



João Rui Cavaco Horta
Licenciado em Engenharia Mecânica

Integração das actividades de manutenção e produção em instalações de tratamento de águas

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Mecânica

Orientador: Prof. Doutora Carla Maria Moreira Machado,
Professora Auxiliar, FCT-UNL
Co-orientador: Engenheiro Tiago Rodrigues de Lima Falcão
Teles, TEK BOX - Water Engineering

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Jorge Joaquim Pamies Teixeira
Arguente: Prof. Doutor Alberto José Antunes Marques Martinho
Vogais: Prof. Doutora Carla Maria Moreira Machado

**Integração das actividades de manutenção e produção em instalações de tratamento de
águas**

Copyright © 2014 João Rui Cavaco Horta

Faculdade de Ciências e Tecnologia e Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Apesar de esta dissertação ser um trabalho individual, algumas pessoas contribuíram, de forma crucial, para a sua execução. A todas elas, gostava de exprimir os meus sinceros agradecimentos.

Os meus sinceros agradecimentos aos orientadores desta dissertação, à Professora Doutora Carla Machado e ao Mestre em Engenharia Mecânica Tiago Teles, por todo o apoio, encorajamento, motivação, disponibilidade e conhecimento transmitido e, acima de tudo, pela confiança que depositaram em mim.

Aos sócios-gerentes da TEK BOX, Eng.º Tiago Teles e Eng.º Ricardo Simões, pela oportunidade de realização do estágio e todos os colaboradores da empresa pelas competentes sugestões e críticas efectuadas ao longo desta dissertação, contribuindo para uma melhor adequação aos objectivos da mesma.

Agradeço com especial afecto aos meus pais, aos quais tenho uma dívida de gratidão eterna. O seu apoio, dedicação e carinho foram fundamentais, não só ao longo desta dissertação como na minha formação enquanto pessoa.

À minha namorada, Sofia, pelo amor, motivação constante, apoio e compreensão incalculáveis, sem os quais não teria sido possível chegar ao fim.

Ao meu tio, Manuel, por me acolher durante a minha vida académica e por me tratar como um filho.

Ao meu irmão e primos, agradeço os momentos de animação que me proporcionaram e aos meus tios e avó por todo o apoio prestado.

Quero ainda agradecer aos meus colegas/amigos, pelas infindáveis horas de conversa sobre este assunto, pelas críticas e sugestões ao longo deste projecto. Sem o vosso ânimo não seria possível concluir este trabalho.

Resumo

O estudo do tema em causa vai de encontro com a necessidade de unir duas das áreas mais importantes da engenharia, a manutenção e a produção. Nesse sentido delineou-se que o objectivo seria levar a cabo o desenvolvimento de um modelo que possibilite relacionar os componentes considerados mais importantes, em termos de periodicidade de manutenção, com os materiais e processos produtivos dos mesmos. Desta forma, em primeiro lugar procedeu-se ao estudo das tarefas realizadas pela empresa. De seguida, idealizou-se um modelo empírico de relação entre os componentes dos equipamentos e a sua necessidade de manutenção. Depois disto e do estudo das tarefas realizadas pela firma, procedeu-se à introdução desses dados numa base ERP. Por último, analisou-se a possibilidade de uma retroacção neste processo por forma a melhorar a concepção dos equipamentos, quer a nível de processos de fabrico quer a nível dos materiais usados nos mesmos.

Da aplicação do modelo empírico a um equipamento real, resultou a definição e priorização dos componentes que, teoricamente, mais careciam de manutenção. Estes resultados foram de encontro com o histórico do equipamento. Para além disso, foi possível apontar uma causa provável da existência desses componentes críticos, tal como apontar possíveis soluções para esses componentes.

A principal contribuição deste trabalho foi o desenvolvimento de um modelo simples através do qual é possível detectar os componentes de maior desgaste para priorizar a sua intervenção. Por outro lado, e com base na informação gerada pela manutenção, propõe a existência de retroacção entre a área de manutenção e a área da produção no sentido de propor alterações a esses componentes de modo a ser reduzida a criticidade dos mesmos.

Palavras-chave: Manutenção, Processos de Fabrico, Gestão de Manutenção, ERP.

Abstract

This study meets with the need to unite two of the most important areas of engineering, maintenance and production. In this sense outlined that the objective would be to pursue the development of a model that makes possible to relate the components considered most important, in terms of maintenance periodicity, with the materials and production processes thereof. In this way, the first proceed was to the study the tasks performed by the company. Then, it was idealized an empirical model of relationship between the components of the equipment and its maintenance. After this and the study of tasks performed by the firm, that information was introduced in ERP program. Finally, it was analyzed the possibility of feedback in this process in order to improve the design of equipment, whether at processes manufacturing level whether at the materials used in them.

From the application of empirical model to a real equipment, has resulted the definition and prioritization of components that are, theoretically, most lacked of maintenance. These results were according with the historic of the equipment. In addition, it was possible to indicate a probable cause for the existence of these critical components, as well as point possible solutions to these components.

The main contribution of this work was the development of a simple model to detect the components with increased wear and that allows prioritizing its intervention. On the other hand, and based on the information generated, permits the existence of feedback between maintenance and production areas in order to propose changes on the production of these components to reduce their criticality.

Keywords: Maintenance, Manufacturing Processes, Maintenance Management, ERP

Índice

1. Introdução	1
1.1. Motivação e Objectivos	1
1.2. Estrutura da Tese	2
2. Revisão Bibliográfica	3
2.1. Manutenção	3
2.1.1. Tipos de Manutenção	4
2.1.2. Gestão da Manutenção	5
2.2. Sistema Integrado de Gestão (ERP)	12
3. Trabalhos Desenvolvidos na TEK BOX	15
3.1. Gestão Informática de Serviços na TEK BOX	15
3.2. Plano de Manutenção	18
3.2.1. Definição do Plano de Manutenção	18
3.2.2. Metodologia para Definição do Plano de Manutenção	18
3.2.3. Planos de Manutenção por Equipamento	20
3.3. Gestão de Manutenção no NAV	29
4. Modelo Proposto	33
5. Verificação do Modelo	37
5.1. Equipamento de Estudo	37
5.1.1. Aplicação do Modelo	39
5.1.2. Relatório de Avaria e Reparação	42
6. Propostas de Melhoria	47
6.1. Isolamento no Interior da Protecção de Elevação.	47
6.2. Sistema de Refrigeração Interno	48
6.3. Comparação das Alternativas Propostas com o Equipamento Original	49
7. Conclusões e Trabalhos Futuros	53
7.1. Conclusões	53
7.2. Trabalhos Futuros	54
8. Referências Bibliográficas	55
Anexo A - Actividades de Manutenção para Equipamentos	59

Anexo B - <i>Templates</i> de Actividades de Manutenção por Equipamento e Periodicidade	65
Anexo C – Produtos de Manutenção e Roteiros	91

Lista de Figuras

Figura 2.1 – Tipos de manutenção.....	4
Figura 2.2 – Diagrama de transição da EBOM para a BOM de manutenção.....	10
Figura 2.3 – Módulos mais comuns nos ERP's.	12
Figura 2.4 – Módulos do <i>Microsoft Dynamics NAV</i>	13
Figura 3.1 – Metodologia para definição do plano de manutenção	19
Figura 3.2 – Bomba submersível	21
Figura 3.3 – Electroagitadores	23
Figura 3.4 – Bombas doseadoras	24
Figura 3.5 – Bomba centrífuga multicelular fechada (esquerda) e aberta (direita).....	25
Figura 3.6 – Bomba de parafuso excêntrico.	26
Figura 3.7 – Filtro prensa (esquerda) e princípio de funcionamento (direita).....	27
Figura 3.8 – Exemplo de um tamisador	28
Figura 4.1 – Principais áreas de uma empresa de manutenção de águas residuais	33
Figura 5.1 – Tamisador da área de serviço de Almodôvar, sentido Norte/Sul.	37
Figura 5.2 – Elementos típicos de um tamisador.....	38
Figura 5.3 – BOM de Engenharia/Produção	39
Figura 5.4 – Tamisador encravado	42
Figura 5.5 – Tamisador encravado (pormenor)	42
Figura 5.6 – Sólidos acumulados no parafuso sem-fim (zona de elevação)	43
Figura 5.7 – Distribuição espacial da temperatura média em 2006 (esquerda) e respectivos desvios em relação aos valores médios 1961-1990 (direita).....	44
Figura 5.8 – Número de dias com temperatura máxima do ar igual ou superior a 35°C em Julho de 2006.....	45
Figura 6.1 – Simulação de isolamento.....	47
Figura 6.2 – Representação esquemática. Em (a) está representado o equipamento original, em (b) a primeira alternativa e em (c) a segunda alternativa.	50

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 – Critérios do modelo de criticidade Stadnicka et al.	11
Tabela 3.1 – Ficha sumária das funcionalidades do <i>software</i> de manutenção (NAV) da TEK BOX.....	17
Tabela 3.2 – Actividades de manutenção para electrobomba submersível	22
Tabela 3.3 – Actividades de manutenção para electroagitadores	23
Tabela 3.4 – Actividades de manutenção para bombas doseadoras	24
Tabela 3.5 – Actividades de manutenção para bomba centrífuga multicelular	25
Tabela 3.6 – Actividades de manutenção para bomba de parafuso excêntrico	26
Tabela 3.7 – Actividades de manutenção para o filtro prensa	27
Tabela 3.8 – Actividades de manutenção para o tamisador	28
Tabela 3.9 – Instruções para a importação dos produtos de manutenção.....	29
Tabela 3.10 – Instruções para a importação dos roteiros.....	30
Tabela 3.11 – Produtos (equipamentos) de manutenção do projecto 0466	30
Tabela 3.12 – Roteiros de manutenção para os produtos de manutenção da Tabela 3.11	31
Tabela 4.1 – Peso de cada critério.....	34
Tabela 4.2 – Critérios para o modelo proposto.....	36
Tabela 5.1 – Tabela resumo dos componentes do tamisador em estudo	39
Tabela 5.2 – Classificação de componentes do tamisador	40
Tabela 5.3 – Pesos de cada critério aplicados ao tamisador	41
Tabela 6.1 – Comparação de propriedades entre aço inoxidável AISI 304 e o Polystone M ®. 48	
Tabela 6.2 – Outras propriedades físicas do Polystone M ®.....	48
Tabela 6.3 – Dimensões do tubo onde se propõem as alterações.....	51
Tabela 6.4 – Coeficientes de transferência de calor por condução (protecção e isolamento) e convecção (água) dos materiais	51
Tabela 6.5 – Resultados da comparação das alternativas propostas	51

Lista de Siglas e Acrónimos

ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i> - Sistema Integrado de Gestão
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
BOM	<i>Bill of Materials</i> - Lista de Materiais
EBOM	<i>Engineering Bill of Materials</i> - Lista de Componentes de Engenharia
MBOM	<i>Maintenance Bill of Materials</i> – Lista de Materiais para a Manutenção do Produto
PM	<i>Preventive Maintenance</i> - Manutenção Preventiva
CBM	<i>Condition Based Maintenance</i> - Manutenção Condicionada
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> - Manutenção Produtiva Total
EMQ	<i>Economic Manufacturing Quantity</i> - Quantidade Económica de Produção
NIP	Número Interno de Projecto
CRM	<i>Customer Relationship Management</i> - Gestão de Clientes
RH	Recursos Humanos
RCM	<i>Reliability Centered Maintenance</i> - Manutenção Centrada na Fiabilidade
CMMS	<i>Computerized Maintenance Management Systems</i> - Sistema Informático de Gestão da Manutenção
ECM	<i>Effectiveness Centered Maintenance</i> - Manutenção Centrada na Eficácia
SMM	<i>Strategic Maintenance Management</i> - Gestão Estratégica da Manutenção
RBM	<i>Risk-Based Maintenance</i> - Manutenção Baseada no Risco
MMIS	<i>Maintenance Management Information System</i> - Sistema de Informação de Gestão da Manutenção

1. Introdução

O estudo desenvolvido na área da manutenção tem grande relevância uma vez que esta, tal como a sua gestão, desempenham um papel fundamental na economia de qualquer país, pois permitem uma poupança significativa, quer a nível financeiro quer a nível ambiental. Paralelamente, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) podem constituir um bom auxílio na área da manutenção, como é o caso de muitos *softwares*, sistemas integrados de gestão (ERP), existentes no mercado.

Contudo, devido ao aumento da complexidade das tarefas de manutenção existe a necessidade de criação de modelos empíricos que permitam estimar e antever as prioridades de intervenção. Estes modelos surgem das correlações conhecidas entre os processos de obtenção dos componentes e respectivos equipamentos, sejam eles equipamentos destinados ao fabrico de produtos (produtivos) ou não produtivos.

1.1. Motivação e Objectivos

A motivação que conduziu à realização deste trabalho nasceu da colaboração com a empresa TEK BOX – *Water Engineering*, Lda, empresa onde o autor realizou um estágio. A TEK BOX é uma empresa de serviços técnicos ambientais especializada no mercado das águas constituída por 4 unidades de negócio ao serviço da distribuição de água:

- Venda directa, através do fornecimento de equipamentos de tratamento e poupança de água;
- Unidade de projecto, quer seja ele hidráulico, sanitário e eléctrico, de licenciamento de descargas ou de reutilização de água;
- Instalação/obra, na qual se procede à instalação de raiz e a remodelações com ou sem projecto próprio;
- Manutenção, área na qual se procede à implementação e execução de planos de manutenção e sanitários, com a execução de reparações, manutenção electromecânica, recolha e análises de água e a condução do processo de tratamento.

Devido à necessidade de implementação de um ERP na empresa, tornou-se essencial a análise das tarefas associadas à manutenção para introdução e criação da base de dados associada ao *software* específico a utilizar. Nesta fase, verificou-se ser importante uma melhor descrição dos componentes intervencionados do que a constante nas fichas técnicas utilizadas. Neste sentido observou-se ser fundamental o aprofundamento da análise relacional entre a manutenção dos equipamentos, nomeadamente dos equipamentos críticos, com os materiais utilizados e os seus processos produtivos.

Assim, o objectivo deste trabalho é o desenvolvimento de um modelo que permita priorizar as tarefas de manutenção de um equipamento (genérico) tendo como base a sua estrutura de produto, quer ao nível da produção (BOM e EBOM), quer ao nível da manutenção (MBOM), ou

seja, relacionando os componentes considerados mais importantes em termos de periodicidade de manutenção com os materiais e processos produtivos dos mesmos.

Numa vertente industrial, é também objectivo deste trabalho contribuir para a melhoria do sistema de gestão de manutenção, ao acrescentar informação acerca do produto que nunca foi utilizada para este tipo de finalidade mas que se pode demonstrar importante ao dar o contributo como novo *input* deste tipo de sistemas.

Seleccionado um equipamento característico e identificado como um dos elementos mais intervencionados na empresa, este foi o caso de estudo utilizado neste trabalho com vista à validação do modelo proposto.

Para a empresa em causa, este trabalho constitui uma análise com uma importância significativa. Uma vez que se encontra em fase de implementação do ERP, este estudo surge no momento ideal para que os seus resultados sejam implementados.

1.2. Estrutura da Tese

Esta dissertação encontra-se dividida em sete capítulos com os conteúdos abaixo indicados:

Capítulo 1: No primeiro capítulo é feito o enquadramento do tema e são apresentados a motivação conducente a esta investigação e os seus objectivos.

Capítulo 2: Neste capítulo é descrito detalhadamente o estado da arte no que diz respeito à manutenção, aos processos de produção e aos sistemas integrados de gestão (ERP).

Capítulo 3: No terceiro capítulo são expostos os trabalhos desenvolvidos pelo autor na empresa e é dada a conhecer a abordagem da empresa relativamente à manutenção e as ferramentas que possui para fazer a sua gestão. São ainda descritas as características dos equipamentos que se revelaram de grande importância no contexto deste trabalho.

Capítulo 4: Neste capítulo é descrito o desenvolvimento do modelo empírico para classificação de componentes e priorização das actividades de manutenção.

Capítulo 5: No quinto capítulo é feita a verificação do modelo através de um estudo de caso baseado num equipamento seleccionado através do histórico de avarias da empresa.

Capítulo 6: Neste capítulo são sugeridas alterações de melhoria para os componentes críticos, resultantes da verificação do modelo proposto e que constituem o *feedback* da manutenção à produção.

Capítulo 7: No último capítulo serão apresentadas as conclusões e possíveis trabalhos futuros da investigação levada a cabo.

2. Revisão Bibliográfica

Ao longo dos tempos a importância da manutenção e, como tal, da gestão da mesma tem aumentado. O facto de o mundo estar cada vez mais automatizado levou a uma redução da mão-de-obra efectiva na produção e em sentido inverso, ao aumento do número de equipamentos e infra-estruturas. Daqui resultou um aumento da taxa de emprego na área da manutenção e dos gastos na mesma [1]. Para além disso, existe outro factor de grande peso que leva a pensar que a relevância desta área será cada vez maior, a conjectura económica que agora se vive.

A implementação da automação nos sistemas produtivos exige que o fluxo de informação entre as diversas áreas que os constituem seja eficiente. As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), que envolvem os sistemas integrados de gestão e as tecnologias de apoio à produção, constituem uma ferramenta muito poderosa no mundo da indústria na medida em que, com a sua utilização, a gestão da informação necessária pode ser realizada de forma eficaz. A necessidade de integração da informação das actividades de manutenção tem-se demonstrado inevitável, quer para melhorar o seu próprio desempenho, quer como auxiliadora de alterações no sistema produtivo [2]. No que concerne à integração da manutenção, os sistemas integrados de gestão (ERP) permitem preencher esta lacuna, apesar de alguns deles não levarem em conta estratégias de manutenção [3].

Por outro lado, o processo produtivo desempenha uma função técnica de extrema importância na indústria e é fundamental que exista um equilíbrio entre a produção e a manutenção. Esta exigência deve-se ao facto de existir, cada vez mais, uma simultaneidade na execução dessas funções, tendo os mesmos objectivos (produtividade, qualidade geral dos produtos/serviços) e convergência de meios [4].

2.1. Manutenção

A norma EN 13306 (2007) [5] define manutenção como o conjunto de acções técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um equipamento, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele desempenha a função pretendida. Ao longo dos anos, a prática da manutenção tem vindo a sofrer algumas alterações, especialmente pela evolução dos recursos e equipamentos utilizados.

Com a Revolução Industrial surgiu o conceito de mecanização da produção em contraste com o conceito artesanal. Esta mecanização deixou evidente a necessidade de arranjar as máquinas com regularidade, reparações essas que estavam a cargo dos próprios utilizadores [6].

Posteriormente à Primeira Guerra Mundial a indústria foi pressionada a atingir melhores resultados ao nível da produção e como tal registou-se uma alteração comportamental em

relação às reparações. Começaram a constituir-se equipas especializadas na reparação de avarias, ainda que dependentes da produção [6].

Os níveis de produção em massa que se registavam na altura em que desponta a Segunda Guerra Mundial e a crescente necessidade de ter os equipamentos aptos a funcionar fizeram com que as empresas começassem a prevenir o aparecimento de avarias, em vez de proceder apenas à sua reparação. Essas actividades de cariz preventivo consistiam em substituições sistemáticas no sentido de evitar anomalias [6].

Após o final da Segunda Guerra, houve uma expansão da aviação comercial, beneficiando do desenvolvimento dos métodos preventivos. Com esta expansão começam a ser criadas equipas de manutenção independentes da produção e surgem modelos matemáticos e estatísticos de apoio à análise e ao controlo da fiabilidade, técnicas de planeamento e processos científicos na área da manutenção, principalmente ligados ao comportamento dos materiais [6].

A partir dos anos 80, altura em que a manutenção já era vista como uma disciplina, surge uma vasta gama de instrumentação digital e passam a analisar-se parâmetros de funcionamento, a avaliar a sua variação e a extrapolar momentos de falha. É a partir desta altura que surge a filosofia da substituição de elementos atendendo ao seu estado de condição, também ela com o objectivo de evitar a avaria [6].

2.1.1. Tipos de Manutenção

A norma EN 13306 [5] divide a manutenção em dois grandes grupos: a manutenção preventiva e a manutenção correctiva. Estes grupos são subdivididos em vários tipos de manutenção de acordo com a árvore representada na Figura 2.1.

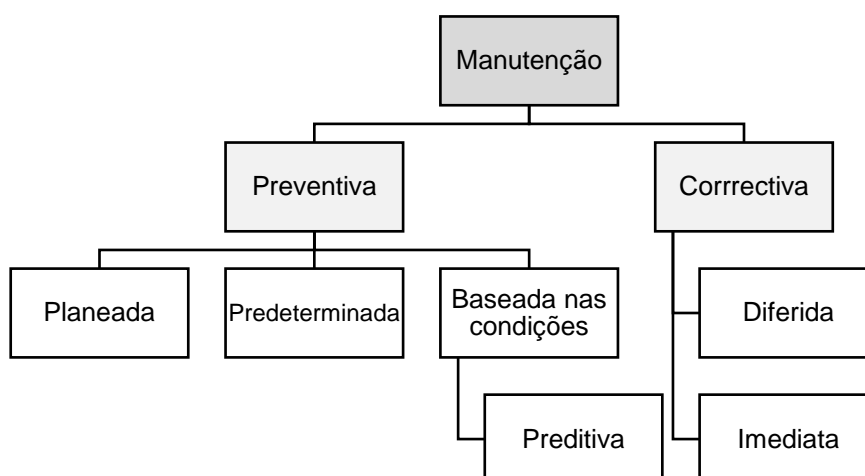


Figura 2.1 – Tipos de manutenção

Manutenção Preventiva

Este é um tipo de manutenção realizada de acordo com um planeamento temporal específico e previamente estabelecido. Tem como objectivo reduzir a probabilidade de falha ou desgaste de um determinado item/equipamento.

Manutenção Planeada: É um tipo de manutenção preventiva realizada de acordo com um calendário predefinido ou estabelecida de acordo com o número de unidades em utilização.

Manutenção Predeterminada: Manutenção preventiva que assenta nos mesmos pressupostos da manutenção planeada, mas sem a necessidade de um estudo prévio sobre as condições das unidades em utilização.

Manutenção baseada nas condições: É um tipo de manutenção preventiva com base no desempenho e/ou monitorização de parâmetros e das acções subsequentes.

Manutenção predictiva: Manutenção baseada nas condições, a realizar respeitando uma previsão derivada da análise e avaliação dos parâmetros significativos da degradação do item.

Manutenção Correctiva

Manutenção realizada após o reconhecimento de falhas e destinada a colocar um item num estado no qual ele pode executar uma função requerida.

Manutenção diferida: É um tipo de manutenção correctiva que não é levada a cabo imediatamente, a acção de manutenção só é levada a cabo depois da detecção da falha, de acordo com regras da manutenção.

Manutenção imediata: Manutenção que é realizada imediatamente após a falha ser detectada para evitar consequências inaceitáveis.

2.1.2. Gestão da Manutenção

A gestão da manutenção propriamente dita, engloba todas as actividades de gestão que determinam os objectivos da manutenção, estratégias e responsabilidades e implementa-as por meios como planeamento de manutenção, controlo de manutenção e supervisão, melhoria dos métodos da organização, incluindo aspectos económicos.

Garg e Deshmukh [1] sugerem uma classificação na área da gestão da manutenção cobrindo diferentes tópicos, nomeadamente:

- Modelos de optimização da manutenção;
- Técnicas de manutenção;
- Planeamento da manutenção;
- Medição de desempenho da manutenção;
- Sistemas de informação;
- Políticas de manutenção.

Os modelos de optimização da manutenção podem ser qualitativos, quando incluem técnicas tais como a Manutenção Produtiva Total (TPM) ou a Manutenção Centrada na Fiabilidade (RCM), ou quantitativos, quando integram modelos determinísticos ou estocásticos. Em termos gerais, estes modelos abrangem quatro aspectos:

- Descrição de um sistema técnico, da sua função e importância;
- Modelação da deterioração do sistema no tempo e possíveis consequências para este;
- Exposição das informações disponíveis sobre o sistema e as acções abertas à gestão;
- Uma função objectivo e uma técnica de optimização.

Dekker e Scarf [7] indicam que durante as últimas décadas o vasto aumento da mecanização e automação reduziu o número de pessoal de produção, enquanto o capital investido em equipamentos de produção aumentou muito, o que implica a optimização da manutenção. Dada a importância acrescida deste tema, propõem uma outra classificação para os modelos de optimização da manutenção, baseados em políticas de substituição (*age and block replacement*) ou em processos de decisão de Markov e verificaram que na maioria dos casos estudados estes modelos são aplicados à manutenção de equipamentos de produção, sendo a segunda maior aplicação na área da reparação automóvel.

O tópico seguinte desta classificação do trabalho realizado em manutenção são as técnicas de manutenção:

- Manutenção Preventiva (PM);
- Manutenção Condicionada (CBM);
- Manutenção Produtiva Total (TPM);
- Sistema Informático de Gestão da Manutenção (CMMS);
- Manutenção Centrada na Fiabilidade (RCM);
- Manutenção Preditiva;
- *Outsourcing* da Manutenção;
- Manutenção Centrada na Eficácia (ECM);
- Gestão Estratégica da Manutenção (SMM);
- Manutenção Baseada no Risco (RBM).

Na literatura consultada observa-se que as mais investigadas são a Manutenção Preventiva (PM) e a Manutenção Produtiva Total (TPM).

A Manutenção Preventiva assenta num conjunto de tarefas baseadas na idade do equipamento em si, na carga produtiva a que está sujeito e nas condições de funcionamento, de maneira a maximizar o tempo de vida do mesmo tal como prevenir desgastes críticos que possam vir a provocar a sua inutilização [1]. Um dos conceitos mais importantes e de utilização

mais usual, o rácio de desgaste, introduzido por Zhao [8] em 2003, indica que logo após uma acção de manutenção preventiva, o equipamento entra num novo ciclo de falha, o que condiciona a periodicidade da manutenção.

Por outro lado, a TPM é uma técnica de manutenção que se foca na resolução e problemas tendo em conta o princípio dos círculos de qualidade (*quality circles method*). Uma das vantagens deste método é que consegue interligar a produção e a manutenção, aumentando a qualidade do fabrico associada à melhor performance dos equipamentos.

Wang e Lee [9] discutiram a aplicação da TPM e desenvolveram uma nova abordagem para determinar o momento apropriado para verificar o desempenho da sua utilização. McKone et al. [10] investigaram a relação entre TPM e desempenho da produção por meio de modelação de equações estruturais, e demonstraram a existência de uma relação indirecta significativa e positiva entre ambas através de práticas *just in time*. Shamsuddin et al. [11] apresentam um modelo genérico sobre a utilização simultânea dos conceitos de Manutenção Produtiva Total (TPM), produção orientada para a ecologia e 5S (método dos 5 sentidos). Focando-se na conjugação dos seus pontos fortes para a concretização dos objectivos organizacionais que contribuem para os objectivos de manutenção de equipamentos, verificaram que o sistema resultante se apurou ser mais produtivo em termos de medidas quer parciais quer totais de produtividade, o que vai de encontro à necessidade actual dos sistemas produtivos de aumentar simultaneamente o rendimento e melhorar a eficiência. Concluíram que a TPM pode ir muito além de manutenção e pode abranger uma série de funções dentro de uma organização.

O planeamento da manutenção consiste em reunir no momento preciso os seis elementos para uma manutenção bem-sucedida, ou seja, mecânico(s), ferramentas, materiais/componentes, a disponibilidade do equipamento a ser reparado, as informações necessárias para concluir a tarefa e as necessárias autorizações. Este escalonamento das tarefas é normalmente suportado pelas técnicas anteriormente referidas e em termos de literatura foram encontrados estudos com base na Manutenção Preditiva [12], na Manutenção Preventiva [13] [14] e na Manutenção Condicionada [15]. Artana e Ishida [16] formularam um planeamento de manutenção para componentes em fase de desgaste. É também de realçar, por ir de encontro ao tema deste trabalho, a investigação de Sloan e Shanthikumar [17] que desenvolveram um modelo de processo de decisão de Markov que determina simultaneamente o planeamento da produção e da manutenção tendo em consideração o facto de que a condição do equipamento pode afectar a produção de diferentes tipos de produtos de forma diferente. Comparando este método combinado com a abordagem habitualmente utilizada, verificaram um acréscimo na produção de cerca de 25%.

A medição de desempenho da manutenção não é uma tarefa fácil na medida em que é difícil realizar o registo da informação do desempenho de forma objectiva. Com efeito, a percepção do desempenho da manutenção depende da perspectiva aplicada: por exemplo, os contabilistas pensam na manutenção em termos de custos, a gestão de topo está interessada

na execução orçamental, os engenheiros concentram-se nas técnicas de manutenção e a produção na disponibilidade de equipamentos e na capacidade de resposta [1]. No que diz respeito à gestão da manutenção, os seus responsáveis têm normalmente acesso a muitos dados, mas que não correspondem à informação que precisam, o que significa que o processamento de dados para a obtenção de informação útil, como por exemplo alguns indicadores de desempenho típicos, é um procedimento demorado. A bibliografia consultada que diz respeito a este tema é demasiado dispersa, e não foi encontrada nenhuma metodologia que pudesse ser considerada relevante no contexto deste trabalho.

No final dos anos 80, e com o pleno reconhecimento da manutenção enquanto função importante no sistema produtivo, surgiram os primeiros sistemas de informação de gestão da manutenção que apoiavam principalmente aplicações de *mainframe*. Progressivamente foram desenvolvidos *softwares* de manutenção mais específicos utilizando interface gráfica do utilizador e contendo módulos específicos, por exemplo de dados de equipamento, que permitem a interacção mais simplificada do utilizador com a plataforma de informação.

No caso dos sistemas de informação, a integração da manutenção em qualquer área produtiva pressupõe o uso de tecnologias de informação adequadas e que permitam a obtenção de melhores resultados. Existem desenvolvimentos promissores na área das tecnologias da informação que se revelam capazes de melhorar a prática da manutenção e melhorar a aplicação deste tipo de recursos na manutenção. Um bom exemplo são os ERP's (*Enterprise Resource Planning*) que Nikolopoulos et al. [3] usaram para o desenvolvimento de um modelo de gestão de manutenção.

Relativamente ao tópico das políticas de manutenção, Garg e Deshmukh [1] frisam que foram sintetizados vários métodos de tratamento e políticas ideais que visam reduzir as imperfeições existentes nos resultados da manutenção. Entre estes métodos/políticas destacam-se:

- A política de integração da manutenção que defende que as decisões relacionadas com a manutenção não devem ser tomadas separadamente das decisões que dizem respeito à produção;
- Modelos empíricos de simulação. Um exemplo de modelo de simulação é o sugerido por El Hayek et al. [18] que se baseia nos tempos de operação e de paragem de cada máquina, permitindo assim tomar decisões de manutenção e substituição de componentes.
- A personalização do conceito de manutenção. O conceito de manutenção engloba um conjunto de várias intervenções, sejam elas preventivas, correctivas ou de outro cariz. Esta personalização passa por incorporar a informação disponível na empresa, desde a experiência dos trabalhadores da área da manutenção à informação presente nas ferramentas de TIC.
- A política de manutenção orientada para a produção, que prevê o uso de ERP's, normalmente associados a outros sectores da empresa, para a integração de projectos de

gestão de manutenção que permitam à empresa gerir eficazmente a sua produção e calendarização de manutenção.

- A quantidade de produção economicamente viável, que deve ser considerada como forma de redução de custos. É um método que associa a quantidade mínima que uma determinada entidade produz para ser economicamente viável, sem deixar de ter em conta os prazos de manutenção e os produtos não conformes produzidos [19].

Para além da informação acima referida, é importante mencionar também que O'Donoghue e Prendergast [20] defendem que a manutenção não deve só ser tida em conta aquando do plano de manutenção. Apesar destes planos existirem para a possibilidade de avarias ou interrupções da operação dos equipamentos, a manutenção deve também estar incluída no planeamento da produção. Desta forma, tem-se intensificado a busca, a nível industrial, da interacção entre a manutenção e a produção. Isto porque, a política de manutenção pode melhorar a produtividade de uma forma geral [21].

Liu et al. [22] apresentam um método para transformar uma lista de materiais para a manutenção a partir de uma Lista de Materiais de Engenharia (EBOM). Neste artigo são introduzidos alguns conceitos:

- Peças de Cooperação: Estas são as peças/componentes que são enviadas para outras empresas para manutenção ou reparação;
- Componentes Herdados: Estes componentes não são nada mais nada menos que peças que vêm da EBOM e são mantidos na BOM de manutenção;
- Peças Intermédias: São aquelas que não aparecem na EBOM e são construídas aquando da BOM de manutenção, de acordo com os processos de manutenção;
- Componentes Virtuais: Tratam-se de peças que necessitam ser substituídas após falha.

Desta forma, Liu et al [22] apresentam os seguintes passos para chegarem a uma BOM de manutenção (MBOM):

- Definir quais são as peças de cooperação, os componentes herdados, as peças intermédias e os componentes virtuais;
- Na EBOM, seleccionar os elementos necessários para a construção da BOM de manutenção de acordo com o esquema apresentado na Figura 2.2.
- Finalmente, adicionar alguns atributos tais como o número de série, características gerais, o estado e a disposição do equipamento.

