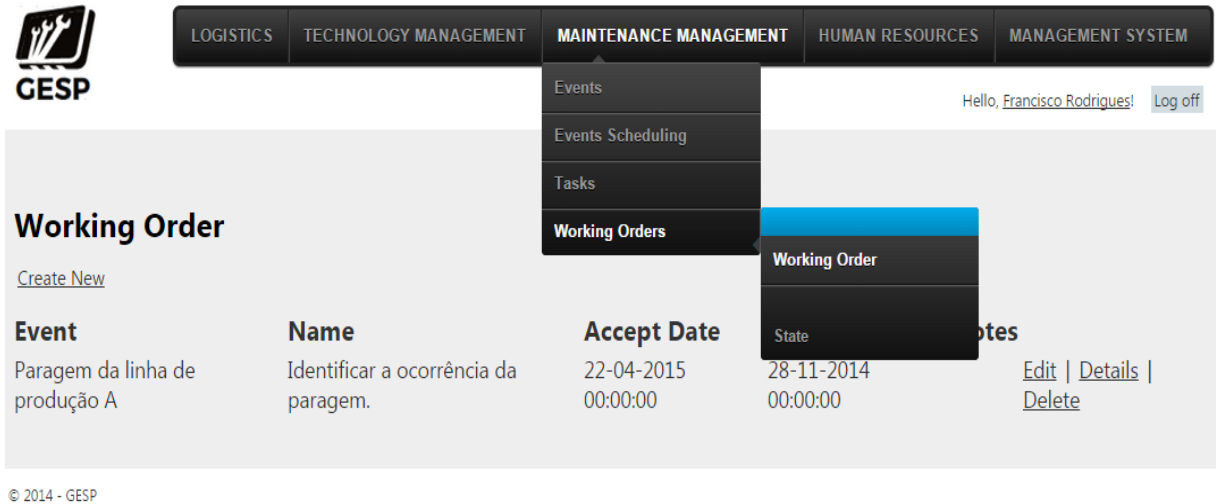


Figura 5.12 - Submenu das ordens de trabalho do módulo da Gestão de Manutenção da aplicação GESP.

Os Recursos Humanos correspondem a um submenu do menu principal da aplicação, sendo constituído por dois submenus, de acordo com a estrutura ilustrada na Figura 5.13, onde são transacionados os dados dos Recursos Humanos da manutenção.

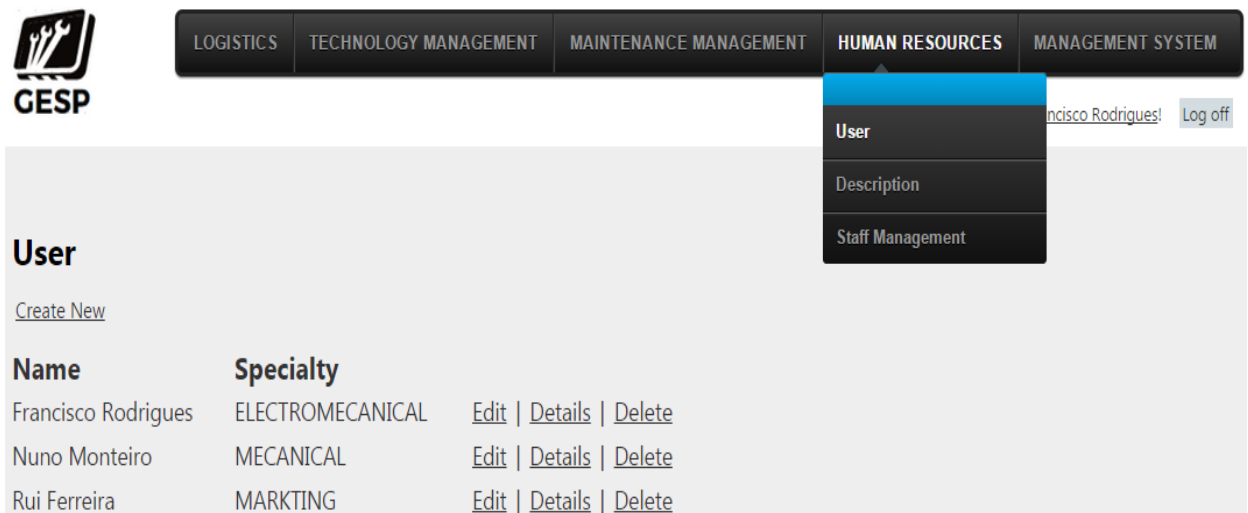


Figura 5.13 - Submenu do módulo dos Recursos Humanos do menu principal da aplicação GESP.

As descrições correspondem a um submenu dos Recursos Humanos da aplicação, que segue a estruturação ilustrada na Figura 5.14, e que contém os dados dos perfis e das especialidades dos utilizadores da aplicação.

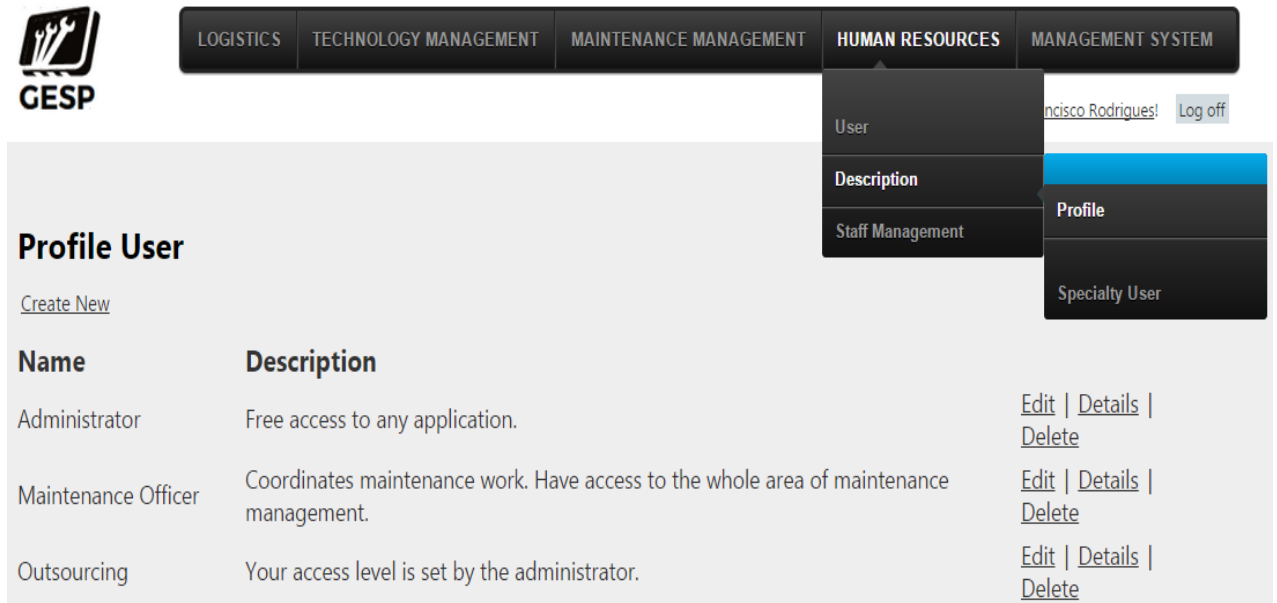
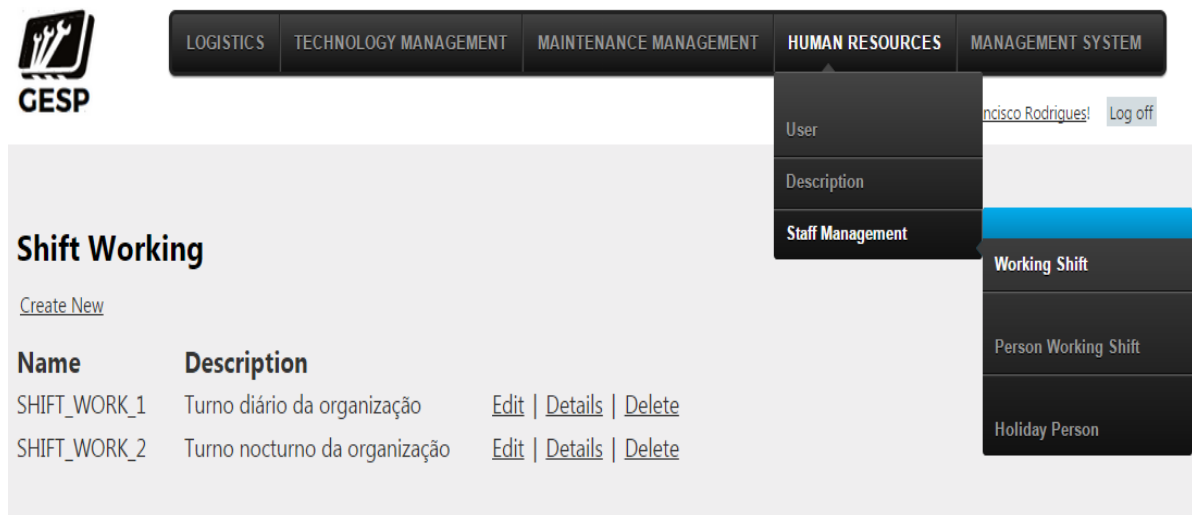


Figura 5.14 - Submenu das descrições dos utilizadores do módulo dos Recursos Humanos da aplicação GESP.

