



Instituto Superior de
Engenharia de Coimbra

MESM Novas Técnicas de Manutenção de um Matadouro

2013

Instituto Politécnico de Coimbra
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE COIMBRA

Novas Técnicas de Manutenção de um Matadouro

MESTRADO EM EQUIPAMENTOS E SISTEMAS MECÂNICOS

AUTOR | Nuno Jorge Moniz Pedroso

ORIENTADOR | Prof. Doutor António Santos Simões

Coimbra, Junho 2014



Instituto Politécnico de Coimbra

Instituto Superior de Engenharia

Novas técnicas de Manutenção de um Matadouro

Nuno Jorge Moniz Pedroso

Trabalho de Projeto para obtenção do Grau de Mestre em
Equipamentos e Sistemas Mecânicos

COIMBRA
JUNHO 2014



Instituto Politécnico de Coimbra
Instituto Superior de Engenharia

Novas técnicas de Manutenção de um Matadouro

Orientador:

Doutor António Santos Simões

Professor Ajunto do ISEC

Nuno Jorge Moniz Pedroso

Trabalho de Projeto para obtenção do Grau de Mestre em
Equipamentos e Sistemas Mecânicos

COIMBRA
JUNHO 2014

Dedico este trabalho aos meus pais, à minha irmã, ao meu cunhado, à Dr.^a Ana Grade e a todos aqueles que, de alguma forma me ajudaram a conseguir realizar este trabalho.

Agradecimentos

Sem a colaboração de diversas pessoas e identidades não seria possível realizar este trabalho por motivo desejo prestar aqui os meus mais sinceros agradecimentos.

Agradeço á Empresa Fresbeira, Industria de Carnes Lda por me ter permitido a elaboração deste trabalho, disponibilizando-se em tudo o que era necessário para a sua conceção.

Á Empresa Teclena que me ajudou a conhecer mais um pouco sobre compressores de ar comprimido.

Á Empresa RN Frio que me ajudou a idealizar soluções para os vários problemas ocorridos na Unidade de Frio.

Ao Doutor António Simões, meu orientador, agradeço a confiança em mim depositada para a elaboração deste trabalho.

Ao Doutor Luis Borrego por prontamente me disponibilizar dados orientativos para a elaboração da tese.

A todos os colaboradores da Empresa Fresbeira os quais se disponibilizaram para me ajudar, libertando-me de serviços para me poder dedicar á elaboração do presente trabalho.

Por fim agradeço aos meus pais, á minha irmã ao meu cunhado e á Dr.^a Ana Grade os quais sempre me apoiaram para a realização deste trabalho, sem eles não seria possível a sua realização, Obrigado.

Resumo

Hoje em dia a manutenção ocupa um papel fundamental no correto funcionamento de uma empresa. No âmbito do Mestrado em Equipamentos e Sistemas Mecânicos, foi efetuado um estudo na área de especialização da Manutenção de Equipamentos e Sistemas Mecânicos com o intuito de deteção de eventuais avarias que comprometam o funcionamento da empresa Fresbeira Industria de Carnes Lda.

Trata-se de uma empresa que se dedica ao abate de suínos, ovinos e posteriormente á transformação de carnes em produtos de consumo alimentar.

Este estudo focou-se essencialmente nos seguintes aspetos:

- ✓ Análise de todo o tipo de avarias existentes na unidade fabril
- ✓ Criação de planos de manutenção preventiva para todos os equipamentos
- ✓ Novas técnicas de deteção de avarias

Com este estudo é possível prevenir, melhorar e otimizar toda a linha de produção de modo a garantir a mais elevada produtividade com a melhor qualidade possível.

Palavras-chave: Manutenção; Equipamentos; Sistemas Mecânicos; Falhas; Técnicas

Abstract

At present the maintenance occupies a fundamental paper in the correct operation of a company. In the field of the Master study in Maintenance of Equipments and Mechanical Systems, a study in area of specialisation of Maintenance of Equipments and Mechanical Systems was developed. It was in view the detection of eventual failures that engage the operation of the company Fresbeira Industry of Meats Lda.

The company has mission to knock down of pigs, ovine's and later to transformation of meats in products of consumes to feed.

This study focused essentially in the following appearances:

- ✓ It analyse of all the type of existent failures in the unit mechanical
- ✓ Creation of plans of preventive maintenance for all the equipments
- ✓ New technicians of detection of failures

With this study is possible to prevent, to improve and to optimise all the line of production in view to guarantee of higher productivity with the best possible quality.

Keywords: Maintenance; Equipments; Mechanical systems; Fault; Techniques

Índice

Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas	xi
Nomenclatura	xii
Introdução	1
1 Estado da Arte da Manutenção	2
1.1 Tipos de Manutenção	4
1.2 Estratégias da manutenção	7
1.3 Custos em Manutenção	8
1.4 Subcontratação de Serviços	10
2 Estatística na manutenção	11
2.1 Fiabilidade	11
2.2 Tipos de Distribuições	13
2.2.1 Distribuições Aleatórias Discretas	13
Distribuição de Poisson	13
Distribuição Binomial	13
Distribuição Geométrica	14
Distribuição Hipergeométrica	14
2.2.2 Distribuições Aleatórias Contínuas	15
Distribuição Normal	15
Distribuição Exponencial	15
Distribuição Gama	16
2.3 Leis de Falhas	17
2.3.1 Lei de Falhas Normal	17
2.3.2 Lei de Falhas Exponencial	17
2.3.3 Distribuição de Weibull	18
2.4 Distribuição de Weibull na Manutenção Preditiva	20
2.5 Teoria da Decisão de Neymann – Pearson	23
3 Fresbeira	27
3.1 Contextualização da Empresa	27

3.2	Estrutura Organizativa	29
3.2.1	Administração e financeiro	29
3.2.2	Compras	29
3.2.2.1	Stocks	31
3.2.2.2	Importância do stock de segurança	32
3.2.3	Comercial	33
3.2.4	Produção	34
3.2.4.1	Abate	34
3.2.4.2	Desmancha	36
3.2.4.3	Expedição	36
3.2.4.4	Produção de produtos à base de carne: salsicharia	37
3.2.4.5	Embalagem	38
3.2.5	Qualidade Serviços pós Venda	39
3.2.6	Logística	40
3.3	Sistema de Manutenção Geral	41
4	Novas metodologias de manutenção	42
4.1	Unidade de tratamento de água de consumo	43
4.2	Central de Vapor	50
4.3	Unidade de produção de Ar Comprimido	56
4.4	Unidade de frio	59
4.5	Linha de abate	65
4.5.1	Equipamento de electronarcose	71
4.5.2	Equipamento de insensibilização de suínos por CO ₂	74
4.5.3	Sistema de sucção de sangue alimentar	78
4.5.4	Lavadoras/Secadoras	80
4.5.5	Escaldão de suínos	82
4.5.6	Depiladora de suínos	85
4.5.7	Depiladora dos leitões	89
4.5.8	Chamuscador de suínos	90
4.5.9	Serra de corte das carcaças	92
4.6	Sala de desmancha / Salsicharia / Embalagem / ETAR / Edifício	94

5	Técnicas de Manutenção Preditiva	95
5.1	Termografia	95
5.2	Vibrometria	97
5.3	Análise de Rolamentos	98
5.4	Estágios de degradação de Rolamentos	100
5.5	Análise a lubrificantes	103
5.5.1	Condições do Óleo Lubrificante	104
6	Novas técnicas a serem implementadas na unidade fabril	105
6.1	Unidade de frio	105
6.2	Unidade fabril	106
6.2.1	Insensibilizador de suínos por CO ₂	106
6.2.2	Escaldão de suínos	106
6.3	Gestão energética	107
6.3.1	Iluminação da unidade de produção - Abate	108
6.4	Política de Sub-Contratação	110
7	Conclusão e trabalhos futuros	111
8	Referencias Bibliográficas	112
9	Anexos	113
9.1	Planos de manutenção das várias seções da Empresa	113
9.1.1	Unidade de tratamento de água de consumo	113
9.1.2	Central de vapor	119
9.1.3	Unidade de produção de ar comprimido	124
9.1.4	Unidade de frio	125
9.1.5	Linha de abate	128
9.2	Consumo energético da Unidade de Produção / Dia	154
9.3	Consumo energético da Unidade de produção / Dia depois de sofrer alteração	160

Lista de Figuras

Figura 1:Exemplo de Distribuições	19
Figura 2: Frente da unidade fabril	27
Figura 3: Receção da unidade fabril	27
Figura 4: Zona dos sujós.....	27
Figura 5: Cais de carga de matéria transformada	27
Figura 6: Ciclo de compras da empresa.....	30
Figura 7: Receção de animais na abogaria	34
Figura 8: Camara de armazenamento de suínos	35
Figura 9: Produto transformado pronto para ser enviado para os vários clientes.....	36
Figura 10: Expedição.....	36
Figura 11: Salsicharia	37
Figura 12: Foto produto antes de ser embalado.....	37
Figura 13: Sala de Embalagem.....	38
Figura 14: Um novo produto	38
Figura 15: Algumas Viaturas de entrega dos produtos	40
Figura 16: Local onde toda a água da unidade fabril é tratada.....	43
Figura 17: Unidade de contadores dos furos e unidade fabril	43
Figura 18: Central de bombagem Efaflu	44
Figura 19: Doseador de cloro para reservatório de água	44
Figura 20: Central de incendio	45
Figura 21: Esquema de funcionamento de um vaso expansor.....	47
Figura 22: Depósito de água para abastecimento da unidade fabril	48
Figura 23: Central de Vapor	50
Figura 24: Caldeira Vap 1200	50
Figura 25: Vista em corte da caldeira.....	51
Figura 26: Controlador da caldeira.....	51
Figura 27: Válvula de vapor do escaldão da unidade fabril	52
Figura 28: Bomba de água da caldeira	52
Figura 29: Bomba da caldeira em reparação	53
Figura 30: Eléttodos usados	54
Figura 31: Eléttodos novos de reserva	54
Figura 32: Chaminé	55
Figura 33: Compressor de ar comprimido / secador.....	56
Figura 34: Deposito acumulador de ar comprimido	56
Figura 35: Esquema de funcionamento do secador	57
Figura 36: Filtros de retenção de humidade	58
Figura 37: Compressores frigoríficos congelação	60
Figura 38: Compressores da Unidade de Frio	61
Figura 39: Condensador	61
Figura 40: Fotos da avaria do 1º compressor.....	64
Figura 41: Montagem de tubo em borracha em malha de aço preparado para suportar a pressão de 200 bar e o fluido que por dentro dele passa.	64

Figura 42: Fluxograma da linha de abate	65
Figura 43: Atordoamento de animais	66
Figura 44: Linha de Sangria e Acabamento	67
Figura 45: Unidade Fabril	68
Figura 46: Depiladora dos leitões	69
Figura 47: Equipamento de retirar a pele aos pequenos ruminantes	69
Figura 48: Equipamento de retirar a medula aos pequenos ruminantes	69
Figura 49: Equipamento de electronarcole	71
Figura 50: Componentes do equipamento de electronarcole	71
Figura 51: Equipamento Insensibilização por CO ₂	74
Figura 52: Componentes com corrosão	76
Figura 53: Corrente lubrificada	76
Figura 54: Acionamento manual do equipamento	77
Figura 55: Sistema de sucção de sangue alimentar	79
Figura 56: Desmontagem de Sistema de sucção de sangue alimentar para revisão	79
Figura 57: Contraste entre escovas novas e usadas em lavadoras/secadoras	80
Figura 58: Disposição das bombas de água no escaldão de suínos	82
Figura 59: Análise termográfica	84
Figura 60: Válvula de controlo do vapor do escaldão	84
Figura 61: Depiladora de Suínos	85
Figura 62: Borrachas da depiladora dos suínos	85
Figura 63: Sistema de segurança de descarga de suínos	86
Figura 64: Câmara endoscópica	87
Figura 65: Chumaceira apresentando alguma degradação	87
Figura 66: Chamuscador de suínos	90
Figura 67: Serra de corte de Carcaças	92
Figura 68: Análise termográfica	95
Figura 69: Vibração produzida por arestas de uma fenda microscópica	98
Figura 70: Gráfico demonstrativo de nível frequência / degradação rolamento	101
Figura 71: Gráfico demonstrativo da evolução da degradação do rolamento	102
Figura 72: Tubo fissurado	105
Figura 73: Equipamento de motorização energética.	107
Figura 74: Campânula de iluminação de unidade de produção / disjuntores de iluminação ...	108
Figura 75: Comandos da iluminação	108
Figura 76: Lâmpadas Led selecionada	109

Lista de Tabelas

Tabela 1: Histórico de avarias na unidade de tratamento de águas de consumo	46
Tabela 2: Avarias ocorridas na unidade de frio	63
Tabela 3: Registo de avarias do equipamento de electronarcose	72
Tabela 4: Tabela de Avarias/causas	75
Tabela 5: Registo de avarias em função do tempo de utilização do escaldão de suínos	83
Tabela 6: Avarias ocorridas no chamuscador	91
Tabela 7: Avarias ocorridas ao longo do tempo na serra de corte de carcaças	92

Nomenclatura

Abreviaturas

- t** - Tempo
fdp - Função densidade de probabilidade
fd - Função densidade
VAD - Variável aleatória discreta
MTBF - Tempo médio entre falhas
Ho - Hipótese nula
H1 - Hipótese alternativa
dBc - Valor de Decibel Carpet
dBm - Valor máximo de dano no rolamento
dB*i* - Valor de Decibel inicial

Letras e símbolos

- R(t)** - Função de fiabilidade
Z(t) - Taxa de falhas
 σ - Desvio padrão do tempo entre falhas
E(t) - Valor esperado do tempo para que ocorra falha.
t₀ - Vida mínima
 η - Vida característica
 β - Fator de forma
S - Sintoma da vibração
SL - Valor limite
Sa - Valor de alerta
Sb - Valor de disfunção
 ϖ_1 - Desvio na produção
 ϖ_2 - Nível de interação dinâmica (Ex: vibrações)
 ϖ_3 - Diferença entre a carga da máquina em operação
 ϖ_4 - Qualidade da manutenção

- $p(S)$ - Densidade de probabilidade dos sintomas sob controlo.
- $p(\theta_b)$ - Densidade de probabilidade do valor do tempo de paragem.
- $p(S_b) = p[\theta_b(S_b)]$ - Densidade de probabilidade do valor do sintoma de caracterização da aproximação de paragem
- k - Fator de forma
- λ - Média do tempo de paragem
- θ_g - Garantia de vida da máquina
- S_n - Valor mínimo do sintoma
- S_0 - Valor característico do sintoma
- P_g - Eficiência dos índices para um grupo de objetos de manutenção.
- t_e - Tempo total de controlo.
- t_r - Tempo total de reparo
- N_e, N_r - Número de objetos de manutenção sob controlo e em reparação

Introdução

Com a globalização da economia, a procura de serviços e produtos com uma melhor relação qualidade custo tornou-se um fator crucial para todas as empresas serem bem-sucedidas.

A busca do sucesso leva as empresas a apostar em novas tecnologias e equipamentos.

A Manutenção assume-se como um vetor de maior potencial para a rentabilização da atividade de uma Empresa, permitindo assim implementar processos de racionalização e previsão da manutenção de equipamentos, com o objetivo de obter melhorias de Fiabilidade e Qualidade dos Produtos.

1 Estado da Arte da Manutenção

A Manutenção é o conjunto de ações conduzidas com o intuito de manter em condição aceitável as instalações e o equipamento fabril, de forma a assegurar a regularidade da produção, a sua qualidade e segurança com o mínimo de custos totais (Ferreira, 1998), (www.mtaev.com.br/download/mnt2.pdf).

Sob o ponto de vista de evolução do tempo a Manutenção tem passado por diversas fases nomeadamente:

1. A Manutenção é efetuada pelos operários da Unidade de Produção sem qualquer carácter sistemático.

Este modelo poderá ser adaptado para Unidades muito pequenas com equipamentos não complexos.

2. Existe um serviço próprio de Manutenção que atua apenas quando surgem eventuais avarias e reparações gerais. Quando não há avarias os operários da manutenção realizam outras tarefas.

Este modelo ainda bastante simples, é aplicado a Unidades em que não existe fabrico em série nem automação.

3. Serviço de Manutenção existe, e já atua numa forma organizada, existe programação de serviços e já se realizam previsões de serviços.

Este modelo existe em Unidades fabris com uma alguma dimensão embora sem fabrico contínuo.

4. Existe um serviço de Manutenção recorrendo á metodologia preventiva, que consiste numa programação anual, inspeções e verificações sistemáticas, uma

preparação cuidada para os trabalhos repetitivos, uma gestão de stocks eficientes com substituição periódica de componentes críticas, etc. Corresponde a uma fase mais avançada da Manutenção e que é implementado em grandes unidades fabris com produção contínua (*Campbell, 1995*).

5. Abordagem sistémica em que são utilizadas várias técnicas de Manutenção preventiva e manutenção condicionada. Os sistemas e redes informatizadas são a base da sua implementação.

É a fase mais cuidadosa do modelo, são poucas as unidades fabris que estão aptas a utilizar este tipo de modelo (*Mobley, R. K., Ed. 2002*).

Os principais objetivos da Manutenção são:

- ✓ Redução dos custos
- ✓ Evitar paragem com perda de produção
- ✓ Diminuir tempos de imobilização
- ✓ Reduzir tempos de intervenção através de uma boa preparação do trabalho.
- ✓ Reduzir emergências e número de avarias
- ✓ Melhorar qualidade de produção
- ✓ Aumentar a segurança
- ✓ Aumentar o output da produção
- ✓ Aumentar o tempo de vida dos equipamentos

1.1 Tipos de Manutenção

Existem vários tipos de manutenção, sendo esse tipo selecionado consoante o tipo de indústria e o tamanho da mesma (*Ferreira, 1998*).

1. *Manutenção Não Planeada, Reativa ou Corretiva*

1.1 *Manutenção corretiva*

Manutenção conduzida de forma a reparar os materiais e a coloca-los em boas condições de funcionamento, implica que haja alguma programação das reparações no que respeita à melhoria do estado do material.

Engloba as intervenções para melhoria do estado do sistema mesmo sem avaria.

A manutenção corretiva consiste em:

- ✓ Analisar o estado geral dos equipamentos
- ✓ Estudar as avarias repetitivas
- ✓ Estudar os pontos críticos
- ✓ Agrupar as avarias

1.2 *Manutenção curativa por emergência ou rutura*

É o tipo de manutenção necessária à colocação de um material em funcionamento imediato. Está associada à rutura de um material.

Rutura – Impõe paragem de equipamento

Avaria – Não impõe paragem do equipamento

2. *Manutenção Planeada*

Manutenção organizada com antecedência e controlada ao nível de planos de manutenção. O Planeamento envolve a preparação e a programação. Manutenção efetuada segundo critérios pré-determinados, conduzida com o fim de reduzir a probabilidade de um determinado material entrar em rutura (*Monchy, 1987*).

A manutenção preventiva pode ser:

- ✓ Sistemática.
- ✓ Condicionada.

2.1 *Manutenção preventiva sistemática*

- ✓ Visita e inspeção periódica (controlo visual do equipamento e regulação).
- ✓ Reparação preventiva (substituição de componentes com desgaste, controlo do equipamento e regulações várias), em função do tempo e/ou do número de unidades de utilização.

2.2 *Manutenção preventiva Condicionada*

- ✓ Revisões periódicas (assenta principalmente em métodos baseados na previsão à rutura em função do grau de utilização).

É um tipo de manutenção está subordinada à medição de parâmetros pré-determinados que revelarão o estado de funcionamento e de degradação de um determinado equipamento.

Os parâmetros de controlo mais comuns são:

- ✓ Análise de óleos.

Permite testar a aptidão do lubrificante e estimar o estado de degradação dos órgãos lubrificados mediante a análise das partículas em suspensão, (aplicável principalmente a equipamentos transmissores de potência mecânica: redutores, diferenciais, etc.).

- ✓ Exame do estado de superfícies.
- ✓ Exame da estrutura de materiais.
- ✓ Exames de dissipação de energia.
- ✓ Características dos efluentes.
- ✓ Etc...

A aplicação da manutenção sistemática não evita completamente a rutura. Ela apresenta um custo elevado, o que leva a que sejam substituídos componentes que não atingiram nem metade da sua vida potencial. Este custo assume uma maior expressão quando a substituição de componentes implica a desmontagem parcial ou total do equipamento, com conseqüente paragem da produção (*Clifton, 1985*).

Num futuro próximo, a substituição sistemática de materiais tenderá a desaparecer progressivamente, excepto em alguns materiais que apresentem um custo muito baixo, cedendo lugar aos métodos de manutenção condicionada.

A implementação inicial de um sistema de manutenção condicionada apresenta os seguintes custos:

- ✓ Determinação dos pontos de controlo e fixação de parâmetros e limiares relevantes.
- ✓ Seleção e compra dos equipamentos.
- ✓ Formação dos operários e dos engenheiros.

No entanto a manutenção condicionada apresenta as seguintes vantagens:

- ✓ Aumento do tempo médio entre duas revisões (produtividade superior e redução do custo de manutenção).

- ✓ Eliminação do efeito provocado pelas ruturas imprevisíveis.
- ✓ Eliminação das substituições de componentes em bom estado de funcionamento.
- ✓ Redução do stock de peças de substituição.
- ✓ Redução das paragens da produção.

1.2 Estratégias da manutenção

Uma estratégia de manutenção para ser estabelecida deve ter em conta:

- ✓ O conhecimento dos diferentes tipos de manutenção.
- ✓ O objetivo da minimização de custos e de minimização de perdas de produção.
- ✓ A estratégia de substituição de equipamentos que possam ter um custo mais elevado que o seu custo de reparação.

A estratégia de manutenção deve decorrer do conjunto de estratégias da unidade fabril, tendo como objetivo final a gestão do imobilizado corpóreo.

Os diversos tipos de manutenção deverão ser conjugados consoante os objetivos a atingir e os equipamentos em causa.

Podem coexistir na mesma unidade, manutenção corretiva, preventiva e de emergência.

1.3 Custos em Manutenção

Custos Diretos

- ✓ Custo de mão-de-obra do pessoal direto
- ✓ Custo de materiais – peças de reserva, materiais, etc.
- ✓ Custo de manutenção do próprio material
- ✓ Amortização do equipamento de manutenção
- ✓ Custo de Manutenção Organizativa dos colaboradores administrativos ligados à Manutenção

Custos Indiretos

Custos gerais de organização imputados ao serviço de manutenção na percentagem em que este serviço se serve deles, (% do salário dos colaboradores administrativos, % do custo dos serviços informáticos, % do telefone, etc).

Custos Especiais

- ✓ Custos de posse de stocks
- ✓ Custo de rutura da produção
- ✓ Custos de produção diminuída por os equipamentos não trabalharem a 100%
- ✓ Custo de excessiva deterioração de que resulta o abate prematuro
- ✓ Custo do ciclo de vida, custo total de um material durante a sua vida, desde o seu custo inicial até ao seu custo de abate.
- ✓ Custo de capital, estudo e design, maquinaria, instalação, componentes, etc.
- ✓ Custo de operação, mão-de-obra, energia, água, etc.
- ✓ Custo de manutenção, componentes, subcontratação, etc.
- ✓ Custo de ruturas, perdas de produção, desgaste de materiais, etc.
- ✓ Custo de abate, remoção do equipamento

Os custos de manutenção aumentam com a industrialização, com a mecanização e com o aumento de produção. Assim, os custos só poderão ser reduzidos tomando por base uma dada situação estável. A um aumento de dimensão ou a uma automatização corresponderá a um aumento de custos de manutenção, em simultâneo com uma diminuição do custo de produção unitária (Ferreira,1998).

1.4 Subcontratação de Serviços

Alternativas ao serviço próprio de manutenção:

- ✓ Os operários de produção exercem a manutenção quando necessário.
- ✓ A manutenção é entregue a empresas especializadas em determinadas áreas específicas.
- ✓ A manutenção é contratada aos fornecedores dos equipamentos.

Sendo que:

- ✓ Só poderá verificar-se para uma dimensão e mecanização muito reduzidas.
- ✓ Só se verifica em empresas muito automatizadas, em que já têm o seu serviço de manutenção e se servem desta modalidade para questões pontuais em que são exigidas técnicas muito avançadas.

Para definir em que condições deverá ou não haver subcontratação, há que determinar previamente os custos totais de manutenção e compará-los com a proposta das várias empresas (*Farinha, (1997)*).

Existem fatores a tomar em conta:

- ✓ Qualidade do trabalho
- ✓ Duração do material
- ✓ Rapidez de intervenção
- ✓ Independência própria

2 Estatística na manutenção

A manutenção tem como objetivo garantir que os equipamentos ou instalações estão sempre aptas a entrar ao serviço de produção com fiabilidade.

2.1 Fiabilidade

O termo fiabilidade é muito usado na manutenção, e teve origem na década de 50 nos Estados Unidos para análise de avarias em equipamentos eletrónicos de uso militar. A fiabilidade é a probabilidade que um componente possa desempenhar a sua função, por um intervalo de tempo $[0, t]$, sob condições de funcionamento definidas. O valor t não pode ser previsto a partir de um modelo determinístico, isto é, componentes “idênticos” sujeitos a “idênticos” esforços irão partir em diferentes e imprevistos instantes. Deste modo o emprego de um modelo probabilístico, considerando t uma variável aleatória, revela-se com o único tratamento realista do assunto (*Guimarães, 1997*).

Sendo $R(t)$ a função de fiabilidade de um sistema ou componente no período 0 a t , definida como $R(t) = P(T > t)$, onde T é a duração de vida.