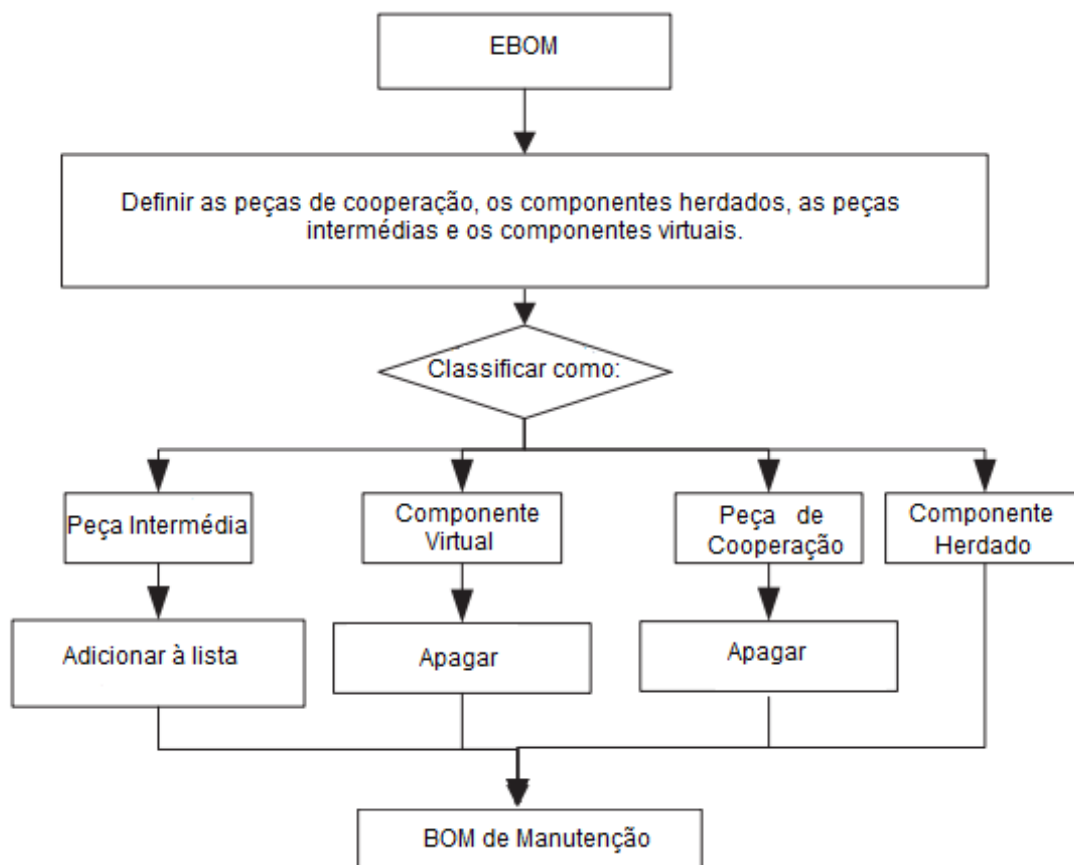


Figura 2.2 – Diagrama de transição da EBOM para a BOM de manutenção. Adaptado de [22].

Stadnicka et al. [23] desenvolveram uma fórmula empírica para classificação de equipamentos em sistemas de produção. Este modelo provém da análise do papel da classificação quando se pretende minorar os impactos na saúde, segurança e ambiente, através do caso de estudo em 3 fábricas. O mesmo foi validado através de um sistema de produção seleccionado aleatoriamente.

O modelo propõe que a criticidade de uma máquina (K_m) pode ser calculada através da seguinte equação:

Equação 1
$$K_m = w_1 W_O + w_2 W_{L-A} + w_3 W_{A-O} + w_4 W_Z + w_5 W_{S-P} + w_6 W_{B-S}$$

Sendo que os w_i são os pesos de cada critério, onde $\sum_{i=1}^6 w_i = 1$ e os W_x são os critérios do modelo e encontram-se definidos na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Critérios do modelo de criticidade Stadnicka et al.. Adaptado de [23].

Símbolo	Critério	Alternativas	Pontos
W_O	Tempo de trabalho real da máquina (horas/período)	Mais de 80% do tempo	4
		Cerca de 50-80% do tempo	3
		Cerca de 20-50% do tempo	2
		Menos de 20% do tempo	1
W_{L-A}	Número de falhas num predeterminado período de tempo	5 ou mais	3
		Cerca de 2-4	2
		1 ou menos	1
W_{A-O}	Número de paragens num predeterminado período de tempo	Mais de 10%	3
		Cerca de 5-10%	2
		Menos de 5%	1
W_Z	Redundância da máquina	Impossível transferir o trabalho para outra máquina	3
		Possível transferir o trabalho para outra máquina com a necessidade de para a produção de outro produto	2
		Possível transferir o trabalho para outra máquina sem parar nenhuma produção	1
W_{S-P}	Estabilidade da máquina em termos de qualidade (% de peças produzidas com não conformidades em relação ao total de peças produzidas, num determinado período)	Mais de 2%	3
		Cerca de 1-2%	2
		Menos de 1%	1
W_{B-S}	Influência na segurança e no ambiente	Sérios danos para os trabalhadores e/ou para o ambiente	3
		Danos pouco graves para os trabalhadores e/ou para o ambiente	2
		Nenhum risco para a saúde dos trabalhadores e/ou ambiente em caso de falha	1

2.2. Sistema Integrado de Gestão (ERP)

Enterprise Resource Planning (ERP) é um *software* de gestão de processos de negócios que permite a uma empresa utilizar um sistema de aplicativos integrados para gerir um negócio e automatizar funções de *BackOffice*. Um ERP integra todos os aspectos de uma operação, incluindo planeamento de produto, desenvolvimento, processos de fabrico, vendas e marketing [24].

Os ERP's contemplam, geralmente, vários módulos que podem ser comprados individualmente, com base no que melhor atenda as necessidades específicas e capacidades técnicas da organização. Cada módulo de ERP está focado numa área de processos de negócio [24].

Alguns dos módulos de ERP's mais comuns (Figura 2.3) são: o de planeamento de produtos, compra de material, controlo de *stock*, distribuição, contabilidade, marketing, finanças e recursos humanos (RH) [24].



Figura 2.3 – Módulos mais comuns nos ERP's. Adaptado de [24].

O ERP adquirido pela TEK BOX e em fase de implementação é o *Microsoft Dynamics NAV 2009*, que se define como uma solução de gestão empresarial integrada flexível e fácil de utilizar, que permite uma experiência de utilizador intuitiva, ajudando a estimular a produtividade do negócio, melhores decisões comerciais, e uma reacção rápida a novas oportunidades de mercado. Optimiza os processos de negócio, disponibiliza sólidas capacidades de *business intelligence* e de produção de relatórios e liga funcionários, clientes e parceiros no contexto de mercado global.

O *Microsoft Dynamics NAV 2009* é uma solução que tem cobertura funcional para as seguintes áreas de negócio: gestão financeira, gestão e planeamento de produção, gestão de manutenção, notificação de negócio, logística e distribuição, gestão de clientes (CRM), *business intelligence (analytics)* e registos interempresas. Todas estas áreas de negócio são abrangidas pelos vários módulos que compõem o programa, como se apresenta na Figura 2.4.



Figura 2.4 – Módulos do *Microsoft Dynamics NAV*. Adaptado de [25].

3. Trabalhos Desenvolvidos na TEK BOX

Antes de mais, é importante realçar a abordagem que a TEK BOX faz relativamente aos serviços de manutenção que tem que efectuar, tal como as ferramentas que tem ao seu dispor para garantir esses serviços. Após integração na equipa da TEK BOX - Water Engineering, Lda, foram iniciadas as tarefas relacionadas com o ERP.

3.1. Gestão Informática de Serviços na TEK BOX

A TEK BOX adquiriu, à data de início deste trabalho, uma aplicação informática interna para gestão dos serviços a prestar (*Microsoft Dynamics NAV*) inserida numa base de dados onde se disponibilizam relatórios com cartas de máquina, historiais de avarias, intervenções mecânicas, etc. Esta ferramenta é essencial para o cumprimento do plano de manutenção, sendo a base de dados que a constitui actualizada conforme os serviços prestados.

Este sistema de controlo de gestão permite que a TEK BOX informatize todos os documentos de campo, recorrendo a uma intranet para preenchimento de folhas de serviço integradas com o *Dynamics NAV*. O *software* utilizado permite alocar recursos, planear tarefas, registar benefícios e despesas de acordo com a lógica de organização por projecto, sendo atribuído um NIP (Número de Identificação de Projecto) ao cliente.

Esta ferramenta permite, ainda, assegurar as funções finanças, comercial e pós-venda. Com este sistema, para cada equipamento é possível ter informação/histórico assim como ter acesso a uma ficha com as actividades de manutenção previstas e as já executadas para o mesmo. Esta informação fica disponível para acesso via *web*, podendo ser consultada através do *site* da TEK BOX. As equipas podem preencher via *web* o formulário das intervenções diárias, dados estes que são enviados para uma base de dados intermédia, que após validação, descarrega a informação ao *Microsoft Dynamics NAV*.

Para um maior detalhe apresenta-se uma ficha sumária de funcionalidades do *software* (Tabela 3.1).

Com o objectivo de construir os alicerces da base de dados foi necessário carregar alguns dados básicos tais como:

- **Projectos**

No âmbito da empresa, define-se projecto como um conjunto de trabalhos afectos a um cliente, num determinado local. Para efeitos de registo cada projecto tem um número que o distingue de todos os outros, o Número Interno de Projecto (NIP), e o nome de cada projecto, que passa por uma breve descrição dos trabalhos, seguido do nome do cliente e do local dos trabalhos.

- **Cientes**

De forma a completar os dados dos projectos, e também para efeitos de facturação foi necessário introduzir as fichas de cliente com os dados dos mesmos.

- **Fornecedores**

Foi também necessário carregar todas as fichas de fornecedores para efeitos de facturação e registo.

- **Stock de Produtos**

A inserção do *stock* existente em armazém dividiu-se em várias fases:

- ⇒ Arrumação dos produtos, por grupos de produto;
- ⇒ Contagem de todos os produtos;
- ⇒ Organização em *Excel* (definiu-se uma nomenclatura estandardizada para cada campo da ficha de produto, tendo em conta a restrição do nº de caracteres para cada campo);
- ⇒ Exportação do *Excel* para o sistema NAV.

A existência dos produtos na base de dados traz grandes melhorias para a produtividade da empresa. É possível saber, em tempo real e à distância de um clique, a quantidade de um determinado produto, tal como dar entrada e saída dos mesmos.

- **Localização dos Produtos**

Para que fosse possível definir a localização de um determinado produto, foi necessário carregar todos os locais onde os produtos se possam guardar (armazéns e carros de serviço).

- **Grupos de Produto**

Para fazer distinção entre produtos foram criados vários grupos de produto e posteriormente inseridos no NAV.

- **Recursos**

Por questões de planeamento de trabalho, carregaram-se todos os recursos possíveis (pessoa singular, equipa de pessoas e veículos). Desta forma, foi necessário simular todas as equipas possíveis face aos colaboradores da empresa. Posto isto, as equipas ficaram definidas pelo número de elementos seguido das iniciais dos nomes dos elementos que a constituem. Estes dados são cruciais para efeitos de planeamento dos trabalhos na empresa.

Tabela 3.1 – Ficha sumária das funcionalidades do *software* de manutenção (NAV) da TEK BOX

Funcionalidades Chave	Descrição
Representação Estrutural do Parque de Equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação de localizações funcionais através de máscaras. • Instalação e desinstalação de equipamentos em localizações funcionais. • Equipamento principal versus subequipamentos. • Herança de atributos ao longo da estrutura.
Lista de Materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de listas de componentes associados a cada tipo de equipamentos. • Possibilidade de associação de serviços externos a um dado componente de um equipamento.
Lista de Tarefas	<ul style="list-style-type: none"> • Conjunto de processos operacionais de manutenção. • Identificação de condições de operação, do tempo e de qualificações necessárias para execução de determinada operação. • Associação de tarefas a determinados tipos de equipamento através das listas de materiais.
Planos de Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Planeamento de actividades. • Planeamento de necessidade de materiais. • Planeamento de recursos. • Ordens de manutenção preventiva planeadas e orçamentadas.
Notificações	<ul style="list-style-type: none"> • Pedidos de intervenção. • Notas de Avaria (identificação e notificação) • Codificação de áreas de falha: sintomas, falhas, razões de falha, etc. • Base de dados com as combinações registadas dos códigos citados nos pontos anteriores
Ordens de Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Planeamento de necessidades de materiais. • Planeamento de recursos. • Registo da intervenção de manutenção. • Cálculo de custos. • Controlo de variação de valores orçamentados e reais.
Intervenções	<ul style="list-style-type: none"> • Visualização do histórico de intervenções por ordem de manutenção, por equipamento, e por localização funcional.
Facturação	<ul style="list-style-type: none"> • Serviços de manutenção a terceiros. • Facturação à medida que os trabalhos são executados.

3.2. Plano de Manutenção

3.2.1. Definição do Plano de Manutenção

Os pontos a ter em consideração, pela empresa, para a elaboração do plano de manutenção são:

- a) Estado de conservação actual;
- b) Taxas e condições de funcionamento de cada equipamento;
- c) Listagem de componentes essenciais e de desgaste;
- d) Periodicidade mínima das tarefas definidas;
- e) Boas práticas e recomendações dos fabricantes;
- f) A experiência da TEK BOX na condução e prestações de serviços semelhantes;
- g) Catalogação de todo o equipamento sujeito a manutenção preventiva.

Sublinha-se a importância do levantamento inicial, para um início da prestação de serviços de manutenção eficaz, que se baseia na inspecção visual da equipa de técnicos e/ou de engenharia.

Fazem parte do plano de manutenção as tarefas de substituição de componentes essenciais sujeitos a desgaste, medições, beneficiação, limpeza, ajuste de folgas, etc.

A definição dos intervalos de tempo óptimo entre cada intervenção é estabelecida no plano de inspecções que conste no plano de manutenção e após aprovação do cliente.

Todas as intervenções de manutenção preventiva (e também preditiva) são carregadas e geridas através do sistema de gestão de manutenção (*Microsoft Dynamics NAV*).

3.2.2. Metodologia para Definição do Plano de Manutenção

Para a elaboração dos trabalhos descritos no ponto anterior é necessário definir quais os equipamentos em cada instalação, para mais tarde proceder à abertura de cartas de máquina, e definir *stocks* de segurança aconselháveis para a manutenção desses equipamentos.

Para se efectuar a programação dos trabalhos de manutenção, há também necessidade de estabelecer as prioridades dentro de cada grupo de máquinas. Uma vez analisadas as variáveis acima referidas há necessidade de catalogar e definir a manutenção por cada equipamento, colocando essa informação em base de dados.

Posto isto, é possível definir as datas de intervenção em cada equipamento, e apresentar de plano de manutenção detalhado, com folhas de visita, cartas de máquinas e

stocks de segurança definidos. Depois de estes passos torna-se possível a execução do plano de manutenção preventiva.

Assim, para a elaboração do plano de manutenção preventiva identificam-se as seguintes fases metodológicas:

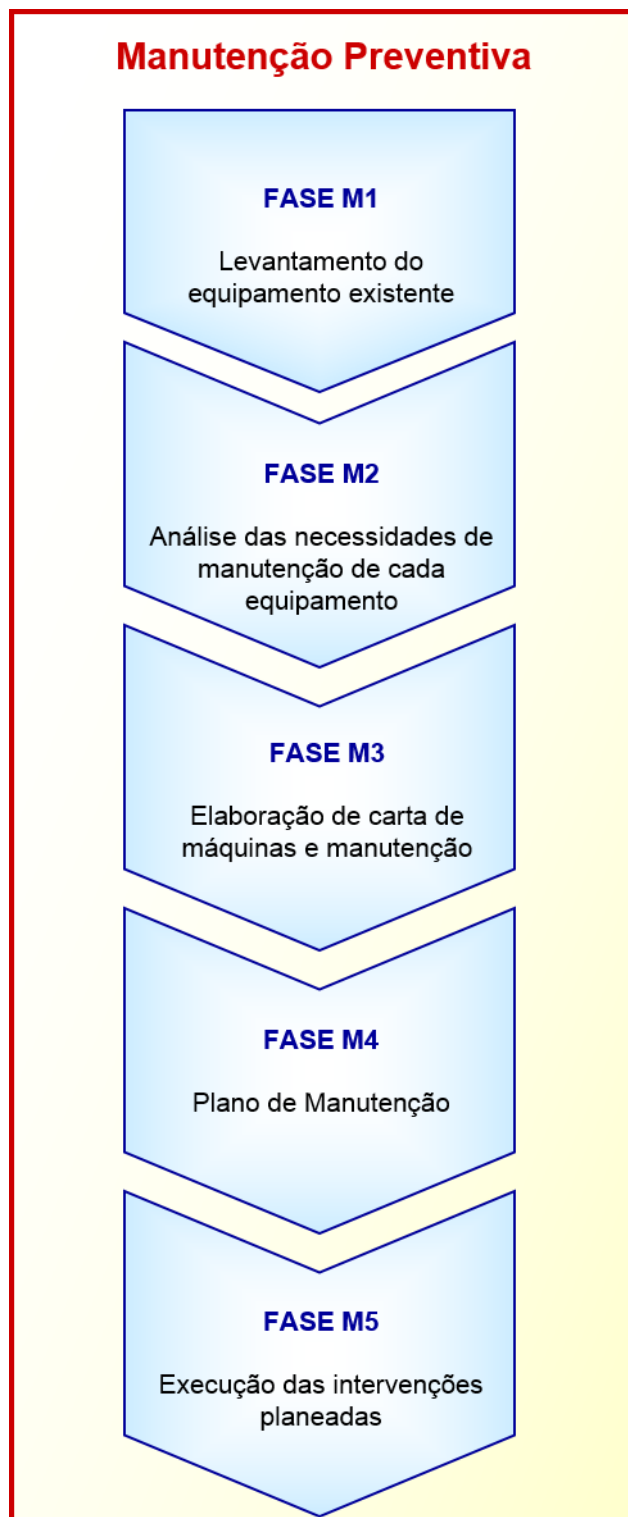


Figura 3.1 – Metodologia para definição do plano de manutenção

3.2.3. Planos de Manutenção por Equipamento

Seguindo a metodologia apresentada (Figura 3.1), foi possível a definição das actividades de manutenção, associadas a cada equipamento, definindo-se a periodicidade (mensal, trimestral, semestral e anual) de cada uma aplicada ao respectivo equipamento. A definição destas actividades é fundamental para a realização dos planos de manutenção. De seguida, são apresentadas essas actividades (Tabelas 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7 e 3.8) para alguns dos equipamentos que a empresa tem sob a sua alçada, tal como uma breve descrição dos mesmos.

Alguns exemplos de actividades a executar nos equipamentos são enumerados adiante:

- a) Observação funcionamento do equipamento;
- b) Verificação da temperatura do equipamento e suas chumaceiras ou elementos rotativos;
- c) Verificação de fugas anormais;
- d) Verificação do estado e níveis de lubrificantes;
- e) Observar a existência de fugas de combustível, lubrificantes e líquido de refrigeração;
- f) Verificação de existência de ruídos e vibrações anormais;
- g) Verificação de estado correias de transmissão;
- h) Verificação cabos de ligação;
- i) Verificação de circuitos de ligação à terra;
- j) Medição de potência, tensão, corrente, factor de potência, velocidade angular e registo destes valores em suporte informativo;
- k) Verificação e ensaio de botoneiras de paragem de emergência;
- l) Inspeção e revisão dos sistemas electrónicos de arranque suave ou variação de velocidade, se aplicável;
- m) Verificação de ligações e estado de caixas de ligações e apertos das ligações eléctricas.
- n) Execução de pintura exterior dos equipamentos dinâmicos de forma a evitar pontos de corrosão e degradação.
- o) Entre outras, menos frequentes.

Electrobomba Submersível

As bombas submersíveis (Figura 3.2) são utilizadas para elevação de água residual. Estas têm a capacidade de efectuar a bombagem do afluente bruto com sólidos de grandes dimensões (dependendo dos impulsores e capacidade das bombas). Este tipo de bombas é composto por um impulsor acoplado a um motor eléctrico submersível. O acoplamento entre o impulsor e o motor de accionamento é efectuado pelo veio motriz, e a sua estanquicidade é garantida por retentores específicos e que variam em função das características de funcionamento e do líquido a bombear.



Figura 3.2 – Bomba submersível

O motor possui ainda retentores independentes com uma câmara de óleo na extremidade inferior do mesmo. Este óleo além de garantir a lubrificação garante igualmente, a refrigeração da unidade motora. A câmara é normalmente acessível para inspecção dos níveis e para a troca do óleo. A inspecção do estado do óleo funciona como indicador para o correcto funcionamento dos retentores.

Durante a manutenção de grupos submersíveis existem vários pontos de verificação (Tabela 3.2) expedita, de modo a garantir o seu correcto funcionamento.

Tabela 3.2 – Actividades de manutenção para electrobomba submersível

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Inspecção do estado da protecção anticorrosiva	X			
2	Pintura	X			
4	Contagem de tempos de funcionamento				X
5	Inspecção de funcionamento geral				X
6	Medição do consumo de corrente por fase				X
7	Medição de tensão de funcionamento				X
8	Teste em manual				X
9	Verificação de fugas				X
10	Verificação de desobstrução				X
11	Verificação nível de óleo				X
12	Verificação do estado do óleo				X
13	Verificação de ruídos				X
14	Registar valor da regulação do relé térmico				X
15	Afinação/Reaperto		X		
16	Inspecção de vibrações		X		
17	Limpeza á pressão		X		
18	Inspecção dos cabos de ligação eléctrica			X	
19	Verificação do estado das guias e correntes de elevação			X	
20	Verificação de válvula de retenção			X	
21	Regulação do valor do relé térmico			X	

Electroagitadores

A mistura/agitação dos tanques e depósitos é assegurada por agitadores (Figura 3.3).

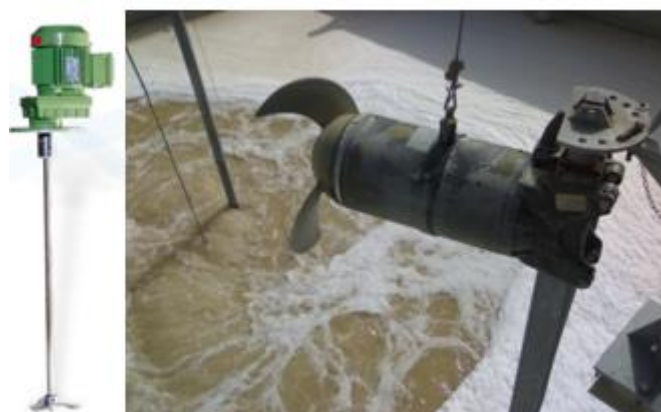


Figura 3.3 – Electroagitadores

Tabela 3.3 – Actividades de manutenção para electroagitadores

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Inspecção do estado da protecção anticorrosiva	X			
2	Pintura	X			
3	Substituição do óleo	X			
4	Contagem de tempos de funcionamento				X
5	Inspecção de funcionamento geral				X
6	Medição do consumo de corrente por fase				X
7	Medição de tensão de funcionamento				X
8	Teste em manual				X
9	Verificação de fugas				X
10	Verificação nível de óleo				X
11	Verificação de ruídos				X
12	Registar valor da regulação do relé térmico				X
13	Inspecção de vibrações		X		
14	Limpeza á pressão		X		
15	Inspecção dos cabos de ligação eléctrica			X	
16	Limpeza eléctrica			X	
17	Lubrificação de órgão móveis			X	
18	Verificação de elementos de protecção			X	
19	Regulação do valor do relé térmico			X	

Bombas Doseadoras

O funcionamento regular das bombas doseadoras (Figura 3.4) é essencial para assegurar a correcta dosagem de reagentes.



Figura 3.4 – Bombas doseadoras

Tabela 3.4 – Actividades de manutenção para bombas doseadoras

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Pintura	X			
2	Inspeção/limpeza de válvulas				X
3	Teste em manual				X
4	Verificação de fugas				X
5	Verificação de ruídos				X
6	Registar valor da regulação do relé térmico				X
7	Lavagem de fundo do depósito associado à(s) bombas		X		
8	Inspeção dos cabos de ligação eléctrica			X	
9	Inspeção e limpeza do diafragma			X	
10	Limpeza Geral			X	
11	Verificação e limpeza dos bicos injectores			X	

Bomba Centrífuga Multicelular

A bomba centrífuga (Figura 3.5) pode ser útil quando é necessário pressurizar, elevar, ou transferir líquido de um local para outro. As aplicações abrangidas incluem:

- Sistemas de processamento de água
- Sistemas de lavagem e limpeza
- Sistemas com água do mar
- Bombeamento de ácidos e álcalis
- Sistemas de ultrafiltração
- Sistemas de osmose inversa
- Piscinas



Figura 3.5 – Bomba centrífuga multicelular fechada (esquerda) e aberta (direita). Adaptado de [26].

Tabela 3.5 – Actividades de manutenção para bomba centrífuga multicelular

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Inspecção do estado da protecção anticorrosiva	X			
2	Pintura	X			
3	Contagem de tempos de funcionamento				X
4	Inspecção de funcionamento geral				X
5	Medição do consumo de corrente por fase				X
6	Medição de tensão de funcionamento				X
7	Teste em manual				X
8	Verificação de fugas				X
9	Verificação de ruídos				X
10	Registar valor da regulação do relé térmico				X
11	Inspecção de vibrações		X		
12	Limpeza á pressão		X		
13	Inspecção dos cabos de ligação eléctrica			X	
14	Limpeza eléctrica			X	
15	Lubrificação de órgão móveis			X	
16	Purga de ar do hidráulico			X	
17	Verificação de elementos de protecção			X	
18	Regulação do valor do relé térmico			X	

Bomba de lamas (parafuso excêntrico)

As bombas de parafuso excêntrico (Figura 3.6) baseiam-se no princípio de cavidade progressiva e são ideais para o processamento de lamas. Os componentes fundamentais deste tipo de bombas são o rotor e o estator. O rotor de hélice simples roda excêntricamente dentro do estator de hélice dupla. Uma cavidade contínua é formada e avança na direcção da descarga à medida que o rotor roda [27].

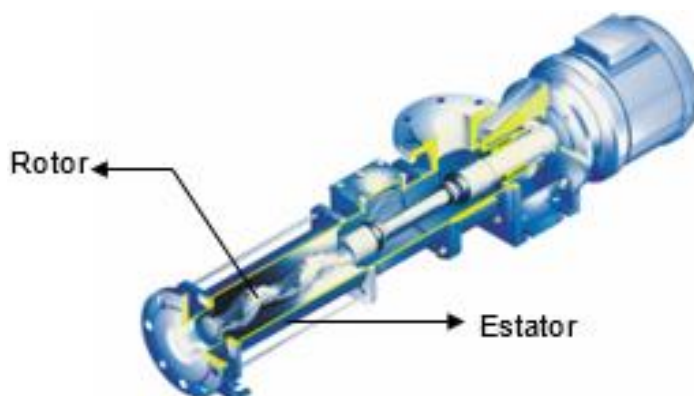


Figura 3.6 – Bomba de parafuso excêntrico. Adaptado de [27].

Tabela 3.6 – Actividades de manutenção para bomba de parafuso excêntrico

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Inspecção do estado da protecção anticorrosiva	X			
2	Pintura	X			
3	Substituição de Óleo	X			
4	Contagem de tempos de funcionamento				X
5	Inspecção de funcionamento geral				X
6	Medição do consumo de corrente por fase				X
7	Medição de tensão de funcionamento				X
8	Teste em manual				X
9	Verificação de fugas				X
10	Verificação nível de óleo				X
11	Verificação estado de óleo				X
12	Verificação de ruídos				X
13	Registar valor da regulação do relé térmico				X
14	Inspecção de vibrações		X		
15	Limpeza á pressão		X		
16	Inspecção dos cabos de ligação eléctrica			X	
17	Limpeza Geral			X	
18	Lubrificação de órgão móveis			X	
19	Verificação de elementos de protecção			X	
20	Regulação do valor do relé térmico			X	

Filtro Prensa

O filtro prensa (Figura 3.7) é um equipamento de alta robustez destinado a fazer a separação de sólidos/líquidos, através da passagem forçada de soluções com resíduos, por elementos filtrantes permeáveis. Este processo é feito pelo bombeamento destas soluções contra as telas filtrantes que só permitem a passagem da parte líquida da solução, a qual é drenada (já isenta de sólidos) através de canais presentes nos pratos filtrantes. A parte sólida vai sendo continuamente depositada nas telas, formando sobre as mesmas uma camada cada vez mais espessa. É aplicado em efluentes industriais, lamas sanitárias, suspensões industriais e em produtos químicos [28].

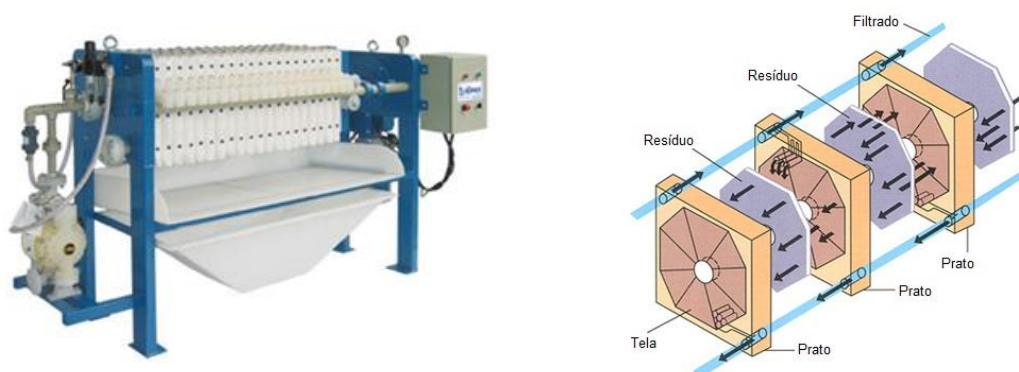


Figura 3.7 – Filtro prensa (esquerda) e princípio de funcionamento (direita). Adaptado de [28,29].

Tabela 3.7 – Actividades de manutenção para o filtro prensa

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Desentupimento de calhas e canais de recolha de água	X			
2	Inspecção de funcionamento geral	X			
3	Introdução de massa nas caixas de lubrificação	X			
4	Lavagem do circuito				X
5	Medição do consumo de corrente por fase				X
6	Medição de tensão de funcionamento				X
7	Verificação de circuito pneumático				X
8	Verificação de fugas				X
9	Verificação do estado das telas filtrantes				X
10	Verificação de ruídos				X
11	Limpeza à pressão		X		
12	Inspecção dos cabos de ligação eléctrica			X	
13	Limpeza Geral			X	
14	Lubrificação dos órgãos móveis			X	
15	Verificação dos elementos de protecção			X	
16	Verificação da protecção anti-corrosiva/pintar se necessário			X	
17	Verificação movimento de peças móveis			X	

Tamisador

O tamisador (Figura 3.8) é um equipamento utilizado com o objectivo de dispersar os sólidos grosseiros carregados pelas águas residuais. A remoção destes sólidos permite a homogeneidade do efluente a partir desse ponto.



Figura 3.8 – Exemplo de um tamisador. Adaptado de [30].

Tabela 3.8 – Actividades de manutenção para o tamisador

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Inspeção do estado da protecção anticorrosiva	X			
2	Pintura	X			
3	Substituição de óleo	X			
4	Substituição de escovas de limpeza	X			
5	Contagem de tempos de funcionamento				X
6	Inspeção de funcionamento geral				X
7	Medição do consumo de corrente por fase				X
8	Medição de tensão de funcionamento				X
9	Teste em manual				X
10	Verificação de fugas				X
11	Verificação nível de óleo				X
12	Verificação do estado de óleo				X
13	Verificação de ruídos				X
14	Verificação de escovas de limpeza				X
15	Registar valor da regulação do relé térmico				X
16	Inspeção de vibrações		X		
17	Limpeza á pressão		X		
18	Inspeção dos cabos de ligação eléctrica			X	
19	Limpeza geral			X	
20	Lubrificação dos órgãos móveis			X	
21	Verificação de electroválvula de lavagem			X	
22	Verificação de elementos de protecção			X	
23	Regulação do valor do relé térmico			X	

Nota: São ainda disponibilizadas tabelas de actividade de manutenção, no Anexo A, para mais alguns equipamentos.

Após finalização destas tabelas foi possível avançar para a definição das actividades por equipamento no ERP. Posto isto, foi exequível definir o plano de manutenção e gerir o mesmo no ERP.

3.3. Gestão de Manutenção no NAV

Para melhorar a gestão da manutenção na empresa delineou-se uma estratégia que passou por inserir no programa actividades de manutenção, de acordo com as tabelas de manutenção dos equipamentos (vide ponto 3.2.3.). Desta forma, foi possível criar *templates* de actividades de manutenção para cada equipamento, por periodicidades (vide Anexo B).

Com os *templates* é possível criar roteiros de manutenção para todos os equipamentos de cada cliente, sendo assim geradas as actividades periodicamente e automaticamente enviadas para o plano de trabalhos. Para tal foi necessária a importação dos produtos de manutenção e dos roteiros. As importações implicam a existência de um ficheiro Excel do tipo .csv e devem respeitar as instruções abaixo apresentadas para os produtos de manutenção (Tabela 3.9) e para os roteiros (Tabela 3.10), respectivamente. É importante salientar que a importação destes documentos não aceita a introdução de acentos.

Produtos de Manutenção

Tabela 3.9 – Instruções para a importação dos produtos de manutenção

Campo	Tipo de dados	Obrigatório	Observações
Código Produto Manutenção	Alfanumérico, máx. 20 caracteres	Sim	
Descrição	Alfanumérico, máx 50 caracteres	Sim	
Código Produto	Alfanumérico, máx 20 caracteres	Não	
Nº de Série	Alfanumérico, máx 50 caracteres	Não	
Código Projecto	Alfanumérico, máx 20 caracteres	Sim	NIP
Data de instalação	Data	Não	
Código <i>Template</i> de Actividades	Alfanumérico, máx 20 caracteres	Não	

Roteiros de Manutenção

Tabela 3.10 – Instruções para a importação dos roteiros

Campo	Tipo de Dados	Obrigatório	Observações
Código Projecto	Alfanumérico Máx. 20 Caracteres	Sim	NIP
Código Produto de Manutenção	Alfanumérico Máx. 20 Caracteres	Sim	
Código <i>Template</i> de Actividades	Alfanumérico Máx. 20 Caracteres	Sim	Este <i>template</i> vai gerar todas as actividades de manutenção aqui previamente carregadas
Periodicidade	Fórmula	Sim	Especifique: 1M para mensal, 3M para trimestral, 6M para semestral...
Próxima data de execução	Data	Sim	Indica a primeira data de execução do roteiro
Número de repetições	Número	Sim	Indica o número de vezes que o roteiro será executado
Código Próxima Tarefa	Alfanumérico Máx. 20 Caracteres	Sim	Código da tarefa a criar na próxima execução
Incremento para a próxima tarefa	Inteiro	Sim	Incremento a utilizar para identificação do código da próxima tarefa

Para uma melhor compreensão, são apresentadas as tabelas de Excel, utilizadas para o carregamento de alguns dos produtos de manutenção de um projecto (Tabela 3.11) e para o carregamento dos roteiros de manutenção para esses equipamentos (Tabela 3.12).