A gestão de pessoal corresponde a um submenu dos Recursos Humanos da aplicação, que segue a estruturação ilustrada na Figura 5.15, e que contém os dados dos turnos, períodos dos turnos e de férias dos utilizadores da aplicação.



© 2014 - GESP

Figura 5.15 - Submenu da gestão dos utilizadores do módulo dos Recursos Humanos da aplicação GESP.

A Gestão do Sistema, ilustrada na Figura 5.16, é um submenu do menu principal da aplicação, que é constituído por três botões principais, em que dois dão acesso a dois submenus, e que contêm a informação referente às entradas, aos registos e às permissões dos utilizadores e apresentação da aplicação.

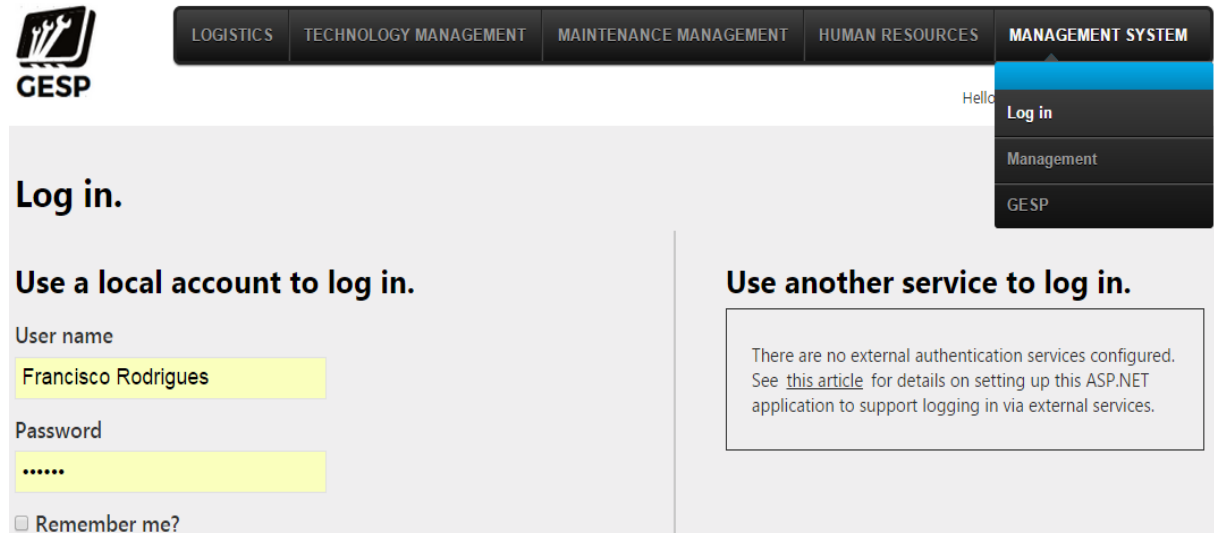


Figura 5.16 - Submenu do módulo da Gestão do Sistema do menu principal da aplicação GESP.

A gestão, corresponde a um submenu da Gestão do Sistema da aplicação, que segue a estruturação ilustrada na Figura 5.17, e que contém os dados dos registos e as permissões dos utilizadores da aplicação.

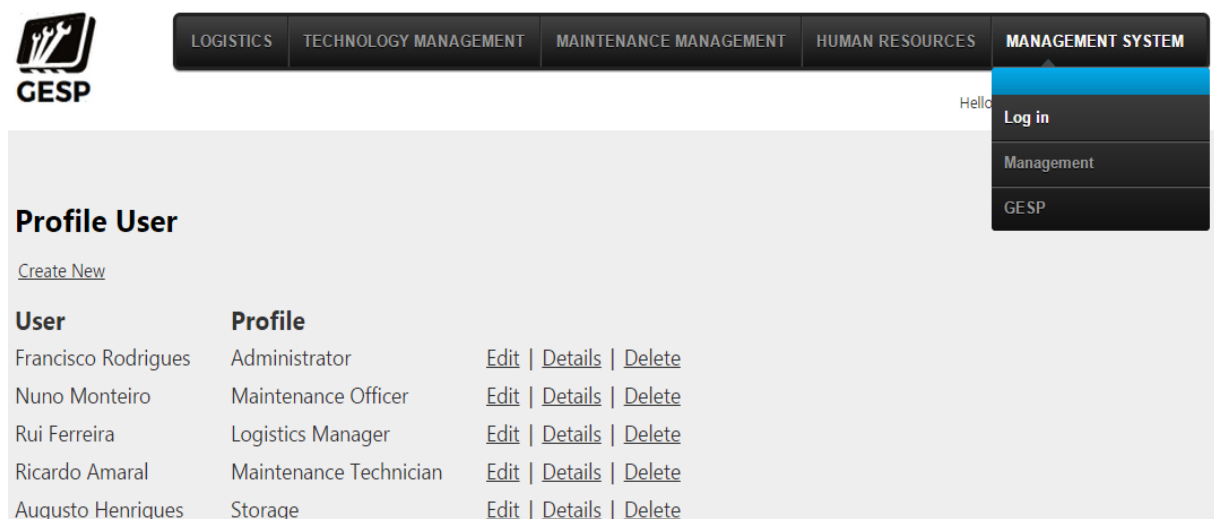


Figura 5.17 - Submenu da gestão do módulo de Gestão do Sistema da aplicação GESP.

Ao clicar num botão do menu da aplicação de qualquer controlo, a vista que aparece desse controlo é o índice ilustrado na Figura 5.18, o que permite ao utilizador visualizar a informação inserida no sistema e, caso o utilizador tenha permissão, possibilita ao mesmo criar, editar ou eliminar a informação no sistema.



Profile

[Create New](#)

Code	Description	
Administrator	Free access to any application.	Edit Details Delete
Maintenance Officer	Coordinates maintenance work. Have access to the whole area of maintenance management.	Edit Details Delete
Outsourcing	Your access level is set by the administrator.	Edit Details Delete
Maintenance Technician	Your access level is set by the administrator.	Edit Details Delete
Storage	Your access level is set by the administrator.	Edit Details Delete
Operator	Your access level is set by the administrator.	Edit Details Delete
Logistics Manager	Have access to all logistical aspects, may approve all orders of logistics.	Edit Details Delete
Secretariat	Your access level is set by the administrator.	Edit Details Delete
Accountancy	Your access level is set by the administrator.	Edit Details Delete

© 2014 - GESp 0.0

Figura 5.18 - Vista do índice dos perfis dos utilizadores da aplicação GESp.

Ao clicar no acesso “à criação”, no índice do controlo em causa, ilustrado na Figura 5.19, a vista que aparece é a de criação. Após o seu preenchimento, o utilizador prime o botão criar do controlo, ou caso esteja indeciso e queira voltar atrás, prime o *Link* que dá acesso à lista da informação que já está armazenada no sistema.

Technology Decomposition

Name

Model

Serial Number

Identification

Parent Equipment

Included Equipment

Alternative Equipment

Price

[Back to List](#)

© 2014 - GESp

Figura 5.19 - Vista de criação da decomposição tecnológica na aplicação GESp.

Ao clicar no editar, no índice do controlo em causa, ilustrado na Figura 5.20 a vista que aparece é a de edição. Após o seu preenchimento o utilizador prime no botão editar do controlo, ou caso esteja

indeciso e queira voltar atrás, prime *Link* que dá acesso à lista da informação que já está armazenada no sistema.

Type Contact

Code
SUPPLIER

Name
Supplier

Description
Supplier of the organization.

Save

[Back to List](#)

© 2014 - GESP

Figura 5.20 - Vista de edição do tipo de contatos na aplicação GESP.

Ao clicar no detalhe, no índice do controlo em causa, ilustrado na Figura 5.21 a vista que aparece é a de detalhe, que permite visualizar uma informação específica, de forma detalhada, sem que apareçam todas as informações inseridas da mesma categoria.

Shift working

Code
SHIFT_WORK_1

Start time the first period
9:00

End time the first period
13:00

Start time the second period
14:00

End time the second period
16:00

Description
Turno diário da organização

[Edit](#) | [Back to List](#)

© 2014 - GESP

Figura 5.21 - Vista de detalhe do turno de trabalho na aplicação GESP.

Ao clicar no eliminar, no índice do controlo em causa, ilustrado na Figura 5.22, a vista que aparece é a de eliminação. Após o seu preenchimento, o utilizador prime o botão eliminar do controlo, ou caso esteja indeciso e queira voltar atrás, prime o *Link* que dá acesso à lista da informação que já está armazenada no sistema.