A função densidade de probabilidade (fdp) de T , f é $R(t) = \int_t^{\infty} f(s) ds$

Em termos da função densidade (fd) de T , F é $R(t) = 1 - P(T \leq t) = 1 - F(t)$.

Além da função de fiabilidade, existe outra função importante em manutenção, a taxa de falhas $Z(t)$, dada por:

$$Z(t) = n^{\circ} \text{ de falhas} / n^{\circ} \text{ total de horas de operário.}$$

Ou

$Z(t) = \text{n}^\circ \text{ de falhas/unidade testadas} \times \text{n}^\circ \text{ de horas de teste.}$

Matematicamente podemos escrever esta equação por:

$$Z(t) = \frac{f(t)}{1 - F(t)} \quad \text{Ou seja} \quad Z(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad \text{para} \quad F(t) < 1$$

Se a duração até à ocorrência de falha, T , for uma variável aleatória contínua, com fdp, f , e partindo do princípio que $F(0)=0$, onde F é a fdp de T , então f poderá ser expressa em termos da taxa de falhas Z , da forma:

$$f(t) = Z(t) \cdot e^{-\int_0^t Z(s) ds}$$

Este teorema mostra que a taxa de falhas Z determina unicamente a fdp f , sendo também válida a afirmação recíproca.

Os conceitos de fiabilidade e taxa de falhas, estão entre as mais importantes ferramentas necessárias para um estudo profundo dos “modelos de falhas”. A partir deles podem ser colocadas as seguintes questões:

- ✓ *Qual modelo matemático adequado para a descrição de um fenómeno observável?*
- ✓ *Que “Lei de Falhas” subjacentes será razoável admitir? (Isto é, que forma deve ter a fdp de T .)*

Para responder a estas questões, podemos usar o ponto de vista estritamente matemático e assumir qualquer fdp para T , e depois, simplesmente estudar as consequências dessa hipótese. Contudo, há todo interesse em ter um modelo que represente os dados de falhas disponíveis. Então analisaremos a partir de agora os mais importantes tipos de distribuições e leis de falhas, bem como a aplicação de cada uma.

2.2 Tipos de Distribuições

Verificamos que, na construção de modelos não-determinísticos para fenómenos observáveis, algumas distribuições de probabilidade são mais usadas que outras, veremos algumas destas distribuições e suas aplicações.

2.2.1 Distribuições Aleatórias Discretas

Distribuição de Poisson

Seja X uma variável aleatória discreta (VAD), tomando os seguintes valores $0, 1, \dots, n, \dots$. Se a função de densidade de distribuição for dada $P(X = k) = \frac{e^{-\alpha} \alpha^k}{k!}$ por onde $k=0, 1, 2, \dots, n, \dots$, então X tem a distribuição de Poisson, com parâmetro $\alpha > 0$.

Com $E(X)=\alpha$ e a variância $V(X)=\alpha$

Aplicações da Distribuição de Poisson:

- ✓ Modelar eventos aleatórios que ocorrem com uma determinada frequência, onde a média α é conhecida.

Distribuição Binomial

Seja X a variável aleatória definida como o número de vezes que o evento A tenha ocorrido, então X é uma VA Binomial com parâmetro n e p , com $P(A)=p$ (constante) e n = número de repetições. Logo sendo X uma VA Binomial, baseada em n repetições com a sua função densidade $P(X = k) = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$ $K=0, 1, \dots, n$, então temos a distribuição binomial.

A média será $E(X)=np$ e a variância $V(X)=np(1-p)$.

Aplicações da Distribuição Binomial:

- ✓ *Amostragem com reposição*
- ✓ *Número de sucessos em n tentativas independentes.*
- ✓ *Número de itens defeituosos num conjunto de tamanho n .*

Distribuição Geométrica

Sendo ξ uma experiência, estamos interessados na ocorrência ou não ocorrência de algum evento A; repetimos o experimento até ocorrer A pela primeira vez, sendo as repetições independentes e que cada repetição tenha $P(A)=p$ e $P(\bar{A})=1-p=q$ sempre os mesmos.

Considerando X o número de repetições necessárias para obter a primeira ocorrência de A, X terá sua função densidade de distribuição dada por: $P(X = k) = q^{k-1} \cdot p$ $k=1,2,\dots$ regida pela distribuição geométrica.

Aplicações da Distribuição Geométrica:

- ✓ *Número de insucessos antes do primeiro sucesso em n amostragens.*
- ✓ *Número de amostragens necessárias até obter um sucesso.*
- ✓ *Número de itens retirados até encontrar um defeituoso.*

Distribuição Hipergeométrica

Suponhamos que se dispõe de um lote de N peças, com r peças defeituosas e (N-r) não defeituosas. Se escolhermos ao acaso n peças deste lote sem reposição, e X o número de peças defeituosas encontradas. Sua função de densidade dado por:

$$P(X = k) = \frac{\binom{r}{k} \binom{N-r}{n-k}}{\binom{N}{n}}, \quad k=0,1,2,\dots, \text{ então temos a distribuição hipergeométrica.}$$

Aplicações da Distribuição Hipergeométrica

- ✓ *Erros de diversos tipos, ruídos.*
- ✓ *Valores que são a soma de grande número de outros valores.*
- ✓ *Desgaste.*

2.2.2 Distribuições Aleatórias Contínuas

Distribuição Normal

Seja X variável aleatória, que tome os valores reais $-\infty < x < +\infty$, e sua função densidade de probabilidade dada por:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)}$$

Possuímos uma distribuição normal $N(\mu, \sigma^2)$.

A média será $E(X)=\mu$ e a variância $V(X) = \sigma^2$.

Aplicações:

- ✓ *Erros de diversos tipos, ruídos.*
- ✓ *Valores que são a soma de grande número de outros valores.*
- ✓ *Desgaste.*

Distribuição Exponencial

Seja X variável aleatória, que tome todos os valores não negativos e sua função densidade de probabilidade dada por: $f(X) = \alpha \cdot e^{-\alpha X}$, $x \geq 0$, temos uma distribuição exponencial, com parâmetro $\alpha > 0$.

A média será $E(X) = \frac{1}{\alpha}$ e a variância $V(X) = \frac{1}{\alpha^2}$

Aplicações:

- ✓ *É utilizada normalmente para representar a duração de um determinado bem ou serviço.*
- ✓ *Intervalo de tempo até a falha de um componente de um equipamento.*
- ✓ *Fadiga.*

Distribuição Gama

Seja X uma variável aleatória contínua, que tome somente valores não negativos, com função densidade de probabilidade: $f(x) = \frac{\alpha}{\Gamma(r)} (\alpha x)^{r-1} e^{(-\alpha x)}$ $x > 0$, e os parâmetros $r \geq 1$ e $\alpha > 0$.

Sendo $\Gamma(r)$ a função Gama definida como: $\Gamma(p) = \int_0^{\infty} x^{p-1} e^{-x} dx$ para $p > 0$.

Para $r=1$ a fdp da distribuição Gama fica idêntica à distribuição exponencial

$$f(X) = \alpha \cdot e^{(-\alpha X)}$$

Para $r \in \mathbb{Z}^+$ a fdp da distribuição Gama pode ser generalizada através da função

$$f(x) = \frac{\alpha}{(r-1)!} (\alpha x)^{r-1} \cdot e^{-\alpha x}$$

A partir desta função podemos usar a fdp $F(x) = 1 - P(X > x)$ e mostrarmos que a fd da distribuição Gama é igual à fd da distribuição de Poisson.

A média será $E(X) = \frac{r}{\alpha}$ e a variância $V(X) = \frac{r}{\alpha^2}$

Aplicações:

✓ *Tempo para realizar uma tarefa.*

2.3 Leis de Falhas

2.3.1 Lei de Falhas Normal

A lei de falhas normal representa um modelo apropriado para componentes nos quais a falha seja devida a algum efeito de ‘desgaste’. A sua fdp será dada por:

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad T \geq 0.$$

Onde: μ média do tempo até falhar.

σ desvio padrão do tempo até à ocorrência de falha.

De acordo com a fdp normal, temos que a maioria das peças falha em torno da duração média. A função de fiabilidade para este caso pode ser expressa em termos da fdp:

$$R(t) = 1 - P(T \leq t) = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^t e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

2.3.2 Lei de Falhas Exponencial

É a lei mais importante, podendo ser caracterizada de muitas maneiras. Porém, a maneira mais simples é supor que a taxa de falhas seja constante, isto é, $Z(t)=\alpha$. Esta hipótese pode significar que depois do componente se encontrar em uso, a sua probabilidade de falhar não se altera, ou seja, não existe o desgaste.

Em consequência desta hipótese e aplicando a equação $f(t) = Z(t).e^{-\int_0^t Z(s)ds}$ a sua fdp fica: $f(t) = \alpha.e^{-\alpha t}$, $t > 0$ Estamos perante uma distribuição exponencial.

E a respetiva fiabilidade: $R(t) = 1 - F(t) = e^{-\alpha t}$

Existem muitas situações encontradas nos estudos de falhas, para os quais a hipótese básica não é satisfeita. Assim, um componente que não tenha falhado é tão bom quanto um componente novo. Devemos considerar t como o tempo de operação (até falhar), sem se importar com o histórico do componente.

2.3.3 Distribuição de Weibull

Expressão semi-empírica desenvolvida por Ernest H. W. Weibull, físico sueco, que em 1939 apresentou o modelo de planeamento estatístico sobre fadiga de material. Adequada para leis de falhas em equipamentos sempre que o sistema for composto de vários componentes e a falha seja essencialmente devida à “mais grave” imperfeição, entre um grande número de “imperfeições”, onde a taxa de falha não precisa ser constante.

Esta distribuição permite:

- ✓ *Representar falhas típicas de infância (mortalidade infantil), falhas aleatórias e falhas devido ao desgaste.*
- ✓ *Obter parâmetros significativos da configuração das falhas.*
- ✓ *Representação gráfica simples.*

Principais expressões matemáticas:

$$f(t) = \beta \eta^{-\beta} (t - t_0) e^{-\left(\frac{t-t_0}{\eta}\right)^\beta}$$

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-t_0}{\eta}\right)^\beta}$$

Probabilidade de um equipamento ou componente falhar num intervalo t.

$$R(t) = 1 - F(t) = e^{-\left(\frac{t-t_0}{\eta}\right)^\beta}$$

Função fiabilidade.

$$Z(t) = \left(\frac{\beta}{\eta^\beta}\right) (t - t_0)^{\beta-1}$$

Taxa de falhas.

$$MTBF = t_0 + \eta \Gamma(1 - \beta^{-1})$$

Tempo médio entre falhas.

$$\sigma = \eta \left[\Gamma(1 + 2\beta^{-1}) - \Gamma^2(1 + \beta^{-1}) \right]^{\frac{1}{2}}$$

Desvio padrão do tempo entre falhas.

$$E(t) = \frac{1}{\eta} \Gamma\left(\frac{1}{\beta} - 1\right)$$

Valor esperado do tempo para que ocorra falha.

Onde:

- ✓ t_0 : Vida mínima, intervalo de tempo que o equipamento não apresenta falhas.
- ✓ η : Vida característica, intervalo de tempo entre t_0 e t no qual ocorrem 63,2% das falhas
- ✓ β : Fator de forma, indica a forma da curva e as características das falhas.

Quando: $\beta < 1$, mortalidade infantil
 $\beta = 1$, falhas aleatórias
 $\beta > 1$, falhas por desgaste

Uma das particularidades mais interessantes decorre do fato de que alterando o valor de β , a função densidade de probabilidade de Weibull toma formas de outras distribuições, dependendo do valor de β a distribuição de Weibull pode ser igual ou aproximar-se de varias outras distribuições.

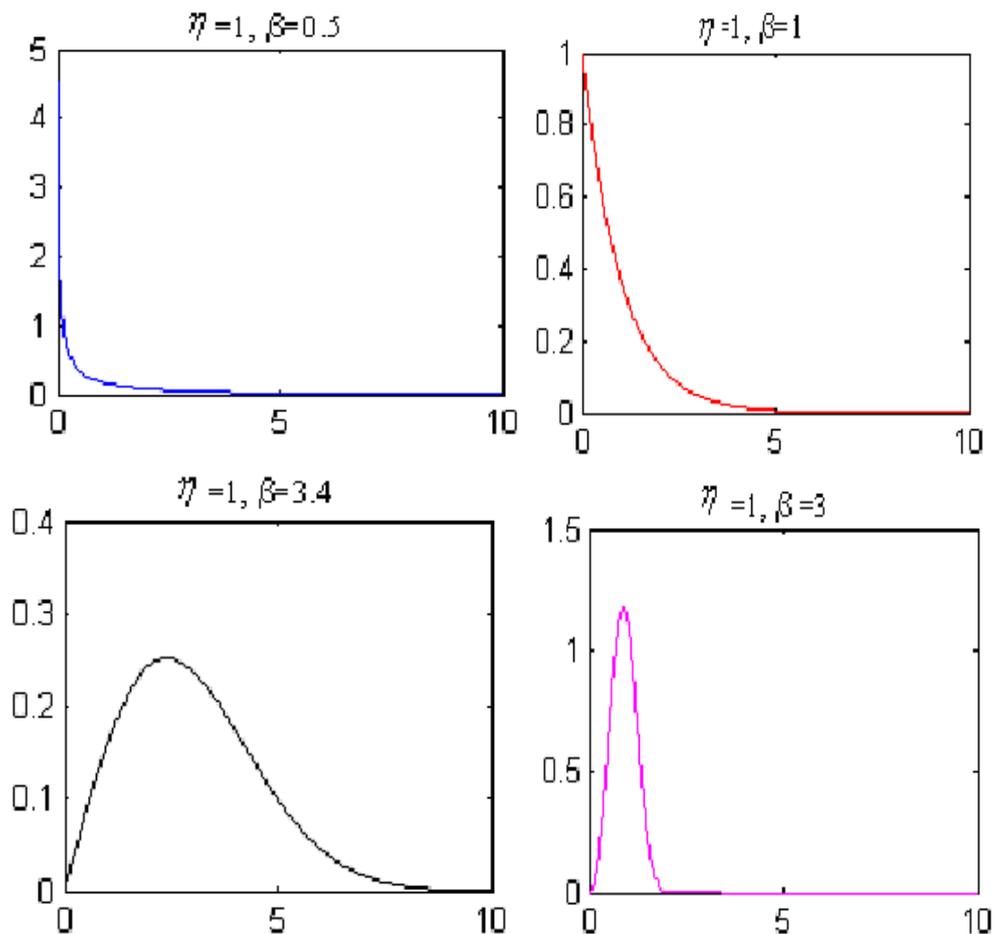


Figura 1: Exemplo de Distribuições (fonte: www.pessoal.utfpr.edu.br/jmario/arquivos/Artigo%20Estatistica%20na%20Manutencao.pdf)

2.4 Distribuição de Weibull na Manutenção Preditiva

Em muitos equipamentos o controlo das vibrações só é possível quando o equipamento se encontra em funcionamento. Por observação dos sintomas das vibrações para um grupo de equipamentos e aplicação aos resultados do processo de Weibull, podemos calcular então a curva de vida dos sintomas, o valor de alarme e de paragem. Na monitorização das condições das vibrações (VCM), temos duas questões fundamentais:

- ✓ *Encontrar o sintoma da vibração S , que mostra como descobrir a falha do equipamento (transformadas de Fourier).*

- ✓ *Estimar o valor limite SL para o sintoma.*

Fazemos a estimação dos valores limites SL , quando temos S_a o valor de alerta e S_b o valor de disfunção.

S_a é estimado através do histórico da fase da vida do equipamento monitorizado ou por legislação específica.

S_b é determinado pela necessidade de paralisação do equipamento.

Estes valores são muito importantes para o controlo contínuo do equipamento, mas a sua determinação não é simples.

Ordenamos as diferenças entre alguns tipos de controlos da qualidade de um ensaio, através dos seguintes parâmetros ϖ_i

- ✓ ϖ_1 - *Desvio na produção*
- ✓ ϖ_2 - *Nível de interação dinâmica (Ex: vibrações)*
- ✓ ϖ_3 - *Diferença entre a carga do equipamento em operação*
- ✓ ϖ_4 - *Qualidade da manutenção*

Então encontramos a curva de vida dos sintomas na realização de um processo estatístico do controlo:

$$\left[S = S(\theta, \varpi_1, \varpi_2, \dots, \varpi_4) \right]$$

Para N novos equipamentos em operação temos ϖ_4 constante. Logo o ensaio fica idêntico à teoria da fiabilidade.

Para um equipamento com um número suficiente de ciclos, ϖ_1 e ϖ_2 são constantes e escolhemos N leituras diferentes dos indícios dos sintomas (ou seja diferentes θ_n).

Para o caso do diagnóstico do ensaio passivo todos os parâmetros podem ser diferentes. Procuramos um procedimento para a média dos sintomas representando por:

$$\langle S(\theta) \rangle = E_W \left[S(\theta, \varpi_1, \varpi_2, \varpi_3, \varpi_4) \right]$$

Onde $E_W \left[S(\theta, \varpi_1, \varpi_2, \varpi_3, \varpi_4) \right]$ é a média dos desvios operacionais dos parâmetros ϖ_i possíveis no ensaio.

Fazendo uma notação discreta dos seguintes valores:

$S_{ni} = S_n(\theta_i)$ Com $\Delta\theta_i = \frac{\theta_{bn}}{N} = \frac{\lambda}{N}$, onde θ_{bn} é o tempo de paragem de N equipamentos. Como não é exatamente conhecido, fazemos, com λ sendo a média do tempo de paragem do grupo de equipamento qualquer que ele seja.

Podemos ordenar os resultados do ensaio realizado com a média da curva de vida dos sintomas para diferentes densidades de probabilidades:

- ✓ $p(S)$ a densidade de probabilidade dos sintomas sob controlo.
- ✓ $p(\theta_b)$ a densidade de probabilidade do valor do tempo de paragem.
- ✓ $p(S_b) = p[\theta_b(S_b)]$ a densidade de probabilidade do valor do sintoma de caracterização da aproximação de paragem.

Podemos dizer que $p(S)$ e $p(S_b)$ tem a forma da distribuição de Weibull. Assim assumindo os 3 parâmetros da distribuição de Weibull, chegamos às seguintes expressões:

$$p(\theta_b) = \frac{k}{\lambda - \theta_g} \left(\frac{\theta_b - \theta_g}{\lambda - \theta_g} \right)^{k-1} \exp - \left(\frac{\theta_b - \theta_g}{\lambda - \theta_g} \right)^k ; k > 0 \text{ e } \theta_b \geq \theta_g \quad (4.1)$$

Onde:
$$p(S) = \frac{k}{S_0 - S_n} \left(\frac{S - S_n}{S_0 - S_n} \right)^{k-1} \exp - \left(\frac{S - S_n}{S_0 - S_n} \right)^k ; k > 0 \text{ e } S \geq S_n \quad (4.2)$$

- ✓ k - Fator de forma.
- ✓ λ - Média do tempo de paragem.
- ✓ θ_g - Garantia de vida do equipamento.
- ✓ S_n - Determina o valor mínimo do sintoma (tem a ver com a qualidade da manutenção).
- ✓ S_0 - Valor característico do sintoma.

Podemos então obter $p(S)$ e $p(\theta)$, ajustando a amostra com a média dos sintomas da curva de vida $\langle S(\theta) \rangle = S$, com este procedimento podemos usar a fórmula da transformada da densidade de probabilidade, abaixo:

$$p(S)dS = p(\theta) \left| \frac{dS}{d\theta} \right|^{-1}$$

Onde $p(\theta)$ é a função densidade de probabilidade de $S(\theta)$ da amostra.

Assumindo a uniformidade da função de densidade referente ao tempo médio para a paragem λ num grupo de equipamentos observados, e que os incrementos sejam positivos ($ds, d\theta > 0$, isto é, a curva da vida é monótona) chegamos ao domínio da equação diferencial: $p(S)dS = \frac{d\theta}{\lambda}$ (4.3)

Atendendo a que: $p(\theta) = \frac{1}{\lambda}$

Substituindo a equação (4.2) em (4.3), obtemos:

$$\frac{kdS}{S_0 - S_n} \left(\frac{S - S_n}{S_0 - S_n} \right)^{k-1} \exp - \left(\frac{S - S_n}{S_0 - S_n} \right)^k = \frac{d\theta}{\lambda}$$

Fazendo a integração por substituição:

$$S = S_n + (S_0 - S_n) \sqrt[k]{-\ln \left| c - \frac{\theta}{\lambda} \right|}$$

2.5 Teoria da Decisão de Neymann – Pearson

Baseado no teste de hipótese, onde teremos H_0 a hipótese nula e H_1 a hipótese alternativa.

Procedimento Geral

- ✓ *Pelo contexto do problema identificar o parâmetro de interesse.*
- ✓ *Especificar a hipótese nula.*
- ✓ *Escolher um nível de significância. (0.05 e 0.01)*
- ✓ *Decidir sobre a rejeição ou não de H_0 .*
- ✓ *Erro tipo I: Rejeitar H_0 quando H_0 for verdadeira*
- ✓ *Erro tipo II: Aceitar H_0 quando H_0 for falsa*

A probabilidade de escolhermos H_0 quando a hipótese nula for falsa e especificada por α :

$$\alpha = P_{FA} = \int_V^{\infty} f_l \left(\frac{l}{H_0} \right) dl$$

Para estimar os valores S_a e S_b , faremos uso da Teoria da decisão de Neymann-Pearson. Com ela poderemos minimizar o número de paragens ou disfunções e perceber as reparações efetuadas desnecessariamente A, pois podemos escrever um valor apropriado para .

Temos:
$$A = P_g \int_{S_b}^{\infty} p(S) dS \quad (5.1)$$

Onde,
$$P_g = \left(\frac{t_e}{t_e - t_r} \right) \cong \left(\frac{N_e}{N_e - N_r} \right)$$

- P_g ➤ *Eficiência dos índices para um grupo de objetos de manutenção.*
- t_e ➤ *Tempo total de controlo.*
- t_r ➤ *Tempo total de reparo.*
- N_e, N_r ➤ *Número de objetos de manutenção sob controlo e em reparação, respetivamente.*

Como assumimos a densidade de probabilidade de Weibull para $p(S)$ na equação (4.2) e Neymann-Pearson na equação (5.1), podemos obter β a razão de parâmetros:

$$\frac{A}{P_g} = \int_{S_b}^{\infty} p(S) dS = e^{-\left(\frac{S_b - S_n}{S_0 - S_n}\right)^k}$$

$$\beta = \frac{S_b - S_n}{S_0 - S_n} = \sqrt[k]{-\ln \frac{A}{P_g}}$$

Para encontrar S_a podemos usar o mesmo raciocínio que desenvolvemos para estimar S_b .

Então podemos mudar os limites de integração na equação (5.1), para chegarmos à razão de alerta α :

$$A = P_g \int_{S_a}^{S_b} p(S) dS \quad (5.2)$$

$$\frac{A}{P_g} = \int_{S_a}^{S_b} p(S) ds = \exp\left[-\left(\frac{S_a - S_n}{S_0 - S_n}\right)^k\right] - \exp\left[-\left(\frac{S_b - S_n}{S_0 - S_n}\right)^k\right]$$

$$\Rightarrow \frac{A}{P_g} = \exp\left[-\left(\frac{S_a - S_n}{S_0 - S_n}\right)^k\right] - \frac{A}{P_g} \Rightarrow \ln \frac{2A}{P_g} = -\left(\frac{S_a - S_n}{S_0 - S_n}\right)^k$$

Dividindo por:

$$\ln \frac{A}{P_g} = -\left(\frac{S_b - S_n}{S_0 - S_n}\right)^k$$

Obtemos:

$$\alpha \equiv \frac{S_a - S_n}{S_b - S_n} = \sqrt[k]{\frac{\ln \frac{2A}{P_g}}{\ln \frac{A}{P_g}}} \leq 1$$

A distribuição de Weibull apresenta uma interessante relação do coeficiente k com o coeficiente de variação:

$$\frac{\sigma_s}{\bar{S} - S_n} = \sqrt{\frac{\Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right)}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right)} - 1} \cong \frac{1}{k} \Rightarrow k = \frac{\bar{S} - S_n}{\sigma_s}$$

Então o valor característico S_0 pode ser determinado:

$$S_0 = S_n + (S - S_n)\Gamma^{-1}(1 + 1/k)$$

Deste modo S_n , S_0 e k podem ser encontrados. Consequentemente β , α e a curva da vida dos sintomas podem ser calculados.

Tendo os valores limites S_a e S_b , qual a relação destes com a curva da vida dos sintomas?

Para responder esta pergunta utilizaremos a equação (4.4) na qual substituiremos $S = S_b$ e $\theta = \theta_b$:

$$S = S_n + (S_0 - S_n) \sqrt[k]{-\ln\left|1 - \frac{\theta}{\lambda}\right|} \Rightarrow \frac{S - S_n}{S_0 - S_n} = \sqrt[k]{-\ln\left|1 - \frac{\theta}{\lambda}\right|}$$

$$\frac{S_b - S_n}{S_0 - S_n} = \sqrt[k]{-\ln\left|1 - \frac{\theta_b}{\lambda}\right|} \Rightarrow \exp\left(-\left(\frac{S_b - S_n}{S_0 - S_n}\right)^k\right) = \left|1 - \frac{\theta_b}{\lambda}\right|$$

$$\frac{A}{P_g} = 1 - \frac{\theta_b}{\lambda} \Rightarrow \frac{\theta_b}{\lambda} = 1 - \frac{A}{P_g}$$

Utilizando o mesmo raciocínio para $S = S_a$ e $\theta = \theta_a$, chegamos a:

$$\frac{\theta_a}{\lambda} = 1 - \frac{2A}{P_g}$$

Concluimos, que o tempo de paragem $\frac{\theta}{\lambda}$ e o tempo de alerta não dependem dos parâmetros da distribuição de Weibull. O mesmo acontece com a curva da vida.