Tabela 3.11 – Produtos (equipamentos) de manutenção do projecto 0466

Código Projecto	Descrição	Código Produto	Nº de Série	Código Projecto	Data de instalação	Código <i>Template</i> de Actividades
0466_TK2 – BS1_ETAR	Bomba submersível 1 do tanque TK2	0466_TK2 – BS1_ETAR		0466		
0466_TK1 – VS1_ETAR	Electroválvula de mistura	0466_TK1 – VS1_ETAR		0466		
0466_TK2 – AG1_ETAR	Agitador do tanque TK2 (M1)	0466_TK2 – AG1_ETAR		0466		
0466_D106-BD6_ETAR	Bomba Doseadora de Quimifloc do TK2	0466_D106-BD6_ETAR		0466		
0466_FP_ETAR	Filtro Prensa	0466_FP_ETAR		0466		
0466_DEC-PR_ETAR	Ponte raspadora do decantador	0466_DEC-PR_ETAR		0466		

Nota: Ver restantes produtos (equipamentos) de manutenção do projecto 0466, juntamente com os equipamentos de outros projectos no ANEXO C.

Tabela 3.12 – Roteiros de manutenção para os produtos de manutenção da Tabela 3.11

Código Produto de Manutenção	Código Template de Actividades	Periodicidade	Próxima data de execução	Número de repetições	Código Próxima Tarefa	Incremento para a próxima tarefa
0466_TK2 – BS1_ETAR	BS_MAN_ANUAL	12M	21/10/2013	3	80007	1
0466_TK2 – BS1_ETAR	BS_MAN_MENSAL	1M	21/10/2013	3	80007	1
0466_TK2 – BS1_ETAR	BS_MAN_SEMESTRAL	6M	21/10/2013	3	80007	1
0466_TK2 – BS1_ETAR	BS_MAN_TRIMESTRAL	3M	21/10/2013	3	80007	1
0466_TK1 – VS1_ETAR	EV_MAN_MENSAL	1M	21/10/2013	3	80007	1
0466_TK1 – VS1_ETAR	EV_MAN_TRIMESTRAL	3M	21/10/2013	3	80007	1
0466_TK2 – AG1_ETAR	AG_MAN_ANUAL	12M	21/10/2013	3	80007	1
0466_TK2 – AG1_ETAR	AG_MAN_MENSAL	1M	21/10/2013	3	80007	1
0466_TK2 – AG1_ETAR	AG_MAN_SEMESTRAL	6M	21/10/2013	3	80007	1
0466_TK2 – AG1_ETAR	AG_MAN_TRIMESTRAL	3M	21/10/2013	3	80007	1
0466_D106-BD6_ETAR	BD_MAN_ANUAL	12M	21/10/2013	3	80007	1
0466_D106-BD6_ETAR	BD_MAN_MENSAL	1M	21/10/2013	3	80007	1
0466_D106-BD6_ETAR	BD_MAN_SEMESTRAL	6M	21/10/2013	3	80007	1
0466_D106-BD6_ETAR	BD_MAN_TRIMESTRAL	3M	21/10/2013	3	80007	1
0466_FP_ETAR	FP_EXP_MEN	1M	21/10/2013	3	80007	1
0466_FP_ETAR	FP_MAN_MENSAL	1M	21/10/2013	3	80007	1
0466_FP_ETAR	FP_MAN_SEMESTRAL	6M	21/10/2013	3	80007	1
0466_FP_ETAR	FP_MAN_TRIMESTRAL	3M	21/10/2013	3	80007	1
0466_DEC-PR_ETAR	PR_MAN_ANUAL	12M	21/10/2013	3	80007	1
0466_DEC-PR_ETAR	PR_MAN_MENSAL	1M	21/10/2013	3	80007	1
0466_DEC-PR_ETAR	PR_MAN_SEMESTRAL	6M	21/10/2013	3	80007	1
0466_DEC-PR_ETAR	PR_MAN_TRIMESTRAL	3M	21/10/2013	3	80007	1

Nota: Ver restantes roteiros de manutenção do projecto 0466, no Anexo C. Os roteiros dos produtos dos restantes projectos que constam no Anexo C, encontram-se em desenvolvimento.

A concepção destes trabalhos foi um ponto fundamental para a execução do presente estudo pois levou, não só à exploração do programa NAV, como a um aprofundamento dos conhecimentos de manutenção de equipamentos afectos à área da TEK BOX. Para além disso, foi sempre possível trabalhar no terreno e manter contacto com os técnicos de manutenção dos equipamentos.

4. Modelo Proposto

Após contacto com as potencialidades do *Microsoft Dynamics NAV*, com as necessidades de manutenção dos equipamentos e com as equipas de manutenção surgiu a ideia de que seria de extremo interesse criar um modelo que privilegiasse uma política de sinergia entre a área de produção e a área de manutenção dos equipamentos.

A metodologia aplicada neste trabalho inclui o uso de lista de materiais (BOM) para a distinção dos componentes e especificação da relação entre os mesmos ao montar o equipamento, mas também deve permitir detalhar as suas características no que diz respeito aos materiais utilizados e processos de fabrico correspondentes.

Além disso pretende-se associar dados de históricos de falha gravados na base de dados da empresa à necessidade de manutenção de cada componente, em detrimento da tradicional revisão completa do equipamento. Assim, desenvolveu-se uma expressão empírica para permitir a priorização de tarefas de manutenção.

A integração das duas informações servirá como *input* à área de produção da empresa para redesenhar componentes ou ajudar na aquisição de equipamentos. No caso estudado neste trabalho que se destina a contribuir para o fabrico dos equipamentos, a informação fornecida será suficiente para garantir que as alterações irão melhorar o desempenho do componente em causa. Desta forma, a retroacção garante que as alterações, sejam elas de forma, material ou de processo de fabrico usado, são identificadas antes de proceder a modificações desnecessárias. A Figura 4.1 representa a retroacção proposta, num organograma simplificado, para as principais áreas de uma empresa de manutenção de águas residuais.

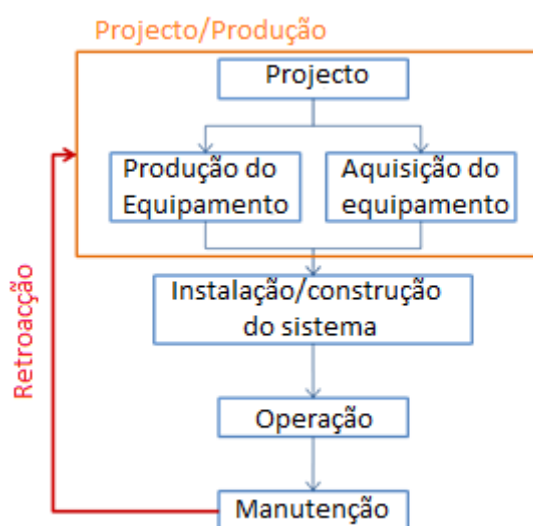


Figura 4.1 – Principais áreas de uma empresa de manutenção de águas residuais

O principal objectivo do modelo proposto é contribuir para a melhoria dos equipamentos, através da promoção de informação retroactiva dentro do sistema da empresa, onde os módulos que permitem a gestão de manutenção e o processo de produção estão incluídos. Isto é conseguido estabelecendo a relação entre a programação da manutenção e os materiais e processos de fabrico envolvidos na produção do componente e na priorização das tarefas de manutenção. Este modelo baseia-se na fórmula empírica proposta por Stadnicka et al [23] para a classificação da máquina em organizações de fabrico.

Numa primeira abordagem, e com base no conhecimento adquirido relativamente à TEK BOX, foi necessário criar pressupostos para este modelo. Obviamente tentou-se que fossem tão genéricos quanto possível para evitar a exclusividade da aplicação do modelo a esta empresa.

A Tabela 4.2 define o conjunto de critérios utilizados para realizar a priorização das tarefas de manutenção para os componentes do equipamento de um sistema de tratamento de águas residuais.

De maneira a poder classificar um componente para a priorização de tarefas é necessário dar uma determinada importância (peso percentual) a cada critério acima descrito (Tabela 4.1):

Tabela 4.1 – Peso de cada critério

Notação	Peso percentual
P_{TF}	Tempo real de funcionamento
P_F	Número de falhas do componente (por ano)
P_{TI}	Tempo de inoperacionalidade (por ano)
P_{SA}	Influência na segurança
P_A	Influência no ambiente
P_S	Acessibilidade do componente
P_M	Material do componente
P_{PF}	Capacidade de fabrico do componente (por parte da empresa)

Onde $P_{TF} + P_F + P_{TI} + P_{SA} + P_S + P_M + P_{PF} = 100\%$

Posto isto, é possível aplicar um modelo matemático que permita proceder à classificação do componente:

Equação 2
$$CC = X_{TF}P_{TF} + X_F P_F + X_{TI}P_{TI} + X_{SA}P_{SA} + X_S P_S + X_M P_M + X_{PF}P_{PF}$$

Os componentes com maior CC, indicam os componentes críticos, aqueles que necessitam ser intervencionados.

Pressupostos do modelo

- As características, do material, abordadas para este estudo, são aquelas que podem ser afectadas pelas condições a que o equipamento de estudo estiver sujeito.
- A complexidade do processo de fabrico está relacionada com a facilidade que a empresa tem em fabricar um dado componente, ou no limite, com a facilidade na aquisição do mesmo.

Aquando da aplicação deste modelo deve-se ter em conta a aplicação da TPM e dos seus 8 pilares fundamentais [21] :

- Melhoria de equipamentos e processos;
- Manutenção autónoma;
- Bom planeamento da manutenção;
- Educação e treino – melhorando a relação pessoal e as habilidades técnicas e de gestão do pessoal de manutenção e operadores;
- Iniciar a gestão dos equipamentos desde cedo, ou seja, desde a fase de concepção ou aquisição do mesmo;
- Gestão de qualidade do processo – zero defeitos no equipamento;
- Envolvimento do *BackOffice* na TPM;
- Segurança e gestão ambiental - implementação de sistemas de saúde, segurança e ambientais sustentáveis.

De modo a proceder à avaliação de um componente através do modelo empírico deve ter-se em conta:

- Se há relação entre possíveis falhas e o material usado para esse componente; se sim, deve-se tentar quantificar/classificar essa relação;
- Se é possível relacionar o processo de fabrico com falhas que possam ocorrer no componente; se sim, deve-se tentar quantificar/classificar essa relação;
- A sua posição na BOM da produção, analisando assim, a relação de falhas com as peças antecedentes.

Posteriormente, serão estes resultados que vão servir de *input* à produção desses componentes.

Tabela 4.2 – Critérios para o modelo proposto

Notação	Critério	Opções	Classificação
X _{TF}	Tempo real de funcionamento (em relação ao tempo de funcionamento do equipamento)	Mais de 80%	4
		50-80%	3
		20-50%	2
		Menos de 20%	1
X _F	Número de falhas do componente (por ano)	Mais de 5	3
		2-5	2
		1 ou menos	1
X _{TI}	Tempo de inoperacionalidade (por ano)	Mais de 10%	3
		5-10%	2
		Menos de 5%	1
X _{SA}	Influência na segurança	Muito séria (lesão de trabalhadores)	3
		Não muito séria (perigo de saúde para os trabalhadores)	2
		Nenhum risco em caso de falha	1
X _A	Influência no ambiente	Muito séria (contaminação do meio ambiente)	3
		Não muito séria (influência negativa para o meio ambiente)	2
		Nenhum risco em caso de falha	1
X _S	Acessibilidade do componente	O componente encontra-se no fim da BOM	3
		Componente numa posição intermédia da BOM	2
		O componente encontra-se no início da BOM	1
X _M	Material do componente	Frágil	3
		Resistência Intermédia	2
		Muito Resistente	1
X _{PF}	Capacidade de fabrico do componente (por parte da empresa)	Extremamente Complexo	3
		Medianamente Complexo	2
		Simples	1

5. Verificação do Modelo

5.1. Equipamento de Estudo

No sentido de verificar o modelo proposto foi necessário estudar um equipamento, da área em causa, mais a fundo. É adoptado como caso de estudo o tamisador da área de serviço de Almodôvar, sentido Norte/Sul (Figura 5.1). Por se tratar de um equipamento com algum histórico de problemas, o tamisador foi o equipamento escolhido.



Figura 5.1 – Tamisador da área de serviço de Almodôvar, sentido Norte/Sul.

Tamisador

Antes de proceder à realização de uma lista de materiais do tamisador em causa é importante ter mais algumas noções sobre o mesmo.

Genericamente, pode ser utilizado nas instalações de tratamento das águas de descarga urbanas, como é o caso do equipamento em estudo.

A água a tratar passa através da chapa furada da zona de gradagem¹. O sem-fim interno vai rodando, a fim de extrair o material retido pela lâmina, arrasta-o até ao alto, (zona de elevação), enquanto a escova, solidária com o sem-fim, efectua a operação de limpeza. Na zona de elevação, o sem-fim continua a arrastar o material sempre mais alto.

O tamisador é constituído por uma zona de gradagem e uma de elevação. A gradagem é realizada por uma chapa cilíndrica furada e no seu interior roda um parafuso sem-fim, equipado nas extremidades com uma escova de limpeza. A zona de elevação é a parte central e é

¹ Gradagem consiste num processo de pré-tratamento no qual é feita a separação dos sólidos de maiores dimensões que pode ser elaborada através de grades.

revestida no interior por uma camada especial de material anti corrosivo em que apoia e roda o sem-fim.

O único suporte central do equipamento permite a fácil inserção do tamisador no fundo do canal de gradagem, além da sua fácil extracção para a manutenção e reparação.

A inclinação *standard* de instalação é de 35° em relação à horizontal.

A motorização é realizada com um moto-reductor de união directa cuja protecção de sobrecargas pode ser realizada através de limitadores de binário, mecânicos ou electrónicos.

O tamisador é essencialmente construído em aço inoxidável AISI 304 com exclusão do parafuso sem-fim que é em aço carbono ST52 (alta resistência), as escovas do mesmo que são em poliéster, com a base de fixação ao sem-fim em PEAD (polietileno de alta densidade). Os principais componentes e aqueles a considerar na aplicação do modelo estão descritos na Tabela 5.1 e representados (à excepção das escovas) na Figura 5.2. De acordo com o pressuposto do modelo em estudo, para o moto-reductor considera-se apenas o material da carcaça, que é ferro fundido.

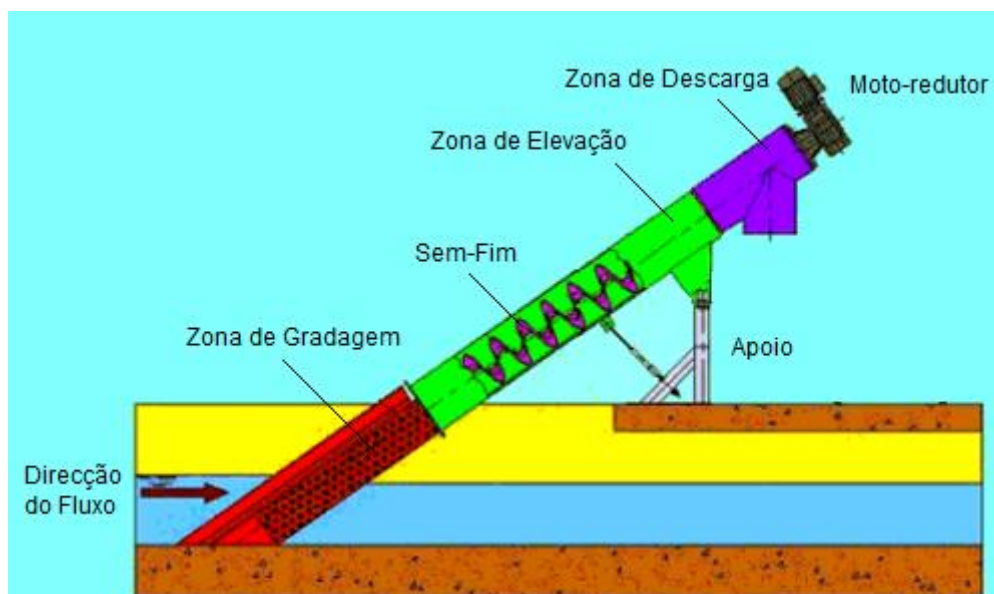


Figura 5.2 – Elementos típicos de um tamisador
Adaptado de [31].

Tabela 5.1 – Tabela resumo dos componentes do tamisador em estudo

Componente	Zona	Material	Processo de fabrico ²
Lâmina com furos	Gradagem	Aço Inox AISI 304	Medianamente complexo
Sem-fim	Gradagem/Elevação	Aço Carbono (ST52)	Extremamente complexo
Escovas	Gradagem/Elevação	PEAD e Poliester	Medianamente complexo
Protecção da elevação	Elevação	Aço Inox AISI 304	Simples
Protecção da descarga	Descarga	Aço Inox AISI 304	Simples
Moto-reductor	-	Ferro Fundido (carcaça)-	Medianamente complexo
Apoio	-	Aço S235JR (EN 10025-2)	Simples

5.1.1. Aplicação do Modelo

Uma vez conhecidos os principais elementos de um tamisador e o seu funcionamento é possível obter a *bill of materials* da Engenharia/Produção (Figura 5.3).

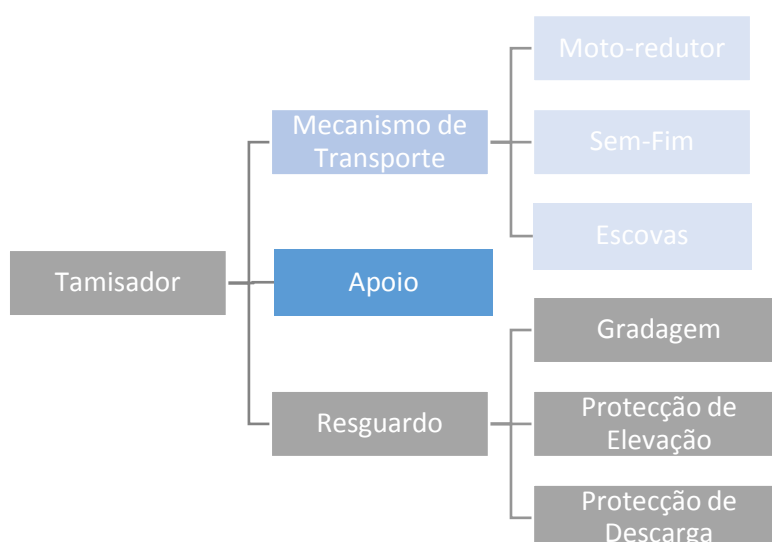


Figura 5.3 – BOM de Engenharia/Produção

Posto isto, é possível classificar o tamisador de acordo com os critérios referidos na Tabela 4.2. Após análise interna na empresa, cada critério foi aplicado na Tabela 5.2.

² Dificuldade de fabrico/aquisição por parte da empresa.

Tabela 5.2 – Classificação de componentes do tamisador

Notação	Critério	Componentes						
		Apoio	Protecção da descarga	Moto-reductor	Protecção da elevação	Parafuso Sem-Fim	Lâmina com furos (gradagem)	Escovas (sem-Fim)
X_{TF}	Tempo real de funcionamento (em relação ao tempo de funcionamento do equipamento)	4	4	2	4	2	4	2
X_F	Número de falhas do componente (por ano)	1	2	2	2	2	1	1
X_{TI}	Tempo de inoperacionalidade (por ano)	1	1	1	3	3	1	1
X_{SA}	Influência na segurança	2	1	1	2	1	1	1
X_A	Influência no ambiente	1	1	2	1	2	2	2
X_S	Acessibilidade do componente	1	2	2	2	2	3	3
X_M	Material do componente	2	3	2	3	3	3	3
X_{PF}	Capacidade de fabrico do componente (por parte da empresa)	1	1	2	1	3	1	2

Tabela 5.3 – Pesos de cada critério aplicados ao tamisador

Notação	Descrição	Peso Percentual (%)
P _{TF}	Tempo real de funcionamento	12,5
P _F	Número de falhas do componente (por ano)	12,5
P _{TI}	Tempo de inoperacionalidade (por ano)	12,5
P _{SA}	Influência na segurança	12,5
P _A	Influência no ambiente	12,5
P _S	Acessibilidade do componente	12,5
P _M	Processo de fabrico do componente	12,5
P _{PF}	Capacidade de fabrico do componente (por parte da empresa)	12,5
		100

Uma vez dada a mesma importância a cada critério (Tabela 5.3) foram obtidos através da Equação 2 os seguintes resultados:

Apoio:

$$CC_{\text{Apoio}} = (4+1+1+2+1+1+2+1) \times 0,125 = 1,625$$

Protecção da descarga

$$CC_{\text{Protecção da descarga}} = (4+2+1+1+1+2+3+1) \times 0,125 = 1,875$$

Moto-redutor:

$$CC_{\text{Moto-redutor}} = (2+2+1+1+2+2+2+2) \times 0,125 = 1,750$$

Protecção da elevação:

$$CC_{\text{Protecção da elevação}} = (4+2+3+2+1+2+3+1) \times 0,125 = 2,250$$

Parafuso Sem-Fim:

$$CC_{\text{Parafuso Sem-Fim}} = (2+2+3+1+2+2+3+3) \times 0,125 = 2,250$$

Lâmina com furos (gradagem):

$$CC_{\text{Lâmina com furos (gradagem)}} = (4+1+1+1+2+3+3+1) \times 0,125 = 2,000$$

Escovas (sem-Fim):

$$CC_{\text{Escovas (Sem-Fim)}} = (2+1+1+1+2+3+3+2) \times 0,125 = 1,875$$

Visto que os componentes com um CC maior são a protecção de elevação e o parafuso, é na melhoria destes componentes que devem ser concentrados esforços de modo a reduzir ao máximo as intervenções de manutenção de cariz correctivo e até mesmo preventivo.

5.1.2. Relatório de Avaria e Reparação

Os resultados acima obtidos vêm confirmar os problemas relatados nos tamisadores, ao longo da actividade da TEK BOX. Senão veja-se o que se sucedeu no decorrer do ano 2006 e ainda com repercussão em 2007 com o tamisador em estudo. Na primeira intervenção de manutenção no local, o tamisador apresentava-se preso e conseqüentemente, impossibilitado de rodar. Foi depois colocado a rodar em sentido contrário para se desencravar e foi feita a limpeza possível do seu interior. No entanto, a intervenção foi insuficiente, devido à grande acumulação de sólidos e panos usados no seu interior, apenas removíveis com o tamisador desarmado. Posto isto, na segunda intervenção no local, a TEK BOX foi obrigada a fazer o desacoplamento do motor eléctrico da parte mecânica do mesmo, retirar a protecção das escovas do parafuso, sendo que o motor foi removido para ser intervencionado em oficina e o parafuso para reparação.

Posteriormente, numa das visitas de manutenção voltou-se a encontrar problemas com o funcionamento do tamisador. O equipamento foi encontrado em disparo térmico. Foi feita uma lavagem ao parafuso e foi deixado a funcionar com fuga de óleo.

Posto isto, a equipa de engenharia optou pela sua remoção e desmontagem em oficina, para ser efectuada um diagnóstico cuidadoso do problema do tamisador e analisar as causas de tantos disparos térmicos e fuga de óleo.

A fase de desmontagem revelou-se difícil, pois não se conseguia rodar o parafuso manualmente, o que denunciava o porquê do motor ter disparos térmicos sucessivos e fugas de óleo nos retentores.



Figura 5.4 – Tamisador encravado



Figura 5.5 – Tamisador encravado (pormenor)

Nas Figuras 5.4, 5.5 e 5.6 pode-se constatar o motivo pelo qual o tamisador se encontrava preso. Existia um rolo de sólidos presos no sem-fim, na zona de elevação do tamisador que o estaria a impedir de rodar e como consequência a provocar os disparos

térmicos do motor e a fuga de óleo nos retentores. O esforço a que o motor estaria sujeito nestas condições era bastante elevado, levando aos disparos térmicos e à fuga de óleo nos retentores.



Figura 5.6 – Sólidos acumulados no parafuso sem-fim (zona de elevação)

Estes factos vêm corroborar a classificação, obtida no capítulo 5.1.1, do moto-redutor e da protecção de elevação como componentes críticos.

A equipa técnica da TEK BOX, após ter observado o estado em que se encontrava o tamisador, optou por rebobinar o motor, para evitar avarias que poderiam existir a curto prazo, por este ter estado sujeito a um esforço mais elevado que o normal. O equipamento que faz a transferência de carga entre o motor e o veio do parafuso (reductor), encontrava-se com algumas peças desgastadas e com rolamentos danificados e que foram substituídos, juntamente com óleo de lubrificação.

Causa Provável do problema

O Instituto Português do Mar e da Atmosfera, antigo Instituto Português de Meteorologia, relata o Verão português de 2006 (Junho, Julho e Agosto) como o quinto mais quente desde 1931 [32], sendo que as temperaturas altas se prolongaram e fizeram do Outono uma estação com temperaturas mínimas superiores à média. Na Figura 5.7 estão esquematizados mapas nacionais com indicações das temperaturas médias (esquerda) e os respectivos desvios em relação aos valores médios entre 1961 e 1990. De acordo com a Figura 5.7 (direita), pode-se concluir que a região Almodôvar (A) sofreu anomalias de temperatura positivas em cerca de 1,5 °C em relação aos valores referência.

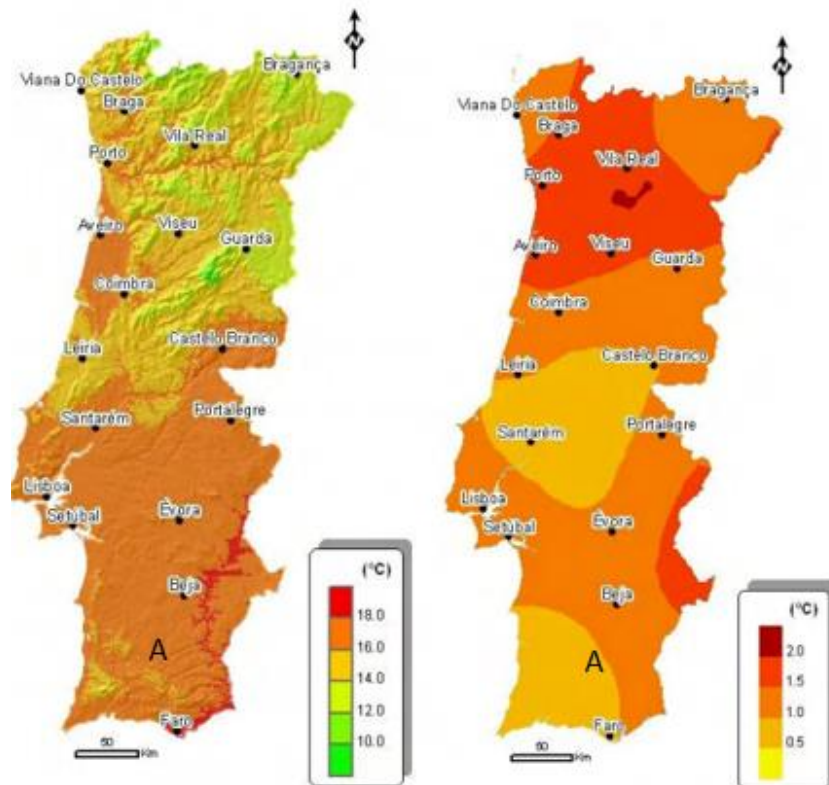


Figura 5.7 – Distribuição espacial da temperatura média em 2006 (esquerda) e respectivos desvios em relação aos valores médios 1961-1990 (direita). Adaptado de [32].

É preciso ter especial atenção ao mês de Julho por ser, por definição, o mês mais quente do ano. Ainda de acordo com a mesma fonte, este foi o mês mais quente da estação e como tal deve ser olhado em pormenor para região em causa (Almodôvar). Como se pode observar na Figura 5.8, na região de Almodôvar registaram-se temperaturas acima dos 35°C, mais de 14 dias, ao longo dos 31 dias do mês Julho de 2006.

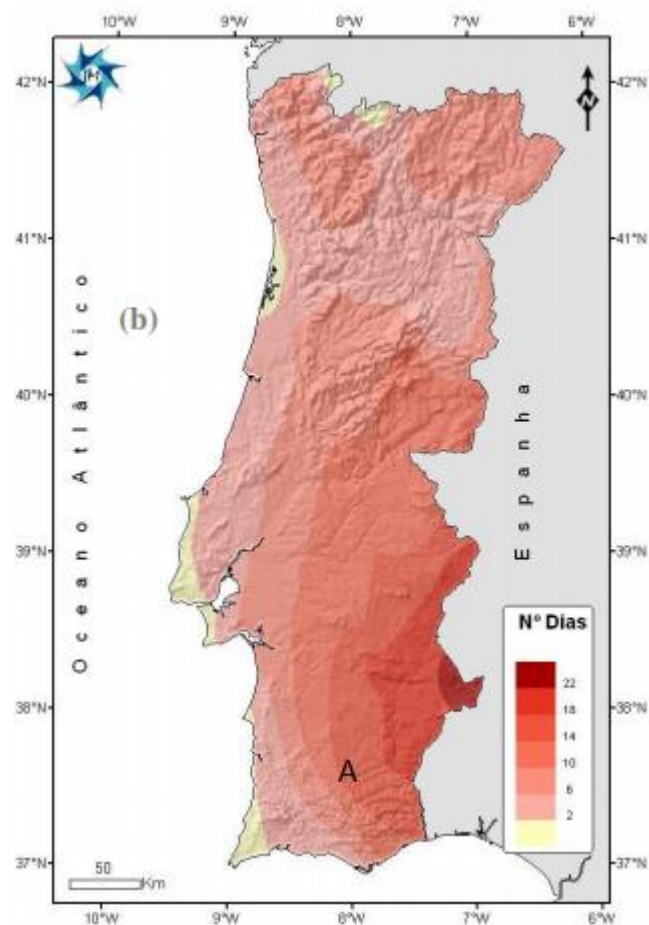


Figura 5.8 – Número de dias com temperatura máxima do ar igual ou superior a 35°C em Julho de 2006. Adaptado de [33].

Posto isto, é possível apontar o forte calor que se fez sentir no Verão naquela região, como a possível causa para tamanha acumulação de sólidos no equipamento.

6. Propostas de Melhoria

Uma vez testado o modelo, é possível dar um *feedback* à equipa de produção sobre as possíveis alterações aos componentes de modo a baixar a criticidade dos mesmos. Esta informação é dada com base no conhecimento de quais são os componentes críticos e as razões pelas quais esses componentes são denominados como tal.

Desta forma, são sugeridas duas alterações ao equipamento. Tratam-se de duas mudanças estruturais e devem ser encaradas como possíveis soluções para o problema mencionado no capítulo 5, passíveis de verificação. As modificações são descritas nos pontos 6.1 e 6.2.

6.1. Isolamento Térmico no Interior da Protecção de Elevação.

Pretende-se que o isolamento seja uma forma de proteger as partes interiores do equipamento face às temperaturas que se fazem sentir na região em causa, mais propriamente as temperaturas máximas no período do verão.

O objectivo desta estrutura será no fundo aumentar a resistência térmica do equipamento e conseqüentemente permitir que a taxa de transferência de calor para o interior do equipamento não seja tão elevada. No entanto, é preciso garantir a operacionalidade do equipamento. Por este motivo, é sugerido um isolamento suficientemente adaptável ao equipamento, como o representado na Figura 6.1.

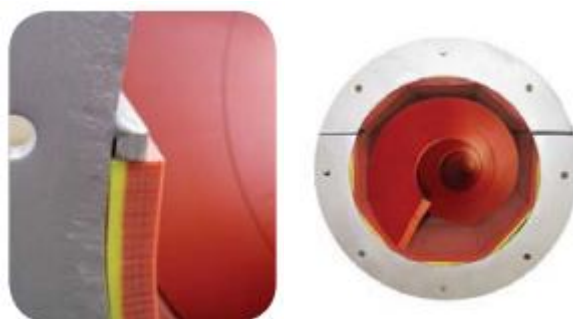


Figura 6.1 – Simulação de isolamento [34]

Relativamente ao material de construção, sugere-se que o revestimento seja construído num polímero de alta resistência. É um exemplo comercial, o Polystone M ®, Rochling. Um material polimérico como o sugerido garante a mesma resistência à abrasão que o material convencional (Aço inoxidável AISI 304) e também a não absorção da água, característica fundamental para este tipo de aplicação. Para além disso, a condutividade térmica é muito menor no material proposto, em relação ao convencional. Na Tabela 6.1 são comparadas estas características para os dois materiais.

Tabela 6.1 – Comparação de propriedades entre aço inoxidável AISI 304 e o Polystone M®

Propriedade	Aço inoxidável AISI 304	Polystone M®	Polystone M®/Aço inoxidável AISI 304
Condutividade térmica (W/K.m)	15	0,4	37,50
Perda relativa por abrasão (Teste <i>Sand Slurry</i>) ³	82	80	1,03
Absorção de Água (%)	0	< 0,01	-

Para além das propriedades acima referidas, é importante mencionar que este material mantém um comportamento adequado face às altas temperaturas registadas no local onde o equipamento está instalado. São prova deste facto, a temperatura de serviço (a curto e a longo prazo) e a Temperatura de Distorção Térmica (HDT) do material (ver Tabela 6.2) .

Tabela 6.2 – Outras propriedades físicas do Polystone M®

Temperatura de serviço, a curto prazo (°C)	-250 a 80
Temperatura de serviço, a longo prazo (máx.) (°C)	130
Temperatura de Distorção Térmica (HDT) (°C)	79

6.2. Sistema de Refrigeração Interno

O sistema de refrigeração interno é uma proposta de melhoria, alternativa à anteriormente mencionada. Esta proposta de alteração ao equipamento consiste num sistema de refrigeração interno. A ideia é substituir o sem-fim existente (sem veio) por um outro com veio oco. Esta seria uma alteração necessária de modo a que seja possível fazer passar água de arrefecimento no interior do veio. Desta forma o efeito criado seria semelhante ao funcionamento de um permutador de calor. A água de arrefecimento circula por um sistema recirculação que permite o reaproveitamento da água. Por este motivo a aplicação desta solução proposta não está associada a gastos contínuos de recursos. O objectivo desta instalação é o mesmo referido na alternativa 1.