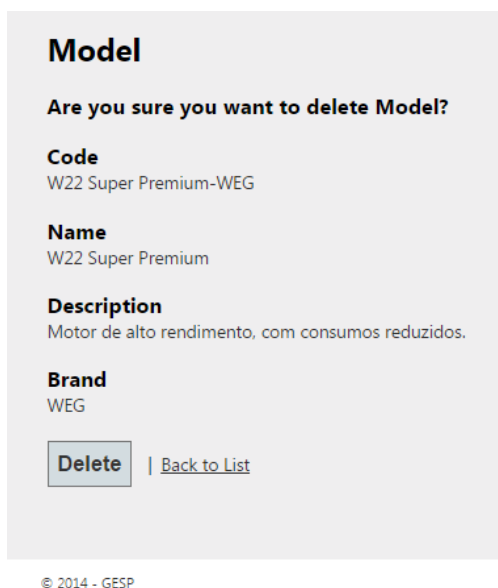


Figura 5.22 - Vista de eliminação dos modelos da decomposição tecnológica na aplicação GESP. De acordo com o ilustrado na Figura 5.23, os utilizadores da aplicação podem saber se ocorreu ou não algum desencadeamento na calendarização.

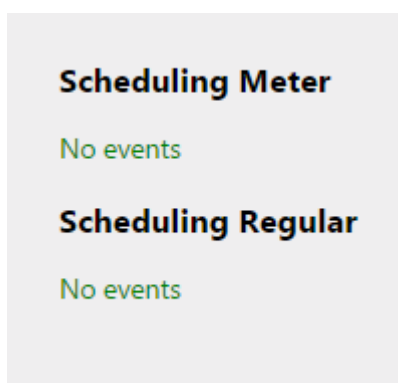


Figura 5.23 - Não há nenhum desencadeamento de manutenção ativo.

De acordo com a ilustração da Figura 5.24, é possível aos utilizadores da aplicação saberem se ocorreu um desencadeamento da calendarização.

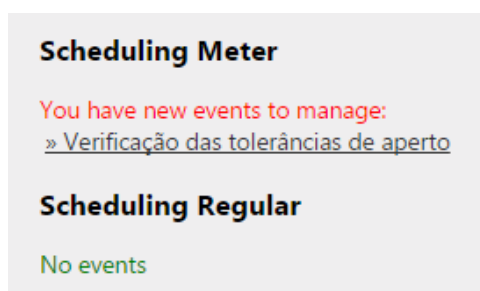


Figura 5.24 - Desencadeamento de manutenção medido ativo.

Os utilizadores que tiverem permissão, ao clicarem sobre o desencadeamento, acedem ao mesmo. Como ilustra a Figura 5.25, ao clicar sobre o desencadeamento em causa, é aberta diretamente a vista de edição do estado do desencadeamento.

State The Meter Event Scheduling

Meter Event Scheduling
 Verificação das tolerâncias de aperto ▾

Date
 29-11-2014 17:12:01

State
 ENTERED ▾

Description

Save

[Back to List](#)

© 2014 - GESP

Figura 5.25 - Estado do desencadeamento de manutenção medido.

A aplicação faz a verificação das regras de desencadeamento; a verificação e insere de uma forma automática os estados dos desencadeamento Ativos Físicos, com uma periodicidade de 5 minutos. Quando o alarme de desencadeamento é acionado, a aplicação processa uma mensagem de alarme, como é ilustrado na Figura 5.24. Ao clicar no desencadeamento em causa, o utilizador vai inserir um estado, como ilustra na Figura 5.25, para dar a conhecer à aplicação, que tomou conhecimento do mesmo, desativando assim a mensagem de alarme do desencadeamento.

Meter Event Scheduling

Name
Inspeção geral

Technology Decomposition
Motor W22 Super Premium-WEG

Description
Verificação dos elementos do motor, cui

Task
Verificação do motor

Value Scheduling
20

Parameters
TimeMeter

Unit
Hours

Start Date
29-05-2015 14:20:00

End Date

Active
True

Save

[Back to List](#)

© 2015 - GESP

Figura 5.26 - Definição de desencadeamento de manutenção medido.

Os utilizadores que tiverem permissão, ao clicarem sobre o desencadeamento, acedem ao mesmo. Como ilustra a Figura 5.26, ao clicar sobre o desencadeamento em causa, é aberta diretamente a vista da edição do desencadeamento. Ao selecionarem as opções da *Combobox Active*, o desencadeamento ou é ativado, em que é feito um *Reset* ao contador e é iniciada nova contagem, ou o desencadeamento é *desativado*, em que não realiza uma nova contagem para acionar a mensagem de alarme.

5.3 Conclusões

Com o desenvolvimento mais aprofundado da *Interface* gráfica e da vertente algorítmica, e ainda de acordo com as propostas apresentadas nos capítulos anteriores, incluindo o modelo de arquitetura desenhado, o sistema de informação apresenta características dentro do estado da arte do mercado. Relativamente ao desenvolvimento da *Interface* gráfica via WEB foram implementadas as seguintes vertentes: Os mecanismos automáticos dos desencadeamentos de manutenção por calendarização ou pelo controlo das variáveis de funcionamento e ou de condição dos Ativos Físicos; os respetivos controlos dos mesmos no sistema; e os comandos de aceder, de criar, de eliminar, e de visualizar a informação do sistema, mediante as permissões do perfil de cada conta de utilizador. Para efeitos de teste da plataforma foram implementados apenas três tipos de perfis (administrador, gestor de

manutenção, gestor da logística); os restantes perfis são criados de modo análogo aos anteriores com as devidas características a nível de acesso ao sistema.

6 Conclusões

Devido à evolução da atividade empresarial, a manutenção tem vindo ao longo do tempo a impor a sua relevância na componente estratégica das organizações, fruto da competitividade do mercado atual, o que implica maximizar a disponibilidade dos Ativos Físicos das organizações e, por consequência, aumentar os tempos de produção.

O trabalho desenvolvido tem como objetivo auxiliar a atividade de manutenção, designadamente no seu planeamento de condição, incluindo a vertente preditiva.

Foi desenvolvido um sistema de informação, baseado no conceito de gestão de multi-eventos, em que os planeamentos dos mesmos podem ser feitos de uma forma sistemática, através da sua calendarização, e ou por predição, a partir do controlo e monitorização das variáveis de funcionamento e de condição dos Ativos Físicos, com ciclos de amostragem periódicos e aperiódicos. A monitorização e o controlo são feitos através da integração de um sistema SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), utilizando protocolos de comunicação entre os sistemas de aplicações lógicas, que permitem a transmissão fiável de dados.

O desencadeamento das intervenções de manutenção é feito através do tratamento dos dados das variáveis de controlo usando algoritmos específicos de predição, que permitem o lançamento automático de Eventos de Manutenção antes que a avaria possa ocorrer, tendo como referência valores limite previamente especificados. O sistema permite realizar uma gestão eficiente dos Recursos Humanos e Materiais para realizar a Manutenção, maximizando o ciclo de vida útil dos Ativos Físicos. Adicionalmente destaca-se a importância da implementação dos 5S, designadamente do senso de utilização, de ordenação, de limpeza e de saúde, com uma autodisciplina enquanto senso central, a fim de eliminar todos os desperdícios e fazendo uma gestão eficiente e eficaz da atividade manutenção.

7 Desenvolvidmentos Futuros

O próximo desafio a atingir na aplicação é o desenvolvimento de um sistema de agendamento em tempo-real, que faça a gestão automática da manutenção, incorporado com um modelo de previsão de falhas com base em modelação dinâmica, onde será feita uma análise histórica dos Ativos Físico e a monitorização e análise de caraterísticas críticas.

Propõe-se que a manutenção de condição assuma particular relevância nos anos vindouros bem como a aplicação do conceito *eMaintenance* [24]. Na área da manutenção de condição, de entre os vários trabalhos realizados, destaca-se um trabalho de predição realizado em geradores eólicos através da análise de vibrações [25] ou a previsão de falhas num motor *Diesel* através da análise dos gases de escape sem ser necessário haver histórico dos Ativos Físicos, [26].

Devido ao elevado grau de complexidade de execução das intervenções de manutenção, as instruções baseadas em papel estão a cair em desuso, sendo substituídas pelo seu equivalente em versão eletrónica para serem acedidas por *Tablets* ou *Smartphones*. A utilização destes dispositivos abre portas a novos horizontes, tais como a introdução da Realidade Aumentada em ambientes industriais [27], tecnologia que consta em sobrepor conteúdos virtuais ao ambiente real, a qual permite projetar a sequência de instruções que o técnico deverá realizar de forma intuitiva.

A Realidade Aumentada é uma tecnologia em forte expansão, mesmo no setor industrial e em particular aplicada à manutenção industrial, como é demonstrado em [28]. É previsível que esta tecnologia venha a constituir uma importante ferramenta de trabalho, não só para os gestores de manutenção.