Portanto, estes dependem somente da eficiência dos índices P_g e da manutenção apropriada A .

Assim o fator de decisão para o modelo é o fator de forma k e a correta manutenção dada pela razão $\frac{A}{P_g}$.

As distribuições aqui apresentadas com suas respectivas aplicações são todas importantes, mas algumas são mais usadas que outras devido à abrangência de casos em que se faça a sua aplicação.

A distribuição de Weibull mostra-se mais eficiente na manutenção preditiva, pois dependendo do valor do fator de forma β , ela engloba os casos mais importantes de distribuições, constituindo-se, assim, numa poderosa ferramenta de análise e controlo estatístico.

3 Fresbeira

3.1 Contextualização da Empresa

A Empresa **Fresbeira Industria de Carnes Lda** com sede em Vila Nova de Poiares, iniciou a sua atividade no dia 2 de Fevereiro de 2009, tendo como principal objetivo o abate, transformação e comercialização de carne suína caprina e ovina.



Figura 2: Frente da unidade fabril



Figura 3: Receção da unidade fabril



Figura 4: Zona dos sujós



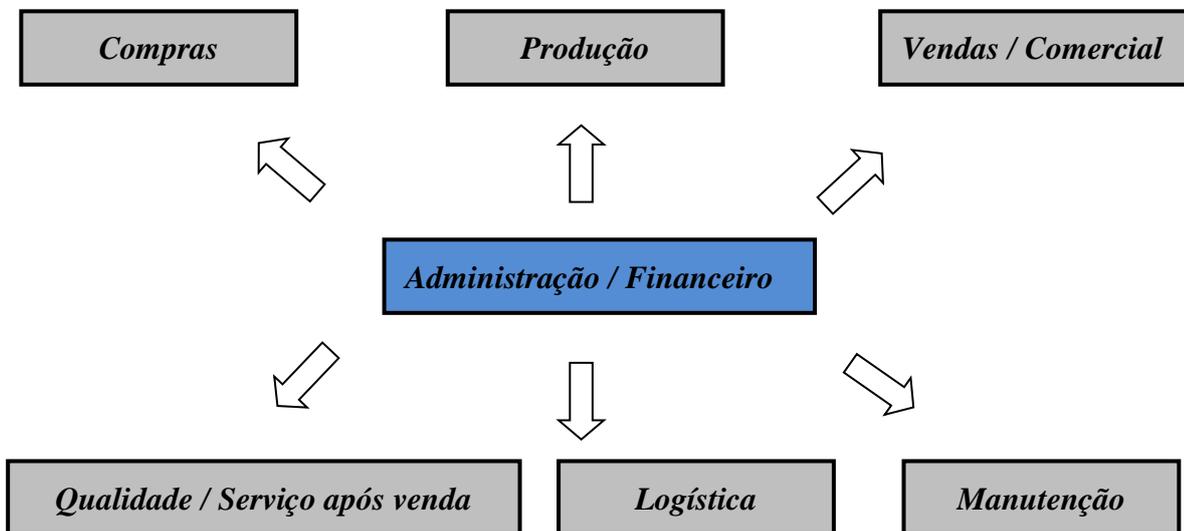
Figura 5: Cais de carga de matéria transformada

A Empresa tem uma área total de cerca de 16.000m² dispondo da mais alta tecnologia disponível para as suas funções.

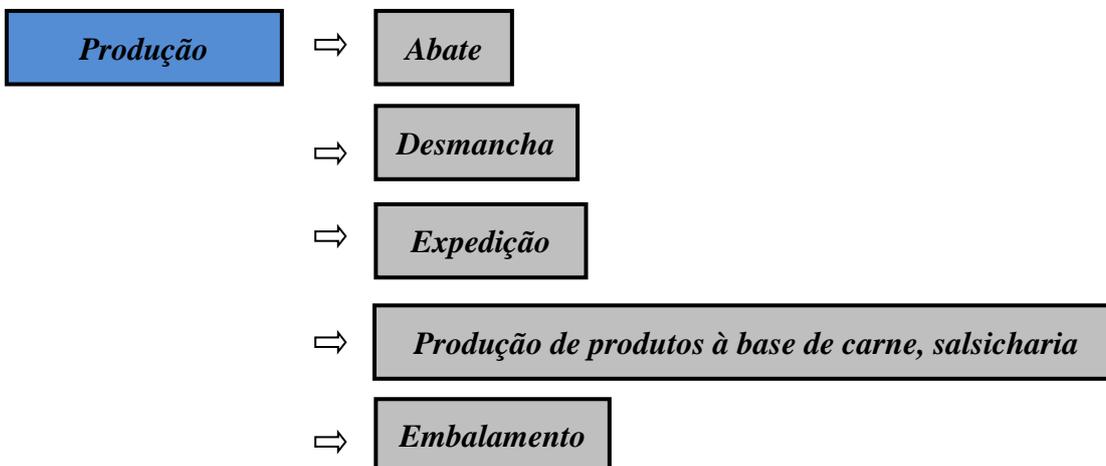
Possui cerca de 40 colaboradores e uma alargada rede de distribuição dos seus produtos.

A Empresa é constituída por vários departamentos de forma a garantir o melhor serviço, nomeadamente:

Departamentos



Dentro de alguns departamentos foram criadas secções para melhor coordenar toda a sequência do produto e para garantir a melhor e mais eficaz qualidade do mesmo.



3.2 Estrutura Organizativa

3.2.1 Administração e financeiro

Este departamento é crucial para a empresa, pode ser considerado como o “sangue” ou a gasolina da empresa que possibilita o funcionamento de forma correta, sistêmica e sinérgica, possibilitando a realização das atividades necessárias, objetivando o lucro, a maximização dos investimentos, mas acima de tudo, o controle eficaz da entrada e saída de recursos financeiros, sempre visionando a viabilidade dos negócios, que proporcionem não somente o crescimento mas o desenvolvimento e estabilização da empresa.

A administração financeira é uma ferramenta ou técnica utilizada para controlar da forma mais eficaz possível, no que diz respeito à concessão de crédito para clientes, análise de investimentos, e de meios viáveis para a obtenção de recursos para financiar operações e atividades da empresa, visando sempre o desenvolvimento, evitando gastos desnecessários, desperdícios, observando os melhores “caminhos” para a condução financeira da empresa.

3.2.2 Compras

Atualmente, a gestão de compras é tida em conta como um fator estratégico nos negócios, focalizando o volume de recursos, sobretudo, financeiros. A função desta atividade, que compactua com todos os departamentos da empresa, tem como objetivos de eficiência a obtenção dos materiais desejados, das quantidades corretas, das entregas atempadas e dos preços mais vantajosos. Relativamente aos produtos ou serviços finais são necessários gastos nas compras de componentes para a produção dos mesmos. Tais gastos refletem entre 50 a 80% do total das receitas brutas da empresa. Como tal, evidenciam-se grandes impactos nos lucros quando são gerados pequenos ganhos devidos a uma melhoria na produtividade. Por este e outros fatores, torna-se cada vez mais importante a atualização da informação e o dinamismo por parte das pessoas que trabalham nesta área.

Os departamentos de compras têm como principais responsabilidades a escolha de fornecedores adequados e a negociação de preços. É legítimo afirmar que são necessários contributos de outros departamentos tanto para a pesquisa e avaliação de fornecedores como para a negociação de preços.

O processo de requisição de materiais necessários para a conceção do produto final, sejam eles de qualquer tipo, é definido pelo ciclo representado na figura abaixo.

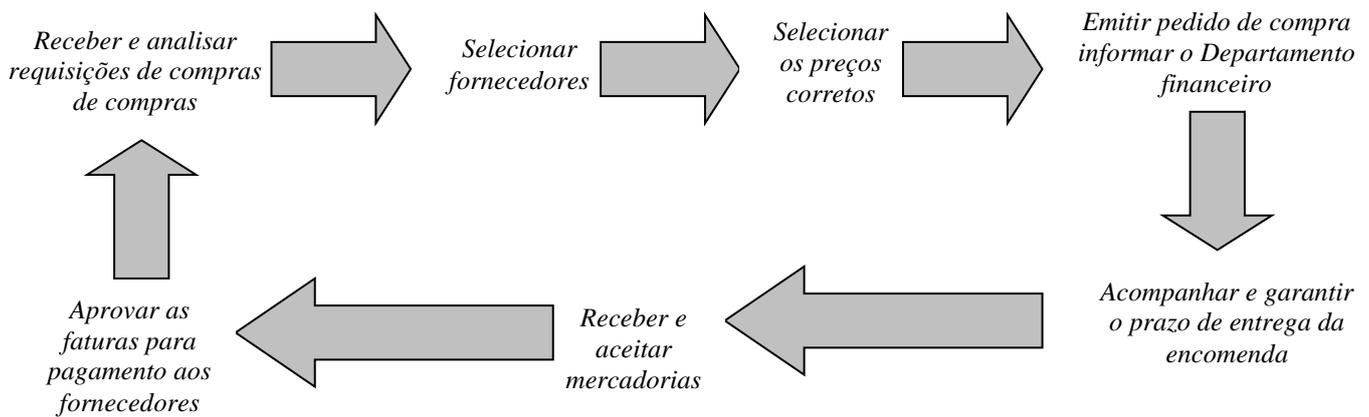


Figura 6: Ciclo de compras da empresa

Atualmente, a Empresa necessita cada vez mais de desenvolver produtos com qualidade e capazes de concorrer no mercado. Para que tal seja possível, são necessários bons fornecedores com capacidade de garantirem materiais de qualidade, bons prazos de entrega e preços acessíveis. Para o discernimento da melhor opção a tomar, o departamento de compras analisa os fornecedores utilizando critérios de baixo custo e qualidade.

Outros aspetos importantes na escolha do fornecedor, são os serviços pós-venda e a localização do fornecedor, que deve ser o mais próximo possível da empresa para assim evitar falta de matéria-prima ou produtos.

A negociação de compras é um fator importante no que diz respeito, por exemplo, à negociação de preços entre profissionais de vendas e o negociador da empresa. A negociação é baseada nas teorias das decisões, na comunicação e na sociologia. No desenvolvimento de um processo de negociação é fundamental ter um domínio relativamente grande quanto ao que se negocia. Outro fator a considerar refere-

se à relação existente entre a oferta e a procura. Para tal, torna-se necessária uma avaliação por parte da empresa da oferta de produto no mercado. Sendo assim, é também importante uma análise referente à relação entre o fornecedor e a produção total do mercado.

Um dos problemas inerentes a este processo prende-se com a hipótese da empresa em causa ter uma fraca participação nas vendas do fornecedor. Este fator condiciona o poder de argumentação na negociação. Como contrabalanço poderá surgir uma forte competição entre fornecedores para os mesmos itens.

3.2.2.1 Stocks

Para uma melhor compreensão sobre os stocks consideram-se dois fatores: quanto maior for o stock numa Empresa, maior é a quantidade de capital imobilizado. Quando o objetivo da Empresa passa por garantir o menor volume de stock possível, correm muitas vezes o risco de perder vendas por falta de produtos.

Com o intuito de garantir o equilíbrio nestes dois aspetos, a Empresa reuniu o máximo de informação possível sobre o produto. Os históricos de vendas por produto e por ano são dois exemplos que se devem ter em consideração. Para a minimização de stocks, deve-se ter ainda ponderação quanto aos prazos de entrega dos fornecedores, isto é, quanto menores forem os prazos menores serão os stocks.

Para a otimização dos volumes de compras, o planeamento de stocks surge como elemento essencial devido à ligação que efetua com a produção e as vendas.

Para o desenvolvimento desta atividade devemos ter em conta os seguintes critérios:

- ✓ Atualizar constantemente o custo de cada produto
- ✓ Determinar os períodos de compra e dos tamanhos dos lotes de cada produto para cada fornecedor
- ✓ Estabelecer o stock de segurança, mínimo e máximo para cada produto
- ✓ Planear constantemente as quantidades de stock, baseadas em previsões de vendas
- ✓ Controlar a disponibilidade do stock para eventuais faltas repentinas
- ✓ Comparar o custo de cada produto com o custo de o colocar em stock

- ✓ Controlar o stock físico diariamente
- ✓ Realizar inventários periódicos com a finalidade de se compararem com os dados de controlo de stock
- ✓ Colocar o stock num local estratégico

- ✓ Identificar, ordenar e etiquetar os produtos
- ✓ Codificar os produtos para uma consulta mais rápida
- ✓ Atualizar os sistemas de informação para obter acessos e consultas rápidas de quantidades disponíveis de cada produto em stock.

3.2.2.2 Importância do stock de segurança

O stock de segurança deriva de incertezas como atrasos de reabastecimento de stocks, rendimentos de produção abaixo das expectativas, desvios na previsão de vendas, entre outros. O dimensionamento ideal para este tipo de stock é a componente mais difícil de obter. Por um lado, o excesso de stock origina custos de manutenção, financeiros (capital imobilizado) e de armazenagem. E, por outro lado, o défice de stock origina perdas de vendas (devido a ruturas de stock), que levam a um nível de serviço insatisfatório para o cliente. Como tal, a principal questão relativa ao dimensionamento de stocks de segurança passa pela determinação do stock mínimo, que irá garantir o nível de serviço ao cliente, pretendido pela Empresa.

Outro fator a ter em conta para um correto dimensionamento de stock de segurança, é a utilização da meta de vendas para a Empresa que a utiliza como previsão da procura. A sobrevalorização da meta, em relação à procura real ou provável, implica um acréscimo de stock ao mínimo necessário.

Por vezes, o sector de compras de uma empresa solicita os produtos com um certo tempo de antecedência devido a eventuais atrasos do(s) fornecedor(es) sem ter em consideração as estatísticas de atrasos dos mesmos. Este processo incorre num aumento desnecessário do tempo de compra, aumentando também o tempo de capital em stock.

Com o intuito de se reunir o máximo de informação possível para a definição de stocks, é necessário analisar todo o processo logístico desde a requisição de um pedido até ao atendimento ao cliente. Após a análise, torna-se possível a definição de indicadores referentes às incertezas de todo o processo assim como a sua quantificação.

Perante tal, é de extrema importância a elaboração de uma base de dados, contendo séries históricas dos indicadores com informações sobre o seu comportamento ao longo do tempo.

3.2.3 Comercial

Vender os seus produtos de uma forma rentável, mantendo uma relação duradoura com os seus clientes, é o objetivo final de uma estratégia de marketing da Empresa.

Os mercados são hoje fortemente competitivos. Assistimos, neste início do século, a uma pressão fortíssima por parte das empresas concorrentes em conseguir vender os mesmos produtos ao mais baixo custo possível.

Torna-se fundamental produzir produtos o mais apelativos possíveis, criando campanhas no mercado para promover a sua venda, sendo crucial para o desenvolvimento da Empresa um bom e profundo relacionamento com o cliente, tentando perceber as necessidades de mercado, para desenvolver novas ideias de produtos.

Atualmente, e devido à crise económica que o País está a atravessar é difícil angariar novos mercados, por tal motivo a empresa aposta em estratégias de marketing para expandir os novos produtos.

3.2.4 Produção

O Departamento de Produção constitui o sector principal da empresa, é este sector que permite á expressa conceber, expedir e transformar os seus produtos. Para uma melhor estrutura do departamento, o mesmo foi subdividido por várias seções com vários responsáveis.

- ✓ *Abate*
- ✓ *Desmancha*
- ✓ *Expedição*
- ✓ *Produção de produtos à base de carne (salsicharia)*
- ✓ *Embalamento*

3.2.4.1 Abate

Neste departamento é recebida a matéria-prima para transformação e consecutivamente abatida. De forma a garantir a melhor qualidade do produto a transformar, são feitas várias verificações na descarga do mesmo, nomeadamente tamanho, peso, formato dos animais etc.



Figura 7: Receção de animais na abougaria

Nesta secção, existe um responsável que controla toda a sequência do produto, desde o mesmo chegar junto á expedição até á camara de armazenamento de suínos, como mostra a figura abaixo.



Figura 8: Camara de armazenamento de suínos

Para se conseguir uma qualidade extrema de produto tem de existirem uma grande colaboração entre o responsável fabril (responsável pelo abate) e a equipa de manutenção.

Este tipo de produto é muito sensível necessitando de elevados cuidados de manuseamento, verificação de temperaturas do produto, e tempo de conceção de etapas, por tal motivo a empresa adquiriu a mais elevada tecnologia para garantir a excelência de produto.

É aqui que a equipa de manutenção entra ao serviço, garantindo que os mesmos equipamentos se encontram nas devidas condições de trabalho para não existirem interrupções durante o abate, devido a avaria.

Este fator é muito importante para o desenvolvimento da empresa pois uma paragem custa muito dinheiro e proporciona um prejuízo muito elevado.

Para poder evidenciar melhor, uma avaria num equipamento que obrigue a ter parada a linha cerca de 15 minutos corresponde a uma rejeição de cerca de 50 suínos por parte da inspeção sanitária devido a permanecerem dentro de um equipamento.

3.2.4.2 Desmancha



Figura 9: Produto transformado pronto para ser enviado para os vários clientes

É nesta seção que são desmanchadas as carcaças suínas e transformadas de acordo com as exigências dos vários clientes.

Trata-se de um trabalho minucioso, efetuado na grande parte do processo manualmente, obrigando a ter uma equipa de excelência para garantir o melhor acabamento no produto final.

3.2.4.3 Expedição

É nesta secção onde são elaboradas as várias encomendas dos clientes, sendo feita a mais rigorosa seleção de forma a satisfazer todas as exigências do cliente.



Figura 10: Expedição

3.2.4.4 Produção de produtos à base de carne: salsicharia

Devido á elevada procura por partes dos clientes em outros produtos, foi criada uma secção de transformação de produto com o intuito de satisfazer o cliente.

Nesta secção, o produto derivado da sala de desmancha é transformado num produto de valor acrescentado.

Devido há elevada exigência de mercado neste setor, a empresa viu-se obrigada a apostar em forte tecnologia para transformar esse mesmo produto.



Figura 11: Salsicharia



Figura 12: Foto produto antes de ser embalado

3.2.4.5 Embalagem

Quanto maior apresentação tiver um produto maior é a possibilidade de o mesmo ter sucesso no mercado, apostando nesta analogia a empresa decidiu apostar fortemente em equipamentos que permitam efetuar esta operação o melhor possível.



Figura 13: Sala de Embalagem

Foram ensinadas técnicas aos operadores e ao responsável desta secção de forma a satisfazer as mais elevadas exigências dos clientes.



Figura 14: Um novo produto

3.2.5 Qualidade Serviços pós Venda

Manter um cliente satisfeito com o produto adquirido é um requisito muito importante para a Empresa.

Este departamento tem como objetivo assegurar a qualidade dos vários produtos efetuados pela empresa, responder às solicitações dos vários clientes, e verificação do rigor operacional da empresa.

Neste momento a empresa está a proceder á implementação da Certificação de Segurança Alimentar segundo a Norma ISO 22000.

Desta forma a empresa pretende garantir ainda uma maior qualidade e rigor nos produtos elaborados.

3.2.6 Logística



Figura 15: Algumas Viaturas de entrega dos produtos

Fazer chegar atempadamente a melhor mercadoria ao revendedor é um ponto fundamental para o bom relacionamento entre o Cliente e a Empresa.

A distribuição tem grande importância dentro da empresa por ser uma atividade de elevado custo.

Devido ao tipo de carga transportada existem poucas empresas no País a efetuar este tipo de transporte, logo optou-se por uma logística direta, a entrega do produto transformado com viaturas da empresa diretamente ao cliente.

Este departamento está interligado com o departamento de expedição e departamento de vendas, para assim assegurar a melhor resposta da Empresa face a um pedido do cliente.

3.3 Sistema de Manutenção Geral

Como já foi referido nos vários departamentos atrás descritos, a manutenção é uma atividade fundamental para o bom funcionamento da Empresa.

Devido ao elevado investimento inicial da estrutura da Empresa, optou-se apenas por colocar uma pessoa para realizar toda a manutenção da mesma, sendo esta responsável por solucionar todos os problemas relacionados com os equipamentos.

Foram criadas todas as infraestruturas necessárias para a realização desta tarefa, tendo sido adquiridas varias ferramentas para o exercício da atividade.

Com o início da atividade da Empresa surgiram as primeiras dificuldades, a adaptação do técnico às necessidades dos equipamentos, e à afinação da linha fabril.

Para auxílio do mesmo, recorreu-se aos vários fabricantes dos equipamentos que assim ajudaram a solucionar pequenas avarias no decorrer do tempo.

Com o passar do tempo e com o contínuo funcionamento da unidade fabril, começou-se a efetuar análises a avarias metódicas que surgiam com uma determinada brevidade.

Atualmente, e devido á forte utilização dos equipamentos, procuramos encontrar métodos mais sofisticados para a deteção de avarias e sua resolução, nomeadamente utilizando câmaras endoscópicas, termografia, análises a lubrificantes, deteção de ruídos etc.

4 Novas metodologias de manutenção

Para garantir uma melhor qualidade de serviço a equipa de manutenção dividiu os equipamentos por secções, tendo algumas especial atenção na manutenção devido á sua função.

Foi então classificadas as varias secções por:

- ✓ *Unidade de tratamento de água de consumo*
- ✓ *Central de Vapor*
- ✓ *Unidade de produção Ar Comprimido*
- ✓ *Unidade de Frio*
- ✓ *Linha de Abate*
- ✓ *Sala de desmancha*
- ✓ *Salsicharia*
- ✓ *Embalagem*
- ✓ *ETAR*
- ✓ *Edifício*

Para uma melhor uniformização das tarefas a efetuar em cada equipamento, e de forma garantir sempre uma manutenção preventiva, está a ser elaborada uma listagem de verificações/reparações mensais/semanais para cada equipamento de acordo com o histórico de cada equipamento, e também uma ficha por equipamento que nos informa de todos os dados do mesmo.

Uma vez que a Empresa adquiriu muitos equipamentos usados não possuindo os mesmos manuais de peças, foram criados alguns manuais de forma a garantir as peças mais fulcrais em stock para sua reparação case necessite.

4.1 Unidade de tratamento de água de consumo

É nesta secção onde a água para consumo alimentar é tratada. Esta água deriva de três furos efetuados nos espaços verdes da unidade, sendo a mesma armazenada num depósito com a capacidade de 300mil litros, como podemos ver nas seguintes figuras.



Figura 16: Local onde toda a água da unidade fabril é tratada

Para permitir o controlo preciso de toda a água consumida pela unidade fabril foram colocados contadores de água nos vários furos e um contador principal para a unidade fabril.

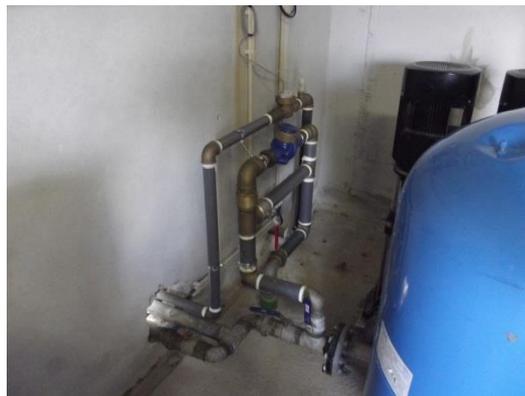


Figura 17: Unidade de contadores dos furos e unidade fabril

Para manter a pressão desejada na instalação de água para consumo da unidade fabril, foram colocadas duas bombas Efaflu trabalhando as mesmas em alternância.

Associado ao sistema está acoplado um balão de 300 litros, que garante sempre uma pressão constante na linha de água, para além de permitir que as bombas não estejam sempre no para/arranque.

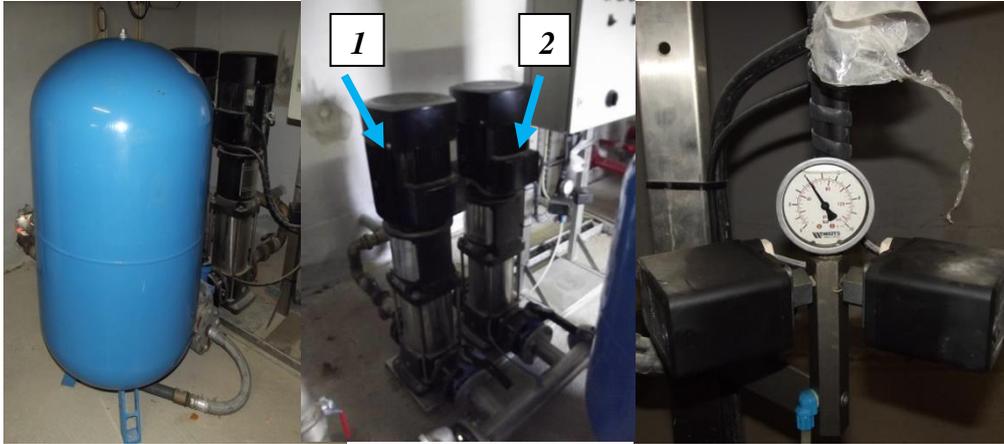


Figura 18: Central de bombagem Efaflu

Neste local a água que se encontra armazenada no depósito é tratada através de um equipamento de doseamento de cloro.