³ *Sand Slurry* é o nome dado a um ensaio que permite quantificar a resistência de um dado material à abrasão.

6.3. Comparação das Alternativas Propostas com o Equipamento Original

No sentido de verificar se as alterações propostas podem surtir efeito, recorreu-se às aproximações representadas na Figura 6.2. A propriedade que permite comparar as propostas anteriores é a resistência térmica. Assim sendo, esta propriedade é comparada para os 3 modelos: o equipamento original, o equipamento com isolamento e finalmente o equipamento com recurso a um sistema de refrigeração.

Na Figura 6.2 pode consultar-se uma representação esquemática das três hipóteses consideradas, com as simplificações para efeito de cálculo. Admite-se assim, que as alterações a fazer são no tubo cilíndrico que rodeia o sem-fim, e que na sua forma original tem 4,5 metros de comprimento e raios, exterior (r_1) e interior (r_2), de 125 e 122 milímetros. Relativamente às dimensões das alternativas propostas são as seguintes dimensões: $r_3=117$ mm e $r_4=40$ mm.

As equações seguintes descrevem a parcelas da resistência térmica correspondente a cada um dos casos.

- Estrutura Existente:

Equação 3
$$R_{global}(a) = R_1 = \frac{\ln\left(\frac{r_1}{r_2}\right)}{2\pi L k_{proteção}}$$

- Primeira Proposta Sugerida:

Equação 4
$$R_{global}(b) = R_1 + R_2 = \frac{\ln\left(\frac{r_1}{r_2}\right)}{2\pi k_{proteção} L} + \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_3}\right)}{2\pi k_{isolamento} L}$$

- Segunda Proposta Sugerida

Equação 5
$$R_{global}(c) = R_1 + R_3 = \frac{\ln\left(\frac{r_1}{r_2}\right)}{2\pi L k_{proteção}} + \frac{1}{h_{água} 2\pi L r_4}$$

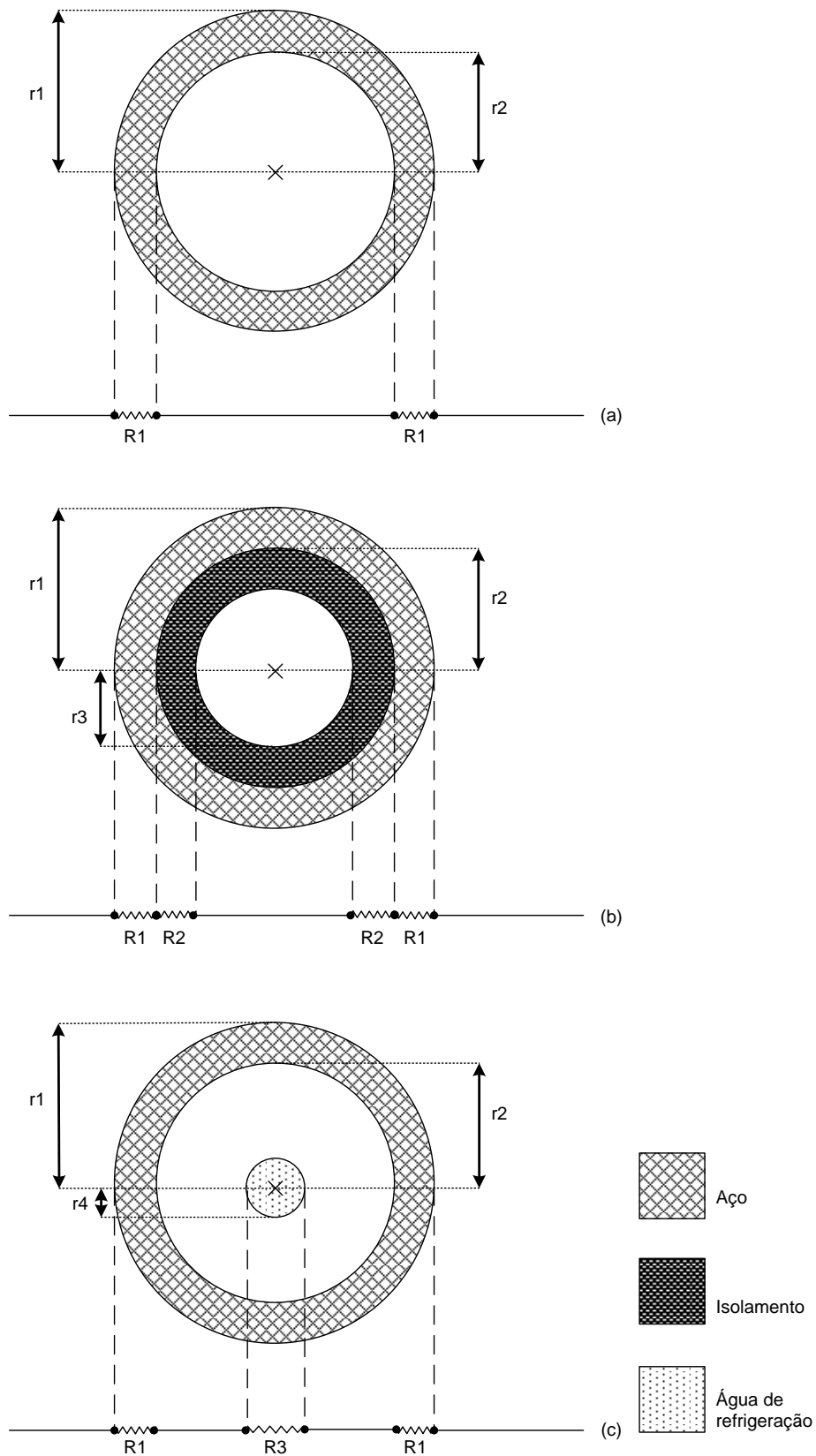


Figura 6.2 – Representação esquemática. Em (a) está representado o equipamento original, em (b) a primeira alternativa e em (c) a segunda alternativa.

Tabela 6.3 – Dimensões do tubo onde se propõem as alterações

L (m)	4,500
r1 (m)	0,125
r2 (m)	0,122
r3 (m)	0,117
r4 (m)	0,040

Nota: Admitiu-se que a água da proposta 2 está em regime forçado e adoptou-se o valor mínimo para a água neste regime, 300 W/K.m² [35].

Assim sendo, para o cálculo da resistência térmica de cada solução e do modelo existente, há que ter em conta dados relativos às dimensões do tubo (Tabela 6.3) e aos coeficientes de transferência de calor dos materiais em causa (Tabela 6.4) :

Tabela 6.4 – Coeficientes de transferência de calor por condução (protecção e isolamento) e convecção (água) dos materiais

$k_{\text{protecção}}$ (W/K.m)	15,0
$k_{\text{isolamento}}$ (W/K.m)	0,4
$h_{\text{água}}$ (W/K.m ²)	300,0

Posto isto, os resultados do cálculo da resistência térmica de cada solução e do modelo existente, são apresentados na Tabela 6.5.

Tabela 6.5 – Resultados da comparação das alternativas propostas

Resistências Térmicas Individuais (K/W)			Resistências Térmicas Globais (K/W)		
1	2	3	(a)	(b)	(c)
0,000057	0,003700	0,002947	0,000057	0,003757	0,003005

Como se pode ver observar na tabela acima, ambas as propostas apresentadas apresentam resistências térmicas 50 vezes superior à da estrutura existente.

7. Conclusões e Trabalhos Futuros

7.1. Conclusões

Hoje em dia a manutenção é uma área de enorme relevância, face ao elevado número de equipamentos e infra-estruturas que foram surgindo ao longo dos tempos. Para além disso a manutenção significa uma importante poupança de tempo e de recursos económicos, tal como também se assume como uma área que garante qualidade e estabilidade ao funcionamento de qualquer empresa.

É também relevante frisar que as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) trazem valias à área da manutenção, tais como a centralização da informação actual e do histórico dos equipamentos, acessível a todos os utilizadores. Uma TIC que satisfaz as necessidades da manutenção são os ERP, apesar de alguns deles não incluírem módulos ligados directamente à área.

O *software* implementado na TEK BOX foi o *Microsoft Dynamics NAV* e consiste num programa que pode ser muito benéfico, uma vez que se for correctamente conduzido poderá reduzir custos ligados à manutenção correctiva, aumentando a disponibilidade dos equipamentos, a taxa de fiabilidade, bem como uma melhoria de desempenho e aumento do tempo de vida dos mesmos.

No seguimento da implementação deste ERP, e tendo em conta a carência de informação da manutenção dos equipamentos assim como o *feedback* das equipas de manutenção, concluiu-se que seria benéfico pensar um modelo que privilegiasse uma política de sinergia entre a área de produção e a área de manutenção. Esse modelo foi aplicado a um tamisador e daí concluiu-se que os componentes críticos eram a protecção de elevação e o sem-fim, elementos esses com histórico de avarias problemáticas.

De forma a reduzir a criticidade daqueles componentes foram sugeridas duas opções: a colocação de um isolamento de polímero na protecção da elevação (proposta 1) e a instalação de um sistema de refrigeração interno (proposta 2), fazendo passar água de arrefecimento no interior do veio do sem-fim. Daqui concluiu-se que as resistências térmicas destas propostas apresentam um valor 50 vezes superior ao equipamento com os componentes originais (Tabela 6.5).

A principal contribuição deste trabalho quer para o estado da arte do conhecimento na área da manutenção, quer para esta ou outras empresas congéneres, é o desenvolvimento de um modelo simples através do qual é possível detectar os componentes de maior desgaste para priorizar a sua intervenção. Por outro lado, e com base na informação gerada pela manutenção, possibilita ainda a existência de retroacção entre a área de manutenção e a área da produção no sentido de propor alterações a esses componentes de modo a ser reduzida a criticidade dos mesmos.

7.2. Trabalhos Futuros

Relativamente à implementação do ERP, um trabalho a realizar futuramente será analisar e retirar conclusões válidas sobre o real alcance do projecto dentro de um ou dois anos.

Quanto ao modelo proposto, será fundamental estudar mais equipamentos de acordo com as suas características e proceder à sua implementação em âmbito industrial. Posto isto, deverá ser feita uma análise aos resultados dessa implementação. Essa análise deverá levar em conta o *feedback* quer dos elementos da área de produção quer da área de manutenção. Para que todo este processo funcione de forma eficaz seria também importante implementar listas de materiais para a manutenção (MBOM).

8. Referências Bibliográficas

- [1] A. Garg, S. Deshmukh, "Maintenance management: literature review and directions," *Journal of Quality in Maintenance*, vol. 12, pp. 205-238, 2006.
- [2] J. T. Luxhoj, J. O. Riis, U. Thorsteinsson, "Trends and Perspectives in Industrial Maintenance Management," *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 16, pp. 437-453, 1997.
- [3] K. Nikolopoulos, K. Metaxiotis, N. Lekatis, V. Assimakopoulos, "Integrating industrial maintenance strategy into ERP," *Industrial Management & Data Systems*, vol. 103 , pp. 184 - 191, 2003.
- [4] M. dos Santos, "Gestão de Manutenção do Equipamento - Relatório do Projecto Final," Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2009.
- [5] CEN, *European Standard EN 13306*, Brussels, 2001.
- [6] F. Filipe, "Gestão e organização da manutenção, de equipamento de conservação e manutenção de infra-estruturas ferroviárias," Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2006.
- [7] R. Dekker, P. Scarf, "On the impact of optimization models in maintenance decision," *Reliability Engineering and System Safety*, vol. 60 , pp. 111-9, 1998.
- [8] Y. Zhao, "On preventive maintenance policy of a critical reliability level for system," *Reliability Engineering and System Safety*, vol. 79 , pp. 301-308, 2003.
- [9] F. Wang, W. Lee, "Learning curve analysis in total productive maintenance," *Omega*, vol. 29, n.º 6, pp. 491-499, 2001.
- [10] R. McKone, R. Schroeder, K. Cua, "The impact of total productive maintenance practices on," *Journal of Operations Management*, vol. 19, pp. 39-58, 2001.
- [11] A. Shamsuddin, M. Hassan, T. Zahari, "TPM can go beyond maintenance: excerpt from a case implementation," *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, vol. 11, pp. 19-42, 2005.

- [12] A. Grall, L. Dieulle, C. Berengue, M. Roussinol, "Continuous time predictive maintenance scheduling for a deteriorating system," *IEEE Transactions on Reliability*, vol. 51, pp. 141-50, 2002.
- [13] M. Gopalakrishnan, S. Mohan, Z.He, "A tabu search heuristic for preventive maintenance scheduling," *Computers and Industrial Engineering*, vol. 40, pp. 146-60, 2001.
- [14] G. Greenwood, A. Gupta, "Workforce constrained preventive maintenance scheduling using evolution strategies," *Decision Sciences*, vol. 31, pp. 833-59, 200.
- [15] A. Tsang, W.K. Yeung, A. Jardine, B. Leung, "Data management for CBM optimization," *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, vol. 12, pp. 37-51, 2006.
- [16] K.B. Artana, K. Ishida, "Spreadsheet modeling of optimal maintenance schedule for components in wear-out phase," *Reliability Engineering and System Safety*, vol. 77, pp. 81-91, 2002.
- [17] T.W. Sloan, G. Shanthikumar, "Combined production and maintenance scheduling for a multiple product single machine production system," *Production and Operations Management*, vol. 9, pp. 379-99, 2000.
- [18] M. El Hayek, E. Voorthuysen, D. Kelly, "Optimizing life cycle cost of complex," *Journal of Quality in Maintenance*, vol. 11 N^o4, pp. 333-347, 2005.
- [19] G.Liao, Y. Chen, S. Sheu, "Optimal economic production quantity policy for imperfect process," *European Journal of Operational Research*, vol. 195, n.^o Production, Manufacturing and Logistics, p. 348–357, 2008.
- [20] C. O'Donoghue, J. Prendergast, "Implementation and benefits of introducing a computerised maintenance," *Journal of Materials Processing Technology*, vol. 153–154, pp. 226-232, 2004.
- [21] M. Rodrigues, K. Hatakeyama, "Analysis of the fall of TPM in companies," *Journal of Materials Processing Technology*, vol. 179, p. 276–279, 2006.
- [22] M. Liu, J. Lai, W. Shen, "A method for transformation of engineering bill of materials to maintenance bill of materials," *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 30, p. 142–149, 2014.

- [23] D. Stadnicka, K. Antosz, C. Ratnayake, "Development of an empirical formula for machine classification: Prioritization of maintenance tasks," *Safety Science*, vol. 63, pp. 34-41, 2014.
- [24] V. Beal, "ERP - enterprise resource planning," Quinstreet Enterprise, [Online]. Available: <http://www.webopedia.com/TERM/E/ERP.html>. [Acedido em 2014 Setembro 20].
- [25] Match Business Solutions, "Microsoft Dynamics NAV Overview," [Online]. Available: <http://www.matchbs.com/microsoft-dynamics-nav.html>. [Acedido em 20 Março 2014].
- [26] GRUNDFOS, "CR – Innovation inside," 16 Setembro 2008. [Online]. Available: <file:///C:/Users/Jo%C3%A3o/Downloads/Grundfosliterature-145810.pdf>. [Acedido em 31 Julho 31].
- [27] AxFlow, "Portugal/.../Produtos & Serviços/Categoria dos Produtos/Bombas e Sistemas de Bombagem/Bombas de Parafuso Excêntrico/Bombas MONO Compact C Range," 2008. [Online]. Available: <http://www.axflow.com/pt/site/produtos/categoria/bombas/bombas-de-rotor-excentrico/bomba-mono-compact-c-range/>. [Acedido em 31 Julho 2014].
- [28] Bomax, "Principios de funcionamento - FILTRO PRENSA - Bomax," [Online]. Available: <http://www.bomax.com.br/pg-print-filtro-prensa.php>. [Acedido em 31 Julho 2014].
- [29] Goettsch, "Goettsch Machine Detail," [Online]. Available: http://goettsch.com/machines/machines_detail.asp?CatID=142&MachID=111&LangID=SP. [Acedido em 1 Agosto 2014].
- [30] VIBROPAC, "Tamisador mod MI_MID_ing.pdf," [Online]. Available: http://www.vibropac.com.br/adm/imagens/arq_pdf_26/tamisador%20mod%20mi_mid_ing.pdf. [Acedido em 6 Agosto 2014].
- [31] Sociedade Comercial Luso-Italiana, Lda, "Lusoitaliana," 7 Novembro 2005. [Online]. Available: <http://lusoitaliana.pt/images/catalogos/ambiente/ecoplants/GPS.pdf>. [Acedido em 25 Março 2014].
- [32] Instituto Português de Meteorologia, "Caracterização Climática - Ano 2006," Lisboa, 2007.
- [33] Instituto Português de Meteorologia, "Informação Climática - Julho 2006," Lisboa, 2006.
- [34] SPIRAC, "Shaftless Screw Conveyors | SPIRAC Solid Handling Solutions," [Online]. Available: <http://www.spirac.com/products/shaftless-screw-conveyor>. [Acedido em 29 Agosto 2014].

[35] Dassault Systèmes, “Coeficiente de calor de convecção,” 2012. [Online]. Available: http://help.solidworks.com/2012/Portuguese-brazilian/SolidWorks/cworks/Convection_Heat_Coefficient.htm?format=P 1/2. [Acedido em 12 Setembro 2014].

Anexo A - Actividades de Manutenção para Equipamentos

Tabela A.1 – Actividades de manutenção para bóias de nível

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Limpeza Geral				X
2	Teste				X

Tabela A.2 – Actividades de manutenção para bombas de parafuso

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Inspeção do estado da protecção anticorrosiva	X			
2	Pintura	X			
3	Substituição de Óleo	X			
4	Contagem de tempos de funcionamento				X
5	Inspeção de funcionamento geral				X
6	Medição do consumo de corrente por fase				X
7	Medição de tensão de funcionamento				X
8	Teste em manual				X
9	Verificação de fugas				X
10	Verificação nível de óleo				X
11	Verificação estado de óleo				X
12	Verificação de ruídos				X
13	Registar valor da regulação do relé térmico				X
14	Inspeção de vibrações		X		
15	Limpeza á pressão		X		
16	Inspeção dos cabos de ligação eléctrica			X	
17	Limpeza Geral			X	
18	Lubrificação de órgão móveis			X	
19	Verificação de elementos de protecção			X	
20	Regulação do valor do relé térmico			X	

Tabela A.3 – Actividades de manutenção para bombas de saturação

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Inspeção do estado da protecção anticorrosiva	X			
2	Pintura	X			
3	Substituição de Óleo	X			
4	Contagem de tempos de funcionamento				X
5	Inspeção de funcionamento geral				X
6	Medição do consumo de corrente por fase				X
7	Medição de tensão de funcionamento				X
8	Teste em manual				X
9	Verificação de fugas				X
10	Verificação de desobstrução				X
11	Verificação do ar comprimido				X
12	Verificação da pressão de funcionamento				X
13	Verificação de ruídos				X
14	Registar valor da regulação do relé térmico				X
15	Afinação/Reaperto			X	
16	Inspeção de vibrações		X		
17	Limpeza á pressão		X		
18	Lubrificação dos órgãos móveis			X	
19	Verificar estado da turbina			X	
20	Inspeção dos cabos de ligação eléctrica			X	
21	Verificação do estado das guias e correntes de elevação			X	
22	Verificação de válvula de retenção			X	
23	Regulação do valor do relé térmico			X	

Tabela A.4 – Actividades de manutenção para sonda de cloro, oxigénio e pH e respectivos controladores

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Inspeção de funcionamento geral				X
2	Limpeza da sonda				X
3	Verificação de leituras com sonda portátil				X
4	Substituição de electrólito		X		
5	Calibração de equipamento			X	
6	Inspeção dos cabos de ligação eléctrica			X	

Tabela A.5 – Actividades de manutenção para a centrífuga

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Contagem de tempos de funcionamento				X
2	Lubrificação dos órgãos de acordo com manual				X
3	Verificação de funcionamento (nº rotações)				X
4	Verificação correias de transmissão				X
5	Verificação da fixação de sensores indutivos				X

Tabela A.6 – Actividades de manutenção para um electrocompressor

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Inspecção do estado da protecção anticorrosiva	X			
2	Pintura	X			
3	Substituição de Óleo	X			
4	Inspecção de funcionamento geral				X
5	Medição do consumo de corrente por fase				X
6	Medição de tensão de funcionamento				X
7	Teste em manual				X
8	Verificação de fugas				X
9	Verificação do nível de óleo				X
10	Verificação do estado do óleo				X
11	Verificação de ruídos				X
12	Inspecção de vibrações		X		
13	Verificar estado da turbina			X	
14	Inspecção dos cabos de ligação eléctrica			X	
15	Limpeza Geral			X	
16	Lubrificação dos órgãos móveis			X	
17	Verificação dos elementos de protecção			X	

Tabela A.7 – Actividades de manutenção para uma electroválvula

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Inspecção de funcionamento geral				X
2	Teste em manual				X
3	Verificação de fugas				X
4	Inspecção dos cabos de ligação eléctrica			X	
5	Limpeza Geral			X	
6	Verificar estado de solenóide			X	

Tabela A.8 – Actividades de manutenção para um filtro de areia

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Inspecção do estado da protecção anticorrosiva	X			
8	Verificação de fugas				X
9	Verificação manómetros de pressão				X
10	Verificação das válvulas de seccionamento				X
12	Verificação do meio de enchimento		X		
14	Inspecção dos cabos de ligação eléctrica			X	
15	Inspecção do Controlador			X	
16	Inspecção/limpeza das válvulas			X	
17	Limpeza Geral			X	
18	Purga de ar			X	

Tabela A.9 – Actividades de manutenção para uma ponte raspadora

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Inspeção do estado da protecção anticorrosiva	X			
2	Pintura	X			
3	Substituição de óleo	X			
4	Contagem de tempos de funcionamento				X
5	Inspeção de funcionamento geral				X
6	Medição do consumo de corrente por fase				X
7	Medição de tensão de funcionamento				X
8	Teste em manual				X
9	Verificação de fugas				X
10	Verificação nível de óleo				X
11	Verificação de rodas				X
12	Verificação do estado do óleo				X
13	Verificação de ruídos				X
14	Verificar estado de barras de arrasto				X
15	Verificar estado de corrente				X
16	Registar valor da regulação do relé térmico				X
17	Afinação/Reaperto		X		
18	Inspeção de vibrações		X		
19	Limpeza á pressão		X		
20	Inspeção dos cabos de ligação eléctrica			X	
21	Limpeza geral			X	
22	Lubrificação dos órgãos móveis			X	
23	Verificação de elementos de protecção			X	
24	Regulação do valor do relé térmico			X	

Tabela A.10 – Actividades de manutenção para um parafuso transportador

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Inspeção do estado da protecção anticorrosiva	X			
2	Pintura	X			
3	Substituição de óleo	X			
4	Contagem de tempos de funcionamento				X
5	Inspeção de funcionamento geral				X
6	Medição do consumo de corrente por fase				X
7	Medição de tensão de funcionamento				X
8	Teste em manual				X
9	Verificação de fugas				X
10	Verificação nível de óleo				X
11	Verificação estado de óleo				X
12	Verificação de ruídos				X
13	Registar valor da regulação do relé térmico				X
14	Inspeção de vibrações		X		
15	Limpeza á pressão		X		
16	Inspeção dos cabos de ligação eléctrica			X	
17	Limpeza geral			X	
18	Lubrificação dos órgãos móveis			X	
19	Verificação de elementos de protecção			X	
20	Regulação do valor do relé térmico			X	

Tabela A.11 – Actividades de manutenção para um quadro eléctrico

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Inspeção do estado da protecção anticorrosiva	X			
2	Reaperto de contactos	X			
3	Inspeção de funcionamento geral				X
4	Inspeção dos cabos de ligação eléctrica			X	
5	Limpeza geral			X	
6	Lubrificação com spray anti humidade			X	

Tabela A.12 – Actividades de manutenção para um sensor de nível

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Teste				X
2	Inspeção dos cabos de ligação eléctrica			X	
3	Limpeza geral			X	

Tabela A.13 – Actividades de manutenção para um soprador

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Inspeção do estado da protecção anticorrosiva	X			
2	Pintura	X			
3	Substituição de correias	X			
4	Substituição de óleo	X			
5	Contagem de tempos de funcionamento				X
6	Inspeção de funcionamento geral				X
7	Medição do consumo de corrente por fase				X
8	Medição de tensão de funcionamento				X
9	Teste em manual				X
10	Verificação de correias				X
11	Verificação de flutuador				X
12	Verificação de fugas				X
13	Verificação nível de óleo				X
14	Verificação estado de óleo				X
15	Verificação de ruídos				X
16	Registar valor da regulação do relé térmico				X
17	Inspeção de vibrações		X		
18	Inspeção dos cabos de ligação eléctrica			X	
19	Limpeza e verificação de filtro de ar			X	
20	Limpeza geral			X	
21	Lubrificação dos órgãos móveis			X	
22	Verificação de elementos de protecção			X	
23	Regulação do valor do relé térmico			X	

Tabela A.14 – Actividades de manutenção para um transdutor de pressão

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Limpeza geral				X
2	Teste de funcionamentos geral				X
3	Calibração do equipamento			X	

Tabela A.15 – Actividades de manutenção para um sistema ultravioleta

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Verificar estado de equipamento				X
2	Verificar funcionamento regular das lâmpadas				X
3	Verificar fugas nos o-rings/vedantes (nos tubos de quartzo)				X

Tabela A.16 – Actividades de manutenção para varetas de nível

Acção N.º	Descrição	Periodicidade			
		Anual	Semestral	Trimestral	Mensal
1	Limpeza Geral				X
2	Teste				X
3	Limpeza e Verificação de contactos				X

Anexo B - *Templates* de Actividades de Manutenção por Equipamento e Periodicidade

Bomba submersível

Tekbox - water engineering - Microsoft Dynamics NAV Classic - [BS_MAN_ANUAL - Template Actividades]

Ficheiro Editar Ver Ferramentas Janela ?

Projectos

Projectos
Linhas Tarefa Projecto
Diários Projectos
Diários CG Projecto
Roteiros
Templates
Actividades
Equipas de Recursos
Template Actividades
Template Tarefas
Importações
Planos
Folhas Serviço
Manutenção

Geral

Código Template BS_MAN_ANUAL
Nome Template Bomba Submersível_Manutenção Anual

Cod. Template Activid...	Ordem de Execução de Act...	Duração	Unidade de medida	Nome Actividade
OP_M000006	1	0,00		Inspeção de estado de protecção anti-corrosiva
OP_M000025	2	0,00		Pintura

Figura B.1 – *Template* de actividades de manutenção anuais- Bomba submersível

Tekbox - water engineering - Microsoft Dynamics NAV Classic - [BS_MAN_SEMESTRAL - Template Actividades]

Ficheiro Editar Ver Ferramentas Janela ?

Projectos

Projectos
Linhas Tarefa Projecto
Diários Projectos
Diários CG Projecto
Roteiros
Templates
Actividades
Equipas de Recursos
Template Actividades
Template Tarefas
Importações
Planos
Folhas Serviço
Manutenção

Geral

Código Template BS_MAN_SEMEST...
Nome Template Bomba Submersível_Manutenção Semestri

Cod. Template Activid...	Ordem de Execução de Act...	Duração	Unidade de medida	Nome Actividade
OP_M000001	1	0,00		Afinação / Reaperto
OP_M000008	2	0,00		Inspeção de vibrações
OP_M000016	3	0,00		Limpeza à pressão

Figura B.2 – *Template* de actividades de manutenção semestrais- Bomba submersível

Tekbox - water engineering - Microsoft Dynamics NAV Classic - [BS_MAN_TRIMESTRAL - Template Actividades]

Ficheiro Editar Ver Ferramentas Janela ?

Projectos

Projectos
Linhas Tarefa Projecto
Diários Projectos
Diários CG Projecto
Roteiros
Templates
Actividades
Equipas de Recursos
Template Actividades
Template Tarefas
Importações
Planos
Folhas Serviço
Manutenção

Geral

Código Template BS_MAN_TRIMES...
Nome Template Bomba Submersível_Manutenção Trimestri

Cod. Template Activid...	Ordem de Execução de Act...	Duração	Unidade de medida	Nome Actividade
OP_M000009	1	0,00		Inspeção do(s) cabo(s) de ligação eléctrica
OP_M000068	2	0,00		Verificar estado das guias e correntes de elevação
OP_M000079	3	0,00		Verificar válvula de retenção
OP_M000082	4	0,00		Regular Valor de Rеле Termico

Figura B.3 – *Template* de actividades de manutenção trimestrais- Bomba submersível