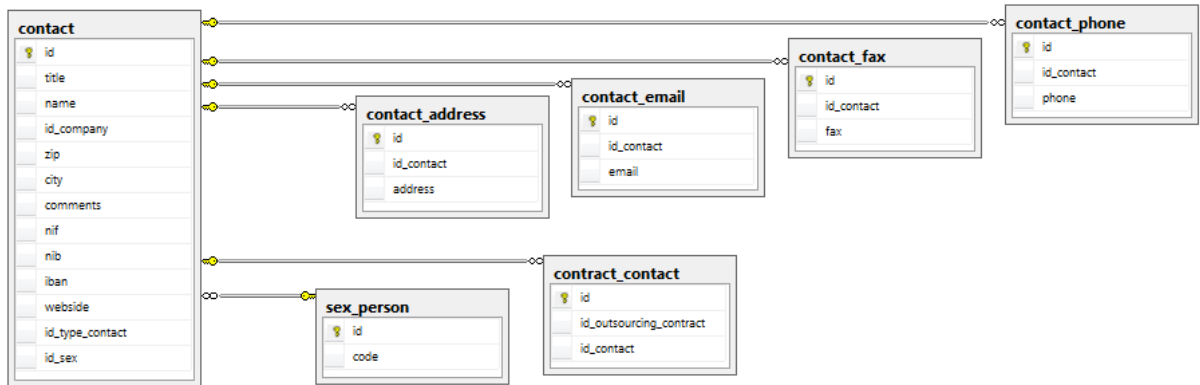
Bibliografia

- [1] Wikipedia, "Computerized maintenance management system," [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Computerized_maintenance_management_system. [Accessed 23 Agosto 2013].
- [2] Wikipedia, "Enterprise Asset Management," [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_asset_management. [Accessed 23 Agosto 2013].
- [3] International Business Machines Corporation (IBM), "IBM Software," [Online]. Available: <http://www-01.ibm.com/software/tivoli/>. [Accessed 22 Setembro 2013].
- [4] International Business Machines Corporation (IBM), "IBM Home," [Online]. Available: <http://www.ibm.com/us/en/>. [Accessed 5 Agosto 2012].
- [5] Wikipedia, "Performance indicator," [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Performance_indicator. [Accessed 5 Agosto 2012].
- [6] Oracle, "Oracle Home," [Online]. Available: <http://www.oracle.com/technetwork/developer-tools/visual-studio/overview/index-097110.html>. [Accessed 12 Agosto 2012].
- [7] SAP AG, "SAP R/3," [Online]. Available: <http://help.sap.com/r3/>. [Accessed 26 Setembro 2013].
- [8] Primavera Business Software Solutions, S.A, "Primavera Home," [Online]. Available: <http://www.primaverabss.com/pt/Home-pt%20-%20Homepage.aspx>. [Accessed 27 Setembro 2013].
- [9] Navaltik Management Lda, "Navaltik Portugal Home," [Online]. Available: <http://www.navaltik.com/>. [Accessed 30 Setembro 2013].
- [10] Wikipedia, "SQL," [Online]. Available: <http://pt.wikipedia.org/wiki/SQL>. [Accessed 25 Agosto 2012].
- [11] Microsoft, "SQL Server," [Online]. Available: <http://www.microsoft.com/pt-br/server-cloud/products/sql-server/>. [Accessed 25 Agosto 2012].
- [12] J. M. T. Farinha, Manutenção - A Terologia e as Novas Ferramentas de Gestão, ISBN: 978-972-9413-82-7: Monitor- Projetos e Edições, LDA, 2011.
- [13] Microsoft, "ASP.NET Home," [Online]. Available: <http://www.asp.net/>. [Accessed 5 Agosto 2012].
- [14] L. Abreu, ASP.NET MVC, ISBN: 978-972-722-742-6: FCA - Editora de Informática, Lda, 2012.
- [15] L. Abreu, ASP.NET 4.5, ISBN: 978-972-722-760-0: FCA - Editora de Informática, LDA, 2013.
- [16] Microsoft, "Framework," [Online]. Available: <http://framework.net/>. [Accessed 30 Junho 2014].
- [17] H. Loureiro, c# 5.5, ISBN: 978-972-722-752-5: FCA-Editora de Informática, Lda., 2012.

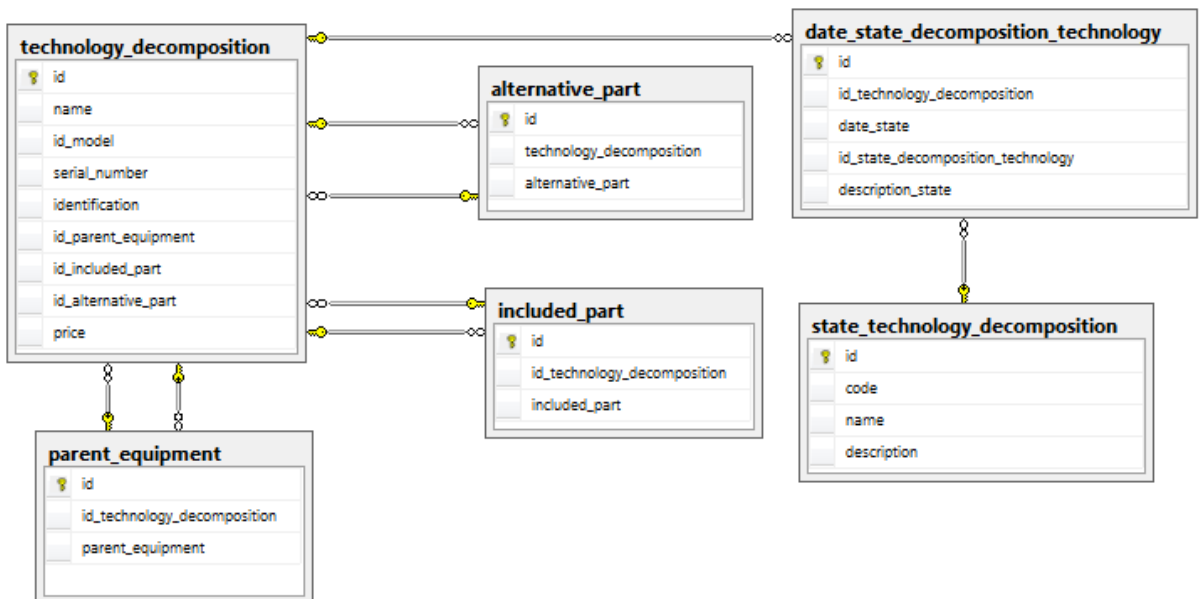
- [18] Microsoft, "Visual Basic Home," [Online]. Available: <http://msdn.microsoft.com/pt-BR/library/2x7h1hfk.aspx>. [Accessed 30 Junho 2014].
- [19] Microsoft, "Visual Studio .NET Home," [Online]. Available: <http://www.visualstudio.com/>. [Accessed 30 Junho 2014].
- [20] C Plus Plus, "C++ Home," [Online]. Available: <http://www.cplusplus.com/>. [Accessed 30 Junho 2014].
- [21] Linux, "Linux Home," [Online]. Available: <http://www.linux.com/>. [Accessed 30 Junho 2014].
- [22] COPA-DATA, "CopaData Home," [Online]. Available: <http://www.copadata.com/>. [Accessed 5 Dezembro 2013].
- [23] Wikipedia, "MVC," [Online]. Available: <http://pt.wikipedia.org/wiki/MVC>. [Accessed 25 Agosto 2012].
- [24] Muller, A. C.; Marquez; B. lung., "On the concept of e-maintenance: Review and current research," *Reliability Engineering & System Safety*, vol. 93, no. <http://www.sciencedirect.com/~science/~article/~p>, p. 1165 – 1187, 16 Maio 2008.
- [25] Fonseca, I; Farinha, J. T.; Barbosa, F. M., "'On-condition maintenance of wind generators - from prediction algorithms to hardware for data acquisition and transmission'," in *WSEAS Transactions on Circuits and Systems*, ISSN: 1790-5109. ISBN: 978-960-6766-85-5, Heraklion , Greece , Issue 9 , Volume 7, September 2, 2008, pp. Pp 928-933.
- [26] Simões, A.; Farinha, J. T.; Fonseca, I.; Marques, V., "On-condition maintenance of Diesel engines modelled by a Hidden Markov Model," in *Proceedings NEW ASPECTS of APPLIED INFORMATICS, BIOMEDICAL ELECTRONICS & INFORMATICS and COMMUNICATIONS.*, ISSN: 1792-460X ISBN: 978-960-474-216-5, Burlington - MA, 2010, pp. 258-263.
- [27] Oliveira, R.; Farinha, J. T.; Singh, S.; Galar, D., "An Augmented Reality Application to Support Maintenance – Is It Possible?," in *Research - peer-review; Article in proceedings. MPMM 2013 (Maintenance Performance Measurement and Management)*, ISBN (print) 978-952-265-443-4. ISBN (electronic) 978-952-265-443-4, Lappeenranta, FINLAND, 2013, pp. Pages 260-272.
- [28] R. Oliveira, T. Farinha, H. Raposo and N. Pires, "MPMM2014," in *Proceedings of Maintenance Performance Measurement and Management (MPMM)*, ISBN 978-972-8954-43-7 | http://dx.doi.org/10.14195/978-972-8954-42-0_12, Coimbra University Press, 2014, pp. 81-88.
- [29] WEG, "Manual Geral de Instalação, Operação e Manutenção de Motore Elétricos," 8 Abril 2013. [Online]. Available: www.weg.net. [Accessed 15 Dezembro 3013].