Figura 19: Doseador de cloro para reservatório de água

Alem destes equipamentos e devido à legislação em vigor, fomos obrigados a instalar uma central de incêndios com um depósito próprio, como mostra a figura seguinte, devido á probabilidade da ocorrência de um incêndio nas instalações.



Figura 20: Central de incendio

Após 4 anos de funcionamento verificou-se que este tipo de equipamentos não apresenta grandes necessidades de manutenção / reparação.

Fazendo um levantamento do histórico desta Secção, verificou-se que apenas houve 4 intervenções, nomeadamente:

Tabela 1: Histórico de avarias na unidade de tratamento de águas de consumo

<i>Data</i>	<i>Avaria</i>	<i>Equipamento</i>	<i>Resolução</i>
<i>15/10/2010</i>	<i>Contadores de água deixaram de contar</i>	<i>Contadores de água da unidade fabril</i>	<i>Limpeza de contadores</i>
<i>10/12/2011</i>	<i>Motobomba deixou de efetuar o arranque</i>	<i>Motobomba da central de incêndios</i>	<i>Motor de arranque com humidade, procedeu-se á secagem</i>
<i>05/04/2013</i>	<i>Motor queimado</i>	<i>Bomba nº2 da Central de bombagem</i>	<i>Deteção de um contator colado devido a defeito, Substituição e bobinagem de motor eléctrico</i>
<i>08/07/2013</i>	<i>As bombas da central de incêndio começaram a trabalhar no para/arranca</i>	<i>Vaso Expansor</i>	<i>Fuga de ar no Vaso Expansor, substituição da válvula de enchimento</i>

Em seguida, serão explicados todos os processos de manutenção que optamos para cada equipamento, estando em anexo todas as fichas de cada equipamento.

✓ Central de bombagem Efaflu

Neste equipamento a equipa de manutenção optou por não criar nenhum plano de manutenção, uma vez que no manual do equipamento o fabricante não refere nenhuma atenção em especifica a nenhum dos componentes do mesmo, e também devido ao equipamento não apresentar qualquer tipo de intervenção por parte da equipa de manutenção.

✓ Vaso expensor da central de bombagem

A manutenção deste equipamento destaca-se devido a este ser o vaso expensor da linha de água da unidade fabril. Sem este vaso expensor o consumo de energia por parte da central de bombagem seria muito superior. O tipo de ligação destas bombas é estrela triângulo, o que faz com que as mesmas necessitem de alguns segundos para efetuarem a passagem de estrela para triângulo, porém a reposição da pressão na linha não permite a passagem das mesmas para triângulo. Este fenómeno irá provocar nas bombas um maior desgaste, tanto na bomba em si bem como no seu motor elétrico.

A equipa de manutenção optou neste equipamento por todos os meses verificar a pressão do vaso expensor, colocando também um manómetro na linha de pressão para mais facilmente visualizar a pressão da linha.

Por várias vezes o mesmo perdeu pressão, deste modo a equipa de manutenção optou por desmanchar todo o equipamento para verificação da membrana.

A figura seguinte mostra o esquema de funcionamento do equipamento.

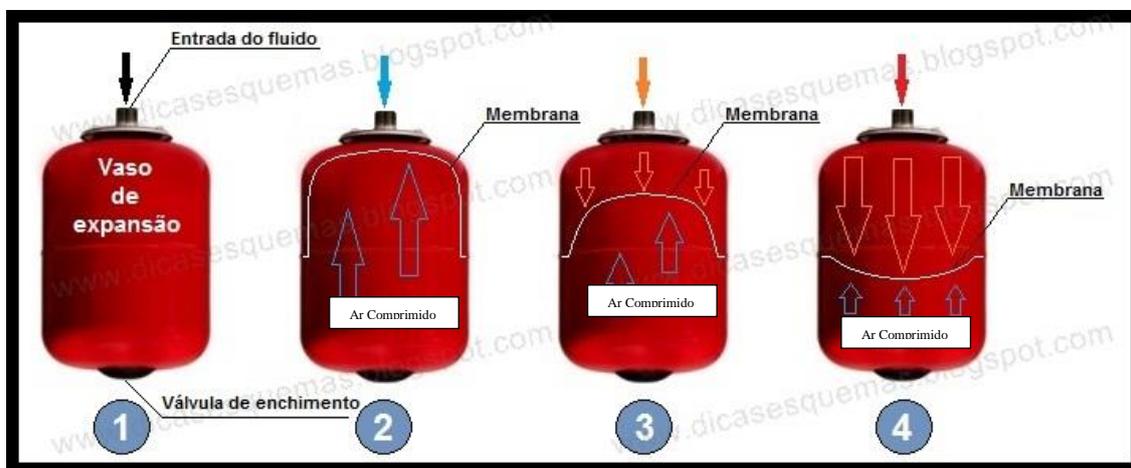


Figura 21: Esquema de funcionamento de um vaso expensor

Verificou-se que a membrana não se encontrava danificada uma vez que o depósito no seu interior não possuía qualquer vestígio de água.

Após a verificação da membrana, a equipa de manutenção concluiu que a perda de pressão ocorria pela válvula de enchimento. Consequentemente, efectuou-se a sua substituição.

✓ Doseador de cloro

Após uma cuidada análise do manual deste equipamento, a equipa de manutenção optou por adquirir todas as peças de desgaste do equipamento, nomeadamente uma membrana, (de forma a poder efectuar a correcta manutenção quando o equipamento avariar) não efectuando nenhuma manutenção no mesmo.

O facto de não se efectuar qualquer tipo de manutenção resulta da constituição do mesmo, uma vez que todo o equipamento foi construído num polímero não muito resistente, ficando o mesmo ressequido com o tempo e utilização.

A equipa de manutenção ao efectuar a sua operação de manutenção, por vezes ao desmontar a membrana, alguns parafusos de aperto ficavam deteorados não permitindo assim a perfeita estanquicidade exigida pelo equipamento.

✓ Central de Incêndios

Neste equipamento a equipa de manutenção optou por subcontractar toda a manutenção desta unidade, não efectuando qualquer tipo de manutenção.

✓ Restantes equipamentos



Figura 22: Depósito de água para abastecimento da unidade fabril

Após 4 anos de funcionamento, e uma vasta análise de todo o processo de água até á unidade fabril, a equipa de manutenção optou por efectuar varios controlos á qualidade da água utilizada através de varias análises.

Após todas essas análises e sua verificação, optou-se por efectuar uma limpeza a todos os equipamentos, nomeadamente contadores e deposito de água num menor espaço de tempo, identificando um tempo minimo entre limpezas de 3 em 3 meses. Assim se conseguiu manter o rigor na qualidade de água utilizada.

4.2 Central de Vapor

É nesta secção que todo o vapor para a unidade fabril é produzido, sendo este indispensável para a laboração da unidade. Por tal motivo, a equipa de manutenção tem o máximo cuidado em manter uma manutenção preventiva neste tipo de equipamentos.

Além da caldeira em si, esta secção é constituída também por um depósito de aquecimento de água quente, um depósito para pré-aquecimento da água de alimentação da caldeira, uma bomba descalcificadora e um doseador de soda caustica, para controlo do PH e dureza da água.



Figura 23: Central de Vapor

A caldeira instalada para a nossa unidade é uma caldeira da Marca Babcock, uma marca com prestígio no mercado. Após uma série de propostas, optou-se por uma caldeira Vap 1200 a qual produz cerca de 1200Kg de vapor hora.



Figura 24: Caldeira Vap 1200

O ar de combustão é introduzido na caldeira VAP através de um pré-aquecedor integrado, que aproveita o calor residual da passagem final dos gases de escape, antes da sua entrada no queimador. A chama e os gases quentes aquecem uma serpentina mono-tubular de diâmetro variável, através de mais três passagens de gases (5 no total). A água de alimentação é bombeada através da serpentina que, uma vez aquecida, se transforma gradualmente em vapor. Um separador externo foi instalado para remover alguma humidade residual, para assegurar a produção de vapor perfeitamente seco. Esta característica, bem como o baixo volume de água, reduzem as perdas térmicas globais, logo ajudam a manter os custos operacionais baixos, possui também uma construção robusta compacta e trabalha com gás propano.

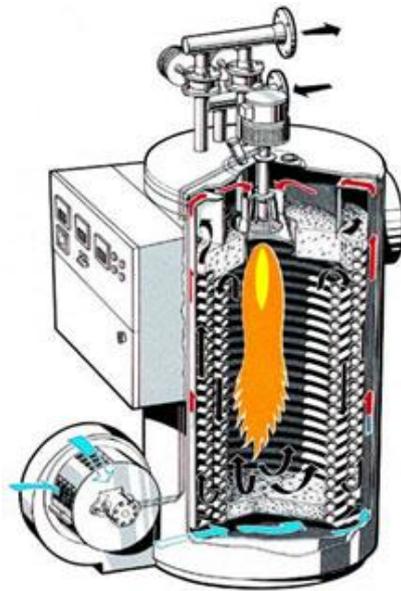


Figura 25: Vista em corte da caldeira (fonte: www.babcock-wanson.com/resources/885_ged/rapid-steam_generator%20_VAP_babcock_wanson.pdf)

Após 4 anos de funcionamento e algumas avarias no decorrer desse espaço de tempo, a equipa de manutenção deparou-se com uma avaria cíclica, o controlador da caldeira.

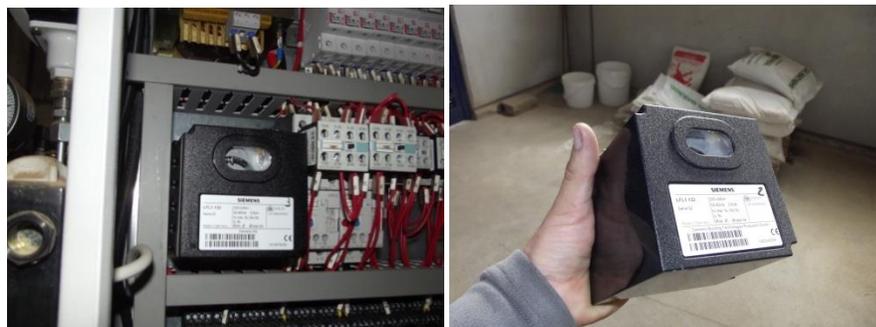


Figura 26: Controlador da caldeira

Após uma vasta análise verificamos que o mesmo iniciava o ciclo muitas vezes num pequeno período de tempo, existiam elevados consumos de vapor num pequeno espaço de tempo, não permitindo á caldeira manter a sua pressão de funcionamento, o que obrigava o controlador a iniciar muitos ciclos seguidos não permitindo assim o seu arrefecimento. Após uma análise detalhada de todos os consumos dos equipamentos da unidade fabril, verificou-se que o escaldão vertical consumia uma grande parte do vapor gerado num pequena porção de tempo, regulou-se então a válvula de entrada de vapor para o escaldão, permitindo assim manter a pressão da caldeira, não perturbando o funcionamento da linha fabril.



Figura 27: Válvula de vapor do escaldão da unidade fabril

Após dois anos e meio de utilização e uma verificação constante, deparámo-nos com um aumento exagerado de pressão e temperatura de vapor á saída da caldeira.

Verificámos então que a bomba de água da mesma teria de ser revista.



Figura 28: Bomba de água da caldeira

Após a desmontagem da bomba deparámo-nos com as borrachas internas de compressão de água com algum desgaste, não permitindo assim o correto funcionamento da bomba.

Verificou-se também que as borrachas das válvulas de compressão e admissão encontravam-se com algum desgaste.



Figura 29: Bomba da caldeira em reparação

Após a substituição de todos os componentes da bomba colocou-se a caldeira em funcionamento para testes, verificando que a temperatura de vapor á saída da caldeira seria um pouco mais baixa, cerca de 160 °C a uma pressão de 6 bar apenas com o Escaldão de Suínos a consumir vapor.

Decidiu então a equipa de manutenção optar por efetuar a próxima revisão num intervalo de tempo mais curto, cerca de 2 anos para nova análise.

Passados mais dois anos de uso efetuou-se nova revisão e verificação, nesta análise tivemos especial atenção há camisa do cilindro, uma vez que a mesma já encontrava algum desgaste sobre a sua superfície. Optou-se então que na próxima revisão a camisa do cilindro também teria de ser substituída.

Após toda esta vasta análise desde o início de funcionamento de toda a unidade fabril, e para manter uma manutenção preventiva e eficaz, a equipa de manutenção com

o auxílio do fabricante do equipamento criou um plano de manutenção que se encontra em anexo (9.1.2).

Relativamente aos eléctrodos de queima optou-se pela sua substituição quando a caldeira começasse a falhar a chama no início do ciclo (caso não ocorra falha de ignição são substituídos de 2 em 2 anos).

Esta caldeira possui dois eléctrodos, um de ionização e outro de acendimento.



Figura 30: Eléctrodos usados

Relativamente ao eléctrodo de acendimento, o mesmo está distanciado cerca de 6mm da boca do queimador e gera uma tensão de cerca de 10mil volts o que permite gerar um arco eléctrico que desencadeia a chama. Neste momento, com a chama iniciada o eléctrodo de ionização deteta o ar ionizado dando essa informação ao controlador, permitindo que este inicie o ciclo.



Figura 31: Eléctrodos novos de reserva

Relativamente á afinação da caldeira, a equipa de manutenção recorre ao fabricante da mesma. Todos os anos são efetuadas verificações para garantir a máxima eficiência da caldeira com o mais baixo consumo.

Devido ao Decreto-Lei n.º 78/2004, de 3 de Abril foi necessário efetuar a monitorização dos poluentes emitidos pela caldeira. A monitorização consiste na realização de duas medições pontuais em cada ano civil, com um intervalo mínimo de dois meses entre medições. Os resultados da monitorização pontual têm de ser remetidos posteriormente à CCDRC (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro) competente no prazo de 60 dias seguidos a contar da data da realização da monitorização.



Figura 32: Chaminé

Como os valores do caudal mássico de emissão do nosso poluente é inferior ao seu limiar mássico mínimo fixado, a monitorização é realizada de forma pontual, e por um período mínimo de 12 meses, como poderão ver em anexo.

Todas estas monitorizações são efetuadas por uma empresa subcontratada acreditada pelo IPAC (Instituto Português De Acreditação), sendo posteriormente enviados os relatórios para o Ministério da Economia do Centro.

4.3 Unidade de produção de Ar Comprimido

Dado tratar-se de uma unidade fabril do ramo alimentar, a maioria dos fabricantes de equipamentos recorreu ao ar comprimido para que os mesmos consigam efetuar os seus movimentos. Sem ar comprimido poucos equipamentos funcionam, estando a linha de fabrico dependente deste fluido produzido pelo compressor.

Nesta unidade estão instalados um compressor de ar comprimido de marca Ingersoll Rand de 7,5 kWatt, um depósito acumulador de 500l, e um secador da marca Puska.



Figura 33: Compressor de ar comprimido / secador



Figura 34: Deposito acumulador de ar comprimido

Este equipamento foi adquirido pela empresa Fresbeira em segunda mão, por tal motivo e uma vez que a equipa de manutenção não conhecia o historial e não tinha experiencia com este tipo de equipamento, a manutenção do mesmo foi subcontratada a outra empresa.

Mesmo tendo sido contratada uma empresa externa para efetuar a manutenção, a equipa de Manutenção optou também por verificar constantemente níveis de óleo do compressor, filtro de ar, temperatura do secador etc.

Um correto funcionamento do secador de ar é muito importante, pois é dele que depende a entrada/não entrada de vapor de água junto com o ar comprimido para todas as válvulas dos equipamentos provocando a sua destruição.

O equipamento que se encontra instalado é um secador de expansão direta, o qual arrefece o ar que entra dentro do mesmo e reaquece-o á saída, permitindo assim que o vapor de água condense sendo o mesmo expelido pelo equipamento.

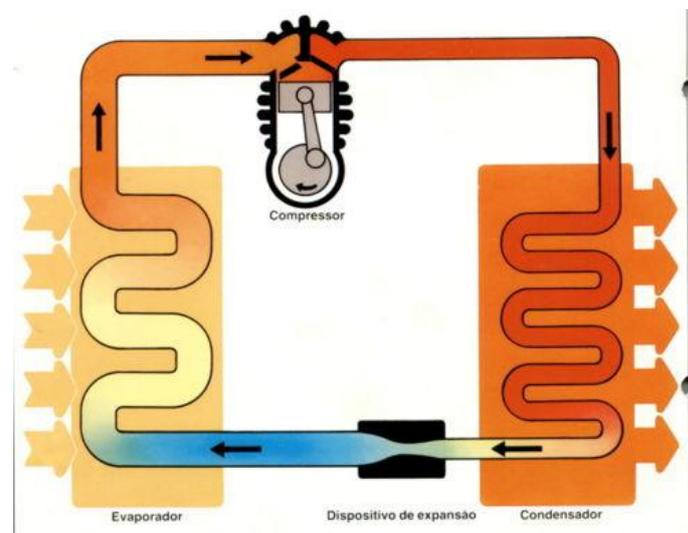


Figura 35: Esquema de funcionamento do secador

Para garantir ar comprimido com qualidade, a equipa de manutenção tem o cuidado de verificar a temperatura do ar comprimido á saída do evaporador do grupo frigorífico através de uma sonda instalada nesse local. A temperatura nesse local deve estar entre os 3°C e os 5°C, para garantir um correta condensação do vapor de água gerado pelo compressor.

Caso a temperatura deixe de estar dentro deste valor poderá dever-se a uma avaria, nomeadamente:

- ✓ Condensador sujo
- ✓ Equipamento frigorífico sem gás
- ✓ Sonda avariada
- ✓ Válvula de expulsão do vapor de água suja
- ✓ Etc.

Relativamente aos filtros de retenção de humidade, a equipa de manutenção optou por efetuar a sua limpeza todos os meses e a sua substituição anualmente, uma vez que ficam muitos colmatados.



Figura 36: Filtros de retenção de humidade

4.4 Unidade de frio

Todo o frio gerado para a unidade fabril e escritórios é gerado na Secção da Unidade de Frio.

Foram adquiridos compressores frigoríficos da marca **Bitzer**, uma marca com prestígio no mercado devido á elevada durabilidade dos seus equipamentos e a relação qualidade/preço.

Este grupo é constituído por 2 compressores frigoríficos semi-herméticos de pistão, utilizados para o arrefecimento de duas câmaras de congelação, uma funcionando a uma temperatura média de -20C° e outra a -30C° .





Figura 37: Compressores frigoríficos congelação

Existem também mais 3 compressores de parafuso aberto que permitem o arrefecimento de todas as câmaras frigoríficas e do túnel de arrefecimento rápido.

Um dos compressores está a trabalhar especificamente com as câmaras frigoríficas, outro está a trabalhar com o túnel de arrefecimento rápido, e por fim o do meio está a trabalhar em alternância para os dois lados. Quando o túnel de arrefecimento rápido está a trabalhar estão dois compressores a funcionar para o seu arrefecimento.

Quando o mesmo se encontra em descanso, dois dos compressores trabalham para as câmaras frigoríficas.

Foram seleccionados os compressores de parafusos BITZER devido às suas vantagens decisivas:

- ✓ Alta capacidade de refrigeração e de desempenho
- ✓ Integrado e eficiente controlo de capacidade: 100% - 75% - 50%
- ✓ Alta qualidade e fiabilidade de vedação
- ✓ Operação contínua fiável através do sistema de lubrificação patenteado
- ✓ Alta eficiência de carga ligando apenas os compressores quando necessários.
- ✓ Sistema compacto de compressor com manutenção e serviço simples.



Figura 38: Compressores da Unidade de Frio

A instalação de arrefecimento foi construída para que as câmaras frigoríficas sejam arrefecidas pela permuta entre o ar quente e o mono etileno de glicol que passa dentro do evaporador, quanto aos túneis de arrefecimento rápido os mesmos são arrefecidos diretamente com o gás R404A.

Um dos grandes cuidados a ter numa instalação frigorífica deste tamanho é a limpeza do condensador.



Figura 39: Condensador

Devido á complexidade do sistema frigorífico e também devido á necessidade de ferramentas específicas, a equipa de manutenção optou por subcontratar uma empresa externa para efetuar toda a manutenção da instalação.

A primeira avaliação é efetuada pela equipa de manutenção, verificação de óleo, gás glicol, limpezas de evaporadores e condensador, verificação de fugas etc.

Em anexo (9.1.4) encontram-se os dados completos relativos á manutenção requerida para esta Secção.

Tabela 2: Avarias ocorridas na unidade de frio

<i>Data</i>	<i>Avaria</i>	<i>Causa</i>	<i>Resolução</i>
14/07/2010	<i>O contator do variador do 1º compressor disparava</i>	<i>Excesso de temperatura dentro da Unidade dos compressores</i>	<i>Colocação de um exaustor dentro da Unidade dos compressores para permitir o seu arrefecimento</i>
17/10/2010	<i>Sistema de frio parou</i>	<i>Falha em sonda de temperatura que controla a permuta entre o mono etileno de glicol e o Gás R404A</i>	<i>Substituição da sonda</i>
05/03/2012	<i>O contator do variador do 1º compressor disparava</i>	<i>Rolamentos gripados do 1º Compressor</i>	<i>Substituição de rolamentos</i>
02/12/2012	<i>Fuga de gás no 1º compressor</i>	<i>Rebentamento por rutura de tubagem de retorno do óleo de lubrificação do compressor</i>	<i>Substituição da tubagem colocando um acessório anti vibratório</i>
10/11/2013	<i>Fuga de gás no 1º compressor</i>	<i>Rebentamento por rutura de tubagem de retorno do óleo de lubrificação do compressor</i>	<i>Substituição da tubagem por um tubo de borracha preparado para o efeito, a equipa de manutenção subcontratada optou por enviar compressor para o fabricante</i>



Figura 40: Fotos da avaria do 1º compressor

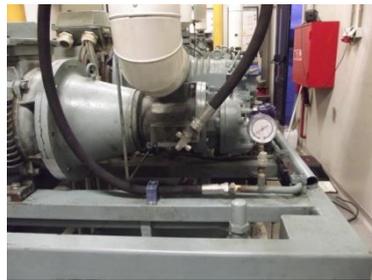


Figura 41: Montagem de tubo em borracha em malha de aço preparado para suportar a pressão de 200 bar e o fluido que por dentro dele passa.

4.5 Linha de abate

Como o próprio nome indica, é nesta secção onde se procede ao abate de todos os animais destinados ao consumo humano, sendo o mesmo serviço efetuado por um conjunto de equipamentos e operários a fim de realizar toda a sequência de processo.

É nesta secção que a equipa de manutenção possui especial atenção, dedicando-se em exclusivo aos seus equipamentos.

Na figura seguinte está representado toda a sequência de processo, a fim de ser mais explícito o posicionamento e o objetivo de cada equipamento.

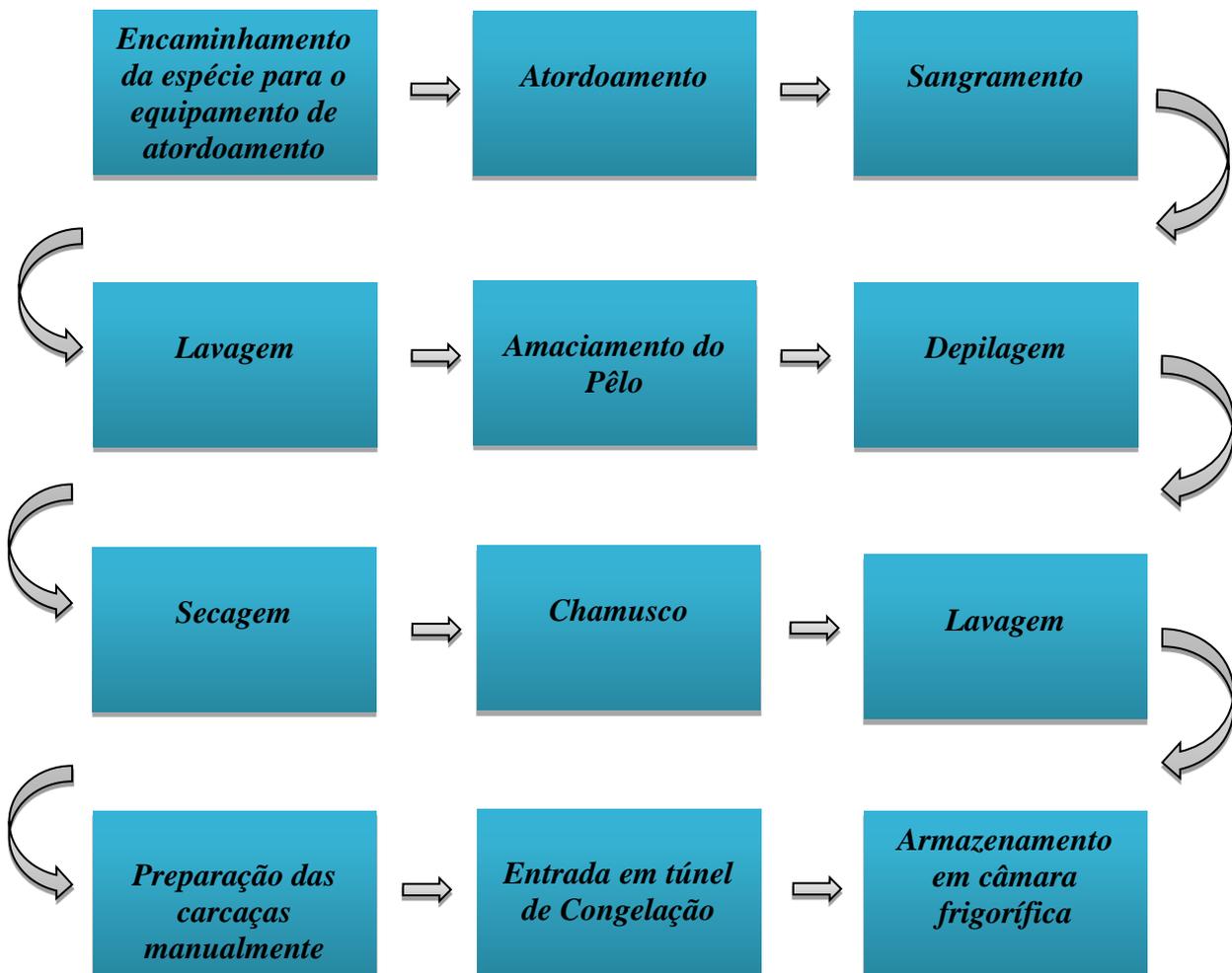


Figura 42: Fluxograma da linha de abate



Figura 43: Atordoamento de animais

Consoante a espécie desejada, os animais são levados por um operador para o local onde são atordoados.