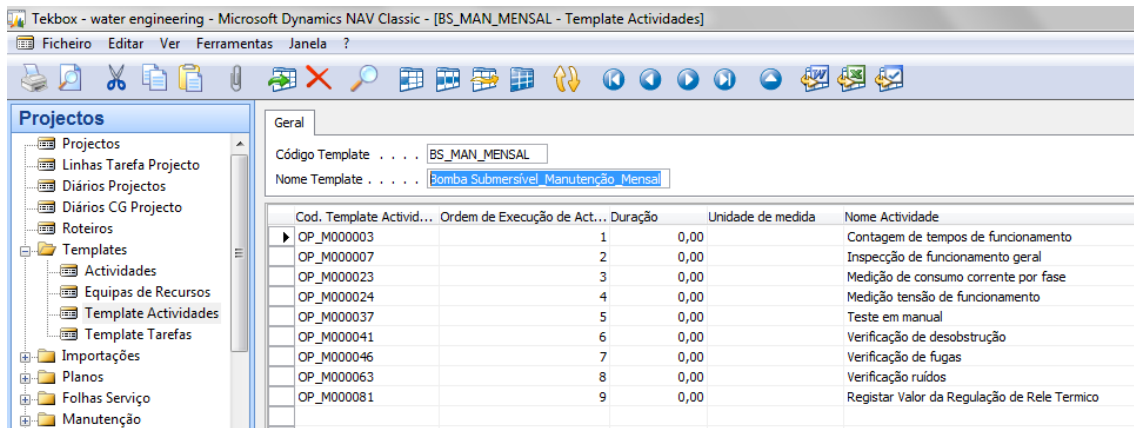


Figura B.4 – *Template* de actividades de manutenção mensais- Bomba submersível

Agitadores

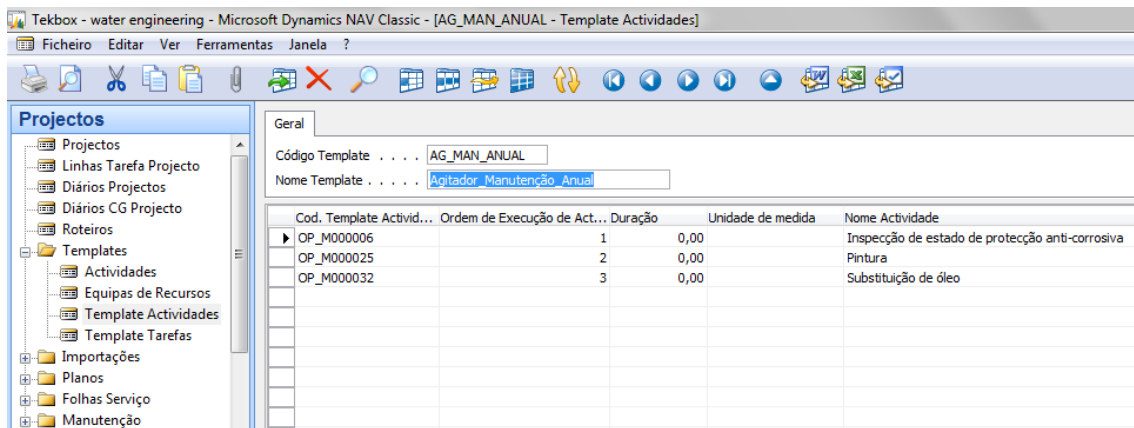


Figura B.5 – *Template* de actividades de manutenção anuais- Agitador

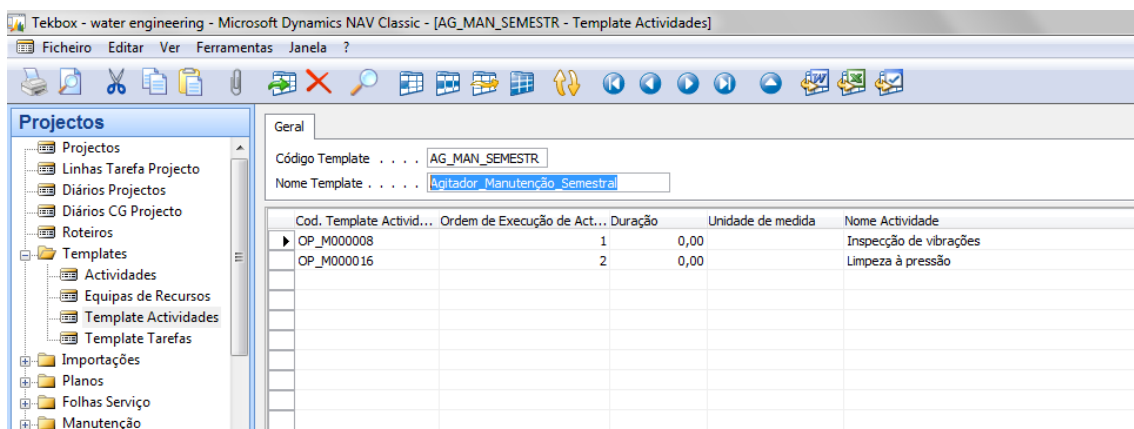


Figura B.6 – *Template* de actividades de manutenção semestrais- Agitador

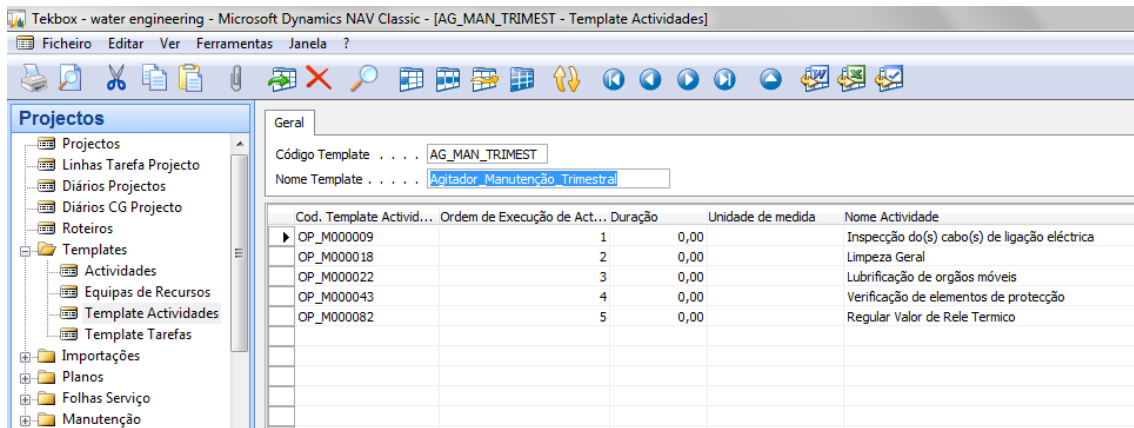


Figura B.7 – *Template* de actividades de manutenção trimestrais- Agitador

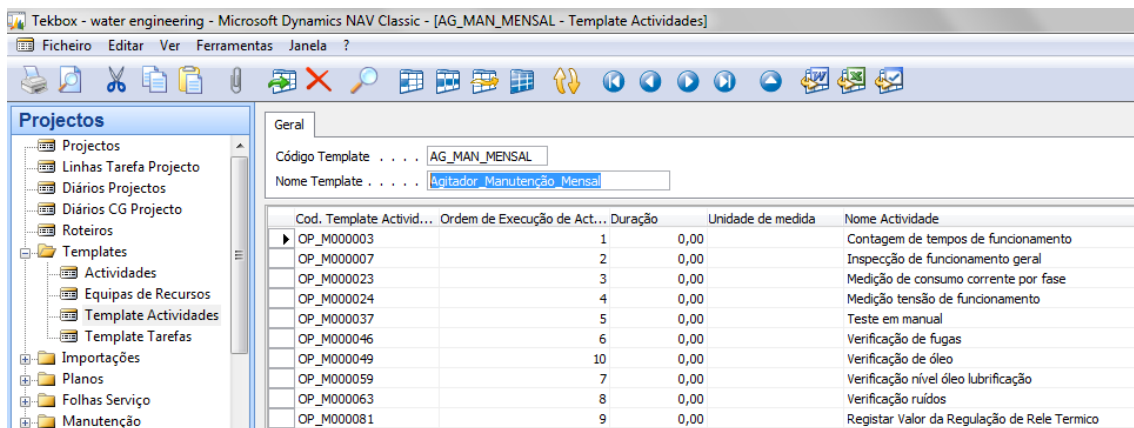


Figura B.8 – *Template* de actividades de manutenção mensais- Agitador

Bombas doseadoras

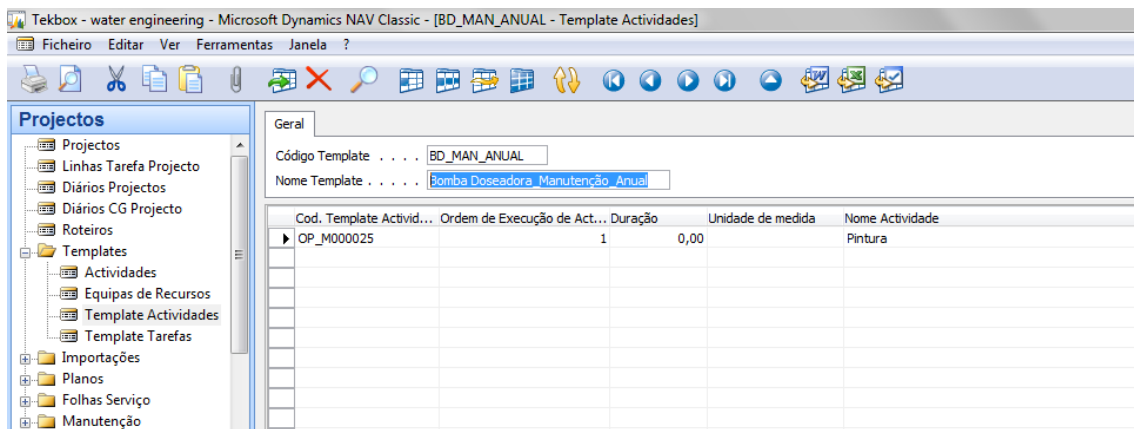


Figura B.9 – *Template* de actividades de manutenção anuais- Bomba doseadora

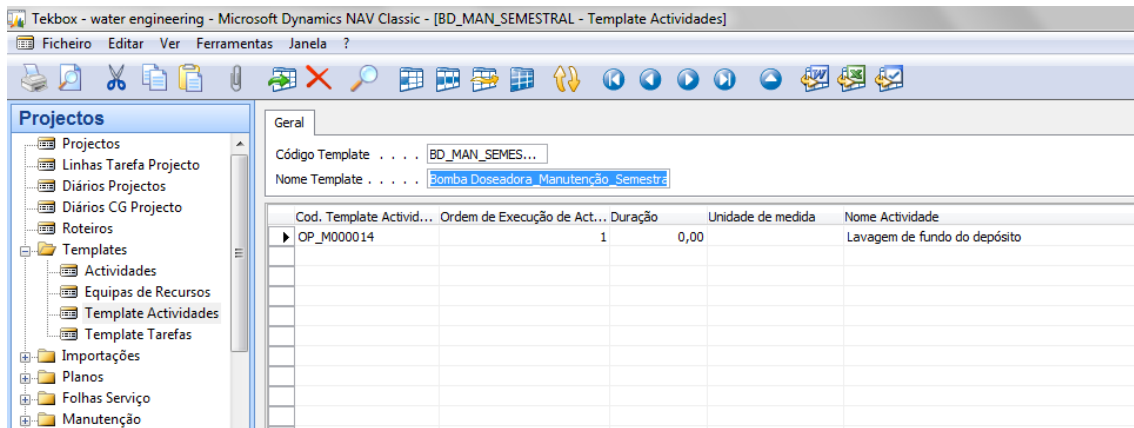


Figura B.10 – *Template* de actividades de manutenção semestrais- Bomba doseadora

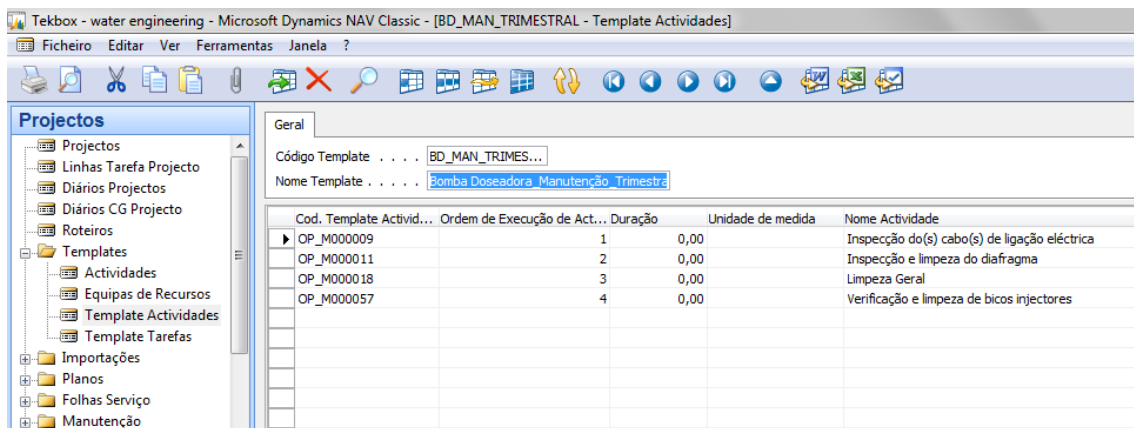


Figura B.11 – *Template* de actividades de manutenção trimestrais- Bomba doseadora

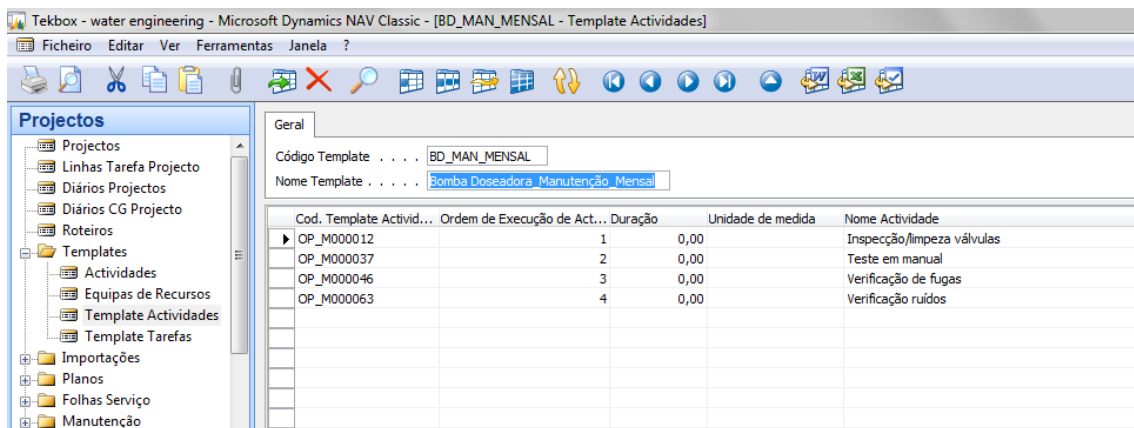


Figura B.12 – *Template* de actividades de manutenção mensais- Bomba doseadora

Filtro prensa

Tekbox -Prototipo - Microsoft Dynamics NAV Classic - [FP_MAN_SEMESTRAL - Template Actividades]

Ficheiro Editar Ver Ferramentas Janela ?

Projectos

- Linhas Tarefa Projecto
- Diários Projectos
- Diários CG Projecto
- Roteiros
- Templates
 - Actividades
 - Equipas de Recursos
 - Template Actividades
 - Template Tarefas
- Importações
- Planos
- Folhas Serviço
- Manutenção
- Registos

Geral

Código Template FP_MAN_SEMEST...

Nome Template Filtro Prensa_Mantenção_Semestral

Cod. Template Activid...	Ordem de Execução de Act...	Duração	Unidade de medida	Nome Actividade
OP_M000016	1	0,00		Limpeza à pressão

Figura B.13 – *Template* de actividades de manutenção semestrais- Filtro prensa

Tekbox -Prototipo - Microsoft Dynamics NAV Classic - [FP_MAN_TRIMESTRAL - Template Actividades]

Ficheiro Editar Ver Ferramentas Janela ?

Projectos

- Linhas Tarefa Projecto
- Diários Projectos
- Diários CG Projecto
- Roteiros
- Templates
 - Actividades
 - Equipas de Recursos
 - Template Actividades
 - Template Tarefas
- Importações
- Planos
- Folhas Serviço
- Manutenção
- Registos

Geral

Código Template FP_MAN_TRIMES...

Nome Template Filtro Prensa_Mantenção_Trimestral

Cod. Template Activid...	Ordem de Execução de Act...	Duração	Unidade de medida	Nome Actividade
OP_M000009	1	0,00		Inspeção do(s) cabo(s) de ligação eléctrica
OP_M000018	2	0,00		Limpeza Geral
OP_M000022	4	0,00		Lubrificação de órgãos móveis
OP_M000043	5	0,00		Verificação de elementos de protecção
OP_M000044	6	0,00		Verif protecção anti-corrosiva/pintura s necessário
OP_M000048	3	0,00		Verificação de movimento de peças móveis

Figura B.14 – *Template* de actividades de manutenção trimestrais- Filtro prensa

Tekbox -Prototipo - Microsoft Dynamics NAV Classic - [FP_MAN_MENSAL - Template Actividades]

Ficheiro Editar Ver Ferramentas Janela ?

Projectos

- Linhas Tarefa Projecto
- Diários Projectos
- Diários CG Projecto
- Roteiros
- Templates
 - Actividades
 - Equipas de Recursos
 - Template Actividades
 - Template Tarefas
- Importações
- Planos
- Folhas Serviço
- Manutenção
- Registos

Geral

Código Template FP_MAN_MENSAL

Nome Template Filtro Prensa_Mantenção_Mensal

Cod. Template Activid...	Ordem de Execução de Act...	Duração	Unidade de medida	Nome Actividade
OP_M000004	1	0,00		Desentupimento calhas e canais de recolha de água
OP_M000007	2	0,00		Inspeção de funcionamento geral
OP_M000013	3	0,00		Introdução de massa nas caixas de lubrificação
OP_M000015	11	0,00		Lavagem do circuito
OP_M000023	4	0,00		Medição de consumo corrente por fase
OP_M000024	5	0,00		Medição tensão de funcionamento
OP_M000039	6	0,00		Verificação de circuito pneumático
OP_M000046	7	0,00		Verificação de fugas
OP_M000053	10	0,00		Verificação do estado das telas filtrantes
OP_M000063	9	0,00		Verificação ruídos

Figura B.15 – *Template* de actividades de manutenção mensais- Filtro prensa

Bomba centrífuga multicelular

General

Código Template BCM_MAN_ANUAL

Nome Template Bomba Centrífuga Multicelular_Manutençã

Cod. Template Activid...	Ordem de Execução de Act...	Duração	Unidade de medida	Nome Actividade
OP_M000006	1	0,00		Inspeção de estado de protecção anti-corrosiva
OP_M000025	2	0,00		Pintura

Figura B.16 – Template de actividades de manutenção anuais- Bomba centrífuga multicelular

General

Código Template BCM_MAN_SEME...

Nome Template Bomba Centrífuga Multicelular_Manutençã

Cod. Template Activid...	Ordem de Execução de Act...	Duração	Unidade de medida	Nome Actividade
OP_M000008	1	0,00		Inspeção de vibrações
OP_M000016	2	0,00		Limpeza à pressão

Figura B.17 – Template de actividades de manutenção semestrais- Bomba centrífuga multicelular

General

Código Template BCM_MAN_MENSAL

Nome Template Bomba Centrífuga Multicelular_Manutençã

Cod. Template Activid...	Ordem de Execução de Act...	Duração	Unidade de medida	Nome Actividade
OP_M000003	1	0,00		Contagem de tempos de funcionamento
OP_M000007	2	0,00		Inspeção de funcionamento geral
OP_M000023	3	0,00		Medição de consumo corrente por fase
OP_M000024	4	0,00		Medição tensão de funcionamento
OP_M000037	5	0,00		Teste em manual
OP_M000046	6	0,00		Verificação de fugas
OP_M000063	7	0,00		Verificação ruídos
OP_M000081	8	0,00		Registrar Valor da Regulação de Rele Termico

Figura B.18 – Template de actividades de manutenção mensais- Bomba centrífuga multicelular

Bomba de lamas

Tekbox - water engineering - Microsoft Dynamics NAV Classic - [BL_MAN_ANUAL - Template Actividades]

Ficheiro Editar Ver Ferramentas Janela ?

Projectos

- Projectos
- Linhas Tarefa Projecto
- Diários Projectos
- Diários CG Projecto
- Roteiros
- Templates
 - Actividades
 - Equipas de Recursos
 - Template Actividades
 - Template Tarefas
- Importações
- Planos
- Folhas Serviço
- Manutenção

Geral

Código Template BL_MAN_ANUAL

Nome Template Bomba Peristaltica de Lamas Manutenção

Cod. Template Activid...	Ordem de Execução de Act...	Duração	Unidade de medida	Nome Actividade
OP_M000006	1	0,00		Inspeção de estado de protecção anti-corrosiva
OP_M000025	2	0,00		Pintura
OP_M000032	3	0,00		Substituição de óleo

Figura B.19 – *Template* de actividades de manutenção anuais- bomba de lamas

Tekbox - water engineering - Microsoft Dynamics NAV Classic - [BL_MAN_SEMESTRAL - Template Actividades]

Ficheiro Editar Ver Ferramentas Janela ?

Projectos

- Projectos
- Linhas Tarefa Projecto
- Diários Projectos
- Diários CG Projecto
- Roteiros
- Templates
 - Actividades
 - Equipas de Recursos
 - Template Actividades
 - Template Tarefas
- Importações
- Planos
- Folhas Serviço
- Manutenção

Geral

Código Template BL_MAN_SEMEST...

Nome Template Bomba Peristaltica de Lamas Manutenção

Cod. Template Activid...	Ordem de Execução de Act...	Duração	Unidade de medida	Nome Actividade
OP_M000008	1	0,00		Inspeção de vibrações
OP_M000016	2	0,00		Limpeza à pressão

Figura B.20 – *Template* de actividades de manutenção semestrais- Bomba de lamas

Tekbox - water engineering - Microsoft Dynamics NAV Classic - [BL_MAN_TRIMESTRAL - Template Actividades]

Ficheiro Editar Ver Ferramentas Janela ?

Projectos

- Projectos
- Linhas Tarefa Projecto
- Diários Projectos
- Diários CG Projecto
- Roteiros
- Templates
 - Actividades
 - Equipas de Recursos
 - Template Actividades
 - Template Tarefas
- Importações
- Planos
- Folhas Serviço
- Manutenção

Geral

Código Template BL_MAN_TRIMES...

Nome Template Bomba Peristaltica de Lamas Manutenção

Cod. Template Activid...	Ordem de Execução de Act...	Duração	Unidade de medida	Nome Actividade
OP_M000009	1	0,00		Inspeção do(s) cabo(s) de ligação eléctrica
OP_M000018	2	0,00		Limpeza Geral
OP_M000022	3	0,00		Lubrificação de órgãos móveis
OP_M000043	4	0,00		Verificação de elementos de protecção
OP_M000082	5	0,00		Regular Valor de Rele Termico

Figura B.21 – *Template* de actividades de manutenção trimestrais- Bomba de lamas

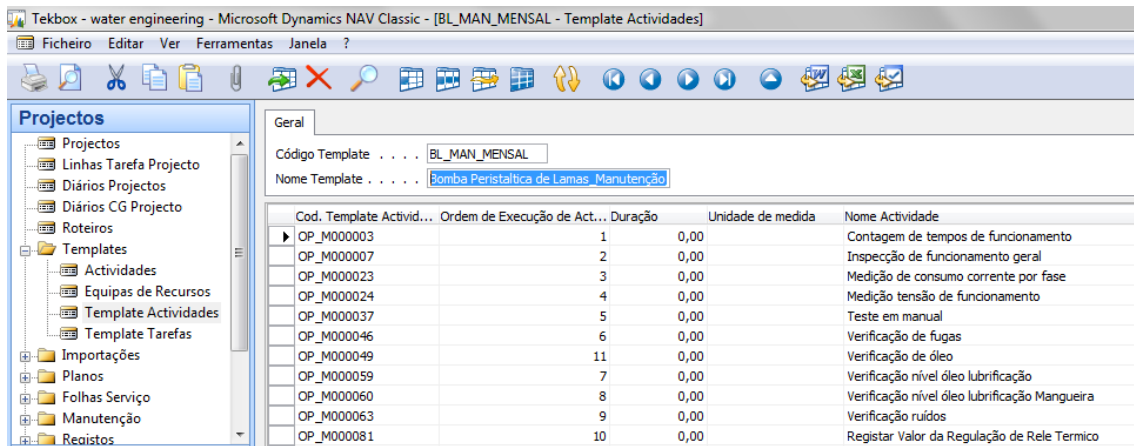


Figura B.22 – *Template* de actividades de manutenção mensais- Bomba de lamas

Tamisador

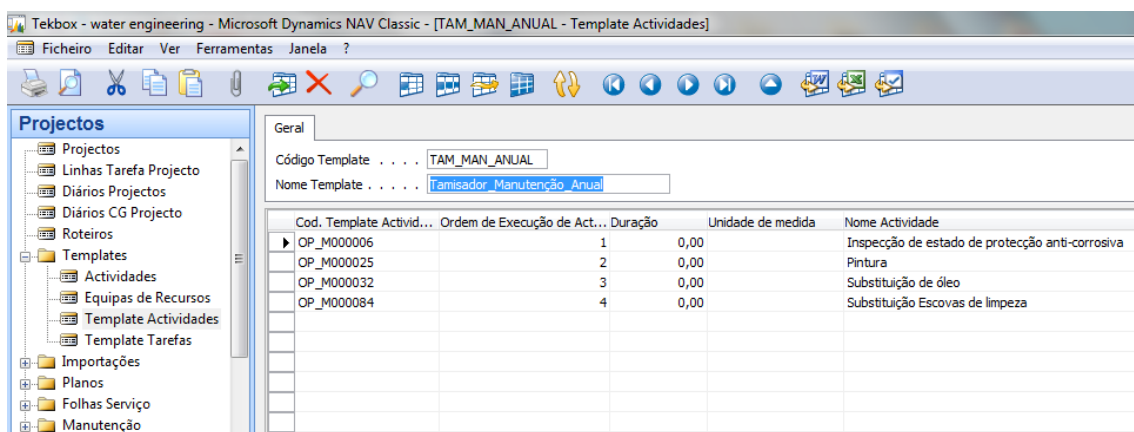


Figura B.23 – *Template* de actividades de manutenção anuais- Tamisador

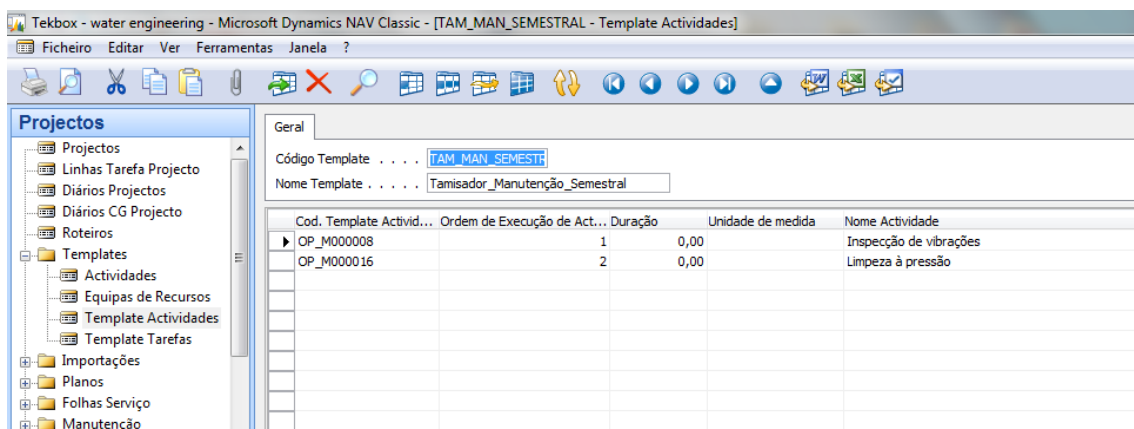


Figura B.24 – *Template* de actividades de manutenção semestrais- Tamisador

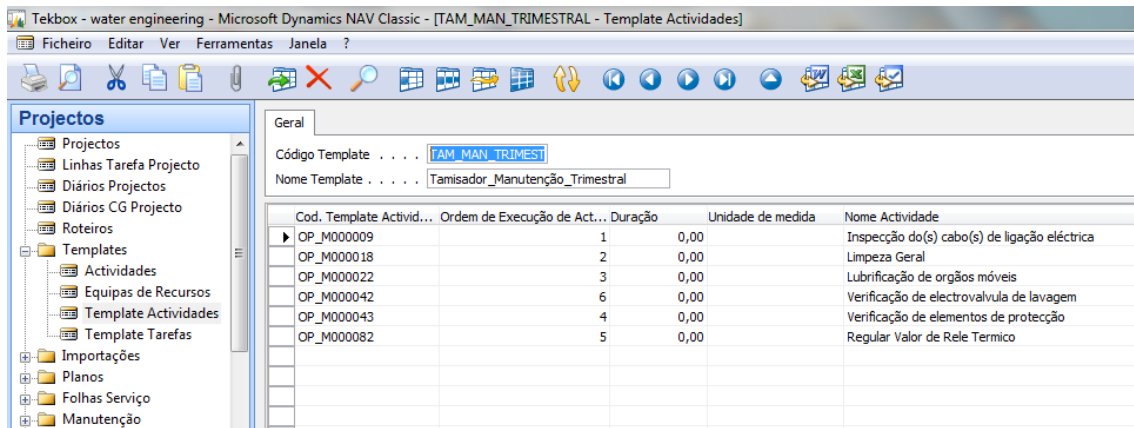


Figura B.25 – *Template* de actividades de manutenção trimestrais- Tamisador

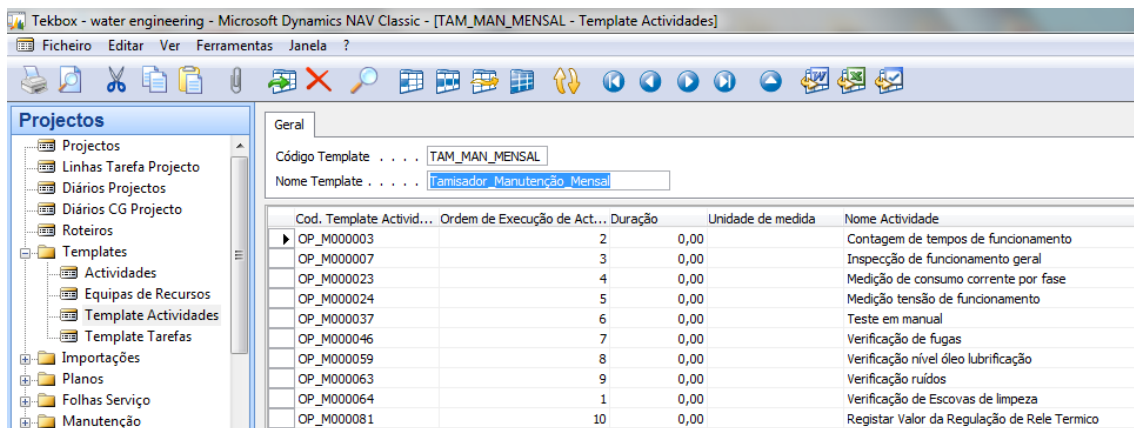


Figura B.26 – *Template* de actividades de manutenção mensais- Tamisador

Bóia de nível

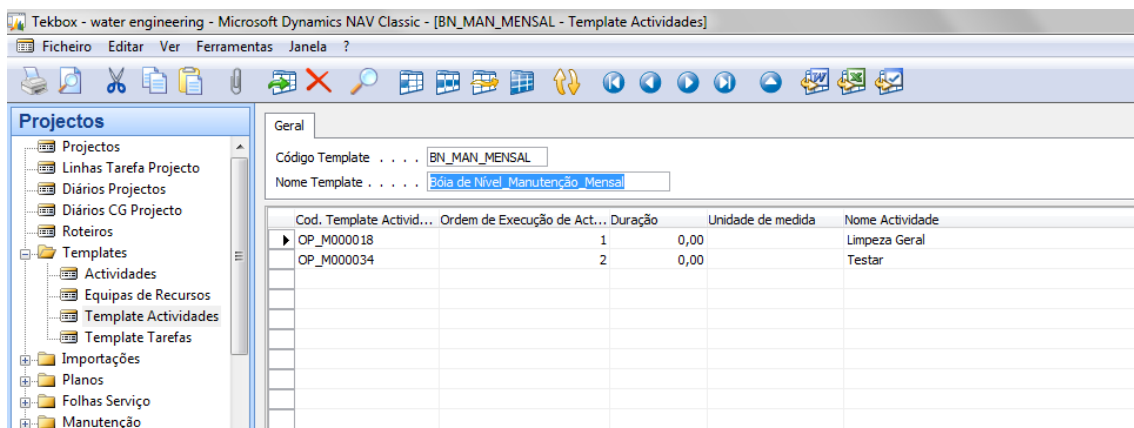


Figura B.27 – *Template* de actividades de manutenção mensais - Bóia de nível

Bomba de parafuso

Tekbox - water engineering - Microsoft Dynamics NAV Classic - [BP_MAN_SEMESTRAL - Template Actividades]

Ficheiro Editar Ver Ferramentas Janela ?

Projectos

- Projectos
- Linhas Tarefa Projecto
- Diários Projectos
- Diários CG Projecto
- Roteiros
- Templates
 - Actividades
 - Equipas de Recursos
 - Template Actividades
 - Template Tarefas
- Importações
- Planos
- Folhas Serviço
- Manutenção

Geral

Código Template BP_MAN_SEMEST...

Nome Template Bomba de Parafuso Manutenção Semest...

Cod. Template Activid...	Ordem de Execução de Act...	Duração	Unidade de medida	Nome Actividade
OP_M000008	1	0,00		Inspeção de vibrações
OP_M000016	2	0,00		Limpeza à pressão

Figura B.28 – Template de actividades de manutenção semestrais - Bomba de parafuso

Tekbox - water engineering - Microsoft Dynamics NAV Classic - [BP_MAN_TRIMESTRAL - Template Actividades]

Ficheiro Editar Ver Ferramentas Janela ?

Projectos

- Projectos
- Linhas Tarefa Projecto
- Diários Projectos
- Diários CG Projecto
- Roteiros
- Templates
 - Actividades
 - Equipas de Recursos
 - Template Actividades
 - Template Tarefas
- Importações
- Planos
- Folhas Serviço
- Manutenção

Geral

Código Template BP_MAN_TRIMES...

Nome Template Bomba de Parafuso Manutenção Trimestr...

Cod. Template Activid...	Ordem de Execução de Act...	Duração	Unidade de medida	Nome Actividade
OP_M000006	1	0,00		Inspeção de estado de protecção anti-corrosiva
OP_M000018	2	0,00		Limpeza Geral
OP_M000022	3	0,00		Lubrificação de órgãos móveis
OP_M000043	4	0,00		Verificação de elementos de protecção
OP_M000082	5	0,00		Regular Valor de Rele Termico

Figura B.29 – Template de actividades de manutenção trimestrais - Bomba de parafuso

Tekbox - water engineering - Microsoft Dynamics NAV Classic - [BP_MAN_MENSAL - Template Actividades]

Ficheiro Editar Ver Ferramentas Janela ?