Anexo I - Diagramas das tabelas da base de dados GESP

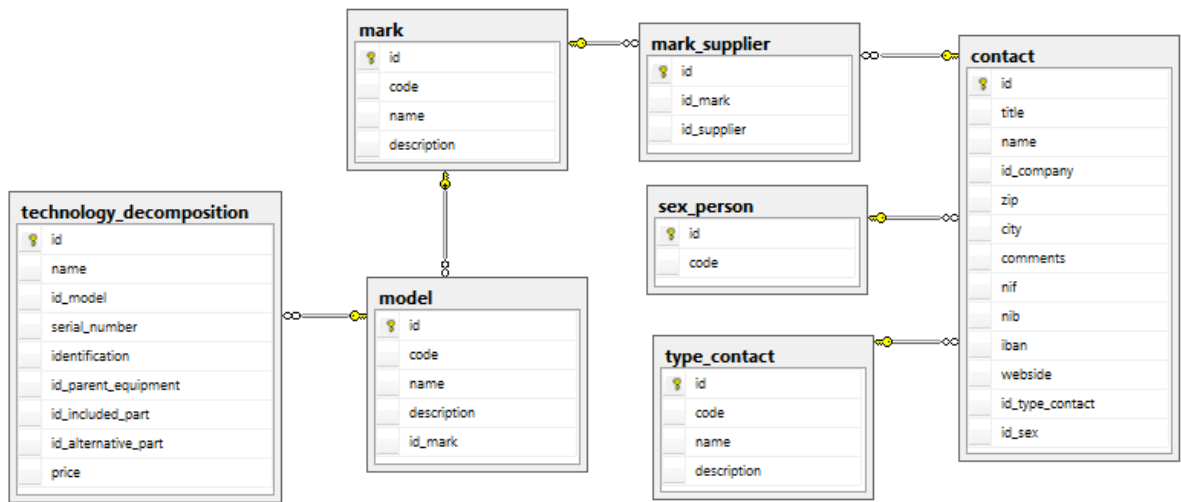
Anexo I.I - Contatos.



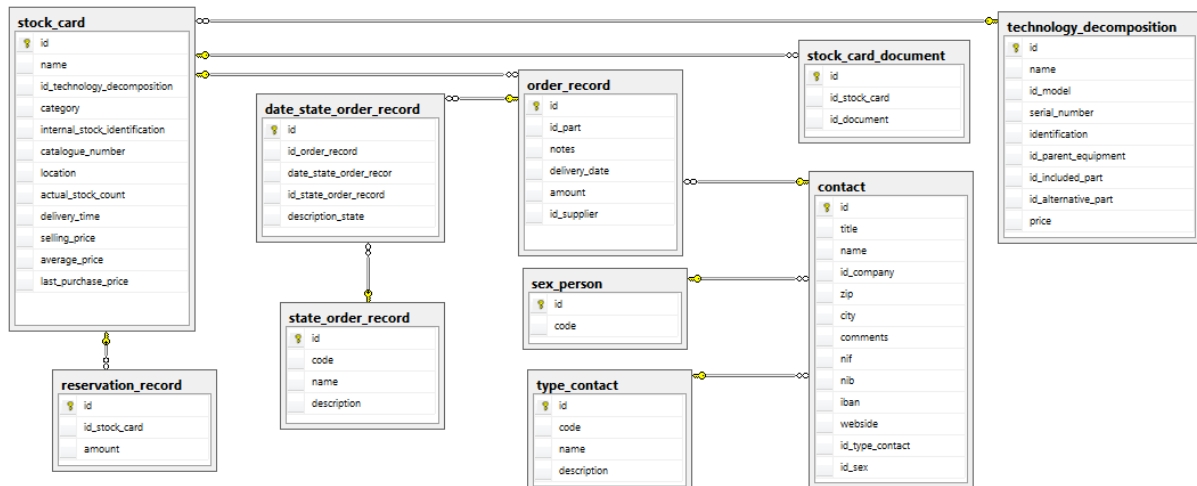
Anexo I.II - Decomposição tecnológica.



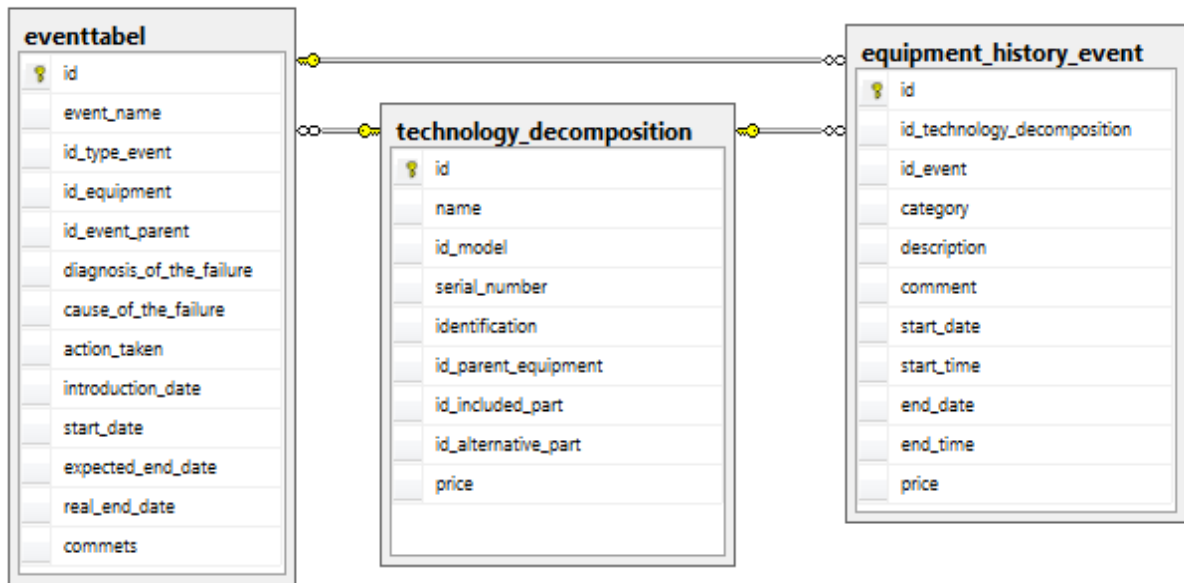
Anexo I.III - Referências.



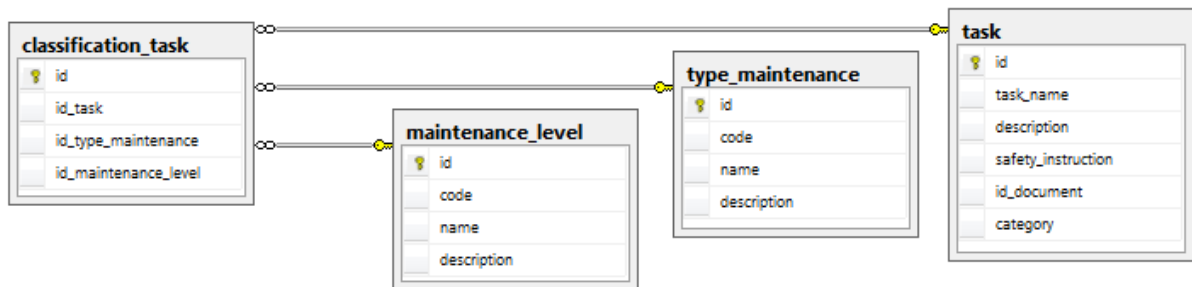
Anexo I.IV - Cartão de Stock.



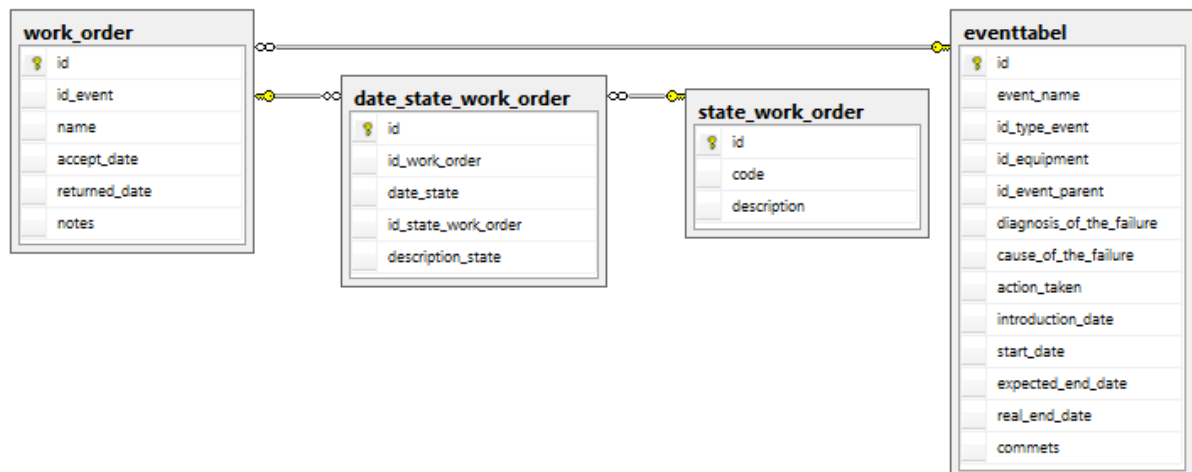
Anexo I.V - Histórico da decomposição tecnológica.