Para efetuar essa função estão disponíveis dois equipamentos diferentes, electronarcose ou insensibilizador de suínos por CO_2 . O Equipamento de electronarcose apenas é usado para leitões e pequenos ruminantes, enquanto que o insensibilizador de suínos por CO_2 é utilizado para suínos adultos.



Figura 44: Linha de Sangria e Acabamento

Posteriormente a serem atordoados, os animais (suínos) são pendurados através de uma corrente e elevados por um elevador onde entram na linha de sangria.

Seguidamente, são sangrados com a ajuda de um colaborador, sendo o seu sangue aspirado por um sistema de sucção de sangue alimentar.

Entram na lavadora e seguidamente num escaldão de suínos, com uma temperatura controlada. Esse mesmo equipamento possui jatos de água quente, o que permite o amolecimento do pelo dos animais.

Esses mesmos animais caem posteriormente através de um mecanismo apropriado dentro da depiladora onde são retirados todos os pelos ao animal.

São novamente elevados para entrarem noutra linha (Linha de acabamento).

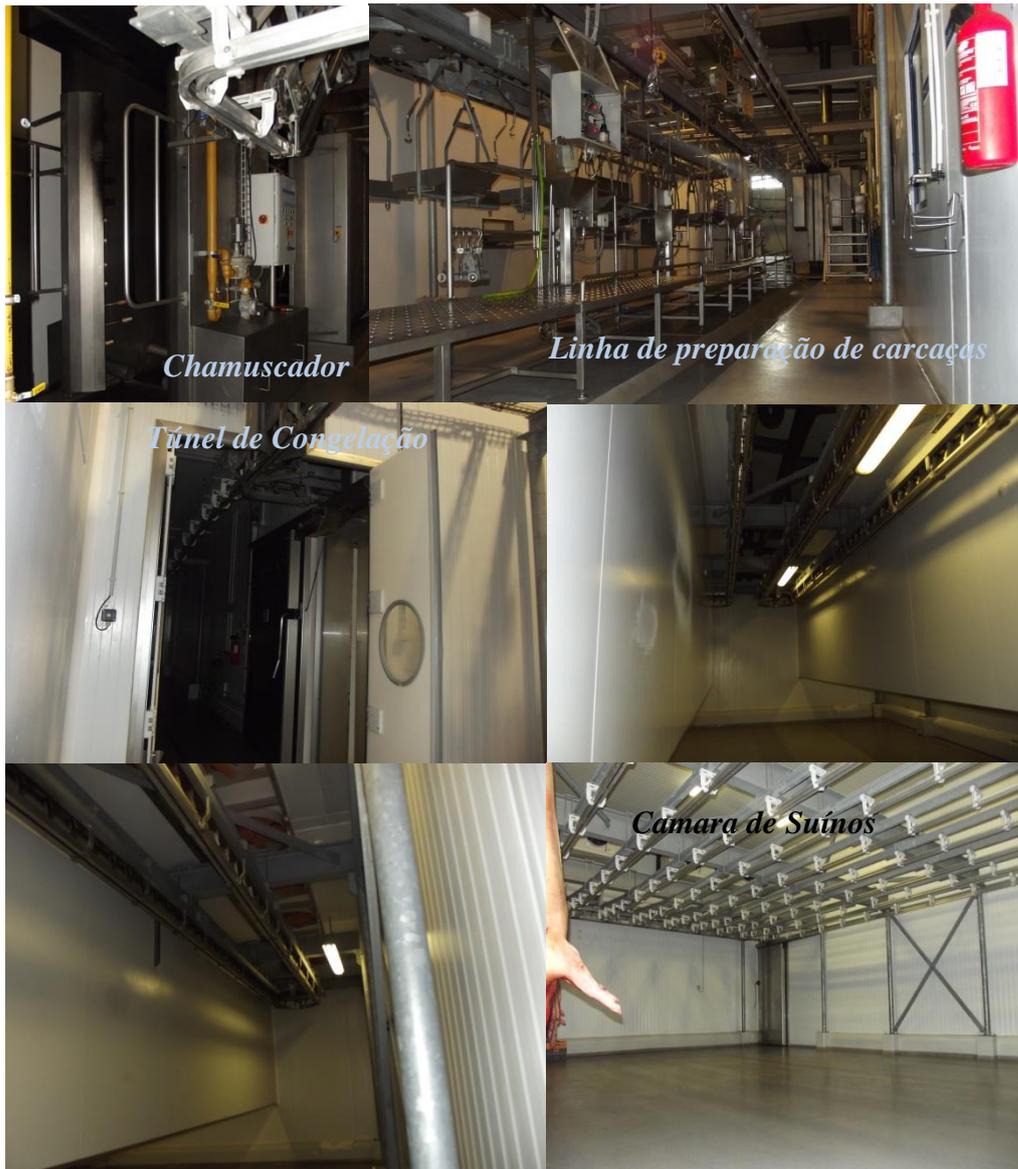


Figura 45: Unidade Fabril

Nesta linha os suínos são secos através de uma secadora, chamuscados e posteriormente lavados.

Seguidamente, através de operadores os suínos são devidamente abertos e serrados, preparados e inspecionados pelo corpo de inspeção sanitária, o qual permite a sua aprovação ou não para consumo humano.

Entram então num túnel de arrefecimento rápido de modo a conferir á carcaça a mais rápida descida de temperatura, para assim assegurar o melhor produto possível.

Cerca de uma hora e meia chegam as carcaças á câmara de armazenamento, onde ficam a aguardar expedimento ou desmancha.

Relativamente às outras duas espécies, o processo é similar apenas divergindo em alguns aspetos nomeadamente os leitões passam por uma depiladora própria, ajustada ao tamanho dos mesmos.



Figura 46: Depiladora dos leitões

Relativamente aos pequenos ruminantes o processo é praticamente todo manual, apenas possui o auxílio de um equipamento que permite a retirada da pele, e outro que permite a retirada da medula.



Figura 47: Equipamento de retirar a pele aos pequenos ruminantes



Figura 48: Equipamento de retirar a medula aos pequenos ruminantes

Após a análise detalhada da linha de abate, a equipa de manutenção optou por criar um plano detalhado para cada equipamento, os quais encontram-se em anexo (9.1.5), permitindo assim o controlo preciso do equipamento minimizando assim o nº de avarias durante o processo.

Recorrendo também a novos processos, termografias entre outros, que serão referidos no decorrer do trabalho, efetuaram-se estudos a fim de minimizar as avarias.

4.5.1 Equipamento de electronarcose

Este equipamento permite efetuar a insensibilização dos suínos jovens (leitões), e pequenos ruminantes. Consoante a espécie, é efetuada uma descarga que pode atingir o seu valor máximo de 250 volts, o que faz com que os animais fiquem atordoados para posteriormente serem sangrados.



Figura 49: Equipamento de electronarcose

Neste equipamento, a equipa de manutenção depara-se muitas vezes com os cabos danificados e o botão de acionamento do mesmo estragado, estes fenómenos ocorrem devido á forte utilização do equipamento.



Figura 50: Componentes do equipamento de electronarcose

Para garantir um correto funcionamento do equipamento, e devido á rigorosa legislação relativa á insensibilização dos animais, todos os anos o equipamento é verificado, sendo medidas as voltagens por uma empresa externa certificadas.

Após um período de tempo de 4 anos e um registo constante de avarias, a equipa de manutenção criou uma tabela de avarias com os respetivos tempos entre as mesmas, de forma a conseguir atuar sobre elas antes das mesmas se proporcionarem.

Registo de avarias de Equipamento de electronarcose

Tabela 3: Registo de avarias do equipamento de electronarcose

<i>Tipo de Avaria</i>			<i>Intervalo de tempo entre avarias</i>		
<i>Cabos deteriorados</i>	<i>Interruptor avariado</i>	<i>Verificação das corretas voltagens de descarga do equipamento</i>	<i>Cabos deteriorados</i>	<i>Interruptor avariado</i>	<i>Verificação das corretas voltagens de descarga do equipamento</i>
12/02/2009	11/05/2009	16/12/2012			
19/05/2010	25/09/2009		15 Meses e 7 dias	4 Meses e 14 dias	
14/12/2012	14/01/2010		31 Meses e 25 dias	3 Meses e 8 dias	
20/06/2013	27/08/2010		6 Meses e 6 dias	6 Meses e 13 dias	
	15/12/2010			3 Meses e 19 dias	
	07/06/2011			5 Meses e 3 dias	
	30/10/2011			4 Meses e 23 dias	
	23/02/2012			3 Meses e 23 dias	
	16/10/2012			7 Meses e 21 dias	
	20/06/2013			8 Meses e 4 dias	

Após a recolha do tipo de avarias ocorridos neste equipamento, e a brevidade com que as mesmas voltam a surgir, optou-se por efetuar uma inspeção visual todos os meses dos elementos elétricos de forma a prevenir eventuais avarias.

No dia 23/02/2013 optou-se por alterar o sistema do botão por um botão similar mas com outro tipo de proteção, não sendo tão fácil a rutura da sua proteção. Com esta alteração, verificou-se também uma melhoria na longevidade do equipamento a que corresponde um maior tempo médio de bom funcionamento. Relativamente aos cabos, em vez de se utilizarem cabos de maior secção, optou-se por utilizar cabos flexíveis com 4 condutores, em que se juntaram dois a dois condutores para permitir a maior durabilidade do cabo.

Optou-se também pela aquisição de outro equipamento para estar sempre apto a funcionar caso o mesmo avarie, devido aos custos envolvidos de paragem.

4.5.2 Equipamento de insensibilização de suínos por CO₂

È neste equipamento que os suínos são atordoados, permitindo o mesmo uma diminuição do sofrimento dos mesmos.

Com este equipamento é possível garantir uma melhor qualidade da carne, devido a não existir derrames internos no suíno durante o processo de atordoamento.

O Equipamento é constituído por um cesto que transporta os animais, sendo os mesmos levados a um fosso com cerca de 5m de profundidade, contendo no seu interior dióxido de carbono, o qual impede a respiração dos mesmos provocando o seu atordoamento.

Associado a este cesto encontram-se duas correntes, as quais permitem o deslocamento do mesmo. O acionamento é efetuado por meio de um motor elétrico com travão.

Para controlo da dosagem de gás para o interior do fosso existe um analisador que controla automaticamente o fluxo de gás no interior do foço. É necessário frisar que este gás é mais denso que o ar atmosférico mantendo-se assim na parte inferior do foço



Figura 51: Equipamento Insensibilização por Co₂

Um dos grandes e graves problemas ocorridos com este equipamento foi a corrosão, devido às fezes, urina dos animais, e ao próprio meio a que o equipamento está submetido, sendo também o gás um meio corrosivo. Optou-se então, por recorrer a meios de proteger todos os componentes mais importantes do equipamento, por exemplo as correntes, sendo as mesmas envolvidas em massas lubrificantes de forma a impedir a oxidação e por ventura a rutura.

A seleção da massa lubrificante foi também tida em conta devido á elevada quantidade de água que o equipamento está sujeito aquando a sua lavagem.

Recorreu-se então a uma massa com um elevado teor de adesividade permitindo assim um maior tempo de permanência na corrente.

Este equipamento é um pouco complexo, estando ainda a equipa de manutenção a aprender novas técnicas de manutenção preventiva.

Para prevenir avarias neste equipamento, a equipa de manutenção criou uma tabela de registo de avarias e causas para através da visualização poder diagnosticar o estado do equipamento.

Tabela 4: Tabela de Avarias/causas

<i>Avaria</i>	<i>Causa</i>
Cesto não desce	Sensores de paragem do fosso encravados, devido a excrementos de suínos, aumentos dos sensores partidos
O cesto não fica posicionado no local onde permitem o carregamento com suínos	Aumentos dos sensores de paragem partidos
O cesto não avança após o carregamento dos suínos	Sensores de posicionamento da porta de abertura de suínos avariados, devido a humidade
Cesto não descarrega os suínos	Falta de ar comprimido

Além de todas estas avarias foram também verificados outros fatores, nomeadamente a folgas nas correntes e rolamentos.

No passado ano de 2012, em Fevereiro, ocorreu uma avaria inesperada com o equipamento.

Corrente que permite a deslocação do cesto



Corrente com apresentação de alguns pontos de ferrugem localizados



Figura 52: Componentes com corrosão

Uma das correntes partiu, fazendo com que o cesto descesse para a parte inferior do fosso, nesse momento a equipa de manutenção deparou-se com uma avaria complexa, devido aos estragos originados por tal situação. Nesse momento todas as intervenções neste equipamento foram estudadas e analisadas.

Verificámos que teria sido a corrosão a principal causa de tal fenómeno.

Nesse momento verificámos todos os seus componentes móveis, substituímos apoios de bronze onde trabalham veios, bem como todos os rolamentos e efetuámos o desempenho do cesto, efetuámos repinturas onde ocorrem corrosão, etc.

Corrente lubrificada



Figura 53: Corrente lubrificada

Foi então que a equipa de manutenção optou por mensalmente verificar o estado do equipamento, efetuando análises visuais, e analisando constantemente o ruído sonoro do equipamento.

Após este acontecimento, no passado mês de fevereiro de 2012, a equipa de manutenção optou por alterar o variador deste equipamento, introduzindo junto ao equipamento um acionamento manual, o qual permite o movimento do cesto em qualquer posição, permitindo assim o desencravamento do mesmo.



Figura 54: Acionamento manual do equipamento

4.5.3 Sistema de sucção de sangue alimentar

É através deste equipamento que todo o sangue para consumo humano é recolhido.

O equipamento é constituído por dois tanques, os quais possuem dois batedores para o sangue não coagular durante a sua armazenagem.

O mesmo é retirado do animal através de uma bomba de membrana a qual trabalha a ar comprimido, após cada lote de 10 animais toda a tubagem do equipamento é esterilizada e lavada através de um processo de água quente, que é introduzida dentro do equipamento.

Associado a este equipamento está outro, o qual permite a retirada de sangue que não é aproveitado para consumo humano para um tanque adequando ao fim, para ir para destruição.

Sistema de lavagem de equipamento após a passagem de 10 suínos

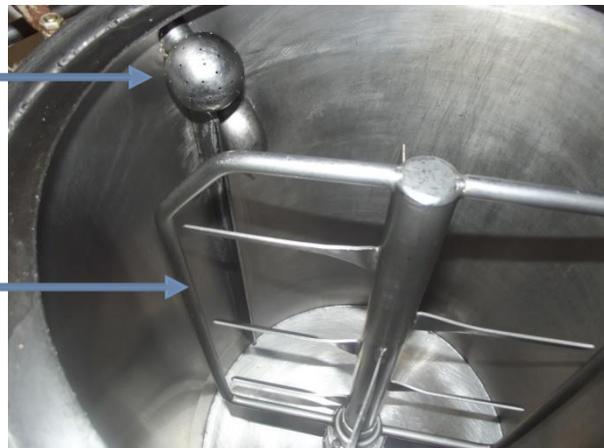
Faca Vampiro a qual permite sugar o sangue do interior do suíno

Depósitos de armazenamento do sangue



Sistema de lavagem do depósito do sangue

Batedor de sangue



Sistema de sucção de sangue que não é aproveitado para consumo humano



Calha de sangria



Figura 55: Sistema de sucção de sangue alimentar

Este equipamento não necessita de nenhuma manutenção em particular, apenas a verificação mensal do bom funcionamento do mesmo.

Anualmente é efetuada uma revisão geral, em que todo o equipamento. Este é desmontado sendo substituídos os seus óleos, são substituídos os seus rolamentos e os vedantes.



Figura 56: Desmontagem de Sistema de sucção de sangue alimentar para revisão

4.5.4 Lavadoras/Secadoras

Este tipo de equipamentos permite a lavagem e secagem dos suínos, são constituídas por escovas, as quais ao rodarem permitem a lavagem dos mesmos.

A manutenção deste tipo de equipamentos é muito simples. Possui apenas chumaceiras as quais são lubrificadas mensalmente sendo inspecionadas visualmente e através do ruído produzido.

Relativamente às escovas, são substituídas de acordo com a apresentação de desgaste, são elas que garantem um produto com qualidade e limpeza. Também a qualidade das mesmas é importante pois o desgaste depende do material aplicado.

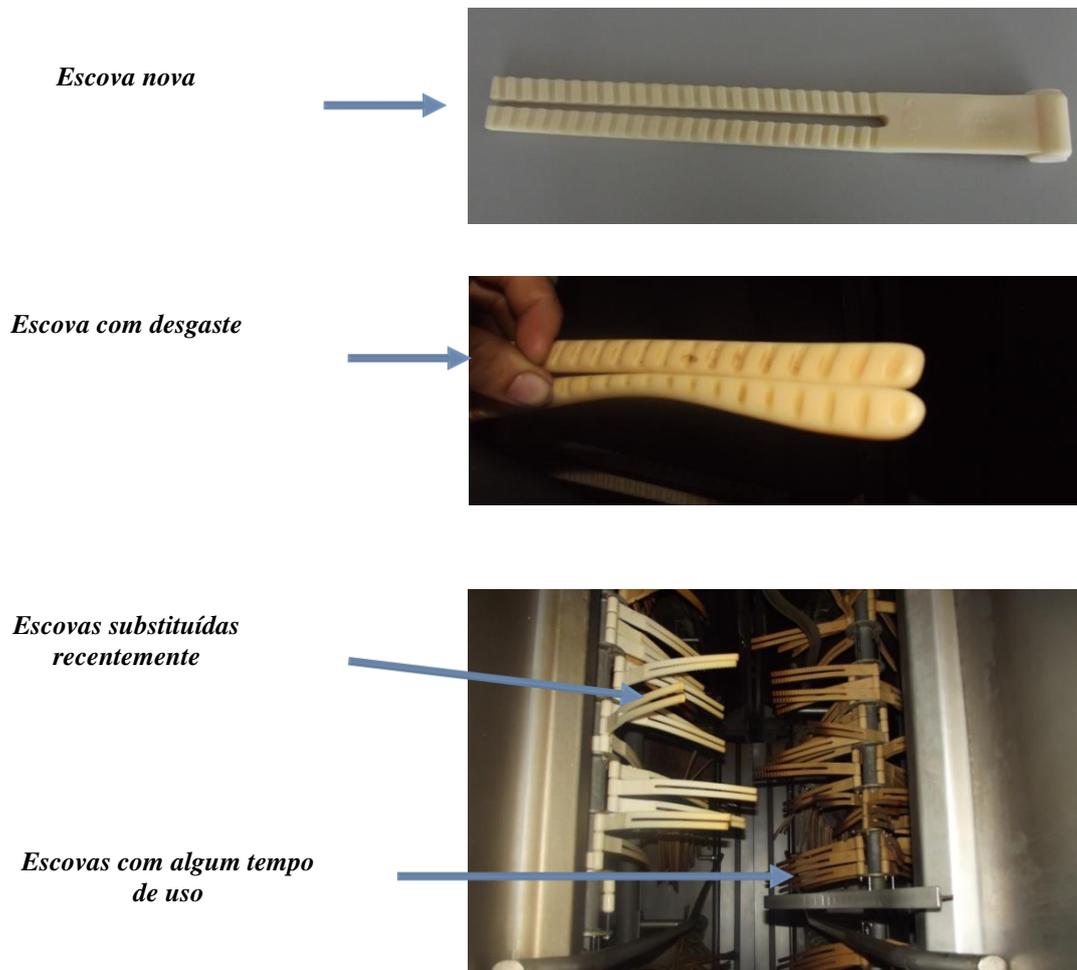


Figura 57: Contraste entre escovas novas e usadas em lavadoras/secadoras

Também a dosagem de água e a forma como é introduzida na carcaça é muito importante para a correta lavagem da mesma. Recorreram-se a bicos de lavagem de 135°, os quais permitem uma perfeita lavagem da mesma.

É de frisar que o consumo de água é muito importante, desta forma estes bicos de pulverização controlam a água gasta otimizando o consumo da mesma.

Também a limpeza dos bicos é muito importante, pois a sujidade impede o perfeito enxaguamento do suíno. Por tal motivo, a equipa de manutenção efetua verificações constantes ao equipamento.

4.5.5 Escaldão de suínos

Após sofrerem uma primeira lavagem os suínos entram dentro do escaldão de suínos, estando este a uma temperatura homogénea de 62°C. Com o auxílio de bombas são lançados jatos de água sobre as carcaças de forma a amolecer o seu pelo.

O correto funcionamento destas bombas é muito importante, pois são elas que permitem o sucesso da operação.

Após um estudo ao equipamento, a equipa de manutenção verificou que o ponto onde poderá ocorrer um maior número de avarias será nas bombas de água.

Este estudo teve com base os 4 anos decorridos do processo laboral do equipamento.

A equipa de manutenção optou portanto por criar uma identificação por bomba para mais facilmente poder perceber qual das bombas teria um maior número de avarias.

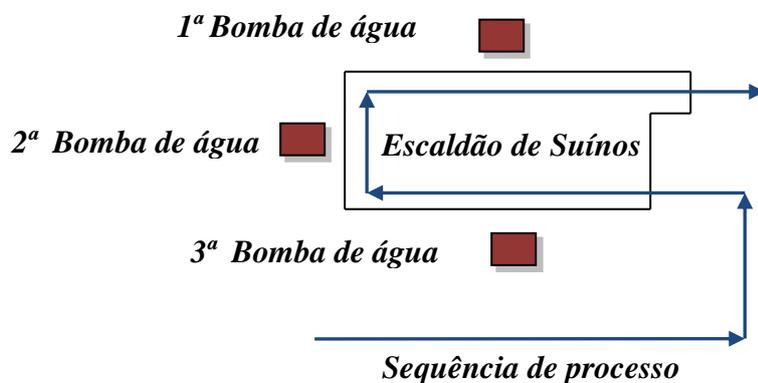


Figura 58: Disposição das bombas de água no escaldão de suínos

A seguinte tabela mostra o nº de vezes que as bombas foram intervencionadas até á presente data.

Tabela 5: Registo de avarias em função do tempo de utilização do escaldão de suínos

<i>Data de Intervenção</i>	<i>Nº da Bomba de água</i>	<i>Tipo de avaria</i>	<i>Resolução da avaria</i>
22/04/2009	1	A bomba de água começou a aumentar o ruído da mesma	Verificação da folga dos rolamentos do motor elétrico e sua substituição
25/09/2012	2	A bomba de água aumentou o seu ruído de uma forma abrupta	Substituição do prato interior do motor elétrico e seus rolamentos
05/09/2013	2	Apareceu humidade junto ao empanque da parte superior da bomba	Substituição do empanque da bomba de agua

Através deste estudo, verificou-se que seria necessário atuar de uma forma atempada sobre este componente do escaldão. Para isso, recorreu-se a uma câmara termográfica de forma a poder ser efetuado um novo estudo sobre as temperaturas presentes na bomba, e o comportamento do motor elétrico submetido a estas condições de trabalho. É importante verificar ao longo do tempo o comportamento da bomba relativamente a consumos elétricos e falhas de funcionamento.



Figura 59: Análise termográfica

Neste preciso momento a equipa de manutenção opta por analisar o ruído das bombas de água, caso haja uma variação no ruído das mesmas opta-se por um plano de verificação de componentes, sendo necessário agendar uma manutenção condicionada para verificação do sintoma e sua correção.

Também o controlo preciso do vapor é muito importante, pois sem ele não é possível elevar a temperatura da água ao valor desejado para a laboração. Para este efeito, recorre-se a uma válvula de vapor acionada pneumáticamente através de um controlador. Esta válvula não requer qualquer tipo de manutenção, porém e devido a motivos de segurança, a equipa de manutenção possui uma membrana de reserva para caso da mesma rebentar.



Figura 60: Válvula de controlo do vapor do escaldão

4.5.6 Depiladora de suínos

É neste equipamento que são retirados todos os pelos dos suínos.



Figura 61: Depiladora de Suínos

Para a operação ser efetuada de uma forma correta, a equipa de manutenção tem em atenção vários componentes do equipamento:

- ✓ Borrachas de depilação dos suínos
- ✓ Jatos de água
- ✓ O acionamento de descarga de suínos

As borrachas de depilação são muito importantes, pois são estas que irão raspar o pelo dos suínos com o auxílio da água.



Figura 62: Borrachas da depiladora dos suínos

Um correto afiamento destas borrachas é importante. Para esse processo a equipa de manutenção recorre á sensibilidade do técnico para efetuar o afiamento. O mesmo é efetuado aquando uma verificação mensal dos vários componentes do equipamento e/ou quando o técnico acha necessário.