Projectos

- Projectos
- Linhas Tarefa Projecto
- Diários Projectos
- Diários CG Projecto
- Roteiros
- Templates
 - Actividades
 - Equipas de Recursos
 - Template Actividades
 - Template Tarefas
- Importações
- Planos
- Folhas Serviço
- Manutenção

Geral

Código Template BP_MAN_MENSAL

Nome Template Bomba de Parafuso Manutenção Mensal

Cod. Template Activid...	Ordem de Execução de Act...	Duração	Unidade de medida	Nome Actividade
OP_M000003	1	0,00		Contagem de tempos de funcionamento
OP_M000007	2	0,00		Inspeção de funcionamento geral
OP_M000023	3	0,00		Medição de consumo corrente por fase
OP_M000024	4	0,00		Medição tensão de funcionamento
OP_M000037	5	0,00		Teste em manual
OP_M000046	6	0,00		Verificação de fugas
OP_M000049	7	0,00		Verificação de óleo
OP_M000059	8	0,00		Verificação nível óleo lubrificação
OP_M000063	9	0,00		Verificação ruídos
OP_M000081	10	0,00		Registar Valor da Regulação de Rele Termico

Figura B.30 – Template de actividades de manutenção mensais - Bomba de parafuso

Bomba de saturação

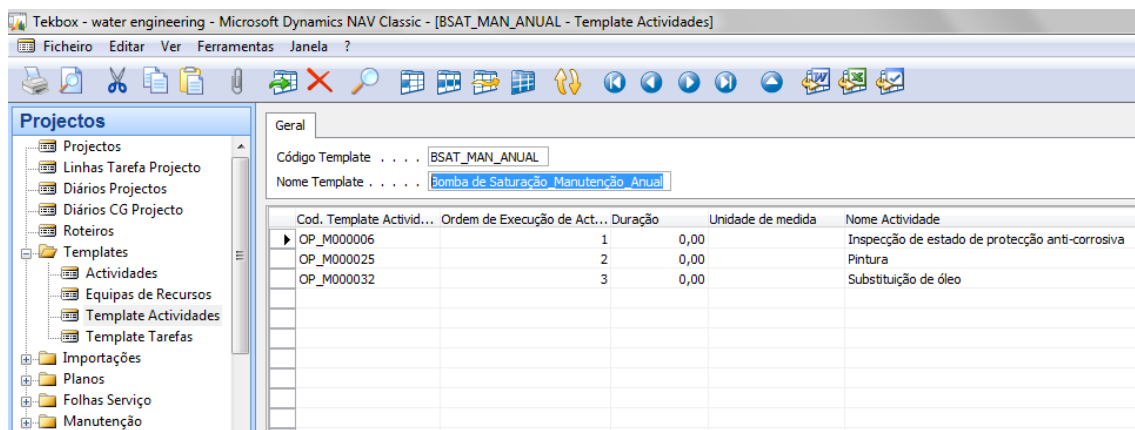


Figura B.31 – *Template* de actividades de manutenção anuais - Bomba de saturação

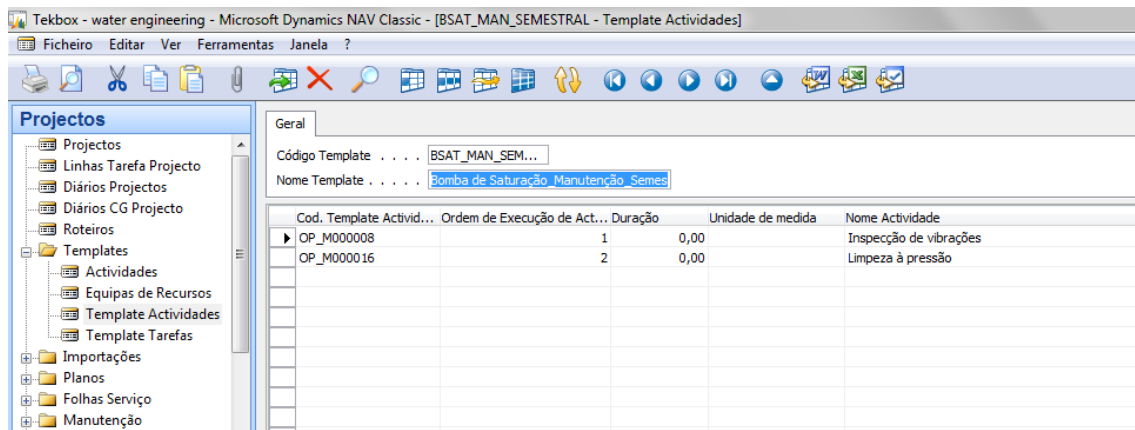


Figura B.32 – *Template* de actividades de manutenção semestrais - Bomba de Saturação

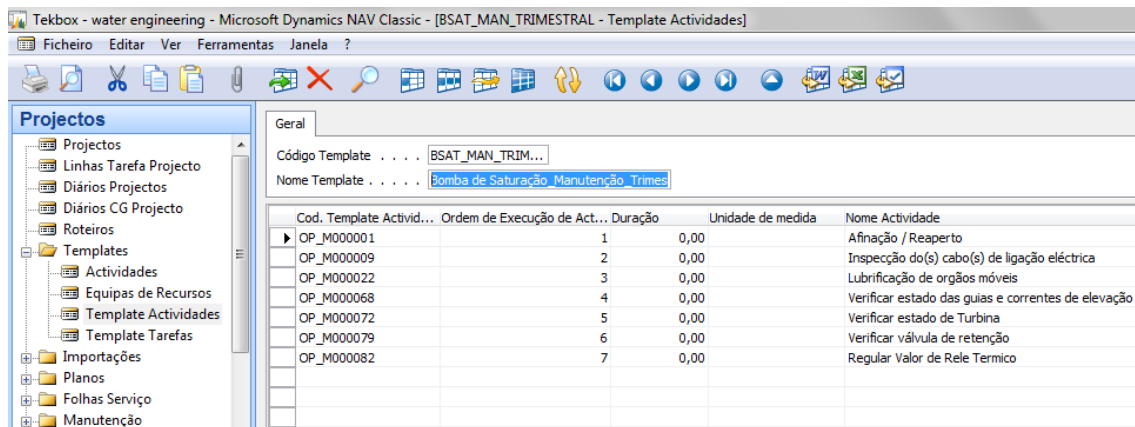


Figura B.33 – *Template* de actividades de manutenção trimestrais - Bomba de Saturação

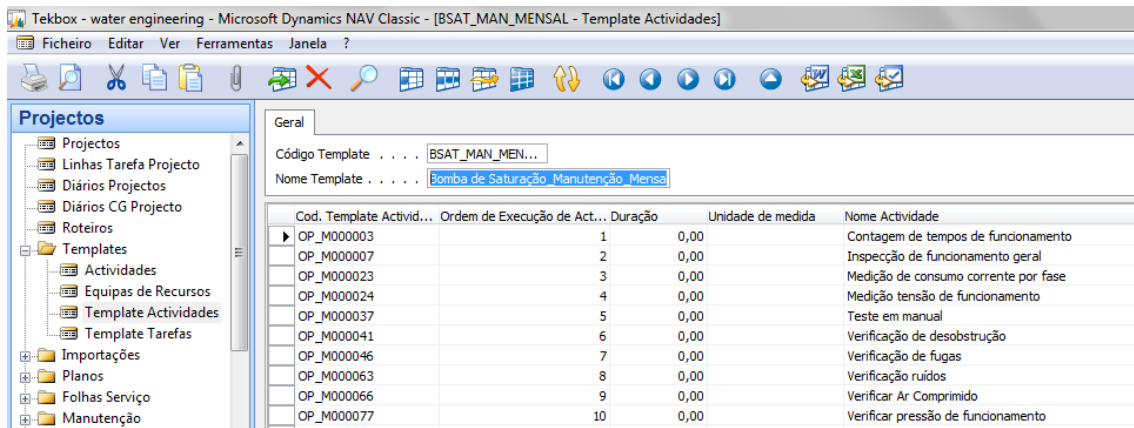


Figura B.34 – *Template* de actividades de manutenção mensais - Bomba de Saturação

Sondas de cloro, oxigénio, pH e respectivos Controladores

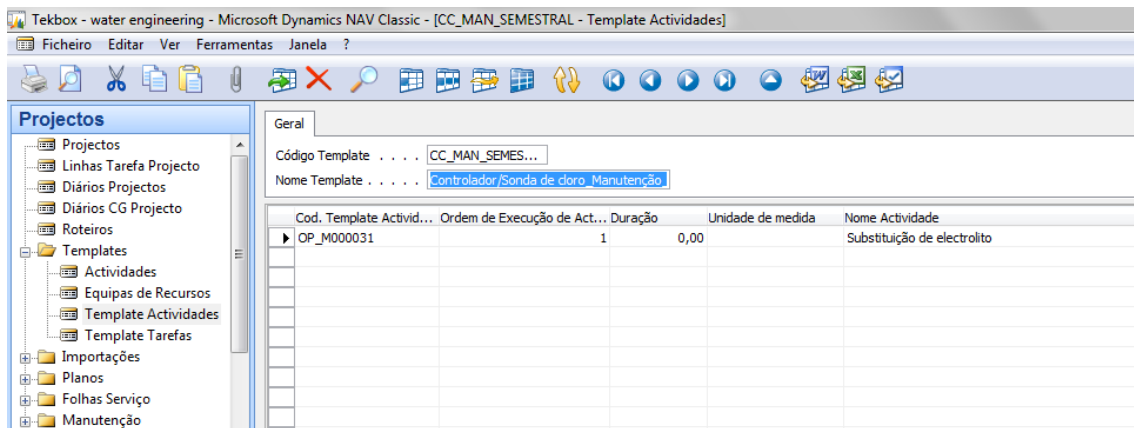


Figura B.35 – *Template* de actividades de manutenção semestrais - Sonda de cloro e respectivos controladores

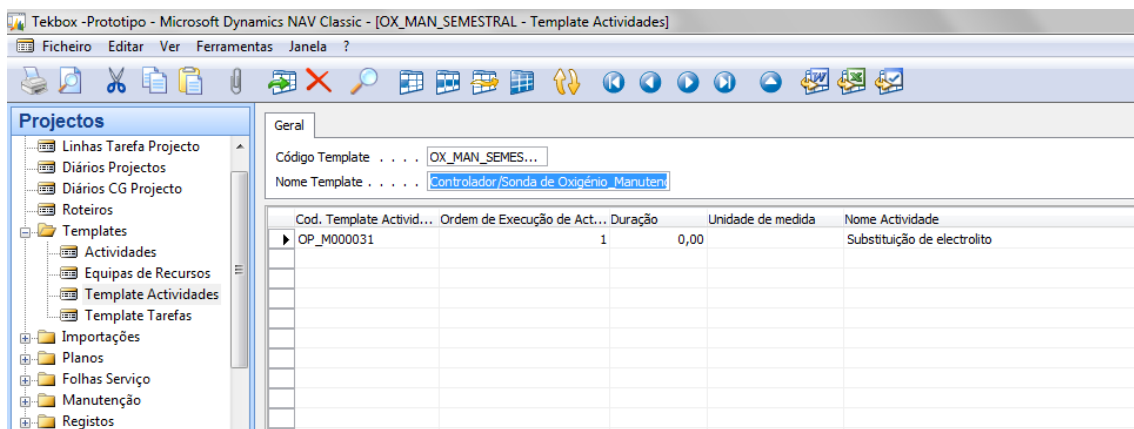


Figura B.36 – *Template* de actividades de manutenção semestrais - Sonda de oxigénio e respectivos controladores

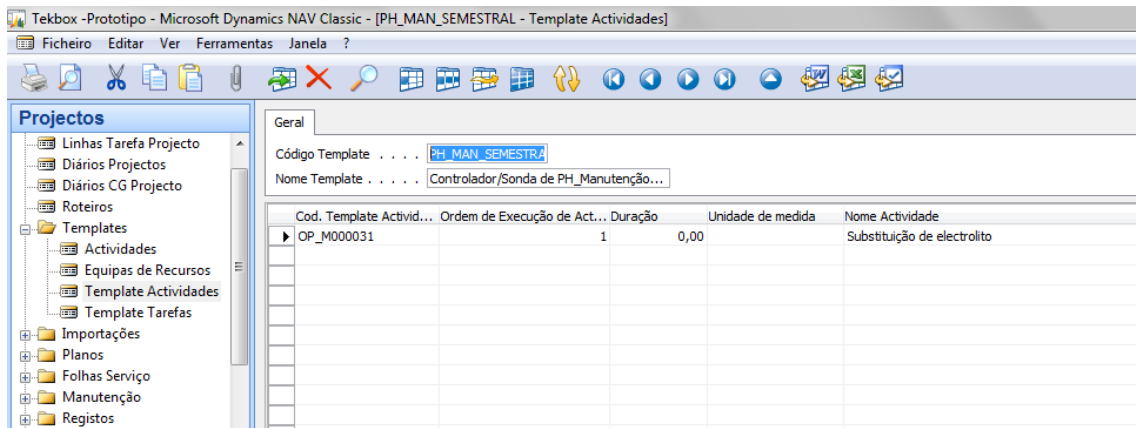


Figura B.37 – *Template* de actividades de manutenção semestrais - Sonda de pH e respectivos controladores

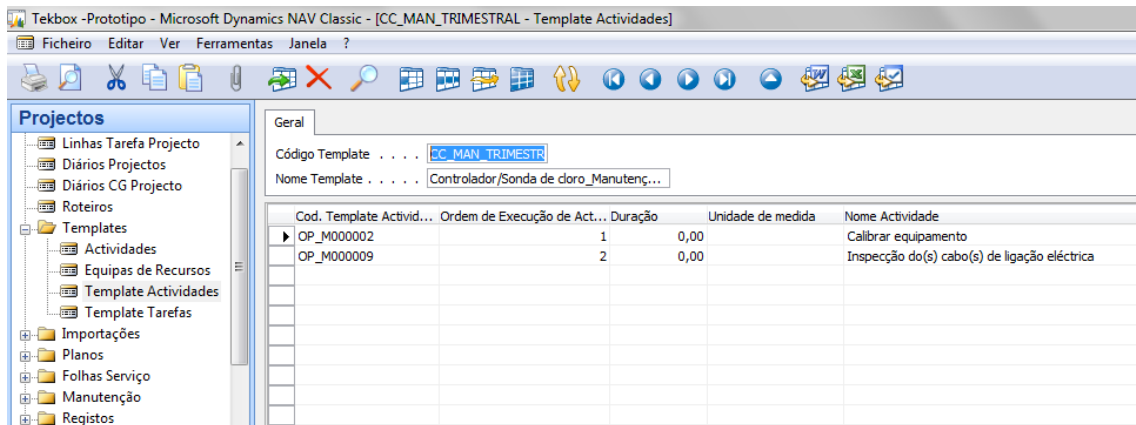


Figura B.38 – *Template* de actividades de manutenção trimestrais - Sonda de cloro e respectivos controladores

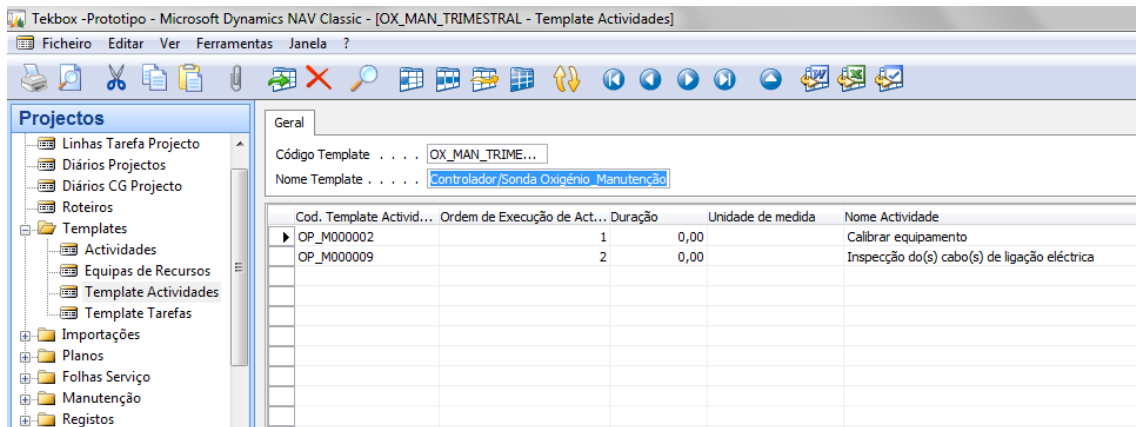


Figura B.39 – *Template* de actividades de manutenção trimestrais - Sonda de oxigénio e respectivos controladores

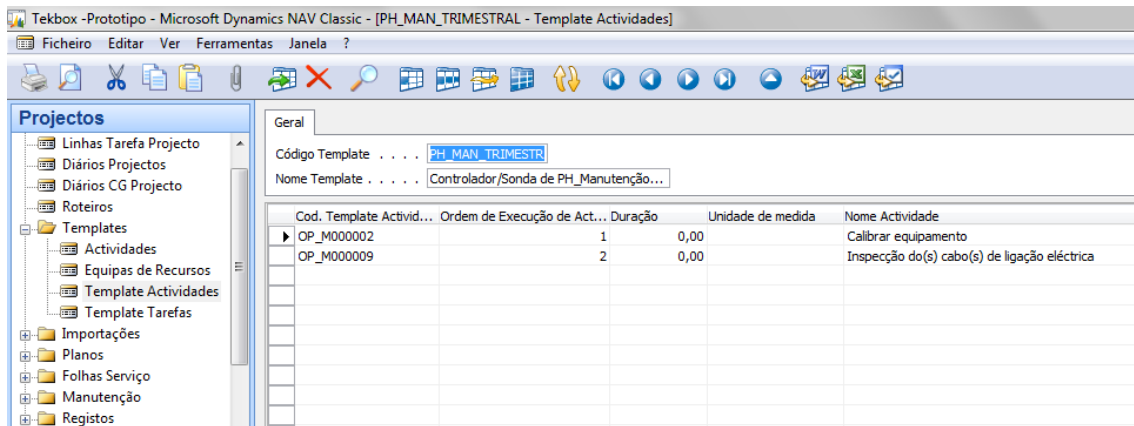


Figura B.40 – *Template* de actividades de manutenção trimestrais - Sonda de pH e respectivos controladores

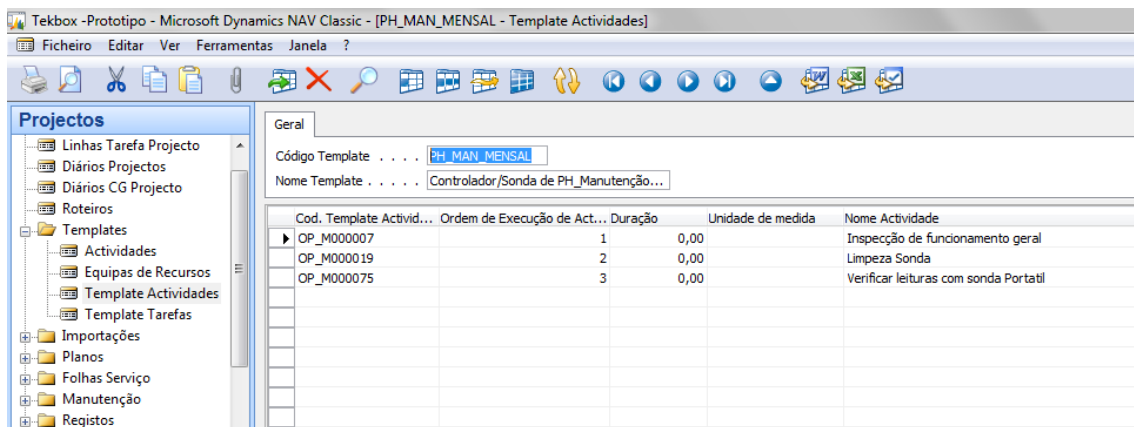


Figura B.41 – *Template* de actividades de manutenção mensais - Sonda de pH e respectivos controladores

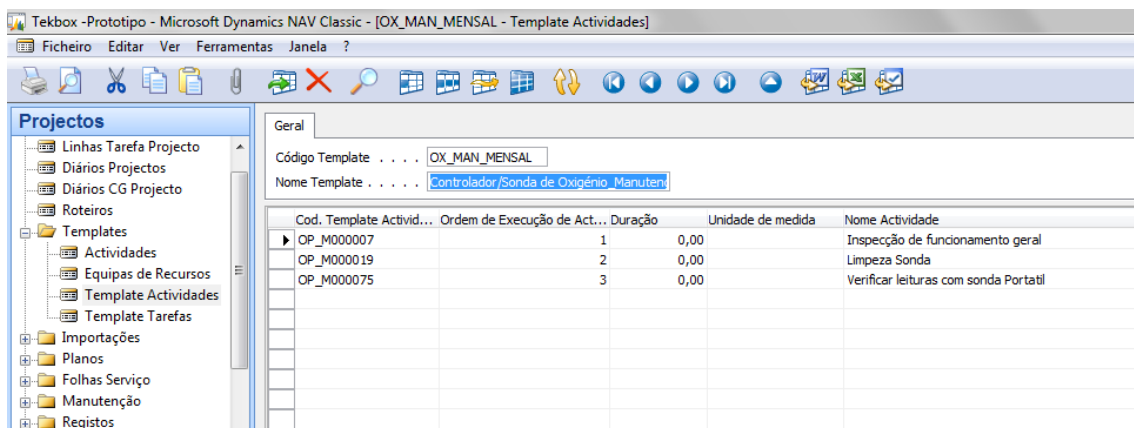


Figura B.42 – *Template* de actividades de manutenção mensais - Sonda de oxigénio e respectivos controladores

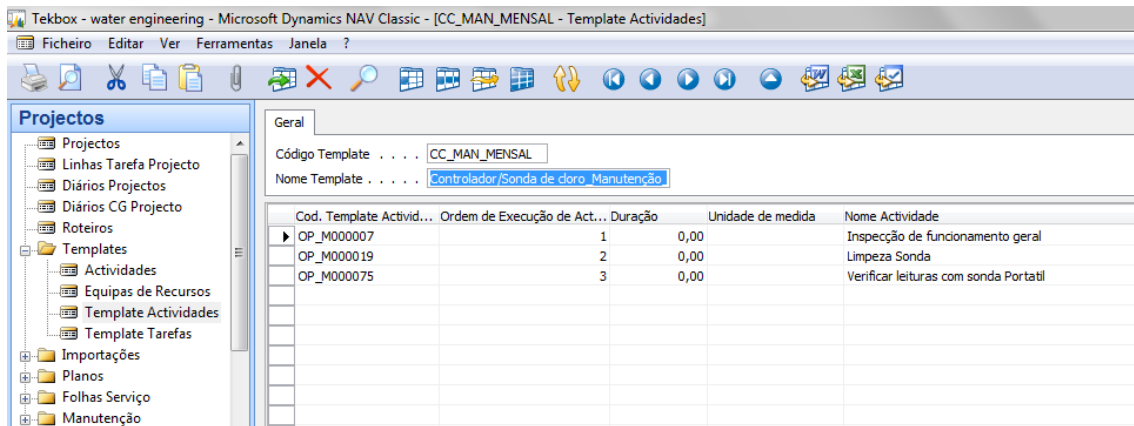


Figura B.43 – *Template* de actividades de manutenção mensais - Sonda de cloro e respectivos controladores

Centrifuga

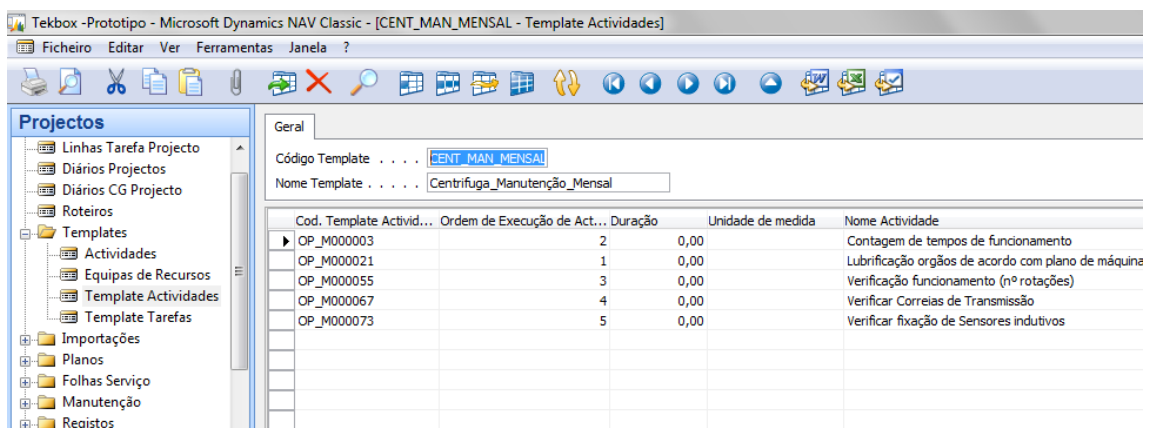


Figura B.44 – *Template* de actividades de manutenção mensais – Centrifuga

Electrocompressor

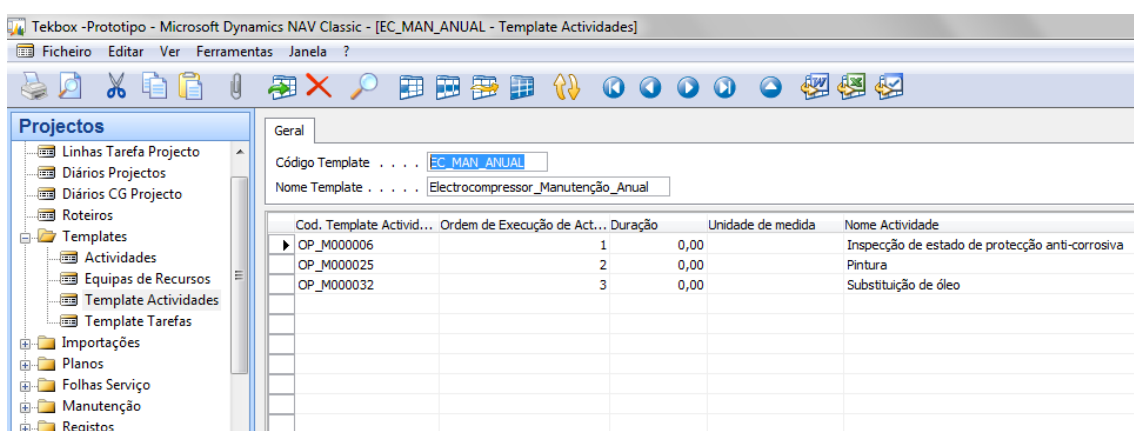


Figura B.45 – *Template* de actividades de manutenção anuais - Electrocompressor

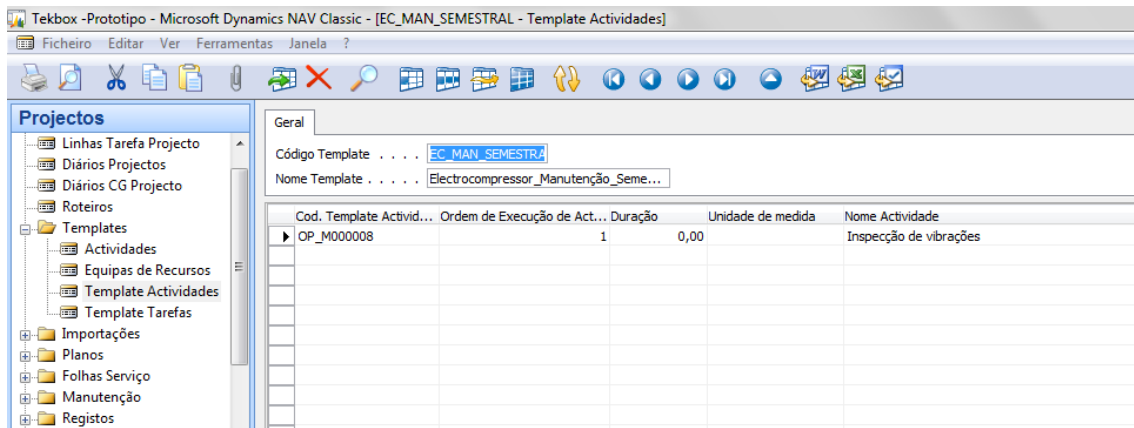


Figura B.46 – *Template* de actividades de manutenção semestrais – Electrocompressor

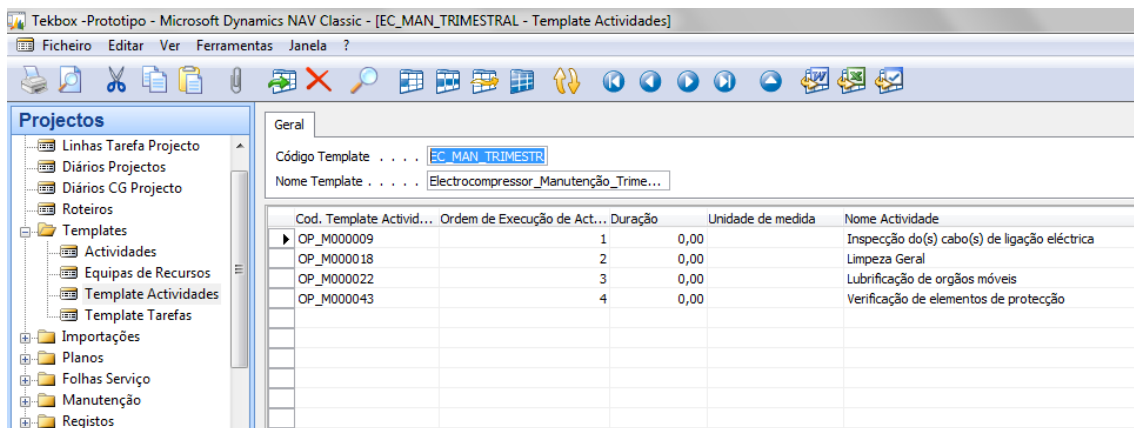


Figura B.47 – *Template* de actividades de manutenção trimestrais - Electrocompressor

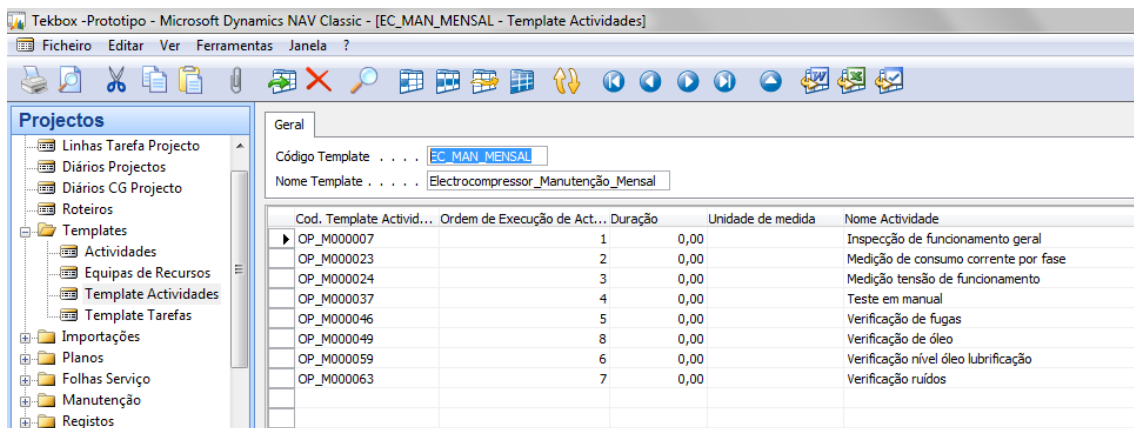


Figura B.48 – *Template* de actividades de manutenção mensais – Electrocompressor

Electroválvula

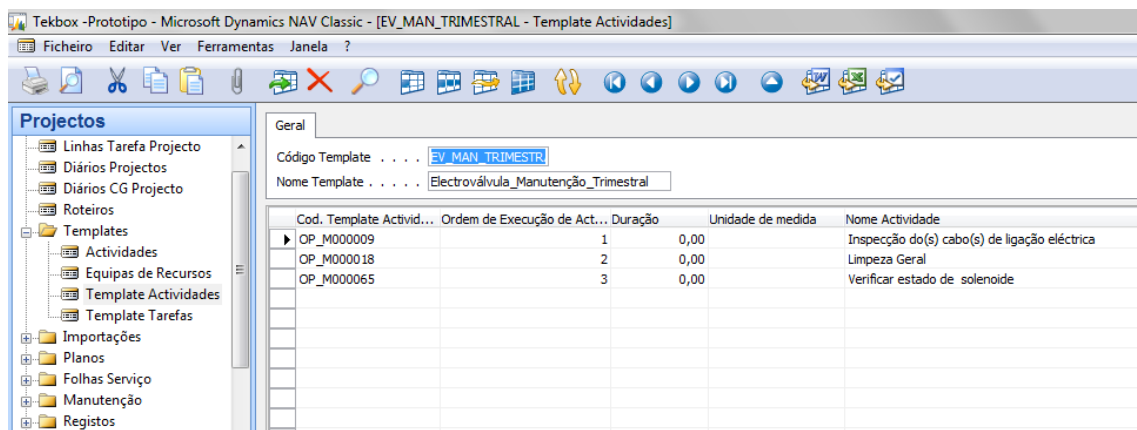


Figura B.49 – *Template* de actividades de manutenção trimestrais - Electroválvula

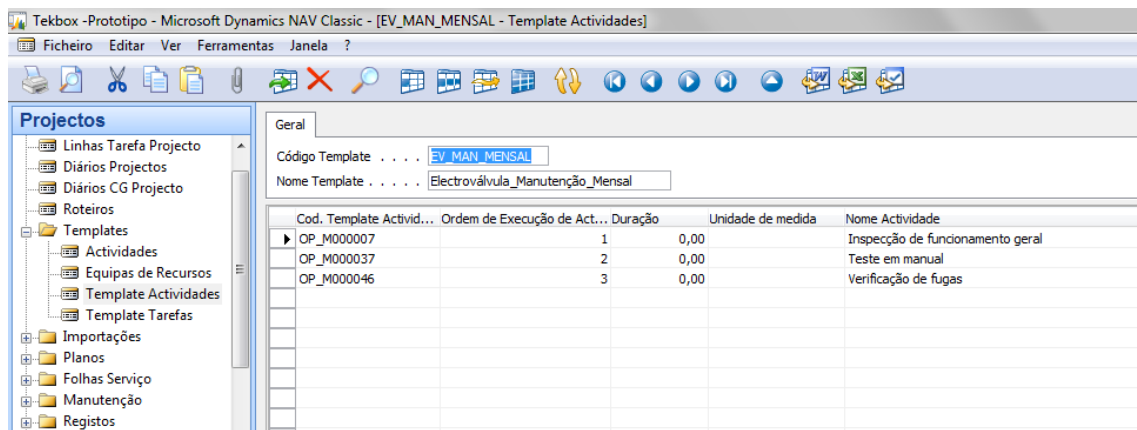


Figura B.50 – *Template* de actividades de manutenção mensais – Electroválvula

Filtro de areia

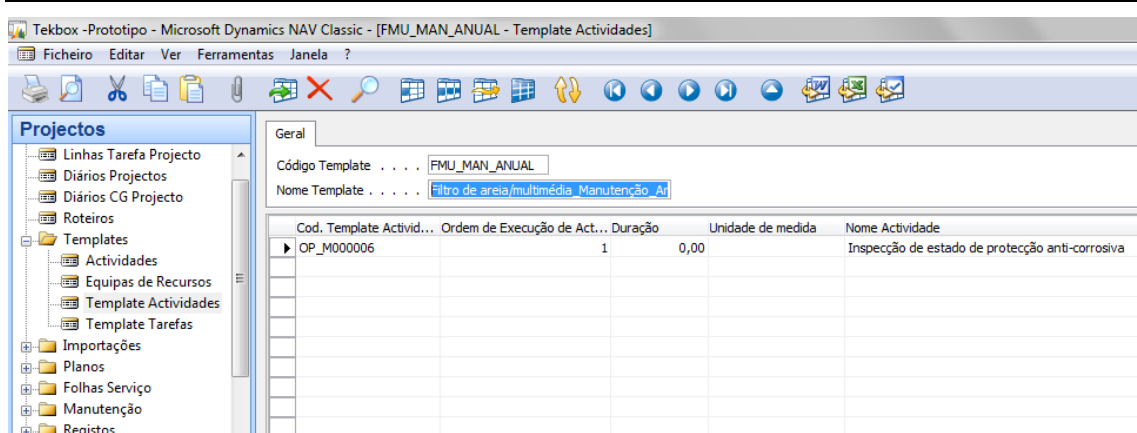


Figura B.51 – *Template* de actividades de manutenção anuais – Filtro de areia

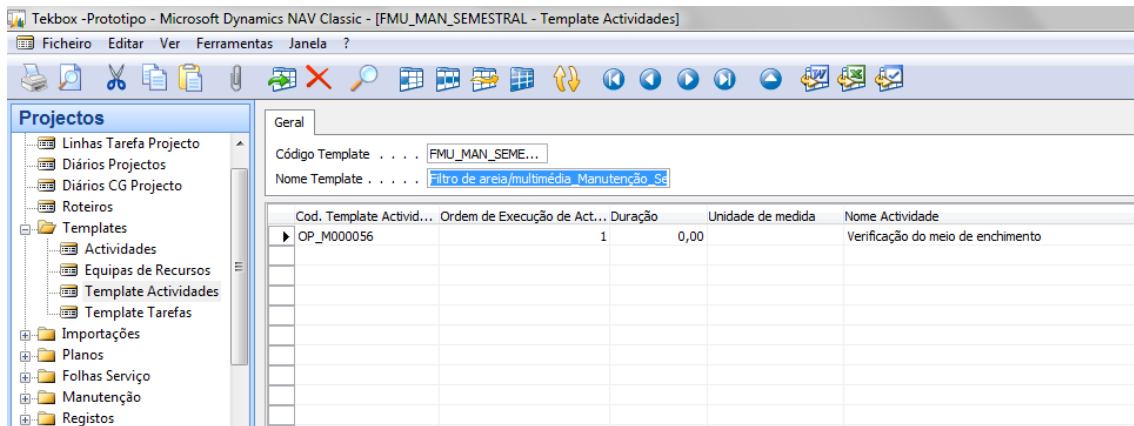


Figura B.52 – *Template* de actividades de manutenção semestrais – Filtro de areia