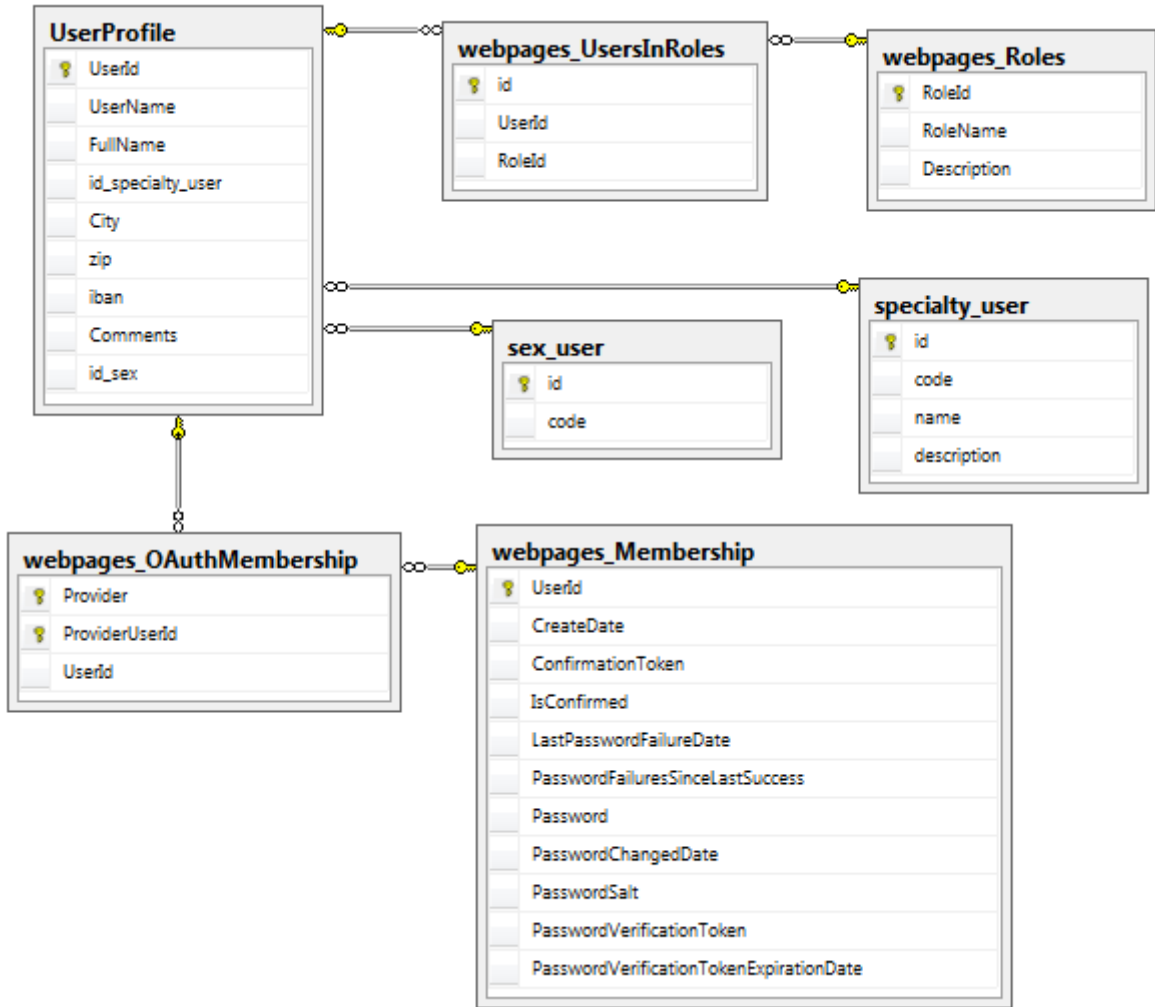
Anexo I.VI - Classificação das tarefas de manutenção.



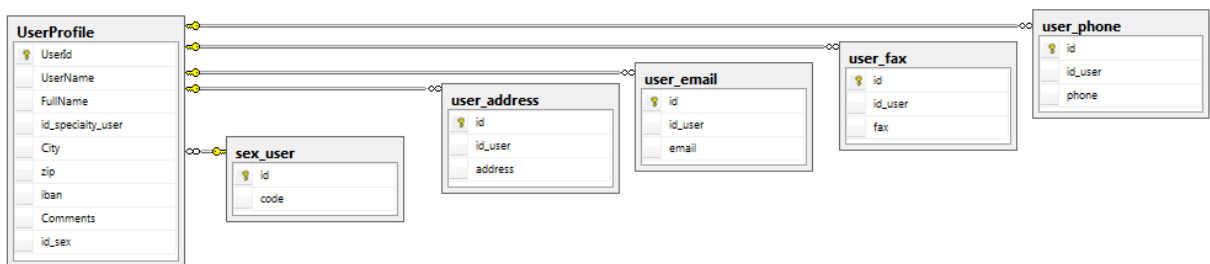
Anexo I.VII - Ordens de trabalho.



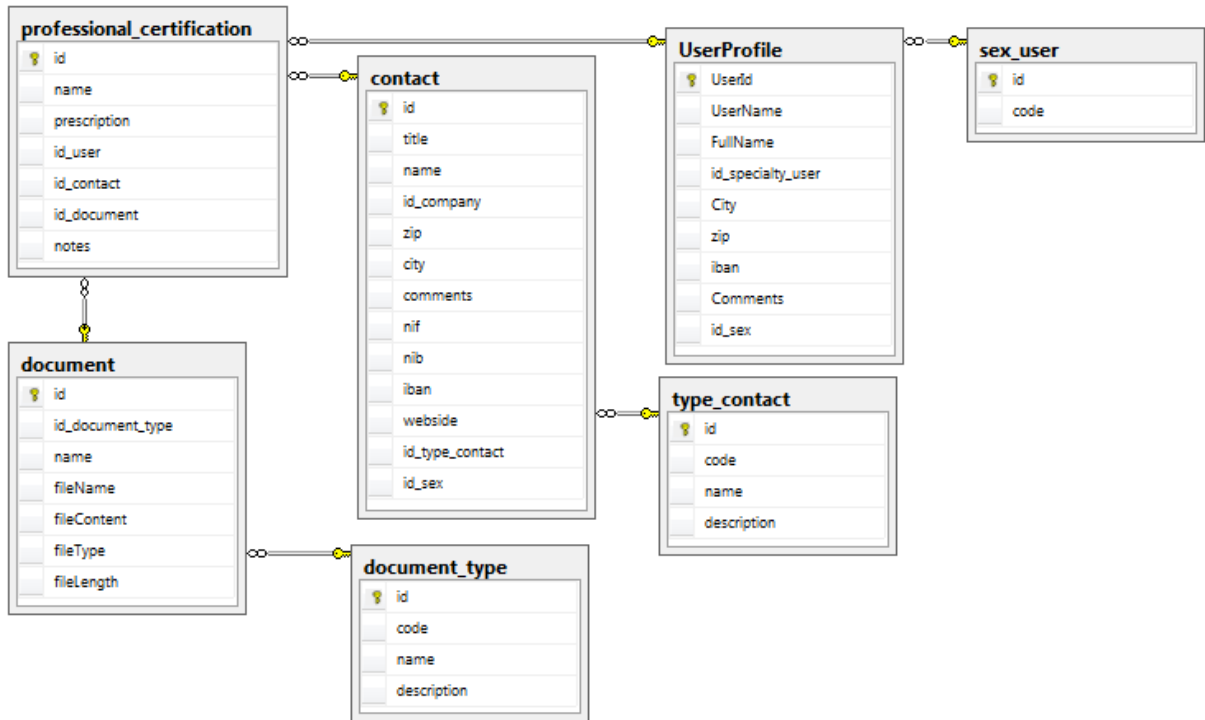
Anexo I.VIII - Conta e gestão dos utilizadores do sistema.