Este afiamento efetua-se através de uma rebarbadora e um disco de lamelas, sendo o ângulo efetuado de cerca de 135° com a borracha, de modo a garantir o correto funcionamento do equipamento.

Relativamente aos jatos de água, é importante verificar o seu espalhamento pela carcaça de modo a garantir que, toda a superfície em contacto com as borrachas está envolvida em água. Para isso, é necessário que o técnico verifique se existe algum entupimento dos bicos de saída de água mensalmente.

Uma incorreta descarga de suínos para a depiladora obriga a interrupção do processo, sendo necessário o acionamento da equipa de manutenção.

Para evitar tal acontecimento, optou-se por efetuar uma verificação mensalmente de todos os componentes do equipamento e sua lubrificação, e criou-se um sistema de paragem de suínos caso houvesse um encravamento.

A figura seguinte mostra o sistema de paragem caso não funcione o sistema de descarga de suínos.



Figura 63: Sistema de segurança de descarga de suínos

Também outros componentes deste equipamento são analisados, nomeadamente as chumaceiras do veio onde estão fixadas as borrachas de depilação dos suínos.

É através de uma câmara endoscópica que são analisadas estas chumaceiras, devido ao facto de ser necessário desmontar alguns componentes para a possibilidade de visualização das chumaceiras.



Figura 64: Câmara endoscópica

Um fator a ter em conta é o pelo acumulado junto á chumaceira, pois este pode entrar no rolamento proporcionando a sua degradação.

Ao longo destes quatro anos e meio de processo, a equipa de manutenção verificou que o facto de não ser removido o pelo animal da chumaceira, iria criar á volta da mesma o género de uma corda de pelo animal que iria travar a chumaceira. Com esta nova técnica de visualização das chumaceiras é mais fácil atuar sobre o problema, permitindo assim a remoção do pelo existente.



Figura 65: Chumaceira apresentando alguma degradação

Neste momento, a equipa de manutenção tenta encontrar um acessório que não permita a entrada de pelo para as chumaceiras.

Outro ponto a ter em conta é as válvulas distribuidoras de ar comprimido, pois são elas que permitem o acionamento dos vários movimentos do equipamento. Estas válvulas são regularmente lubrificadas através do ar comprimido sendo introduzido no ar o lubrificante.

4.5.7 Depiladora dos leitões

Este equipamento é muito similar ao anterior, porém possui algumas diferenças.

Neste equipamento a equipa de manutenção preocupa-se também com as borrachas e com os jatos de água.

Devido ao facto de os animais serem mais frágeis, leva a que a técnica de processo seja mais cuidadosa. Recorre-se a borrachas de depilação constituídas completamente em borracha.

Também associado a esta depiladora encontra-se um escaldão horizontal onde são mergulhados os leitões sendo introduzidos 3 leitões de cada vez para o processo.

Também o ar comprimido é importante neste processo, pois sem ele não é possível funcionarem as válvulas distribuidoras.

4.5.8 Chamuscador de suínos

É aqui que as carcaças de suíno ganham a cor do produto acabado.

Este equipamento é constituído por 48 bicos de projeção de fogo os quais incidem sobre a carcaça.



Figura 66: Chamuscador de suínos

Esta projeção é controlada através de um controlador que controla a posição do suíno, e projetada o chama no momento em que a carcaça se encontra no interior do chamuscador.

Sendo este um equipamento crítico, a equipa de manutenção optou por criar uma tabela de avarias no decorrer do tempo de funcionamento para poder perceber o que poderia melhorar, para que este equipamento não interrompesse o processo.

Tabela 6: Avarias ocorridas no chamuscador

<i>Data</i>	<i>Tipo de avaria</i>	<i>Causas</i>
15/04/2011	O chamuscador deixou de funcionar aquando a passagem dos suínos	Temporizador de suínos avariado
20/09/2011	O chamuscador deixou de funcionar aquando a passagem dos suínos	Sensor de detenção de suínos avariado
12/05/2012	Uma das torres de bicos de injeção de gás deixou de funcionar	Válvula de abertura de gás queimada (devido a humidade)
17/03/2013	Toda a instalação elétrica queimada	Esquecimento aquando o acendimento das tampas de isolamentos dos acendedores
15/09/2013	Todas as torres do chamuscador deixaram de trabalhar	Bobine da válvula de segurança queimada

Com o decorrer do funcionamento do equipamento, a equipa de manutenção foi observando o nível de degradação do mesmo, analisando detalhadamente cada avaria que vai surgindo.

De forma a garantir sempre o bom funcionamento do mesmo, a equipa de manutenção optou pela aquisição de material de stock para uma intervenção rápida.

Relativamente á degradação do mesmo, optou-se por utilizar um lubrificante que não afetasse o funcionamento do mesmo, mas que o protegesse, alguns acessórios foram isolados com vaselina, e outros com massa lubrificante com elevado poder de adesividade.

4.5.9 Serra de corte das carcaças

Este equipamento é crucial para o corte e acabamento da carcaça pois é ele que permite a divisão do suíno ao meio para posteriormente ser vendido.



Figura 67: Serra de corte de Carcaças

Devido á humidade presente no meio, a equipa de manutenção viu-se obrigada a tomar medidas especiais com este equipamento.

Com o decorrer do tempo a equipa de manutenção optou por analisar e arranjar soluções para as avarias que normalmente ocorrem.

Tabela 7: Avarias ocorridas ao longo do tempo na serra de corte de carcaças

<i>Data</i>	<i>Tipo de avaria</i>	<i>Causas</i>
10/05/2011	A serra deixou de trabalhar	Motor da serra queimado
15/09/2011	A serra começou a trabalhar aos esticões	Sensor de funcionamento da serra avariado
12/05/2012	A folha da serra salta	Um dos guias da serra em carvão gasto
01/12/2012	A serra deixou de funcionar	Motor da serra queimado
15/03/2013	A serra deixou de funcionar	Motor da serra queimado

Analisando a tabela acima descrita, verificou-se que uma das grandes avarias que surge é a destruição da bobinagem do motor elétrico. Foi sobre este problema que a equipa de manutenção teve especial atenção. Para garantir sempre o funcionamento do equipamento, optou-se por adquirir outro motor elétrico, porém efetuou-se também uma análise detalhada do problema. Verificou-se que a humidade presente no ambiente ao seu redor era uma das principais causas, mas não só, a lavagem da serra e a lavagem dos equipamentos em seu redor iriam criar uma maior concentração de humidade.

A equipa de manutenção numa primeira fase optou por tapar o equipamento aquando da sua lavagem, mas porém sem grandes resultados.

Numa segunda fase, optou por criar uma estrutura aérea onde a serra é colocada aquando a lavagem dos restantes equipamentos, optou também por desmontar trimestralmente a serra e proceder á secagem do motor elétrico numa estufa apropriada para o efeito.

4.6 Sala de desmancha / Salsicharia / Embalagem / ETAR / Edifício

Devido ao facto dos sectores produtivos, compreendendo Sala de Desmancha, Salsicharia, Embalagem, ETAR e Edifício, possuírem equipamentos que não exigem uma manutenção muito exigente, optou-se por efetuar subcontratação de empresas externas.

Para minimizar os impactos relacionados com a falta de manutenção dos equipamentos, a equipa de manutenção optou por seleccionar operários responsáveis de cada departamento para informarem de alguma anomalia na sua secção.

Esta informação permite a rápida atuação de equipas externas à empresa para resolução das avarias.

Desta forma, é possível permitir á equipa de manutenção dedicar especial atenção a secções mais importantes na Empresa.

Relativamente a custos inerentes á subcontratação, a empresa em conjunto com a equipa de manutenção verificou que se tratam de equipamentos que requerem poucos cuidados de manutenção.

5 Técnicas de Manutenção Preditiva

5.1 Termografia

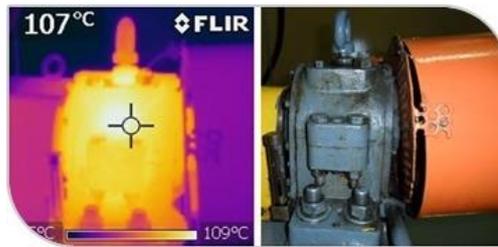


Figura 68: Análise termográfica

A termografia consiste numa técnica não destrutiva que permite efetuar uma análise de temperaturas de corpos através da radiação infravermelha emitida.

Em eletricidade e eletrónica, a monitorização constante e a deteção precoce de alterações na temperatura de um determinado componente, (devido por exemplo à sobrecarga energética ou vida útil comprometida), permite a prevenção de avarias de equipamentos (www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/4mostra/pdfs/616.pdf).

A manutenção preditiva não substitui totalmente os métodos tradicionais de manutenção, mas traduz-se num valioso aditivo para a constituição de um programa abrangente de manutenção. Enquanto os programas tradicionais de manutenção baseiam-se em serviços de rotina em todos os equipamentos e resposta rápida a avaria inesperadas, um programa de manutenção preditiva planeia tarefas específicas de manutenção, somente quando forem de facto necessárias. Não eliminando totalmente os aspetos dos programas tradicionais preventivos e corretivos, a manutenção preditiva pode reduzir o número de avarias inesperadas, bem como fornecer uma ferramenta de programação fiável para tarefas rotineiras de manutenção preventiva (*The shell Group 2011*).

A mais-valia da manutenção preditiva tem a ver com a monitorização regular das condições reais em que se encontram os equipamentos, e do rendimento operacional

dos sistemas. A manutenção preditiva pode assegurar o intervalo máximo entre intervenções.

Através dessa tecnologia é possível detetar em estágio inicial, processos de avaria ocasionados por anomalias térmicas em um determinado componente antes de ocorrer interrupção de funcionamento dos equipamentos.

5.2 Vibrometria

Com a evolução tecnológica foram desenvolvidas novas técnicas para a avaliação precoce do estado de conservação dos equipamentos de uma unidade fabril industrial, permitindo assim evitar avarias imprevistas originando interrupções da unidade fabril. Com a evolução das técnicas de diagnóstico de sintomas mecânicos surgiu a implementação de duas técnicas de diagnóstico de estado de conservação em motores elétricos:

- ✓ Análise Vibrométrica
- ✓ Análise da Condição de Rolamentos

Antes de ocorrer a rutura do defeito é crucial conhecer o histórico do equipamento, ou seja, os desequilíbrios a que esteve sujeito, desalinhamentos, folgas, desapertos etc. Todos estes fatores vão contribuir para um aumento das vibrações que podem provocar ressonâncias e aumento da carga do motor. Por sua vez, as vibrações aceleram os processos de degradação das componentes do equipamento originando uma avaria.

As grandes vantagens desta análise são:

- ✓ Deteta as avarias na sua fase inicial, (ideal para aplicação do método da análise de tendência e criação de histórico do equipamento)
- ✓ Execução de análise e deteção de avarias sem ser necessário parar o equipamento
- ✓ Permite diagnosticar a causa da avaria e medidas retificativas a tomar

5.3 Análise de Rolamentos

Os rolamentos estão entre os componentes mais importantes da grande maioria dos equipamentos, sendo que as suas especificações de tempo de vida útil e capacidade são muito rigorosas. Isto permite que se faça coincidir o tempo de vida do rolamento com o tempo de vida do equipamento.

Um rolamento em início de deterioração está fora da capacidade de percepção dos sentidos humanos. Efetivamente, não só a sua amplitude é reduzida como também as vibrações nele geradas estão submersas nas outras vibrações geradas pelo mesmo.

O problema geral da deteção de anomalias num rolamento é o de como separar as minúsculas vibrações produzidas pelo embate dos corpos rolantes, a rolar numa superfície por vezes rugosa, com as arestas de uma fenda microscópica, não detetável a olho nu, das outras vibrações do equipamento (www.ebah.com.br/content/ABAAAAlaEAC/deteccao-falhas-rolamentos-atraves-analise-vibracao).

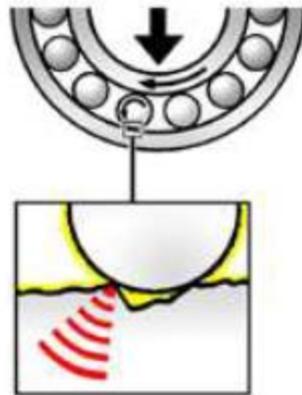
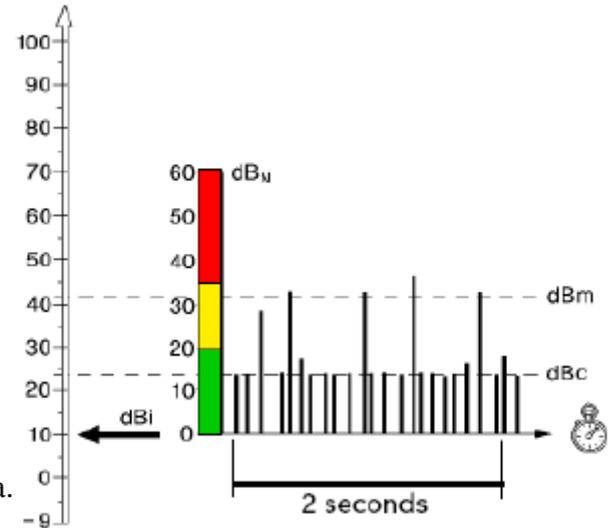


Figura 69: Vibração produzida por arestas de uma fenda microscópica (fonte: www.iteag.net/vibrometria.pdf)

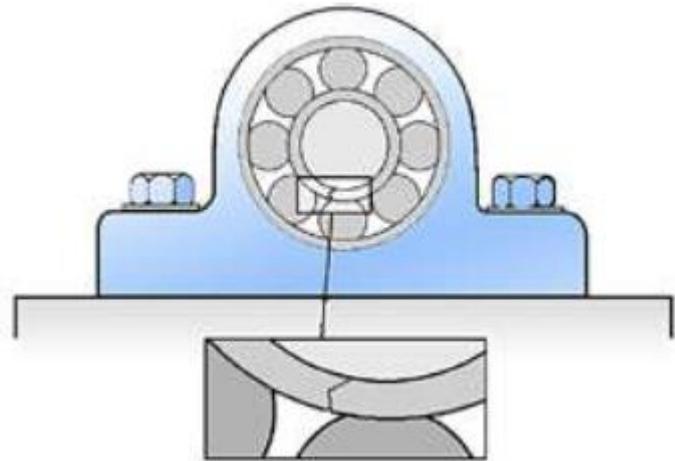
➤ **Alguns conceitos básicos**

dBc: Valor de *Decibel Carpet*, está diretamente relacionado com a lubrificação e atrito entre os anéis interiores e os corpos rolantes móveis. A espessura da camada de lubrificante é inversamente proporcional ao valor dBc.

Este valor aumenta quando existe insuficiência de lubrificação ou em certas situações quando há deficiente alinhamento ou montagem do motor/bomba.



dBm: Valor máximo de dano no rolamento causado pelo contacto das partes móveis em superfícies deterioradas, fissuras no interior, arestas vivas e originando a que os impulsos atinjam amplitudes elevadas em determinados pontos.



dBm: Valor de *Decibel inicial* correspondente a uma constante inicial da máquina, pré-degradação, que varia com as características rotativas (rpm) e diâmetro do veio (mm).

Os valores obtidos pela análise ao rolamento estão divididos em 3 escalas com o seu próprio código de cores, Verde (**0 - 20 dB**) para um bom estado de funcionamento e conservação do rolamento, Amarelo (**21 – 35 dB**) a indicar alguma cautela e existência já de danos no equipamento e Vermelho (**35 – 60 dB**) onde existe já uma má condição grave no rolamento.

5.4 Estágios de degradação de Rolamentos

Fase I

Por efeito de fenómenos de início de fadiga dos materiais produzem-se microfissuras debaixo da superfície de rolamento. Existem impulsos produzidos pelo defeito a muito altas frequências (centenas de kHz). Normalmente estas vibrações perdem-se no ruído de fundo do equipamento.

Fase II

As microfissuras atingem a superfície da pista. Os bordos da fenda são cortantes, causando um impacto “esfera-aresta”. Quando ocorrem os impactos, estes produzem ondas de choque muito abruptas. Estes choques produzem vibrações que se podem estender até 200 kHz. Esta é a altura ideal para que uma boa análise ao estado de um rolamento seja considerada a verdadeira manutenção preditiva a um elemento que poderá ser fulcral numa instalação elétrica.

Fase III

O defeito continua a aumentar, podem existir partículas metálicas a causar atritos suplementares e os impactos sucessivos dos corpos rolantes arredondam os seus bordos. As vibrações produzidas já só se estendem até cerca de 20KHz e aumenta a amplitude das vibrações nas baixas frequências.

Fase IV

A degradação da superfície da pista do rolamento, (anel interior), torna-se significativa e facilmente visível. A constante passagem dos elementos móveis sobre o material tem por efeito arredondar completamente os bordos da fissura. O efeito vibratório pode ser detetado nas médias frequência, e no fim a baixas frequências com maior facilidade indicando que a vida útil desse equipamento apresenta-se já muito baixa.

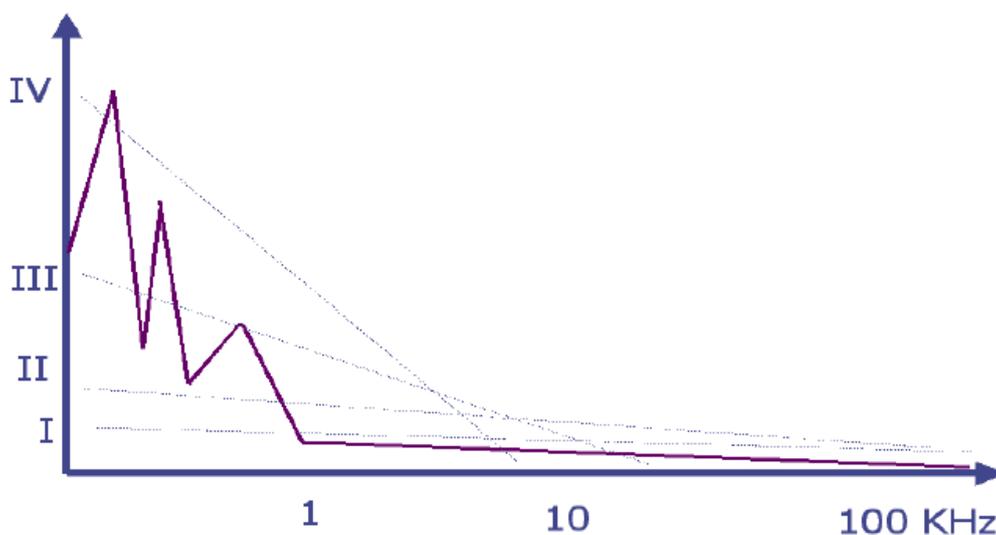


Figura 70: Gráfico demonstrativo de nível frequência / degradação rolamento
(Fonte: www.iteag.net/vibrometria.pdf)

Depois de analisadas as condições de determinado rolamento, há que ponderar a ação corretiva a tomar se for esse o caso. A decisão de substituir, lubrificar ou reparar um rolamento, tem de levar em linha de conta em que patamar de deterioração e vida útil se encontra o equipamento. Para auxiliar nesta decisão, deverá ser criado um diagrama de vida útil do rolamento e em que ponto da curva de degradação se encontra.

A grande vantagem desta técnica, chamada **dBm/dBc**, é a de precisar de poucos *inputs* vindos do motor, ou bomba a analisar, pois através de parametrizações feitas antes do ensaio definimos perfeitamente a gama de características construtivas do equipamento, quer a nível de rotações máximas admissíveis, nível de lubrificação, diâmetros de veios e tipo de rolamento.

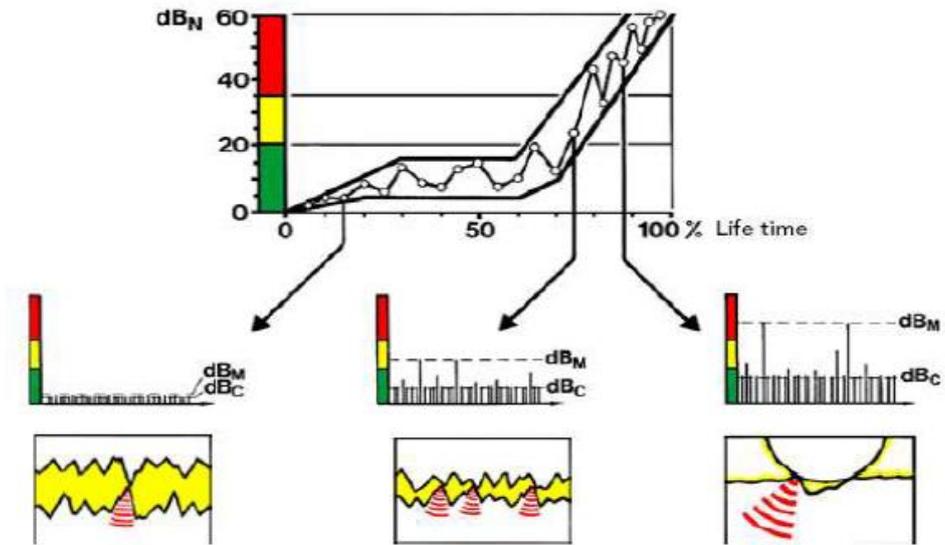


Figura 71: Gráfico demonstrativo da evolução da degradação do rolamento
(fonte: www.iteag.net/vibrometria.pdf)

5.5 Analise a lubrificantes

Avaliar o nível de degradação de um lubrificante é muito importante para determinar o nível de deterioração do equipamento.

Esta análise permite-nos identificar se o lubrificante se encontra em plenas condições para continuar a efetuar a sua função, se necessita de ser substituído, ou se existem componentes no interior do equipamento em deterioração.

O recurso a análises de lubrificantes como técnica de manutenção começou a ser aplicada na década 50. A crise petrolífera intensificou o recurso a esta técnica, ocupando assim uma nova função na manutenção de equipamentos, permitindo a monitorização das condições do lubrificante e identificar a necessidade de substituição ou apenas reposição parcial. Neste período foram introduzidas técnicas preditivas que permitiam através da análise diagnosticar problemas nos equipamentos. Atualmente, as leis ambientais tornaram ainda mais rigorosas as medidas de manutenção relacionadas com a utilização de lubrificante na indústria, sendo necessária à implementação de estações de tratamento e métodos de destruição e reaproveitamento dos lubrificantes.

A análise de óleo é aplicada como técnica de manutenção para os sistemas de lubrificação, sistemas hidráulicos, sistemas rotores, equipamentos elétricos, etc. (www.mecatronicaatual.com.br/artigos/1133-manuteno-preditiva-anlise-de-leos).

A Lubrificação é um princípio básico para o funcionamento da maioria dos equipamentos, porém, a lubrificação poderá ser uma das causas mais comuns de avaria nos equipamentos industriais, podendo causar sérios prejuízos operacionais e danos nos equipamentos.

As funções básicas do lubrificante são:

- ✓ Reduzir o atrito e desgaste
- ✓ Retirar o calor gerado pelo atrito ou pelo funcionamento do equipamento
- ✓ Formar o filme de lubrificante
- ✓ Evitar a corrosão e contaminação

5.5.1 Condições do Óleo Lubrificante

O lubrificante pode permitir dois processos de avaria:

- ✓ O primeiro ocorre devido à contaminação por partículas de desgaste do equipamento ou por agentes externos, sendo a água um dos contaminantes mais comum nas instalações industriais.
- ✓ O segundo processo de avaria está relacionado com a degradação das propriedades, devido às alterações das características do lubrificante, prejudicando o desempenho de suas funções.

Os objetivos da análise do lubrificante são:

- ✓ Escolher o lubrificante correto
- ✓ Manter o lubrificante limpo (filtração)
- ✓ Manter a temperatura correta
- ✓ Manter o lubrificante seco
- ✓ Garantir o bom desempenho da lubrificação

Os benefícios da análise do lubrificante são:

- ✓ Reduzir ou elimina falhas por deficiências na lubrificação
- ✓ Proteger o equipamento do desgaste excessivo ou prematuro
- ✓ Reduzir os custos de manutenção
- ✓ Aumentar a disponibilidade do equipamento
- ✓ Reduzir os gastos com o lubrificante

6 Novas técnicas a serem implementadas na unidade fabril

6.1 Unidade de frio

Mesmo tendo sido subcontratada uma empresa externa para efetuar a manutenção da unidade de frio, a equipa de manutenção focou-se essencialmente no estudo de uma avaria sistemática que surge no primeiro compressor, a rutura de um tubo de óleo do compressor na linha de aspiração.



Figura 72: Tubo fissurado

No presente momento a equipa de manutenção procura no mercado um equipamento que permite a deteção de gás R404A enviando uma mensagem para o telemóvel do responsável da equipa de manutenção. Para isso recorreu-se a um sensor de deteção de gás R404A o qual envia um sinal elétrico a um equipamento, sendo esse sinal elétrico convertido em mensagem. No mercado existem vários tipos de equipamentos para o efeito, apenas diferindo entre si a capacidade de deteção do fluido.

Devido á falta de experiencia da equipa de manutenção neste assunto o fornecedor solicitou o empréstimo de um destes equipamento para experiencia estando neste momento ainda em testes.

6.2 Unidade fabril

6.2.1 Insensibilizador de suínos por CO₂

Em conjunto com o fabricante do equipamento a equipa de manutenção está a desenvolver um detetor que permite identificar a folga da corrente de forma a prevenir que a mesma colapse antes do tempo desejado.