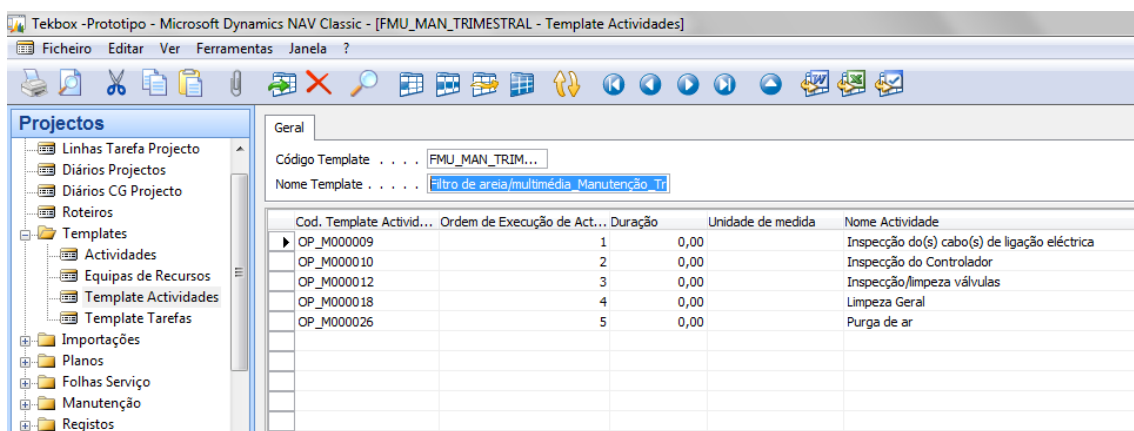


Figura B.53 – *Template* de actividades de manutenção trimestrais - Filtro de areia

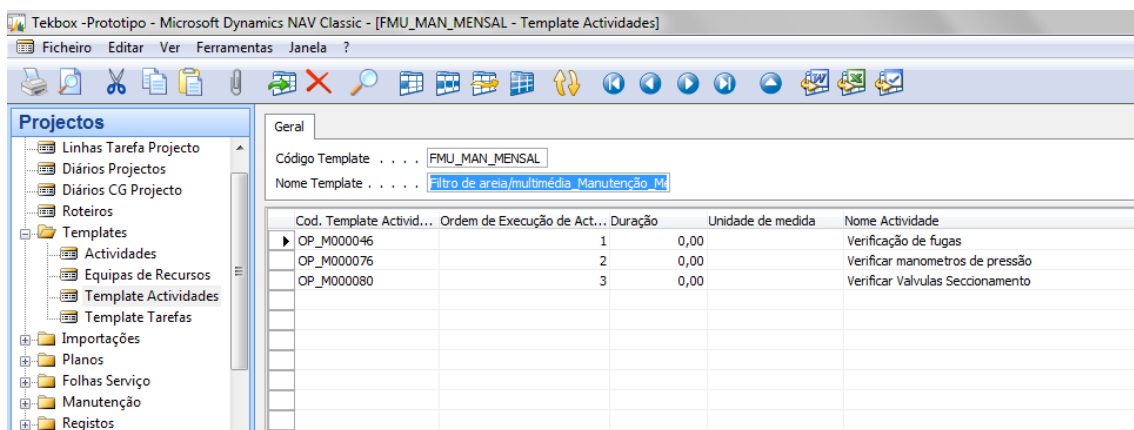


Figura B.54 – *Template* de actividades de manutenção mensais – Filtro de areia

Ponte raspadora

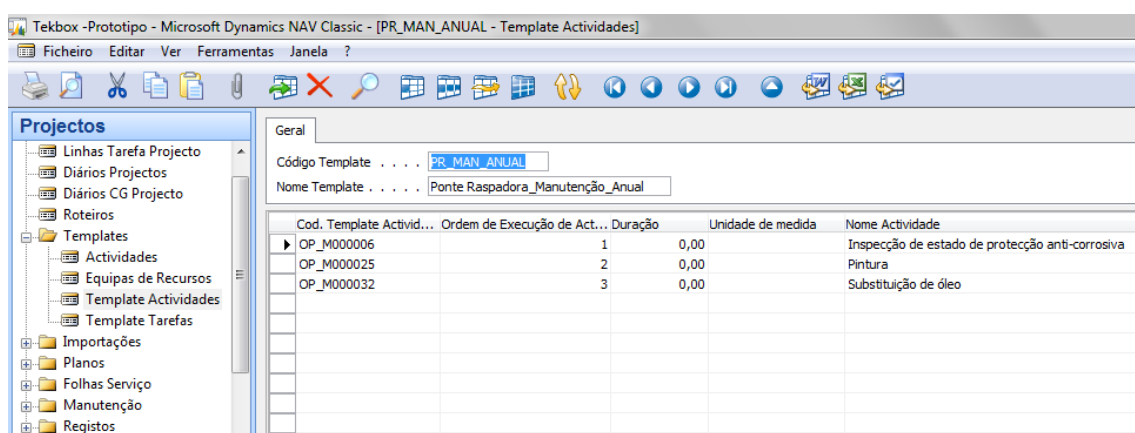


Figura B.55 – *Template* de actividades de manutenção anuais – Ponte raspadora

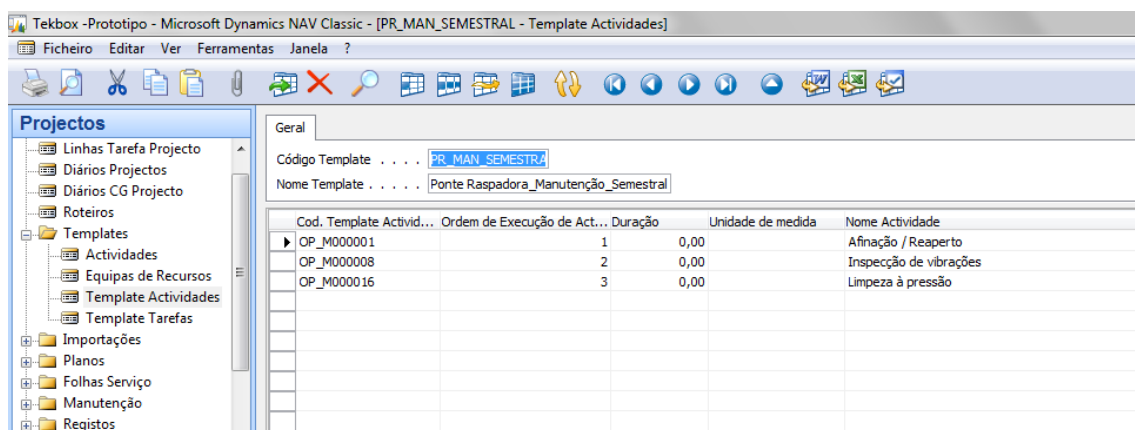


Figura B.56 – *Template* de actividades de manutenção semestrais – Ponte raspadora

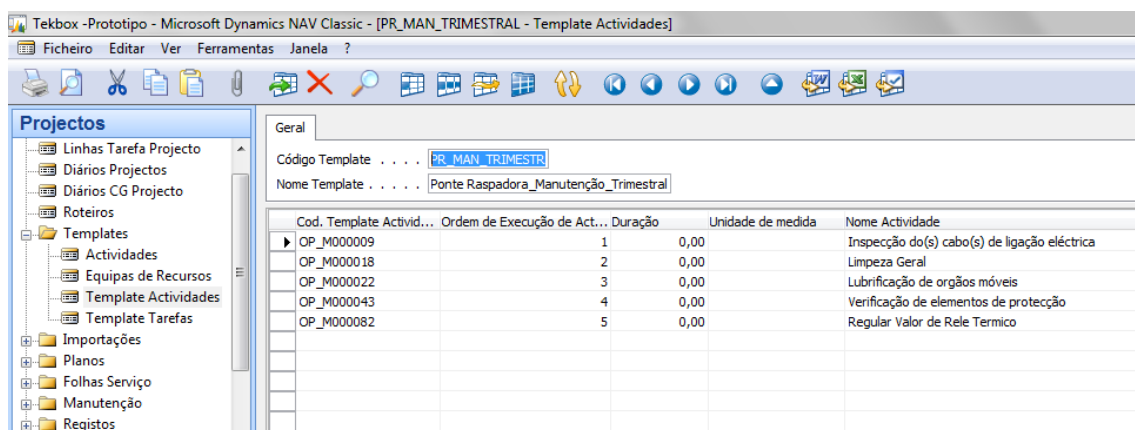


Figura B.57 – *Template* de actividades de manutenção trimestrais - Ponte raspadora

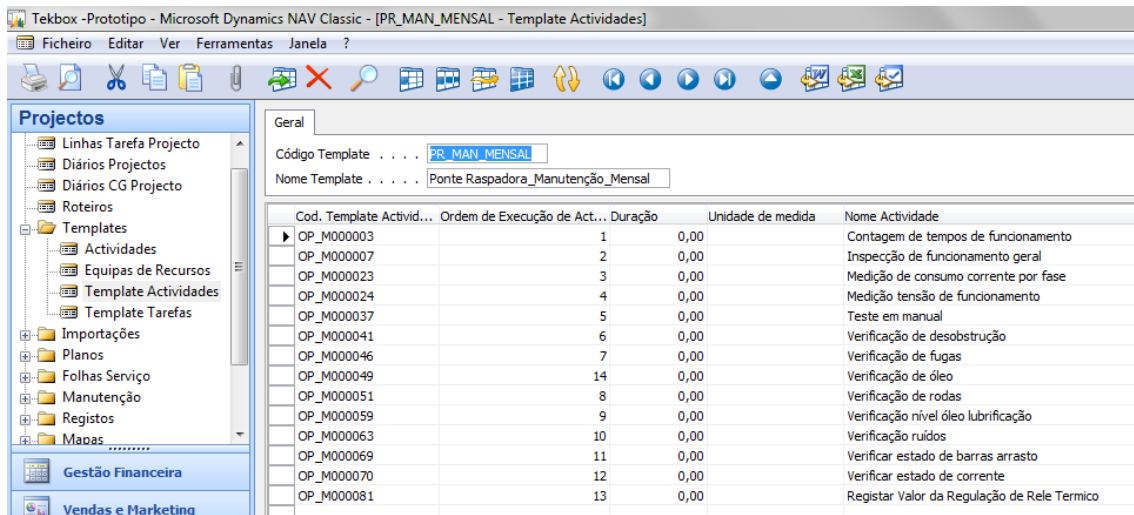


Figura B.58 – *Template* de actividades de manutenção mensais – Ponte raspadora

Parafuso transporte

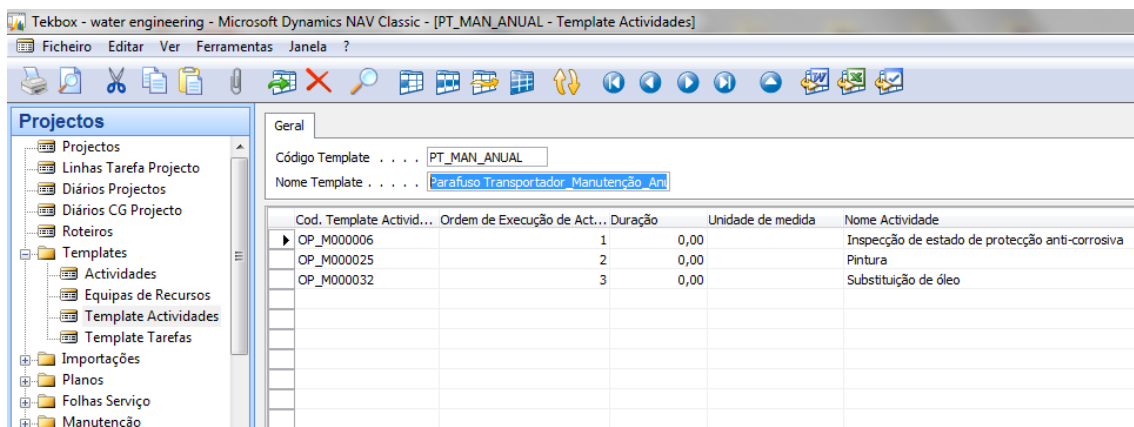


Figura B.59 – *Template* de actividades de manutenção anuais – Parafuso transporte

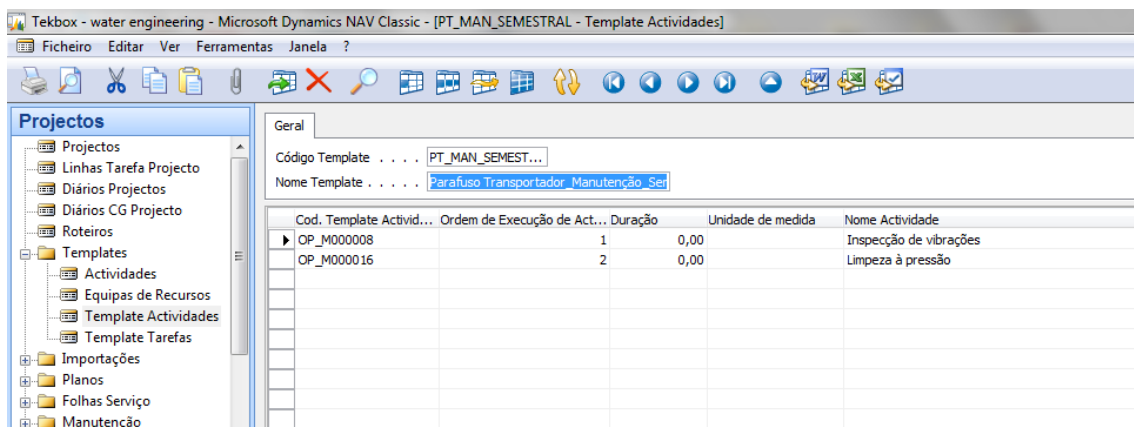


Figura B.60 – *Template* de actividades de manutenção semestrais – Parafuso transporte

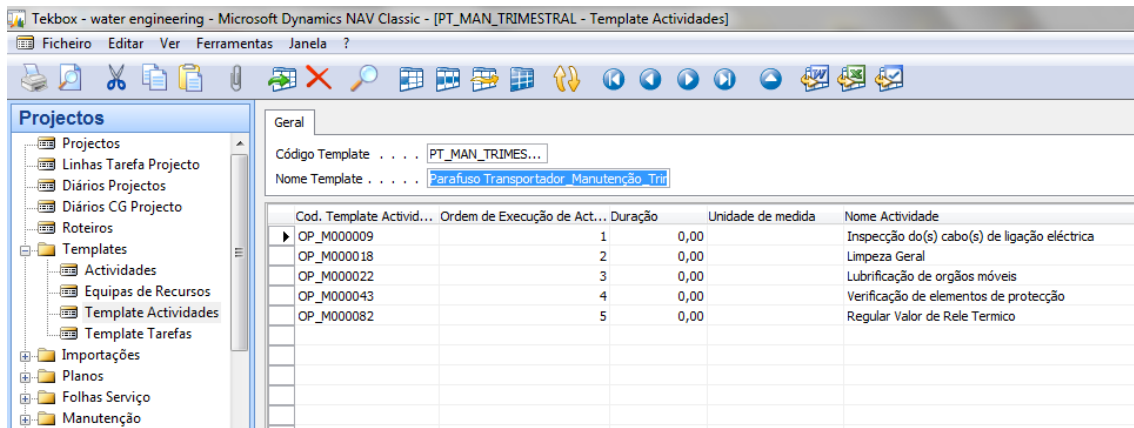


Figura B.61 – *Template* de actividades de manutenção trimestrais - Parafuso transporte

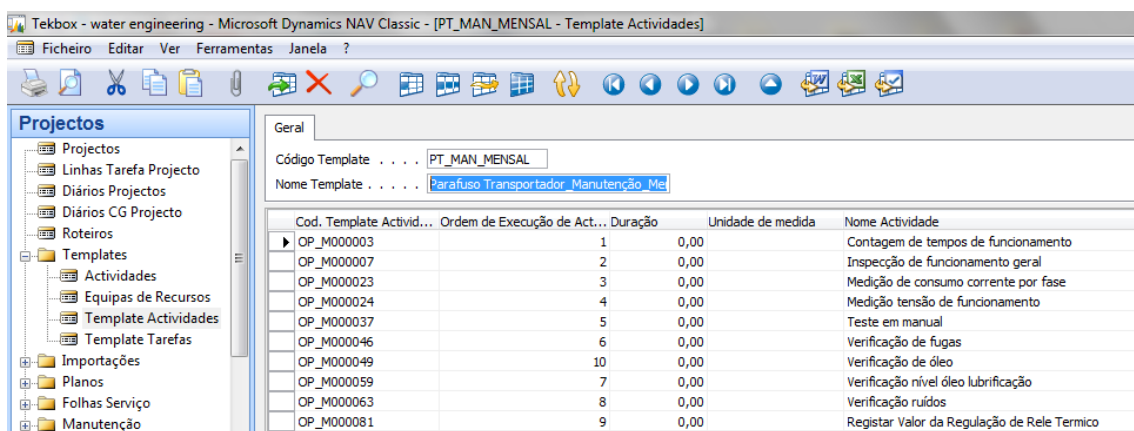


Figura B.62 – *Template* de actividades de manutenção mensais – Parafuso transporte

Quadro Eléctrico

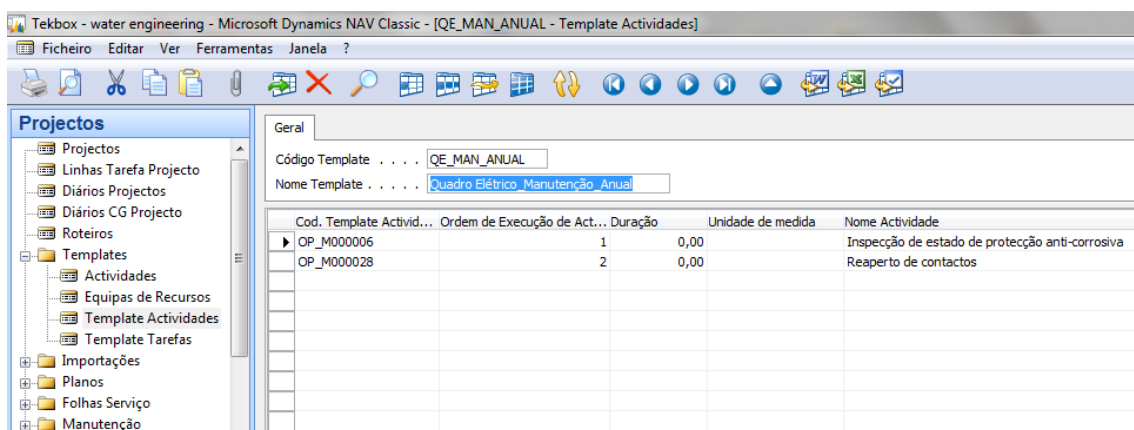


Figura B.63 – *Template* de actividades de manutenção anuais – Quadro eléctrico

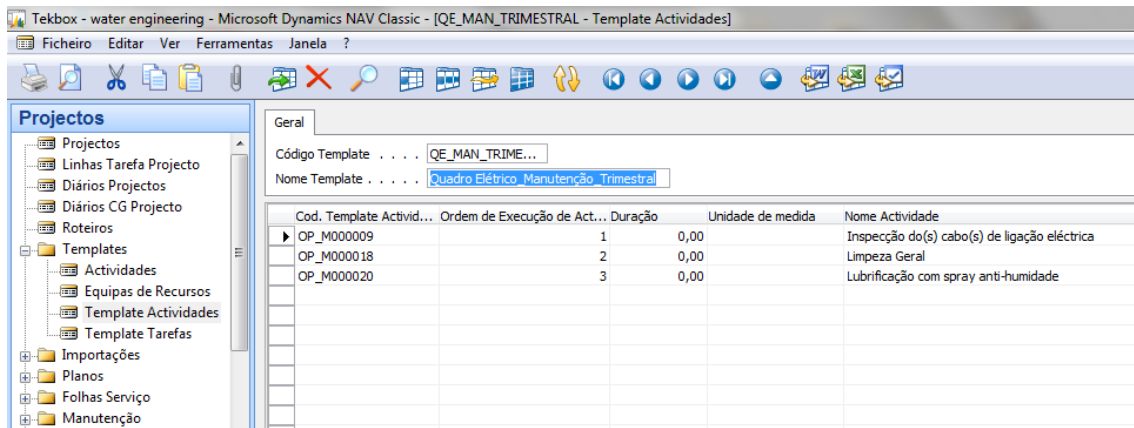


Figura B.64 – *Template* de actividades de manutenção trimestrais - Quadro eléctrico

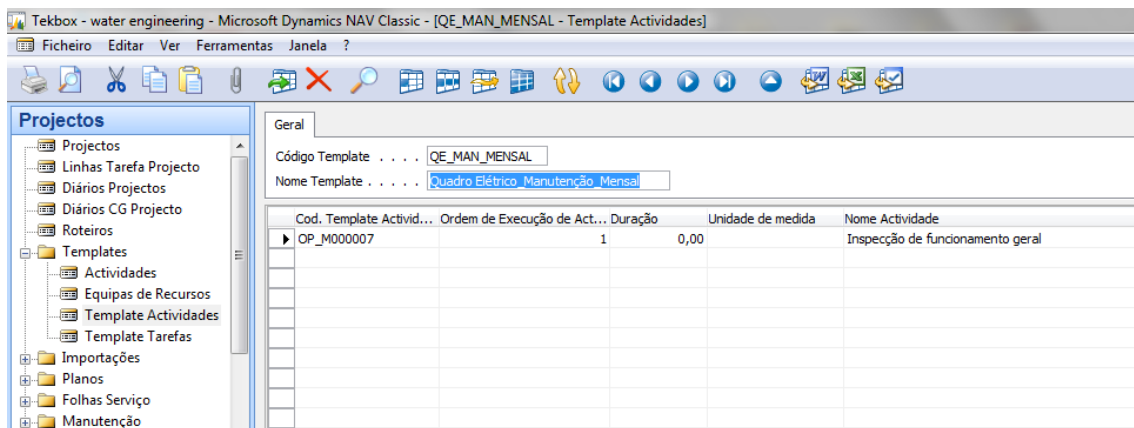


Figura B.65 – *Template* de actividades de manutenção mensais – Quadro eléctrico

Sensor de nível

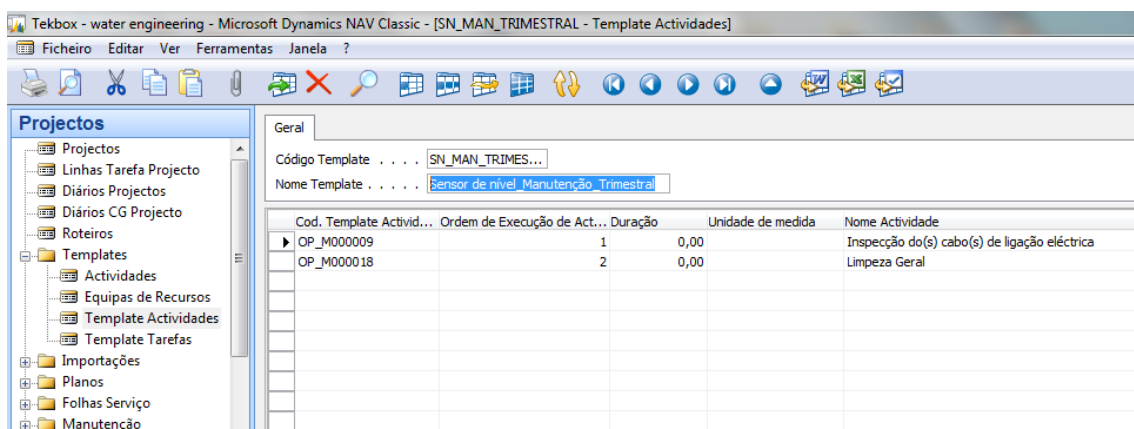


Figura B.66 – *Template* de actividades de manutenção trimestrais - Sensor de nível

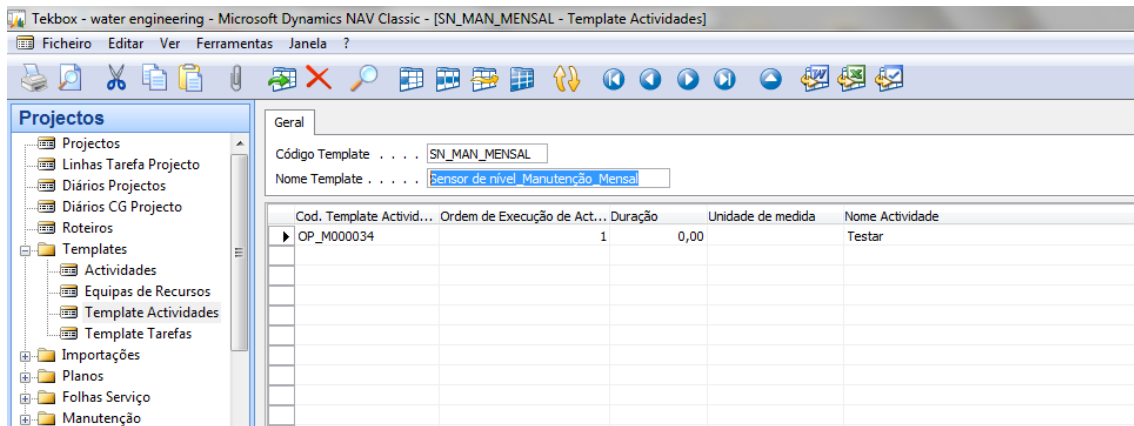


Figura B.67 – *Template* de actividades de manutenção mensais – Sensor de nível

Soprador

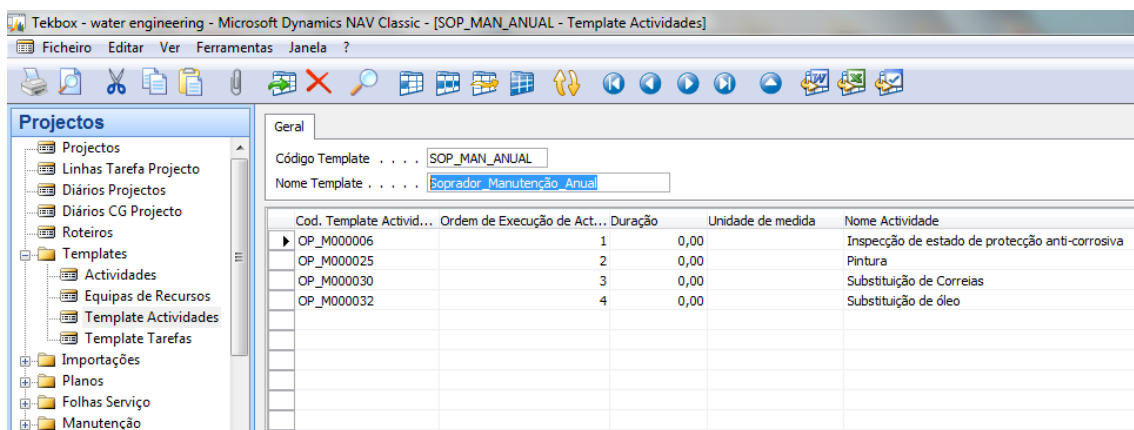


Figura B.68 – *Template* de actividades de manutenção anuais – Soprador

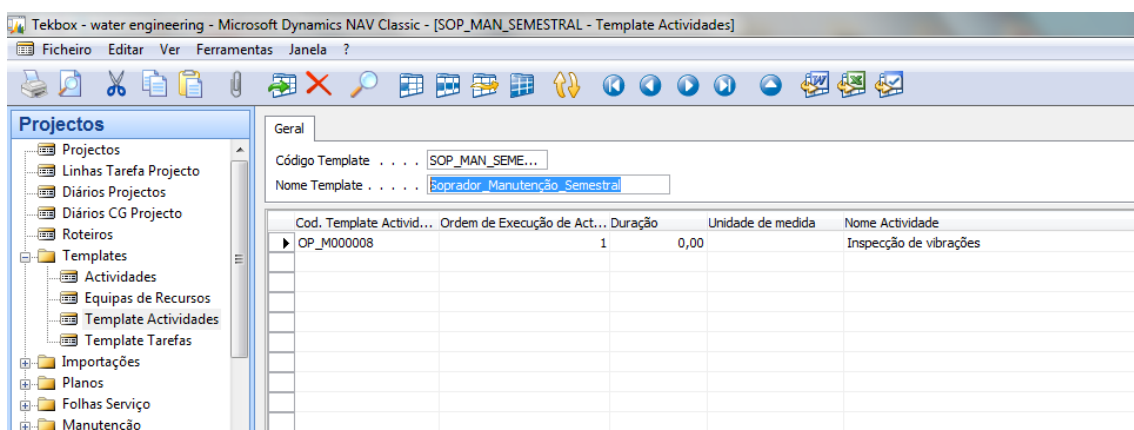


Figura B.69 – *Template* de actividades de manutenção semestrais – Soprador

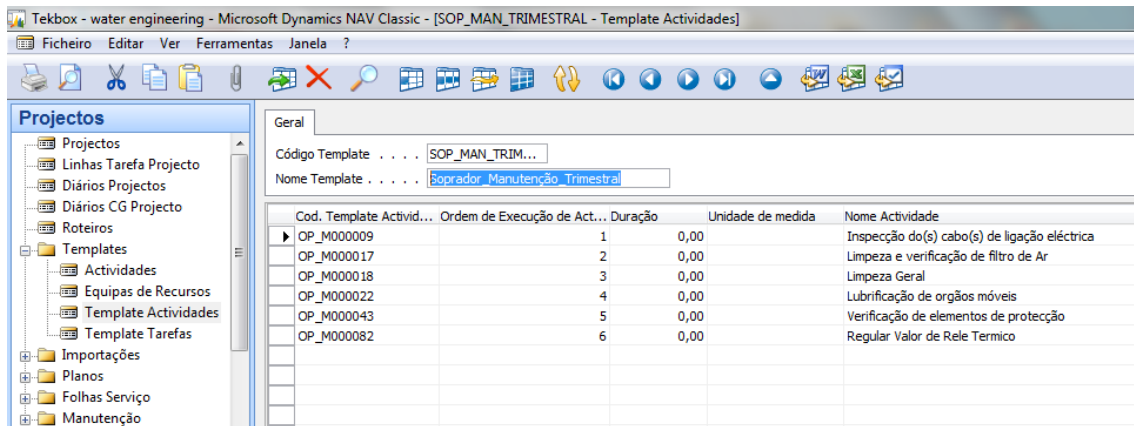


Figura B.70 – *Template* de actividades de manutenção trimestrais - Soprador

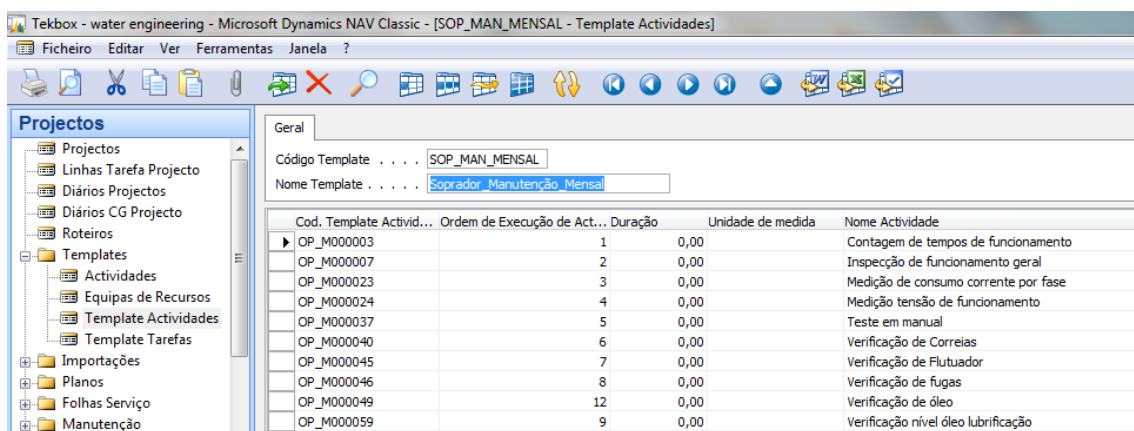


Figura B.71 – *Template* de actividades de manutenção mensais – Soprador

Transdutor de pressão

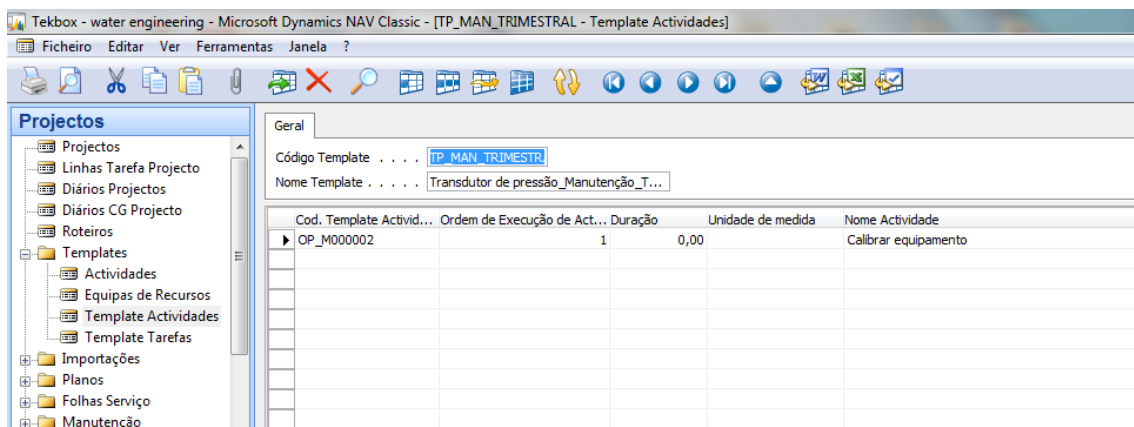


Figura B.72 – *Template* de actividades de manutenção trimestrais - Transdutor de Pressão