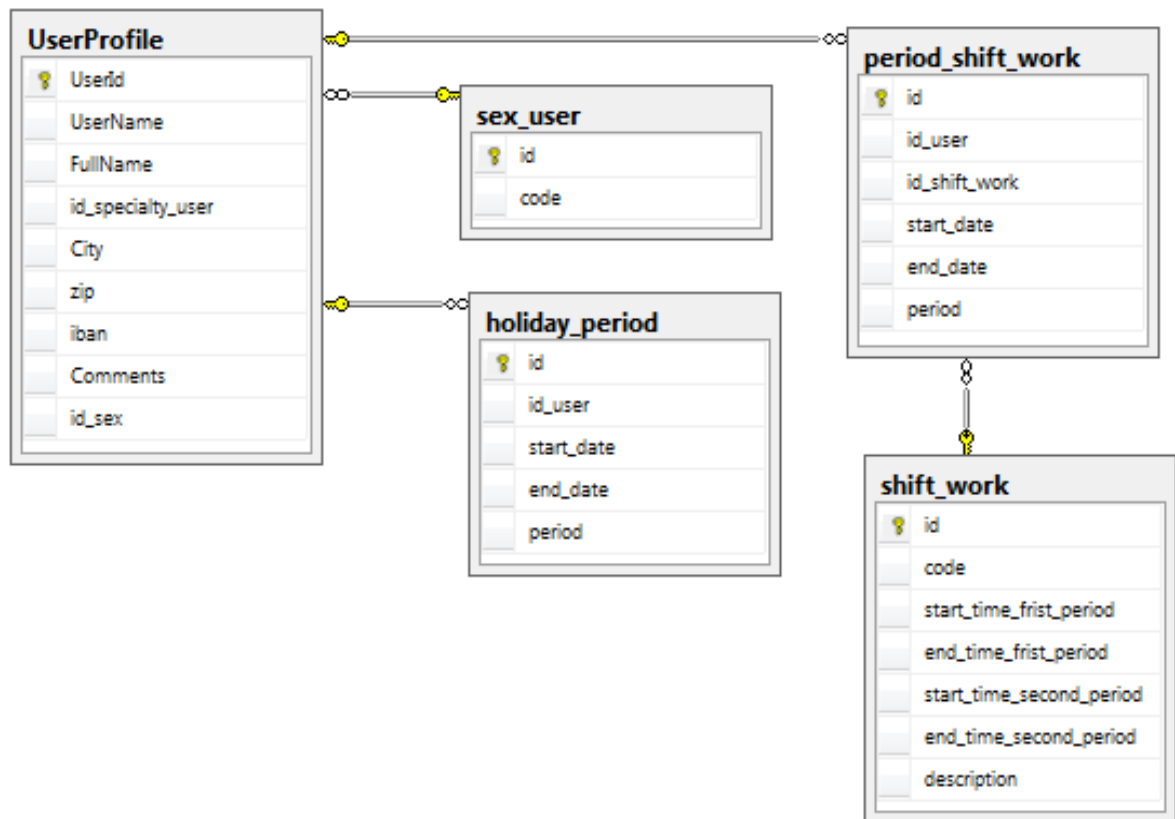
Anexo I.IX - Contatos de utilizadores.



Anexo I.X - Certificação profissional.



Anexo I.XI - Gestão de pessoal.



Anexo II - Tabelas do caso de estudo do capítulo 4

Anexo II.I - Descrição do cartão de *Stock*.

Nome	Decomposição tecnológica	Categoria	Ident. Interna do <i>Stock</i>	Número de catálogo	Documentação	Localização	Contagem atual do <i>Stock</i>	Tempo de entrega	Preço de venda	Preço médio	Preço da última compra
Tampa defletora	Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A	Proteção	00000001	0001	catalogo_W21IE2360.2571AB5	Indisponível em <i>Stock</i>	0	1 Dia	10€	13€	N/C
Anel de fixação traseiro	Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A	Ventilação	00000002	0001	catalogo_W21IE2360.2571AB5	Indisponível em <i>Stock</i>	0	1 Dia	25€	30€	N/C
Anel de fixação traseiro	Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A	Fixação	00000003	0001	catalogo_W21IE2360.2571AB5	Indisponível em <i>Stock</i>	0	1 Dia	15€	18€	N/C

Nome	Decomposição tecnológica	Categoria	Ident. Interna do Stock	Número de catálogo	Documentação	Localização	Contagem atual do Stock	Tempo de entrega	Preço de venda	Preço médio	Preço da última compra
Tampa traseira	Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A	Proteção	000000 04	0001	catalogo_ W211E2360.257 1AB5	Indisponível em Stock	0	1 Dia	10€	13€	N/C
Caixa de ligação	Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A	Proteção	000000 06	0001	catalogo_ W211E2360.257 1AB5	Indisponível em Stock	0	1 Dia	10€	13€	N/C
Suporte de caixa de ligação	Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A	Fixação	000000 07	0001	catalogo_ W211E2360.257 1AB5	Indisponível em Stock	0	1 Dia	10€	13€	N/C
Placa de identificação	Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A	Identificação	000000 08	0001	catalogo_ W211E2360.257 1AB5	Indisponível em Stock	0	1 Dia	2€	5€	N/C

Nome	Decomposição tecnológica	Categoria	Ident. Interna do Stock	Número de catálogo	Documentação	Localização	Contagem atual do Stock	Tempo de entrega	Preço de venda	Preço médio	Preço da última compra
Carçaça	Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A	Estrutura	00000009	0001	catalogo_W211E2360.2571AB5	Indisponível em Stock	0	1 Dia	85€	90€	85€
Olhal de suspensão	Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A	Suspensão	00000010	0001	catalogo_W211E2360.2571AB5	Indisponível em Stock	0	1 Dia	3€	5€	N/C
Estator Bobinado	Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A	Indução	00000011	0001	catalogo_W211E2360.2571AB5	Indisponível em Stock	0	1 Dia	45€	50€	45€
Eixo	Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A	Transmissão	00000012	0001	catalogo_W211E2360.2571AB5	Indisponível em Stock	0	1 Dia	85€	90€	85€
Rotor	Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A	Indução	00000013	0001	catalogo_W211E2360.2571AB5	Indisponível em Stock	0	1 Dia	85€	90€	85€

Nome	Decomposição tecnológica	Categoria	Ident. Interna do Stock	Número de catálogo	Documentação	Localização	Contagem atual do Stock	Tempo de entrega	Preço de venda	Preço médio	Preço da última compra
Chaveta	Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A	Transmissão	00000014	0001	catalogo_W211E2360.2571AB5	Disponível em Stock	2	1 Dia	3€	5€	5€
Rolamento	Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A	Transmissão	00000015	0001	catalogo_W211E2360.2571AB5	Disponível em Stock	4	1 Dia	30€	33€	30€
Tampa dianteira	Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A	Proteção	00000016	0001	catalogo_W211E2360.2571AB5	Indisponível em Stock	0	1 Dia	10€	13€	N/C
Anel de fixação dianteira	Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A	Fixação	00000017	0001	catalogo_W211E2360.2571AB5	Indisponível em Stock	0	1 Dia	15€	18€	N/C
Vedação mancão dianteira	Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A	Vedação	00000018	0001	catalogo_W211E2360.2571AB5	Indisponível em Stock	0	1 Dia	5€	8€	N/C

Anexo II.II - Descrição da ordem de encomenda.

Ordem de encomenda	Data do estado	Estado da ordem da encomenda
Eixo	14/03/2014	Stock indisponível
Eixo	14/03/2014	Requisição de encomenda
Eixo	14/03/2014	Encomenda solicitada
Eixo	14/03/2014	Confirmada
Eixo	14/03/2014	A encomendar
Eixo	14/03/2014	Encomendada
Eixo	15/03/2014	Entregue
Eixo	15/03/2014	Stock disponível

Anexo II.III - Descrição das tarefas de manutenção.

Nome da tarefa	Descrição	Instrução de segurança	Documento	Categoria
Instalação do motor	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 24	A instalação deve ser feita por profissionais capacitados com conhecimento sobre as normas e prescrições de segurança.	manual_geral_WEG	Instalação de equipamentos
Montagem e desmontagem do motor	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 45 a 51	<p>Serviços de reparo em motores devem ser efetuados apenas por pessoal especializado seguindo as normas vigentes no país. Devem ser utilizados somente ferramentas e métodos adequados;</p> <p>Qualquer serviço de desmontagem e montagem deve ser realizado com o motor totalmente sem energia e completamente parado.</p> <p>Mesmo o motor desligado pode apresentar energia elétrica no interior da caixa de ligação, nas resistências de aquecimento, no enrolamento e nos condensadores.</p> <p>Os motores acionados por inversor de frequência podem estar com energia mesmo com o motor parado.</p>	manual_geral_WEG	Instalação de equipamentos
Inspeção-geral do motor	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 45	Não reutilizar peças danificadas ou desgastadas. Substitua-as por novas, originais de fábrica.	manual_geral_WEG	Verificação

Anexo II.IV - Passos das tarefas.