6.2.2 Escaldão de suínos

Neste momento, a equipa de manutenção encontra-se á procura de uma solução que permita medir a vibração produzida pela bomba de água, e assim através de um software informe através de uma luz avisadora que será necessário intervir sobre o equipamento.

6.3 Gestão energética

O preço da energia é hoje um fator muito importante a ter em conta nas despesas de uma empresa.

A Equipa da Manutenção decidiu então efetuar um estudo que visa uma análise aos pontos de maior consumo energético da empresa, permitindo assim uma proposta de melhoria, para redução de custos energéticos.

Ponto a ser analisado:

- ✓ Iluminação da unidade de produção, Abate

Para permitir uma rigorosa análise, a equipa de manutenção optou por adquirir um equipamento que efetua a medição de consumo de energia permitindo a armazenagem das medições através de software.



Figura 73: Equipamento de monitorização energética.

6.3.1 Iluminação da unidade de produção - Abate

Trata-se de 12 lâmpadas de 400 watts as quais estão subdivididas em 4 disjuntores os quais acendem 3 lâmpadas de cada vez.



Figura 74: Campânula de iluminação de unidade de produção / disjuntores de iluminação

Estas campânulas encontram-se situadas a 5 metros de altura e distanciadas entre si cerca de 10 metros.

Cada campânula utiliza lâmpadas de 400 watts, tendo ainda associadas a esta uma reactância a qual também consome energia.

Após a aquisição de dados relativamente aos consumos energéticos (ver anexo consumo de energia iluminação unidade de produção / Dia), verificamos que em alguns dias o maior consumo se efetuaria da parte da tarde. Devido ao facto de a energia ser mais cara desde 14:00 horas ate 18:00 horas, optou-se portanto em criar externamente ao quadro elétrico dois comutadores de luzes os quais apenas permitem o acendimento de dois grupos de luzes sendo o suficiente para efetuar os serviços de limpeza.

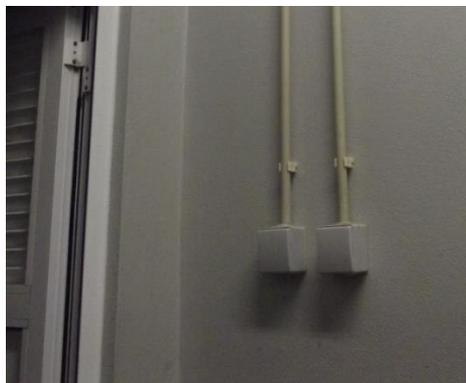


Figura 75: Comandos da iluminação

Em anexo encontra-se a diferença do consumo de energia após esta alteração.

Outra solução encontrada foi a substituição gradual das lâmpadas convencionais para lâmpadas Led. Este tipo de solução possui várias vantagens nomeadamente, baixo consumo. Esta é a grande mais-valia das LED. O princípio de funcionamento baseia-se na eletroluminescência emissão de luz pela passagem de energia. É um processo muito eficiente que pode representar uma poupança de 80%, relativamente às lâmpadas incandescentes.

Ao contrário das lâmpadas incandescentes, que se partem com facilidade, as LED, baseadas em semicondutores, são resistentes ao choque.

Derivado do facto de já existirem as campânulas optamos por uma seleção direta sem que a campânula tradicional seja substituída.

Após o contacto de vários fornecedores optamos por uma lâmpada Led de 60 watts que permite ser instalada diretamente sobre o casquilho da campânula e sendo ligada diretamente á tensão da rede não necessitando de reactâncias.



Figura 76: Lâmpadas Led selecionada

6.4 Política de Sub-Contratação

A opção de confiar a terceiros a realização de algumas operações (subcontratação), é económica e tecnicamente viável devido ao facto que liberta o técnico da Empresa a poder procurar novas soluções para problemas existentes noutras áreas.

A empresa optou por subcontratar empresas terceiras por vários fatores, nomeadamente:

- ✓ A existência de operações que não exige pessoas especializadas num determinado serviço
- ✓ A necessidade de utilização de ferramentas especiais
- ✓ A experiência em equipamentos específicos

A opção pela subcontratação produz vantagens e inconvenientes

A vantagem da subcontratação deve-se essencialmente a fatores económicos, que permitem á empresa ter sempre os equipamentos prontos a laborar, sendo as suas avarias resolvidas no mínimo tempo possível, evitando assim grandes tempos de paragem.

Os inconvenientes são a permissão de acesso de pessoas estranhas ao processo da empresa.

7 Conclusão e trabalhos futuros

Este estudo permitiu ao Mestrando efectuar uma análise detalhada a cada equipamento na Empresa Fresbeira, permitindo assim a criação de medidas preventivas de Manutenção de forma a garantir sempre o bom funcionamento dos seus equipamento e evitar paragens indesejadas no processo de produção.

O registo exaustivo durante os ultimos 4 anos de funcionamento da empresa permitiram a verificação detalhada do tipo de avarias ocorridas em cada equipamento. Assim, foi possível criar planos de manutenção exequíveis de forma a prevenir eventuais avarias.

Porém, com o passar dos anos os equipamentos tendem a apresentar outro tipo de avarias, devido ao seu contínuo funcionamento. Para evitar eventuais paragens dos equipamentos, a equipa de manutenção encontra-se a desenvolver novas técnicas de manutenção que permitam a detecção precosse das mesmas.

A análise do ciclo de vida do equipamento, é um factor que se deve ter em conta nomeadamente o custo de manutenção combinado com o custo operacional do equipamento. Este é um trabalho que a equipa de manutenção pretende desenvolver possibilitando assim, determinar o tempo de vida especificado.

Este trabalho permitiu ao Mestrando desenvolver capacidades de detecção de eventuais avarias precocemente e desenvolver capacidades de resposta rápida perante paragens de equipamentos.

No futuro o Mestrando pretende encontrar soluções inovadoras de forma a mais facilmente detectar avarias precocemente nos equipamentos. Pretende tambem efectuar vários outros estudos a nivel de termografia, análise de custos e sua redução.

8 Referencias Bibliográficas

Campbell, J. D., Ed. (1995). Uptime: Strategies for Excellence in Maintenance Management Productivity Press.

Clifton, R. H., Ed. (1985). Principles of planned maintenance. London, Edward Arnold (Publishers), Ltd.

Farinha, J. M. T., Ed. (1997). Manutenção de Instalações e Equipamentos Hospitalares – Uma Abordagem Terológica. Coimbra, Livraria Minerva Editora, Coimbra, Portugal.

Ferreira, L. A., Ed. (1998). Uma Introdução à Manutenção. Porto - Portugal.

Guimarães, R. C. J., Ed. (1997). Estatística. Lisboa - Portugal, McGraw-Hill.

Mobley, R. K., Ed. (2002). An Introduction to Predictive Maintenance, Butterworth-Heinemann.

Monchy, F. (1987). La Fonction Maintenance. P. Masson, França. Paris.

The shell Group(2011).Introdução aos principios da termografia.

[www.babcock-wanson.com/resources/885_ged/rapid-steam_generator%20 - VAP_babcock_wanson.pdf](http://www.babcock-wanson.com/resources/885_ged/rapid-steam_generator%20-VAP_babcock_wanson.pdf)

www.ebah.com.br/content/ABAAAAlaEAC/deteccao-falhas-rolamentos-atraves-analise-vibracao

www.iteag.net/vibrometria.pdf

www.mecatronicaatual.com.br/artigos/1133-manuteno-preditiva-anlise-de-leos

www.mtaev.com.br/download/mnt2.pdf

www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/4mostra/pdfs/616.pdf

www.pessoal.utfpr.edu.br/jmario/arquivos/Artigo%20Estatistica%20na%20Manutencao.pdf

9 Anexos

9.1 Planos de manutenção das várias secções da Empresa

9.1.1 Unidade de tratamento de água de consumo

Central de Bombagem

Ficha de Equipamento

FICHA DE EQUIPAMENTO N° 1

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Identificação	
Nome do Equipamento:	<u>Central de Bombagem</u>
Nome do Fabricante:	<u>Eflaflu</u>
Modelo / Referência:	<u>Aqua Master 2BMV32-40/7,5</u>
Número de Série:	<u>81071201</u>
Data de Recepção:	<u>Fev-09</u>
Secção do Equipamento:	<u>Unidade de tratamento de água de consumo</u>
Localização Habitual das Instruções de Utilização e dos Manuais do Fabricante:	
<u>As instruções de utilização encontram-se junto do equipamento e o manual na pasta de equipamento.</u>	
Calibração	
Plano de Calibração / Verificação	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Manutenção	
Plano de Manutenção	<input type="checkbox"/> Sim, Consultar em anexo. <input checked="" type="checkbox"/> Não
Ocorrências	
Ficha de ocorrências:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Observações:	
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	

Depósito expansor

Ficha de equipamento

FICHA DE EQUIPAMENTO N° 2

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Identificação	
Nome do Equipamento:	<u>Deposito expansor</u>
Nome do Fabricante:	<u>Cimm</u>
Modelo / Referência:	<u>AFE CE 300</u>
Número de Série:	<u>AFE CE 300 / 129 / 002247 /07</u>
Data de Recepção:	<u>Fev-09</u>
Secção do Equipamento:	<u>Unidade de tratamento de água de consumo</u>
Localização Habitual das Instruções de Utilização e dos Manuais do Fabricante: <u>As instruções de utilização encontram-se junto do equipamento e o manual na pasta de equipamento.</u>	
Calibração	
Plano de Calibração / Verificação	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Manutenção	
Plano de Manutenção	<input checked="" type="checkbox"/> Sim, Consultar em anexo. <input type="checkbox"/> Não
Ocorrências	
Ficha de ocorrências:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Observações: _____ _____ _____ _____	

Plano de manutenção do depósito expensor

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Plano de Manutenção

Tipo de Equipamento:

Deposito expensor

Procedimentos e Periodicidade

→ Mensalmente

- Verificação da pressão da membrana do deposito (pressão de 2,5 bar com o deposito sem qualquer água)
- Verificação de existências de fugas de ar ou água no vaso expensor

Qualquer anomalia detectada, seja ele ou não responsável pelo equipamento
deverá ser comunicada de imediato ao responsável pela manutenção.

Data: 01/01/2013

Versão nº 1

Elaborado por: Nuno Pedroso

Pág. 1/1

	Plano de Manutenção do Vaso expansor	PCQ-01/V01
--	---	-------------------

Ano: _____

Mensal		
	Verificação da pressão da membrana do depósito	Verificação de existências de fugas de ar ou água no vaso expansor
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

Observações

Data: 01/01/2013	Elaborado: Nuno Pedroso	Aprovado: Nuno Pedroso Ana Grade	Página 1 de 1
-------------------------	-----------------------------------	--	----------------------

Doseador de cloro

Ficha de equipamento

FICHA DE EQUIPAMENTO N° 3

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Identificação	
Nome do Equipamento:	<u>Doseador de Cloro</u>
Nome do Fabricante:	<u>Prominent</u>
Modelo / Referência:	<u>Beta/4</u>
Número de Série:	<u>BT4A1602PVT200VA010000</u>
Data de Recepção:	<u>Fev-09</u>
Secção do Equipamento:	<u>Unidade de tratamento de água de consumo</u>
Localização Habitual das Instruções de Utilização e dos Manuais do Fabricante: <u>As instruções de utilização encontram-se junto do equipamento e o manual na pasta de equipamento.</u>	
Calibração	
Plano de Calibração / Verificação	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Manutenção	
Plano de Manutenção	<input type="checkbox"/> Sim, Consultar em anexo. <input checked="" type="checkbox"/> Não
Ocorrências	
Ficha de ocorrências:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Observações: _____ _____ _____ _____	

Central de incêndios

Ficha do equipamento

FICHA DE EQUIPAMENTO N° 4

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Identificação	
Nome do Equipamento:	<u>Central de incendios Wilo</u>
Nome do Fabricante:	<u>Wilo</u>
Modelo / Referência:	<u>GCED/65-200A-WU-W60-55JED</u>
Número de Série:	<u>161008/16014/01-0DM080274</u>
Data de Recepção:	<u>Fev-09</u>
Secção do Equipamento:	<u>Unidade de tratamento de água de consumo</u>
Localização Habitual das Instruções de Utilização e dos Manuais do Fabricante:	
<u>As instruções de utilização encontram-se junto do equipamento e o manual na pasta de equipamento.</u>	
Calibração	
Plano de Calibração / Verificação	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Manutenção	
Plano de Manutenção	<input type="checkbox"/> Sim, Consultar em anexo. <input checked="" type="checkbox"/> Não
Ocorrências	
Ficha de ocorrências:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Observações:	
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	

9.1.2 Central de vapor

Descalcificador

Ficha de equipamento

FICHA DE EQUIPAMENTO N° 1

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Identificação	
Nome do Equipamento:	<u>Descalcificador</u>
Nome do Fabricante:	<u>Pentair Internacional</u>
Modelo / Referência:	_____
Número de Série:	<u>0802 - 2076965 - 003</u>
Data de Recepção:	<u>Fev-09</u>
Secção do Equipamento:	<u>Central de vapor</u>
Localização Habitual das Instruções de Utilização e dos Manuais do Fabricante: <u>As instruções de utilização encontram-se junto do equipamento e o manual na pasta de equipamento.</u>	
Calibração	
Plano de Calibração / Verificação	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Manutenção	
Plano de Manutenção	<input type="checkbox"/> Sim, Consultar em anexo. <input checked="" type="checkbox"/> Não
Ocorrências	
Ficha de ocorrências:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Observações: _____ _____ _____ _____	

Doseador

Ficha de equipamento

FICHA DE EQUIPAMENTO Nº 2

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Identificação	
Nome do Equipamento:	<u>Doseador</u>
Nome do Fabricante:	<u>Milton Roy</u>
Modelo / Referência:	<u>P043-35N3</u>
Número de Série:	<u>200804240163</u>
Data de Recepção:	<u>Fev-09</u>
Secção do Equipamento:	<u>Central de vapor</u>
Localização Habitual das Instruções de Utilização e dos Manuais do Fabricante: <u>As instruções de utilização encontram-se junto do equipamento e o manual na pasta de equipamento.</u>	
Calibração	
Plano de Calibração / Verificação	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Manutenção	
Plano de Manutenção	<input type="checkbox"/> Sim, Consultar em anexo. <input checked="" type="checkbox"/> Não
Ocorrências	
Ficha de ocorrências:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Observações: <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	

Caldeira de vapor

Ficha de equipamento

FICHA DE EQUIPAMENTO Nº 3

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Identificação	
Nome do Equipamento:	<u>Caldeira de Vapor</u>
Nome do Fabricante:	<u>Babcok Wanson</u>
Modelo / Referência:	<u>VAP 1200RR</u>
Número de Série:	<u>07.17.N3630</u>
Data de Recepção:	<u>Fev-09</u>
Secção do Equipamento:	<u>Central de Vapor</u>
Localização Habitual das Instruções de Utilização e dos Manuais do Fabricante:	
<u>As instruções de utilização encontram-se junto do equipamento e o manual na pasta de equipamento.</u>	
Calibração	
Plano de Calibração / Verificação	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Manutenção	
Plano de Manutenção	<input checked="" type="checkbox"/> Sim, Consultar em anexo. <input type="checkbox"/> Não
Ocorrências	
Ficha de ocorrências:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Observações:	
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	

Plano de manutenção da caldeira de vapor

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Plano de Manutenção

Tipo de Equipamento:

Caldeira de Vapor

Procedimentos e Periodicidade

→ Mensalmente

- Durante o funcionamento verificar algum comportamento anormal do equipamento
- Verificação de existências de fugas de água na bomba de alimentação

→ Anualmente

- Efectuar a análise de efluentes gasosos
- Efectuar a verificação do Manómetro de pressão

→ De dois em dois Anos

- Substituição dos electrodos da caldeira
- Revisão de bomba de alimentação de água
- Substituição da Correia da Bomba de alimentação

Qualquer anomalia detectada, seja ele ou não responsável pelo equipamento deverá ser comunicada de imediato ao responsável pela manutenção.

Data: 01/01/2013

Versão nº 1

Elaborado por: Nuno Pedroso

Pág. 1/1

	Plano de Manutenção da Caldeira de Vapor	PCQ-01/V01
--	---	------------

Ano: _____

Mensal		
	Bom funcionamento da Caldeira	Verificação de existências de fugas de água na bomba de alimentação
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

Anualmente		
	Efectuar a análise a efluentes Gasosos	Efectuar a verificação do Manómetro de Pressão
1		

Observações

De dois em dois anos			
	Substituição dos electrodos da Caldeira	Revisão da bomba de água	Substituir Correia de Bomba de alimentação
1			

Data: 01/01/2013	Elaborado: Nuno Pedroso	Aprovado: Nuno Pedroso Ana Grade	Página 1 de 1
-------------------------	-----------------------------------	--	----------------------

9.1.3 Unidade de produção de ar comprimido

Compressor de ar comprimido

Ficha de equipamento

FICHA DE EQUIPAMENTO N° 1

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Identificação	
Nome do Equipamento:	<u>Compressor de ar comprimido</u>
Nome do Fabricante:	<u>Ingersoll-rand</u>
Modelo / Referência:	<u>ML 7,5</u>
Número de Série:	<u>2145240</u>
Data de Recepção:	<u>Fev-09</u>
Secção do Equipamento:	<u>Unidade de produção de ar comprimido</u>
Localização Habitual das Instruções de Utilização e dos Manuais do Fabricante: <u>As instruções de utilização encontram-se junto do equipamento e o manual na pasta de equipamento.</u>	
Calibração	
Plano de Calibração / Verificação	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Manutenção	
Plano de Manutenção	<input type="checkbox"/> Sim, Consultar em anexo. <input checked="" type="checkbox"/> Não
Ocorrências	
Ficha de ocorrências:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Observações: _____ _____ _____ _____	

9.1.4 Unidade de frio

Central de frio

Ficha de equipamento

FICHA DE EQUIPAMENTO N° 1

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Identificação	
Nome do Equipamento:	<u>Central de frio</u>
Nome do Fabricante:	<u>Mejuto</u>
Modelo / Referência:	_____
Número de Série:	_____
Data de Recepção:	<u>Fev-09</u>
Secção do Equipamento:	<u>Unidade de frio</u>
Localização Habitual das Instruções de Utilização e dos Manuais do Fabricante: <u>As instruções de utilização encontram-se junto do equipamento e o manual na pasta de equipamento.</u>	
Calibração	
Plano de Calibração / Verificação	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Manutenção	
Plano de Manutenção	<input checked="" type="checkbox"/> Sim, Consultar em anexo. <input type="checkbox"/> Não
Ocorrências	
Ficha de ocorrências:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Observações: _____ _____ _____ _____	

Plano de manutenção da central de frio

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Plano de Manutenção

Tipo de Equipamento:

Central de frio

Procedimentos e Periodicidade

→ Mensalmente

- Durante o funcionamento verificar algum comportamento anormal do equipamento
- Verificação de fugas de óleo/ gás na instalação

→ De 3 em 3 Meses

- Limpeza dos evaporadores das salas: corredores da expedição, cais de transformados, sala de embalagem, salsicharia, sala de desmancha, sala de preparação de cozinhados, sala de pesagem.

→ De 6 em 6 Meses

- Limpeza do condensador da instalação
- Verificação do estado (efectuar manutenção caso seja necessario) dos evaporadores das camaras frigorificas
- Verificação de fugas de glicol na instalação

→ De 2 em 2 Anos

- Substituição de filtros de óleo da instalação
- Substituição de filtros separadores de gas da instalação
- Substituição do óleo da instalação

Qualquer anomalia detectada, seja ele ou não responsável pelo equipamento deverá ser comunicada de imediato ao responsável pela manutenção.

Data: 01/01/2013

Versão nº 1

Elaborado por: Nuno Pedroso

Pág. 1/1

	Plano de Manutenção da Central de Frio	PCQ-01/V01
--	---	------------

Ano: _____

Mensal	
	Verificação de fugas de óleo/gás na instalação
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

De 3 em 3 Meses	
	Limpeza dos evaporadores de todas as salas e camaras frigorificas
1	
2	
3	
4	

De 6 em 6 Meses			
	Limpeza dos evaporadores da instalação	Verificação dos evaporadores das camaras frigorificas	Verificação de fugas de glicol na instalação
1			
2			

De 2 em 2 anos			
	Substituição de filtros de óleo da instalação	Substituição de filtros separadores de gás da instalação	Substituição do óleo da instalação
1			

Observações

Data: 01/01/2013	Elaborado: Nuno Pedroso	Aprovado: Nuno Pedroso Ana Grade	Página 1 de 1
------------------	-------------------------	-------------------------------------	---------------

9.1.5 Linha de abate

Equipamento electronarcose

Ficha de equipamento

FICHA DE EQUIPAMENTO N° 1

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Identificação	
Nome do Equipamento:	<u>Equipamento Electronarcose</u>
Nome do Fabricante:	<u>Mecanipol, Lda.</u>
Modelo / Referência:	_____
Número de Série:	_____
Data de Recepção:	<u>Equipamento vindo das antigas instalações</u>
Secção do Equipamento:	<u>Matadouro</u>
Localização Habitual das Instruções de Utilização e dos Manuais do Fabricante:	<u>As instruções de utilização encontram-se junto do equipamento e o manual na pasta de equipamento.</u>
Calibração	
Plano de Calibração / Verificação	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Manutenção	
Plano de Manutenção	<input checked="" type="checkbox"/> Sim, Consultar em anexo. <input type="checkbox"/> Não
Ocorrências	
Ficha de ocorrências:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Observações: _____ _____ _____ _____	

	Plano de Manutenção do Equipamento Electronarcose	PCQ-01/V01
--	--	-------------------

Ano: _____

Mensal			Anual		Observações
	Verificação dos elementos eléctricos e cabos	Verificação dos valores estabelecidos em amperes para cada espécie seleccionada		Calibração/Verificação do bom funcionamento do equipamento	
1			1		
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

Data: 01/01/2013	Elaborado: Nuno Pedroso	Aprovado: Nuno Pedroso Ana Grade	Página 1 de 1
-------------------------	-----------------------------------	--	----------------------

Insensibilizador de suínos por CO₂

Ficha de equipamento

FICHA DE EQUIPAMENTO Nº 3

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Identificação	
Nome do Equipamento:	<u>Insensibilizador de Suínos por Co₂</u>
Nome do Fabricante:	<u>Mecanipol, Lda.</u>
Modelo / Referência:	<u>Mod. 1 C</u>
Número de Série:	_____
Data de Receção:	<u>jul/08</u>
Localização Habitual do Equipamento:	<u>Matadouro</u>
Localização Habitual das Instruções de Utilização e dos Manuais do Fabricante: _____	
Calibração	
Plano de Calibração / Verificação	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Manutenção	
Plano de Manutenção	<input checked="" type="checkbox"/> Sim, Consultar em anexo. <input type="checkbox"/> Não
Ocorrências	
Ficha de ocorrências:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Observações: _____ _____ _____ _____	

Plano de manutenção do insensibilizador de suínos por CO₂

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Plano de Manutenção

Tipo de Equipamento:

Insensibilizador de Suínos por CO₂

Procedimentos e Periodicidade

→ Mensalmente

- Lubrificar chumaceiras dos veios;
- Verificar óleo dos redutores/unidades de ar;
- Lubrificar Casquilhos dos veios;
- Lubrificar Corrente Transportadora do cesto;
- Verificar aperto das cardans.
- Efectuar calibração do analizador de gás

Os procedimentos mensais deverão ser efectuados pelo responsável pela manutenção das máquinas.

Qualquer anomalia detectada por parte dos colaboradores, seja ele ou não responsável pelo equipamento deverá ser comunicada de imediato ao responsável pela manutenção.

Data: 01/01/2013

Versão nº1

Elaborado por: Nuno Pedroso

Pág. 1/1

	Plano de Manutenção Insensibilizador de Suínos por CO ₂	PCQ-03/V01
--	--	------------

Ano _____

Mensalmente						
	Calibração do analisador de gás	Lubrificação chumaceira dos Veios	Verificação do óleo dos redutores/ unidades de ar comp	Lubrificar Corrente Transportadora do cesto;	Verificação do aperto dos cardans	Lubrificar Casquilhos dos veios;
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

Observações

Verificação pelo Responsável

Data: _____

Data: 01/01/2013	Elaborado: Nuno Pedroso	Aprovado: Nuno Pedroso Ana Grade	Página 1 de 1
------------------	----------------------------	-------------------------------------	---------------

Sistema de sucção de sangue alimentar

Ficha de equipamento

FICHA DE EQUIPAMENTO Nº 5

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Identificação	
Nome do Equipamento:	<u>Sistema de Sucção de Sangue Alimentar</u>
Nome do Fabricante:	<u>Mecanipol, Lda.</u>
Modelo / Referência:	<u>Modº D2</u>
Número de Série:	<u>S 40120120.10</u>
Data de Recepção:	<u>jul/08</u>
Secção do Equipamento:	<u>Matadouro</u>
Localização Habitual das Instruções de Utilização e dos Manuais do Fabricante: _____	
Calibração	
Plano de Calibração / Verificação	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Manutenção	
Plano de Manutenção	<input checked="" type="checkbox"/> Sim, Consultar em anexo. <input type="checkbox"/> Não
Ocorrências	
Ficha de ocorrências:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Observações: _____ _____ _____ _____	

Plano de manutenção do sistema de sucção de sangue alimentar

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Plano de Manutenção

Tipo de Equipamento:

Sistema de Sucção de Sangue Alimentar

Procedimentos e Periodicidade

→ Mensalmente

- Limpeza das bombas de sucção de sangue

→ Anualmente

- Substituição das valvulinas dos motorotres, verificação dos vedantes e rolamentos
caso necessário: Substituição de rolamentos e vedantes

Qualquer anomalia detectada por parte dos colaboradores, seja ele ou não responsável pelo equipamento
deverá ser comunicada de imediato ao responsável pela manutenção.