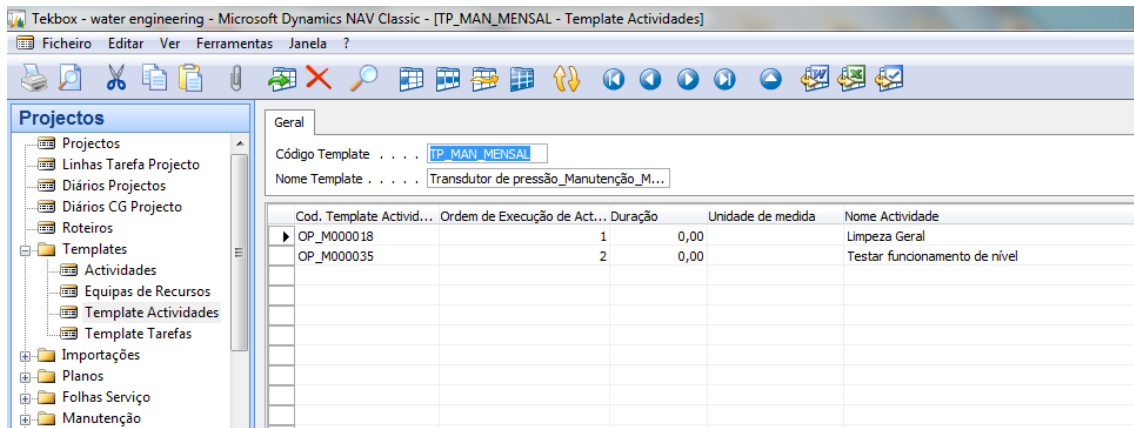


Figura B.73 – *Template* de actividades de manutenção mensais – Transdutor de Pressão

Sistema ultravioleta

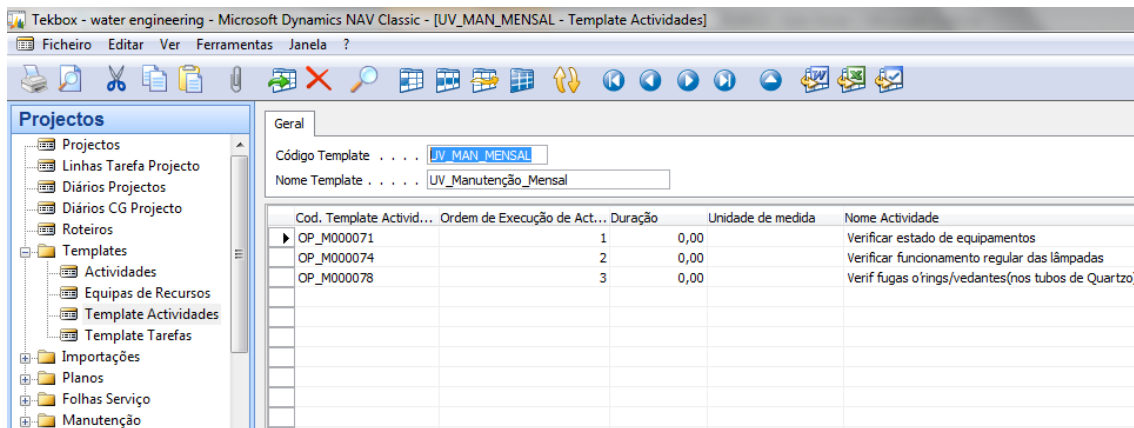


Figura B.74 – *Template* de actividades de manutenção mensais – Sistema ultravioleta

Varetas de nível

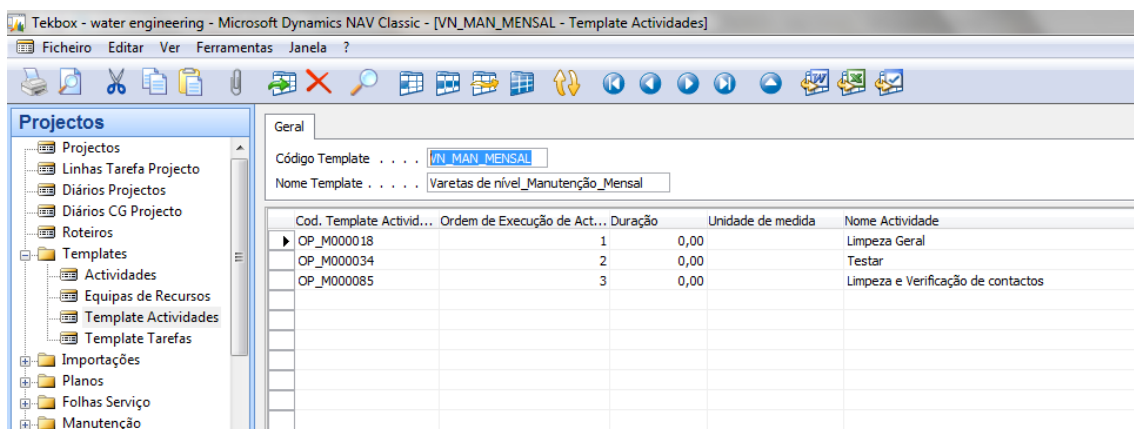


Figura B.75 – *Template* de actividades de manutenção mensais – Varetas de nível

Anexo C – Produtos de Manutenção e Roteiros

Produtos de Manutenção

Tabela C.1 – Restantes produtos (equipamentos) de manutenção do projecto 0466

Cod. Produto Manutenção	Descrição	Cod. Produto	Nº de Série	Cod. Projecto	Data de instalação	Cod. Template de Actividades
0466_TK1_ETAR	Tanque de armazenagem e homogeneização de concentrados	0466_TK1_ETAR		0466		
0466_TK2_ETAR	Tanque de retenção/homogeneização e acerto de pH de efluente	0466_TK2_ETAR		0466		
0466_TK3_ETAR	Tanque de coagulação (mistura rápida)	0466_TK3_ETAR		0466		
0466_TK4_ETAR	Tanque de acerto final de pH de águas de lavagem	0466_TK4_ETAR		0466		
0466_TK5_ETAR	Tanque de floculação (mistura lenta)	0466_TK5_ETAR		0466		
0466_TK6_ETAR	Tanque de armazenagem de lamas e espessador	0466_TK6_ETAR		0466		
0466_DEC_ETAR	Decantador	0466_DEC_ETAR		0466		
0466_D101_ETAR	Depósito de ácido sulfúrico para TK2 e TK4	0466_D101_ETAR		0466		
0466_D102_ETAR	Depósito de cal para TK2 e TK4	0466_D102_ETAR		0466		
0466_D103_ETAR	Depósito de polielectrólito para TK5	0466_D103_ETAR		0466		
0466_D104_ETAR	Depósito de polielectrólito para TK6	0466_D104_ETAR		0466		
0466_D105_ETAR	Depósito de PAX18	0466_D105_ETAR		0466		
0466_D106_ETAR	Depósito de QUIMIFLOC	0466_D106_ETAR		0466		
0466_TK1-BD1_ETAR	Bomba pneumática de trasfega	0466_TK1-BD1_ETAR		0466		
0466_TK2 – BS2_ETAR	Bomba submersível 2 do tanque TK2	0466_TK2 – BS2_ETAR		0466		
0466_DEC-BL1_ETAR	Bomba de lamas do decantador	0466_DEC-BL1_ETAR		0466		
0466_TK6-BL2_ETAR	Bomba de lamas do tanque TK6 (silo espessador)	0466_TK6-BL2_ETAR		0466		
0466_TK3 – AG3_ETAR	Agitador do tanque TK3 (M6)	0466_TK3 – AG3_ETAR		0466		
0466_TK4 – AG5_ETAR	Agitador do tanque TK4 (M5)	0466_TK3 – AG3_ETAR		0466		
0466_TK5 – AG2_ETAR	Agitador do tanque TK3 (M2)	0466_TK5 – AG2_ETAR		0466		
0466_TK6 – AG4_ETAR	Agitador do tanque TK6 (M7)	0466_TK6 – AG4_ETAR		0466		
0466_D102-AG8_ETAR	Agitador do depósito da solução de cal (M4)	0466_D102-AG8_ETAR		0466		
0466_D103-AG6_ETAR	Agitador do depósito de polielectrólito do TK5	0466_D103-AG6_ETAR		0466		
0466_D104-AG7_ETAR	Agitador do depósito de polielectrólito do TK6	0466_D104-AG7_ETAR		0466		
0466_D101-BD4_ETAR	Bomba Doseadora de ácido sulfúrico do TK2	0466_D101-BD4_ETAR		0466		
0466_D101-BD5_ETAR	Bomba Doseadora de ácido sulfúrico do TK4	0466_D101-BD5_ETAR		0466		
0466_D102-BD1_ETAR	Bomba Doseadora de cal do TK2	0466_D102-BD1_ETAR		0466		
0466_D102-BD2_ETAR	Bomba Doseadora de cal do TK4	0466_D102-BD2_ETAR		0466		
0466_D103-BD8_ETAR	Bomba doseadora de polielectrólito do TK5	0466_D103-BD8_ETAR		0466		
0466_D104-BD3_ETAR	Bomba doseadora de polielectrólito do TK6	0466_D104-BD3_ETAR		0466		
0466_D105-BD7_ETAR	Bomba Doseadora de PAX18 no TK3	0466_D105-BD7_ETAR		0466		

Tabela C.2 – Produtos (equipamentos) de manutenção do projecto 0875

Cod. Produto Manutenção	Descrição	Cod. Produto	Nº de Série	Cod. Projeto	Data de instalação	Cod. Template de Actividades
0875_OE-TAM_ETAR	Tamisador da Obra de Entrada			0875		
0875_OE-MC01_ETAR	Medidor de caudal da entrada			0875		
0875_OE-VN05_ETAR	Vareta de medicao de nivel-Obra de entrada			0875		
0875_OE-CL01_ETAR	Comando Local-Obra entrada(CL-OETAM,CL-HOMOARJ02)			0875		
0875_OE-VS05_ETAR	Valv. seccionamento-Obra entrada.(Canal Tamisador)			0875		
0875_OE-VS06_ETAR	Valvula seccionamento-Obra entrada.(Canal by-pass)			0875		
0875_HOMO-ARJ02_ETAR	Arejador do homogeneizador			0875	01/09/2010	
0875_HOMO-MpH04_ETAR	Sonda pH do Homo			0875	01/09/2010	
0875_HOMO-BS01_ETAR	Bomba submersivel 1-bombagem do HOMO p/ TA			0875	01/09/2010	
0875_HOMO-BS02_ETAR	Bomba submersivel 2-bombagem do HOMO p/ TA			0875	01/09/2010	
0875_HOMO-QE01_ETAR	Quadro Electrico das bombas do HOMO			0875	01/09/2010	
0875_HOMO-SL10_ETAR	Boia de minimo do homo			0875	01/09/2010	
0875_HOMO-SL11_ETAR	Boia de medio do homo			0875	01/09/2010	
0875_HOMO-SL12_ETAR	Boia de maximo do homo			0875	01/09/2010	
0875_HOMO-SL13_ETAR	Boia minimo homo,p/bombas subm. HOMO-QE01			0875	01/09/2010	
0875_HOMO-SL14_ETAR	Boia alternância homo,p/ bombas subm. HOMO-QE02			0875	01/09/2010	
0875_HOMO-MN02_ETAR	Boias de comando do homo p/ QE-ETAR			0875	01/09/2010	
0875_TA-AS01_ETAR	Arejador do Tanque de arejamento			0875	01/09/2010	
0875_TA-MO2.03_ETAR	Sonda de Oxigenio do Tanque de Arejamento			0875	01/09/2010	
0875_DAF-BS01_ETAR	Bomba Submersivel 1-bombagem do TA p/ DAF			0875	01/09/2010	
0875_DAF-BS02_ETAR	Bomba Submersivel 2-bombagem do TA p/ DAF			0875	01/09/2010	
0875_TA-VN1_ETAR	Vareta nivel TA,p/controlo bombas do DAF(Maximo)			0875	01/09/2010	
0875_TA-VN2_ETAR	Vareta nivel TA,p/controlo bombas do DAF(START)			0875	01/09/2010	
0875_TA-VN3_ETAR	Vareta nivel TA,p/controlo bombas do DAF(STOP)			0875	01/09/2010	
0875_TA-VN4_ETAR	Vareta nivel TA,p/controlo bombas do DAF(Minimo)			0875	01/09/2010	
0875_DAF-BR01_ETAR	Bomba de recirculacao/injeccao do DAF			0875	01/09/2010	
0875_DAF-MTR01_ETAR	Raspador de lamas do DAF			0875	01/09/2010	
0875_DAF-QE_ETAR	Quadro Electrico do DAF			0875	01/09/2010	
0875_DAF-TBV_ETAR	Valvulas e tubagens do DAF			0875	01/09/2010	
0875_DR-BP01_ETAR	Bomba de lamas 1 da recirculacao/desidracao			0875	01/09/2010	
0875_DR-BP02_ETAR	Bomba de lamas 2 da recirculacao/desidracao			0875	01/09/2010	
0875_DR-VS01_ETAR	Valvula de seccionamento de saida da DR-BP01			0875	01/09/2010	
0875_DR-VS02_ETAR	Valvula de seccionamento de saida da DR-BP02			0875	01/09/2010	

Tabela C.2 (Continuação) – Produtos (equipamentos) de manutenção do projecto 0875

Cod. Produto Manutenção	Descrição	Cod. Produto	Nº de Série	Cod. Projeto	Data de instalação	Cod. Template de Actividades
0875_DR-VR03_ETAR	Valvula de retencao de saida da DR-BP01			0875	01/09/2010	
0875_DR-VR04_ETAR	Valvula de retencao de saida da DR-BP02			0875	01/09/2010	
0875_DR-VS03_ETAR	Valvula seccionamento de purga p/ cuba de lammas			0875	01/09/2010	
0875_DR-VS04_ETAR	Valv. seccionamento-alimen. alternativa centrifuga			0875	01/09/2010	
0875_DR-VS05_ETAR	Valvula de seccionamento de recirculacao p/ TA			0875	01/09/2010	
0875_DR-VS06_ETAR	Valvula de seccionamento de recirculacao p/ HOMO			0875	01/09/2010	
0875_CF-BD01_ETAR	Bomba doseadora 1 do floculante			0875	01/09/2010	
0875_CF-BD02_ETAR	Bomba doseadora 2 do floculante			0875	01/09/2010	
0875_CF-CP_ETAR	Central de Prep/cao de polimero p/ DAF			0875	01/09/2010	
0875_CP-PP01_ETAR	Prep/dor de polimero da central de polimero			0875	01/09/2010	
0875_CP-AG01_ETAR	Agitador de prep/cao da central de polimero			0875	01/09/2010	
0875_CPAG02_ETAR	Agitador de maturacao da central de polimero			0875	01/09/2010	
0875_CP-QE_ETAR	Quadro Electrico da central de polimero			0875	01/09/2010	
0875_DESI-AG04_ETAR	Agitador da Cuba de lammas p/ desidratacao			0875	01/09/2010	
0875_DESI-AG01_ETAR	Agitador Tanque de polimero			0875		
0875_DOS-AG02_ETAR	Agitador Tanque de correccao (BASE)			0875		
0875_DOS-AG03_ETAR	Agitador Tanque de Nutrientes			0875		
0875_DESI-BD01_ETAR	Bomba pneumatica-dosagem polimero p/desidratacao			0875	01/09/2010	
0875_DOS-BD02_ETAR	Bomba pneumatica dosagem de reagente base p/ HOMO			0875		
0875_DOS-BD03_ETAR	Bomba pneumatica dosagem de nutrientes p/ HOMO			0875		
0875_CT-MP_ETAR	Centrifuga: Motor Principal			0875	01/09/2010	
0875_CT-MS_ETAR	Centrifuga: Motor Secundario, Raspador			0875	01/09/2010	
0875_DESI-CT_ETAR	Centrifuga da desidratacao			0875	01/09/2010	
0875_DESI-FP_ETAR	Filtro prensa da desidratacao			0875		
0875_RL-BS01_ETAR	Recirculacao do decantador, Bomba submersivel 1			0875		
0875_RL-BS02_ETAR	Recirculacao do decantador, Bomba submersivel 2			0875		
0875_RL-SL30_ETAR	Boia de minimo-poco de recirculacao do decantador			0875		
0875_DEC_ETAR	Decantador			0875		
0875_EEF-BS01_ETAR	Elevatoria final, Bomba submersivel 1			0875	01/09/2010	
0875_EEF-BS02_ETAR	Elevatoria final, Bomba submersivel 2			0875	01/09/2010	
0875_EEF-QE_ETAR	Elevatoria final, Quadro electrico			0875	01/09/2010	
0875_EEF-SL01_ETAR	Boia de minimo da EEF			0875	01/09/2010	
0875_EEF-SL02_ETAR	Boia de alternancia da EEF			0875	01/09/2010	
0875_EEF-SL03_ETAR	Boia de reforco da EEF			0875	01/09/2010	

Tabela C.2 (Continuação) – Produtos (equipamentos) de manutenção do projecto 0875

Cod. Produto Manutenção	Descrição	Cod. Produto	Nº de Série	Cod. Projeto	Data de instalação	Cod. Template de Actividades
0875_EEF-SL04_ETAR	Boia de maximo da EEF			0875	01/09/2010	
0875_EEF-MC02_ETAR	Caudalimetro da EEF, p/ Rega			0875	01/09/2010	
0875_EEF-VS07_ETAR	Valvula seccionamento saida EEF-BS01			0875	01/09/2010	
0875_EEF-VS08_ETAR	Valvula seccionamento saida EEF-BS02			0875	01/09/2010	
0875_EEF-VR01_ETAR	Valvula retencao de saida da EEF-BS01			0875	01/09/2010	
0875_EEF-VR02_ETAR	Valvula retencao de saida da EEF-BS02			0875	01/09/2010	
0875_ETAR-TUB_ETAR	Tubagens da ETAR			0875		
0875_ETAR-EST_ETAR	Estruturas e civil da ETAR			0875		
0875_QE-ETAR_ETAR	Quadro Electrico da ETAR			0875	01/09/2010	
0875_ETAR-ELEC_ETAR	Circuitos electricos ETAR(tomadas e iluminacao)			0875		
0875_QE-EE1_ETAR	Quadro Electrico da EE1			0875		
0875_QE-EE2_ETAR	Quadro Electrico da EE2			0875		
0875_QE-EE3_ETAR	Quadro Electrico da EE3			0875		
0875_QE-EE4_ETAR	Quadro Electrico da EE4			0875		
0875_QE-EE5_ETAR	Quadro Electrico da EE5			0875		
0875_QE-EE6_ETAR	Quadro Electrico da EE6			0875		
0875_QE-EE7_ETAR	Quadro Electrico da EE7			0875		
0875_QE-EE8_ETAR	Quadro Electrico da EE8			0875		
0875_QE-EE9_ETAR	Quadro Electrico da EE9			0875		
0875_QE-EE10_ETAR	Quadro Electrico da EE10			0875		
0875_QE-SINOT_ETAR	Quadro electrico do sinotico			0875		
0875_QNV+RG_ETAR	Quadro de niveis e distribuicao da REGA			0875		
0875_QE-BLM_ETAR	Quadro electrico da bomba de lamas p/ desidratacao			0875		
0875_QE-DAF_ETAR	Quadro electrico do DAF			0875	01/09/2010	
0875_DESI-VS01_ETAR	Valvu. solenoide-b.doseadora polimero,desidratacao			0875	01/09/2010	
0875_DOS-VS02_ETAR	Valv. solenoide-b.doseadora correcao pH,Homo(BASE)			0875		
0875_DOS-VS03_ETAR	Valvula solenoide-b.doseadora nutrientes, Homo			0875		
0875_DESI-VS04_ETAR	Valv solenoide-abast. tanque polimero,desidratacao			0875		
0875_DOS-VS05_ETAR	Valvula solenoide-abast. tanque BASE,correcao pH			0875		
0875_DOS-VS06_ETAR	Valvula solenoide-abast. tanque de nutrientes			0875		
0875_DOS-VS08_ETAR	Valv solenoide-lavagem circuito correcao pH,(BASE)			0875		
0875_DOS-VS09_ETAR	Valvula solenoide-lavagem circuito de nutrientes			0875		
0875_DESI-VS10_ETAR	Valvula solenoide-lavagem centrifuga			0875		

Tabela C.3 – Produtos (equipamentos) de manutenção do projecto 0897

Cod. Produto Manutenção	Descrição	Cod. Produto	Nº de Série	Cod. Projeto	Data de instalação
0897_CE02_ETARI	Quadro elétrico de depuração			0897	
0897_DL01_ETARI	Decantador lamelar			0897	
0897_BM01DL01_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_ES01_ETARI	Espessador de lamas depuração em contínuo			0897	
0897_BM01ES01_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_BM02ES01_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_ES02_ETARI	Espessador de lamas depuração por cargas			0897	
0897_BM01ES02_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_BM02ES02_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_BM03ES02_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_BM04ES02_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_EV01_ETARI	Evaporador			0897	
0897_7.1.7_ETARI	Bomba centrífuga			0897	
0897_FP01_ETARI	Filtro prensa depuração em contínuo			0897	
0897_FP02_ETARI	Filtro prensa depuração por cargas			0897	
0897_FP03_ETARI	Filtro prensa depuração por cargas			0897	
0897_FS01_ETARI	Filtro de sílex processo contínuo			0897	
0897_FS02_ETARI	Filtro de sílex processo contínuo			0897	
0897_FS03_ETARI	Filtro de sílex processo por cargas			0897	
0897_GT01_ETARI	Grupo de transvasamento de concentrados			0897	
0897_BM01GT01_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_LQ02_ETARI	Equipamento de limpeza química do evaporador			0897	
0897_BC01LQ02_ETARI	Bomba centrífuga			0897	
0897_PN01_ETARI	Painel pneumático de depuração			0897	
0897_R01_ETARI	Reator de redução de cromo hexavalente			0897	
0897_AG01R01_ETARI	Agitador			0897	
0897_R02_ETARI	Reator de neutralização			0897	
0897_AG01R02_ETARI	Agitador			0897	
0897_R03_ETARI	Reator de floculação			0897	
0897_AG01R03_ETARI	Agitador			0897	
0897_R04_ETARI	Reator de tratamento por cargas			0897	
0897_AG01R04_ETARI	Agitador			0897	
0897_BM01R04_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_R05_ETARI	REGULAÇÃO DO ph			0897	
0897_AG01R05_ETARI	Agitador			0897	
0897_T02_ETARI	Doseamento do anti-incrustante			0897	
0897_BD01T02_ETARI	Bomba doseadora de membrana			0897	
0897_T03_ETARI	Armazenamento e bombagem de diluídos alcalinos			0897	

Tabela C.3 (Continuação) – Produtos (equipamentos) de manutenção do projecto 0897

Cod. Produto Manutenção	Descrição	Cod. Produto	Nº de Série	Cod. Projeto	Data de instalação
0897_BM01T03_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_T04_ETARI	Armazenamento e bombagem diluidos			0897	
0897_BM01T04_ETARI	acidos/cromicos			0897	
0897_T05_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_T05.1_ETARI	Armazenamento e doseamento de soda			0897	
0897_T05.2_ETARI	Armazenamento de soda 50%			0897	
0897_BM01T05_ETARI	Preparação e doseamento de soda 30%			0897	
0897_BM02T05_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_BM03T05_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_AG01T05_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_T06_ETARI	Agitador			0897	
0897_BM01T06_ETARI	Armazenamento e doseamento de coagulante			0897	
0897_BM02T06_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_AG01T06_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_T07_ETARI	Agitador			0897	
0897_BM01T07_ETARI	Armazenamento e doseamento de bissulfito de sodio			0897	
0897_BM02T07_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_AG01T07_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_T08_ETARI	Agitador			0897	
0897_BM01T08_ETARI	Armazenamento e doseamento de acido sulfurico			0897	
0897_BM02T08_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_BM03T08_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_BM04T08_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_T09_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_BM01T09_ETARI	Armazenamento e doseamento de leite de cal			0897	
0897_BM02T09_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_AG01T09_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_T10_ETARI	Agitador			0897	
0897_BM01T10_ETARI	Armazenamento e doseamento de polieletrolito			0897	
0897_BM02T10_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_AG01T10_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_T11_ETARI	Agitador			0897	
0897_BM01T11_ETARI	Armaz. E doseamento agente anti-espuma depuradora			0897	
0897_AG01T11_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_T12_ETARI	Agitador			0897	
0897_T12.1_ETARI	Armazenamento de concentrados cromicos			0897	
	Tanque 1			0897	

Tabela C.3 (Continuação) – Produtos (equipamentos) de manutenção do projecto 0897

Cod. Produto Manutenção	Descrição	Cod. Produto	Nº de Série	Cod. Projeto	Data de instalação
0897_T12.2_ETARI	Tanque 2			0897	
0897_T12.3_ETARI	Tanque 3			0897	
0897_T13_ETARI	Armazenamento de concentrados alcalinos			0897	
0897_T13.1_ETARI	Tanque 1			0897	
0897_T13.2_ETARI	Tanque 2			0897	
0897_T13.3_ETARI	Tanque 3			0897	
0897_T14_ETARI	Armazenamento de concentrados de emergência			0897	
0897_T14.1_ETARI	Tanque 1			0897	
0897_T14.2_ETARI	Tanque 2			0897	
0897_T14.3_ETARI	Tanque 3			0897	
0897_T15_ETARI	Armazenamento de líquidos penetrantes			0897	
0897_BM01T15_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_T16_ETARI	Armazenamento de concentrados ácidos			0897	
0897_T16.1_ETARI	Tanque 1			0897	
0897_T16.2_ETARI	Tanque 2			0897	
0897_T17_ETARI	Recolha águas tratadas em processo por cargas			0897	
0897_BC01T17_ETARI	Bomba centrífuga			0897	
0897_BC02T17_ETARI	Bomba centrífuga			0897	
0897_T18_ETARI	Recolha de águas tratadas em processo contínuo			0897	
0897_BC01T18_ETARI	Bomba centrífuga		1663	0897	
0897_T19_ETARI	Controlo final			0897	
0897_BC01T19_ETARI	Bomba centrífuga			0897	
0897_BC02T19_ETARI	Bomba centrífuga			0897	
0897_T20_ETARI	Empilhamento evaporador			0897	
0897_BC01T20_ETARI	Bomba centrífuga			0897	
0897_T21_ETARI	Armaz. E doseamento agente anti-espuma evaporador			0897	
0897_T22_ETARI	Armazenamento e doseamento de sulfato alumínio			0897	
0897_BM01T22_ETARI	Bomba de membrana			0897	
0897_AG01T22_ETARI	Agitador			0897	

Roteiros

Tabela C.4 – Restantes roteiros (equipamentos) de manutenção do projecto 0466

Cod. Produto de Manutenção	Cod. Template de Actividades	Periodicidade	Proxima data de execução	Número de repetições	Cod. Proxima Tarefa	Incremento para a próxima tarefa
466_DEC_ETAR	DEC_EXP_MEN					
466_TK1-BD1_ETAR	SAL BD_MAN_ANUAL	1M 12M	21/10/2013 21/10/2013	3 3	80007 80007	1 1
466_TK1-BD1_ETAR	BD_MAN_MENSAL	1M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK1-BD1_ETAR	BD_MAN_SEMESTRAL	6M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK1-BD1_ETAR	BD_MAN_TRIMESTRAL	3M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK2-BS2_ETAR	BS_MAN_ANUAL	12M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK2-BS2_ETAR	BS_MAN_MENSAL	1M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK2-BS2_ETAR	BS_MAN_SEMESTRAL	6M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK2-BS2_ETAR	BS_MAN_TRIMESTRAL	3M	21/10/2013	3	80007	1
466_DEC-BL1_ETAR	BL_MAN_ANUAL	12M	21/10/2013	3	80007	1
466_DEC-BL1_ETAR	BL_MAN_MENSAL	1M	21/10/2013	3	80007	1
466_DEC-BL1_ETAR	BL_MAN_SEMESTRAL	6M	21/10/2013	3	80007	1
466_DEC-BL1_ETAR	BL_MAN_TRIMESTRAL	3M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK6-BL2_ETAR	BL_MAN_ANUAL	3M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK6-BL2_ETAR	BL_MAN_MENSAL	3M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK6-BL2_ETAR	BL_MAN_SEMESTRAL	3M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK6-BL2_ETAR	BL_MAN_TRIMESTRAL	3M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK3-AG3_ETAR	AG_MAN_ANUAL	12M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK3-AG3_ETAR	AG_MAN_MENSAL	1M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK3-AG3_ETAR	AG_MAN_SEMESTRAL	6M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK3-AG3_ETAR	AG_MAN_TRIMESTRAL	3M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK4-AG5_ETAR	AG_MAN_ANUAL	12M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK4-AG5_ETAR	AG_MAN_MENSAL	1M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK4-AG5_ETAR	AG_MAN_SEMESTRAL	6M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK4-AG5_ETAR	AG_MAN_TRIMESTRAL	3M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK5-AG2_ETAR	AG_MAN_ANUAL	12M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK5-AG2_ETAR	AG_MAN_MENSAL	1M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK5-AG2_ETAR	AG_MAN_SEMESTRAL	6M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK5-AG2_ETAR	AG_MAN_TRIMESTRAL	3M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK6-AG4_ETAR	AG_MAN_ANUAL	12M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK6-AG4_ETAR	AG_MAN_MENSAL	1M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK6-AG4_ETAR	AG_MAN_SEMESTRAL	6M	21/10/2013	3	80007	1
466_TK6-AG4_ETAR	AG_MAN_TRIMESTRAL	3M	21/10/2013	3	80007	1
466_D102-AG8_ETAR	AG_MAN_ANUAL	12M	21/10/2013	3	80007	1

Tabela C.4 (Continuação) – Restantes roteiros (equipamentos) de manutenção do projecto 0466

Cod. Produto de Manutenção	Cod. Template de Actividades	Periodicidade	Proxima data de execução	Número de repetições	Cod. Proxima Tarefa	Incremento para a próxima tarefa
466_D102-AG8_ETAR	AG_MAN_MENS AL	1M	21/10/2013	3	80007	1
466_D102-AG8_ETAR	AG_MAN_SEME STR	6M	21/10/2013	3	80007	1
466_D102-AG8_ETAR	AG_MAN_TRIM EST	3M	21/10/2013	3	80007	1
466_D103-AG6_ETAR	AG_MAN_ANUA L	12M	21/10/2013	3	80007	1
466_D103-AG6_ETAR	AG_MAN_MENS AL	1M	21/10/2013	3	80007	1
466_D103-AG6_ETAR	AG_MAN_SEME STR	6M	21/10/2013	3	80007	1
466_D103-AG6_ETAR	AG_MAN_TRIM EST	3M	21/10/2013	3	80007	1
466_D104-AG7_ETAR	AG_MAN_ANUA L	12M	21/10/2013	3	80007	1
466_D104-AG7_ETAR	AG_MAN_MENS AL	1M	21/10/2013	3	80007	1
466_D104-AG7_ETAR	AG_MAN_SEME STR	6M	21/10/2013	3	80007	1
466_D104-AG7_ETAR	AG_MAN_TRIM EST	3M	21/10/2013	3	80007	1
466_D101-BD4_ETAR	BD_MAN_ANUA L	12M	21/10/2013	3	80007	1
466_D101-BD4_ETAR	BD_MAN_MENS AL	1M	21/10/2013	3	80007	1
466_D101-BD4_ETAR	BD_MAN_SEME STRAL	6M	21/10/2013	3	80007	1
466_D101-BD4_ETAR	BD_MAN_TRIME STRAL	3M	21/10/2013	3	80007	1
466_D101-BD5_ETAR	BD_MAN_ANUA L	12M	21/10/2013	3	80007	1
466_D101-BD5_ETAR	BD_MAN_MENS AL	1M	21/10/2013	3	80007	1
466_D101-BD5_ETAR	BD_MAN_SEME STRAL	6M	21/10/2013	3	80007	1
466_D101-BD5_ETAR	BD_MAN_TRIME STRAL	3M	21/10/2013	3	80007	1
466_D102-BD1_ETAR	BD_MAN_ANUA L	12M	21/10/2013	3	80007	1
466_D102-BD1_ETAR	BD_MAN_MENS AL	1M	21/10/2013	3	80007	1
466_D102-BD1_ETAR	BD_MAN_SEME STRAL	6M	21/10/2013	3	80007	1
466_D102-BD1_ETAR	BD_MAN_TRIME STRAL	3M	21/10/2013	3	80007	1
466_D102-BD2_ETAR	BD_MAN_ANUA L	12M	21/10/2013	3	80007	1
466_D102-BD2_ETAR	BD_MAN_MENS AL	1M	21/10/2013	3	80007	1
466_D102-BD2_ETAR	BD_MAN_SEME STRAL	6M	21/10/2013	3	80007	1
466_D102-BD2_ETAR	BD_MAN_TRIME STRAL	3M	21/10/2013	3	80007	1
466_D103-BD8_ETAR	BD_MAN_ANUA L	12M	21/10/2013	3	80007	1
466_D103-BD8_ETAR	BD_MAN_MENS AL	1M	21/10/2013	3	80007	1
466_D103-BD8_ETAR	BD_MAN_SEME STRAL	6M	21/10/2013	3	80007	1
466_D103-BD8_ETAR	BD_MAN_TRIME STRAL	3M	21/10/2013	3	80007	1
466_D104-BD3_ETAR	BD_MAN_ANUA L	12M	21/10/2013	3	80007	1
466_D104-BD3_ETAR	BD_MAN_MENS AL	1M	21/10/2013	3	80007	1
466_D104-BD3_ETAR	BD_MAN_SEME STRAL	6M	21/10/2013	3	80007	1

Tabela C.4 (Continuação) – Restantes roteiros (equipamentos) de manutenção do projecto 0466

Cod. Produto de Manutenção	Cod. Template de Actividades	Periodicidade	Proxima data de execução	Número de repetições	Cod. Proxima Tarefa	Incremento para a próxima tarefa
466_D104-BD3_ETAR	BD_MAN_TRIME STRAL	3M	21/10/2013	3	80007	1
466_D105-BD7_ETAR	BD_MAN_ANUA L	12M	21/10/2013	3	80007	1
466_D105-BD7_ETAR	BD_MAN_MENS AL	1M	21/10/2013	3	80007	1
466_D105-BD7_ETAR	BD_MAN_SEME STRAL	6M	21/10/2013	3	80007	1
466_D105-BD7_ETAR	BD_MAN_TRIME STRAL	3M	21/10/2013	3	80007	1