Tarefa	Nome do passo da tarefa	Instrução de trabalho	Instrução de segurança	Duração	Custo extra
Instalação do motor elétrico	Fundação para o motor	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 25	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 25	20 Minutos	0€
Instalação do motor elétrico	Fixação do motor	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 25	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 25	20 Minutos	0€
Instalação do motor elétrico	Balanceamento	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 26	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 26	30 Minutos	0€
Instalação do motor elétrico	Acoplamento	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 26	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 26	20 Minutos	0€
Instalação do motor elétrico	Instalação do motor elétrico	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 27	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 27	30 Minutos	0€
Instalação do motor elétrico	Alinhamento	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 27	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 27	30 Minutos	0€
Instalação do motor elétrico	Conexão de motores lubrificados a óleo ou do tipo OIL MIST	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 28	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 28	20 Minutos	0€
Instalação do motor elétrico	Conexão do sistema de refrigeração	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 29	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 29	20 Minutos	0€
Instalação do motor elétrico.	Conexão elétrica	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 30	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 30	10 Minutos	0€

Tarefa	Nome do passo da tarefa	Instrução de trabalho	Instrução de segurança	Duração	Custo extra
Instalação do motor elétrico	Conexão dos dispositivos de proteção térmica	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 31	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 31	20 Minutos	0€
Instalação do motor elétrico	Termorressistores (PT-100)	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 32	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 32	20 Minutos	0€
Instalação do motor elétrico	Conexão da resistência de aquecimento	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 32	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 32	20 Minutos	0€
Instalação do motor elétrico	Métodos de partida	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 33	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 33	20 Minutos	0€
Instalação do motor elétrico	Motores alimentados por inversor de frequência	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 34	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 34	20 Minutos	0€
Desmontagem e Montagem do motor elétrico	Montagem de desmontagem do eixo do motor	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 35	Seguir a descrição disponível no manual geral da WEG da página 35	2 Horas	0€

Tarefa	Nome do passo da tarefa	Instrução de trabalho	Instrução de segurança	Duração	Custo extra
Inspeção-geral do motor	Verificação periódica do motor, imposta pelo fabricante	<p>-Fazer uma inspeção visual do motor e do acoplamento, observando os níveis de ruído, da vibração, alinhamento, sinais de desgastes, oxidação e peças danificadas. Substituir peças quando for necessário;- Medir a resistência de isolamento conforme descrito no item 5.4; -Manter a carcaça limpa, eliminando todo acumulado de óleo ou de pó na parte externa do motor para assim facilitar a troca de calor com o meio ambiente;- Verificar a condição do ventilador e das entradas e saídas de ar, assegurando um livre fluxo de ar; -Verificar o estado das vedações e efetuar a troca se necessário: Drenar o motor. Após a drenagem, recolocar os drenos para novamente garantir o grau de proteção do motor. Os drenos devem estar sempre posicionados de tal forma que a drenagem seja facilitada (conforme item 6); Verificar a conexão dos cabos de alimentação, respeitando as distâncias de isolamento entre partes vivas e não isoladas entre si e entre partes vivas e partes aterradas de acordo com a tabela 6.3; -Verificar o aperto dos parafusos de conexão, sustentação e fixação está de acordo com o indicado na tabela 8.7; - Verificar o estado da passagem dos cabos da caixa de ligação, as vedações dos prensa-cabos e as vedações nas caixas de ligação e efetuar a troca, se necessário; -Verificar o estado dos mancais, observando o aparecimento de ruídos e níveis de vibração não habituais, verificando a temperatura dos mancais, o nível de óleo, a condição do lubrificante e a monitorização das horas de operação versus a vida útil informada;- Registrar e arquivar todas as modificações realizadas no motor [29].</p>	Seguir os procedimentos de segurança do fabricante	1 Hora	0€

Anexo II.V - Classificação das tarefas de manutenção.

Tarefa	Tipo de manutenção	Nível AFNOR	Recurso Humano AFNOR
Limpeza da área envolvente da linha de produção A	Manutenção Preventiva	1	Operador
Desmontagem e Montagem do motor elétrico	Manutenção Corretiva	3	Técnico especializado/Equipa de manutenção
Instalação do motor elétrico	Manutenção Corretiva	3	Técnico especializado/Equipa de manutenção
Inspeção-geral do motor	Manutenção preventiva condicionada/Manutenção preditiva	3	Técnico especializado/Equipa de manutenção
Inspeção-geral do motor	Manutenção Preventiva	3	Técnico especializado/Equipa de manutenção

Anexo II.VI - Descrição dos profissionais que vão elaborar os passos das tarefas.

Utilizador	Passo Tarefa
Ricardo Amaral	Montagem de desmontagem do eixo do motor
Ricardo Amaral	Fixação do motor
Ricardo Amaral	Balanceamento
Ricardo Amaral	Acoplamento
Ricardo Amaral	Nivelamento
Ricardo Amaral	Alinhamento
Ricardo Amaral	Verificação periódica do motor, imposta pelo fabricante

Anexo II.VII - Descrição dos componentes necessários para a realização das tarefas de manutenção.

Cartão de Stock	Passo da tarefa	Número
Eixo	Montagem e desmontagem do motor	1
Rolamento	Montagem e desmontagem do motor	2
Chaveta	Montagem e desmontagem do motor	2

Anexo II.VIII - Descrição dos eventos de manutenção.

Nome	Tipo de evento	Equipamento	Evento parente	Diagnósticos da falha	Causa da falha	Ação tomada	Data de introdução	Data de começo	Data prevista de término	Data real de término
Paragem da linha de produção A	Pedido de Intervenção	Linha de produção A	N/C	N/C	N/C	<p>Dar o conhecimento da paragem da linha de produção A.</p> <p>Passar a produção, para a linha de produção D, para não afetar as entregas aos clientes, e agilizar os recursos, para por a linha de produção A em funcionamento.</p>	14/03/2014	14/03/2014	15/03/2014	15/03/2014

Nome	Tipo de evento	Equipamento	Evento parente	Diagnósticos da falha	Causa da falha	Ação tomada	Data de introdução	Data de começo	Data prevista de término	Data real de término
Deteção da paragem da linha de produção A	Pedido de intervenção agendado	N/C	Paragem da linha de produção A	N/C	Devidas às folgas de transmissão, os rolamentos do veio do motor da transmissão superior da linha de produção, partiu e a linha de produção A parou.	Planeamento das tarefas de manutenção a realizar, e ter todos os recursos disponíveis para a sua execução.	14/03/2014	14/03/2014	15/03/2014	15/03/2014
Substituição do veio, rolamentos e chaveta do motor de indução da transmissão superior da linha de produção A	Ordem de trabalho	Motor de indução da transmissão superior da linha de produção A	Deteção da paragem da linha de produção A	Devido à não verificação das folgas, originou desalinhamentos dos rolamentos, o eixo entrou em esforço, originou que o mesmo partisse.	Folgas; Períodos de verificações alongados.	Substituição do veio, rolamentos, e chavetas.	14/03/2014	14/03/2014	15/03/2014	15/03/2014

Anexo II.IX - Tabela da descrição dos estados dos eventos de manutenção do GESP.

Evento	Data do estado	Estado do evento	Descrição do estado	Estado de entrada
Paragem da linha de produção A	14/03/2014	Criado	Foi introduzido no sistema a ocorrência de uma paragem da linha de produção A.	Inserida a ocorrência
Paragem da linha de produção A	14/03/2014	Confirmado	O técnico disponível tomou o conhecimento da paragem, vai realizar a análise da paragem.	Criado
Paragem da linha de produção A	14/03/2014	Espera de peças	Não há um eixo disponível em <i>Stock</i> para realizar a manutenção, tem de ser realizada uma requisição.	Confirmado
Paragem da linha de produção A	14/03/2014	Espera de pessoas	Há a necessidade de ver os especialistas necessários, para realizar a reparação do motor.	Espera de peças
Paragem da linha de produção A	14/03/2014	Programado	A reparação da origem da paragem do equipamento, já foi programada, devido a ter todos os recursos necessários para o realizarem, no dia agendado.	Espera de pessoas
Paragem da linha de produção A	14/03/2014	Dependências	O evento está condicionado ao facto de o material ainda não estar disponível para realizar a reparação.	Programado
Paragem da linha de produção A	15/03/2014	Processado	A resolução da ocorrência da paragem está a ser realizada.	Dependências
Paragem da linha de produção A	15/03/2014	Fechado	O evento, foi realizado, devido às ordens de trabalho executadas terem sido cumpridas, sendo fechado.	Processado

Anexo II.X - Descrição dos utilizadores inseridos no Sistema.

Nome	Password	Perfil	Especialidade	Cidade	Zip	Iban	Nib	Nif	Comentário	Sexo
Francisco Rodrigues	*****	Administrador	Eletromecânica	Porto	4049-021	PT*** ** *** ** **	*** ** *** ** *** **	*****	N/C	Masculino
Nuno Monteiro	*****	Gestor de manutenção	Eletrotécnica	Porto	4049-101	PT*** ** *** ** **	*** ** *** ** *** **	*****	N/C	Masculino
Rui Ferreira	*****	Gestor de logística	Gestor	Porto	4049-061	PT*** ** *** ** **	*** ** *** ** *** **	*****	N/C	Masculino
Ricardo Amaral	*****	Técnico de manutenção	Eletromecânica	Porto	4049-501	PT*** ** *** ** **	*** ** *** ** *** **	*****	N/C	Masculino
Augusto Henriques	*****	Armazém	Mecânica	Porto	4049-801	PT*** ** *** ** **	*** ** *** ** *** **	*****	N/C	Masculino
André Soares	*****	Operador	Produção	Porto	4049-001	PT*** ** *** ** **	*** ** *** ** *** **	*****	N/C	Masculino