Data: 01/01/2013

Versão nº1

Elaborado por: Nuno Pedroso

Pág. 1/1

	Plano de Manutenção do Sistema de Sucção de Sangue Alimentar	PCQ-05/V01
--	---	------------

Ano _____

Mensalmente	
	Limpeza das bombas de sucção de sangue
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

Anualmente	
	Substituição das válvulas dos motores, verificação do estado dos vedantes e rolamentos
1	

Observações

Verificação pelo Responsável:

Data: _____

Data: 01/01/2013	Elaborado: Nuno Pedroso	Aprovado: Nuno Pedroso Ana Grade	Página 1 de 1
------------------	----------------------------	-------------------------------------	---------------

Lavadora

Ficha de equipamento

FICHA DE EQUIPAMENTO Nº 10

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Identificação	
Nome do Equipamento:	<u>Lavadora</u>
Nome do Fabricante:	<u>Mecanipol, Lda.</u>
Modelo / Referência:	<u>Mod. 2130º</u>
Número de Série:	<u>S 40130014,4</u>
Data de Recepção:	<u>Jul-08</u>
Secção do Equipamento:	<u>Matadouro</u>
Localização Habitual das Instruções de Utilização e dos Manuais do Fabricante: _____	
Calibração	
Plano de Calibração / Verificação	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Manutenção	
Plano de Manutenção	<input checked="" type="checkbox"/> Sim, Consultar em anexo. <input type="checkbox"/> Não
Ocorrências	
Ficha de ocorrências:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Observações: _____ _____ _____ _____	

Plano de manutenção da lavadora

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Plano de Manutenção

Tipo de Equipamento:

Lavadora

Procedimentos e Periodicidade

→ Mensalmente

- Lubrificar chumaceiras de rolos de lavagem;
- Verificar estado das Borrachas, e aperto

Qualquer anomalia detectada por parte dos colaboradores, seja ele ou não responsável pelo equipamento deverá ser comunicada de imediato ao responsável pela manutenção.

Data: 01/01/2013

Versão nº1

Elaborado por: Nuno Pedroso

Pág. 1/1

Escaldão de suínos

Ficha de equipamento

FICHA DE EQUIPAMENTO Nº 7

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Identificação	
Nome do Equipamento:	<u>Escaldão de Suínos</u>
Nome do Fabricante:	<u>Mecanipol, Lda.</u>
Modelo / Referência:	_____
Número de Série:	_____
Data de Recepção:	<u>ju/08</u>
Secção do Equipamento:	<u>Matadouro</u>
Localização Habitual das Instruções de Utilização e dos Manuais do Fabricante: _____	
Calibração	
Plano de Calibração / Verificação	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Manutenção	
Plano de Manutenção	<input checked="" type="checkbox"/> Sim, Consultar em anexo. <input type="checkbox"/> Não
Ocorrências	
Ficha de ocorrências:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Observações: _____ _____ _____ _____	

Plano de manutenção do escaldão de suínos

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Plano de Manutenção

Tipo de Equipamento:

Escaldão de Suínos

Procedimentos e Periodicidade

→ Mensalmente

- Verificar ruidos de bombas

→ Anualmente

- Verificar o bom funcionamento do controlador de temperatura e parte pneumática da válvula de vapor

- Verificar nível de rotores de bombas, substituição de rolamentos e vedantes

Qualquer anomalia detectada por parte dos colaboradores, seja ele ou não responsável pelo equipamento deverá ser comunicada de imediato ao responsável pela manutenção.

Data: 01/01/2013

Versão nº1

Elaborado por: Nuno Pedroso

Pág. 1/1

Depiladora de suínos

Ficha de equipamento

FICHA DE EQUIPAMENTO N°

9

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Identificação	
Nome do Equipamento:	<u>Depiladora de Suínos</u>
Nome do Fabricante:	<u>Mecanipol, Lda.</u>
Modelo / Referência:	<u>Mod. 20</u>
Número de Série:	<u>S 4013001</u>
Data de Recepção:	<u>Jul-08</u>
Secção do Equipamento:	<u>Matadouro</u>
Localização Habitual das Instruções de Utilização e dos Manuais do Fabricante:	

Calibração	
Plano de Calibração / Verificação	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Manutenção	
Plano de Manutenção	<input checked="" type="checkbox"/> Sim, Consultar em anexo. <input type="checkbox"/> Não
Ocorrências	
Ficha de ocorrências:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Observações:	

Plano de manutenção da depiladora de suínos

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Plano de Manutenção

Tipo de Equipamento:

Depiladora de suínos

Procedimentos e Periodicidade

→ Mensalmente

- Lubrificar chumaceiras

- Verificar estado das Borrachas, aperto das mesmas e afiamento

Qualquer anomalia detectada por parte dos colaboradores, seja ele ou não responsável pelo equipamento deverá ser comunicada de imediato ao responsável pela manutenção.

Data: 01/01/2013

Versão nº1

Elaborado por: Nuno Pedroso

Pág. 1/1

Depiladora de leitões

Ficha de equipamento

FICHA DE EQUIPAMENTO Nº 11

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Identificação	
Nome do Equipamento:	<u>Depiladora de Leitões</u>
Nome do Fabricante:	<u>Mecanipol, Lda.</u>
Modelo / Referência:	<u>Mod. 15</u>
Número de Série:	<u>S 4013001</u>
Data de Recepção:	<u>antigas instalações</u>
Secção do Equipamento:	<u>Matadouro</u>
Localização Habitual das Instruções de Utilização e dos Manuais do Fabricante: _____	
Calibração	
Plano de Calibração / Verificação	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Manutenção	
Plano de Manutenção	<input checked="" type="checkbox"/> Sim, Consultar em anexo. <input type="checkbox"/> Não
Ocorrências	
Ficha de ocorrências:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Observações: _____ _____ _____ _____	

Plano de manutenção da depiladora dos leitões

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Plano de Manutenção

Tipo de Equipamento:

Depiladora dos Leitões

Procedimentos e Periodicidade

→ Mensalmente

- Lubrificar chumaceiras

- Verificar estado das Borrachas, aperto das mesmas e afiamento

Qualquer anomalia detectada por parte dos colaboradores, seja ele ou não responsável pelo equipamento deverá ser comunicada de imediato ao responsável pela manutenção.

Data: 01/01/2013

Versão nº1

Elaborado por: Nuno Pedroso

Pág. 1/1

Chamuscador de suínos

Ficha de equipamento

FICHA DE EQUIPAMENTO N° 12

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Identificação	
Nome do Equipamento:	<u>Chamuscador de Suínos</u>
Nome do Fabricante:	<u>Mecanipol, Lda.</u>
Modelo / Referência:	_____
Número de Série:	_____
Data de Recepção:	<u>Jul/08</u>
Secção do Equipamento:	<u>Matadouro</u>
Localização Habitual das Instruções de Utilização e dos Manuais do Fabricante: _____	
Calibração	
Plano de Calibração / Verificação	<input type="checkbox"/> Sim
	<input checked="" type="checkbox"/> Não
Manutenção	
Plano de Manutenção	<input checked="" type="checkbox"/> Sim, Consultar em anexo.
	<input type="checkbox"/> Não
Ocorrências	
Ficha de ocorrências:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim
	<input type="checkbox"/> Não
Observações: _____ _____ _____ _____	

Plano de manutenção do chamuscador de suínos

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Plano de Manutenção

Tipo de Equipamento:

Chamuscador de Suínos

Procedimentos e Periodicidade

→ Mensalmente

- Verificar o estado das valvulas de acionamento do sistema de gás
- Verificar a corrosão do sistema e limpeza dos bicos do chamuscador

Qualquer anomalia detectada por parte dos colaboradores, seja ele ou não responsável pelo equipamento deverá ser comunicada de imediato ao responsável pela manutenção.

Data: 01/01/2013

Versão nº1

Elaborado por: Nuno Pedroso

Pág. 1/1

Serra de corte de carcaças

Ficha de equipamento

FICHA DE EQUIPAMENTO N°

13

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Identificação	
Nome do Equipamento:	<u>Serra de Corte das Carcaças</u>
Nome do Fabricante:	<u>EFA</u>
Modelo / Referência:	<u>591B</u>
Número de Série:	_____
Data de Recepção:	<u>Jul-08</u>
Localização Habitual do Equipamento:	<u>Matadouro</u>
Localização Habitual das Instruções de Utilização e dos Manuais do Fabricante:	_____
Calibração	
Plano de Calibração / Verificação	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Manutenção	
Plano de Manutenção	<input checked="" type="checkbox"/> Sim, Consultar em anexo. <input type="checkbox"/> Não
Ocorrências	
Ficha de ocorrências:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Observações: _____ _____ _____ _____	

Plano de manutenção da serra de corte das carcaças

Fresbeira Industria de Carnes, Lda.

Plano de Manutenção

Tipo de Equipamento:

Serra de Corte das Carcaças

Procedimentos e Periodicidade

→ Mensalmente

- Verificar o desgaste das guias da lamina da serra
- Verificar o bom funcionamento dos interruptores da serra

→ De 6 em 6 meses

- Desmontagem do motor electrico para secagem em estufa, substituição de rolamentos isolamento com vanselina

Os procedimentos mensais deverão ser efectuados pelo responsável pela manutenção das máquinas.

Qualquer anomalia detectada por parte dos colaboradores, seja ele ou não responsável pelo equipamento deverá ser comunicada de imediato ao responsável pela manutenção.

Data: 01/01/2013

Versão nº1

Elaborado por: Nuno Pedroso

Pág. 1/1

	Plano de Manutenção da Serra de corte das Carcaças	PCQ-13/V01
--	---	-------------------

Ano: _____

Mensalmente		De 6 em 6 Meses		Observações	
	Verificar o desgaste das guias da lamina da serra	Verificar o bom funcionamento dos interruptores da serra			Desmontagem do motor electrico para secagem em estufa, substituição de rolamentos isolamento com vasselina
1			1		
2					
3					
4					
5					
6			2		
7					
8					
9					
10					
11					
12					

Verificação pelo Responsável

Data: _____

Data: 01/01/2013	Elaborado: Nuno Pedroso	Aprovado: Nuno Pedroso Ana Grade	Página 1 de 1
-------------------------	-----------------------------------	--	----------------------

9.2 Consumo energético da Unidade de Produção / Dia



eLink Informe energético diario

2014/05/11



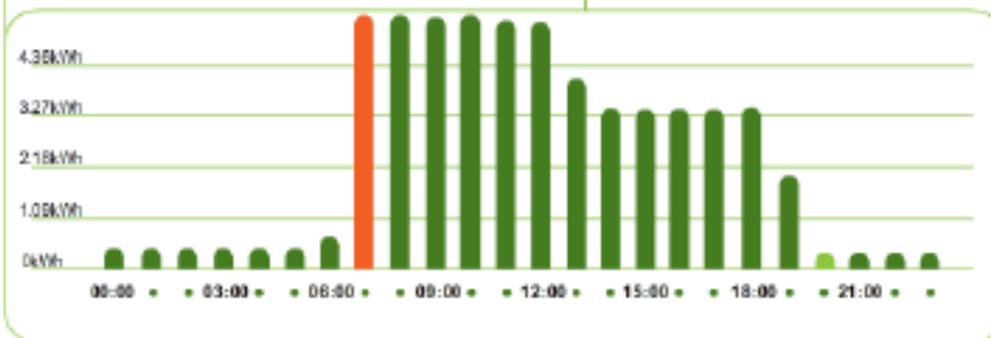
Your name

Usuario de eLink desde	2014/05/11		
Periodo	2014/04/28 ~ 2014/05/09		
Promedio diario			
kWh	67.68		
Costo (€)	6.77	Costo estimado para el año:	2471.05
CO ₂ (kg)	67.68	Máxima potencia	6.43kW en 07:10

Consumo en 2014/04/29

kWh	55.45
Costo(€)	5.55
CO ₂ (kg)	55.45

Electricidad(kWh):2014/04/29



Notas

eLink Informe energético diario
2014/05/11

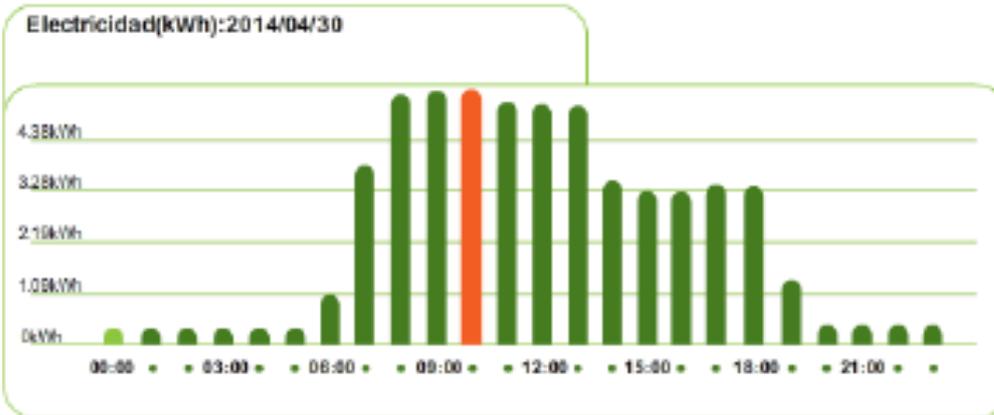


Your name

Usuario de eLink desde	2014/05/11		
Periodo	2014/04/28 ~ 2014/05/09		
Promedio diario	kWh 67.68		
Coste (€)	6.77	Coste estimado para el año:	2471.05
CO ₂ (kg)	67.68	Máxima potencia	7.16kW en 07:36

Consumo en 2014/04/30

kWh	53.60
Coste(€)	5.36
CO ₂ (kg)	53.60



Notas

eLink Informe energético diario

2014/05/11

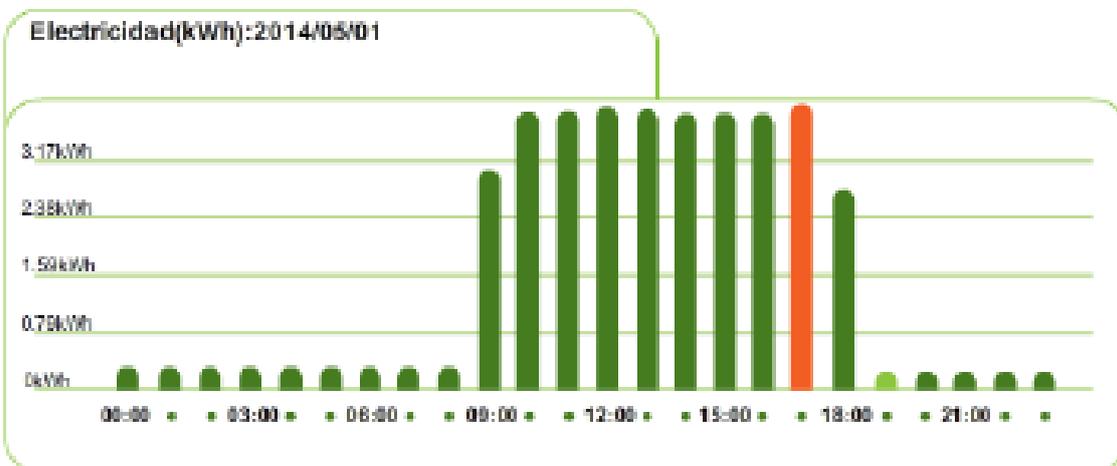


Your name

Usuario de eLink desde	2014/05/11		
Periodo	2014/04/28 ~ 2014/05/09		
Promedio diario	kWh 67.68		
Costo (€)	6.77	Costo estimado para el año:	2471.05
CO ₂ (kg)	67.68	Máxima potencia	5.55kW en 19:14

Consumo en 2014/05/11

kWh	37.17
Costo(€)	3.72
CO ₂ (kg)	37.17



Notas

eLink Informe energético diario

2014/05/11

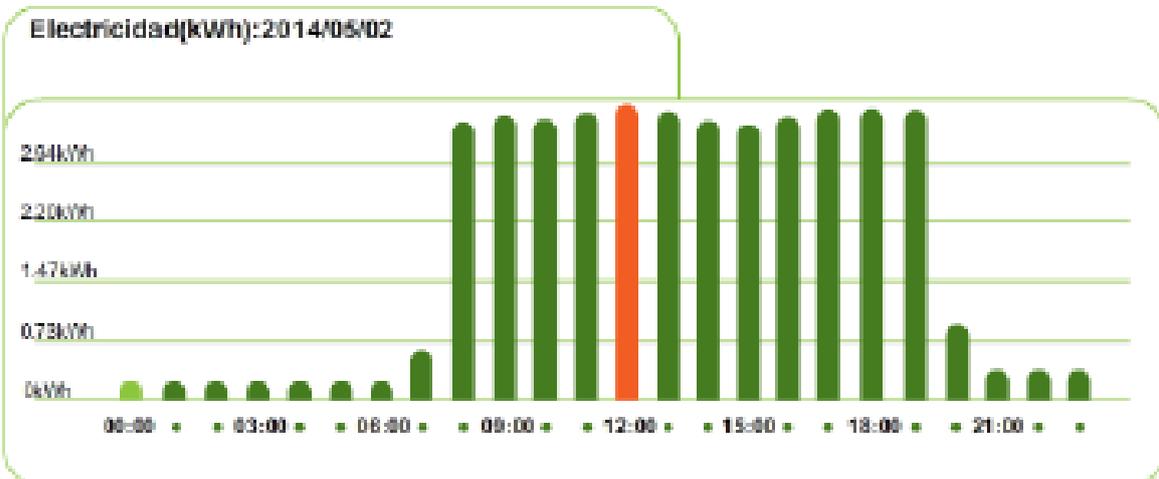


Your name

Usuario de eLink desde	2014/05/11		
Periodo	2014/04/28 ~ 2014/05/09		
Promedio diario			
KWh	67.68		
Coste (€)	6.77	Coste estimado para el año:	2471.05
CO ₂ (kg)	67.68	Máxima potencia	4.42kW en 07:53

Consumo en 2014/05/02

KWh	43.97
Coste(€)	4.40
CO ₂ (kg)	43.97



Notas

eLink Informe energético diario
2014/05/11

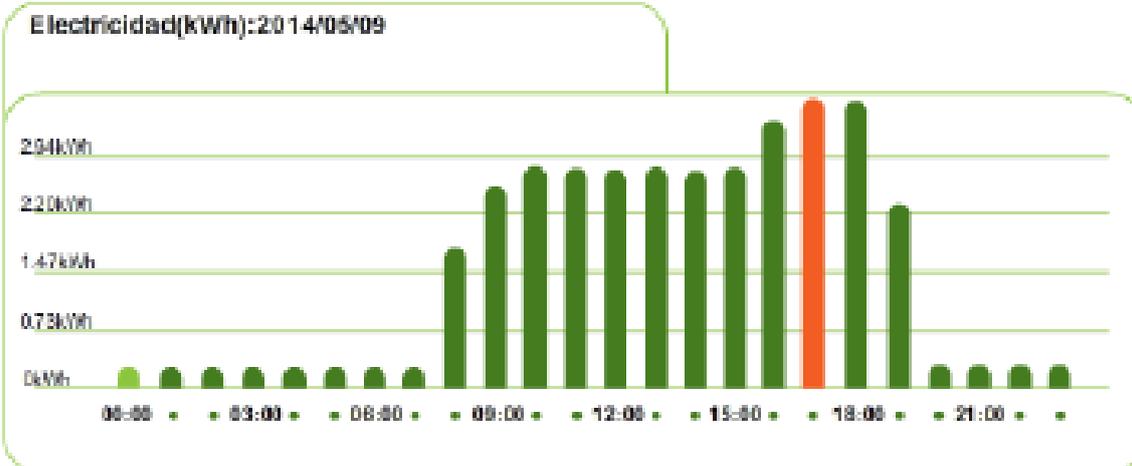


Your name

Usuario de eLink desde	2014/05/11		
Periodo	2014/04/28 ~ 2014/05/09		
Promedio diario			
kWh	67.68		
Costo (€)	6.77	Costo estimado para el año:	2471.05
CO2 (kg)	67.68	Máxima potencia	5.38kW en 16:16

Consumo en 2014/05/09

kWh	33.81
Costo(€)	3.38
CO2 (kg)	33.81



Notas

9.3 Consumo energético da Unidade de produção / Dia depois de sofrer alteração



eLink Informe energético diario
2014/05/31

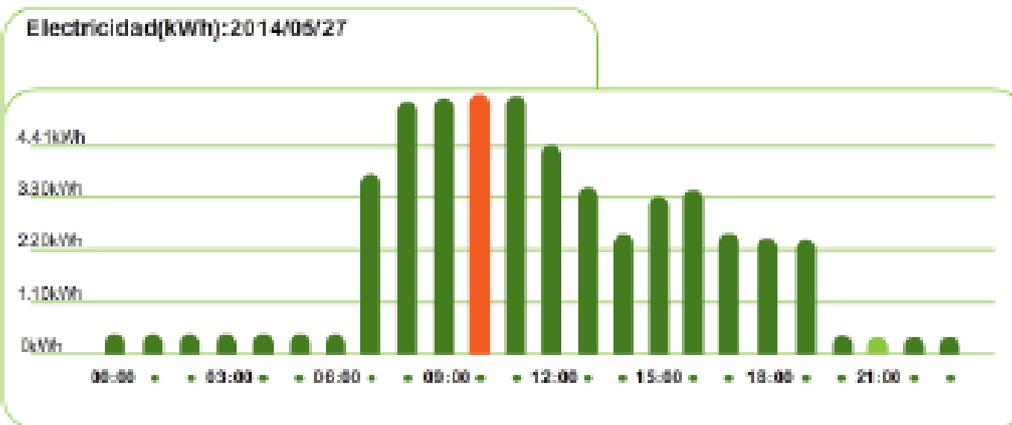


Your name

Usuario de eLink desde	2014/05/31		
Periodo	2014/05/28 ~ 2014/05/31		
Promedio diario			
kWh	52.81		
Coste (€)	5.28	Coste estimado para el año:	1927.20
CO2 (kg)	52.81	Máxima potencia	6.32kW en 17:47

Consumo en 2014/05/27

kWh	49.21
Coste(€)	4.92
CO2 (kg)	49.21



Notas

eLink Informe energético diario
2014/05/31

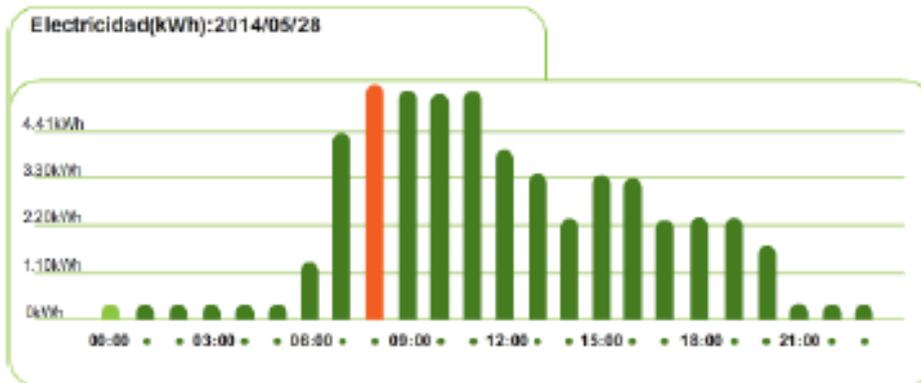


Your name

Usuario de eLink desde	2014/05/31		
Periodo	2014/05/26 ~ 2014/05/31		
Promedio diario			
kWh	52.81		
Costo (€)	5.28	Costo estimado para el año:	1927.21
CO ₂ (kg)	52.81	Máxima potencia	6.56kW en 07:39

Consumo en **2014/05/28**

kWh	50.40
Costo(€)	5.84
CO ₂ (kg)	50.40



Notas

eink Informe energético diario

2014/05/31



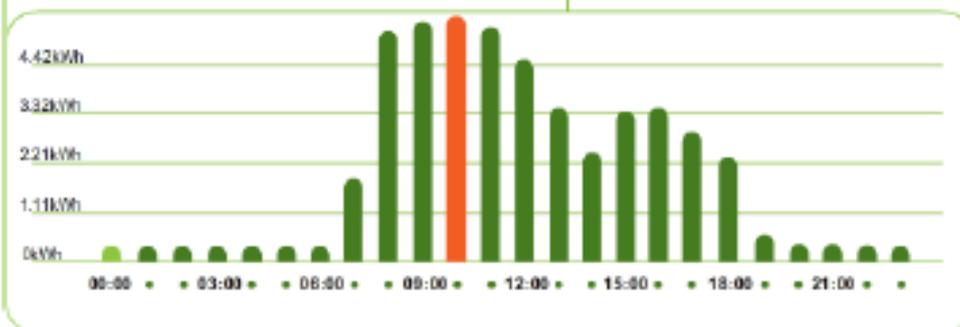
Your name

Usuario de eink desde	2014/05/31
Periodo	2014/05/28 ~ 2014/05/31
Promedio diario	
kWh	52.81
Costo (€)	5.28
Costo estimado para el año:	1927.28
CO2 (kg)	52.81
Máxima potencia	6.10kW en 08:05

Consumo en 2014/05/29

kWh	44.68
Costo(€)	4.47
CO2 (kg)	44.68

Electricidad(kWh):2014/05/29



Notas